



高职高专“十一五”规划教材

电工电子技术

展希才 王海燕 主编

中国石油大学出版社

高职高专“十一五”规划教材

电工电子技术

主 编	展希才	王海燕
副主编	狄敬国	王文华
	吕 琳	杨兆举

中国石油大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术/展希才,王海燕主编. —东营:中国石油大学出版社,2009.1

ISBN 978-7-5636-2686-1

I. 电… II. ①展… ②王… III. ①电工技术 ②电子技术
IV. TM TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 202341 号

书 名:电工电子技术
作 者:展希才 王海燕

策划编辑:宋秀勇(电话 0546—8392139)

责任编辑:刘 清

封面设计:九天设计

出 版 者:中国石油大学出版社(山东 东营,邮编 257061)

网 址:<http://www.uppbook.com.cn>

电子信箱:yibian8392139@163.com

印 刷 者:青岛星球印刷有限公司

发 行 者:中国石油大学出版社(电话 0546—8392139)

开 本:180×235 印张:19.25 字数:385 千字

版 次:2009 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:29.00 元

前言

本书是依据教育部最新制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》而编写的。高等职业教育的培养目标是使受教育者在掌握本专业理论知识的基础上,具有较强的动手能力和分析实际问题的能力,而且能在生产第一线解决实际技术问题。因此,全书在内容的安排上以学生的“技术应用能力的培养”为主线,以应用为目的,以“必需”和“够用”为度,以讲清概念、强化应用为重点,在讲解基本理论的基础上增加了新器件、新知识。力求突出电工电子技术的应用性、实践性,强化实际应用能力的培养。

全书共分13章,内容包括电路的基本概念、定律与分析方法、正弦交流电路、三相正弦交流电路、电路的暂态分析、磁路与变压器、异步电动机、电动机的继电-接触器控制、半导体器件及其应用电路、集成运算放大器、直流稳压电源、数字电路基础、组合逻辑电路、触发器及时序逻辑电路等。每章都附有练习题,供读者思考和练习。

本书内容覆盖面广,安排灵活,可作为高等职业教育电子、通信、计算机、数控、电气等专业的教材,也可作为中等专业学校有关专业的提高教材,还可作为自学考试或从事电子技术的工程人员学习用书。其中标有“*”号的属于加深加宽的内容,以供选择。

本书由莱芜职业技术学院教师编写,展希才、王海燕担任主编,并策划了全书内容及组织结构,狄敬国;王文华、吕琳、杨兆举担任副主编。其中吕琳编写第12、13章,狄敬国编写第10、11章,王文华编写第2、3章,王海燕编写5、6、7章,杨兆举编写第8章,展希才编写第1、4、9章并统稿。青岛科技大学自动化学院刘喜梅教授、于飞教授认真细致地审阅了全书,并提出了许多宝贵的意见,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,缺点与疏漏在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2008年11月



目 录

第 1 章 电路的基本概念、定律与分析方法	(1)
1.1 电路的基本概念	(1)
1.1.1 电路的组成及作用	(1)
1.1.2 电路模型	(2)
1.1.3 电流和电压的参考方向	(3)
1.1.4 电路中的功和功率	(5)
1.2 电路的基本元件	(6)
1.2.1 电阻元件	(6)
1.2.2 电容元件	(8)
1.2.3 电感元件	(9)
1.2.4 电源元件	(10)
1.3 电路的基本状态和电气设备的额定值	(12)
1.3.1 电路的基本状态	(12)
1.3.2 电气设备的额定值	(14)
1.4 电路中电位的概念及计算	(15)
1.5 基尔霍夫定律	(17)
1.5.1 基尔霍夫电流定律(KCL)	(17)
1.5.2 基尔霍夫电压定律(KVL)	(19)
1.6 电路的分析方法	(20)
1.6.1 电路的等效化简	(20)
1.6.2 支路电流分析法	(26)
1.6.3 节点电压分析法	(28)
1.6.4 叠加定理	(29)
1.6.5 戴维宁定理	(30)
习 题	(32)
第 2 章 正弦交流电路	(37)
2.1 正弦交流电的基本概念	(37)
2.2 正弦量的相量表示法	(40)
2.3 单一参数的正弦交流电路	(42)
2.3.1 电阻元件的正弦交流电路	(42)
2.3.2 电感元件的正弦交流电路	(44)

2.3.3 电容元件的正弦交流电路	(46)
2.4 R 、 L 、 C 串联的正弦交流电路	(48)
2.4.1 电压与电流的关系	(49)
2.4.2 功率	(51)
2.5 功率因数的提高	(53)
2.6 正弦交流电路的谐振	(55)
习 题	(59)
第3章 三相正弦交流电路	(62)
3.1 三相电源	(62)
3.1.1 对称三相电源	(62)
3.1.2 三相电源的连接	(64)
3.2 三相负载的连接	(66)
3.2.1 负载的星形连接(Y 接)	(66)
3.2.2 负载的三角形连接(Δ 接)	(69)
3.3 三相电路的功率	(71)
3.3.1 三相功率的计算	(71)
* 3.3.2 三相功率的测量	(72)
习 题	(74)
第4章 电路的暂态分析	(76)
4.1 换路定则与电压和电流初始值的确定	(76)
4.2 RC 电路的响应	(78)
4.2.1 RC 电路的零输入响应	(78)
4.2.2 RC 电路的零状态响应	(81)
4.3 一阶线性电路暂态分析的三要素法	(84)
习 题	(86)
第5章 磁路与变压器	(88)
5.1 磁路的概述	(88)
5.1.1 磁路的基本物理量	(88)
5.1.2 磁性材料的主要特性	(91)
5.1.3 磁路的基本定律	(94)
5.2 变压器的结构	(96)
5.2.1 变压器的基本结构	(96)
5.2.2 变压器的用途	(98)
5.3 变压器的工作原理	(98)
5.4 变压器的外特性	(102)
5.5 三相变压器	(105)



5.5.1 三相变压器	(105)
5.5.2 变压器的铭牌	(107)
5.6 特殊变压器	(110)
5.6.1 自耦变压器	(110)
5.6.2 电流互感器	(112)
5.6.3 电压互感器	(114)
5.6.4 电焊变压器	(115)
习 题	(116)
第 6 章 异步电动机和控制电机	(118)
6.1 三相异步电动机的结构	(118)
6.2 三相异步电动机的工作原理	(120)
6.2.1 旋转磁场	(120)
6.2.2 转子转动原理	(122)
6.3 三相异步电动机的机械特性	(123)
6.3.1 电磁转矩	(123)
6.3.2 机械特性	(124)
6.4 三相异步电动机的铭牌数据	(126)
6.5 三相异步电动机的启动、调速、反转和制动	(128)
6.5.1 三相异步电动机的启动	(128)
6.5.2 三相异步电动机的调速	(131)
6.5.3 三相异步电动机的反转和制动	(132)
* 6.6 单相异步电动机	(133)
习 题	(135)
第 7 章 电动机继电-接触器控制	(136)
7.1 常用低压控制电器	(136)
7.1.1 手动电器	(136)
7.1.2 自动电器	(138)
7.2 三相异步电动机的基本控制电路	(144)
7.2.1 具有短路、过载和失压保护的直接启停控制电路	(144)
7.2.2 点动控制	(145)
7.2.3 异地控制	(146)
7.2.4 多台电动机的联锁控制	(146)
7.2.5 正反转控制	(147)
7.3 行程控制	(149)
7.4 时间控制	(151)
习 题	(152)

第 8 章 半导体分立器件及其基本电路	(156)
8.1 半导体基础知识与 PN 结	(156)
8.1.1 半导体基础知识	(156)
8.1.2 PN 结的单向导电性	(157)
8.2 半导体二极管及其应用电路	(159)
8.2.1 半导体二极管	(159)
8.2.2 二极管的应用电路	(160)
8.2.3 特殊二极管	(160)
8.3 半导体三极管及其基本放大电路	(162)
8.3.1 半导体三极管	(162)
8.3.2 共发射极放大电路	(165)
8.3.3 稳定静态工作点的放大电路	(172)
8.3.4 共集电极放大电路	(174)
* 8.4 场效应管及其放大电路	(176)
8.4.1 绝缘栅型场效应管	(177)
8.4.2 场效应管共源极放大电路	(180)
* 8.5 多级放大电路	(181)
8.5.1 多级放大电路的组成	(181)
8.5.2 多级放大电路的耦合方式	(181)
8.5.3 多级放大电路的分析方法	(182)
习 题	(184)
第 9 章 模拟集成电路及应用	(188)
9.1 差动放大电路	(188)
9.1.1 直接耦合放大电路的零点漂移	(188)
9.1.2 差动放大电路的工作原理	(189)
9.1.3 具有恒流源的差动放大电路	(191)
9.1.4 差动放大电路的输入、输出方式	(191)
9.2 集成运算放大器	(192)
9.2.1 集成运放的组成	(193)
9.2.2 集成运放的符号和参数	(193)
9.3 负反馈放大器	(194)
9.3.1 反馈的基本概念	(194)
9.3.2 反馈的类型及其判别	(194)
9.3.3 负反馈放大电路的四种组态	(197)
9.3.4 负反馈对放大电路性能的影响	(199)
9.4 集成运放的应用	(201)
9.4.1 集成运放的电压传输特性、理想模型及其分析方法	(201)



9.4.2 集成运放信号运算方面的应用	(203)
9.5 集成功率放大器及其应用	(211)
9.5.1 功率放大器的特点及类型	(211)
9.5.2 互补对称功率放大电路	(212)
9.5.3 集成功率放大电路	(214)
习 题	(215)
第 10 章 数字电路基础	(219)
10.1 逻辑电路概述	(219)
10.1.1 模拟信号和数字信号	(219)
10.1.2 数制	(220)
10.1.3 码制	(221)
10.2 逻辑函数	(222)
10.2.1 逻辑变量与逻辑函数	(222)
10.2.2 基本逻辑运算	(222)
10.2.3 常用逻辑运算	(224)
10.2.4 逻辑函数的表达方式	(226)
10.3 逻辑代数的基本运算规则和基本定律	(227)
10.3.1 逻辑代数的基本公式	(228)
10.3.2 逻辑代数的基本规则	(229)
10.3.3 逻辑函数的代数化简法	(230)
10.4 卡诺图化简	(232)
10.4.1 最小项的定义与性质	(232)
10.4.2 逻辑函数的最小项表达式	(233)
10.4.3 卡诺图	(233)
10.4.4 用卡诺图表示逻辑函数	(235)
10.4.5 逻辑函数的卡诺图化简法	(236)
10.5 逻辑门电路	(238)
10.5.1 二极管与门和或门电路	(238)
10.5.2 三极管非门电路	(239)
* 10.5.3 三态输出门	(240)
习 题	(242)
第 11 章 组合逻辑电路	(243)
11.1 组合逻辑电路的分析	(243)
11.1.1 组合逻辑电路的特点	(243)
11.1.2 组合逻辑电路的分析方法	(243)
11.2 组合逻辑电路的设计	(244)
11.2.1 组合逻辑电路设计步骤	(244)

11.3 常用集成组合逻辑电路及其应用	(246)
11.3.1 编码器	(246)
11.3.2 译码器	(248)
11.3.3 数据选择器	(253)
11.3.4 加法器	(256)
习 题	(257)
第 12 章 时序逻辑电路	(260)
12.1 集成触发器	(260)
12.1.1 R-S 触发器	(260)
12.1.2 J-K 触发器	(263)
12.1.3 D 触发器	(264)
12.2 时序电路的一般分析方法	(265)
12.2.1 同步时序电路的一般分析方法	(266)
12.2.2 异步时序电路的一般分析方法	(267)
12.3 常用时序逻辑电路	(269)
12.3.1 寄存器	(269)
12.3.2 计数器	(272)
思考题	(281)
习 题	(282)
第 13 章 直流稳压电源	(285)
13.1 直流稳压电源的组成	(285)
13.2 单相整流滤波电路	(285)
13.2.1 单相半波整流电路	(286)
13.2.2 单相桥式整流电路	(287)
13.2.3 滤波电路	(289)
13.3 串联型集成稳压电源	(292)
13.3.1 串联型反馈稳压电路	(292)
13.3.2 三端集成稳压电路	(293)
习 题	(296)
主要参考文献	(297)



第 1 章 电路的基本概念、定律与分析方法

电路是电工技术和电子技术的重要基础。本章主要介绍电路的基本概念、基本定律和基本分析方法,包括电路的组成及作用,电路模型,电压、电流的参考方向,电位、功率及其电气设备额定值的概念;基尔霍夫定律;电路的等效化简,支路电流法,节点电压法,叠加定理,戴维宁定理。这些基本概念、定律和分析方法,不仅适用于直流电路,也适用于交流电路。



基本要求

- 正确理解电压和电流参考方向的意义;
- 熟练掌握实际电源的两种模型及其等效变换;
- 了解电源的有载工作、开路与短路状态,理解电功率和额定值的意义;
- 熟练掌握并运用基尔霍夫定律、支路电流法、节点电压法、叠加原理和戴维宁定理分析电路;
- 理解电位的概念。

1.1 电路的基本概念

1.1.1 电路的组成及作用

实际电路是根据某种需要由具有不同电气性能及作用的电气元件设备连接而成的电流的通路。电路的结构将依据它所完成任务的不同而不同,可以简单到由几个元件构成,也可以复杂到由上千个甚至数万个元件构成。不管简单电路也好,复杂电路也好,按其功能可分为两大类:一类是实现能量的变换或传输,如图 1.1.1 所示的手电筒和电力系统电路;另一类是实现信号的变换或传输,如图 1.1.2 所示的电视机电路。

从图 1.1.1 和图 1.1.2 所示电路可以看出,不管什么电路,它们基本都可以看成由以下三部分组成:电源(电池、发电机等)、负载(灯泡、电动机、显像管等)和中间环节(导线、开关、信号放大处理环节等)。

电源是供应电能的设备。在发电厂内可通过发电机把热能、水能或原子能等转换为电能。电池是一种常用的化学能电源。当然还有一些其他的电源。

负载是取用电能的设备,它可以把电能转换为其他形式的能,如光能、机械能、热

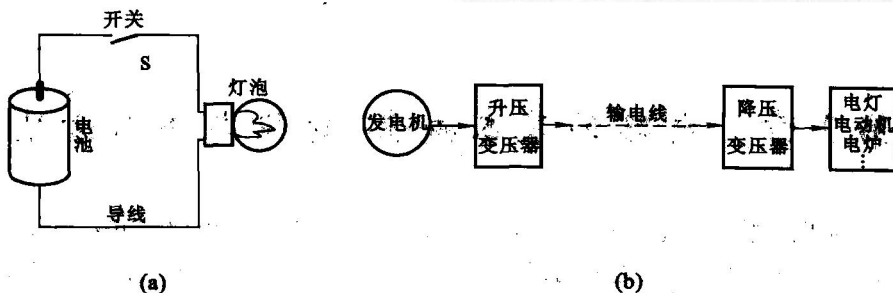


图 1.1.1 能量变换和传输电路示意图

(a) 手电筒; (b) 电力系统

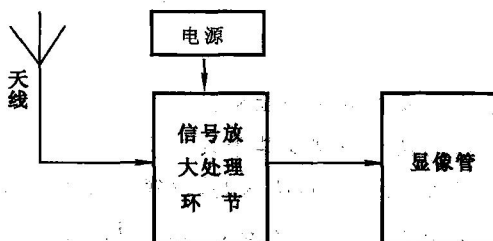


图 1.1.2 电视机电路示意图

能等。常见的负载有灯泡、电动机、电炉等。

中间环节是电源与负载之间必不可少的一个环节,它可以是导线、开关、控制环节、放大器、滤波器、传输线和变换环节等。

1.1.2 电路模型

实际电路都是由一些按需要起不同作用的实际电路元件或器件所组成的,诸如发电机、变压器、电动机、电池、晶体管以及各种电阻器和电容器等,它们的电磁性质较为复杂。最简单的例如一个白炽灯,它除具有消耗电能的性质(电阻性)外,当通有电流时还会产生磁场,就是说,它还具有电感性。但电感非常微小,可忽略不计,于是可认为白炽灯是一电阻元件。

为了便于对实际电路进行分析和用数学描述,将实际元件理想化(或称模型化),即在一定条件下突出其主要的电磁性质,忽略其次要因素,把它近似地看做理想电路元件。由一些理想电路元件所组成的电路,就是实际电路的电路模型,例如常用的手电筒,其实际电路元件有干电池、灯泡、开关和筒体,电路模型如图 1.1.3 所示。灯泡是电阻元件,其参数为电阻 R ;干电池是电源元件,其参数为电动势 E 和内电阻(简称内

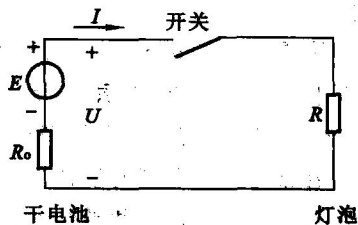


图 1.1.3 手电筒的电路模型



阻 R_0 ；筒体是连接干电池与灯泡的中间环节(还包括开关)，其电阻忽略不计，认为是一无电阻的理想导体。

今后所分析的都是指电路模型，简称**电路**。在电路图中，各种电路元件用规定的图形符号表示。

1.1.3 电流和电压的参考方向

1. 电压、电流的实际方向

物理学中已讨论过电流、电压和电动势，这里不再重复。为了对电路进行分析和计算，本节引入参考方向的概念。在进行讨论之前，有必要对电流、电压和电动势的实际方向进行定义。

电流的实际方向定义为正电荷运动的方向，当然，负电荷运动的相反方向也是电流的实际方向。

电压的实际方向定义为高电位指向低电位的方向。也就是说，沿着电压的实际方向，电位是逐渐降低的。

电动势的实际方向定义为电源内部电位升高的方向，恰恰与电压的实际方向相反。

2. 参考方向

在分析和计算较复杂的电路时，电流的实际方向很难立即判断出来，对于交流电路，电流的实际方向还在随时间而改变。为了分析、计算的方便，引入了参考方向的概念。在分析、计算某段电路的电流时，可任选一个方向作为该段电路电流的**参考方向**，并在电路图上用带箭头的有向线段标出。计算时按参考方向列写方程，计算结果是正值，说明该段电流的实际方向与参考方向一致；计算结果为负值，说明该段电流的实际方向与参考方向相反。

在直流电路中，一旦电路确定了，电路中各支路电流的实际方向就确定了，不受参考方向的影响。而参考方向的选择是任意的，参考方向是分析、计算电路的一种方法。参考方向一经选定，在分析、计算电路时就不能更改。所以，在分析计算电路时，首先应确定电流的参考方向，并在电路图中标注出来。

电流的参考方向可以用有向线段标出，也可以用双下角标表示，如 I_{ab} 表示电流参考方向由a流向b，如图1.1.4所示。

【例 1.1.1】 电路如图1.1.4所示，如计算结果为 $I_{ab} = -2\text{ A}$ ，试判断电流的实际方向。

解 $I_{ab} = -2\text{ A}$ ， $I_{ab} < 0$ ，表明该电流的实际方向与参考方向相反，该电流的实际方向为由b流向a。

直流电流用大写字母 I 表示，交变电流用小

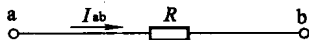


图 1.1.4 电流参考方向的标注

写字母 i 表示。在国际单位制即 SI 制中, 电流的单位是安[培](A)。

同理, 在分析、计算电路时, 也应该设定电压的参考方向(或极性), 两点间电压的参考方向的选择也是任意的, 计算结果为正, 表示电压实际方向与参考方向相同; 计算结果为负, 表示电压实际方向与参考方向相反。电压参考方向常用两种方式表示: “+”表示高电位, “-”表示低电位, 电压参考方向从“+”指向“-”; 用有向线段表示从高电位端指向低电位端。有时也用双下角标表示, 如 U_{ab} 表示电压参考方向由 a 指向 b。

在分析、计算电路时, 也应标出电动势 E 的参考方向, 或者标出电压源端电压 U 的参考方向, 如图 1.1.5 所示。

图 1.1.5 中, 符号 $\text{+} \bigcirc \text{-}$ 表示理想电压源, 本章 1.2 节将作详细介绍。

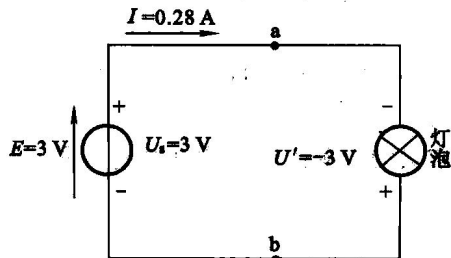


图 1.1.5 电压源或电动势的参考方向

【例 1.1.2】 电路如图 1.1.5 所示, 各电量参考方向及数值如图中所注, 试判断该电路电流的实际方向及 a 点与 b 点电位的高低。

解 题中 $E = 3\text{ V}$, $E > 0$, 实际极性与参考极性一致, a 点为高电位, b 点为低电位。

$U_s = 3\text{ V}$, $U_s > 0$, 实际极性与参考极性一致, 亦是 a 点为高电位, b 点为低电位。

$U' = -3\text{ V}$, $U' < 0$, 实际极性与参考极性相反, 亦是 a 点为高电位, b 点为低电位。

$I = 0.28\text{ A}$, $I > 0$, 电流的实际方向与参考方向一致, 从 a 点经灯泡流向 b 点, 或从 b 点经电源流向 a 点。

参考方向也称为正方向。

直流电压用大写字母 U 表示, 交变电压用小写字母 u 表示; 直流电动势用大写字母 E 表示, 交变电动势用小写字母 e 表示。在 SI 制中, 电压的单位是伏[特](V)。

【例 1.1.3】 如图 1.1.6 所示, 试分析 U_{ab} 、 U_{ba} 与 E 的关系。

解 从图中可知, 电动势 E 的参考方向选定 a 点为高电位, b 点为低电位。电压 U_{ab} 选定的也是 a 点为高电位, b 点为低电位, 两者一致, 因此有 $E = U_{ab}$ 。而

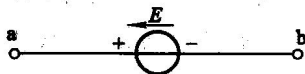


图 1.1.6 例 1.1.3 的图



U_{ba} 选定 b 点为高电位, a 点为低电位, 与电动势 E 设置的极性相反, 因此应有 $E = -U_{ba}$ 。

3. 电压、电流的关联参考方向

同一元件电压与电流参考方向的选择是任意的, 可以相同, 也可以相反。为了分析问题的方便, 常将电压与电流的参考方向选得相同, 称为**关联参考方向**。例如, 对于图 1.1.4, 若电压参考方向为 U_{ab} , 则电流与电压为关联参考方向; 若电压参考方向为 U_{ba} , 则电流与电压为非关联参考方向。本书在分析、计算电路时, 如未作特殊声明均采用关联参考方向。

1.1.4 电路中的功和功率

电路接通后同时进行着电能和非电能的转换。根据能量守恒定律, 电源供出的电能等于负载消耗或吸收电能的总和。功和能用字母 W 表示。

负载消耗或吸收的电能即电场力移动电荷 q 所做的功。由电压、电流定义, 可表示为

$$W = \int_0^q u dq = \int_0^{\tau} ui dt \quad (1.1.1)$$

式中, τ 为电流通过负载的时间。

功率即电流做功的速率, 用字母 $p(P)$ 表示。

$$p = \frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} ui dt = ui \quad (1.1.2)$$

若电压、电流都是恒定值时, 以上两式分别为

$$W = UI\tau \quad (1.1.3)$$

和

$$P = \frac{W}{\tau} = UI \quad (1.1.4)$$

功率的单位为瓦[特](W), 辅助单位有千瓦(kW)、毫瓦(mW)等。

$$1 \text{ W} = 10^{-3} \text{ kW} = 10^3 \text{ mW}$$

功的单位为焦[耳](J)。

$$1 \text{ J} = 1 \text{ W} \times 1 \text{ s} = 1 \text{ W} \cdot \text{s}$$

工程上常用“度”作为电能的单位。

$$1 \text{ 度} = 1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 1000 \text{ W} \times 3600 \text{ s} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

在电压、电流参考方向下, 功和功率也是代数量。以上各式为元件电压、电流参考方向一致时消耗电功率的表达式; 当元件电压、电流参考方向相反时, 计算元件消耗的电功率要在表达式前加“—”号, 即

$$P = -UI \quad (1.1.5)$$

以上两种情况, 若结果为 $P > 0$, 说明元件是耗能的, 在电路中的作用为负载; 若 $P < 0$, 即元件消耗的电能负, 说明元件产生电能, 为电源。

【例 1.1.4】某电路元件 A 的电压、电流参考方向如图 1.1.7 所示。若 $U=5\text{ V}$, $I=-2\text{ A}$, 试判断元件 A 在电路中的作用是电源还是负载? 若电流参考方向与图中所设相反, 则又如何?

解 (1) 因为 U 、 I 参考方向相同, 根据式(1.1.4), 其消耗的电功率为

$$P=UI=5\times(-2)=-10\text{ (W)}<0$$

故元件 A 为电源。

(2) 若电流参考方向与图中所设相反, 根据式(1.1.5), 则

$$P=-UI=5\times(-2)=10\text{ (W)}>0$$

故元件 A 为负载。

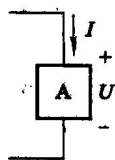


图 1.1.7 例 1.1.4 的图

1.2 电路的基本元件

理想元件是组成电路的基本单元。元件上电压与电流之间的关系又称为元件的伏安特性, 它反映了元件的性质。电路元件按能量特性, 可分为无源和有源元件; 按与外部连接的端子数目, 可分为二端、三端、四端元件等; 按伏安特性, 可分为线性元件与非线性元件。本节将讨论电阻、电感、电容和电源等二端元件的概念以及它们的伏安特性。

1.2.1 电阻元件

电阻器、白炽灯、电炉等实际器件的主要特性是消耗电能, 在一定条件下, 可用电阻元件作为模型。理想电阻元件是一个由欧姆定理(Ohm's Law)描述其电压、电流关系的线性二端元件。电阻元件的符号如图 1.2.1(a)所示。在端电压和电流取关联方向时, 电压与电流之间呈线性关系, 可表示为

$$u=Ri \quad (1.2.1)$$

式中, R 为电阻元件的参数, 反映元件阻碍电流流过的能力, 为实常数, 单位为欧[姆](Ω)。

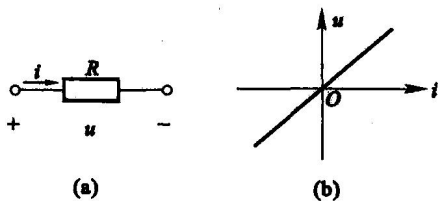


图 1.2.1 电阻元件的符号及伏安特性曲线
(a) 符号; (b) 伏安特性曲线



电阻元件的伏安特性还可以用 $u-i$ 平面的一条直线来表示,如图 1.2.1(b)。它是一条通过坐标原点的一条直线,其斜率为 R 。

电阻元件的伏安特性也可表示为

$$i = \frac{1}{R}u = Gu \quad (1.2.2)$$

式中, G 为电阻元件的**电导**,反映元件阻碍电流通过的能力,单位为西[门子](S)。

严格地讲,实际的电阻器件都是非线性的,但在许多应用领域,可以近似地用线性电阻元件作为模型,如图 1.2.2 所示。

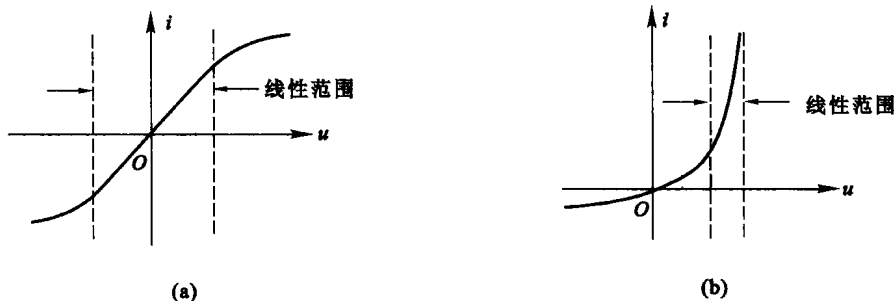


图 1.2.2 实际电阻元件的伏安特性曲线

(a) 白炽灯的伏安特性曲线; (b) 二极管的伏安特性曲线

在电路中常遇到电阻元件的两种特殊情况:(1) 当一个电阻元件的端电压 u 不论为何值时,流过它的电流 i 恒为零,则称“**开路**”,即 $R \rightarrow \infty$,如图 1.2.3(a)所示;(2) 当一个电阻元件中的电流 i 不论为何值时,它的端电压 u 恒为零,则称“**短路**”,即 $R=0$,如图 1.2.3(b)所示。



图 1.2.3 实际电阻的两种特殊情况

(a) 开路; (b) 短路

在电压和电流取关联方向时,电阻元件的功率为

$$p = u \cdot i = i^2 R \quad (1.2.3)$$

【例 1.2.1】 有一额定值为 $1/2 \text{ W}$ 、 $5\,000 \, \Omega$ 的电阻,其额定电流为多少? 在使用时电压不能超过多大数值?

解 根据功率和电阻值可以求出额定电流为