



高等职业教育电子信息类“十一五”规划教材

GAODENG ZHIYE JIAOYU DIANZI XINXI LEI SHIYIWU GUIHUA JIAOCAI

主 编 朱 静
副主编 黎 智 张 静

实用电工电子 技术教程

SHIYONG DIANGONG DIANZI JISHU JIAOCHENG



电子科技大学出版社

高等职业教育电子信息类“十一五”规划教材

实用电工电子技术教程

主 编 朱 静

副主编 黎 智 张 静

电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

实用电工电子技术教程 / 朱静主编. — 成都: 电子科技大学出版社, 2007.1

(高等职业教育电子信息类“十一五”规划教材)

ISBN 978-7-81114-301-0

I. 实... II. ①朱... III. ①电工技术—高等学校:

技术学校—教材 ②电子技术—高等学校: 技术学校—教

材 IV. ①TM②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 003697 号

朱 静 主

内 容 简 介

本书主要介绍电工电子基础的基本概念和基本分析方法, 以知识应用为重点。全书共分为 11 章, 主要内容包括: 电路的基本理论及分析方法、单相正弦交流电路、三相交流电路、电路的瞬态分析、磁路、晶体管集成运放及其应用、直流稳压电源、门电路和组合逻辑电路、触发器和时序逻辑电路、电气安全知识、实验及实训。

本书内容覆盖面广, 深浅度适中, 叙述简练, 实用性强, 易于自学。本书是高职高专非电类电工电子基础课程教材, 也可供其他相关专业师生及工程技术人员参考。

高等职业教育电子信息类“十一五”规划教材

实用电工电子技术教程

主 编 朱 静

副主编 黎 智 张 静

出 版: 电子科技大学出版社(成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)

策划编辑: 朱 丹

责任编辑: 张 鹏

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮件: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 新华书店经销

印 刷: 成都蜀通印务有限责任公司

成品尺寸: 185mm×260mm 印张 22 字数 535.4 千字

版 次: 2007 年 2 月第一版

印 次: 2007 年 2 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-81114-301-0

定 价: 33.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 邮购本书请与本社发行部联系。电话: (028) 83202323, 83256027

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

◆ 课件下载在我社主页“下载专区”。

电子科技大学出版社

前 言

本书紧密结合教育部高职高专培养目标, 主要面向非电类专业的高职学生。非电类专业学生学习电工电子技术重在应用, 他们应具有将电工和电子技术应用于本专业与发展本专业的一定能力。为此, 在教材的编写中, 我们提倡以精选对学生终身发展有益的理论知识和操作技能为着眼点, 突出培养学生运用所学课程的知识和技能, 突出应用性、针对性, 加强学生对知识的应用和实验、实训能力的培养。教材严格把握以应用为目的, 以“必须”、“够用”和“实用”为原则, 精选内容, 强调概念, 突出能力的培养。本教材删减了一些不必要的推导和论证, 力求做到基本概念清楚, 理论应用于实际。为学生毕业后从事有关电的工作打下基础, 同时也为自学、深造、拓宽和创新打下基础。本教材内容编排形式新颖、目标明确, 教材内容上采取模块式编排方式, 以便任课教师根据专业需要取舍; 教材各章设置了“学习目标”, 章后配有“本章小结”; 通过典型例题、实例和适量的习题来进一步加深对知识的掌握和理解; 书后提供了部分习题答案以供参考; 此外, 教材还编排了大量配套的实验实训内容, 除一些传统的实验实训之外, 还编排了旨在提高动手能力、开发学生创新能力的实验实训, 可使得实验教师和学生都有适当的选择范围。在文字表述方面力求叙述简练, 通俗易懂, 便于自学。

本书共分十一章, 其主要内容有: 电路的基本理论及分析方法、单相正弦交流电路、三相交流电路、电路的瞬态分析、磁路、晶体管集成运放及其应用、直流稳压电源、门电路和组合逻辑电路、触发器和时序逻辑电路、电气安全知识、实验及实训。

本书的参考学时数为 90 学时(含实验实训), 任课教师也可根据实际情况进行调整。学时分配如下表:

学时分配表

章节及内容	学 时 数		
	理论	实验与实训	合计
第一章 电路的基本理论及分析方法	10	6	16
第二章 单相正弦交流电路	12	2	14
第三章 三相交流电路	4	2	6
第四章 电路的瞬态分析	4	2	6
第五章 磁路	2	0	2
第六章 晶体管、集成运放及其应用	12	4	16
第七章 直流稳压电源	4	2	6
第八章 门电路和组合逻辑电路	8	2	10
第九章 触发器和时序逻辑电路	10	2	12
第十章 电气安全知识	2	0	2
合 计	68	22	90

本书由朱静担任主编和负责全书的统稿工作，并编写第二、三章；龚希宾编写第一、四章；张静编写第五、十章；黎智编写第六、七章；朱才荣编写第八、九章。本教材在编写过程中，得到了淮安信息职业技术学院电气工程系领导的关心与支持，在此表示衷心的感谢！

由于编者能力有限，且时间仓促，书中难免存在不足和错误，殷切希望专家和广大读者朋友提出批评和宝贵意见。

编 者

2006年11月1日

目 录

第一章 电路的基本理论及分析方法	1
1.1 电路基础知识	1
1.1.1 电路的组成和作用	1
1.1.2 电路模型和电路元件	2
1.1.3 电压、电流及其参考方向	3
1.1.4 电能及电功率	5
1.2 电气设备的额定值及电路的工作状态	6
1.2.1 电气设备的额定值	6
1.2.2 电路的工作状态	6
1.3 电路基本元件及其伏安关系	7
1.3.1 理想的无源元件	7
1.3.2 理想的有源元件	9
1.4 电路基本定律及其基本分析方法	10
1.4.1 欧姆定律与电阻的串并联	10
1.4.2 基尔霍夫定律	12
1.4.3 电位及其计算方法	15
1.4.4 支路电流法	16
1.4.5 叠加定理	17
1.4.6 戴维南定理	18
本章小结	21
习题一	23
第二章 单相正弦交流电路	26
2.1 正弦量的三要素	26
2.1.1 频率、周期和角频率	27
2.1.2 瞬时值、最大值和有效值	27
2.1.3 相位、初相位和相位差	28
2.2 正弦量的相量表示	30
2.2.1 正弦量的相量表示	30
2.2.2 正弦量的相量图表示	31
2.3 相量形式的基尔霍夫定律	32
2.3.1 相量形式的 KCL	32
2.3.2 相量形式的 KVL	32
2.4 单一参数的正弦交流电路	33
2.4.1 纯电阻电路	33

2.4.2 纯电感电路	35
2.4.3 纯电容电路	38
2.5 用相量法分析 RLC 串联电路及多阻抗串联电路	40
2.5.1 RLC 串联电路	41
2.5.2 多阻抗串联电路	43
2.6 正弦交流电路的功率和功率因数	44
2.6.1 正弦交流电路的功率	44
2.6.2 功率因数	45
2.7 谐振电路	47
2.7.1 串联谐振电路	47
2.7.2 并联谐振电路	50
本章小结	52
习题二	54
第三章 三相交流电路	58
3.1 三相对称电源	58
3.1.1 三相对称电压的产生	58
3.1.2 三相电源的连接	59
3.2 三相负载的连接	61
3.2.1 三相负载的星形 (Y) 连接	61
3.2.2 三相负载的三角形 (Δ) 连接	64
3.3 三相电路的功率	65
3.3.1 三相电路的功率	65
3.3.2 三相功率的测量	66
本章小结	67
习题三	68
第四章 电路的瞬态分析	70
4.1 瞬态过程与换路定律	70
4.1.1 瞬态过程	70
4.1.2 换路定律	70
4.2 电容器的充放电过程	73
4.2.1 电容器的充电过程	73
4.2.2 电容器的放电过程	74
4.3 一阶电路的三要素法	75
本章小结	77
习题四	78
第五章 磁 路	80
5.1 磁场的基本物理量	80

5.2	电磁感应	82
5.3	自感与互感	85
5.3.1	自感	85
5.3.2	互感	87
5.4	磁性材料	90
5.4.1	磁性材料的主要性能	90
5.4.2	磁性材料的分类	92
5.5	磁路的欧姆定律	92
5.6	电磁铁	94
	本章小结	97
	习题五	98
第六章	晶体管、集成运放及其应用	101
6.1	半导体的基本知识	101
6.1.1	本征半导体	102
6.1.2	杂质半导体	102
6.1.3	PN 结及其单向导电性	103
6.2	半导体二极管及其应用	105
6.2.1	二极管的基本结构与类型	105
6.2.2	二极管的伏安特性	106
6.2.3	二极管的主要参数	108
6.2.4	二极管在电子技术中的应用	108
6.2.5	二极管的识别与测试	111
6.3	特殊二极管	111
6.3.1	稳压二极管	111
6.3.2	发光二极管	113
6.3.3	光电二极管	113
6.4	半导体三极管及放大电路	113
6.4.1	半导体三极管	113
6.4.2	基本放大电路	119
6.4.3	分压式偏置共发射极电压放大器	129
6.4.4	共集电极放大电路(射极输出器)	132
6.4.4	其他常见放大电路的类型及特点	137
6.5	集成运算放大器	139
6.5.1	集成运算放大器概述	140
6.5.2	放大电路中的负反馈	143
6.5.3	集成运算放大器的线性应用	149
6.6	场效应晶体管	167
6.6.1	基本结构与工作原理	167

6.6.2 特性曲线	168
6.6.3 场效应管使用注意事项	169
本章小结	169
习题六	170
第七章 直流稳压电源	174
7.1 概述	174
7.2 整流电路	175
7.2.1 单相整流电路	175
7.2.2 三相桥式整流电路	179
7.3 滤波电路	180
7.3.1 电容滤波器	181
7.3.2 电感滤波器	183
7.3.3 π 型滤波器	183
7.4 稳压电路	184
7.4.1 稳压管稳压电路	184
7.4.2 串联型稳压电路	184
7.4.3 集成稳压电路	186
本章小结	188
习题七	188
第八章 门电路和组合逻辑电路	189
8.1 概述	189
8.1.1 数字信号与数字电路	189
8.1.2 数制与编码	191
8.2 逻辑门电路	193
8.2.1 基本逻辑关系及门电路	193
8.2.2 集成门电路	197
8.2.3 逻辑函数及其化简	198
8.3 加法器	202
8.3.1 组合逻辑电路的分析与设计	202
8.3.2 半加器	205
8.3.3 全加器	206
8.4 编码器	207
8.4.1 二进制编码器	207
8.4.2 二—十进制编码器	209
8.5 译码器和数值显示电路	210
8.5.1 二进制译码器	210
8.5.2 二—十进制译码器	212
8.5.3 显示译码器	213

8.6 应用举例	214
8.6.1 故障报警电路	215
8.6.2 厕所照明延时开关	215
8.6.3 奇偶校验电路	215
本章小结	216
习题八	217
第九章 触发器和时序逻辑电路	220
9.1 触发器	220
9.1.1 RS 触发器	220
9.1.2 JK 触发器	223
9.1.3 D 触发器	226
9.1.4 T 触发器	226
9.2 计数器	228
9.2.1 二进制计数器	228
9.2.2 十进制计数器	231
9.2.3 集成计数器的应用	234
9.3 寄存器	237
9.3.1 数码寄存器	238
9.3.2 移位寄存器	238
9.3.3 移位寄存器的应用	240
9.4 555 定时器及其功能	241
9.4.1 555 定时器的电路组成	241
9.4.2 555 定时器的功能说明	242
9.5 555 定时器应用举例	243
9.5.1 由 555 定时器构成的施密特触发器	243
9.5.2 由 555 定时器构成的单稳态触发器	244
9.5.3 由 555 定时器构成的多谐振荡器	245
本章小结	246
习题九	247
第十章 电气安全知识	251
10.1 概述	251
10.2 电气事故	252
10.3 电气安全防护技术	255
10.4 电气防火、防雷、静电安全及电磁场安全	260
10.5 触电的急救	265
本章小结	266
习题十	267

第十一章 实验及实训	269
实验一 电压与电位的测定	269
实验二 直流电路综合实验	271
实验三 有源二端网络的研究	273
实验四 单相交流电路实验	276
实验五 日光灯电路及功率因数的提高	279
实验六 三相负载的星形连接	281
实验七 三相负载的三角形连接	283
实验八 RC 电路的瞬态过程	284
实验九 低频小信号电压放大电路	288
实验十 集成运算放大器的测试	292
实验十一 组合逻辑电路的实验分析	295
实验十二 译码、显示电路实验	297
实验十三 触发器实验	301
实训一 练习使用万用电表	303
实训二 常用元器件的识别与测试	305
实训三 电流表改装为电压表	310
实训四 用示波器观察交流电波形	312
实训五 手工焊接(锡焊)训练	316
实训六 手工印制电路板设计与制作	322
实训七 串联型稳压电源的安装与调试	328
实训八 数字实验箱的使用及基本门电路的逻辑功能测试	330
实训九 555 时基电路及其应用	334
附录 部分习题答案	337

第一章 电路的基本理论及分析方法

【学习目标】

1. 了解电路的组成、作用及电路模型的概念。
2. 理解电压、电流参考方向及关联参考方向的概念。
3. 学会正确应用功率计算公式计算元件的功率，并能正确判别元件是吸收还是发出功率。
4. 理解电气设备额定值的概念。
5. 掌握电路的三种工作状态。
6. 掌握各理想的无源元件的电路符号。
7. 理解电感元件和电容元件上的电压、电流之间的关系式以及其储能。
8. 掌握理想的电压源和理想的电流源的特点及其伏安特性。
9. 掌握欧姆定律、基尔霍夫定律、支路电流法、叠加定理、戴维南定理并能灵活运用。
10. 掌握电阻串并联等效电阻的求解及分压、分流公式。
11. 学会计算电路中某点的电位。

分析电路的基础知识是电路的基本概念和基本定律。本章从电路模型的建立和对电路基本物理量的认识出发，主要讨论了电流和电压的参考方向、电路的工作状态、欧姆定律、基尔霍夫定律、电路中电位的概念及计算等基本知识，并以电阻电路为例重点讨论了几种常用的电路分析方法：支路电流法、叠加定理和戴维南定理。

1.1 电路基础知识

1.1.1 电路的组成和作用

1. 电路的组成

人们在日常生活中或在生产和科研中广泛地使用着各种电路。如照明电路，收音机、电视机中的放大电路等。电路是由电路元（器）件按一定要求连接而成，为电流的流通提供路径的集合体。电路也称网络，这两个名词一般可通用。一般电路都是由三个最基本的部分组成，即电源、负载和中间环节。如图 1-1 所示的手电筒电路是一个最简单的电路，它由干电池、开关、小灯泡和连接导线等组成。下面以其为例来进一步说明电路的三个最基本的组成部分。

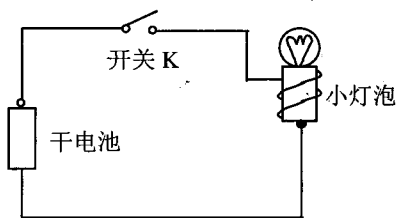


图 1-1 实际电路

（1）电源

电源是将其他非电形式的能（如化学能、光能和机械能等）转化为电能的设备，它是电路中电能的提供者，如图 1-1 中的干电池，将化学能转化为电能。蓄电池、太阳能电池和发电机等也是电源。

(2) 负载

负载是把电能转化为其他形式能量的设备,它是电路中电能的使用者和消耗者。如图 1-1 中的小灯泡,是将电能转化为光能和热能。

(3) 中间环节

中间环节把电源和负载连接起来,起输送、分配电能,控制电路通、断,保护或传递信息的作用。如图 1-1 中的连接导线和控制开关。

电源、负载和中间环节是组成电路的三要素。

2. 电路的作用

电路的组成方式多样,但其作用主要有以下两个方面:

(1) 实现电能的输送和转换

一个典型例子是如图 1-2 所示的电力系统电路,发电机是电源,是供应电能的设备。它可以把热能、原子能和水能等非电能形式的能量转换成电能。此外,电池也是常用的电源;电灯、电炉和电动机等用电设备是负载,可把电能转换为光能和机械能等其他形式的能量;变压器和输电线等中间环节,是连接电源和负载的部分,起传输和分配电能的作用。

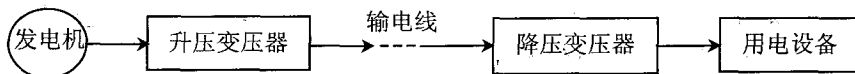


图 1-2 电力系统示意图

(2) 实现信号的传递和处理

一个典型例子是如图 1-3 所示的扩音器的电子电路,话筒是信号源,用于将声音信号转换为微弱的电信号,而后通过电路传递到扬声器,扬声器(扩音器的负载)接收到电信号并将其还原为声音,由于话筒输出的电信号很弱,不足以推动扬声器发声,因此用放大器来放大电信号。

1.1.2 电路模型和电路元件

电路分析的对象是电路模型。由理想电路元件构成的电路称为电路模型。理想电路元件是指实际器件的理想化模型,简称为电路元件。即为了便于分析和计算,在一定条件下,把实际器件加以近似化、理想化,忽略其次要性质,只考虑其中起主要作用的某些电磁现象。电阻元件(简称电阻)是一种只消耗电能的元件,理想电阻的模型符号如图 1-4 (a) 所示;电感元件(简称电感)是其周围空间存在着磁场而可以储存磁场能量的元件,理想电感的模型符号如图 1-4 (b) 所示;电容元件(简称电容)是其周围空间存在着电场而可以储存电场能量的元件,理想电容的模型符号如图 1-4 (c) 所示。

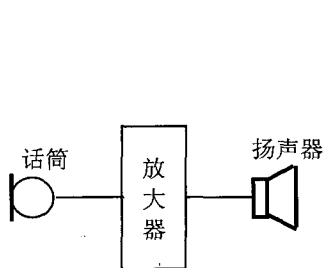


图 1-3 扩音器示意图

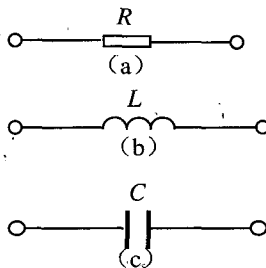


图 1-4 理想电路元件的模型

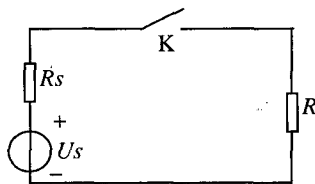


图 1-5 电路模型

如图 1-1 所示为手电筒的实际电路,若把小灯泡看成是电阻元件,用 R 表示,考虑到干电池内部自身消耗的电能,把干电池看成是电阻元件 R_S 和电压源 U_S 串联;连接导线看成理想导线(其电阻为零)。这样,手电筒的实际电路就可以用如图 1-5 所示电路模型来表示。以后所讨论的电路一般均指电路模型。

本书只讨论线性元件(电阻、电感和电容值为常数),由线性元件组成的电路称为线性电路。

1.1.3 电压、电流及其参考方向

电路的基本物理量有电流、电压和功率。对这些基本物理量要重点理解它们的定义、电路符号、单位和电流、电压的方向等。

1. 电流

电荷在外力作用下做有规则的定向运动便形成电流。电流既有大小又有方向,其大小用电流强度(简称电流,符号为 i)来表示,即单位时间内通过导体单位横截面的电荷量,数学表达式为

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

式中, i 为电流,单位是安培(A),电流还有较小一些的单位,如毫安(mA)、微安(μ A); q 为电荷量,单位是库仑(C); t 为时间,单位是秒(s)。

电流的实际方向规定为正电荷的运动方向或负电荷运动方向的反方向。实际电路中运动的电荷是自由电子,故其运动方向与电流的实际方向相反。直流电流用符号 I 表示。

2. 电压

在物理课程中我们曾学过,电荷在电场力的作用下移动,电场力会对电荷做功,因此电路中就把电场力将单位正电荷由 a 点移动到 b 点所做的功称为电路中 a 、 b 两点间的电压。若有正电荷 dq 在电场力的作用下由 a 点移动到 b 点所做的功为 dW ,则 a 、 b 两点间的电压为

$$u_{ab} = \frac{dW}{dq} \quad (1-2)$$

式中, u_{ab} 为电压,单位是伏特(V),有时还用到较大或较小一些的单位,如千伏(kV)、毫伏(mV)、微伏(μ V); W 的单位是焦耳(J)。

电压和电流一样也既有大小又有方向,电压的实际方向规定为由高电位点指向低电位点。直流电压(大小和方向均不随时间变化的电压)用符号 U 表示。而变化的电压用符号 u 表示。

3. 关联与非关联参考方向

电流和电压的方向有实际方向和参考方向之分。由于在分析复杂电路时,很难直观地判断出电流、电压的实际方向。在交流电路中电压、电流的实际方向还在不断地改变,因此引入了“参考方向”这一概念。

所谓的参考方向,即在一段电路或一个电路元件中任意设定一个方向作为电流或电压的方向,该方向称为电流或电压的参考方向。采用参考方向以后,电流和电压就成了代数量(有正有负),根据电流值或电压值的正负便可以唯一地确定电流或电压的实际方向。若电流或

电压为正值, 则其实际方向与其参考方向一致, 否则相反。

电流的参考方向可用箭头表示, 也可用双下标表示, 如 i_{ab} , 表示电流的参考方向由 a 到 b。电压的参考方向有三种表示方法:

①用参考极性(即正(+)、负(-)极性)来表示。正极指向负极的方向就是电压的参考方向, 如图 1-6 (a) 所示。

②用箭头表示。箭头的方向即表示电压的参考方向, 如图 1-6 (b) 所示。

③用双下标来表示。如 u_{ab} , 表示电压的参考方向是由 a 指向 b, 如图 1-6 (c) 所示。

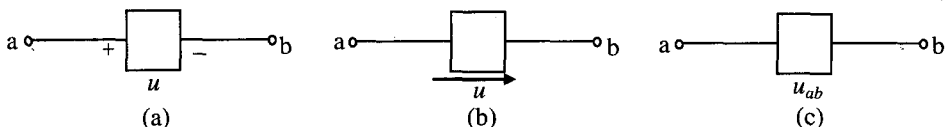


图 1-6 电压参考方向的表示方式

当设定的电流参考方向与电压参考方向一致时, 即设定的电流的参考方向是从电压“+”端指向“-”端, 则称电流和电压的这种参考方向为关联参考方向, 简称关联方向, 如图 1-7 (a) 所示; 否则称为非关联参考方向, 如图 1-7 (b) 所示。



图 1-7 关联方向和非关联方向

电流和电压的参考方向是有关电路分析计算的一个重要概念。不规定参考方向而谈论电路中的某个电流或电压的值是讨论一个不确定的事物, 是没有意义的。因此, 在分析电路问题时, 必须把所涉及的电流、电压的参考方向标注在电路图上。初学者往往忽视这一点, 必须加以注意。

【例 1-1】如图 1-8 所示, 电路上电流或电压的参考方向已选定。已知 $I_a = 10A$, $I_b = -10A$, $U_1 = 3V$, $U_2 = -3V$, 试指出电流、电压的实际方向。

解: (a) $I_a = 10A > 0$ 表明 I_a 的实际方向与参考方向相同, 由 A 流向 B。

(b) $I_b = -10A < 0$ 表明 I_b 的实际方向与参考方向相反, 由 B 流向 A。

(c) $U_1 = 3V > 0$ 表明 U_1 的实际方向与参考方向相同, 由 A 指向 B。

(d) $U_2 = -3V < 0$ 表明 U_2 的实际方向与参考方向相反, 由 B 指向 A。

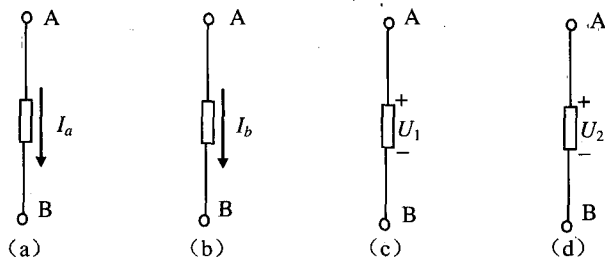


图 1-8 例 1-1 图

【例 1-2】如图 1-9 所示, 已知 $U = 100V$, 求 U_{AB} 和 U_{BA} 。

解: U_{AB} 的参考方向与 U 的参考方向相同, 故

$$U_{AB} = U = 100V$$

U_{BA} 的参考方向与 U 的参考方向相反, 故

$$U_{AB} = -U = -100V$$

1.1.4 电能及电功率

1. 电能

电路元件在时间 t 内吸收或发出的能量称为电能, 即

$$W = \int p dt \quad (1-3)$$

电能的单位是焦 [耳], 符号为 J , 在实际生活中还采用千瓦小时 ($kW \cdot h$) 作为电能的单位, 简称为 1 度电。

$$1kW \cdot h = 10^3 \times 3600 = 3.6 \times 10^6 (J)$$

日常生活和生产实践中常用的千瓦时表 (又称有功功率表或电度表) 就是用来测量电能消耗量的仪表。

2. 电功率

电能对时间的变化率叫做电功率, 简称功率, 用符号 p 或 P 表示。

当 u 、 i 取关联参考方向时, 电路元件所吸收的电功率为

$$p = \frac{dw}{dt} = u \frac{dq}{dt} = ui \quad (1-4)$$

直流时

$$P = UI \quad (1-5)$$

功率的单位为瓦 [特], 简称瓦, 符号为 W , 常用的还有千瓦 (kW) 和毫瓦 (mW) 等。

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

由于电压、电流均为代数量, 因而功率也是代数量, 可正可负。当元件上的电压、电流取关联方向时, 用 $p = ui$ 计算; 当电压、电流取非关联方向时, 用 $p = -ui$ 计算。则 $p > 0$ 时, 表示该元件吸收或消耗功率, 由此可知该元件是负载; $p < 0$ 时, 表示该元件实际发出功率, 由此可知该元件是电源。

【例 1-3】求图 1-10 中各元件的功率, 并判断其是吸收还是发出功率。

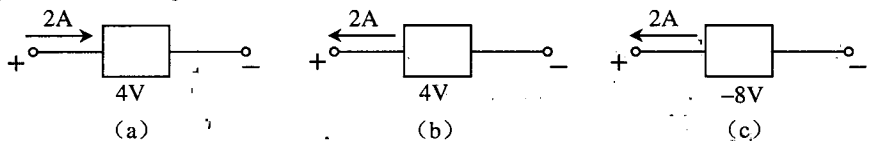


图 1-10 例 1-3 图

解: 图 (a) 中电压和电流为关联参考方向, $P = UI = 2 \times 4W = 8W > 0$, 元件吸收功率。

图 (b) 中电压和电流为非关联参考方向, $P = -UI = -2 \times 4W = -8W < 0$, 元件发出功率。

图 (c) 中电压和电流为非关联参考方向, $P = -UI = -2 \times (-8)W = 16W > 0$, 元件吸收功率。

1.2 电气设备的额定值及电路的工作状态

1.2.1 电气设备的额定值

电气设备的额定值是指电气设备在正常工作时所允许施加在该设备上的某个物理量（即电流、电压和功率）的最大值（或最小值）。电气设备在正常工作时，各物理量均不得超过其额定值。若超过其额定值，电气设备就会出现异常，甚至烧坏；反之，若电压和电流远低于其额定值，则电气设备不能正常、合理地工作，未能充分利用设备的能力。因此，为了保证电气设备能正常可靠地长时间工作，生产厂家通常会在设备上标注如额定电压（ U_N ）、额定电流（ I_N ）和额定功率（ P_N ）等数值。

由于功率、电流和电压之间存在一定的关系，所以在给出额定值时，没有必要全部给出。如日光灯就只给出了额定电压和额定功率。

电气设备或元件的额定值常标在铭牌或说明书上，使用时一定要看清各额定参数，以免出错。此外，在实际应用中，电气设备或元件的实际值也不一定完全与其额定值相等。例如由于电源电压的波动性，而导致其实际值会略低于或高于额定值 220V，因此，当一盏额定值为 220V/40W 的电灯接在该电源上时，其实际电压就不是 220V，实际功率也不是 40W。

【例 1-4】有一额定值为 1000Ω ，10W 的电阻，问其额定电流为多少？在使用时加在其两端的电压最大是多少？

解：根据给出的额定参数可求出其额定电流为

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{10}{1000}} = 0.1(\text{A})$$

在使用时加在其两端的最大电压为

$$U = RI = 1000 \times 0.1 = 100(\text{V})$$

1.2.2 电路的工作状态

一个电路可以呈现出三种状态：电源有载工作、开路和短路。下面以最简单的直流电路为例分别讨论这三种状态下的电流、电压和功率的情况。

1. 电源有载工作

将图 1-11 中的开关 K 合上，便接通了电源与负载，电源则处于有载工作状态。此时电路中的电流为

$$I = \frac{U_s}{R_s + R} \quad (1-6)$$

负载两端的电压为

$$U = RI \quad (\text{或 } U = U_s - R_s I) \quad (1-7)$$

功率

$$P = P_{U_s} - \Delta P \quad (1-8)$$

式中， $P = UI$ ，是电源输出的功率； $P_{U_s} = U_s I$ ，是电源产生的功率； $\Delta P = R_0 I^2$ ，是电源内阻上损耗的功率。

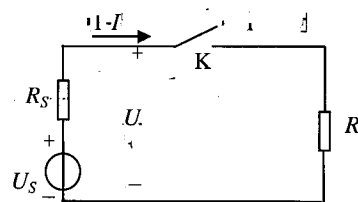


图 1-11 电源有载和断路工作状态