

西安交通大学 “十一五” 规划教材
电气工程系列教材

电工技术与电子技术(I)

(第2版)

杨振坤 主编



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

西安交通大学 “十一五” 规划教材
电气工程系 列 教 材

电工技术与电子技术(I)

(第2版)

杨振坤 主编



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

内容简介

本书是在近年来建设国家级精品课程,进行教学内容和课程体系改革研究的基础上,依据教育部最新制定的工科高校“电工学”课程教学基本要求编写的,是西安交通大学“十一五”规划教材。全书分(I)、(II)两册出版,每册均配有完整的多媒体课件。

电工技术内容包括电路的基本概念与分析方法、电路的暂态分析、电路的正弦稳态分析、磁路与变压器、电动机、电气自动控制技术、可编程控制器原理及应用、电气电测技术共8章。各章配有丰富的例题、习题、练习与思考题。章前有概述,章后有小结,书后附有部分习题参考答案、试题及其解答。

本书可作为高等学校非电类专业本科生教科书,也可供其它相关专业选用和有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工技术与电子技术. 1/杨振坤主编. —2版. —西安:西安交通大学出版社,2010.7

ISBN 978-7-5605-3434-3

I. ①电… II. ①杨… III. ①电工技术②电子技术 IV. ①TM②TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第130207号

书 名 电工技术与电子技术(I)
主 编 杨振坤
责任编辑 任振国

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路10号 邮政编码 710049)
网 址 <http://www.xjtupress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)
(029)82668315 82669096(总编办)
传 真 (029)82668280
印 刷 陕西元盛印务有限公司

开 本 727mm×960mm 1/16 印张 24.125 字数 432千字
版次印次 2010年7月第1版 2010年7月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-3434-3/TM·80
定 价 36.00元

读者购书、书店添货、如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82664954

读者信箱:jdlgy@yahoo.cn

版权所有 侵权必究

第二版前言

本书的第一版于 2002 年出版,历经 7 年多第二版终于面世了。在此期间,西安交通大学“电工电子技术(电工学)”课程被评为国家级精品课程,本书的修订版系“电工电子技术”课程集文字、多媒体课件、试题库和资源库于一体的立体化系列教材之一;是西安交通大学“十一五”规划教材。全套书分为(Ⅰ)、(Ⅱ)两册。参考学时为 120~150。

新版本本着使教材日臻成熟与完善,既符合教学基本要求又适应时代不断发展的需要,更加有利于组织教与学的原则,在编者多年来每学期承担电工电子技术课程主讲任务的基础上,对全书进行了全面修订,包括各章内容、例题、练习与思考题、习题、习题答案等部分。除此以外,电工技术部分与第一版相比较还作了如下调整和更新。

(1) 为了配合课程名称的修改以及本科生毕业求职的需要,原书名改为“电工技术与电子技术”,按(Ⅰ)、(Ⅱ)两册编写;

(2) 将第 9 章安全用电部分合并为第 3 章的供电与用电内容中;

(3) 将“电机”一章改为“电动机”,精简了电机概述和相量部分的描述,增加了直流电动机部分;

(4) 电气自动控制技术部分增加了继电器控制电路逻辑函数式和其它控制环节的内容;

(5) 可编程序控制器部分精简了数据处理及特殊功能指令,增加了编程方法与步骤以及编程实例;

(6) 电气电测技术部分删去了模拟式万用表和电阻与阻抗测量部分,增加了数字式万用表、新型传感器、电测新技术的内容;

(7) 增加了 30 道例题及试题范本与答案。

本版教材的编写由杨振坤教授主持。第 1、2 章由纽春萍编写,第 3、5 章由杨振坤编写,第 4 章由史艳莉编写,第 6 章由任晓莉编写,第 7 章由何秋娟、陈国联编写,第 8 章由李松青、史艳莉编写。全书经杨振坤修改、补充和定稿。

本书(第二版)由诸文俊教授审阅,他从机电结合的角度,提出了宝贵的意见和修改建议,在此深表谢意。

在编写过程中,作者借鉴了有关参考资料。在此,对参考资料的作者、课程组同仁以及帮助此书出版的单位和同志们一并表示衷心的感谢。

书中不足和不妥之处,敬请使用本书的师生和其它读者提出宝贵意见,以便不断改进与提高。意见请发送电子邮件至 dgx_yang@mail.xjtu.edu.cn。

编 者

2010 年 3 月

第一版前言

本书系西安交通大学电工电子教学实验中心在多年进行电工、电子系列课程教学改革,且面向本科生、研究生先后开出“非电量电测技术”、“可编程控制器原理及应用”、“高级电工电子技术实验”一系列选修课程的基础上,并进行“全国普通高校电工学(电子技术)试题库”的研制以及开发制作“电工技术”、“电子技术”授课性多媒体课件的同时,为了适应 21 世纪教学内容、教学体系改革发展的需要而编写的。本书已列入西安交通大学 2000 年重点教材出版规划。全套书分为《电工技术》和《电子技术》共两册。参考学时为 120~150。

《电工技术》在满足非电类电工技术课程教学基本要求的基础上,还具有以下特点:

(1) 贯彻少而精的原则,精选内容,教材分量适中,与教学学时相符。

(2) 注意反映电工技术领域中的新技术和发展方向,把“可编程控制器原理及应用”单独作为一章加以介绍。同时还介绍了“非电量电测技术”、“智能仪器”等知识。

(3) 为了便于教与学,各章配合正文,均配有较丰富的例题、练习思考题和习题。每章前有概述,后面有小结。

(4) 在例题和习题的编排上注重综合实例的分析,便于读者应用和创新能力的培养。

(5) 本书配有整套多媒体课件,有利于减少授课学时,提高教学质量。

本书由杨振坤教授组织和统稿。第 1、2、8 章由刘晓晖副教授编写,第 3、6、9 章由杨振坤教授编写,第 4、5 章由刘晔副教授编写,第 7 章由陈国联副教授编写。

在编写过程中,作者借鉴了有关参考资料,同时也得到西安交通大学电工电子技术课程组同仁们的关心和支持。在此,对参考资料的作者、课程组同仁以及帮助此书出版的单位和同志们一并表示衷心的感谢。

由于编者的水平所限,书中难免有疏漏和不妥之处,敬请批评指正。

编 者

2001 年 12 月

目 录

第 1 章 电路的基本概念与分析方法	(1)
1.1 电路的基本概念	(1)
1.1.1 电路及其分类	(1)
1.1.2 电压、电流及其参考方向	(2)
1.1.3 电路中的功率	(4)
1.2 基尔霍夫定律	(6)
1.2.1 基尔霍夫电流定律(KCL)	(6)
1.2.2 基尔霍夫电压定律(KVL)	(7)
1.3 电路中电位的概念和计算	(10)
1.4 无源电路元件	(12)
1.4.1 电阻元件	(12)
1.4.2 电感元件	(14)
1.4.3 电容元件	(16)
1.5 有源电路元件	(18)
1.5.1 独立电源	(18)
1.5.2 受控源	(24)
1.6 电气设备的额定值及电路的工作状态	(27)
1.6.1 电气设备的额定值	(27)
1.6.2 电路的工作状态	(27)
1.7 支路电流法	(31)
1.8 结点电压法	(33)
1.9 叠加原理	(38)
1.10 等效电源定理	(41)
1.10.1 戴维宁定理	(42)
1.10.2 诺顿定理	(46)
* 1.10.3 戴维宁定理用于含受控源电路的分析	(48)
本章小结	(53)

习 题	(54)
第 2 章 电路的暂态分析	(62)
2.1 换路定则及初始值的确定	(62)
2.2 一阶电路的暂态分析	(66)
2.2.1 零输入响应	(66)
2.2.2 零状态响应	(69)
2.2.3 全响应	(72)
2.3 三要素法	(76)
2.4 RC 电路的脉冲响应	(79)
2.4.1 微分电路	(79)
2.4.2 积分电路	(81)
* 2.5 RLC 电路的暂态分析	(82)
本章小结	(86)
习 题	(87)
第 3 章 电路的正弦稳态分析	(92)
3.1 正弦量的相量表示法	(92)
3.1.1 正弦量的三要素	(92)
3.1.2 正弦量的相量表示法	(96)
3.2 电阻、电感、电容元件的正弦稳态电路	(100)
3.2.1 电阻电路	(101)
3.2.2 电感电路	(103)
3.2.3 电容电路	(106)
3.3 正弦稳态电路的分析和计算	(109)
3.3.1 基尔霍夫定律的相量形式	(109)
3.3.2 电阻、电感、电容串联电路	(111)
3.3.3 复阻抗的串联和并联	(121)
3.3.4 功率因数的提高	(127)
3.4 交流电路的频率响应及谐振	(131)
3.4.1 RC 串联电路的频率响应	(132)
3.4.2 电路中的谐振	(135)
3.5 供电与用电	(144)
3.5.1 三相电源	(144)
3.5.2 三相负载	(146)

3.5.3	三相电路的功率	(155)
3.5.4	安全用电常识	(156)
3.6	非正弦周期信号电路	(162)
3.6.1	非正弦周期信号的分析	(162)
3.6.2	非正弦周期量的平均值、有效值和平均功率	(164)
3.6.3	非正弦周期信号电路的计算	(166)
本章小结		(168)
习 题		(169)
第 4 章	磁路与变压器	(176)
4.1	磁路	(176)
4.1.1	磁路基本概念	(176)
4.1.2	磁性材料的性能	(177)
4.1.3	磁路欧姆定律	(179)
4.2	交流铁心线圈电路	(180)
4.2.1	电磁关系	(180)
4.2.2	功率损耗	(182)
4.2.3	等效电路	(183)
4.3	电磁铁	(185)
4.3.1	直流磁路和交流磁路的工作特点	(186)
4.3.2	直流电磁铁	(186)
4.3.3	交流电磁铁	(187)
4.4	变压器	(189)
4.4.1	变压器的工作原理	(190)
4.4.2	变压器的额定值与运行特性	(195)
* 4.4.3	变压器绕组的极性	(199)
* 4.4.4	三相变压器	(201)
4.4.5	其它用途的变压器	(203)
本章小结		(206)
习 题		(207)
第 5 章	电动机	(211)
5.1	三相交流异步电动机的结构	(211)
5.2	三相交流异步电动机的工作原理	(213)
5.2.1	旋转磁场	(213)

5.2.2	工作原理	(216)
5.2.3	电路分析	(217)
5.3	三相异步电动机的电磁转矩与机械特性	(219)
5.3.1	电磁转矩	(219)
5.3.2	机械特性	(220)
5.4	三相异步电动机的使用	(223)
5.4.1	铭牌和额定值	(223)
5.4.2	启动	(225)
5.4.3	调速	(230)
5.4.4	制动	(233)
5.5	单相异步电动机	(235)
* 5.6	直流电动机	(239)
5.6.1	直流电动机的结构	(239)
5.6.2	直流电动机的工作原理及其分类	(240)
5.6.3	直流电动机的机械特性	(242)
5.6.4	直流电动机的起动和调速	(244)
5.7	控制电动机	(247)
5.7.1	伺服电动机	(247)
5.7.2	步进电动机	(251)
本章小结		(255)
习 题		(256)
第 6 章	电气自动控制技术	(259)
6.1	常用低压控制电器	(259)
6.2	三相异步电动机直接启动控制	(264)
6.2.1	直接启动控制电路	(264)
* 6.2.2	继电器控制电路逻辑函数式	(266)
6.3	三相异步电动机基本控制电路	(269)
6.3.1	正反转控制	(269)
6.3.2	行程控制	(271)
6.3.3	时间控制	(273)
6.3.4	其它控制环节	(276)
6.4	继电器接触器控制电路图的阅读方法	(278)
6.4.1	阅读方法与步骤	(278)
6.4.2	读图举例	(279)

本章小结.....	(281)
习 题.....	(282)
第 7 章 可编程序控制器原理及应用	(286)
7.1 可编程序控制器的组成和工作原理	(286)
7.1.1 可编程序控制器的硬件组成	(286)
7.1.2 可编程序控制器的工作原理	(291)
7.1.3 可编程序控制器的分类	(292)
7.1.4 继电接触器等效电路	(293)
7.2 可编程序控制器的编程语言	(294)
7.2.1 梯形图语言	(295)
7.2.2 指令语句表语言	(296)
7.2.3 编程方法与步骤	(296)
7.3 OMRON C 系列可编程序控制器基本编程指令	(298)
7.3.1 主要技术性能	(298)
7.3.2 通道分配及部分继电器介绍	(300)
7.3.3 逻辑编程指令及编程示例	(302)
7.4 可编程控制器应用举例	(316)
7.4.1 可编程控制器应用设计步骤	(316)
7.4.2 可编程控制器应用设计举例	(317)
本章小结.....	(323)
习 题.....	(324)
第 8 章 电气电测技术	(330)
8.1 测量的相关概念	(330)
8.1.1 测量误差分析	(330)
8.1.2 测量仪表的基本性能	(333)
8.2 电量测量	(336)
8.2.1 模拟式电工仪表	(336)
8.2.2 电压、电流与功率的测量.....	(339)
8.2.3 数字式万用表	(343)
8.3 非电量电测技术	(345)
8.3.1 非电量电测系统	(345)
8.3.2 常用传感器	(346)
8.3.3 新型传感器	(350)

8.4 电测新技术	(352)
8.4.1 智能仪器	(352)
8.4.2 虚拟仪器	(354)
本章小结.....	(355)
习 题.....	(356)
附录 1 部分习题参考答案	(357)
附录 2 电工技术与电子技术(I)试题	(364)
电工技术与电子技术(I)试题答案	(370)
附录 3 中英文名词对照	(371)
主要参考文献.....	(374)

第 1 章 电路的基本概念与分析方法

电路是学习电工技术和电子技术的基础。本章在大学物理课程电学内容的基础上,讨论电路的基本概念、基本定理和分析方法。主要包括:电路的基本物理量——电压、电流的参考方向;最基本的电路定理——基尔霍夫定律;理想电路元件的模型及其特性;支路电流法、结点电压法、叠加原理、戴维宁定理和诺顿定理等电路分析的基本分析方法。通过本章的学习为后续各种电工电子、电机以及控制测量等电路的分析与计算奠定基础。

1.1 电路的基本概念

1.1.1 电路及其分类

电路是电流的通路,是为了某种需要,将电气设备或元件按一定的方式组合而成。电路依据所完成任务的不同其结构形式是多种多样的,但概括起来主要包括电源、负载和中间环节三个组成部分。

根据实现的功能可将电路分为两大类,一类是实现电能的传输和转换的电路,此类电路最典型的例子是电力系统。电力系统一般包括发电机、输变电环节和用电设备三个组成部分。发电机作为电力系统的电源,是供应电能的设备,它可将各种形式的能量(热能、水位能、核能以及太阳能等)转换为电能。发电机发出的电能通过变压器和输电线等输变电环节(中间环节)被经济、安全地输送给用户。用户的电动机、电炉以及各种家用电器等用电设备作为负载,再把电能转化为光能、机械能和热能等其它形式的能量。由于在这一类电路中,电压一般比较高,电流比较大,所以有时也把此类电路称为强电系统。

另一类电路的任务是实现信号的传递和处理。如计算机电路、电视机电路以及各类测量电路等等,其中典型的例子是扩音器。扩音器主要包括话筒、电路和扬声器。话筒作为信号源将语言和音乐等信息转换为相应的电信号(电压和电流),电信号经放大和处理电路传递到扬声器,扬声器作为负载再将电信号还原为语言和音乐。由于这一类电路所涉及的电压和电流都比较小,所以此类电路称为弱电系统。

上述电路是由实际元件组成的电路。实际电路元件都是一种物理实体,它们

的电气元器件所表现出来的电磁现象和能量转换的特征一般都比较复杂,而且不同的实际电路其物理现象千差万别。因此,在对于实际电路进行分析和计算时,是用理想电路元件及其组合来等效代替的,这种由理想电路元件组成的电路称为电路模型,简称为电路。

所谓理想电路元件,是指在一定条件下突出其主要电磁性质,忽略其次要因素,把实际器件抽象为只含一种参数的电路元件。理想电路元件(以下简称电路元件)分为有源电路元件和无源电路元件两大类。有源电路元件有电压源 U_s 和电流源 I_s ;基本无源电路元件有电阻元件 R 、电感元件 L 和电容元件 C 。关于电路元件的性质将在后续部分中详细介绍。

在电路中,电源或信号源的电压或电流称为激励,激励在电路中产生的电压和电流称为响应。所谓电路分析就是对一定结构的电路,讨论其激励与相应的关系。

1.1.2 电压、电流及其参考方向

电路的基本物理量是电流、电压和电动势,不论是电能的传输和转换,还是信号的传递和处理,都需要通过这些物理量来实现。本节在扼要复习电流、电压和电动势概念的基础上,引入电压和电流的参考方向,以方便电路的分析。

1. 电压和电流的基本概念

(1) 电流 电荷的定向移动形成电流,通常用电流强度来描述电流的强弱。电流强度定义为单位时间内通过导体任一横截面的电量,电流强度简称为电流。国际单位制中,电流的单位是安培(A)。习惯上规定正电荷运动的方向为电流的方向(实际方向),电流的方向是客观存在的。导体中电流的方向总是沿着电场的方向,从高电位流向低电位。

(2) 电压和电动势 在电场中把单位正电荷从 a 点移至 b 点,电场力所作的功定义为 a、b 两点的电位差,或称为 a、b 间的电压 u_{ab} ,国际单位制中,电压的单位为伏特(V)。电压的方向通常规定为由高电位(“+”极性)指向低电位(“-”极性)端,即为电位降低的方向。

电源的电动势 e 在电源内部把单位正电荷由负极移至正极,系非静电力做的功。在非静电力的作用下,电源不断地把其它形式的能量转换为电能。电源的电动势是表征电源本身的特征量,与外电路的性质没有关系。电动势的单位与电压的单位相同,为伏特(V)。电源电动势的方向规定为在电源内部由低电位端指向高电位端,即电位升高的方向。

在直流电路中,电压、电流的大小、方向都不随时间变化,用 U 和 I 来表示电压和电流。

2. 电压和电流的参考方向

对于简单的电路,如单回路电路,或者虽然有多个回路,但是用元件串并联的方法可化简为单回路的电路,电路中各元件两端的电压和流经各元件电流的方向可以直接判断出。所以,在分析时可以不考虑它们的方向,只计算大小。

对于较为复杂的电路,电路的某些电压和电流的方向是未知的,很难事先判断电流或电压的实际方向,必须经过一定的分析和计算才能判定。而这些电路的计算往往需要以电流、电压为变量列出电路方程,求解电路的各变量。但是列电路方程又要考虑到电压、电流的方向,因此需要事先对电压和电流的方向进行假设。此外,在分析交流电路时,由于电流、电压的实际方向是随时间变化的,为了能够简捷地用一个函数或者一个波形来描述它们随时间的变化规律,也需要假设电流、电压的方向。

在图 1.1.1 所示的电路中,如果预先不知道电流的实际方向,可以先假设电流的方向是由 a 点指向 b 点,这个假设的方向就称为电流的参考方向(也称正方向)。由于参考方向是任意选定的,它既可能与电流的实际方向相同,也可能与电

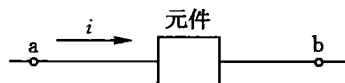


图 1.1.1 电流的参考方向

流的实际方向相反。当电流的参考方向与电流的实际方向一致时,电流取正值;当电流的参考方向与实际方向相反时,电流取负值。反之,在规定了某一电流的参考方向,并在此规定下求得了该电流的值(大于零或小于零),那么它的实际方向就可以由此确定。图 1.1.1 所示的电路中,如果计算出的电流值大于零,表明电流的实际方向与电流的参考方向一致,也就是由 a 点指向 b 点;相反,如果计算出的电流值小于零,则表明电流的实际方向与参考方向相反,应由 b 点指向 a 点。可见,利用电流值并结合参考方向,就能够确定电流的实际方向。

同理,当电路两点之间电压的实际方向未知时,也可对电压的方向进行假设(电压方向用“+”、“-”标出)。只有在规定了电压的参考方向后,才能代入方程进行计算,最后再根据电压值(大于零或小于零)来确定电压的实际方向。

在以后的电路分析中,所涉及的电流、电压的方向(除非特殊说明)一般都指的是参考方向,电压、电流的值均为代数值。必须指出,电路中的电流或电压在未表明参考方向的前提下,讨论电流或电压的正、负值是没有意义的。因此,在分析计算电路时,应首先标出电压、电流的参考方向,然后再进行分析与计算。在电路分析中,人们一般习惯把同一元件或同一部分电路的电

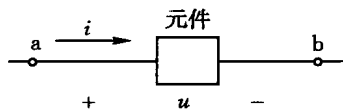


图 1.1.2 电压与电流为关联参考方向

压和电流的参考方向取为一致,这样设定的参考方向称为关联参考方向,如图 1.1.2 所示。若设定电压和电流的参考方向相反,则称为非关联参考方向。

采用关联参考方向可以在电路分析中省去由于电流、电压正方向不一致所带来的相关麻烦,使电路的分析过程更加简捷,也不容易出错。

对电动势来说,同样可以设定它的参考方向。但是应当注意,电动势的实际方向是由电源的低电位端指向高电位端,恰好与电压的实际方向相反。

1.1.3 电路中的功率

根据物理学中的定义,电路中某一元件或某一部分电路的功率为

$$p = ui \quad (1.1.1)$$

式中, u 是此元件或这一部分电路的端电压, i 是流经此元件或电路的电流。

当电压 u 和电流 i 随时间 t 变化时,功率 $p=ui$ 也随时间变化。工程上通常关心平均功率,如果电压 u 和电流 i 是时间 t 的周期函数,则平均功率

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

式中, T 是电压、电流的变化周期。在国际单位制中,功率 P 的单位是瓦特(W)。

对于直流电路,电压和电流都是常数,则

$$P = UI \quad (1.1.3)$$

在对电路进行分析时,有时不仅要计算功率的大小,往往还需要确定电能的传递方向,即判断出电路中哪些元件是电源(输出功率),哪些元件是负载(吸收功率)。

图 1.1.3 所示的简单电路中,电源元件和负载元件以及它们的电压、电流的实际方向都是已知的。由图可知,当元件两端电压和电流的实际方向相同时,该元件吸收功率(如负载 R);当元件两端电压和电流的实际方向相反时,该元件输出功率(如电动势 E)。

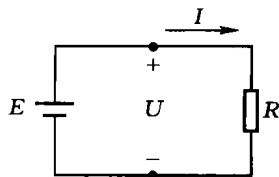


图 1.1.3 电路中的功率

在未知电压、电流实际方向的电路中,分析研究电路中的功率问题,需要依据电压和电流的参考方向,在其参考方向下,功率也是代数量。当元件两端电压和电流的参考方向关联时,元件上消耗电功率的表达式为

$$P = UI \quad (1.1.4)$$

当电压和电流的参考方向非关联时,则消耗电功率的表达式为

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

在上述两种情况下,若计算出的功率为正值表示该元件(或该段电路)吸收功

率,在电路中的作用为负载;若为负值则表示输出功率,其作用为电源。

需要强调指出,无论采用哪一种形式表示功率,在判断元件功率的性质时,其实质都是依据最终计算的结果,即电压和电流的实际方向是否一致进行判别的,若实际方向一致则为负载性质;反之则为电源性质。

例 1.1.1 某电路中元件 A 的电压、电流参考方向如图 1.1.4 所示。若 $U=10\text{ V}$, $I=-1\text{ A}$,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) 如图所示 U 、 I 参考方向相同,其吸收功率为

$$P=UI=10\times(-1)\text{ W}=-10\text{ W}<0$$

故元件 A 为电源。

(2) 若电流参考方向与图中所设相反,则

$$P=-UI=-10\times(-1)\text{ W}=10\text{ W}>0$$

元件 A 为负载。

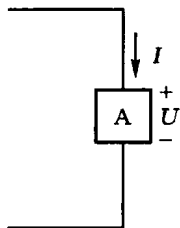


图 1.1.4 例 1.1.1 图

练习与思考

1.1.1 为什么在分析电路时通常采用关联参考方向,如果是非关联参考方向,试写出欧姆定律的表达式。

1.1.2 电压与电动势有何区别?对一个电源来说,它的电动势和它的端电压有何关系?它们的参考方向是否可以任意假设?

1.1.3 如图 1.1.5 所示电路,试分别计算(a)、(b)图中元件 A 的功率,并判断是电源还是负载。

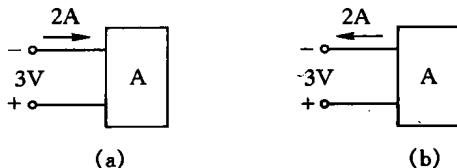


图 1.1.5 练习与思考 1.1.3 图