

高等职业教育电子信息类专业
“双证课程”培养方案配套教材

国家信息化
计算机教育认证

CEAC

指定教材

电子产品制作职业
核心能力课程

电路技术基础

中国高等职业技术教育研究会 指导
CEAC 信息化培训认证管理办公室 组编

CEAC



高等教育出版社
Higher Education Press

高等职业教育电子信息类专业“双证课程”培养方案配套教材

电子产品制作职业核心能力课程

电路技术基础

中国高等职业技术教育研究会 指导
CEAC 信息化培训认证管理办公室 组编

高等教育出版社

内容提要

本书采用“就业导向的职业能力系统化课程及其开发方法(VOCSCUM)”进行开发,是国家教育科学“十五”规划国家级课题“IT领域高职课程结构改革与教材改革的研究与试验”的研究成果之一,作为《高等职业教育电子信息类专业“双证课程”培养方案配套教材》之一,同时也是“CEAC国家信息化培训认证”的指定教材,具有鲜明的特色,可作为高职高专院校电子信息类专业教材。

本书是“电子产品制作”职业能力课程的第1阶段课程。本书主要涉及电路技术基础知识。这一部分的内容作为就业导向的“双证”教学体系的通识课程。本书摆脱了以往基础课程“定理—推导—验证”的模式,本着“知识够用为度”和“理论与实训相结合”的思路展开,在介绍理论知识的同时,嵌入了大量的实训案例,使枯燥的概念和生动的实际操作相结合,为学习后续课程打下了基础,并储备了实际操作的经验。

本书共5章,主要内容有电路基础知识;正弦交流电路组成及应用;三相交流电路;磁场和电源变压器等理论知识方面的内容,同时在各章穿插了交流电测量案例和电工技能训练1~3部分的内容,最后介绍了安全用电的基本知识和技能。

本书适合作高等职业院校、高等专科学校、成人高等院校、本科院校举办的职业技术学院电子信息类专业教材,也可作为继续教育学院、民办高校、技能型紧缺人才培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

电路技术基础/CEAC 信息化培训认证管理办公室
组编. —北京:高等教育出版社,2006.3
ISBN 7-04-018736-1

I. 电... II. C... III. 电路—高等学校:技术学
校—教材 IV. TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 013342 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京泽明印刷有限责任公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 9.75
字 数 230 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2006 年 3 月第 1 版
印 次 2006 年 3 月第 1 次印刷
定 价 14.80 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 18736-00

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将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，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街 4 号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

策划编辑	孙 杰
责任编辑	王莉莉
封面设计	张 志
责任绘图	朱 静
版式设计	马静如
责任校对	金 辉
责任印制	朱学忠

高等职业教育电子信息类专业“双证课程”培养方案配套教材

编审委员会

顾	问	张尧学	葛道凯	季金奎	刘志鹏	洪京一
		李宗尧	范唯	吴爱华	宋玲	张方
		尹洪	李维利	周雨阳		
主	任	高林				
委	员	张晓云	杨俊清	姜波	周乐挺	戴荭
		潘学海	王金库	杨士勤	李勤	雷波
课程审定		高林	许远	鲍洁		
内容审定		樊月华	袁枚	王晖	黄心渊	
行业审定		洪京一				
秘书长		曹洪波	杨春慧			

《电路技术基础》

主	编	周乐挺		
参	编	高梅	李春祎	谢园

国家教育科学“十五”规划国家级课题“IT 领域高职
课程结构改革与教材改革的研究与试验”研究成果
高等职业教育电子信息类专业“双证课程”培养方案配套教材

出版说明

目前,我国的高等职业教育正面临着新的形势——以“就业导向、产学结合、推行双证、改革学制、订单培养、打造银领”为主要特点,以培养高技能的技术应用型人才为根本目的。专业建设和课程开发历来是教育改革的核心与突破口。经过十年来的发展,高职教育虽然取得很大进展,但课程模式、教学内容等还有学科系统化的本科压缩型痕迹。尽管从国外引进了许多先进的课程模式和教育思想,但由于国情的不同并且缺少具有中国特色的课程开发方法,目前成功案例也不多。

本套课程改革系列教材采用了经教育部鉴定的“就业导向的职业能力系统化课程及其开发方法”,贯彻了“理念创新、方法创新、特色创新、内容创新”四大原则,在教材建设上进行了改革和探索,是当前高等职业教育教学改革与创新思想的集中体现,主要表现在以下几点:

一、突出行业需求,符合教学管理要求,采用先进开发方法

(1) 依据行业企业需求开发。配套教材是根据信息产业发展对复合型高技能人才需求的特点,并结合最新推出的“CEAC—院校 IT 职业认证证书”标准要求编写而成。认证证书表明持证人具备了相应认证的技术水平和应用能力,它可以作为相关岗位选聘人员、技术水平鉴定的参考依据。将其引入学历教育,可以使高职高专学生在不延长学制的情况下,获得职业证书以提高就业的竞争力。

(2) 依据最新专业目录开发。配套教材以教育部最新制定的《普通高等教育学校高职高专教育指导性专业目录》中的电子信息大类专业(大类代码:59)设置为依据,进行课程建设。

(3) 采用先进课程开发方法。配套教材采用教育部推荐的“就业导向的职业能力系统化课程及其开发方法(VOCSCUM)”集中反映了高等职业教育课程的基本特征。该方法指出,在高等职业教育突破学科系统化课程模式后,应实施系统化的职业能力课程,在课程模式和开发方法中强调就业导向,产学结合和双证书教育等。VOCSCUM 是在高等职业教育课程理论研究的基础上,借鉴国际先进的职业教育课程模式,尤其是澳大利亚和德国的经验,并结合中国国情研制和开发的一套具有自主知识产权的课程模式和开发方法,它适用于两、三年制的高等职业教育。该方法的基本思想已得到教育部领导的肯定,并在教育部组织的高等职业教育四类紧缺人才培养方案制定中进行试用。

二、体现职业核心能力的教材编写思路

上述的思想方法集中体现于《高等职业教育电子信息类专业“双证课程”解决方案(两、三年制适用)》(以下简称“解决方案”)一书中。“解决方案”的出版得到教育部高等教育司、信息

产业部信息化推进司、劳动和社会保障部职业技能鉴定中心领导的极大关注和大力支持,并对本书的出版给予了具体的指导。2005年,信息产业部“国家信息化计算机教育认证项目(CEAC)”的管理机构在“解决方案”的基础上编制了《CEAC 高等职业教育电子信息类专业“双证课程”培养方案》(以下简称“培养方案”),并配套开发了职业认证证书,每个专业的培养方案中,有7~8门课程与相应的职业培训证书对应。

根据“培养方案”,我们组织编写了一系列的通识课程教材、职业能力核心课程教材,同时将部分教材作为获得“CEAC—院校IT职业认证证书”的认证培训教材。

我们按照VOCSUM课程开发方法的要求,开发纵向为主、横向相关的链路课程(Chain Curriculum)教材,并对程序设计、数据库开发、网络系统配置、网页设计与网站建设、电脑平面设计、电子产品组装与维护等职业核心能力课程中的认证课程,配套研发了立体化教学考核支持系统,以保证这些课程的授课质量。

本系列配套教材不仅覆盖计算机办公应用、软件开发技术、网络技术 etc 常规认证课程,还包括了硬件技术、微电子应用、通信技术、数字制造技术、集成电路设计、应用电子技术、信息管理等专业领域的主要课程,可供高等职业教育电子信息类两、三年制各专业使用。

本系列配套教材将于2005年陆续出版,当年先出版40余种,其余力争2006年底全部完成。

三、不断凝聚、扩大共识,推动高职IT课程改革

为了调动广大高等职业学校的优秀教师参加该系列配套教材编写的积极性,相关教材的出版采取“滚动机制”,除了组织示范性链路课程的配套教材出版外,我们还接受有关教师结合自身教学实践并按照“解决方案”编写的教材投稿,经过审核合格后,作为国家教育科学“十五”规划国家级课题——“IT领域高职课程结构改革与教材改革的研究与试验”的研究成果列入出版计划。热忱欢迎广大高等职业院校电子信息类教师和我们更加深入地研究、引进、摸索、总结IT类专业与课程开发经验,通过推广开发的课程,树立高等职业教育品牌,将高等职业教育课程的改革引向深入。

高等职业教育电子信息类专业“双证课程”培养方案配套教材编审委员会(以下简称:高职电子信息类专业双证配套教材编委会)秘书处设在信息产业部CEAC信息化培训认证管理办公室。

本系列配套教材是教育部、信息产业部组织相关专家编写共同推出的双证教材,在信息产业部信息化推进司的领导下,CEAC信息化培训认证管理办公室专门配套了与课程体系相关的“CEAC—院校IT职业认证证书”标准,供高等职业学校在选择IT认证培训证书时选用。我们也热忱欢迎其他的职业资格证书和培训证书的管理机构与我们合作,设计出更多的证书体系与课程体系的接口方案。

本系列配套教材是集体的智慧、集体的著作,参加本书编撰工作的人员对社会各界的支持表示感谢。

由于时间仓促,本书不可避免地存在这样或那样的不足,甚至由于学识水平所限,虽竭智尽力,仍难免谬误,希望专家、同行、学者给予批评指正。

高等职业教育电子信息类专业“双证
课程”培养方案配套教材编审委员会

2005年8月

序

我很高兴看到，作为教育部重点课题“高职高专教育课程设置和教学内容体系原则的研究与实践”的研究成果之一，国家教育科学“十五”规划国家级课题——“IT领域高职课程结构改革与教材改革的研究与试验”课题组所编撰的《高等职业教育电子信息类专业“双证课程”解决方案(两、三年制适用)》(以下简称“解决方案”)以及高等职业教育电子信息类专业“双证课程”培养方案配套教材分别由科学出版社和高等教育出版社出版了。

我国高等职业教育面临着新的转折点。随着国民经济健康、持续的发展，我国越来越需要大批高素质的实用型高级人才。如何培养职业人才呢？教育部提出了“以就业为导向”的指导思想，在这个思想的指导下，高等职业教育的人才培养模式正在发生巨大变革。例如，产学结合、两年学制、推行双证、建设实训基地等，都是围绕就业导向而采取的一系列重要措施。

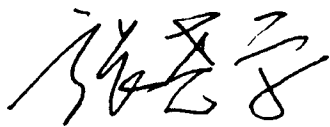
信息产业是我国支柱产业之一，它需要大批高素质的高级实用人才。《高等职业教育电子信息类专业“双证课程”解决方案》以及高等职业教育电子信息类专业“双证课程”培养方案配套教材的出版对促进高等职业教育IT类人才培养，我国IT产业的发展，进一步改革高等职业教育人才培养模式都具有积极意义，它的创新之处主要在于：

(1)“解决方案”以及配套教材是依据行业企业需求开发的，它根据信息产业发展对复合型高技能人才需求的特点，结合信息产业部最新推出的“CEAC—院校IT职业认证证书”标准要求编写而成。认证证书表明持证人具备了相应技术水平和应用能力，它可以作为相关岗位选聘人员、技术水平鉴定的参考依据。将其引入学历教育，可以使高职高专学生在不延长学制的情况下，获得证书以提高就业的竞争力。

(2)“解决方案”以及配套教材是根据教育部最新制定的《普通高等教育学校高职高专教育指导性专业目录》开发的，并以其中的电子信息类专业(大类代码:59)设置的情况为依据，对于高等职业院校两年制IT类专业学校来说，具有较大的参考价值。

(3)“解决方案”以及配套教材采取了先进的课程开发方法，采用了已经通过部级鉴定的“就业导向的职业能力系统化课程及其开发方法(VOCSCUM)”。该方法现已作为优秀案例列入教育部高等教育司组织编写的“银领工程”系列丛书，值得高职高专院校借鉴。

我希望，从事IT类高等职业教育的老师以及在该领域学习的学生能从“解决方案”以及配套教材中得到较大的收获。



2005年6月17日

序

高等职业教育电子信息类专业“双证课程”解决方案和高等职业教育电子信息类“双证课程”培养方案配套教材在课题组成员的努力、众多专家和机构的支持下，终于取得了丰硕的成果。“解决方案”不仅较一年前的初稿有了很大的改进，而且与行业企业的需求越来越近，同时配套教材已由高等教育出版社陆续出版了。

《高等职业教育电子信息类专业“双证课程”解决方案》和高等职业教育电子信息类“双证课程”培养方案配套教材的编撰出版直接源于国家级和教育部级的两个课题研究成果。教育部门根据信息产业发展对人才的需求，对高等职业教育的 IT 类课程进行了改革，并大力推进两年制软件职业技术学院的发展。教育课程的改革为行业的发展不断输送适用的技术应用型人才，有力地促进了我国信息化的进程。信息化推进司作为信息产业部负责推进信息化工作的职能部门，积极支持并参与该课题的研究工作，同时责成我司主管“国家信息化计算机教育认证项目”的负责同志为该项目研究提供支持，并配合该项目推出了“CEAC—院校 IT 职业认证证书”标准。

这种由 IT 领域的教育专家和信息产业行业部门合作，在对信息产业行业的人才需求进行调查分析的基础上，有针对性地设计符合信息产业发展需求的人才培养方案，并由行业部门配套职业证书，既有利于培养符合需求、适销对路的人才，又有利于信息产业的发展，也有利于教育部门根据市场需求办学，提高办学效益，这实在是一件双赢的好事。

鉴于“解决方案”配套教材符合“推进信息化建设、促进信息化知识培训”的工作宗旨，我们将支持上述研究成果和教材的推广工作。希望参与该项工作的同志继续努力，以求好上加好、精益求精，为推动信息产业人才培养和我国的信息化建设继续做出更多的贡献。



2005 年 6 月 17 日

前 言

随着我国高等职业技术教育教学改革的不断发展,“电路基础”这一门电子、电气类专业的基础课也面临着新的挑战,如何适应高等职业技术教育培养技术性、应用型人才的目标,如何做到基础知识够用为度,如何加强学生的动手操作能力,也就成为“电路基础”课程的研究课题。为此,我们将“电路基础”课程改为“电路技术基础”。我们做的不仅仅是名称的简单变换,更重要的是它的教学目标和课程路线的转变,从而体现出它的新颖性和实用性。

本教材是采用获得国家教学成果奖的“就业导向的职业能力系统化课程及开发方法”(简称 VOCSCUM),对“应用电子技术”专业进行职业能力课程开发的成果。根据“应用电子技术”专业的三大职业核心能力,我们分别建构了“电子产品制作”、“电子产品维护”、“电子产品设计”三条职业能力培养的链路课程。每个链路课程反映掌握专门技术从易到难的训练过程,也是理论知识学习从易到难的过程。

进行课程开发时,我们把每个链路看成一个整体工作任务,从问题中心课程开始,至任务中心课程结束,使学生通过链路课程完整体验实际完成任务的过程。链路课程共分为四个阶段,分别为 Step 1、Step 2、Step 3、Step 4。在横向的链路课程形成递进的层次关系的同时,纵向的链路课程之间形成相关性。各阶段课程的任务如下:

Step 1: 激发性课程,基于工作过程的技术感受经历。

使学生了解本项工作的整体过程,激发学生学习技术的兴趣,结合工作过程的讲解,对技术和相关理论知识的认知做简单介绍,采用问题中心范型的课程。

Step 2: 学科性课程,重点是学科知识的掌握、复用。

使学生掌握本项工作所需要的相关理论知识,部分涉及技术过程,涉及与本职业能力有关的各类学科知识,可以按照学科中心范型的课程或任务中心的课程来组织。

Step 3: 技术性课程,重点是技术知识的掌握、复用。

使学生掌握本项工作所需要的、结合现行具体工作岗位的关键技术技能,同时进一步深化、提高已经学习的理论知识。可以根据国家职业标准、行业技术培训标准,组织培训中心范型的课程。

Step 4: 训练性课程,目的是理论和技术的领会和内化。

通过选取典型的工作过程,编制综合实习、实训课程,全面领会、内化前三个阶段的知识 and 技能,同时讲授工作过程中的经验性知识,使学生成为“高技能人才”预备者。可以采用

任务中心范型的课程。

“电子产品制作职业核心能力课程”（链路课程）如下表所示。

“电子产品制作”链路课程

课程阶段	Step1	Step2	Step3	Step4
课程名称	电路技术基础	电子技术初步（模拟电路、数字电路）	计算机辅助电路设计 Protel DXP	电子产品制作流程与实训
课程范型	问题中心	培训中心	培训中心	任务中心
对应职业能力	电子产品制作能力			
课程基础（起点）	欧姆定律，电路基础知识	电路基础	1. 计算机基本操作 2. 有关电子工艺的基础知识 3. 电子技术知识	Protel 软件的操作方法，设计电路原理图的基本方法，设计 PCB 的方法
建议学时	64	128	64	64

本书是“电子产品制作”链路的第1阶段课程教材，该课程的开发遵循了设计微观课程原则——以应用为目的，从感性认识和实践入手，详细介绍了电路技术基础知识，可以作为就业导向“双证”教学体系的通识课程教材。本书摆脱了以往基础课程“定理—推导—验证”的模式，本着知识够用为度和理论与实践相结合的思路展开，在介绍理论知识的同时，嵌入了大量的实训案例，使枯燥的概念和生动的实际操作相结合，为学习后续课程打下了基础，并培养了实际操作的经验。

本书共5章，主要内容有电路基础知识；正弦交流电路组成及应用；三相交流电路；磁场和电源变压器等理论知识方面的内容，同时在各章穿插了交流电测量案例和电工技能训练1~3部分的内容，最后介绍了安全用电的基本知识和技能。

本书的教学大纲分三类指标进行描述：

- （1）理论性目标——应掌握的基本知识、基本理论；
- （2）操作技能性目标——应掌握的基本技能、基本操作；
- （3）经验性目标——在实际应用过程中的实际经验、应掌握的注意事项等。

本书由河北工业职业技术学院周乐挺任主编，河北工业职业技术学院高梅、李春祎、谢园，山东淄博职业技术学院宋涛等同志参与了本书的编写和校稿工作。北京信息职业技术学院王慧玲审阅了本书，提出了许多宝贵意见，在此表示衷心的感谢。在本教材的编写过程中，得到了国家教育科学“十五”规划国家级课题组（“IT领域高职课程结构改革与教材改革的研究与试验”）、CEAC办公室、高等教育出版社的大力支持和帮助，在此一并表示衷心感谢。本教材建议学时为64学时，其中课堂教学38学时，实验和实训26学时。

由于将高职教学与职业资格认证结合，实行就业导向的“双证”课程体系是教育领域正在探索的和实践的课题，作为“双证”课程体系的教材，在编写思路和写作手法上，难免有疏漏不妥之处，敬请各位专家和本教材的使用者提出宝贵意见。

编者

2005.8.8

目 录

第1章 电路基础知识	1	2.3 单一参数电路元件的交流 电路	35
1.1 电路的组成	2	2.3.1 电阻电路	35
1.1.1 电阻、电容和电感	2	2.3.2 电感电路	37
1.1.2 电流	3	2.3.3 电容电路	39
1.1.3 电压、电位、电动势	3	2.4 RLC 串联电路	41
1.1.4 电路的基本定律	4	2.4.1 电压与电流的关系	41
1.1.5 实训案例 使用模拟式万 用表测量电路的参数	4	2.4.2 电路的三种性质	42
1.2 电压源和电流源	6	2.5 RLC 并联电路	43
1.2.1 电压源	6	2.5.1 电压与电流的关系	43
1.2.2 电流源	7	2.5.2 电路的三种性质	44
1.2.3 电压源、电流源等效 变换	7	2.5.3 阻抗和导纳的等效 互换	45
1.3 基尔霍夫定律	8	2.6 正弦交流电路的相量分 析方法	46
1.3.1 基尔霍夫电流定律 (KCL)	8	2.6.1 基尔霍夫定律的相 量形式	46
1.3.2 基尔霍夫电压定律 (KVL)	9	2.6.2 阻抗的串联和并联	47
1.4 电阻的串、并联	10	2.6.3 相量法应用举例	48
1.4.1 电阻串联电路	10	2.7 谐振	49
1.4.2 电阻并联电路	11	2.7.1 串联谐振	49
1.4.3 混联电路	12	2.7.2 并联谐振	51
1.5 支路电流法	13	2.8 功率因数的提高	52
1.6 叠加定理	14	2.8.1 提高功率因数的意义	52
1.7 戴维宁定理	17	2.8.2 提高功率因数的方法	53
1.8 电工技能训练1——常用 电工工具的使用	19	2.9 电路的过渡过程	54
本章小结	22	2.9.1 过渡过程的产生	54
思考与练习题	23	2.9.2 换路定律和初始值	55
第2章 正弦交流电路组成及应用	28	2.9.3 RC 电路的过渡过程及 三要素法	56
2.1 正弦交流电的基本概念	28	2.9.4 RL 电路的过渡过程	64
2.2 正弦交流电的表示法	29	2.9.5 RC 电路对矩形波的 响应	68
2.2.1 交流电的三要素	29	2.10 交流电测量案例	71
2.2.2 交流电的相量表示法	32		

本章小结	73	4.3 电工技能训练3——常用	
思考与练习题	74	电工仪器仪表使用案例	107
第3章 三相交流电路	78	4.3.1 预备知识	107
3.1 三相交流电概述	78	4.3.2 磁电系测量仪表	108
3.2 三相交流电源	80	4.3.3 电磁系测量仪表	109
3.2.1 三相交流电的产生	80	4.3.4 电动系测量仪表	109
3.2.2 三相交流电的供电		4.3.5 钳形电流表	110
方式	81	4.3.6 仪用互感器	110
3.2.3 三相电路的功率	83	4.3.7 功率表	112
3.3 电工技能训练2——交流		4.3.8 兆欧表	113
电测量案例	85	本章小结	116
3.3.1 三相交流电功率的		思考与练习题	116
测量	85	第5章 安全用电	118
3.3.2 数字式万用表的		5.1 安全用电常识	118
使用	86	5.1.1 安全用电工作制度	119
3.3.3 电度表的安装	87	5.1.2 电工安全操作规程	122
本章小结	92	5.1.3 避雷器	123
思考与练习题	92	5.1.4 保护接地和保护接零	125
第4章 磁场和电源变压器	94	5.1.5 触电与急救的基本	
4.1 磁场	94	知识	129
4.1.1 磁场的基本性质	94	5.2 电气安全技术	133
4.1.2 电磁感应定律	99	5.2.1 电气的防火、防爆、	
4.1.3 自感、互感	101	防雷	133
4.2 电源变压器	101	5.2.2 线路装置安全技术	134
4.2.1 变压器的结构	102	5.2.3 照明设备的安全技术	138
4.2.2 变压器的原理和作用	103	5.2.4 电器及装置的安全要求	139
4.2.3 电源变压器和绕组的		本章小结	140
同极性端	106	思考与练习题	141

第1章 电路基础知识



要求

掌握电路的组成和相关定理，学会万用表和电工工具的使用



知识点

- 了解电路组成
- 了解电压源和电流源及等效变换
- 理解电流、电压、电位、电动势
- 理解电路的基本定律
- 理解基尔霍夫电压、电流定律
- 理解电阻的串、并联
- 理解支路电流法
- 理解叠加定理
- 理解戴维宁定理



技能点

- 万用表的结构
- 常用电工工具的结构和使用范围
- 使用万用表测量交流电压和交流电流
- 熟练使用常用电工工具
- 熟练使用万用表测量电阻、直流电压和直流电流



重点和难点

- 电压源和电流源及等效变换
- 基尔霍夫电压、电流定律
- 戴维宁定理

电路是电流的通路。实际电路是为了某种特定的需要由某些电工设备或电路元器件按一定方式组合起来所构成的整体。电路的形式千变万化，按功能分有两种类型：进行能量的转换、传输、分配和进行信息处理和传递；按状态分有三种状态：通路、断路和短路；按电路中流过的电流种类分有两种：直流电路和交流电路。本章介绍直流电路的基础知识。

1.1 电路的组成

1.1.1 电阻、电容和电感

1. 电阻

反映导体对电流起阻碍作用的物理量称为电阻。符号： R ；单位： Ω (欧姆)，简称欧或 $k\Omega$ (千欧)。

对于一段材质和粗细都均匀的导体来说，在一定温度下，它的电阻与其长度成正比，与材料的截面积成反比，并与材料的种类有关。用公式表示即

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (1-1)$$

式中， l ——导体的长度， m (米)；

A ——导体的截面积， m^2 (平方米)；

ρ ——导体的电阻率， $\Omega \cdot m$ (欧米)。

导体的电阻率 ρ 反映了导体的导电性能， ρ 值越小，表明该导体对电流呈现出来的阻力越小，即导电性能越好。除了与材料的尺寸与种类有关外，还与温度有关。一般说来电阻随温度升高而增加。

常用金属材料的电阻率见表 1-1。

表 1-1 常用金属材料的电阻率

材 料	20 ℃ 时的电阻率/($\Omega \cdot m$)	材 料	20 ℃ 时的电阻率/($\Omega \cdot m$)
银	1.6×10^{-8}	铜	1.7×10^{-8}
铝	2.8×10^{-8}	锰铜	4.4×10^{-7}
钢	1.6×10^{-8}	康铜	4.8×10^{-7}
铁	9.6×10^{-8}	钨	5.5×10^{-8}

电阻的倒数称为电导，它是表示材料导电能力的一个参数，用符号 G 表示

$$G = \frac{1}{R} \quad (1-2)$$

在国际单位制(SI)中，电导的单位是西[门子]，简称西(S)。

2. 电容

彼此绝缘而又相互靠近的两个导体，可以看成是一个电容器，这两个导体就是电容器的电极。电容器具有储存电荷的性能，电容器储存电荷的能力，用电容来表示。如图 1-1 所示，如果把电容器的两个极板分别接到电源的正、负极上，在电源的作用下两极板分别带数量相等而符号相反的电荷，

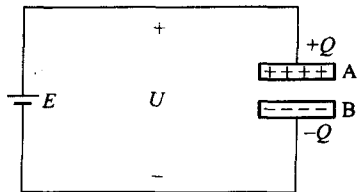


图 1-1 电容器储存电荷示意图

其中任一极板上的电荷量 Q 与两极板间的电压 U 成正比, 且 Q/U 是一个常数。把 Q/U 称为电容器的电容量, 简称电容, 用字母 C 表示, 即

$$C = \frac{Q}{U} \quad (1-3)$$

其中 Q 是任一极板上的电荷量, 单位 C(库仑); U 为两极板间的电压, 单位 V(伏特), 简称伏。电容的单位为 F(法拉), 简称法。由于 F 的单位太大, 常用 μF (微法), pF (皮法)表示。有下列数量关系

$$1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{F} \quad 1 \text{pF} = 10^{-12} \text{F} \quad (1-4)$$

3. 电感

导体中电流的变化, 会在导体周围产生磁场, 磁场的大小与流过导体中的电流、导体的形状及周围的介质有关。导体周围产生的磁场与导体中流过的电流之比值称为电感, 用字母 L 表示, 其单位是 H(亨利), 简称亨。常用的单位是 mH (毫亨)、 μH (微亨)。有下列数量关系

$$1 \text{mH} = 10^{-3} \text{H} \quad 1 \mu\text{H} = 10^{-6} \text{H} \quad (1-5)$$

1.1.2 电流

自由电子在电场力的作用下做有规律的运动形成电流。电流用字母 I 表示, 单位是 A(安培), 简称安。具体来说, 1 s 内流过导体的电荷量为 1 C 时, 则电流为 1 A。常用的单位有 mA (毫安)、 μA (微安)、 kA (千安)。

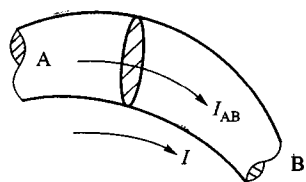


图 1-2 电流的参考方向 and 实际方向

电流的流动具有方向性, 习惯上规定正电荷运动的方向为电流的方向。为了计算与说明方便, 常以一个方向为“参考方向”。电流的实际方向是确定的, 而参考方向可人为选定。在图 1-2 中, 选定电流的参考方向为从 A 到 B, 而这时电流的实际方向也正好是从 A 到 B, 则电流 I_{AB} 为正。若选参考方向由 B 到 A, 这时 I_{AB} 为负。

1.1.3 电压、电位、电动势

电压、电位、电动势都是对电路能量特性进行描述的物理量。

1. 电压

电荷在电场力作用下移动时, 电场力对电荷做了功。设电荷从 A 到 B, 电场力做功为 W_{AB} , 如果被移动的电荷量 Q 增加一倍, 则做功也增加一倍, 但 W_{AB}/Q 比值不变。把 W_{AB}/Q 称为两点间的电压, 记为 U_{AB} , 单位为 V(伏特)。

2. 电位

如果在电场中指定一特殊点“0”(也称参考点), 那么电场中任意一点 x 与参考点 0 之间的电压称为 x 点的电位, 用符号 V 表示, 单位也是 V。一般把参考点作为零电位, 实际上电位

是电荷在电场中具有的位置能大小的反应。

3. 电动势

电动势与电压的定义相仿，但它们有本质的差别：电压是电场力做功，电动势是非电场力做功；在电场力作用下，正电荷由电位高的地方向电位低的地方移动，而在电动势的作用下，正电荷由低电位移到高电位；电压的正方向是正极指向负极，高电位指向低电位，电动势的正方向是负极指向正极，低电位指向高电位；电压是存在于电源外部的物理量，而电动势是存在于电源内部的物理量。

1.1.4 电路的基本定律

欧姆定律：欧姆定律是描述在纯电阻电路两端施加电压，流过该电路电流与该电路电阻之间关系的电路基本定律。一个完整的电路包括电源与负载，如图 1-3(a) 所示。该电路 A、B 两点左边包括一个电源及内阻 R_0 ，称之为含源电路。图 1-3(b) 不包含电源称为无源电路。实验证明，对于无源电路，存在如下规律

$$I = \frac{U_{AB}}{R}$$

而对于含源电路存在如下规律

$$I = \frac{E - U_{AB}}{R_0}$$

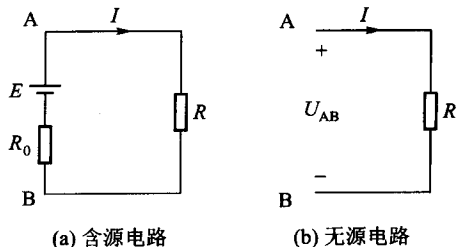


图 1-3 电路

$$\text{则} \quad U_{AB} = E - IR_0 \quad (1-6)$$

$$\text{由于} \quad U_{AB} = IR$$

$$\text{则} \quad IR = E - IR_0$$

$$\text{整理得} \quad I = \frac{E}{R + R_0} \quad (1-7)$$

这就是全电路欧姆定律。用文字描述即：在整个闭合回路中，电流的大小与电源的电动势成正比，与电路中的电阻（包括电源内电阻及外电阻）成反比。

欧姆定律是分析和计算电路的基本定律。

1.1.5 实训案例 使用模拟式万用表测量电路的参数

万用表是一种可以测量多种电量的多量程便携式仪表，它是电工必备的测量仪表之一。500 型模拟式万用表的面板结构如图 1-4 所示。它可用来测量交流电压、直流电压、直流电流和电阻值等，有的还能测量电容、电感、晶体管等。

万用表的结构一般由表头（磁电系测量机构）、测量线路、功能与量程选择开关组成。现以 500 型万用表为例，介绍其使用方法及注意事项。