



临沂大学优秀校本教材

蒋学华 主编

电路分析

Circuit Analysis



山东人民出版社

Shandong People's Publishing House



临沂大学优秀校本教

电路分析

Circuit Analysis

蒋学华 主编



山东人民出版社

Shandong People's Publishing House

图书在版编目 (CIP) 数据

电路分析/蒋学华主编. —济南: 山东人民出版社, 2012. 9

ISBN 978-7-209-06460-6

I. ①电… II. ①蒋… III. ①电路分析
IV. ①TM133

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 119029 号

责任编辑:王 晶 马 洁

封面设计:彭 路

电路分析

蒋学华 主编

山东出版集团

山东人民出版社出版发行

社 址:济南市经九路胜利大街 39 号 邮 编:250001

网 址:<http://www.sd-book.com.cn>

发行部:(0531)82098027 82098028

新华书店经销

山东临沂新华印刷物流集团印装

规 格 16 开(184mm×260mm)

印 张 24

字 数 500 千字

版 次 2012 年 9 月第 1 版

印 次 2012 年 9 月第 1 次

ISBN 978-7-209-06460-6

定 价 45.00 元

如有质量问题,请与印刷单位联系调换。(0539)2925888

临沂大学教材建设指导委员会

主 任：韩延明

副主任：姜同松

成 员：（以姓氏笔画为序）

王统永 毛红旗 孔繁金 申洪源 朱晓德 任世忠 江兆林

许长谭 许汝贞 孙成通 李 琳 李洪忠 吴 峰 张立富

张问银 张根柱 陈学营 陈建国 林光哲 周光亮 郑秀文

赵 勇 赵光怀 徐东升 奚凤兰 谢 楠

《电路分析》 编委会

主 编：蒋兴华

副主编：陈佩江 左玉虎

君子务本，本立而道生

——《临沂大学优秀校本教材》总序

校长 韩延明

孔子曰：“君子务本，本立而道生。”大学是育人之本，大学是科学之根，大学是文化之魂。大学教师的根本，乃在于“静下心来读书求真，俯下身去教书育人”。换言之，培养高素质人才始终是大学责无旁贷的基本目标和根本任务，而人才培养的主渠道又相对集中于课堂教学。课堂教学的基本要素是教师、学生和教材。教材又称“教本”。“教本教本，教学之本。”因此，校本教材建设，是大学教学基本建设、学校品牌创建的重要内容，是固化教师教学成果、实现教师科研成果向教学内容转化的重要步骤，也是创新课堂教学、提升教学质量的重要举措。2006年8月，我校教师主编的首批立项资助的《香樟书库》系列校本教材(10本)，由山东大学出版社正式出版。2010年8月，第二批教材(10本)在多方的努力和帮助下，也已顺利付梓面世。两批教材熔铸古今、博采众长，体例新颖、内容丰富，发疑锐敏、释理清晰，开阔了学生视野，拓展了教学内容，优化了课程结构，提升了学校内涵，得到了师生的普遍认可和同行专家的高度评价，为后续校本教材的编撰和出版工作奠定了坚实的基础，积累了宝贵的经验。

“十二五”时期，是我校全面建设高质量综合性品牌大学的关键时期。2010年11月26日，教育部正式发文批准我校由临沂师范学院更名为临沂大学；12月8日，我们隆重、热烈地举行了临沂大学揭牌庆典。2011年6月12日，我们又举行了声势浩大、影响深远的临沂大学70周年校庆。2011年是我校在综合性大学办学平台上谋划新发展、实现新突破、开创新局面的关键一

年。为此,学校党委组织开展了为期4个月的“办一所什么样的大学”和“怎样办好这所大学”的解放思想、更新观念大讨论活动,提出了建设“高质量综合性品牌大学”的奋斗目标,确定了“实”的校风和“明义、锐思、弘毅、致远”的校训。在办学理念上,我们提出了要办“有德性、有实力、有创新、有特色”的大学,要办“有规律、有规划、有规矩、有规模”的大学,要办“有理念、有理论、有理想、有理性”的大学,要办“强配置、高质量、有核心竞争力、有社会美誉度、学生满意、家长放心”的受人尊重的大学。在办学实践上,我们提出了要遵循三条规律、进行三个转变、实施三大战略和突出三项重点。三条规律是:高等教育发展规律、人才成长发展规律和市场经济发展规律;三个转变是:由外延发展为主向内涵发展为主转变,由教学型大学向教学研究型大学转变,由师范类学院向综合性大学转变;三大战略是:质量立校战略、开放强校战略、特色亮校战略;三项重点是:全面加强人才队伍建设、全面提高学术科研水平、全面提升社会服务能力,以期真正使临沂大学办出水平、办出活力、办出特色。

《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010~2020年)》明确提出:“提高质量是高等教育发展的核心任务,是建设高等教育强国的基本要求。”我认为,就今天的高校而言,思路决定出路,就业决定专业,能量决定质量,质量决定力量。办学质量始终是一所高校的声誉之源、立校之本、发展之基,是高校命脉之所在。提高教学质量,理应是高校矢志不渝所追求的永恒主题和永远高奏的主旋律,这就是我们多年来常讲的“教学为本,质量立校”。而办学质量又始终贯穿于实现“培养人才、发展科学、服务社会和文化遗产创新”四项大学基本职能的各个具体环节之中,其中既有人才培养的质量问题,也有科技成果转化和社会服务的质量问题,但人才培养质量是核心和旨归。为适应我校在综合性大学办学平台上提高人才培养质量的实际需要和21世纪信息时代对教材提出的新的更高要求,根据我校人才培养方案和精品课程建设规划,我们又很快启动了第三批立项教材的编撰工作。在临沂大学教材建设指导委员会的组织、指导与协调下,教材编著者们在多年知识积累和教学经验的基础上夜以继日地辛勤劳作,如今第三批教材(15本)的编辑工作已顺利完成,即将出版面世。这批教材是我校由临沂师范学院更名为临沂大学后的首批立项资助教材,既是我校校本教材建设工作步入规范化、系列化、制度化、科学化轨道的一个重要标志,也是认真贯彻落实教育部、山东省教育厅关于高等院校教学质量建设工程精神、促进学校内涵发展的一项重大举措,为中

国共产党成立 90 周年和临沂大学建校 70 周年献上了一份厚重的贺礼。

教材即教学材料的简称。广义言之，它是指依据教学大纲和教学实际需要为师生选编的教科书、讲义、讲授提纲、参考书目、自学手册、课外练习、网络课程、图片、教学影片、唱片、录音、录像以及计算机软件等；狭义言之，它是指一门课程的核心教学材料——教科书。教材是教学内容和教学方法的载体，是教师实施课堂教学的依据和工具，是学生最基本的学习参考资料，是师生互动、教学相长、顺利完成教学任务的必要基础，也是教学内容和课程体系改革成果的具体体现。教材建设水平是衡量一所高校教学质量与学术水平的重要标志之一。教材质量影响教学质量，教学质量影响人才培养质量。深化教育教学改革、全面推进素质教育，必须大力加强高校教材建设。临沂大学历来十分重视教材建设工作。几年前，为了督导教师选用优质教材、提高教学质量、强化教学管理、优化教学环境，学校曾严格规定：全部本科教材必须使用教育部、山东省教育厅统编教材或获奖教材，禁止使用教师自编教材，从而保证了教材质量，为规范、提升、完善本科教学工作奠定了良好的基础。

古人云：“临渊羡鱼，不如退而结网。”近年来，伴随着我国高等教育大众化的迅猛发展和高校本科教学工作水平评估的深入推进，临沂大学实现了超常规、跨越式、突破性发展，其中之一便是卓有成效地开展了“四大建设”，即“深化课程建设，优化专业建设，亮化学科建设，强化师资队伍建设”，使专业学科建设水平与教师教学水平不断提高，课程开发能力不断增强，课堂教学改革与课外实践革新不断深入，相继涌现出一大批质量上乘、优势明显、特色突出的优质课程和爱岗敬业、教书育人、乐于奉献的优秀教师，因而启动校本教材编写的条件日渐成熟。

在教材编写程序上，我们要求：严格按申报、立项、审批、编撰、出版发行、推广使用、论证评价等环节和程序进行。我们明确了教材建设的重点和选题范围：解决教学急需的，填补学科、专业、课程空白的新教材；体现我校教师在某一学科、专业领域独具优势或特色的专业基础课和选修课教材；针对我校作为沂蒙老区唯一一所本科高校这一特点，结合地方社会政治、经济、科技、文化需求所开设的地方课程教材，并高度重视红色文化的育人价值和教材建设。

在教材编写原则上，我们强调：一是注重知识性与思想性相辅相成，二是注重学术性与可读性融为一体，三是注重科学性与学科性彼此糅合，四是注

重理论性与实践性相得益彰,五是注重统一性与多样性有机结合,六是注重现实性与前瞻性有效拓展。我国著名教育家张楚廷教授曾提出教材编写“五最准则”,即最佳容量准则、最广泛效用准则、最持久效应准则、最适于发展准则、最宜于传授准则,我深表赞同。

在教材编写内容上,我们提出:既重视对国内外该课程领域经典的基本理论问题进行透彻的解析,又对当前教育所面临的新现象、新理论、新方法给予必要的回应;既考虑如何有利于教师的课堂教学与辅导,又兼顾如何有助于学生的课后复习和思考;既能反映我校特色和课程体系改革的基本方向,又要展示我校教材建设及学术研究的最新成果,适应我校创建精品课程、优质课程和品牌课程的实际需要。

在教材教法改革上,我们倡导:秉持综合素质教育理念,坚持课堂讲授与讨论相结合、教师讲授与学生自学相结合、理论学习与案例分析相结合、文本学习与网络学习相结合,“优化课内,强化课外”。既重视教师启发式、研讨式、合作式、案例式等教学方式方法的科学运用,又重视学生学习能力、实践能力、创新能力与创业能力的培养和训练,力图为学生知识、能力、素质的全面协调发展创造条件。可喜的是,这些方面都在教材编写中得到了充分体现。所有教材都是在使用了多年的成熟讲义的基础上经编著者们精心修改和指导委员会严格审定后出版的,确保了教材的思想性、科学性、系统性、适用性、启发性和相对稳定性。

临沂大学系列“优秀校本教材”的编撰出版,饱含编著者们的辛勤劳作和指导委员会成员的认真审阅。然而,由于此项工作尚处于尝试、探索阶段,又是我校成为综合性大学后的首批立项教材,因而疏漏、偏颇甚或错误之处在所难免,正所谓“始生之物,其形必丑”,敬请各位同仁和同学批评指正,以期再版时予以修订。

古人云:“书山有路勤为径,学海无涯苦作舟。”在漫漫求学路途上,千辛万苦、呕心沥血,“书”总会一直忠诚地陪伴着学习者,承前启后、继往开来,输送知识、启迪智慧,成为学习者解疑释难的知心朋友和指点迷津的人生导师,引领学习者最终进入学与习、学与思、学与行、学与创相结合的学人境界。正所谓“书山高峻顽强自有通天路,学海遥深勤奋能寻探宝门”。在此,摘录俄国著名文学家托尔斯泰的一句名言与同学们共勉:“选择你爱的,爱你选择的!”选择你爱的教材,爱你选择的教材;选择你爱的专业,爱你选择的专业;

选择你爱的母校，爱你选择的母校！衷心希望同学们像《临沂大学校歌》中唱的那样：“笃奉明义锐思，抱负致远弘毅，”“德为重，才为本，弘道为要义，”“明朝家国天下，我们一肩担起。”

恰逢我国第27个教师节来临，心潮澎湃、感慨万千！教师是光荣的：今岁种明岁栽岁岁育松柏，春开花秋结果年年献桃李；教师是高尚的：使外行变内行行行出状元，令后浪追前浪浪浪有奇峰；教师是辛苦的：滴滴汗水诚滋桃李芳天下，点点心血乐育英才泽神州。衷心感谢老师们多年来对学校建设和发展作出的重大贡献，深情祝福老师们身体健康、工作顺利、生活幸福、事业大成！

草于临沂大学明静斋

2011年9月10日

CONTENTS | 目 录

君子务本,本立而道生

——《临沂大学优秀校本教材》总序 韩延明 /1

第一章 电路的基本概念与定律 /1

- 1.1 电路及电路模型 /1
- 1.2 电路分析的基本物理量 /3
- 1.3 基尔霍夫定律 /7
- 1.4 理想电路元件 /12
- 1.5 受控源 /16

第二章 电阻电路的等效变换 /28

- 2.1 二端电路等效的概念 /28
- 2.2 电阻串、并联电路的等效变换 /29
- 2.3 电阻星形连接与三角形连接间的等效变换 /33
- 2.4 含独立电源电路的等效变换 /36
- 2.5 含受控源电路的等效变换 /42

第三章 电路分析的基本方法 /54

- 3.1 网络拓扑的基本知识 /54
- 3.2 支路电流法 /58
- 3.3 网孔电流法 /62
- 3.4 节点电压法 /67
- 3.5 回路分析法和割集分析法 /73
- 3.6 含有运算放大器的电路分析 /79

第四章 常用的电路分析定理 /94

- 4.1 叠加定理和齐次定理 /94
- 4.2 替代定理 /100
- 4.3 戴维南定理和诺顿定理 /103
- 4.4 最大功率传输定理 /110
- 4.5 特勒根定理 /113
- 4.6 互易定理 /116

第五章 电容与电感 /129

- 5.1 电容元件 /129
- 5.2 电感元件 /138
- 5.3 电容与电感的对偶关系 /144

第六章 动态电路的时域分析 /152

- 6.1 换路定律和电路初始值的计算 /152
- 6.2 一阶电路的零输入响应 /156
- 6.3 一阶电路的零状态响应 /161
- 6.4 一阶电路的全响应及其分解 /165
- 6.5 一阶电路的三要素法 /168
- 6.6 一阶电路的阶跃响应 /172
- 6.7 一阶电路的冲激响应 /174
- 6.8 一阶 RC 微分电路和积分电路 /178
- 6.9 二阶电路的动态过程 /180

第七章 正弦稳态交流电路 /197

- 7.1 正弦量的基本概念 /197
- 7.2 正弦量的相量分析法 /201
- 7.3 电阻、电感、电容的相量关系 /204
- 7.4 阻抗与导纳的串、并联 /212
- 7.5 正弦稳态电路的相量分析 /216

- 7.6 谐振电路 /226
- 7.7 正弦稳态电路的功率 /235
- 7.8 正弦稳态电路的最大功率传输定理 /240

第八章 三相电路 /252

- 8.1 三相电源 /252
- 8.2 负载星形连接的三相电路分析 /255
- 8.3 负载三角形连接的三相电路分析 /259
- 8.4 三相电路的功率及其测量 /261

第九章 耦合电感电路的分析 /268

- 9.1 耦合电感元件 /268
- 9.2 耦合电感的串、并联 /272
- 9.3 耦合电感的去耦合等效 /276
- 9.4 空心变压器 /278
- 9.5 理想变压器 /282

第十章 动态电路的复频域分析 /292

- 10.1 拉普拉斯变换 /292
- 10.2 运算电路与运算方法 /300
- 10.3 动态电路的拉普拉斯变换分析 /305

第十一章 双口网络 /314

- 11.1 双口网络概述 /314
- 11.2 双口网络的 Z 参数与 Y 参数 /316
- 11.3 双口网络的 H 参数与 T 参数 /322
- 11.4 双口网络的参数转换及连接 /328
- 11.5 含双口网络的应用电路分析 /331

第十二章 非线性电阻电路 /340

- 12.1 非线性电阻元件 /340
- 12.2 非线性电阻电路的分析方法 /342

习题参考答案 /356

参考书目 /372

电路的基本概念与定律

学习目标

电路分析的主要研究对象是电路。电路分析的基本物理变量是电流、电压、功率。电路中的理想元件有电阻、电压源、电流源和受控源等。基尔霍夫定律是分析电路的基本定律。通过本章的学习,了解电路模型;熟悉电路的基本物理量;理解电流和电压的参考方向;了解理想电路元件特性;掌握独立电源与受控电源的联系与差别;重点掌握基尔霍夫定律。

1.1 电路及电路模型

电路分为实际电路和电路模型,在电路分析中所讨论的电路主要是电路模型。

1.1.1 电路的组成

大家经常使用的手电筒实际电路见图 1.1,该电路的组成主要有提供电能的电池,简称电源(electric source);小灯泡将电能转变为光能和热能,称为负载(load);连接电源与负载的是导线;开关是控制元件,控制电路的接通与断开。

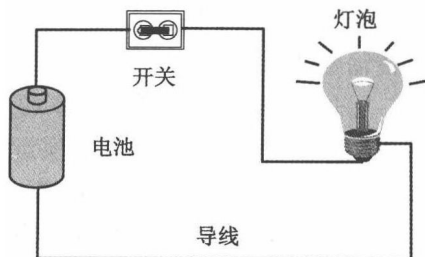


图 1.1 手电筒实际电路

1. 电路

电路(electric circuit)是电器件按一定方式连接构成电流通路的回路。有些实际电路是十分庞大和复杂的,可以延伸到数百千米,例如电力系统及通信系统等。有的可以局限在几个平方毫米以内,例如,集成电路芯片可

能小到不大于指甲盖,但上面却有成千上万个晶体管相互连接成为一个复杂的电路系统。超大规模集成电路的集成度越来越高,可容纳的元器件的数目越来越多。有些电路非常简单,手电筒就是很简单的电路。

2. 电路的分类

实际电路种类繁多,但从作用和功能来说可分为两大类:

(1) 进行能量的产生、传输、分配、转换的电路

如电力系统的发电机组将其他形式的能量转换成电能,经变压器、输电线传输到各用电部门,在那里又把电能转换成光能、热能、机械能等其他形式的能而加以利用,完成能量转换的功能。

(2) 实现信号的传递与处理的电路

这种电路在自动控制、通信、计算机技术等方面应用广泛,如电视机电路将接收到的电信号经过调谐、滤波、放大等环节的处理,使其成为人们所需要的图像和声音,完成电信号的处理、变换等功能。

1.1.2 电路模型

由电阻器、电容器、线圈、变压器、晶体管运算放大器、传输线、电源、信号发生器、控制开关等电气器件和设备连接而成的电路,称为实际电路。图 1.1 就是一个简单的实际电路。实际电路在工作时,所涉及的物理量很复杂,为了便于对电路进行分析研究,常将一个实际电气器件用理想元件来表示。所谓的理想电路元件,就是在一定条件下忽略实际器件的次要性能,突出其主要性能,将实际器件抽象成有精确数学定义的假想元件。

例如,电灯、电炉等器件通常用电阻元件来表征,电池、发电机等提供电能的实际器件或设备可以用电源元件来表征。

用理想电路元件构成的电路叫做电路模型(circuit model)。

图 1.2 是手电筒电路的电路模型图,图中 U_s 是一个理想电压源,代替电池; R 是理想电阻元件,只消耗电能,代替灯泡; S 是开关元件;连接着 3 个元件的细实线是理想导线,起传输电能的作用。

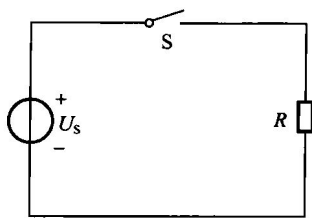


图 1.2 手电筒的电路模型

可见,电路模型就是用抽象的理想元件及其组合近似地替代实际器件,从而构成了与实际电路相对应的电路模型。

无论简单的还是复杂的实际电路,都可以通过理想化的电路模型充分地进行描述。

需要指出的是:理想电路元件不完全等同于电路器件,而一个电路器件在不同条件下的电路模型也可能不同。例如,电炉主要是消耗电能转变为热能,一般用电阻元件表示;但若电路电源频率增大,则电路内的电阻丝产生的磁场能量就不能忽略,其模型就不只用一个电阻元件表示,还需包含电感。在电路的电压、电流频率不太高的情况下,常假定一个元件中只存在一种能量转换关系,即只有电能消耗的元件为电阻,只有电场储能的元件为电容元件,只有磁场储能的元件是电感元件。一个元件中只存在一种能量转换关系称为集总参数元件,由集总参数元件组成的电路称为集总参数电路。

电路理论分析的对象为理想电路元件组成的电路模型,而非实际电路。

电路理论主要是研究电路的电磁现象,用电流、电压等物理量描述其中的物理过程。电路理论是一门研究电路分析与电路设计的基础工程学科。电路分析是根据已知的电路结构和元件参数,在一定的外加电源激励下,求解电路中的电压、电流,也称为电路的“响应”。电路设计是研究如何构造一个电路,使其满足给定的性能指标。学习电路分析是为电路设计打基础。

本书的主要内容是探讨电路的基本定律和定理,并讨论电路的各种计算分析方法,为学习电子信息技术、电气技术、自动化和计算机技术等打下必要的理论基础。

1.2 电路分析的基本物理量

电路分析的任务是对给定的电路确定其电性能,而电路的电性能通常可以通过一组物理量来描述,最常用的便是电流、电压和功率。

1.2.1 电流及其参考方向

1. 电流的定义

带电粒子的定向运动形成电流,为了表征和描述电流的大小,我们把单位时间内通过导体横截面的电量定义为电流强度,简称电流(electric current),用符号 $i(t)$ 表示,即

$$i(t) = \frac{dq}{dt} \quad (1.1)$$

习惯上把正电荷运动的方向规定为电流的方向。

如果电流的大小和方向都不随时间变化,这种电流称为恒定电流,简称直流电流(direct current,简写为 dc 或 DC),一般用英文大写字母 I 表示。随时间变化的电流简称交流电流(alternating current,简写为 ac 或 AC),常用英文小写字母 i 表示。

国际单位制中,电流的单位为安培(简称“安”),符号为 A,1 安=1 库/秒,即 $1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$ 。在通信和计算机技术中常用毫安(mA)、微安(μA)作为电流单位,它们的关系是

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

2. 电流的参考方向

电流是一个有方向的物理量,在电路分析中,电流的大小和方向是描述电流变量不可缺少的两个方面。但是对于一个给定的电路,要直接给出某一电路元件中电流的真实方向是十分困难的,如交流电路中电流的真实方向经常在改变,即使在直流电路中,要指出复杂电路中某一电路元件电流的真实方向也不是一件很容易的事。在进行电路分析时,为了列写电路方程的需要,我们常常需要预先假设一个电流方向。这个预先假设的电流方向叫做参考方向(reference direction)。参考方向是在电路图中用箭头任意标定的电流方向,如图 1.3 所示。

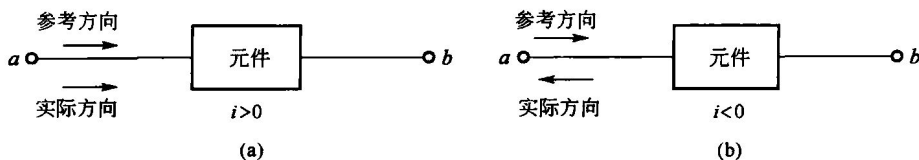


图 1.3 电流的参考方向

电流的参考方向可以任意选定,但一经选定,就不再改变。经过计算,若求得 $i > 0$ 时,表示电流的实际方向和参考方向一致; $i < 0$ 则表示电流的实际方向和参考方向相反。

如图 1.3(a)所示,当 $i = 5 \text{ A}$ 时,表示电流实际方向和参考方向都是从 $a \xrightarrow{\text{流向}} b$;如图 1.3(b)所示,当 $i = -5 \text{ A}$ 时,表示电流的实际方向从 $b \xrightarrow{\text{流向}} a$ 。

在进行电路分析时,必须先标出电流的参考方向,才能正确进行方程的编写和求解,题目中给出的电流方向均是参考方向。只有规定了参考方向,电流的正负才有意义。

1.2.2 电压及其参考方向

1. 电压的定义

电路中电场力将单位正电荷由 a 点移到 b 点时,失去或得到的能量(或电场力所做的功)称为 a, b 两点间的电位差,即 a, b 间的电压(voltage),即

$$u = \frac{dw}{dq} \quad (1.2)$$

不随时间变化的电压称为直流电压,用英文大写字母 U 表示。交流电压是随时间变化的电压,用英文小写字母 u 表示。

电压 u 的单位是伏特,简称伏(V)。常用电压单位还有毫伏(mV)、微伏(μV),它们的关系是

$$1 \text{ V} = 10^3 \text{ mV} = 10^6 \mu\text{V}$$

2. 电压的参考方向

如同电流标定参考方向一样,在进行电路分析时首先需对电压标定参考方向,如图 1.4 所示,电压的参考极性是在元件或电路的两端用“+”、“-”符号来表示。“+”号表示高电位,“-”号表示低电位。

电压的参考方向可以任意选定,但一经选定,就不再改变。经过计算,若求得 $u > 0$,表示电压的实际方向和参考方向一致; $u < 0$,则表示电压的实际方向和参考方向相反。另外,还可以用双下标表示,例如, u_{ab} 表示 a, b 两点间电压的参考方向是从 a 指向 b 的。

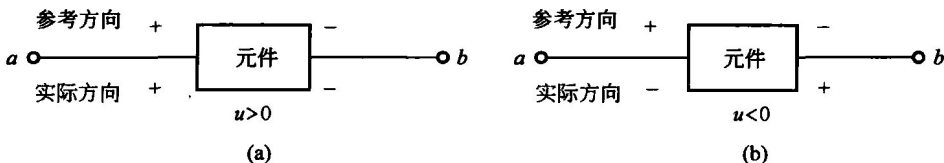


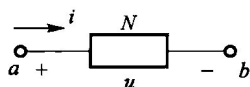
图 1.4 电压的参考方向

3. 关联参考方向

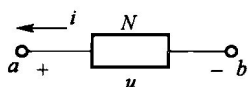
在以后的电路分析中,完全不必先考虑各电流、电压的实际方向究竟如何,而应首先在电路中标定它们的参考方向,然后按参考方向进行计算,由计算结果的正负值与标定的参考方向确定它们的实际方向,图中不需标出实际方向。参考方向可以任意选定,在图中相应位置标注(包括方向和符号),但一经选定,在分析电路的过程中就不再改变。

为了分析电路方便,常将电压和电流的参考方向选得一致,称之为关联参考方向。

如果指定流过元件电流的参考方向是从标以电压“+”极端流向“-”极端,即两者的参考方向一致,称电压、电流的这种参考方向为关联参考方向;否则称为非关联参考方向。如图 1.5(a)所示为关联参考方向,1.5(b)所示为非关联参考方向。



(a) 电压、电流关联参考方向



(b) 电压、电流非关联参考方向

图 1.5 电压电流的关联参考方向与非关联参考方向

4. 电位

电路中为了分析的方便,常在电路中选某一点为参考点,把任一点到参考点的电压称为该点的电位(potential),参考点的电位一般选为零,所以,参考点也称为零电位点。

电位用 v 或 V 表示,单位与电压相同,也是 V(伏)。

例 1.1 在图 1.6(a)中,选 c 点为参考点时,已知 $V_a = 30\text{ V}$, $V_b = 5\text{ V}$, $V_d = -10\text{ V}$ 。求:(1) U_{ab} , U_{ad} , U_{bc} ; (2) 选择 b 点为参考点时,求其他三点的电位值。

[解] (1) 图 1.6(a)电路中 a 、 b 点间的电压是 a 点与 b 点电位之差,电压就是电位差,故

$$U_{ab} = V_a - V_b = 30 - 5 = 25\text{ V}$$

$$U_{ad} = V_a - V_d = 30 - (-10) = 40\text{ V}$$

$$U_{bc} = V_b - V_c = 5 - 0 = 5\text{ V}$$

(2) 若选 b 点为参考点,两点间的电压不变,根据电位的定义, $V_b = 0$, 因

$$V_a = V_{ab} + V_b = 25 + 0 = 25\text{ V}$$

则

$$U_{ad} = V_a - V_d = 40\text{ V}$$

同理

$$V_d = V_a - 40 = 25 - 40 = -15\text{ V}$$

$$U_{bc} = V_b - V_c = 0 - V_c = 5\text{ V}$$

$$V_c = -5\text{ V}$$

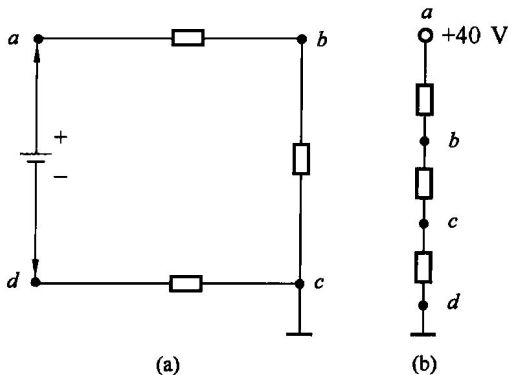


图 1.6 “例 1.1”电路图