

电路基础

主编 周玲 龙剑



中南大学出版社

高职高专电子类规划教材
精品课程建设教材

电 路 基 础

主 编 周 玲 龙 剑
副主编 李加升 孔克文 龙 剑 屈学杲
戴焰明 郭稳涛
编 委 (按姓氏笔画排序)
万少华 龙伟民 李加升 刘国华
周 玲 屈学杲 曾树华 戴焰明
彭铁牛 谭立新
主 审 赵承荻



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

电路基础/周玲,龙剑编. —长沙:中南大学出版社,2007.7

ISBN 978-7-81105-542-9

I. 电... II. ①周...②龙... III. 电路理论 IV. TM13

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第107868号

电路基础(第2版)

主编 周玲 龙剑

☐责任编辑 陈应征

☐责任印制 易红卫

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-8876770

传真:0731-8710482

☐印 装 长沙市宏发印刷有限公司

☐开 本 787×1092 1/16 ☐印张 15.5 ☐字数 396千字

☐版 次 2016年6月第2版 ☐印次 2016年6月第1次印刷

☐书 号 ISBN 978-7-81105-542-9

☐定 价 27.00元

图书出现印装问题,请与经销商调换

高职高专电子类 规划教材 精品课程 建设教材编委会

学术顾问: 姚和芳

总 主 编: 杨利军

编 委: (按姓氏笔画排序)

王红雨	邓木生	尹立贤	尹耕钦	龙 剑
龙安国	李加升	李伟尧	李合军	朱国军
刘湘国	刘晓魁	刘悦音	汤光华	吴再华
沈治国	陈应华	陈 惠	陈寿才	应夏晖
周志光	周少华	周 玲	胡良君	洪志刚
陶炎焱	高俊辉	黄新民	黄会雄	庾朝永
蒋本立	董学义	黎晓明	魏振西	

内容提要

本书是高职高专电子类十一五规划建设教材，依据教育部最新制定的《高职高专教育电工技术基础课程教学基本要求》编写而成。

本书主要内容有：电路的基本概念和基本定律、直流电阻性电路的分析、正弦交流电路、三相正弦电路、互感耦合电路、谐振电路、非正弦周期电流电路、线性动态电路分析、二端口网络、磁路与铁心线圈电路。还配有十个实验、精选的例题和复习思考题。

本书可作为职业院校电气自动化、电气技术、供电和用电、电机电器、机电技术应用、电子技术应用等相关专业的教学用书，也可供其他各类职业学校、技工学校的相关专业及人员教学与培训用书，亦可供教学人员，技术管理人员自学与参考。

总 序

为落实《国务院关于大力发展职业教育的决定》的精神，教育部、财政部决定在十一五期间实施国家示范性高等职业教育院校建设计划，并重点建设 100 所高职院校，通过深化改革，促进高等职业教育与经济社会发展紧密结合，加强内涵建设，提高教育质量，增强服务经济社会的能力，提升我国高等职业教育的整体水平。示范院校建设，专业建设是核心。其中三项重点工作之一是：“课程体系和教学内容改革，按照高技能人才培养的特点和规律，参照职业岗位要求，改革课程体系和教学内容，每个专业建设 3~5 门工学结合的优质核心课程和配套教材。”在十一五期间，“国家将启动 1000 门工学结合的精品课程，带动学校和地方加强课程建设。加强教材建设，重点建设好 3000 种左右国家规划教材，与行业企业共同开发紧密结合生产实际的实训教材，并确保优质教材进课堂”。

为了落实教育部、财政部有关要求，适应电子类高等职业教育教学改革与发展的形势，在湖南省教育厅职成处和湖南省教育科学研究院的支持、指导和帮助下，湖南省高等职业教育电子类专业教学研究会和中南大学出版社进行了广泛的调研，探索出版符合高职教育教学模式、教学方式、教学改革的新教材的路子。他们组织全国 30 多所高职院校的院系领导及骨干教师召开了多次教材建设研讨会，充分交流了教学改革、课程设置、教材建设的经验，把教学研究与教材建设结合起来，并对电子类专业高职教材的编写指导思想、教材定位、特色、名称、内容、篇幅进行了充分的论证，统一了思想，明确了思路。在此基础上，由湖南省高等职业教育电子类专业教学研究会牵头，成立了“湖南省电子类规划教材建设教材编委会”，组织编写出版高等职业教育电子类专业系列教材。编委会成员是由业内权威教授、专家、高级工程技术人员组成，该系列教材的作者都是具有丰富的教学经验、较高学术水平和实践经验的教授、专家及骨干教师、双师型教师。编委会通过推荐、招标、遴选确定了每本书的主编，并对每本书的编写大纲、内容进行了认真审定，还聘请了知名教授、专家担任教材主审，确保教材的高质量、权威性和专业性。

根据高职教育应用型人才培养目标的要求，这套教材既具有高等教育的知识内涵，又具有职业教育的职业能力内涵，主要体现了以下特点：

（1）以培养综合素质为基础，以提高能力为本位

本套教材把提高学生能力训练放在突出的位置，符合教育部电子类专业教学基本要求和人才培养目标，注重创新能力和综合素质培养，做到理论与实践的相结合。教材的编写注重技能性、实用性，加强实验、实训、实习等实践环节，力求把学生培养成为电子行业一线迫切需要的应用型人才。

（2）以社会需求为基本依据，以就业为导向

适应社会需求是职业教育生存和发展的前提，也是职业教育课程设置的基本出发点。本套教材以电子企业的工作需求为依据，探索和建立根据企业用人“订单”进行教育与培训的机制，明确职业岗位对核心技能和一般专业能力的要求，重点培养学生的技术运用能力和岗位工作能力。以真实的项目或任务为载体设计专业课教学内容，使教学内容既具针对性，又具适应性，充分体现工学结合，使学生具有较强的就业岗位适应能力。

（3）反映电子领域的新知识、新技术、新材料、新工艺、新设备、新方法

本套教材充分反映了电子行业内最新发展趋势和最新研究成果，体现了应用电子领域的新知识、新技术、新工艺、新方法。

（4）贯彻学历教育与职业资格证书、技能证考试相结合的精神

本套教材把职业资格证书、技能证考证的知识点与教材内容相结合，将实践教学体系与国家职业技能鉴定标准相结合，把电子制图(Protel)等工种技能考证的基本内容融入教材体系中，并安排了相应的考证训练题及考证模拟题，使学生在获得学分的同时，也能通过职业资格证书考试。

（5）教材内容精练

本套教材以工程实践中“会用、管用”为目标，理论以“必需、够用”为度，对传统教材内容进行了精选、整合、优化，能更好地适应高职教改的需要。由于做了统一规划，相关教材之间内容安排合理，基础课与专业课有机衔接，全套教材具有系统性、科学性。

（6）教材体系立体化

为了方便老师教学和学生自主学习，本套教材提供了电子课件、电子教案、教学指导、学习指导、实训指导、题库、案例素材等教学资源支持服务平台。

教材的生命力在于质量，提高质量是永恒的主题。教材编委会及出版社将根据高职教育改革发展的形势及电子类专业技术发展的趋势，不断对教材进行修订、完善，精益求精，使之更好地适应高等职业教育人才培养的需要。

杨利军

2007年7月于株洲

前 言

本书是高职高专电子类十三五规划建设教材，是依据教育部最新制定的《高职高专教育电工技术基础课程教学基本要求》编写而成。可作为职业院校电气自动化、电气技术、供电和用电、电机电器、机电技术应用、电子技术应用等相关专业的教学用书，也可供其他各类职业学校、技工学校的相关专业及人员教学与培训用书，亦可供教学人员，技术管理人员自学参考。

本书依据教学改革要求：注重素质教育，注重应用型人才能力的培养，把立足点放在工程技术应用上，课程内容应删繁就简、突出主线、突出重点，做到既为后续课程服务，又能强化工程技术应用能力的培养。

本书在结构、内容安排等方面，吸收了编者多年来在教学改革、教材建设等方面取得的经验，力求全面体现职业教育的特点，满足当前教学的需要。

本教材主要特点有：

1. 为适应现代电气电子强、弱电技术互相渗透、融合的发展趋势，以及培养知识面宽、适应性强的复合型人才的要求，本书采用强、弱电知识合一体系。
2. 体现时代特征，更新教材内容。本教材注意删去老化的知识点，尽量多介绍电气、电子技术领域的有关新知识和技术，使学生能学到新颖的、适用的知识，有利于培养学生创新精神。
3. 根据电路基础课程教学的特点，在内容选取上，重视基本概念、基本定律、基本分析方法的介绍，淡化复杂的理论分析，如对电路的暂态分析，采用三要素法，避免了微分方程的求解，降低了理论难度。全书内容层次清晰、循序渐进，力求使学生对基本理论能系统、深入地理解，为今后的学习奠定基础。同时注重分析问题、解决问题能力的培养。
4. 体现职教特色，重视实际应用。注重将理论讲授与实践训练相结合，全书共安排了十个实验实训课题，尽量给学生创造动手训练的空间，以缩短了理论教学与实践教学之间的距离，加强了内在联系，使衔接呼应更合理、强化了知识性和实践性的统一。完成对学生工程素质和动手能力的培养。
5. 本书力求文字深入浅出，通俗易懂，版面设计图文并茂。

本书总教学时数(含理论课教学及技能训练课时数)为 90~110 学时，具体建议课时分配方案如表所示。

章	内 容	学 时 数			
		合计	讲授	实验实训	机动
1	电路的基本概念与基本定律	10(8)	6(6)	4(2)	
2	直流电阻性电路的分析	16(14)	12(10)	4(4)	
3	正弦交流电路	18(16)	14(14)	4(2)	

续表

章	内 容	学 时 数			
		合计	讲授	实验实训	机动
4	三相正弦电路	10(8)	8(6)	2	
5	互感耦合电路	8(6)	6(4)	2(2)	
6	谐振电路	6(6)	4(4)	2(2)	
7	非正弦周期电流电路	6(6)	6(6)		
8	线性动态电路分析	12(8)	10(6)	2(2)	
9	二端口网络	8(6)	8(6)		
10	磁路与铁心线圈电路	10(8)	10(8)		
	机动	6(4)			
	总计	110(90)	84(70)	20(16)	6(4)

本书在 2007 年第一版的基础上修订而成,增加了部分例题更便于教学。本书由广州市轻工技师学院周玲、湖南高速铁路职业技术学院龙剑担任主编,由广州市轻工技师学院樊伟平、湖南化工职业技术学院肖洪流担任副主编,其中第 1 章和实验一、二由肖洪流编写,第 2 章和实验三、四由樊伟平编写,第 3 章和实验五、六由广州市轻工技师学院李涛编写,第 4 章和实验七由湖南高速铁路职业技术学院龙剑编写,第 5 章和实验十由湖南高速铁路职业技术学院上官剑编写,第 6 章和实验八由广州市轻工技师学院肖正编写,第 7 章由广州市轻工技师学院林妙贞编写,第 8 章由湖南高速铁路职业技术学院胡建平编写,实验九由湖南科技职业技术学院高见芳编写,第 9 章由周玲编写,第 10 章由株洲职业技术学院彭铁牛编写。全书理论部分由周玲统稿,实验部分由龙剑统稿。

本教材由广州市轻工技师学院苏国辉主审,他认真仔细地审阅了全书,并提出了许多宝贵意见,在此表示诚挚谢意。

由于编者水平有限,书中缺点、疏漏及其他不足之处恳请使用本书的教师、读者批评指正。

编 者
2016 年 3 月

目 录

第 1 章 电路的基本概念和基本定律	(1)
1.1 电路和电路模型	(1)
1.2 电路的基本物理量	(3)
1.3 电阻元件	(7)
1.4 欧姆定律	(10)
1.5 电路的工作状态	(11)
1.6 电路中的电位分析	(12)
1.7 电源元件	(14)
本章小结	(18)
复习思考题	(20)
第 2 章 直流电阻性电路的分析	(22)
2.1 电阻的串联、并联和混联电路	(22)
2.2 电阻的星形、三角形联结及其等效变换	(26)
2.3 电源的连接及两种实际电源模型的等效变换	(28)
2.4 基尔霍夫定律	(31)
2.5 支路电流法	(34)
2.6 网孔电流法	(35)
2.7 节点电位法	(38)
2.8 叠加定理	(40)
2.9 戴维宁定理与诺顿定理	(42)
2.10 最大功率传输定理	(45)
本章小结	(47)
复习思考题	(48)
第 3 章 正弦交流电路	(53)
3.1 正弦量的基本概念	(53)
3.2 正弦量的相量表示法	(57)
3.3 电容元件和电感元件	(60)
3.4 三种元件伏安特性的相量形式	(63)
3.5 基尔霍夫定律的相量形式	(68)
3.6 RLC 串联的交流电路	(69)
3.7 RLC 并联电路	(71)

3.8	用相量法分析正弦交流电路	(74)
3.9	正弦交流电路中的功率	(77)
3.10	正弦交流电路中的最大功率	(79)
	本章小结	(81)
	复习思考题	(83)
第4章	三相交流电路	(88)
4.1	三相交流电源	(88)
4.2	三相负载的连接	(91)
4.3	对称三相电路的计算	(93)
4.4	不对称三相电路的分析	(96)
4.5	三相电路的功率	(98)
	本章小结	(102)
	复习思考题	(102)
第5章	互感耦合电路	(104)
5.1	互感	(104)
5.2	互感线圈的串联、并联	(109)
5.3	空心变压器电路的分析	(115)
	本章小结	(118)
	复习思考题	(118)
第6章	谐振电路	(121)
6.1	串联谐振电路	(121)
6.2	并联谐振电路	(125)
6.3	谐振电路的应用与防护	(128)
	本章小结	(129)
	复习思考题	(130)
第7章	非正弦周期电流电路	(131)
7.1	非正弦周期量	(131)
7.2	非正弦周期信号的谐波分析	(132)
7.3	非正弦周期波的有效值、平均值和功率	(138)
7.4	非正弦周期电压作用下的线性电路	(142)
7.5	滤波器	(144)
	本章小结	(148)
	复习思考题	(149)
第8章	线性动态电路分析	(152)
8.1	换路定律	(153)

8.2 电路初始值与稳态值的计算	(154)
8.3 动态电路的电路方程	(157)
8.4 直流一阶电路的响应及三要素法	(158)
8.5 正弦交流一阶电路的响应及三要素法	(163)
8.6 一阶电路全响应的两种分解	(164)
8.7 RC 微分电路与 RC 积分电路	(166)
* 8.8 RLC 串联电路的零输入响应	(168)
本章小结	(171)
复习思考题	(173)
第 9 章 二端口网络	(175)
9.1 二端口网络的概念	(175)
9.2 二端口网络的参数方程	(176)
9.3 二端口网络的等效电路	(182)
9.4 二端口网络的阻抗和传输函数	(183)
本章小结	(187)
复习思考题	(188)
第 10 章 磁路与铁心线圈电路	(191)
10.1 磁场的基本物理量和基本定律	(191)
10.2 铁磁物质的磁化	(194)
10.3 磁路与磁路定律	(197)
10.4 交流铁心线圈	(201)
10.5 电磁铁	(203)
本章小结	(204)
复习思考题	(205)
实验一 常用仪器的使用	(207)
实验二 元件伏安特性的测试	(211)
实验三 基尔霍夫定律及电位的测定	(214)
实验四 验证戴维宁定理与叠加定理	(217)
实验五 交流电路元件参数的测量	(220)
实验六 功率因数的提高	(223)
实验七 三相交流负载的接法及功率的测量	(225)
实验八 RLC 串联谐振电路的频率响应	(229)
实验九 RC 一阶电路的零输入响应和零状态响应	(231)
实验十 互感元件的研究	(235)
参考文献	(239)

第1章 电路的基本概念和基本定律

1.1 电路和电路模型

1.1.1 电路

1. 电路及其组成

发电厂发出的电能是通过输电线输送到各用户的，强大的电流从发电机出发，经过输电线流向各用电设备，再流回发电机，以构成闭合回路。电流所通过的路径称为电路或电网络。若电路中通过恒定电流，称直流电路，通过交变电流则称为交流电路。任何电路，不论简单还是复杂，都是由若干个实际的电器装置或电器元件，根据某些特定需要，按一定的方式组合起来的整体。图1-1-1是最简单的手电筒电路。它由三部分组成：

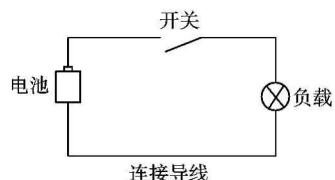


图 1-1-1 手电筒电路

电源：电路中电能的来源。它的作用是将其他形式的能量转换成电能(图中干电池将化学能转换为电能)。

负载：电路中各种用电装置，它的作用是将电源供给的电能转化为其他形式的能量(图中灯泡将电能转换成光能和热能)。

中间环节(导线、开关)：导线是连接电源和各负载传输电流的金属导线；开关是为节省电能所加的控制装置，需要照明时将开关闭合，不需要照明时将开关断开。电源、负载与中间环节是任何实际电路中都不不可缺少的三个组成部分。

2. 电路的作用

电路的结构形式是多种多样的，但就其作用而言，主要有以下两种。

第一种作用是实现电能的传输和转换，如图1-1-2手电筒电路，它是将电能经过导线的传输，使灯泡发光，实现能量转换。图1-1-2是一个较为复杂的电力系统电路示意图。它是将发电机发出的电能经过升压变压器、输电线、降压变压器传送到电动机、电灯或其他用电负载。

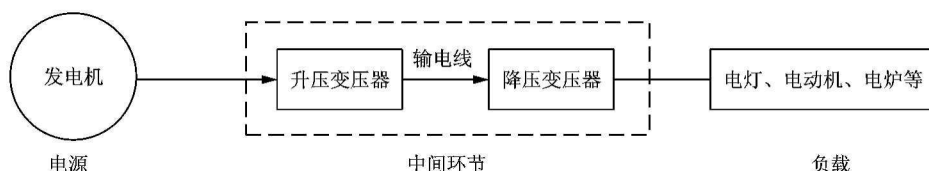


图 1-1-2 电力系统电路

电路中,还不断进行着能量转换,电动机将电能转换成机械能,电炉将电能转换成热能等,为人们的生产、生活所利用。

第二种作用是实现信号的变换和处理。如图 1-1-3 所示的收音机电路,

接收天线把载有语言、音乐、信息的电磁波接收后,经过调谐、检波、放大等电路变换或处理变成音频信号,驱动扬声器。

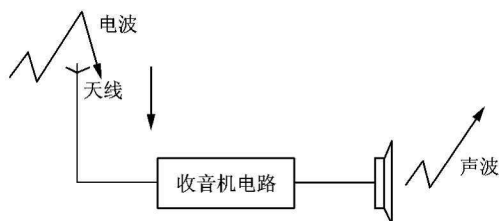


图 1-1-3 收音机电路

1.1.2 电路模型

为了便于分析和安装电路,我们必须画出电路图。若电路图只是表示出电器设备之间的连接关系,称为电路原理图。

在电路中,使用的各种电器又称为电路元件。实际电路中元件尽管外形和作用千差万别,种类繁多,但在电磁方面却有许多共同之处。在分析实际电路时,由理想元件组成的足以表征实际电路物理性质的电路称电路模型。电路模型具有以下特点:首先,每一种电路模型所能反映的物理性质可以用数学表达式精确地描述;其次,任一个实际器件中所发生的物理现象都可以用各种电路模型的适当组合来表示。如电阻器、白炽灯、电炉等。它们主要是消耗电能,这样可以用一个具有两个端子的理想电阻来反映其消耗电能的特征,其模型符号 R 如图 1-1-4(a) 所示。如各种电容器,在实际电路中主要是储存电场能,用一个理想的两端电容元件反映其储存电场能的特征,其电路模型符号 C 如图 1-1-4(b) 所示。各种实际电感元件,主要是存储磁场能,我们可以用一个两端的电感元件来反映其存储磁场能的特征,其模型符号 L 如图 1-1-4(c) 所示。

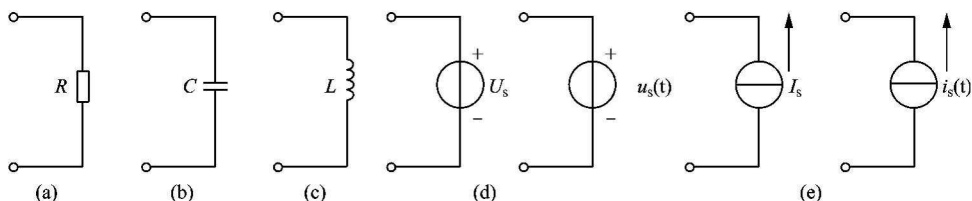


图 1-1-4 理想电阻、电容、电感、电流源、电压源模型

如发电机、电池等,在实际电路中主要是提供电能,我们可以用一个理想电压源,表示电压恒定 U_s 或是一个确定的时间函数 $u_s(t)$, 其内阻为零的独立电源元件。图形符号如图 1-1-4(d) 所示。也可以用理想电流源,表示电流恒定 I_s 或是一个确定的时间函数 $i_s(t)$, 其内阻为无穷大的独立电源元件,如图 1-1-4(e) 所示。

1.1.3 手电筒的电路模型

图 1-1-1 表示由于电池、开关、小灯泡组成的实际电路,而图 1-1-5 则表示对应的电路模型。图中连接导线是理想导体,它的内阻忽略不计,视为零。

应当指出的是,由于人们对实际电路的物理性质的侧重点不同,所以同一个实际电路可能会有不同的电路模型,本课程所研究的对象是电路模型,而不是实际电路,以后在叙述中将理想电路模型简称为电路,将理想元件简称为元件。

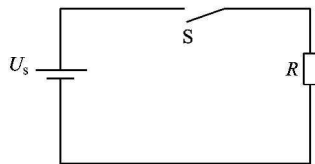


图 1-1-5 手电筒的电路模型

1.2 电路的基本物理量

在电路分析中,人们主要关注的基本物理量是电流、电压和功率等。所以,在分析讨论电路之前,首先建立并深刻理解和掌握这些物理量的相关基本概念是非常必要的。

1.2.1 电流

在电场力的作用下,电荷有规则地定向运动形成电流,一段金属导体内含有大量的带负电荷的自由电子,通常情况下,这些自由电子在其内部做无规则的热运动,并不形成电流,若在该段金属导体两端连接上电源,那么带负电荷的自由电子就要逆电场方向运动,于是该段金属导体中便形成了电流。

电流,虽然人们看不见它,但可以通过电流的各种效应(如磁效应、热效应)来感知它的客观存在,为了表示电流的强弱,我们引入电流强度这个物理量。电流强度简称电流,用 i 表示,它在数值上等于单位时间 dt 内通过导体某一截面 A 的电荷量 dq ,如图 1-2-1 所示。

电流表示为:

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

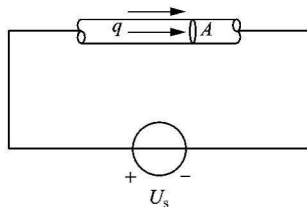


图 1-2-1 导体中的电流

式中: dq 为导体横截面在 dt 时间内通过的电荷量,国际单位制(SI)中,电荷量的单位为库仑(C),时间单位为秒(s),电流单位为安培,简称安(A),电力系统中嫌安培单位太小,有时取千安(kA)为电流单位,而仪器、仪表、电子电路中有时又嫌安培的单位太大,取毫安(mA)或微安(μA),它们之间的换算关系是:

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

电流不仅有大小,而且有方向。习惯上将正电荷移动的方向规定为电流实际方向。当电流的大小和方向不随时间变化时称为直流电流,简称直流(DC)。以后对不随时间变化的物理量,都用大写字母表示,即在直流时,式(1-1)应写为:

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

在直流电路中,某些支路电流的实际方向很容易判断,它是从电源正极流出,流向电源负极的。但在稍微复杂的电路里,往往就很难判断出某一元件或某一段电路上电流的实际方向,而对那些大小和方向都随时间变化的电流,要在电路中标出它的实际方向就更不方便了,为此,在分析计算电路时,我们引入“电流参考方向”这个概念。

在电路中，我们可以任意选定一个方向作为电流的参考方向，用箭头表示。如图 1-2-2 所示。

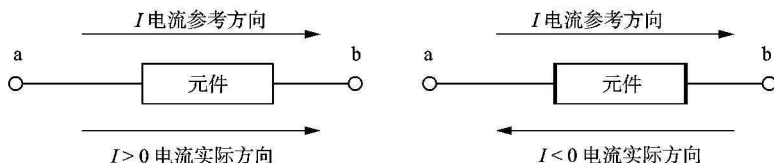


图 1-2-2 电流的参考方向与实际方向的关系

选定的参考方向是从 a 指向 b 的，该方向与实际方向不一定一致。这时，将电流用一个代数量表示，若 $I > 0$ ，则表明电流的实际方向与参考方向是一致的；若 $I < 0$ ，则表明电流的实际方向与参考方向不一致，故在选定的参考方向下，电流值的正、负就反映了它的实际方向。

1.2.2 电压

电场力把单位正电荷 q 从电场中 a 点移到 b 点所作的功 W_{ab} 称为 a、b 两点间的电压，用 U_{ab} 表示，即：

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

国际单位 SI 制中功的单位为焦耳(J)，电量的单位为库仑(C)，电压的单位为伏特(V)，1V 电压相当于移动 1C 正电荷电场力所做的功为 1J。在电力系统中，因伏特单位太小，有时用千伏(kV)作单位，而在无线电、仪器、仪表电路中，又因伏特单位太大，常用毫伏(mV)、微伏(μV)作电压单位，它们之间的转换关系为：

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

习惯上电压的实际方向，规定为在电场力作用下，正电荷从起点(+)指向终点(-)，即从高电位指向低电位。符号 U_{ab} 即表示电压方向是由 a 点指向 b 点。因此，在电压的方向上电位是逐渐降低的。

电路中两点间的电压可任意选定一个参考方向，用“+”“-”号标在图上，并由参考方向和电压值的正、负来反映该电压的实际方向。

当标定的参考方向与电压的实际方向相同，如图 1-2-3(a) 所示电压为正值；当标定的参考方向与实际电压方向相反时，如图 1-2-3(b) 所示电压为负值。

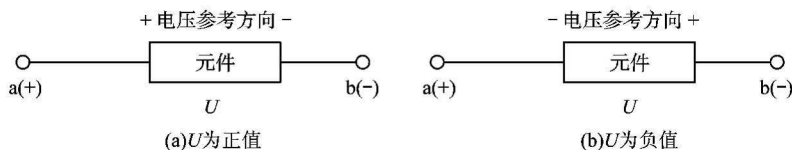


图 1-2-3 电压参考方向与实际方向的关系

在电路分析中,不必考虑各电压的实际方向究竟如何。应首先在电路中标定它们的参考方向,然后根据参考方向列出有关电路方程,计算结果的正负值与标定的参考方向反映了它们的实际方向;图中不标出实际方向。参考方向一经选定,在分析电路的过程中就不再变动了。

1.2.3 电动势

电源是将其他形式能量转换成电能的装置,而电动势则是反映它将其其他形式能量转换成电能能力的物理量。

图1-2-4所示的电路中进行着两种能量的转换过程。电源外部在电场力的作用下,正电荷沿着导线从a移动到b,形成了电流*i*。随着正电荷不断地从a移动到b,a、b两极间的电场逐渐减弱,以至消失,这样,导线中的电流也会减至零。为了维持连续不断的电流,必须保持a、b间有一定的电位差,即保持一定的电场。这就需要有一种力来克服电场力把正电荷不断地从b极移动到a极去,从而将其他形式的能量转换成电能。

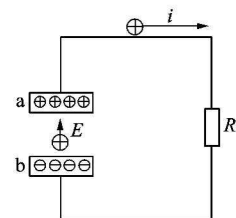


图1-2-4 电源力做功

电源就是能产生这种力的装置,这种力称为电源力。例如,在电池中,就是将化学能转换为电源力。

电源力把单位正电荷从电源的负极移到正极所做的功称为电源的电动势,用*E*表示,即

$$E = \frac{W_{ab}}{q} \quad (1-4)$$

式中: W_{ab} 表示电源力将*q*的正电荷从b移到a所做的功。

电动势反映电源力做功的能力,电压则反映电场力做功的能力。显然,电动势与电压有相同的单位伏特(V),其方向习惯上规定为电源内由负极指向正极的方向(即电位升高的方向),电压与电动势数值上相同,但方向相反,即 $U_s = E$,如图1-2-5所示。

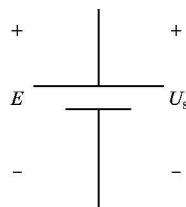


图1-2-5 电动势与电源电压

1.2.4 电功率

电流通过导体时电场力做的功称为电功,单位时间内的电功称为电功率。用*P*表示,设在*t*时间内电路转换的电能为*W*,则

$$P = \frac{W}{t} \quad (1-5)$$

国际单位制中,功率的单位是瓦特,简称瓦(W)。此外常用单位还有千瓦(kW)、毫瓦(mW)等。

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

对1-5式进一步推导出这段电路吸收的电功率与其电压、电流之间的关系。

由:

$$U = \frac{W}{q} \quad (1-6)$$