



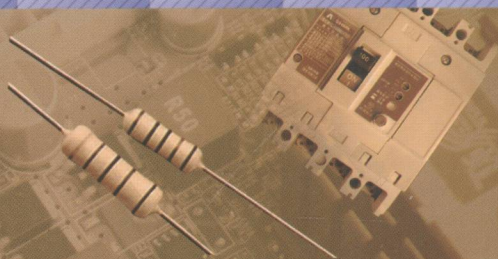
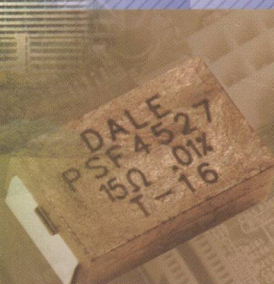
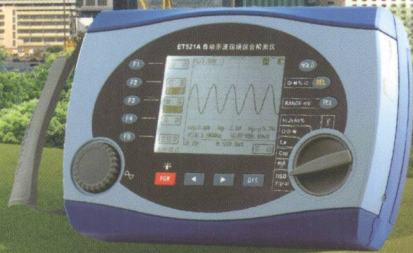
全国高等职业教育“十二五”规划教材
中国电子教育学会推荐教材
全国高职院校规划教材·精品与示范系列

院级精品课
配套教材

电路与电子技术

◎ 张建碧 主编 ◎ 杨 槐 蔡 川 副主编

- 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
- 变压器
- 常用低压电器及控制电路
- 半导体器件
- 集成运算放大电路
- 直流稳压电源
- 三相交流电路
- RLC谐振电路
- 基本放大电路
- 正弦波振荡电路



- ◆ 在充分研究行业企业和高职学生特点基础上，结合骨干院校专业建设进行课程改革
- ◆ 按照行业岗位技能需求和学生职业发展需要，结合课程培养目标和基本要求设置内容
- ◆ 设有多个实例及技能训练任务，有利于学生较快理解和掌握所学知识，巩固操作技能
- ◆ 提供免费的电子教学课件、练习题参考答案，以方便教学



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

全国高等职业教育“十二五”规划教材
中国电子教育学会推荐教材
全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列



院级精品课
配套教材

电路与电子技术

张建碧 主 编

杨 槐 蔡 川 副主编



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是按照教育部最新的职业教育教学改革要求,结合骨干院校专业建设与课程改革成果及多年本课程教学经验进行编写的。本书注重各行业技术发展和职业岗位技能需求,主要内容包括: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,三相交流电路,变压器,RLC 谐振电路,常用低压电器及控制电路,半导体器件,基本放大电路,集成运算放大电路,正弦波振荡电路,直流稳压电源。全书各章设有多个实例及技能训练、思考与练习题等,有利于学生掌握所学知识,巩固操作技能。

本书为高职高专院校相关专业对应课程的教材,以及应用型本科、成人教育、自学考试、电视大学、中职学校及培训班的教材,同时也是工程技术人员的一本好参考书。

本书配有免费的电子教学课件和练习题参考答案,详见前言。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电路与电子技术/张建碧主编. —北京:电子工业出版社,2012.8

全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列

ISBN 978-7-121-17379-0

I. ①电… II. ①张… III. ①电路理论—高等职业教育—教材 ②电子技术—高等职业教育—教材

IV. ①TM13 ②TN01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 129961 号

策划编辑:陈健德

责任编辑:贾晓峰

印 刷: 北京市李史山胶印厂

装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 19 字数: 484.8 千字

印 次: 2012 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 36.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

职业教育 继往开来（序）

自我国经济在 21 世纪快速发展以来，各行各业都取得了前所未有的进步。随着我国工业生产规模的扩大和经济发展水平的提高，教育行业受到了各方面的重视。尤其对高等职业教育来说，近几年在教育部和财政部实施的国家示范性院校建设政策鼓舞下，高职院校以服务为宗旨、以就业为导向，开展工学结合与校企合作，进行了较大范围的专业建设和课程改革，涌现出一批示范专业课程和精品课程。高职教育在为区域经济建设服务的前提下，逐步加大校内生产性实训比例，引入企业参与教学过程和质量评价。在这种开放式人才培养模式下，教学以育人为目标，以掌握知识和技能为根本，克服了以学科体系进行教学的缺点和不足，为学生的定岗实习和顺利就业创造了条件。

中国电子教育学会立足于电子行业企事业单位，为行业教育事业的改革和发展，为实施“科教兴国”战略做了许多工作。电子工业出版社作为职业教育教材出版大社，具有优秀的编辑人才队伍和丰富的职业教育教材出版经验，有义务和能力与广大的高职院校密切合作，参与创新职业教育的新方法，出版反映最新教学改革成果的新教材。中国电子教育学会经常与电子工业出版社开展交流与合作，在职业教育新的教学模式下，将共同为培养符合当今社会需要的、合格的职业技能人才而提供优质服务。

近期由电子工业出版社组织策划和编辑出版的“全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列”，具有以下几个突出特点，特向全国的职业教育院校进行推荐。

(1) 本系列教材的课程研究专家和作者主要来自于教育部和各省市区评审通过的多所示范院校。他们对教育部倡导的职业教育教学改革精神理解得透彻准确，并且具有多年的职业教育教学经验及工学结合、校企合作经验，能够准确地对职业教育相关专业的知识点和技能点进行横向与纵向设计，能够把握创新型教材的出版方向。

(2) 本系列教材的编写以多所示范院校的课程改革成果为基础，体现重点突出、实用为主、够用为度的原则，采用项目驱动的教学方式。学习任务主要对本行业工作岗位群中的典型实例提炼后进行设置，项目实例较多，应用范围较广，图片数量较大，还引入了一些经验性的公式、表格等，文字叙述浅显易懂。增强了教学过程的互动性与趣味性，对全国许多职业教育院校具有较大的适用性，同时对企业技术人员具有可参考性。

(3) 根据职业教育的特点，本系列教材在全国独创性地提出“职业导航、教学导航、知识分布网络、知识梳理与总结”及“封面重点知识”等内容，有利于老师选择合适的教材并有重点地开展教学过程，也有利于学生了解该教材相关的职业特点和对教材内容进行高效率的学习与总结。

(4) 根据每门课程的内容特点，为方便教学过程对教材配备相应的电子教学课件、习题答案与指导、教学素材资源、程序源代码、教学网站支持等立体化教学资源。

职业教育要不断进行改革，创新型教材建设是一项长期而艰巨的任务。为了使职业教育能够更好地为区域经济和企业服务，殷切希望高职高专院校的各位职教专家和老师提出建议和撰写精品教材（联系邮箱：chenjd@phei.com.cn，电话：010-88254585），共同为我国的职业教育发展尽自己的责任与义务！

中国电子教育学会

前 言



本书是按照教育部最新的职业教育教学改革要求,结合骨干院校专业建设与课程改革成果多年本课程教学经验进行编写的。近年来随着各行各业技术的快速发展,对本课程内容的构成和形式提出新的要求,各院校根据教育部高职高专的培养目标和课程基本要求都在进行课程改革,使职业教育教学更加符合行业岗位技能需求和职业发展需要。编者在充分研究行业企业对职业技术人才的需求和高等职业技术学院学生的特点、知识结构及教学规律、培养目标的基础上,通过与多所院校老师交流,本着理论知识够用、实践能力过硬、快速培养急需人才的目标,认真组织教材内容,努力使教材符合多个专业的实际教学需要。

本书在编写过程中,力求突出核心知识,强化实践性内容,注重教学过程的便利性和有效性,并注意以下方面:

(1) 教材内容与高职学生的知识、能力结构相适应,重点突出职业特色,加强工程针对性、实用性;

(2) 降低理论分析的难度,注重理论分析结果的应用能力培养;

(3) 基本理论本着必需、够用的原则,尽量减少理论性推导和论证,突出实践应用,以掌握概念、培养技能为教学重点;

(4) 各章设有多个实例及技能训练、知识梳理与总结、思考与练习题,以利于学生理解和掌握所学知识,巩固操作技能。

全书共分为 12 章,内容包括: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,三相交流电路,变压器,RLC 谐振电路,常用低压电器及控制电路,半导体器件,基本放大电路,集成运算放大电路,正弦波振荡电路,直流稳压电源。其中,第 6 章“RLC 谐振电路”和第 7 章“常用低压电器及控制电路”可根据专业的不同进行选择。

本书为高职高专院校相关专业对应课程的教材,以及应用型本科、成人教育、自学考试、电视大学、中职学校及培训班的教材,同时也是工程技术人员的一本好参考书。

本书由重庆城市管理职业技术学院的张建碧任主编,杨槐和蔡川任副主编。其中第 2、3、10、11 章由张建碧编写;第 4、5 章及部分习题由王万刚编写;第 6 章由王建勇编写;第 7、8 章由王小平编写;第 9 章由刘新、杨勋编写;第 12 章由蔡川编写;附录和第 1 章由杨槐编写。张建碧负责全书的组织与统稿工作。

在本书的编写过程中参考了多篇文献资料,受益匪浅,并得到重庆城市管理职业学院教务处、信息工程学院及电子教研室许多老师的关心与支持,在此一并致以衷心的感谢。

随着电工电子技术的发展,本课程的教学改革任重而道远。由于编者学识有限,书中不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

为了方便教师教学,本书配有免费的电子教学课件、练习题参考答案,请有需要的教师登录华信教育资源网(<http://www.hxedu.com.cn>)免费注册后进行下载,有问题时请在网站留言或与电子工业出版社联系(E-mail:hxedu@phei.com.cn)。

编者

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036



第 1 章 电路的基本概念和基本定律	(1)
1.1 电路	(2)
1.1.1 电路的组成	(2)
1.1.2 电路模型	(2)
1.2 电路的基本物理量	(3)
1.2.1 电流	(3)
1.2.2 电压	(4)
1.2.3 电功率	(6)
1.3 电路的基本元件	(7)
1.3.1 电阻元件	(7)
1.3.2 电感元件	(8)
1.3.3 电容元件	(9)
1.4 基尔霍夫定律	(10)
1.4.1 电路结构名词	(10)
1.4.2 基尔霍夫电流定律	(11)
1.4.3 基尔霍夫电压定律	(11)
1.5 电路的工作状态	(13)
1.5.1 电路的基本状态	(13)
1.5.2 电气设备的额定值	(14)
1.6 电位	(14)
1.6.1 电路中的电位	(15)
1.6.2 电子电路中的电位图	(15)
技能训练 1 基本元件的识别与基本仪器的使用	(16)
知识梳理与总结	(17)
思考与练习题 1	(18)
第 2 章 直流电阻性电路的分析	(20)
2.1 电阻的串联、并联	(21)
2.1.1 电阻的串联	(21)
2.1.2 电阻的并联	(22)
2.1.3 电阻的混联	(24)
2.2 电压源、电流源及等效电路	(26)

2.2.1 电压源	(26)
2.2.2 电流源	(27)
2.2.3 电源的连接	(28)
2.2.4 两种电源模型等效电路	(29)
2.3 支路电流法	(31)
2.4 叠加定理	(32)
2.5 戴维宁定理	(35)
2.6 最大功率传输定理	(36)
技能训练 2 戴维宁定理的验证	(38)
知识梳理与总结	(40)
思考与练习题 2	(41)
第 3 章 正弦交流电路	(44)
3.1 正弦交流电的三要素	(45)
3.2 正弦交流电的相量表示法	(48)
3.2.1 复数及其运算	(48)
3.2.2 复数的四则运算	(49)
3.2.3 正弦量的相量表示法	(50)
3.2.4 同频率正弦相量的运算规则	(52)
3.3 电阻、电感、电容元件的电压电流关系	(53)
3.3.1 电阻元件	(53)
3.3.2 电感元件	(54)
3.3.3 电容元件	(56)
3.3.4 单一元件的比较	(58)
3.4 基尔霍夫定律的相量形式	(59)
3.4.1 基尔霍夫电流定律	(59)
3.4.2 基尔霍夫电压定律	(59)
3.5 用相量法分析 RLC 串联电路	(61)
3.5.1 电压与电流的关系	(62)
3.5.2 电压三角形	(62)
3.5.3 复阻抗	(62)
3.5.4 功率	(69)
3.6 复阻抗的串联与并联	(65)
3.6.1 复阻抗的串联	(65)
3.6.2 复阻抗的并联	(65)
3.7 功率因数的提高	(67)
3.7.1 功率因数提高的意义	(67)
3.7.2 提高功率因数的方法	(67)
技能训练 3 正弦交流电路中 RLC 元件的阻抗频率特性测试	(68)
知识梳理与总结	(71)

思考与练习题 3	(72)
第 4 章 三相交流电路	(73)
4.1 三相电源	(74)
4.2 三相电源的连接	(75)
4.2.1 星形连接	(75)
4.2.2 三角形连接	(77)
4.3 三相负载的连接	(77)
4.3.1 三相负载星形连接	(77)
4.3.2 三相负载的三角形连接	(81)
4.4 三相电路的功率	(82)
4.5 安全用电	(83)
4.5.1 触电及触电类型	(83)
4.5.2 触电电流对人体危害程度	(85)
4.5.3 触电保护	(86)
4.5.4 触电急救	(89)
技能训练 4 电能表的安装与使用	(90)
知识梳理与总结	(92)
思考与练习题 4	(93)
第 5 章 变压器	(95)
5.1 变压器的基本结构和工作原理	(96)
5.1.1 变压器的基本结构	(96)
5.1.2 变压器的工作原理	(97)
5.1.3 变压器的使用	(99)
5.2 特殊变压器	(101)
5.2.1 自耦变压器	(101)
5.2.2 电流互感器	(102)
5.2.3 三相电力变压器	(103)
技能训练 5 单相变压器的使用	(104)
知识梳理与总结	(104)
思考与练习题 5	(105)
第 6 章 RLC 谐振电路	(106)
6.1 串联谐振电路	(107)
6.1.1 串联谐振电路的谐振频率与谐振方法	(107)
6.1.2 串联谐振电路的特性	(108)
6.1.3 串联谐振电路的应用	(110)
6.2 并联谐振电路	(112)
6.2.1 并联谐振电路的谐振频率	(112)
6.2.2 并联谐振电路的特性	(112)

6.2.3 并联谐振电路的应用·····	(115)
技能训练 6 串联谐振电路性能测试·····	(115)
知识梳理与总结·····	(117)
思考与练习题 6·····	(117)
第 7 章 常用低压电器及控制电路 ·····	(119)
7.1 低压电器·····	(120)
7.1.1 组合开关·····	(120)
7.1.2 按钮·····	(121)
7.1.3 交流接触器·····	(122)
7.1.4 中间继电器·····	(123)
7.1.5 热继电器·····	(123)
7.1.6 熔断器·····	(125)
7.1.7 自动空气断路器·····	(126)
7.2 基本控制电路·····	(128)
7.2.1 电动机直接启动的控制电路·····	(128)
7.2.2 电动机正、反转的控制电路·····	(130)
7.3 行程、时间控制电路·····	(131)
7.3.1 行程开关·····	(131)
7.3.2 行程控制·····	(133)
7.3.3 时间控制·····	(134)
技能训练 7 三相异步电动机正、反转控制电路的研究·····	(136)
知识梳理与总结·····	(138)
思考与练习题 7·····	(138)
第 8 章 半导体器件 ·····	(140)
8.1 半导体的基础知识·····	(141)
8.1.1 半导体的概念·····	(141)
8.1.2 半导体的特性·····	(141)
8.1.3 本征半导体·····	(141)
8.1.4 N 型和 P 型半导体·····	(142)
8.1.5 PN 结及单向导电性能·····	(143)
8.2 半导体二极管·····	(144)
8.2.1 二极管的分类·····	(144)
8.2.2 二极管的伏安特性·····	(145)
8.2.3 二极管的主要参数·····	(146)
8.2.4 二极管的应用·····	(147)
8.3 特殊二极管·····	(148)
8.3.1 发光二极管·····	(148)
8.3.2 光电二极管·····	(149)

8.3.3	变容二极管	(150)
8.3.4	稳压二极管	(150)
8.4	半导体三极管	(152)
8.4.1	三极管的基本结构与分类	(152)
8.4.2	三极管的电流放大作用及其放大的基本条件	(153)
8.4.3	三极管的伏安特性	(154)
8.4.4	三极管的主要参数	(156)
技能训练 8 常用半导体器件性能的测试		(158)
知识梳理与总结		(159)
思考与练习题 8		(160)
第 9 章 基本放大电路		(163)
9.1	放大电路的主要性能指标	(164)
9.1.1	放大电路的主要性能指标	(164)
9.1.2	放大电路中的符号规定	(165)
9.2	共射极放大电路的工作原理	(166)
9.2.1	共射极放大电路组成及各元件的作用	(166)
9.2.2	共射极放大电路的工作原理及波形分析	(167)
9.2.3	放大电路组成的原则	(167)
9.3	放大电路的分析	(167)
9.3.1	静态分析	(168)
9.3.2	动态分析	(170)
9.4	放大电路静态工作点的稳定与设置	(174)
9.4.1	温度对静态工作点的影响	(174)
9.4.2	典型的静态工作点稳定电路	(174)
9.4.3	静态工作点设置对输出波形的影响	(177)
9.5	共集电极放大电路	(178)
9.6	共基极放大电路	(180)
9.7	多级放大电路	(181)
9.7.1	级间耦合方式	(182)
9.7.2	多级放大电路的主要性能指标	(183)
9.7.3	组合放大电路	(184)
技能训练 9 共射极单管放大电路性能测试		(185)
知识梳理与总结		(188)
思考与练习题 9		(188)
第 10 章 集成运算放大电路		(192)
10.1	集成运算放大器的基本知识	(193)
10.1.1	集成运算放大器的基本组成与符号	(193)
10.1.2	集成运算放大器的电压传输特性	(195)

10.1.3	集成运算放大器的主要特性指标	(196)
10.1.4	理想集成运算放大器	(197)
10.2	放大电路中的负反馈	(198)
10.2.1	反馈放大电路的组成	(198)
10.2.2	负反馈放大电路的判别与基本类型	(200)
10.2.3	负反馈对放大电路性能的影响	(203)
10.3	集成运算放大器的线性应用	(207)
10.3.1	比例运算电路	(207)
10.3.2	加法运算电路	(209)
10.3.3	减法运算电路	(212)
10.3.4	微分和积分运算电路	(213)
10.4	集成运算放大器的非线性应用	(215)
10.5	集成运算放大器使用中应注意的问题	(219)
10.5.1	使用原则	(219)
10.5.2	保护措施	(220)
10.5.3	使用技巧	(223)
技能训练 10	集成运算放大器的加法、减法运算电路	(224)
	知识梳理与小结	(225)
	思考与练习题 10	(226)
第 11 章	正弦波振荡电路	(230)
11.1	振荡电路的基本原理	(231)
11.1.1	正弦波电路框图	(231)
11.1.2	自激振荡的条件	(231)
11.1.3	基本构成	(232)
11.1.4	起振和稳定过程	(232)
11.1.5	振荡器的分类	(232)
11.2	RC 振荡电路	(233)
11.3	LC 正弦波振荡电路	(234)
11.3.1	变压器反馈式振荡电路	(234)
11.3.2	电感三点式振荡电路	(235)
11.3.3	电容三点式振荡电路	(236)
11.4	晶体振荡电路	(238)
11.4.1	石英晶体的频率特性	(238)
11.4.2	石英晶体振荡电路	(239)
技能训练 11	LC 振荡电路的性能测试	(240)
	知识梳理与总结	(241)
	思考与练习题 11	(241)

第 12 章 直流稳压电源	(244)
12.1 整流电路	(245)
12.1.1 二极管整流电路	(245)
12.1.2 倍压整流电路	(249)
12.2 滤波电路	(250)
12.2.1 电容滤波	(250)
12.2.2 电感滤波	(251)
12.2.3 复式滤波	(251)
12.3 硅稳压二极管稳压电路	(252)
12.4 串联型稳压电路	(254)
12.4.1 具有放大环节的串联型可调稳压电路	(254)
12.4.2 基准电压源	(256)
12.5 集成稳压器	(256)
12.5.1 固定式三端集成稳压器	(257)
12.5.2 可调式三端集成稳压器	(258)
12.5.3 低压差三端稳压器	(259)
12.6 开关型稳压电源	(260)
12.6.1 开关型稳压电源的特点	(260)
12.6.2 串联型开关稳压电源	(260)
12.6.3 集成 PWM 电路的开关电源	(262)
技能训练 12 直流稳压电源的设计与性能测试	(264)
知识梳理与总结	(266)
思考与练习题 12	(266)
附录 A 部分电气图形符号	(269)
A.1 电阻器、电容器、电感器和变压器	(269)
A.2 半导体管	(269)
A.3 其他电气图形符号	(270)
附录 B 常用电子元器件型号命名法及主要技术参数	(271)
B.1 电阻器和电位器	(271)
B.2 电容器	(275)
B.3 电感器	(277)
B.4 半导体分立器件	(278)
B.5 模拟集成电路	(289)

第1章

电路的基本概念和基本定律

教学导航

教	知识重点	电路的基本物理量：电流、电压、电位、功率 电路的基本元件：电阻、电容、电感 电路的基本定律：KCL、KVL、欧姆定律 电路的工作状态：短路、断路、通路
	知识难点	电压的参考方向与电流的参考方向的关联关系 计算电路中的电位
	推荐教学方式	启发性（实际应用电路模型）课堂教学讲授、学生互动探讨教学方式等
	建议学时	6（理论4+实践2）
学	必须掌握的理论知识	电路的基本物理量：电流、电压、电位、功率 电路的基本元件：电阻、电容、电感 电路的基本定律：KCL、KVL、欧姆定律 电路的工作状态：短路、断路、通路 电路的电位
	必须掌握的技能	基本元件的识别 基本仪器的使用



1.1 电路

电路，即电流的通路，是由若干电气设备或电子元件按一定方式用导线连接起来，能使电流流通的通路。

实际应用的电路种类繁多，形式和结构也各不相同，但基本作用可归纳为以下两方面。

(1) 实现电能的传送、分配和能量的转换。典型应用是电力电路。发电机产生电能，经过变压器和输电线输送到各用电单位，再由负载把电能转换为其他形式的能量。

(2) 实现信号的变换、传递和处理功能的电路。电视机可将接收到的信号经过处理、转换成图像和声音。

1.1.1 电路的组成

实际电路一般由最基本的三大部分组成，即电源、负载及将它们连接在一起的中间环节（导线、开关等），如图 1-1 (a) 所示的手电筒电路。

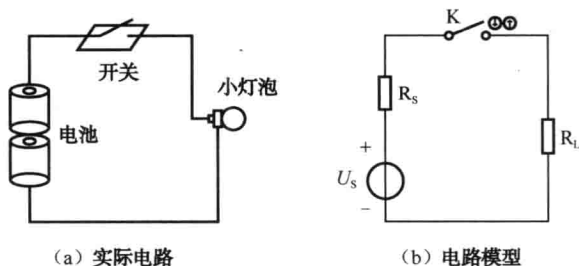


图 1-1 手电筒电路

电源：将其他形式的能量（机械能、化学能等）转换为电能的装置，它是电路中能量的供给者，常用的电源有电池、发电机等。

负载：即用电器，它将电能转换为其他形式的能量。例如，白炽灯将电能转换为光能和热能；电动机将电能转换为机械能；扬声器将电能转换为声能等。

中间环节：除电源和负载以外的其他部分。包括导线、开关和保护电器（如熔断器）等。

1.1.2 电路模型

实际电路是由一些起不同作用的实际电路元件组成的，如发电机、变压器、电池、电阻器等。它们的电磁性质很复杂，最简单的例子是日光灯，它除具有消耗电能的性质（电阻性）外，当有电流通过时还会产生磁场，说明日光灯还有电感性，但电感作用非常微小，可以忽略不计。所以，可以认为日光灯就是一个电阻性元件。

为了便于对电路进行分析计算，常将实际电路元件理想化（称模型化），即在一定条件下突出元件的主要电和磁性质，忽略次要因素，把它看成理想电路元件。由理想电路元件组成的电路称为电路模型，如图 1-1 (b) 所示。

理想电路元件主要有电阻元件、电感元件、电容元件和电源元件，其电路模型遵照国家标准规定，如表 1-1 所示。



表 1-1 四个理想电路元件的电路模型

电路元件名称	电气符号	电磁性质	电路模型符号
电阻元件	R	消耗电能	
电感元件	L	存储磁场能量	
电容元件	C	存储电场能量	
电源元件	U_s 或 I_s	产生电能	

1.2 电路的基本物理量

1.2.1 电流

1. 电流的概念

在电场力的作用下电荷有规则的定向运动形成电流。规定以正电荷运动的方向作为电流的实际方向。电流的大小用电流强度（简称电流）来表示，电流在数值上等于单位时间内通过导体某一横截面积的电荷量。设在极短的时间 dt 内通过导体某一横截面的电荷量为 dq ，则通过该截面的电流为

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

大小和方向都不随时间变化的电流称为恒定电流，简称直流电流，用大写字母 I 表示，则

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

在国际单位制（SI）中电流的单位是安培（A），实用中还有千安（kA）、毫安（mA）、微安（ μA ）等。它们的换算关系是

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

2. 电流的方向

在分析电路时不仅要计算电流的大小，还应了解电流的方向。对于比较复杂的直流电路往往不能确定电流的实际方向；对于交流电因其电流方向随时间变化而变化，更难以判断。因此，为便于分析电路引入了电流参考方向的概念。电流的参考方向，也称假定方向，可以任意选定，在电路中常用一个箭头表示。当电流的实际方向与参考方向一致时，电流为正，即 $i > 0$ ，如图 1-2（a）所示；当电流的实际方向与参考方向相反时电流为负值，即 $i < 0$ ，如图 1-2（b）所示。

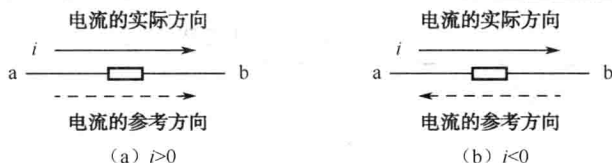


图 1-2 电流的参考方向与实际方向的关系

有时, 还可以用双下标表示, 如 i_{ab} (表示电流从 a 流向 b), i_{ba} (表示电流从 b 流向 a), 即 $i_{ab} = -i_{ba}$, 其中负号表示两电流的方向相反。

实例 1-1 已知电流 i 的参考方向如图 1-2 (a) 所示, 求下列两种情况下电流的实际方向: ① $i = 3\text{A}$; ② $i = -5\text{A}$ 。

解: (1) $i = 3\text{A}$, 其值为正, 则电流的实际方向与参考方向相同, 即由 a 指向 b。

(2) $i = -5\text{A}$, 其值为负, 则电流的实际方向与参考方向相反, 即由 b 指向 a。

说明:

(1) 在分析电路时, 首先假设电流的参考方向, 并以此为标准去分析计算, 最后从结果的正负来确定电流的实际方向;

(2) 在电路分析时, 参考方向一经选定, 中途就不能再变;

(3) 在未规定参考方向的情况下, 电流的正、负是没有意义的。

1.2.2 电压

1. 电压的概念

电路中 a、b 两点的电压就是将单位正电荷由 a 点移动到 b 点时电场力所做的功, 用 u_{ab} 表示。即

$$u_{ab} = \frac{dW_{ab}}{dq} \quad (\text{交流}) \quad (1-3)$$

大小和方向都不随时间变化的电压称为恒定电压, 简称直流电压, 用大写字母 U 表示, 如 a、b 两点间的直流电压为

$$U_{ab} = \frac{W}{q} \quad (\text{直流}) \quad (1-4)$$

在 SI 中电压的单位为伏特, 简称伏 (V), 实用中还有千伏 (kV)、毫伏 (mV)、微伏 (μV) 等。它们之间的换算关系是

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

2. 电压的方向

电压和电流一样, 不但有大小, 而且还有方向。习惯上规定电压的实际方向是从高电位端指向低电位端。在实际分析和计算中, 电压的实际方向也常常难以确定, 这时也要采用参考方向。电路中两点间的电压可任意选定一个参考方向, 且规定当电压的参考方向与实际方向一致时电压为正值, 即 $u > 0$, 如图 1-3 (a) 所示; 相反时电压为负值, 即 $u < 0$, 如图 1-3 (b) 所示。