



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

电工电子技术及应用

第2版

申凤琴 主编



机械工业出版社



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

电工电子技术及应用

第2版

主 编 申凤琴
副主编 田培成
参 编 孟宪芳
张世忠
杨 宏



机械工业出版社

本书是中等职业教育国家规划教材。可供机电技术应用专业和机类专业(多学时)使用,也可作为岗位培训教材。

上篇主要内容:电路的基础知识,正弦交流电路,三相交流电路,磁路与变压器,电动机。

下篇主要内容:常用半导体元器件及应用,运算放大器及应用,组合逻辑电路,时序逻辑电路,半控型电力电子器件及应用,全控型电力电子器件及应用。

第2版主要修订内容:①增加了实际技能训练和边讲边练内容;②增加了填空题和单项选择题;③新配备了电子教案。

为方便教学,本书配有免费电子教案,凡选用本书作为授课教材的学校均可来电索取,咨询电话:010-88379195。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术及应用/申凤琴主编. —2版. —北京:机械工业出版社, 2008.5

中等职业教育国家规划教材

ISBN 978-7-111-10304-2

I. 电… II. 申… III. ①电工技术-专业学校-教材 ②电子技术-专业学校-教材 IV. TM TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第061244号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:高倩 责任编辑:张值胜 责任校对:申春香

封面设计:鞠杨 责任印制:杨曦

赤峰彩益印刷有限公司印刷

2009年1月第2版第1次印刷

0 001—2000册

184mm×260mm·17.25印张·423千字

标准书号:ISBN 978-7-111-10304-2

定价:27.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379648

编辑热线电话:(010)88379195

封面防伪标均为盗版

出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成〔2001〕1 号）的精神，教育部组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲编写而成的，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均做了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

第2版前言

本书第1版是2002年出版的中等职业教育国家规划教材。共印刷12版次,使用6年来,得到了广大师生的好评。

第2版是在第1版教材的基础上,根据中等职业教育的现状和培养目标,进行了修订。第2版保留了原书的结构体系,突出特点和精华内容,难易程度适合现阶段中职学校的生源状况。

第2版主要修订内容:①增加了实训和边讲边练内容。实训内容较好的把握了实训所需的时间和难易程度,边讲边练内容将大内容化解成若干小块,有利于中职的教学实施;②习题形式多样,增加了填空题和单项选择题,便于学生复习和教师出题;③配备了电子教案,以适应多媒体教学。

根据专业计划,本课程建议安排在二年级,分两学期学完,参考学时数见“学时分配建议”表,供教师参考。其中,实践课时含技能训练和边讲边练。

学时分配建议表

序号	课 程 内 容		学 时 数			
			合计	理论讲授	实践	习题课
1	电路基础知识	电路的基础知识	16	10	4	2
		正弦交流电路	16	10	4	2
		三相交流电路	8	4	4	
2	电动机与变压器	磁路与变压器	8	4	4	
		电动机	12	6	6	
3	模拟电子技术	常用半导体元件及应用	16	10	4	2
		运算放大器及应用	14	8	4	2
4	数字电子技术	组合逻辑电路	16	10	4	2
		时序逻辑电路	16	10	4	2
5	电力电子技术	半控型电力电子器件及应用	16	10	4	2
		全控型电力电子器件及应用	6	6		
机 动			16			
合 计			144 + 16	88	42	14

本书由申凤琴任主编,同时编写第一、十、十一章;田培成任副主编,同时编写第六、七、九章;张世忠编写第二、三章;孟宪芳编写第四、五章;杨宏编写第八章。全书由申凤琴统稿。

由于编者水平所限,书中难免存在错误与疏漏,敬请读者批评指正。电子邮箱地址:sfq116@126.com。

编 者

第1版前言

本书是根据教育部新颁发的中等职业学校机电技术应用专业《电工电子技术及应用教学大纲》编写的,同时参考了相关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准。本教材现被列为中等职业教育国家规划教材,供中等职业学校3年制机电技术应用专业和机电类专业(多学时)使用。

本教材的特点是:

(1) 每章前依据新颁大纲编排有【学习目标】,章末有小结和思考题与习题,书后附有习题答案,便于学生自学。

(2) 书中内容浅显易懂,以定性阐述为主,没有繁琐的公式推导。

(3) 以“必需够用”为度,只强调元器件的外特性,突出应用。

(4) 不拘形式,以知识面宽而浅且实用为宗旨,反映了日常生活、生产技术领域的新知识、新技术、新器件。

根据机电技术应用专业改革方案提出的构建综合课程的设想,特设计了“电工电子技术及应用”综合课,并配有“机电技术应用专业实训”课程,将传统教材《电工学》中的电动机控制部分并入《电器与PLC控制技术》,有利于加强应用型人才的培养,是一次大胆的尝试。所以,本教材主要突出电工基础、电动机与变压器、电子技术、电力电子技术等知识的应用。

根据专业教学计划,本课程安排在二年级,分两学期学完,参考学时数见学时分配建议表,其中,选用模块的课时与教材中的内容以“*”标记,各校可根据自己的实际情况制定教学方案。

学时分配建议表

序号	课 程 内 容		学 时 数			
			合计	讲授	实践	机动
1	电路基础	电路分析的基础知识	16	12	4	
		交流电路	22	18	4	
		三相交流电路	6	6		
2	电动机与变压器	变压器	6+4*	4+4*	2	
		异步电动机	10	8	2	
		直流电动机	6	4	2	
		步进电动机	2	2		
		同步电动机、直线电动机	2*	2*		
		伺服电动机	2*	2*		

(续)

序号	课 程 内 容		学 时 数			
			合计	讲授	实践	机动
3	模拟电子技术	常用半导体元件	8	6	2	
		基本放大电路	12	8	4	
		运算放大器及其应用	8	6	2	
		直流电源	4	4		
4	数字电子技术	数字电路基本知识	10	8	2	
		组合逻辑电路	8	6	2	
		时序逻辑电路	10	8	2	
		波形产生及变换电路	6	4	2	
5	电力电子技术	可控整流电路	10	8	2	
		交流调压	6	4	2	
		自关断器件及应用	4 + 4 *	2 + 4 *	2	
机 动			14			14
合 计			168 + 12 *	118 + 12 *	36	14

本书由西安仪表工业学校申凤琴任主编，同时编写第一、十四、十五、十六章；西安仪表工业学校田培成任副主编，同时编写第十、十一、十二、十三章；西安仪表工业学校张世忠编写第二、三章，杨宏编写第四、五章；石家庄职业技术教育中心温凤燕编写第六、七、八、九章。全书由申凤琴统稿。

本教材经全国中等职业教育教材审定委员会审定，由罗圣国任责任主审，杨志坚、陈力审稿。他们以严谨的科学态度和高度负责的精神，认真审阅了书稿，提出了许多宝贵的意见，在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中，得到了西安仪表工业学校领导的大力支持，在此向他们表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限，书中难免存在错误与疏漏，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明

第2版前言

第1版前言

上 篇

第一章 电路的基础知识	1
第一节 电路的组成及主要物理量	1
第二节 电路的基本元件	5
第三节 基尔霍夫定律及应用	13
第四节 简单电阻电路的分析方法	16
【实训一】 直流电路综合训练	22
【边讲边练一】 万用表的使用	24
本章小结	27
思考题与习题	29
第二章 正弦交流电路	33
第一节 正弦量	33
第二节 交流电的有效值	36
第三节 正弦量的相量表示法	37
第四节 电阻元件的交流电路	41
第五节 电感元件的交流电路	44
第六节 电容元件的交流电路	46
第七节 相量形式的基尔霍夫定律	49
第八节 RLC 串联电路的相量分析	50
【实训二】 交流电量的测量	56
【边讲边练二】 功率因数的提高	58
本章小结	60
思考题与习题	61
第三章 三相交流电路	64
第一节 对称三相正弦量	64
第二节 三相电源和负载的连接	65
第三节 对称三相电路的计算	69
第四节 对称三相电路的功率	71
【实训三】 三相电路的连接和测量	72
【边讲边练三】 中性线的作用	74
本章小结	75
思考题与习题	76

第四章 磁路与变压器	78
第一节 磁路的基本知识	78
第二节 单相变压器	81
第三节 三相变压器	84
第四节 自耦变压器	86
【实训四】 单相变压器同名端的测试	87
【边讲边练四】 变压器绝缘电阻和电 压比的测试	88
本章小结	91
思考题与习题	91
第五章 电动机	93
第一节 三相异步电动机	93
第二节 单相异步电动机	104
第三节 直流电动机	106
【实训五】 三相笼型异步电动机的起动 与反转	109
【边讲边练五】 认识步进电动机	111
【边讲边练六】 认识直流伺服电动机	114
本章小结	116
思考题与习题	117

下 篇

第六章 常用半导体元件及应用	119
第一节 半导体二极管及应用	119
第二节 半导体晶体管及应用	125
第三节 场效应晶体管及应用	135
【实训六】 单管共射放大电路	138
【边讲边练七】 直流稳压电源	140
本章小结	143
思考题与习题	144
第七章 运算放大器及应用	146
第一节 集成运算放大器	146
第二节 负反馈放大器	151

第三节 运算放大器的应用	157	第十章 半控型电力电子器件及应用 ...	221
【实训七】 运算放大器的线性应用	160	第一节 晶闸管	221
【边讲边练八】 RC 正弦波振荡器	162	第二节 单相可控整流电路	225
本章小结	165	第三节 单结晶体管触发电路	228
思考题与习题	166	第四节 三相可控整流电路	231
第八章 组合逻辑电路	167	第五节 双向晶闸管及应用	237
第一节 数字电路基础	167	【实训十】 单相半控桥可控整流电路	241
第二节 门电路	173	【边讲边练十一】 双向晶闸管的应用	242
第三节 集成组合逻辑电路简介	179	本章小结	244
【实训八】 集成门电路	190	思考题与习题	245
【边讲边练九】 组合逻辑电路的设计与实现	192	第十一章 全控型电力电子器件及应用	247
本章小结	195	第一节 全控型电力电子器件	247
思考题与习题	195	第二节 变频器的基本概念	249
第九章 时序逻辑电路	198	第三节 脉宽调制型变频器	252
第一节 触发器	198	第四节 直流斩波	255
第二节 计数器	204	本章小结	258
第三节 寄存器	210	思考题与习题	258
【实训九】 计数器的应用	212	部分思考题与习题答案	260
【边讲边练十】 555 时基电路的应用	215	参考文献	265
本章小结	218		
思考题与习题	218		

上篇

第一章 电路的基础知识

【学习目标】

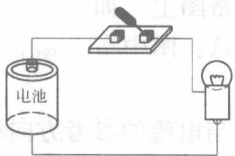
- (1) 掌握电压、电流的参考方向，功率的计算方法。
- (2) 理解电阻元件、电容元件、电感元件及其伏安特性。
- (3) 了解电压源、电流源的概念及其伏安特性。
- (4) 理解等效的概念，掌握电阻的串、并联及简单的混联电路。
- (5) 理解基尔霍夫定律，并会应用支路电流法计算简单电路。
- (6) 理解戴维南定律，了解叠加定律。

第一节 电路的组成及主要物理量

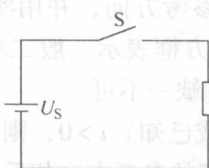
一、电路的组成

电路是各种电气元器件按一定的方式连接起来的总体。在人们的日常生活和生产实践中，电路无处不在。从电视机、电冰箱、计算机到自动化生产线，都体现着电路的存在。

最简单的电路实例是如图 1-1a 所示的手电筒电路，用导线将电池、开关、白炽灯连接起来，为电流流通提供路径。电路一般由三部分组成：一是提供电能的部分，称为电源；二是消耗或转换电能的部分，称为负载；三是连接及控制电源和负载的部分如导线、开关等，称为中间环节。



a)



b)

图 1-1 简单电路实例及其电路模型

a) 实物图 b) 电路图

为了便于对电路进行分析和计算，我们常把实际元件加以近似化、理想化，在一定条件下忽略其次要性质，用足以表征其主要特征的“模型”来表示，即用理想元件来表示。例如，“电阻元件”就是电阻器、电烙铁、电炉等实际电路元器件的理想元件。因为在低频电

路中，这些实际元器件所表现的主要特征是把电能转化为热能，用“电阻元件”这样一个理想元件能够反映出这些实际元器件消耗电能的特征。同样，在一定条件下，“电感元件”是线圈的理想元件，“电容元件”是电容器的理想元件。

由理想元件构成的电路，称为实际电路的“电路模型”。图 1-1b 所示是图 1-1a 所示实际电路的电路模型。

二、电路的主要物理量

1. 电流及其参考方向

电流是电路中既有大小又有方向的基本物理量，其定义为在单位时间内通过导体横截面的电荷量。

电流主要分为两类：一类为大小和方向均不随时间变化的电流，叫做恒定电流，简称直流（简写 DC），用大写字母 I 表示；另一类为大小和方向均随时间变化的电流叫做变化电流，用小写字母 i 或 $i(t)$ 表示，其中一个周期内电流的平均值为零的变动电流叫做交变电流，简称交流（简写 AC），也用 i 表示。

几种常见的电流波形如图 1-2 所示，图 1-2a 所示为直流，图 1-2b、c 所示为交流。

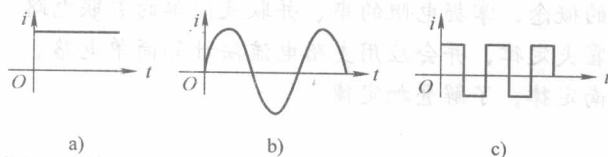


图 1-2 几种常见的电流波形

a) 直流电流 b) 正弦电流 c) 方波电流

电流的单位为安培 (A)，常用单位还有千安 (kA)、毫安 (mA) 和微安 (μA)。它们之间的换算关系如下：

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

电流的实际方向规定为正电荷运动的方向。

在分析电路时，由于对复杂电路无法确定电流的实际方向，或电流的实际方向在不断的变化，所以我们引入了“参考方向”的概念。

参考方向是一个假想的电流方向。在分析电路前，须先任意规定未知电流的参考方向，并用实线箭头标于电路图上，如图 1-3 所示，图中方框表示一般二端元件。特别注意：图中实线箭头和电流符号 i 缺一不可。

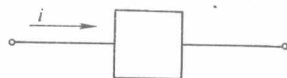


图 1-3 电流的参考方向

若计算结果（或已知） $i > 0$ ，则电流的实际方向与电流的参考方向相同；若 $i < 0$ ，则电流的实际方向与电流的参考方向相反。这样，我们就可以在选定的参考方向下，根据电流的正负来确定出某一时刻电流的实际方向。

2. 电压及其参考方向

(1) 电压 电压是电路中既有大小又有方向（极性）的基本物理量。直流电压用大写字母 U 表示，交流电压用小写字母 u 表示。

对直流电路，A、B 两点之间的电压记为 U_{AB} ，A 点为参考高电位，B 点为参考低电位。

电压的单位为伏特 (V)，常用单位还有千伏 (kV) 和毫伏 (mV)。它们之间的换算关

系如下：

$$1\text{kV} = 10^3\text{V} \quad 1\text{mV} = 10^{-3}\text{V}$$

(2) 电位 在电路中任选一点为电位参考点，则某点到参考点的电压就叫做这一点（相对于参考点）的电位。如 A 点的电位记作 V_A ，当选择 O 点为参考点时，有

$$V_A = U_{AO} \quad (1-1)$$

电压是针对电路中某两点而言的，与路径无关。所以有

$$U_{AB} = U_{AO} - U_{BO} = V_A - V_B \quad (1-2)$$

这样，A、B 两点间的电压，就等于该两点电位之差。所以，电压又叫电位差。引入电位的概念之后，电压的实际方向是由高电位点指向低电位点。

在分析电路时，也须对未知电压任意规定电压“参考方向”，其标注方法如图 1-4 所示。其中，图 1-4b 所示的标注方法，即参考极性标注法中，“+”号表示参考高电位端（正极），“-”号表示参考低电位端（负极）；图 1-4c 所示的标注方法中，参考方向是由 A 点指向 B 点。

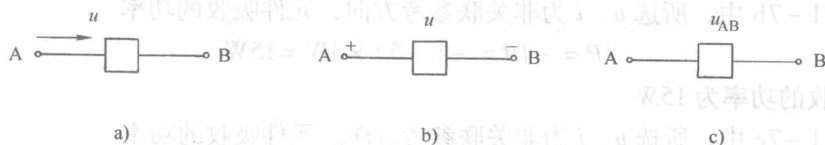


图 1-4 电压“参考方向”的几种标注方法

选定参考方向后，才能对电路进行分析计算。当 $u > 0$ 时，该电压的实际极性与参考极性相同，当 $u < 0$ 时，该电压的实际极性与参考极性相反。

例 1-1 在如图 1-5 所示的电路中，方框泛指电路中的一般元件，试分别指出图中各电压的实际极性。

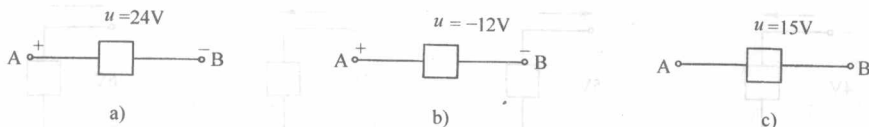


图 1-5 例 1-1 图

解 各电压的实际极性为

(1) 图 1-5a 中，A 点为高电位，因 $u = 24\text{V} > 0$ ，实际极性与参考极性相同。

(2) 图 1-5b 中，B 点为高电位，因 $u = -12\text{V} < 0$ ，实际极性与参考极性相反。

(3) 图 1-5c 中，不能确定，虽然 $u = 15\text{V} > 0$ ，但图中没有标出参考极性。

当流过元件的电流参考方向是从电压的参考高电位指向参考低电位时，称为关联参考方向，反之称为非关联参考方向，如图 1-6 所示。



图 1-6 关联与非关联参考方向

a) 关联参考方向 b) 非关联参考方向

3. 电功率

在电路中，电功率是具有大小和正负值的物理量，简称功率。它反映了电流通过电路时所传输或转换电能的速率。功率的单位是瓦

特 (W)。常用单位还有千瓦 (kW) 和毫瓦 (mW)。它们之间的换算关系如下:

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

在 u 、 i 关联参考方向下, 元件上吸收的功率为

$$p = ui \quad (1-3)$$

在 u 、 i 非关联参考方向下, 元件上吸收的功率为

$$p = -ui \quad (1-4)$$

不论 u 、 i 是否是关联参考方向, 若 $p > 0$, 则该元件吸收 (或消耗) 功率; 若 $p < 0$, 则该元件产生 (或供给) 功率。

以上有关元件功率的讨论同样适用于一段电路。

例 1-2 试求如图 1-7 所示电路中元件吸收的功率。

解 (1) 图 1-7a 中, 所选 u 、 i 为关联参考方向, 元件吸收的功率

$$P = UI = 4 \times (-3)\text{W} = -12\text{W}$$

此时元件吸收功率 -12W , 即发出的功率为 12W 。

(2) 图 1-7b 中, 所选 u 、 i 为非关联参考方向, 元件吸收的功率

$$P = -UI = -(-5) \times 3\text{W} = 15\text{W}$$

此时元件吸收的功率为 15W 。

(3) 图 1-7c 中, 所选 u 、 i 为非关联参考方向, 元件吸收的功率

$$P = -UI = -4 \times 2\text{W} = -8\text{W}$$

此时元件发出的功率为 8W 。

(4) 图 1-7d 中, 所选 u 、 i 为关联参考方向, 元件吸收的功率

$$P = UI = (-6) \times (-5)\text{W} = 30\text{W}$$

此时元件吸收的功率为 30W 。

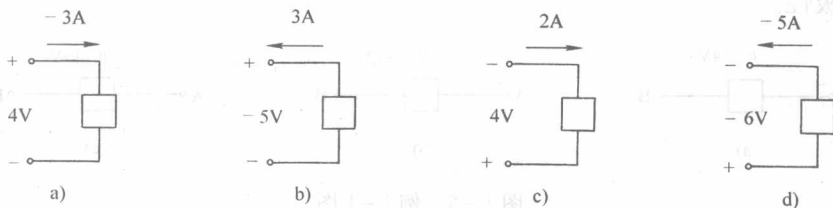


图 1-7 例 1-2 图

以上所涉及的电压、电流和功率的单位都是国际单位制 (SI) 的主单位, 在实际应用中, 还有辅助单位。辅助单位的部分常用词头见表 1-1。

表 1-1 部分常用的 SI 词头

词头名称		符号	因数
中文	英文		
皮	pico	p	10^{-12}
微	micro	μ	10^{-6}
毫	milli	m	10^{-3}
千	kilo	k	10^3
兆	mega	M	10^6

由表 1-1 可知, $p = 10^{-12}$, $m = 10^{-3}$, $M = 10^6$ 等。实际应用中, 要注意单位的正确换算。例如, $5\text{mA} = 5 \times 10^{-3}\text{A}$, $8\text{MW} = 8 \times 10^6\text{W}$ 。

各种电气设备都有铭牌参数, 包括有额定电压、额定电流、额定功率等。超过额定电压有可能使绝缘损坏, 电压过低时功率不足 (如照明设备的亮度变暗), 超过额定功率或额定电流时, 会引起设备过热而损坏。参照铭牌参数, 选择合适的工作环境。

第二节 电路的基本元件

本节主要讨论电阻元件、电感元件、电容元件、电压源和电流源等电路基本元件, 这些元件有个共同特征, 即只有两个端钮和外电路连接, 这种元件统称为二端元件。

一、电阻元件

1. 电阻和电阻元件

电荷在电场力作用下做定向运动时, 通常要受到阻碍作用, 物体对电流的阻碍作用, 称为该物体的电阻, 用符号 R 表示。电阻的单位是欧姆 (Ω)。常用单位还有千欧 ($\text{k}\Omega$) 和兆欧 ($\text{M}\Omega$)。

电阻元件是对电流呈现阻碍作用的耗能元件的总称, 如电炉、白炽灯、电阻器等。

2. 电导

电阻的倒数称为电导, 是表征材料导电能力的一个参数, 用符号 G 表示。

$$G = 1/R \quad (1-5)$$

电导的单位是西门子 (S), 简称西。

3. 电阻元件上电压、电流关系

1827 年德国科学家欧姆总结出: 施加于电阻元件上的电压与通过它的电流成正比。如图 1-8 所示电路, u 、 i 为关联参考方向, 其伏安特性为

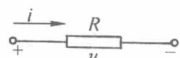


图 1-8 电阻元件的图形符号及电压电流参考方向

$$u = Ri \quad (1-6)$$

u 、 i 为非关联参考方向时,

$$u = -Ri \quad (1-7)$$

4. 线性电阻和非线性电阻

在任何时刻, 两端电压与其电流的关系都服从欧姆定律的电阻元件叫做线性电阻元件。线性电阻元件的伏安特性曲线是一条通过坐标原点的直线 (R 是常数), 如图 1-9 所示。线性电阻的大小与导体的截面、长度及导体的电导率有关, 而与其通过的电流和两端的电压无关。

非线性电阻元件的伏安特性是一条曲线, 图 1-10 所示为二极管的伏安特性曲线。

本书只介绍线性元件及只含有线性元件的电路。为了方便, 常将线性电阻元件简称为电阻, 这样, “电阻”一词既代表电阻元件, 也代表电阻参数。

对于接在电路 a 、 b 两端的电阻 R 而言, 当 $R = 0$ 时, 称 a 、 b 两点短路; 当 $R \rightarrow \infty$ 时, 称 a 、 b 两点开路。

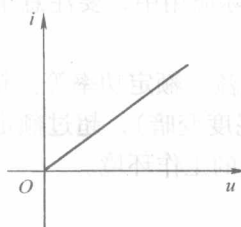


图 1-9 线性电阻元件的伏安特性曲线

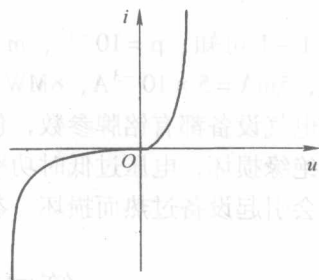


图 1-10 二极管的伏安特性曲线

5. 电阻元件上的功率

若 u 、 i 为关联参考方向，则电阻 R 上消耗的功率为

$$p = ui = (Ri)i = Ri^2 \quad (1-8)$$

若 u 、 i 为非关联参考方向，则电阻 R 上消耗的功率为

$$p = -ui = -(-Ri)i = Ri^2$$

可见， $p \geq 0$ ，说明电阻总是消耗（吸收）功率，而与其上的电流、电压极性无关。

例 1-3 图 1-8 所示电路中，已知电阻 R 吸收功率为 3W ， $i = -1\text{A}$ 。求电压 u 及电阻 R 的值。

解 由于 u 、 i 为关联参考方向，由式 (1-8) 得

$$p = ui = u(-1)\text{A} = 3\text{W}$$

$$u = -3\text{V}$$

所以， u 的实际方向与参考方向相反

因 $p = Ri^2$ ，故

$$R = \frac{p}{i^2} = 3\Omega$$

6. 电阻器的使用

电阻器的种类很多，按外形结构可分为固定式和可变式两大类，如图 1-11 所示；按制

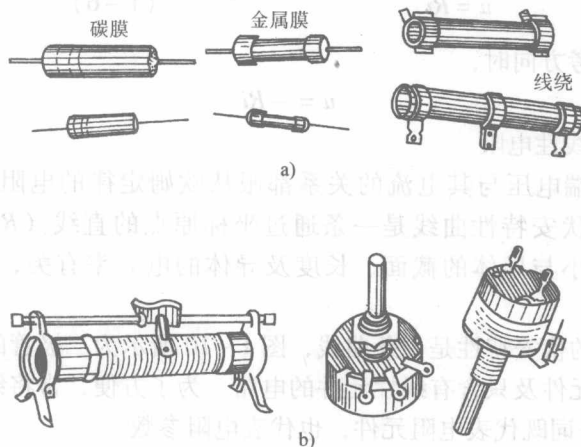


图 1-11 电阻器

a) 固定式电阻 b) 可变式电阻

造材料可分为膜式（碳膜、金属膜等）和线绕式两类，膜式电阻的阻值范围大，功率一般为几瓦，金属线绕式电阻器正好与其相反，功率较小。

电阻器的主要参数有标称阻值、额定功率和允许误差。

标称阻值和允许误差一般直接标在电阻体上，体积小的电阻则用色环标注。

电阻器的色环通常有五道，其中四道相距较近的为阻值环，距前四道环较远的那道环为误差环，如图 1-12 所示。

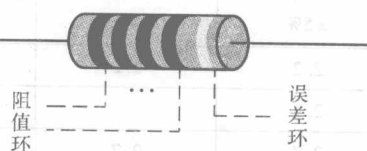


图 1-12 色环电阻示意图

色环颜色对应的数码见表 1-2，误差环对应值见表 1-3。

表 1-2 色环颜色对应的数码

颜色	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白	黑
数码	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

表 1-3 误差环颜色对应的误差

颜色	金	银	无色
误差	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$

对五环电阻，第一、二、三道环各代表一位数字，第四道环则代表零的个数（金色， $\times 0.1$ ；银色， $\times 0.01$ ）。

若是四环电阻，则前两环的含义同五环电阻的前三环的含义，后两环的含义同五环电阻的后两环的含义。例如某四环电阻，前三道环的颜色分别为黄紫橙，则此电阻为 47000Ω 。

电阻器的阻值及精度等级一般用文字或数字印在电阻器上，也可由色点或色环表示。对不表明等级的电阻器，一般为 $\pm 20\%$ 的偏差。

常用阻容元件的标称值见表 1-4。表中所列标称值可直接选取或表列数值乘以 10^n ，其中 n 为正整数或负整数。例如，表 1-4 第一列中的数值 1.1 可以是 1.1Ω ，也可以是 $1.1 \times 10^3\Omega = 1.1\text{k}\Omega$ 。

表 1-4 常用阻容元件的标称值

E24	E12	E6	E24	E12	E6
允许误差 $\pm 5\%$	允许误差 $\pm 10\%$	允许误差 $\pm 20\%$	允许误差 $\pm 5\%$	允许误差 $\pm 10\%$	允许误差 $\pm 20\%$
1.0	1.0	1.0	3.3	3.3	3.3
1.1			3.6		
1.2	1.2		3.9	3.9	
1.3			4.3		
1.5	1.5	1.5	4.7	4.7	4.7
1.6			5.1		
1.8	1.8		5.6	5.6	
2.0			6.2		

(续)

E24	E12	E6	E24	E12	E6
允许误差 ±5%	允许误差 ±10%	允许误差 ±20%	允许误差 ±5%	允许误差 ±10%	允许误差 ±20%
2.2	2.2	2.2	6.8	6.8	6.8
2.4			7.5		
2.7	2.7		8.2	8.2	
3.0			9.1		

电阻在实际使用时应注意两点：①电阻值应选表 1-4 所列的系列值；②消耗在电阻上的功率应小于所选电阻的额定功率（或标称功率）。

所谓额定功率是指电阻器在一定环境温度下，长期连续工作而不改变其性能的允许功率，如 1/4W、1/8W 等。

电阻器在电路中的作用：①限制电流；②分压、分流；③能量转换。

二、电容元件

1. 电容器

电容器是由两个导体中间隔以介质（绝缘物质）构成。两导体称为电容器的极板。电容器加上电源后，极板上分别聚集起等量异号的电荷。带正电荷的极板称为正极板，带负电荷的极板称为负极板。此时在介质中建立了电场，并储存了电场能量。当电源断开后，电荷在一段时间内仍聚集在极板上。所以，电容器是一种能够储存电场能量的元件。

常见电容器的类型如图 1-13 所示。其中，电解电容有“+、-”极性，在实物上和图形符号上都有标注。

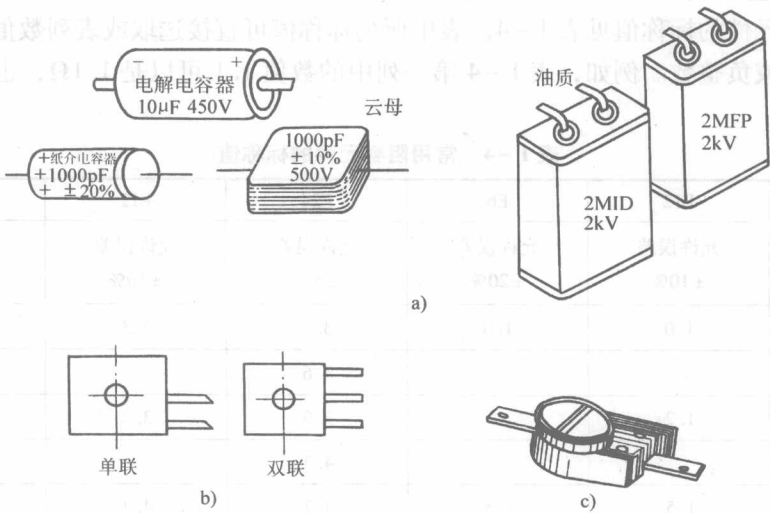


图 1-13 电容器
a) 固定电容 b) 可调电容 c) 微调电容

2. 电容元件和电容