



高职高专机电工程类规划教材

电工技术

陈景谦
王恒升

主 编
副主编



机械工业出版社
China Machine Press

高职高专机电工程类规划教材

电 工 技 术

广东省教育厅 组编

主 编 陈景谦

副主编 王恒升

参 编 罗南林

陈斗雪

曾素琼

主 审 殷瑞祥



机 械 工 业 出 版 社

本教材是在广东省高职高专机电工程类规划教材编委会指导和帮助下编写的,可作为高等职业技术教育机电类专业或高专工科非电专业电工技术课程的教材。

本书主要包括:直流电路、单相正弦交流电路、三相交流电路、磁路和变压器、电动机、低压电器及电动机控制等、电气测量、电气照明等。书中尽量减少数理论证,突出工程实际应用,并注意联系实际、突出重点,便于自学。因而本书也可作为技术培训教材,或供工程技术人员和业余爱好者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

电工技术/陈景谦主编. —北京:机械工业出版社,
2001 1

高职高专机电工程类规划教材
ISBN 7-111-08572-8

I 电… II 陈… III 电工技术—高等学校:技术学校—
教材 IV TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 76888 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:王海峰 王玉鑫 王小东 张祖凤 版式设计:霍永明
封面设计:姚 毅 责任印制:洪汉军
责任校对:张 佳

中国农业出版社印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 1 月第 1 版·第 5 次印刷
1000mm×1400mm B5·8.75 印张·336 千字
定价:22.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010) 68993821、88379646
68326294、68320718

封面无防伪标均为盗版

广东省高职高专机电工程类规划教材

编 委 会 名 单

主 任	杨开乔				
副主任	谢存禧	高文龙			
委 员	杨开乔	谢存禧	高文龙	蔡 敏	邵 明
	司徒忠	何友义	曾文光	蔡昌荣	卢 勇
	龚洵禹	林晓新	吴 勇	程中元	戚长政
	刘晓顺	赵小平	卢晓春	姚嘉五	吴念香
	郑建辉				
秘 书	邵 明	吴念香	郑建辉		

序

高等职业教育是我国高等教育改革和发展的新生事物，是我国高等教育不可缺少的重要组成部分。20世纪90年代以来，党中央、国务院十分重视高职高专教育，制定了一系列政策和措施，有效地推动了高职高专教育的改革和发展。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》中明确指出：“要大力发展高等职业教育，培养一大批具有必要理论知识和较强实践能力，生产、建设、管理、服务第一线和农村急需的专门人才”。为我国高等职业教育的改革和发展指明了方向。近年来，我省全面贯彻国家高职发展的“三改一补”方针，采取“三多一改”的办法（即多形式、多模式、多机制和改革）发展高等职业教育。使高职高专教育出现了生机勃勃的发展势头，到目前为止，全省有独立设置的职业技术学院13所，9所本科院校举办了二级职业技术学院，10多所普通专科学校、20多所成人高校举办了高职专业，全省高职高专在校生10多万人，初步形成了具有一定办学特色的高等职业教育体系，成为我省高等教育的重要组成部分。

由于高等职业教育成规模发展的时间较短，教学体系尚不成熟，许多问题，诸如教学计划、教学内容、实践基地建设、“双师”队伍建设、教材建设等，尚在研究、摸索阶段。尤其是高职高专的教材较少，给教学工作和人才培养造成了一定的困难。解决好这些问题，将有利于高等职业教育的进一步改革和发展。为此，广东省教育厅十分重视高职高专教材建设。我们采取了统筹规划，分步实施的办法，积极组织有关高职院校教师分专业、分系列开展高职高专教材的编写工作。本套高职高专机电工程类规划教材的编写出版，就是我们在高职教材建设方面的一个积极尝试。这套教材共17种，由我厅和国家机械工业局教材编辑室、机械工业出版社联合组织编写。在编写过程中，全体编写人员、责任编辑、编委会成员倾注了大量的心血。本套教材较好地贯彻了职业性、实用性、系统性、超前性、地方性的编写原则，具有较明显的职教特色和地方特色，将有助于学生专业理论的学习和应用技能的训练和提高，适合于高等职业院校、专科学校和成人高校机电类专业使用。

这套教材的编写出版，将填补我省高职教育专业教材的空白，并对我省高等职业教育的进一步改革和发展产生积极而深远的影响。同时，我们也希望通过这套教材的出版发行，能为我国高等职业教育的改革和发展尽一份微薄之力，并为我国高职教育教材园地的建设增添一朵绚丽的小花。

广东省教育厅
2000年8月25日

前 言

本书是根据高等职业技术教育机电类专业教学基本要求,由广东省教育厅组织编写的。编写前,曾听取了多个工厂、企事业单位、学校的意见,本着高等职业技术教育是培养技术型人才的特点而确定编写内容。因此,书中的基本理论以需要为准、以够用为度。尽量减少数理论证,以掌握概念、突出实际应用、培养技能为教学重点。从这点出发,本书加强了三相交流电路、电磁铁、互感器等方面的实际应用知识,增加了 PLC 简介、电气照明等内容,使教材更接近现代生产、生活的应用。

广东是开放改革的先行地区之一,本书在电器选型、导线选材、安装方法等方面的内容都尽可能跟上时代步伐。

本书注重实际应用,有关章节的不少内容,与劳动部门电工考证应知应会要求相吻合,这为学习本教材的学生在参加电工考证培训时提供了有利条件。

本教材内容叙述上力求深入浅出,通俗易懂,在编排上尽量符合学生的认识规律,可作为高等职业技术教育机电类专业或高专工科非电专业教材。书中量的单位均采用法定计量单位,图形符号及文字符号均符合国家最新标准。

本书理论学时数约为 60 学时。参考学时:直流电路 8 学时,单相正弦交流电路 10 学时,三相交流电路 6 学时,磁路和变压器 8 学时,电动机 10 学时,常用低压电器及异步电动机的控制 10 学时,电气测量 4 学时,电气照明 4 学时。考虑到不同专业对教材内容的差异及各学校实际学时的不同,本书中注“*”号内容可供选学。

参加本书编写的有:广东轻工职业技术学院陈景谦(绪论、第三章、第四章、第八章);嘉应学院曾素琼(第一章);广东农工商职业技术学院罗南林(第二章);广东省科技干部学院陈斗雪(第五章);中南大学王恒升(第六章、第七章)。本书由陈景谦任主编,负责全书的组织、修改和定稿工作;王恒升任副主编;华南理工大学殷瑞祥任主审。特邀广东水利电力职业技术学院周宝奎、东莞理工学院高潮、顺德职业技术学院孙粟宋等老师参加审稿会议。对他们提出的宝贵意见表示衷心感谢。

本书编写过程得到广东省高职高专机电工程类规划教材编委会的指导和帮助,特表诚挚的谢意。编写本教材时,参考了众多文献资料,得到许多启发,在此向参考文献的作者表示感谢。

限于编写水平,书中缺点、错误在所难免,恳请读者提出宝贵意见,以便修改。

编 者
2000 年 8 月

目 录

序

前言

绪论	1
第一章 直流电路	4
第一节 电路及基本物理量	4
第二节 电路模型	9
第三节 电气设备的额定值及电路的工作状态	16
第四节 电路中电位的计算	18
第五节 基尔霍夫定律及应用	20
第六节 叠加定理	27
第七节 等效电源定理	29
* 第八节 电路暂态分析	33
习题	39
第二章 单相正弦交流电路	43
第一节 正弦交流电路的基本概念	43
第二节 正弦量的相量表示法	47
第三节 KCL、KVL 的相量形式	55
第四节 阻抗及 R 、 L 、 C 串联电路	61
第五节 导纳及 R 、 L 、 C 并联电路	66
第六节 正弦交流电路的功率	70
第七节 交流电路的实际器件	76
习题	78
第三章 三相交流电路	82
第一节 三相电源	82
第二节 三相负载的星形联结	86
第三节 三相负载的三角形联结	91
第四节 电力系统概况	94
第五节 安全用电	96
习题	101
第四章 磁路和变压器	104
第一节 磁路的基本知识	104
第二节 铁心线圈	112

第三节	电磁铁	117
第四节	单相变压器	119
第五节	电力变压器	124
第六节	仪用互感器	130
第七节	特殊变压器	133
习题		135
第五章	电动机	138
第一节	三相异步电动机的结构及铭牌数据	138
第二节	三相异步电动机的工作原理	142
第三节	三相异步电动机的运行特性	145
第四节	三相异步电动机的起动、反转、调速及制动	150
第五节	三相异步电动机的使用和维护	155
第六节	单相异步电动机	158
第七节	直流电动机	163
习题		171
第六章	常用低压电器及异步电动机的控制	173
第一节	开关电器的基本知识	173
第二节	常用低压电器及其选用	177
第三节	三相异步电动机的简单起停控制	185
第四节	三相异步电动机的正反转控制	189
第五节	时间继电器及时间原则控制	192
第六节	其他典型的控制环节	195
第七节	电气控制电路的保护环节	197
第八节	速度继电器及速度原则控制	202
* 第九节	可编程序控制器简介	205
习题		213
第七章	电气测量	215
第一节	概述	215
* 第二节	指针式仪表	220
* 第三节	电流、电压及功率的测量	226
* 第四节	电阻的测量	231
第五节	电能的测量	238
习题		242
第八章	电气照明	244
* 第一节	照明技术的有关概念	244
第二节	常用电光源和灯具	247
第三节	照明电路	252
* 第四节	电气照明电路施工图	260

VII

习题	264
部分习题答案	266
参考文献	269

绪 论

电工技术是研究电能在各个技术领域中应用的一门学科。电自被发现并被应用以来，对人类社会的发展产生了极其广泛和深刻的影响。现代社会，电能已经在工业、农业、国防、交通、科学、文化、生活等领域获得广泛应用，因而各个行业的工程技术人员都应该具有一定的电气知识。

一、电能的优点

与其他能源相比，电能具有无可比拟的优点，其主要表现在以下三个方面。

(1) 便于转换 电能可以从水力(如水力发电)、热能(如火力发电)、原子能(如原子能发电)、化学能(如电池)、光能(如光电池)、动能(如风力发电、潮汐发电)等转换而得。同时，电能也很容易转为其他形式的能量，例如：电动机、电磁铁可将电能转换为机械能；利用电阻炉、微波炉、红外线炉等可将电能转换为热能；利用电灯、发光二极管等可将电能转换为光能；利用扬声器、电铃、电笛、蜂鸣器等可将电能转换为声能；通过显像管可将电能转换为图像。电能之间的转换也十分方便，例如：利用整流器可将交流电变换成直流电；利用逆变器或振荡器可将直流电变换成交流电。

正因为电能转换容易，工业生产常将压力、速度、流量、水位、温度、光、物体位移等非电量通过不同形式的传感器变为电信号，并加以检测和控制，使生产过程自动化。

(2) 便于输送 电能可以通过输电线方便、经济、高效地输送到远方。这样，发电厂可以建在原材料产地。我国的水力资源和煤矿资源主要分布在中西部地区，但经济发达地区则位于东部和东南部沿海，因而在中西部地区开发大型水力发电、火力发电基地，远距离向能源短缺的东部、东南部沿海地区大容量送电。现在，热电厂、核电厂也远离大城市，这对减少环境污染有很大的作用。

电能的转换和输送都可以达到较高的效率。

(3) 便于控制、测量和调整 由于电流的速度等于光速，电气设备的动作又非常迅速，所以便于远距离控制。目前，电子计算机的大量使用，对生产过程进行自动检测、自动调整、自动控制，可实现生产高度自动化。

二、电能的应用

由于电能有以上的优点，所以在各个领域中得到极其广泛的应用。应用范围可归结为下面两个方面：

(1) 作能源 电作为能源应用在现代工业、现代农业及国民经济各个部门。

在工业上,各种生产机械绝大部分都采用电动机作原动力。如各种机床、起重机、轧钢机、鼓风机、各种泵类等都用电动机来拖动。在金属冶炼、电解、电镀等行业也需强大电力。现代农业如排灌、收割、脱粒、烘干、粮食加工、饲料加工都需要电。交通运输中的电气机车、地铁、电车都是以电能为动力。而汽车、飞机等虽不用电能为主要动力,但也装有不少电气设备。日常生活的照明、制冷、取暖、电信、电视等也离不开电。

(2) 作信号 电可以将各种非电量转换为电信号并加以检测和调制。电信号可以通过有线、无线通信加以传播,如电话、电传、电视、信息互联网和医学上的X射线、CT透视等。

三、我国电力工业的发展概况

电是19世纪的一个重大发现。我国于1882年(清光绪八年)在上海创办第一个发电厂,发电量为12kW。1949年我国发电装机容量为185万kW所发电量为43亿kW·h,分别居世界第21位和第25位,当时电仅为少数人享用。解放后1949~1980年30年间,电力发展有快有慢,装机容量平均每年增长12.45%,到1980年达6585万kW,是旧中国的35.6倍;发电量平均每年增长14.3%,到1980年达3006亿kW·h,是旧中国的70倍。但是电力的发展仍然滞后于国民经济的发展,缺电情况也很普遍,制约了工农业的发展。

改革开放为我国电力工业飞跃发展铺平了道路,电力工业的发展又为国民经济的腾飞提供了广阔的天地。至1998年底,我国发电装机容量已达2.77亿kW,年发电量达到11670亿kW·h,超过了日本和俄罗斯,仅次于美国而居世界第二位。发电装机容量和年发电量均比1980年增长近4倍,目前在电力网供电范围内已不再缺电,有力地促进了工业、农业等各项事业的发展。

电力网的规模是一个国家经济力量的重要标志。容量大的电力网有利于跨区域补偿、降低备用容量等很多优点。欧共体国家已实现电网互联,美国、日本也实现了全国联网。我国地域辽阔,东西横跨几个时区,实行互联网可以错开用电高峰时间。我国南北地区雨季不同,有利于水力发电互相调剂。目前我国基本形成了北、中、南部三个大区电力网。其中北部电力网包括华北、东北、西北和山东电网,中部电网包括华中、华东、川渝和福建,南部电网由广东、广西、贵州、云南、香港、澳门电网组成。全国电力互联网的目标将逐步实现。

四、学习《电工技术》课程的方法

《电工技术》是一门系统性和实践性较强、内容又广泛的课程。而机电工程专业或工科非电专业的学员接触电类课程的时间又不很多,在学习过程中会感到对内容的理解不深刻,容易遗忘。为了学好本课程,在学习方法上提出几点意见:

- 1) 学习时特别要注意物理概念的理解,积极思考,不死记硬背、乱套公式。

2) 上课专心听讲，课后务必及时复习，及时弄清该节的实质内容再去完成作业。

3) 学习完每一章后最好自己做一个小结，找出每章基本内容的要点。

4) 重视实验，实验是本课程不可缺少的部分。通过实验，不但巩固所学理论，同时训练电工方面的基本技能，养成既动脑又动手的良好习惯。

5) 注意观察，当今社会，电力设施、电气设备、照明灯具随处可见，我们在学习过程中要观察、分析，提高自己的认识能力和使用电气设备的能力。

第一章 直 流 电 路

直流电路是最基本及较为简单的电路，我们从此入手来学习“电工技术”。本章首先介绍电路的基本物理量、电路模型、电路的工作状态、电位的计算等，然后讨论基尔霍夫两定律和常用电路的分析方法，最后对电路的暂态分析作简要介绍，重点是 RC 电路的充、放电过程。

虽然本章讨论的是直流电路，但这些基本规律和分析方法只要稍加扩展，对交流电路也适用。

第一节 电路及基本物理量

一、电路的作用与组成部分

电路是各种电气器件按一定方式连接起来组成的总体，它提供电流通过的路径。电路的结构形式和所能完成的任务是多种多样的。按工作任务划分，电路的功能有两类：第一类功能是进行能量的转换、传输和分配。最典型的例子是电力系统，其电路示意图如图 1-1 所示，其中包括电源、负载和中间环节三个组成部分。发电机是电源，电池也是常用的电源；电灯、电动机、电炉等都是负载，是取用电能的设备，它们分别把电能转换为光能、机械能、热能等；输电线是中间环节，是连接电源和负载的部分，它起传输和分配电能的作用。电路的另一种功能是传递和处理信号。输入的信号叫做激励(或信号源)，输出的信号叫做响应，中间部分便是对信号进行处理的一些器件。例如扩音机电路，输入的声音经话筒转换为相应的电信号，通过电子管或晶体管等元件组成的放大器放大后输出去推动扬声器(负载)发声。

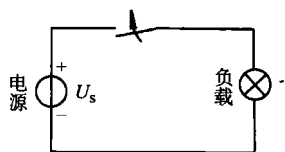


图 1-1 电路的组成

二、电路的基本物理量

1. 电流

带电质点有规则的运动形成电流。在金属导体中，能够自由运动的是带负电的自由电子，它们在电场力作用下，逆着电场方向作有规则的运动，便形成电流。在电解液中，带电质点是带正电和带负电的正、负离子。在电场力作用下，正、负离子分别向两个方向有规则地运动，都形成电流。

表征电流强弱的物理量叫电流，电流在数值上等于单位时间内通过导体某一

截面的电荷量，表示为

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

如果电流不随时间而变化，即 $dq/dt = \text{常数}$ ，则这种电流称为恒定电流，简称直流，简写作 DC，直流常用大写字母 I 表示。式(1-1)在直流时可改写为

$$I = \frac{q}{t}$$

如果电流的大小和方向都随时间变化，则称为交变电流，简称交流，简写作 AC。

习惯上把正电荷运动的方向规定为电流的方向。但在分析较为复杂的直流电路时，往往难于事先判断某支路中电流的实际方向。例如图 1-2 所示电路，不经计算，很难确定经过 R_3 的实际电流方向。有时电流的方向还不断改变(比如交流)，在电路图中很难表示它的实际方向。为此，在分析与计算电路时，常可任意选定某一方向作为电流的方向，称正方向或称参考方向。所选的电流参考方向并不一定与电流的实际方向一致，当电流实际方向与参考方向一致时，电流为正值；如果两者相反，则电流为负值，如图 1-3a、b 所示。图中方框加两个端钮，表示任一两端元件。

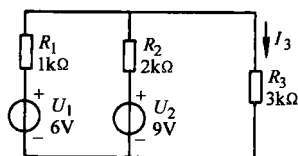


图 1-2 电流的参考方向

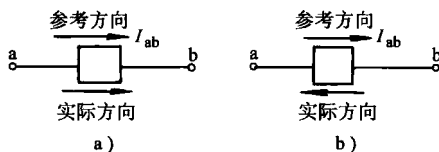


图 1-3 用箭头表示电流的参考方向

a) $I_{ab} > 0$ b) $I_{ab} < 0$

电流的正方向在电路图中用箭头或用双下标的变量来表示，如图 1-3a、b 所示。今后在电路中所标注的电流方向都是参考方向，不一定是电流的实际方向。在未标定参考方向的情况下，电流的正负值是毫无意义的。

在国际单位制中，电流的单位是安培(A)。计量微小的电流时，以毫安(mA)或微安(μA)为单位。 $1\text{A} = 10^3\text{mA} = 10^6\mu\text{A}$ 。

2. 电压

电压是衡量电场力做功能力的物理量，它在数上等于单位正电荷受电场力作用从电路的某一点 a 移到另一点 b 所做的功 W_{ab} ，或等于单位正电荷顺着电场的方向从某一点 a 移到另一点 b 所失去的能量 W_{ab} 。如图 1-4 所示，电压 U_{ab} 的表达式如下

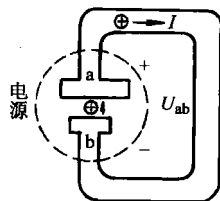


图 1-4 电荷的回路

$$U_{ab} = \frac{W_{ab}}{q} \quad (1-2)$$

电压总是指两点之间而言, 所以用双下标 ab 表示, 前一个下标 a 代表起点 (正电荷运动的起点), 后一个下标 b 代表终点。电压的方向则由起点指向终点, 也可用箭头在图上标明或在起点标以正号 (正极), 终点标以负号 (负极) 表示。

如果电压的大小和极性都不随时间而变, 则这样的电压称为恒定电压或直流电压, 用大写字母 U 表示; 如果电压的大小和极性都随时间变化, 则称这样的电压为交流电压, 其瞬时值用小写字母 u 表示。

计算较复杂电路时, 电压与电流一样, 实际方向较难确定。计算分析电路时, 也设立电压参考方向, 用正、负值表示实际方向与参考方向的关系。电压正值表明电压的实际方向与参考方向一致; 电压负值说明电压的实际方向与参考方向相反。假设电压、电流的参考方向, 都是任意的, 彼此可互相独立假设, 但为方便起见, 我们常采用关联参考方向。关联参考方向是指假定的电压正极到负极的方向也是电流假定的流动方向, 即电流与电压降参考方向一致, 如图 1-5a 所示。这样, 在电路图上就只需标出电流的参考方向或电压参考极性中任何一种, 如图 1-5b、c 所示。

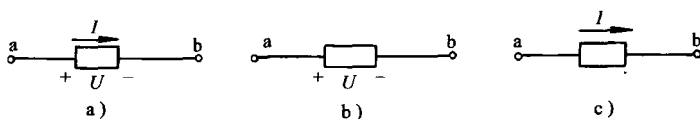


图 1-5 关联参考方向

若电压与电流的参考方向不一致, 则称非关联参考方向, 如图 1-6 所示。我们熟知的欧姆定律的表达式为

$$I = \frac{U}{R} \text{ 或 } U = IR$$

这是在 U 、 I 关联参考方向下的结论。若 U 、 I 非关联, 欧姆定律的表达式为

$$I = -\frac{U}{R} \text{ 或 } U = -IR$$

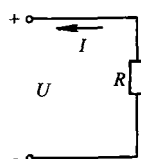


图 1-6 非关联参考方向

负号表示为当电压的参考方向与实际方向一致时, 电流参考方向与电流的实际方向相反。

在国际单位制中, 电压的单位为伏特 (V), 也可用千伏 (kV)、毫伏 (mV) 和微伏 (μV) 表示。 $1\text{kV} = 10^3\text{V}$, $1\text{V} = 10^3\text{mV}$, $1\text{V} = 10^6\mu\text{V}$ 。

3. 电动势

电动势是衡量外力做功能力的物理量。如图 1-4 所示, 外力克服电场力把正

电荷从“-”极(b点)搬运到“+”极(a点)所做的功 W_{ab} , 与被搬运的电荷量 q 的比值, 称为 a 与 b 两点间的电动势, 用 E_{ab} 表示, 即

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

在发电机中, 外力由原动机(内燃机、水轮机、汽轮机)提供, 推动发电机转子切割磁力线产生电动势。在电池中, 则由电极与电解液接触处的化学反应而产生。外力克服电场力所做的功, 使电荷得到能量, 把非电能转化为电能。

电动势的实际方向, 规定为负极指向正极, 即为外力推动正电荷运动的方向, 也可用箭头在电路图中标明。电动势的实际方向与电压实际方向相反, 如图 1-7a、b 所示。

电动势的国际单位用伏特(V)表示, 与电压一样。

4. 电位

电场中或电路中的某一点到参考点之间的电压, 称作该点的电位。参考点也称零电位点。所以电位还可以这样定义: 在电场中电场力 W_{ao} 把单位正电荷从某一点 a 移到零电位点 o 所做的功就是等于该点的电位。例如 a 点的电位为

$$V_a = \frac{W_{ao}}{q} = \frac{F \, dl}{dq} \quad (1-4)$$

式中, F 表示电场力, l 是从 a 点到零电位点 o 之间的任一路径。

电路中任何一点的电位值是与参考点相比较而得出的, 比其高者为正, 比其低者为负。电位与电压同单位, 用伏特(V)表示。

电位与电压在表达形式上虽有区别, 但从本质上来讲是相同的。电路中两点之间的电压就是这两点间的电位差值; 而电路中某点的电位, 则是该点到参考点之间的电压。电位是一个相对量, 它与参考点的选取有关, 而电压是一个绝对量, 在电路中某两点之间的电压是一定的, 它与参考点的选择无关。

5. 电功率

在直流电路中, 根据电压的定义, 电场力所做的功, 也即电荷在流动过程中所放出的电能或电路转换的能量是

$$W = qU = IU t \quad (1-5)$$

电能的国际单位是焦耳(J), 实际上, 电能的单位常用千瓦小时($\text{kW} \cdot \text{h}$, 即“度”)。

电功率表示电路中的某一段所吸收或产生能量的速率。数值上是单位时间内电场力所做的功, 用 P 表示。

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

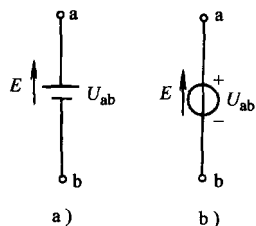


图 1-7 电动势的实际方向
a) 电池 b) 一般电动势

若电压、电流为非关联参考方向, 则

$$P = -IU$$

如果用式(1-6)计算, $P > 0$ 则为吸收功率(负载或称耗能元件); $P < 0$, 则为产生功率(电源或贮能元件)。对电阻元件而言, 由于其电压与电流实际方向总是一致的, 所以电阻元件永远是吸收功率的, 具体表达式为

$$P = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R}$$

如果电压 u 和电流 i 是随时间而变化的, 则功率也随时间而变, 这时“瞬时功率”用小写字母 p 表示。

$$p(t) = i(t)u(t)$$

例 1-1 求图 1-8a、b 的 U_{ab} 以及图 1-8c 的 U_{ab} 、 U_{bc} 、 U_{ac} 。

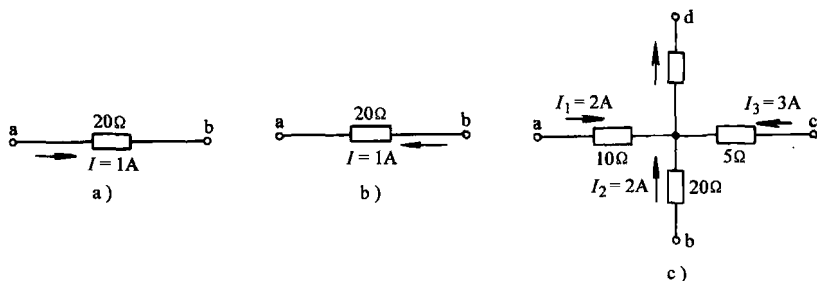


图 1-8 例 1-1 的图

解 图 a: U_{ab} 、 I 是关联参考方向,

$$U_{ab} = IR = 1\text{A} \times 20\Omega = 20\text{V}$$

图 b: U_{ab} 、 I 是非关联参考方向,

$$U_{ab} = -IR = -1\text{A} \times 20\Omega = -20\text{V}$$

图 c:

$$U_{ab} = 2\text{A} \times 10\Omega + (-2\text{A} \times 20\Omega) = -20\text{V}$$

$$U_{bc} = 2\text{A} \times 20\Omega + (-3\text{A} \times 5\Omega) = 25\text{V}$$

$$U_{ac} = 2\text{A} \times 10\Omega + (-3\text{A} \times 5\Omega) = 5\text{V}$$

例 1-2 试计算图 1-9 所示各元件吸收或产生的功率。其电压、电流为:

图 a: $U = -1\text{V}$, $I = 2\text{A}$; 图 b: $U = -3\text{V}$, $I = 1\text{A}$ 。

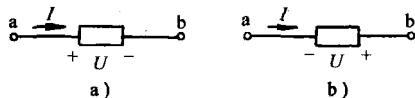


图 1-9 例 1-2 的图

解 图 a: I 与 U 是关联参考方向, $P = UI = (-1)\text{V} \times 2\text{A} = -2\text{W}$, $P < 0$, 产生 2W 的功率。

图 b: I 与 U 是非关联参考方向, $P = -UI = -(-3)\text{V} \times 1\text{A} = 3\text{W}$, $P > 0$,