

高职高专机电类专业统编教材
全国水利水电高职教研会组编

DIANLU JICHU

电路基础

黄才光 禹 红 主编



黄河水利出版社

高职高专机电类专业统编教材
全国水利水电高职教研会组编

电 路 基 础

主 编	黄才光	禹 红
副主编	时会美	王志勇
主 审	彭晓阳	

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书是高职高专机电类专业统编教材,是根据全国水利水电高职高专研究会制定的《电路基础》课程教学大纲编写完成的。全书按照国家对高职机电类专业的要求编写,是水利水电高职机电类专业基础课教材。本书的主要内容有:电路的基本知识、直流电阻电路、磁场及其与电流的作用、电磁感应、电容器及线性电路的过渡过程、正弦交流电及其电路、三相交流电路、信号与系统概述等。

本书可作为高职院校、专科层次的成人院校电路课程的教材,也可供在职培训人员选用或工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电路基础/黄才光,禹红主编. —郑州:黄河水利出版社,
2008.8

高职高专机电类专业统编教材

ISBN 978 - 7 - 80734 - 489 - 6

I. 电… II. ①黄… ②禹… III. ①电路理论 - 高等
学校:技术学校 - 教材 IV. TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 132964 号

组稿编辑:简群 电话:0371 - 66023343,13608695873 E-mail:w_jq001@163.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940,66020550,66028024,66022620(传真)

E-mail:hhsclbs@126.com

承印单位:河南省瑞光印务股份有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:13

字数:300 千字

版次:2008 年 8 月第 1 版

印数:1—4 100

印次:2008 年 8 月第 1 次印刷

定价:24.00 元

前 言

本书是根据教育部《关于加强高职高专教育人才培养工作意见》和《面向 21 世纪教育振兴行动计划》等文件精神,由全国水利水电高职教研会拟定的教材编写规划,报水利部批准,由全国水利水电高职教研会组织编写的机电类全国统编教材。

本书的基本内容包括电路的基本概念和基本定律、线性网络的一般分析方法、周期电流电路、电路的过渡过程等。

本书在编写过程中,注重高职学院教学的特点,尽量做到基本概念清楚,理论联系实际,语言简炼。书中有大量的典型例题,每章有丰富的习题,各章编写了基本要求和小结。

参加本书编写工作的有:重庆水利电力职业技术学院黄才光(第一主编,编写第六章);湖南水利水电职业技术学院禹红(第二主编,编写第二章);山东水利职业学院时会美(副主编,编写第三章);河北工程技术高等专科学校王志勇(副主编,编写第七章);云南农业大学水利水电职业技术学院钱歇美(参编,编写第五章);沈阳农业大学高等职业技术学院徐晓莹(参编,编写第一章);浙江同济科技职业学院姚佩琰(参编,编写第四章);安徽水利水电职业技术学院何睿(参编,编写第八章)。全书由黄才光统稿,并由湖南水利水电职业技术学院彭晓阳工程师主审。

在编写本书时,参考了众多文献资料,在此向参考文献的作者致以诚挚的谢意。

限于编者水平,书中错误在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2008 年 6 月

目 录

前 言

第1章 电路的基本概念、基本定律	(1)
1.1 电路与电路模型	(1)
1.2 电路的基本物理量	(2)
1.3 电阻元件及其特性	(6)
1.4 负载获得最大功率及其条件	(8)
小 结	(9)
习 题	(10)
第2章 直流电阻电路	(13)
2.1 电阻串联电路	(13)
2.2 电阻并联电路	(15)
2.3 电阻混联电路	(17)
2.4 电阻的星形与三角形连接及等效变换	(19)
2.5 电路中各点电位的计算	(22)
2.6 基尔霍夫定律	(22)
2.7 电压源与电流源	(25)
2.8 戴维南定理	(28)
2.9 叠加定理	(31)
2.10 支路电流法	(33)
2.11 网孔电流法	(35)
2.12 节点电压法	(38)
小 结	(43)
习 题	(44)
第3章 磁场及其与电流的作用	(50)
3.1 电流的磁场	(50)
3.2 磁场的基本物理量	(53)
3.3 铁磁性物质及其磁化规律	(54)
3.4 磁路及其基本定律	(57)
3.5 恒定磁通磁路的计算	(60)
小 结	(64)
习 题	(65)
第4章 电磁感应	(68)
4.1 电磁感应现象	(68)

4.2	楞次定律	(70)
4.3	电磁感应定律	(71)
4.4	自感	(74)
4.5	互感	(76)
4.6	互感线圈的连接与同名端	(78)
	小 结	(80)
	习 题	(81)
第5章	电容器及线性电路的过渡过程	(84)
5.1	电场和电场强度	(84)
5.2	电容器和电容	(86)
5.3	电容器的串联	(89)
5.4	电容器的并联及电场能量	(91)
5.5	换路定律与初始条件	(93)
5.6	RC 电路的瞬态过程	(97)
5.7	RL 电路的瞬态过程	(105)
5.8	三要素法	(113)
	小 结	(115)
	习 题	(117)
第6章	正弦交流电及其电路	(125)
6.1	正弦交流电及基本概念	(125)
6.2	正弦交流电的表示法	(127)
6.3	纯电阻电路	(130)
6.4	纯电感电路	(133)
6.5	纯电容电路	(137)
6.6	电阻、电感串联电路	(140)
6.7	电阻、电容串联电路	(143)
6.8	电阻、电感和电容串联电路	(146)
6.9	串联谐振电路	(150)
6.10	电阻、电感和电容并联电路	(155)
	小 结	(159)
	习 题	(160)
第7章	三相交流电路	(164)
7.1	三相交流电源	(164)
7.2	三相负载的接法	(167)
7.3	三相交流电的功率	(171)
7.4	对称三相电路的计算	(174)
7.5	简单不对称三相电路的分析	(177)
	小 结	(181)

习 题	(181)
第 8 章 信号与系统概述	(183)
8.1 信号的基本知识	(183)
8.2 连续信号与系统的时域分析	(187)
8.3 系统与网络概述	(191)
小 结	(193)
习 题	(194)
参考文献	(200)

第 1 章 电路的基本概念、基本定律

本章所述内容,系该学科最基本的知识。它涵盖了电路的基本知识和部分基本定律。通过对本章的学习,要求达到:

- (1) 了解电路及其组成;了解电路模型的概念。
- (2) 理解电位、电动势、电能的基本概念;掌握电流、电压的概念及其参考方向;掌握电功率的概念及其计算。
- (3) 了解电阻及其参数计算;了解线性电阻与非线性电阻的概念;了解温度对电阻的影响;掌握电阻定律与欧姆定律并能熟练运用。
- (4) 了解负载获得最大功率的条件及计算。

1.1 电路与电路模型

1.1.1 电路

电路是由一些电器设备或元件,为实现能量的传输、分配和转换或实现信息的变换、传输和处理而构成的组合的总称。一般而言,电路是指电流通过的闭合路径。

实际应用的电路种类很多,形式和结构各不相同,但其主要组成可分为三部分,即电源、负载、中间环节。电源向电路提供电能,它将非电能转换成电能,如发电机、蓄电池、干电池等。负载是各种用电设备的总称,它将电能转换成非电能,以实现设备功能的目的,如电灯将电能转换成光能、电动机将电能转换成机械能。中间环节是将电源与负载连接起来的部分,起到电能的传输、分配、控制、保护等作用,包括导线、开关、控制电器、保护电器等。

1.1.2 电路模型及电路图

实际的电路元器件电磁性能非常复杂,为了掌握元器件最本质的物理特性,研究电路的基本规律,通常把实际的电路元件抽象成理想的电路元件。如一个最简单的线绕式电阻器,从能量转换的角度看,其主要作用是将电能转换成热能,因此电阻器是一个耗能元件;如果从电磁感应的角度看,当电流流过电阻器时,一部分电能将转化为电磁能储存起来。但是二者比较,电能转变成热能是主要的,因此电阻的主要电磁性能是消耗电能。所有的电阻器以及白炽灯、电炉、电烘箱等借助电阻发热而达到其应用目的的实际设备,均可抽象为理想电阻元件。同样,电感是表征储存磁场能量的理想电路元件,电容是表征储存电场能量的理想电路元件。

所谓理想电路元件,是指其电磁特性是单一的,可以用来表征实际元件主要电磁性质的理想化的模型元件。

由理想电路元件代替实际电路元件组成的电路,称为电路模型。

理想电路元件的图形符号是国家标准统一规定的。将实际电气元件抽象为理想电路元件,用国家统一规定的图形、文字、符号来表示的电路,称为电路图。图 1-1(a) 所示的手电筒电路可用图 1-1(b) 电路模型来表示。

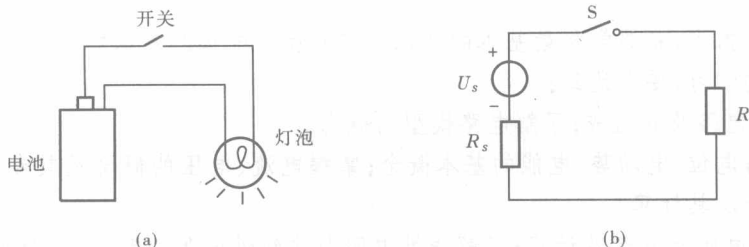


图 1-1 手电筒电路

如无特殊说明,电路元件均指理想电路元件,电路均指电路模型。

1.1.3 电路的分类

电路可分为集中参数电路和分布参数电路。集中参数电路是指可以忽略元件和电路本身几何尺寸的电路。分布参数电路是指不可以忽略元件和电路本身几何尺寸的电路。集中参数电路可用有限个理想元件构成其电路模型,电路中的电磁量仅仅是时间的函数。而分布参数电路情况则比较复杂,其电磁量不仅是时间的函数,而且还是空间距离的函数。集中参数电路又按其元件参数是否为常数,分为线性电路和非线性电路。集中参数电路理论是电路的最基本理论。

1.2 电路的基本物理量

1.2.1 电流

电荷的定向移动形成电流。电流是一种客观的物理现象,人们通过它的各种效应(如热效应、磁效应、机械效应和化学效应等)觉察它的存在。

大小和方向随时间变化的电流称为交流电流,用符号 i 表示。在许多电器装置上,用符号“AC”或“~”表示交流。

大小和方向不随时间变化的电流称为直流电流,用符号 I 表示。在许多电器装置上,用符号“DC”或“-”表示直流。

电流的大小用电流强度来衡量。单位时间内通过导体横截面的电荷量称为电流强度,简称电流,可表示为:

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

在直流电路中,式(1-1)可写为:

$$I = \frac{q}{t} \quad (1-2)$$

在国际单位制(简称 SI 制)中,电流的单位是安培(A),以及千安(kA)、毫安(mA)、微安(μA)等。换算关系为:

$$1 \text{ A} = 1 \times 10^{-3} \text{ kA} = 1 \times 10^3 \text{ mA} = 1 \times 10^6 \mu\text{A}$$

习惯上将正电荷移动的方向规定为电流的实际方向。但在较复杂的电路中,往往难以判断某支路电流的实际方向,而且在交流电路中电流的方向随时间改变,更难以判断其实际方向。为了分析和计算电路,就需要假设一个电流的方向,这个假设的方向称为参考方向,在电路中用箭头表示,如图 1-2 所示。



图 1-2 电流的参考方向

若电流的参考方向与实际方向一致,则电流为正;相反则为负。应该注意,在未规定参考方向时,电流的正负是没有意义的。

图 1-2(a)中,电流的大小为 5 A,电流的实际方向与参考方向一致;图 1-2(b)中,电流的大小为 5 A,电流的实际方向与参考方向相反。

1.2.2 电压与电位

1.2.2.1 电压

带电体的周围存在电场,电场对处在电场中的电荷有力的作用,称之为电场力。电压是衡量电场力做功能力的物理量。

电压的定义为:电路中 a 、 b 两点的电压 U_{ab} 在大小上等于电场力把单位正电荷从 a 点移到 b 点所做的功,即:

$$U_{ab} = \frac{W_{ab}}{q} \quad (1-3)$$

在国际单位制中,电压的单位是伏特(V),以及千伏(kV)、毫伏(mV)、微伏(μV)等,其换算关系为:

$$1 \text{ V} = 1 \times 10^{-3} \text{ kV} = 1 \times 10^3 \text{ mV} = 1 \times 10^6 \mu\text{V}$$

1.2.2.2 电位

电路中任意选取某一点为参考点,电路中某点到参考点之间的电压,称为该点的电位。电位的高低与参考点的选择有关,参考点可以任意选择,但在同一电路中只能选择一个参考点,在电力工程中常选大地为参考点;在电子电路中,常选电路的公共点或机壳为参考点。如电路中 a 点电位即:

$$U_a = U_{ao} = V_a - V_o \quad (1-4)$$

式中: V_o 是人为选定的参考点的电位,如大地、机壳。

电路中两点之间的电压就是这两点之间的电位差,即:

$$U_{ab} = V_a - V_b$$

参考点不同,电路中各点电位亦随之不同,但任意两点间的电位差不会改变。

1.2.2.3 电压的方向

电压的实际方向规定为由高电位端指向低电位端,即电位降低的方向。其表示方法有三种,如图 1-3 所示。

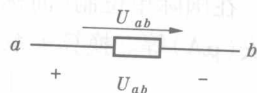


图 1-3 电压的参考方向

(1)用“+”、“-”符号分别表示高电位端和低电位端。

(2)用箭头的指向来表示,箭头由高电位端指向低电位端。

(3)用双下标字母表示,如 U_{ab} 表示 ab 段电路电压的方向是从 a 指向 b 。

对于复杂电路,电压的实际方向有时很难确定,因此也需要假设一个参考方向。若电压为正,说明电压的参考方向与实际方向一致;若为负,则相反。在未规定参考方向时,电压的正负是没有意义的。

需要注意的是,若没有特别指明,在电路图中标出的电流和电压的方向均应为参考方向。

1.2.3 电动势

在电场力的作用下,正电荷从电源的正极经外电路移向负极,为了保证电流的持续不断,就需要非电场力将正电荷从电源的负极移到正极,电源就是提供这种非电场力的设备。电动势是衡量电源内部非电场力做功能力的物理量。

电动势为电源力(非电场力)将单位正电荷从电源负极经电源内部移到电源正极所做的功。电动势用符号 E 表示,则:

$$E = \frac{W}{q} \quad (1-5)$$

电动势的方向规定为由电源的负极指向正极,即电位升高的方向;电动势的单位也是伏特(V)。

在不接外电路时,电源两极间电压大小等于电动势。

在近代电路理论中,逐步淡化电动势这个物理量,而用电压标注电源的电动势。

1.2.4 电能和电功率

接通电路,电源和负载之间就有能量的交换,这表明电流做了功。电功率和电能就是用来衡量电流做功本领的物理量。

1.2.4.1 电功率

电功率简称功率,它是用来衡量电流做功快慢的物理量,用 P 表示。其大小等于电流在单位时间内所做的功,即:

$$P = \frac{W}{t} = IU \quad (1-6)$$

在 SI 制中,当功率、时间的单位分别为焦耳(J)、秒(s)时,则 P 的单位为瓦特(W)。常用的单位还有千瓦(kW)、毫瓦(mW)等。其换算关系为:

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

由能量守恒原理可知,一个电路中,所有电源发出的功率必然等于所有负载吸收的功率,即所谓的功率平衡。

如果一段电路两端的电压与流过的电流实际方向相同,该电路吸收功率;若电压与电流的实际方向相反,则该电路发出功率。但在电路中,若事先不知道电压和电流的实际方向,应根据参考方向来计算该电路的功率,并由计算结果的正、负来判断电路是发出功率还是吸收功率。具体方法如下:

(1)当电路电压和电流的参考方向相同时(称之为关联参考方向),功率按下式计算:

$$P = IU$$

(2)当电路电压和电流的参考方向相反时(称之为非关联参考方向),功率按下式计算:

$$P = -IU$$

按上述公式计算,若计算结果 $P > 0$,则表示电路吸收功率;若 $P < 0$,则表示电路发出功率。

1.2.4.2 电能

电能是指电流在一段时间内所做的功,用 W 表示。电能的大小与电路中的电压 U 、电流 I 及通电的时间 t 有关,即:

$$W = IUt \quad (1-7)$$

在 SI 制中,当 U 、 I 、 t 的单位分别为伏特(V)、安培(A)、秒(s)时,则 W 的单位为焦耳(J)。

实际中电能的单位还常采用千瓦·时(kW·h),即度。

$$1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

【例 1-1】 计算图 1-4 所示各元件吸收或产生的功率。

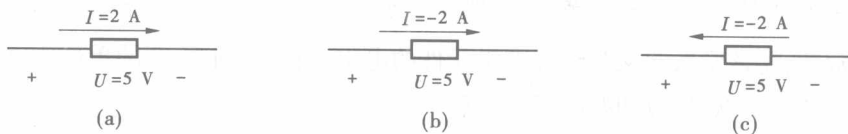


图 1-4 例 1-1 图

解 图 1-4(a)中电流 I 与电压 U 是关联参考方向, $P = UI = 5 \times 2 = 10 \text{ (W)} > 0$, 所以元件吸收功率。

图 1-4(b)中电流 I 与电压 U 是关联参考方向, $P = UI = 5 \times (-2) = -10 \text{ (W)} < 0$, 所以元件发出功率。

图 1-4(c)中电流与电压是非关联参考方向, $P = -UI = -5 \times (-2) = 10 \text{ (W)} > 0$, 所以元件吸收功率。

【例 1-2】 某教室将 9 盏 220 V、40 W 的白炽灯,接在 220 V 的供电线上,取用电流为多少? 若每天使用 4 h,一个月(按 30 d 计)共用多少度电?

解 总功率

$$P = 40 \times 9 = 360 \text{ (W)} = 0.36 \text{ kW}$$

取用电流

$$I = \frac{P}{U} = \frac{360}{220} = 1.636 \text{ (A)}$$

总用电时间

$$t = 4 \times 30 = 120(\text{h})$$

取用电量

$$W = Pt = 0.36 \times 120 = 43.2(\text{kW} \cdot \text{h})$$

1.3 电阻元件及其特性

1.3.1 电阻元件

电阻元件是一种最常见的、用来反映电能消耗的一种电路元件。在某些特定的场合,电阻元件又有其特定的用途,如人们利用某些材料的电阻值随温度变化的特性来测量温度、通过测量电阻应变片的阻值来得到物体因受力而发生应变的程度等。

在任意时刻,电阻元件的电压与电流的关系用伏安特性曲线描述,如图 1-5 所示。

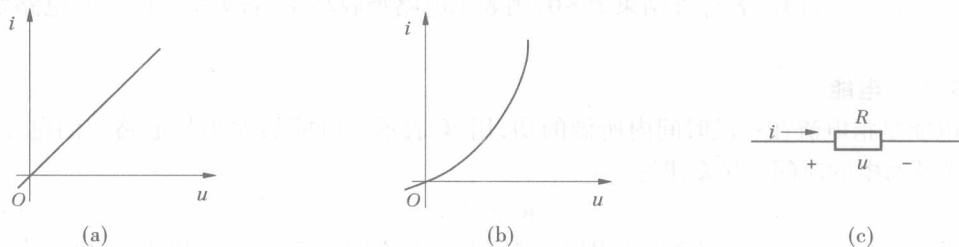


图 1-5 电阻的伏安特性曲线和电路符号

若电阻元件的伏安特性曲线是通过原点的直线,则称为线性电阻,如图 1-5(a)所示;否则称为非线性电阻,如图 1-5(b)所示。

线性电阻常用一个参数(R 或 G)来描述。如图 1-5(a)所示, $R = \frac{u}{i}$ 是一个与电压、电流无关的常数,将该常数定义为线性电阻元件的电阻。在 SI 制中, R 的单位为欧姆(Ω),常用的单位还有千欧($\text{k}\Omega$)和兆欧($\text{M}\Omega$)等。

$$1 \text{ M}\Omega = 1 \times 10^3 \text{ k}\Omega = 1 \times 10^6 \Omega$$

$G = \frac{1}{R}$ 称为元件的电导,在 SI 制中,其单位为西门子(S)。

线性电阻的电路符号如图 1-5(c)所示。实际中绝大多数电阻在一定工作范围内都非常接近线性电阻的条件,因此可用线性电阻作为它们的模型。

实验证明,金属导体的电阻值不仅和导体材料的成分有关,还和导体的几何尺寸及温度有关。一般地,横截面积为 $S(\text{m}^2)$ 、长度为 $L(\text{m})$ 的均匀导体,其电阻为:

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (1-8)$$

式中: ρ 为电阻率,单位为欧姆·米($\Omega \cdot \text{m}$),常用导电材料的电阻率见表 1-1。

【例 1-3】 求长 200 m,截面积为 16 mm^2 铝导线的电阻。

解 查得铝的电阻率为 $2.5 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ 。则:

$$R = \rho \frac{L}{S} = 2.5 \times 10^{-8} \times \frac{200}{16 \times 10^{-6}} = 0.3125 (\Omega)$$

表 1-1 常用导电材料的电阻率

材料	$\rho(\Omega \cdot \text{m})$	材料	$\rho(\Omega \cdot \text{m})$	材料	$\rho(\Omega \cdot \text{m})$
银(化学纯)	1.47×10^{-8}	钨	5.3×10^{-8}	铁(化学纯)	9.6×10^{-8}
铜(化学纯)	1.55×10^{-8}	铂	9.8×10^{-8}	铁(工业纯)	12×10^{-8}
铜(工业纯)	1.7×10^{-8}	锰铜	42×10^{-8}	镍铬铁	12×10^{-8}
铝	2.5×10^{-8}	康铜	44×10^{-8}	铝铬铁	12×10^{-8}

导体的电阻值还随温度的不同而有所变动。若用 R_1 和 R_2 分别表示温度为 t_1 和 t_2 时导体的电阻值,则:

$$R_2 = R_1 [1 + \alpha(t_2 - t_1)] \quad (1-9)$$

式中: α 为电阻温度系数,即导体温度变动 1°C 时,其电阻值变动的百分数。导体的 α 值愈小,电阻值愈稳定。常用导电材料的电阻温度系数见表 1-2。

表 1-2 常用导电材料的电阻温度系数

材料	$\alpha(1/^\circ\text{C})$	材料	$\alpha(1/^\circ\text{C})$	材料	$\alpha(1/^\circ\text{C})$
银(化学纯)	4.1×10^{-3}	钨	4.8×10^{-3}	铁(化学纯)	6.6×10^{-3}
铜(化学纯)	4.3×10^{-3}	铂	3.9×10^{-3}	铁(工业纯)	6.6×10^{-3}
铜(工业纯)	4.25×10^{-3}	锰铜	0.005×10^{-3}	镍铬铁	0.13×10^{-3}
铝	4.7×10^{-3}	康铜	0.005×10^{-3}	铝铬铁	0.08×10^{-3}

1.3.2 欧姆定律

对于线性电阻元件,由图 1-5(a)可知,在关联参考方向时,电压与电流的关系为:

$$U = RI \quad (1-10)$$

这就是电路的基本定律之一——欧姆定律。若电压和电流为非关联参考方向时,欧姆定律应当变为:

$$U = -RI \quad (1-11)$$

【例 1-4】如图 1-6 所示的电路,分别求各电路的未知量。

解 根据欧姆定律,列出表达式:

对图 1-6(a)有 $U = RI = 10 \times 2 = 20(\text{V})$

对图 1-6(b)有 $U = -RI$ 则 $R = -\frac{U}{I} = -\frac{-20}{2} = 10(\Omega)$

对图 1-6(c)有 $I = -\frac{U}{R} = -\frac{20}{10} = -2(\text{A})$

1.3.3 线性电阻元件吸收的功率及电流的热效应

实际的电阻器件及由此抽象而来的电阻元件总是吸收功率的,不可能发出功率,而电

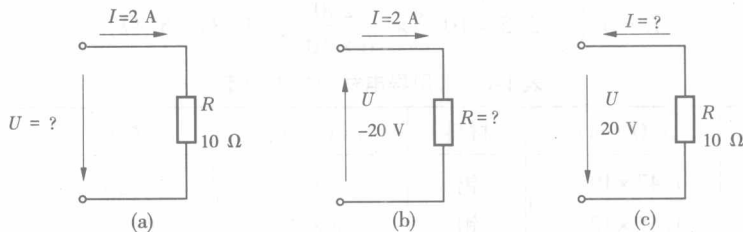


图 1-6 例 1-4 图

阻的电压和电流的实际方向总是一致的,其吸收的功率及电能分别为:

$$P = UI = I^2 R \quad (1-12)$$

$$W = UIt = I^2 R t \quad (1-13)$$

电流流过电阻时,电阻把它吸收的电能全部转换为热能,这就是电流的热效应。式(1-13)是电阻在 t 时间内消耗电能而转换为热能的计算公式,又称之为焦耳—楞次定律。

实际生产和生活中的很多电热设备利用的就是电流的热效应原理。为了使电气设备安全、可靠、经济地运行,使其工作温度不超过绝缘材料的耐热水平,对电气设备都规定了最大的允许功率,称为额定功率或容量;允许通过的最大电流称为额定电流;电流超过额定值时,称为电流过载,将引起电气设备过热而导致危险事故。

1.4 负载获得最大功率及其条件

给定的有源二端网络,输出端接不同负载,负载获得的功率也不同。在电信工程中,由于信号一般很弱,常要求从信号源获得最大功率。那么,负载满足什么条件才能获得最大功率呢?如图 1-7(a)所示为一给定的线性有源二端网络,可等效为图 1-7(b)所示的一个电源电压为 U 、内阻为 R_0 的电源,负载电阻为 R_L 。

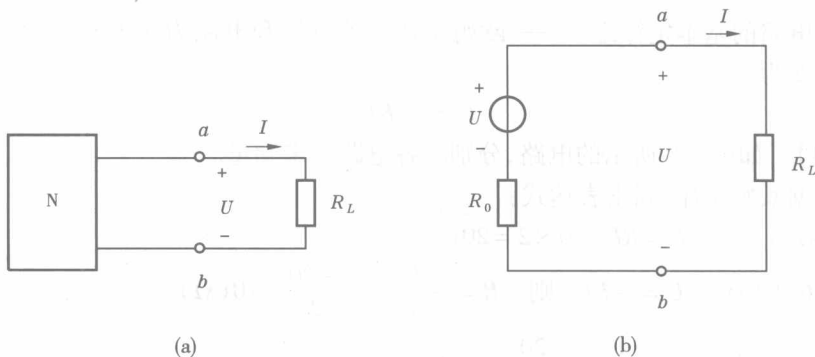


图 1-7 最大功率传输

负载 R_L 获得的功率为:

$$P = I^2 R_L = \left(\frac{U}{R_0 + R_L} \right)^2 R_L$$

当 $\frac{dP}{dR_L} = 0$ 时,求得 $R_L = R_0$,此时 R_L 获得功率最大。即由线性有源二端网络传递给负载 R_L 的功率为最大的条件为:负载 R_L 与线性有源二端网络的等效内阻相等。满足 $R_L = R_0$ 时,称为负载与电源匹配或称阻抗匹配,此时,负载所获得的最大功率为:

$$P_{\max} = \frac{U^2}{4R_0} \quad (1-14)$$

如果负载功率是一个由内阻为 R_0 的实际电源提供的,负载 R_L 得到最大功率时,功率传输效率是 50%。

小 结

一、电路的基本概念

(1) 电流通过的闭合路径称为电路。电路主要由电源、负载及中间环节组成。本章讨论的是由理想电路元件构成的电路模型。

(2) 电路的作用有两个方面:一是实现能量的传输、分配和转换;二是实现信息的变换、传输和处理。

二、电路的基本物理量

电路的基本物理量见表 1-3。

表 1-3 电路的基本物理量

物理量	物理意义	实际方向的规定
电流 $I(\text{A})$	单位时间内通过导体横截面的电荷量	正电荷运动的方向
电压 $U(\text{V})$	电场力把单位正电荷从 a 点移到 b 点所做的功,也为该两点之间的电位差	电位降低的方向
电动势 $E(\text{V})$	电源力(非电场力)把单位正电荷从电源负极移到电源正极所做的功	由电源负极指向正极,即电位升高的方向
电功率 $P(\text{W})$	电流在单位时间内所做的功 $P = UI$	
电能 $W(\text{J})$	电流在一段时间内所做的功 $W = Pt = UIt$	

三、欧姆定律

对于线性电阻,若电压和电流为关联参考方向,则 $U = RI$;若电压和电流为非关联参

考方向,则 $U = -RI$ 。

四、最大功率传输定理

负载 R_L 欲从线性有源二端网络获得最大功率,必须满足匹配条件,即负载 R_L 与线性有源二端网络的等效内阻 R_0 相等。此时负载所获得的最大功率为:

$$P_{\max} = \frac{U^2}{4R_0}$$

习 题

一、填空题

(1)任何一个完整的电路都必须由_____、_____和_____三个基本部分组成。电路的作用是对电能进行_____、_____和_____;对电信号进行_____和_____。

(2)具有单一电磁特性的电路元件称为_____电路元件,由它们组成的电路称为_____。

(3)反映实际电路器件耗能电磁特性的理想电路元件是_____元件;反映实际电路器件储存磁场能量特性的理想电路元件是_____元件;反映实际电路器件储存电场能量特性的理想电路元件是_____元件。

(4)电路图是用_____表示的电路。

(5)电路图上标示的电流、电压方向均为_____。若某元件是负载时,该元件两端的电压和通过元件的电流方向应为_____方向。

(6)电流的实际方向规定为_____的运动方向;衡量电流大小的物理量是_____。

(7)若 $U_{AB} = 10 \text{ V}$, 则 $U_{BA} = \underline{\hspace{2cm}}$, 说明 U_{AB} 与 U_{BA} 的关系为_____。

(8)电位与电压的区别是_____。

(9)直流电路中负载获得最大功率的条件是_____;最大功率的计算公式为_____。

二、判断题

- () (1) 电阻、电流和电压都是电路中的基本物理量。
- () (2) 电压是产生电流的根本原因, 因此电路中有电压必有电流。
- () (3) 绝缘体两端的电压无论多高, 都不可能通过电流。
- () (4) 电压和电流都是既有大小又有方向的物理量。
- () (5) 电路中所标的电压电流方向一般都是参考方向。
- () (6) 电压电流的参考方向是为了分析计算方便而假设的方向, 实际电路中只有电压电流的实际方向。