



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

教育部高等学校电子电气基础课程教学指导分委员会推荐教材
电子信息学科基础课程系列教材

电路分析基础 教学指导书

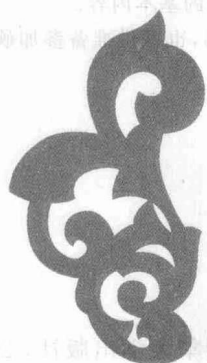
陈洪亮 田社平 吴雪 编



清华大学出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



教育部高等学校电子电气基础课程教学指导分委员会推荐教材
电子信息学科基础课程系列教材

电路分析基础 教学指导书

陈洪亮 田社平 吴雪 编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是《电路分析基础》的配套教学指导书。全书内容共分为10章,次序安排与教材一致。每章均包括教学要求、重点和难点、典型例题和习题选解。“教学要求部分”阐明对每章教学内容的基本要求;“重点和难点部分”根据教学实践指出了学习中应注意的问题;“典型例题部分”是一些对掌握电路基本概念、基本原理和基本方法有帮助作用的例题;“习题选解部分”为读者提供了教材中习题的解题思路和解题过程,尽可能帮助读者理清思路,引导读者深入思考和掌握本教材的基本内容。

本书可供高等学校电气信息类专业师生作为电路课程的教学参考书,也可供准备参加硕士研究生入学考试的学生作为考前辅导书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

电路分析基础教学指导书/陈洪亮,田社平,吴雪编. —北京:清华大学出版社,2010.5
(电子信息学科基础课程系列教材)

ISBN 978-7-302-21871-5

I. ①电… II. ①陈… ②田… ③吴… III. ①电路分析—高等学校—教学参考资料
IV. ①TM133

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 012418 号

责任编辑:陈志辉 刘佩伟

责任校对:梁 毅

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京市昌平环球印刷厂

装 订 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:16.5 字 数:403 千字

版 次:2010 年 5 月第 1 版 印 次:2010 年 5 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:25.00 元

产品编号:035988-01

《电子信息学科基础课程系列教材》 编 审 委 员 会

主任委员

王志功(东南大学)

委员 (按姓氏笔画)

马旭东(东南大学)	邓建国(西安交通大学)
王小海(浙江大学)	王诗宓(清华大学)
王 萍(天津大学)	王福昌(华中科技大学)
刘宗行(重庆大学)	刘润华(中国石油大学)
刘新元(北京大学)	张 石(东北大学)
张晓林(北京航空航天大学)	沈连丰(东南大学)
陈后金(北京交通大学)	郑宝玉(南京邮电大学)
郭宝龙(西安电子科技大学)	柯亨玉(武汉大学)
高上凯(清华大学)	高小榕(清华大学)
徐淑华(青岛大学)	袁建生(清华大学)
崔 翔(华北电力大学)	傅丰林(西安电子科技大学)
董在望(清华大学)	曾孝平(重庆大学)
蒋宗礼(北京工业大学)	

《电子信息学科基础课程系列教材》

丛书序

电子信息学科是当今世界上发展最快的学科,作为众多应用技术的理论基础,对人类文明的发展起着重要的作用。它包含诸如电子科学与技术、电子信息工程、通信工程和微波工程等一系列子学科,同时涉及计算机、自动化和生物电子等众多相关学科。对于这样一个庞大的体系,想要在学校将所有知识教给学生已不可能。以专业教育为主要目的的大学教育,必须对自己的学科知识体系进行必要的梳理。本系列丛书就是试图搭建一个电子信息学科的基础知识体系平台。

目前,中国电子信息类学科高等教育的教学中存在着如下问题:

- (1) 在课程设置和教学实践中,学科分立,课程分立,缺乏集成和贯通;
- (2) 部分知识缺乏前沿性,局部知识过细、过难,缺乏整体性和纲领性;
- (3) 教学与实践环节脱节,知识型教学多于研究型教学,所培养的电子信息学科人才不能很好地满足社会的需求。

在新世纪之初,积极总结我国电子信息类学科高等教育的经验,分析发展趋势,研究教学与实践模式,从而制定出一个完整的电子信息学科基础教程体系,是非常有意义的。

根据教育部高教司 2003 年 8 月 28 日发出的[2003]141 号文件,教育部高等学校电子信息与电气信息类基础课程教学指导分委员会(基础课分教指委)在 2004--2005 年两年期间制定了“电路分析”、“信号与系统”、“电磁场”、“电子技术”和“电工学”5 个方向电子信息科学与电气信息类基础课程的教学基本要求。然而,这些教学要求基本上是按方向独立开展工作的,没有深入开展整个课程体系的研究,并且提出的是各课程最基本的教学要求,针对的是“2+X+Y”或者“211 工程”和“985 工程”之外的大学。

同一时期,清华大学出版社成立了“电子信息学科基础教程研究组”,历时 3 年,组织了各类教学研讨会,以各种方式和渠道对国内外一些大学的 EE(电子电气)专业的课程体系进行收集和研究,并在国内率先推出了关于电子信息学科基础课程的体系研究报告《电子信息学科基础教程 2004》。该成果得到教育部高等学校电子信息与电气学科教学指导委员会的高度评价,认为该成果“适应我国电子信息学科基础教学的需要,有较好的指导意义,达到了国内领先水平”,“对不同类型院校构建相关学科基础教学平台均有较好的参考价值”。

在此基础上,由我担任主编,筹建了“电子信息学科基础课程系列教材”编委会。编委会多次组织部分高校的教学名师、主讲教师和教育部高等学校教学指导委员会委员,进一步探讨和完善《电子信息学科基础教程 2004》研究成果,并组织编写了这套“电子信息学科基础课程系列教材”。

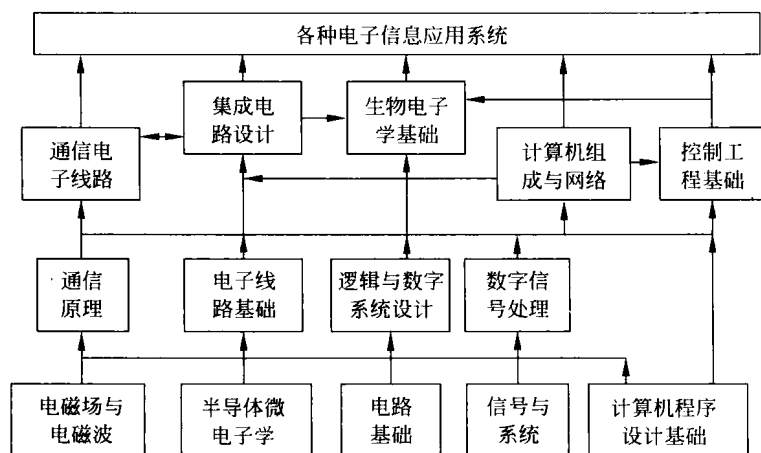
在教材的编写过程中,我们强调了“基础性、系统性、集成性、可行性”的编写原则,突出了以下特点:

- (1) 体现科学技术领域已经确立的新知识和新成果。
- (2) 学习国外先进教学经验,汇集国内最先进的教学成果。
- (3) 定位于国内重点院校,着重于理工结合。

(4) 建立在对教学计划和课程体系的研究基础之上,尽可能覆盖电子信息学科的全部基础。本书规划的 14 门课程,覆盖了电气信息类如下 7 个本科专业:

- 电子信息工程
- 通信工程
- 信息工程
- 计算机科学与技术
- 自动化
- 电气工程与自动化
- 生物医学工程

(5) 课程体系整体设计,各课程知识点合理划分,前后衔接,避免各课程内容之间交叉重复,目标是使各门课程的知识点形成有机的整体,使学生能够在规定的课时数内,掌握必需的知识和技术。各课程之间的知识点关联如下图所示:



即力争将本科生的课程限定在有限的与精选的一套核心概念上,强调知识的广度。

(6) 以主教材为核心,配套出版习题解答、实验指导书、多媒体课件,提供全面的教学解决方案,实现多角度、多层面的人才培养模式。

(7) 由国内重点大学的精品课主讲教师、教学名师和教指委委员担任相关课程的设计和教材的编写,力争反映国内最先进的教改成果。

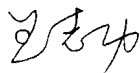
我国高等学校电子信息类专业的办学背景各不相同,教学和科研水平相差较大。本系列教材广泛听取了各方面的意见,汲取了国内优秀的教学成果,希望能为电子信息学科教学提供一份精心配备的搭配科学、营养全面的“套餐”,能为国内高等学校教学内容

和课程体系的改革发挥积极的作用。

然而,对于高等院校如何培养出既具有扎实的基本功,又富有挑战精神和创造意识的社会栋梁,以满足科学技术发展和国家建设发展的需要,还有许多值得思考和探索的问题。比如,如何为学生营造一个宽松的学习氛围?如何引导学生主动学习,超越自己?如何为学生打下深厚的知识基础和培养某一领域的研究能力?如何增加工程方法训练,将扎实的基础和宽广的领域才能转化为工程实践中的创造力?如何激发学生深入探索的勇气?这些都需要我们教育工作者进行更深入的研究。

提高教学质量,深化教学改革,始终是高等学校的工作重点,需要所有关心我国高等教育事业人士的热心支持。在此,谨向所有参与本系列教材建设工作的同仁致以衷心的感谢!

本套教材可能会存在一些不当甚至谬误之处,欢迎广大的使用者提出批评和意见,以促进教材的进一步完善。



2008年1月

前言

电路分析课程是电气信息类专业的一门重要的专业基础课程。通过本课程的学习,可使读者掌握电路的基本理论、基本分析方法和进行电路实验、仿真的初步技能,并为后续课程准备必要的电路理论知识和分析方法。

本书紧密配合“电路分析基础”的理论教学,通过例题解析加深对基本理论和基本概念透彻理解。为了便于教师教学和读者自学,每章都给出了习题的参考答案。

全书内容共分为 10 章,次序安排与教材一致。每章包括如下四部分:

教学要求: 主要根据教育部高等学校电子信息科学与电气信息类基础课程教学指导分委员会所制定的“电路理论基础”和“电路分析基础”教学基本要求,结合作者的教学实践,阐明对每章内容要求掌握的程度,可供教师在课程教学中参考。

重点和难点: 结合作者的教学实践,指出每章内容中应重点掌握的知识以及容易出错的地方,提示读者在学习过程中关注。

典型例题: 结合作者的教学实践,给出对掌握电路基本概念、基本原理和基本方法有帮助作用的各种类型的例题。这些例题在解题方法上具有典型性,也是读者在进行电路分析中容易忽视的。

习题选解: 提供了教材中习题的求解方法。在解题过程中尽可能帮助读者理清思路,引导读者深入思考和掌握课程的基本内容。建议读者在解题之前应独立思考解题的方法,待完成解答后再对照、比较习题选解,这样有利于牢固掌握相关的电路知识。通过给出的习题解答,可以检验读者解答习题的准确度。

本书根据作者在电路课程教学过程中积累的资料,由陈洪亮、田社平、吴雪编写整理完成。课程组的其他老师和我们的学生对本书的编写提出了积极的反馈和建议,在此一并表示感谢。

本书的编写是电路精品课程建设的一部分,缺点和不足之处在所难免,欢迎广大读者批评指正。

编者

二〇〇九年七月

于上海交通大学

第 1 章 电路的基本概念及基尔霍夫定律	1
1.1 教学要求	2
1.2 重点和难点	2
1.3 典型例题	2
1.4 习题选解	4
第 2 章 电路元件及电路基本类型	12
2.1 教学要求	13
2.2 重点和难点	13
2.3 典型例题	14
2.4 习题选解	16
第 3 章 电路的基本分析方法	36
3.1 教学要求	37
3.2 重点和难点	37
3.3 典型例题	38
3.4 习题选解	42
第 4 章 电路的网络拓扑分析方法	66
4.1 教学要求	67
4.2 重点和难点	67
4.3 典型例题	67
4.4 习题选解	69
第 5 章 电路基本定理	82
5.1 教学要求	83
5.2 重点和难点	83
5.3 典型例题	84
5.4 习题选解	87

目录

第 6 章	一阶电路	111
6.1	教学要求	112
6.2	重点和难点	112
6.3	典型例题	113
6.4	习题选解	116
第 7 章	二阶电路	138
7.1	教学要求	139
7.2	重点和难点	139
7.3	典型例题	140
7.4	习题选解	141
第 8 章	相量及相量分析法	169
8.1	教学要求	170
8.2	重点和难点	170
8.3	典型例题	171
8.4	习题选解	174
第 9 章	三相电路	199
9.1	教学要求	200
9.2	重点和难点	200
9.3	典型例题	200
9.4	习题选解	202
第 10 章	功率和能量	216
10.1	教学要求	217
10.2	重点和难点	217
10.3	典型例题	217
10.4	习题选解	222
参考文献		248

第1章

电路的基本概念及基尔霍夫定律

电路是电能传输和转换的媒介，也是信息传递的载体。在电路分析中，我们主要研究电路的稳态和暂态特性。本章将介绍电路的基本概念、基尔霍夫定律以及电阻、电容、电感等元件的特性。

点数味京重

在电路分析中，我们主要研究电路的稳态和暂态特性。本章将介绍电路的基本概念、基尔霍夫定律以及电阻、电容、电感等元件的特性。

电路分析的基本方法包括支路电流法、网孔电流法、节点电压法等。本章将介绍这些方法的基本原理和应用。

基尔霍夫定律是电路分析的基本定律，包括基尔霍夫电流定律（KCL）和基尔霍夫电压定律（KVL）。本章将详细介绍这两个定律的内容和应用。

本章将介绍电路的基本概念、基尔霍夫定律以及电阻、电容、电感等元件的特性。

1.1 教学要求

(1) 建立电路模型的概念,了解电路集中化的判据。掌握电压、电流、功率、能量等概念。理解电压、电流参考方向的含义及设置参考方向的必要性。

(2) 掌握基尔霍夫定律的含义,能够正确和熟练地应用 KCL 和 KVL 列写电路方程。

1.2 重点和难点

1. 电路变量的参考方向

(1) 对于电路分析的初学者,必须深刻理解和熟练掌握电压和电流的参考方向。为电压和电流规定参考方向并不难,难点在于必须记住在对电路进行分析、计算时都要事先规定参考方向,否则无法列写电路方程,也无法判断电路方程的正确性以及确定未知量的实际方向。

(2) 电路规律及公式大多是在一致参考方向下作出的,因此在分析电路时一般应取电压和电流为一致参考方向。

2. 功率

电路或元件的功率计算比较简单,难点在于功率状态的判断。要正确判断功率状态,必须正确理解功率 p 的计算方法。当电压 u 和电流 i 参考方向一致时, $p=ui$,而当电压和电流参考方向非一致时, $p=-ui$ 。此时如果 $p>0$,则电路或元件吸收功率;如果 $p<0$,则电路或元件发出功率。

3. 基尔霍夫定律

(1) 基尔霍夫定律是电路分析的基础,定律的内容虽然简单,但要完全掌握并能灵活加以应用需要一个过程。在本章中,读者需要深刻理解定律描述的对象及其规律: KCL 描述的是集中参数电路中与某一节点或闭合面相关的各支路电流之间的约束关系; KVL 描述的是集中参数电路中与某一闭合回路相关的各支路电压之间的约束关系。

(2) 在满足集中参数假设的情况下, KCL、KVL 与元件性质及电压、电流的变化规律无关,是列写电路方程的依据。在应用 KCL、KVL 时应注意灵活性, KCL 可应用于任一闭合面; KVL 可应用于包括假想回路在内的任一回路。

1.3 典型例题

例 1.1 例图 1.1 所示为某电路中的一部分,已知 $i_1=-2\text{A}$, $i_2=3\text{A}$, $i_6=-6\text{A}$, $u_1=u_4=3\text{V}$, $u_2=u_3=-4\text{V}$ 。试确定图中的 i_7 、 i_8 、 u_5 和 u_{ab} 。

【分析】 此题运用基尔霍夫定律(含广义 KCL、KVL)即可求解。应注意求解过程中的双重符号问题。在列写 KCL、KVL 方程时各项前的符号取决于电流、电压的参考方向。在代入数值时,每项电流、电压本身还有一套符号。求某段开路电压(如 u_{ab})时,可以应用广义 KVL 计算,亦可直接计算从 a 至 b 任一路径上的所有电压降之代数和。

解

(1) 求 i_7 、 i_8 。对节点 e 列 KCL 方程,得

$$i_1 + i_7 - i_2 = 0$$

解得

$$i_7 = i_2 - i_1 = 3\text{A} - (-2)\text{A} = 5\text{A}$$

对例图 1.1 中广义节点 g 列 KCL 方程,得

$$i_2 + i_6 + i_8 = 0$$

解得

$$i_8 = -i_2 - i_6 = -3\text{A} - (-6)\text{A} = 3\text{A}$$

(2) 求 u_5 、 u_{ab} 。对元件 3、4、5 构成的回路列 KVL 方程,从点 e 出发,顺时针方向绕行一周,可得

$$-u_5 + u_4 - u_3 = 0$$

解得

$$u_5 = u_4 - u_3 = 3\text{V} - (-4)\text{V} = 7\text{V}$$

求 u_{ab} 时可以将 a、b 两端点之间设想有一条虚拟的支路,该支路两端的电压为 u_{ab} 。如例图 1.1 所示,由节点 a 经过节点 e、f、b 再回到节点 a 就构成一个虚拟的闭合回路 l,亦称为广义回路。对广义回路 l 应用 KVL,可得

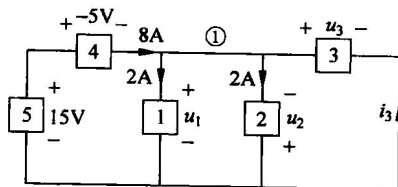
$$-u_1 - u_2 + u_3 - u_{ab} = 0$$

解得

$$u_{ab} = -u_1 - u_2 + u_3 = -3\text{V} - (-4)\text{V} + (-4)\text{V} = -3\text{V}$$

该电压亦为从 a 至 b 路径上的所有电压降之代数和。

例 1.2 求例图 1.2 所示电路中的未知电压和未知电流,并判断各元件是吸收功率还是发出功率。



例图 1.2

【分析】 电压和电流是电路分析中最基本的变量,计算电压和电流时除了要注意它们的大小之外,还必须注意它们的参考方向,参考方向是电路分析初学者容易忽视的概念,应引起重视。功率是导出量,在计算时必须注意电压、电流的参考方向是否一致,在电压、电流参考方向一致的情况下,功率等于电压、电流之积,否则,功率等于电压、电流之

积,取负。如果一段电路或一个元件功率的数值为正,则该段电路或该元件吸收功率,否则为发出功率。在应用 KCL 时应注意合理选择节点或闭合面,在应用 KVL 时应注意合理选

择回路,以便于求解电流或电压变量。

解

先应用 KVL 求未知电压,对左边网孔,有

$$15\text{V} - (-5)\text{V} - u_1 = 0$$

解得

$$u_1 = 20\text{V}$$

对中间网孔列写 KVL 方程,得到 $u_2 = -u_1 = -20\text{V}$ 。

对右边网孔列写 KVL 方程,得到 $u_3 = -u_2 = 20\text{V}$ 。

再求未知电压。对节点①列写 KCL 方程,得

$$-8\text{A} + 2\text{A} + 2\text{A} - i_3 = 0$$

解得

$$i_3 = -4\text{A}$$

最后计算各元件的功率。

元件 1: $p_1 = 2u_1 = 40\text{W}$ (吸收功率)

元件 2: $p_2 = -2u_2 = 40\text{W}$ (吸收功率)

元件 3: $p_3 = -u_3 i_3 = -20 \times (-4)\text{W} = 80\text{W}$ (吸收功率)

元件 4: $p_4 = -5 \times 8\text{W} = -40\text{W}$ (发出功率)

元件 5: $p_5 = -15 \times 8\text{W} = -120\text{W}$ (发出功率)

对例图 1.2 所示电路,可以验证满足特勒根定理,即

$$p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 = 0$$

1.4 习题选解

1.1 一调频接收机用一根 2m 长的馈线和它的天线连接,如题图 1.1 所示。如果接收机调到 100MHz 时,天线端出现的瞬时电流为 $i = I_0 \sin(2\pi \times 10^8 t)\text{A}$,试问接收机输入端的瞬时电流是否与天线端相等? 该馈线能否用集中参数模型来表示,为什么?

解

信号从天线端经馈线传输到接收机输入端所需的时间为

$$\Delta t = \frac{2}{3 \times 10^8} \text{s}$$

则接收机输入端的瞬时电流为

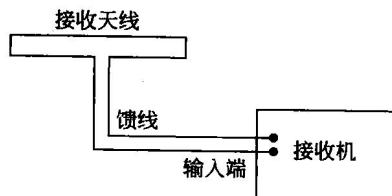
$$i = I_0 \sin[2\pi \times 10^8 (t - \Delta t)]\text{A}$$

所以,接收机输入端的电流和天线端的瞬时电流不相等。

又因为

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{10^8} \text{m} = 3\text{m}$$

即信号波长为 3m。由于馈线长度为 2m,馈线的长度和信号的波长可比拟,所以该馈线不能用集中参数模型来表示。



题图 1.1

1.2 若一高保真音响系统所允许信号的最高频率为 25kHz,最低频率为 20Hz,试问该系统能否看作集中参数电路?

解

$$\lambda_{\min} = \frac{c}{f_{\max}} = \frac{3 \times 10^8}{25 \times 10^3} \text{m} = 1.2 \times 10^4 \text{m}$$

$$\lambda_{\max} = \frac{c}{f_{\min}} = \frac{3 \times 10^8}{20} \text{m} = 1.5 \times 10^7 \text{m}$$

高保真音响系统的尺寸远小于 $\lambda_{\min}$, 因此可看作集中参数电路。

Matlab 计算程序:

```
% 采用 Matlab 求解题 1.2
format short e;
c = 3e8; f = [25e3 20];
lamba = c./f
```

计算结果:

```
lamba = 12000      15000000
```

1.3 题图 1.3(a)所示为一段电路支路,假设流经该支路的电荷量 q 随时间 t 的变化规律如题图 1.3(b)所示,试画出 $t > 0$ 时电流 i 的波形,并指出 $t = 0.5\text{s}$ 和 $t = 2\text{s}$ 时电流 i 的实际方向。

解

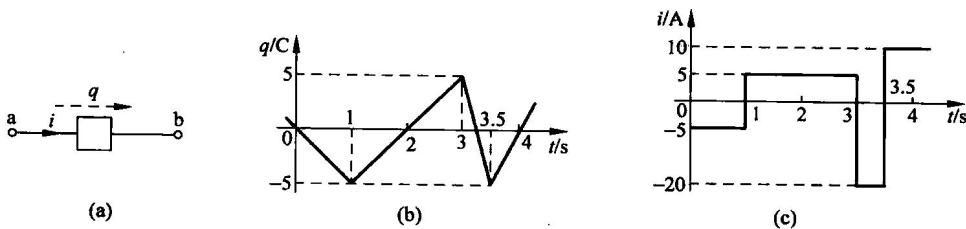
当 $t > 0$ 时,电荷量 q 随时间 t 的变化规律可表示为

$$q = \begin{cases} -5t & 0 < t \leq 1\text{s} \\ 5t - 10 & 1\text{s} < t \leq 3\text{s} \\ -20t + 65 & 3\text{s} < t \leq 3.5\text{s} \\ 10t - 40 & t > 3.5\text{s} \end{cases}$$

由电流的定义可得

$$i = \frac{dq}{dt} = \begin{cases} -5 & 0 < t \leq 1\text{s} \\ 5 & 1\text{s} < t \leq 3\text{s} \\ -20 & 3\text{s} < t \leq 3.5\text{s} \\ 10 & t > 3.5\text{s} \end{cases}$$

$t > 0$ 时,电流 i 的波形如题图 1.3(c)所示。 $t = 0.5\text{s}$ 时, $i(0.5) = -5\text{A}$, 电流的实际方向为由 b 流向 a; $t = 2\text{s}$ 时, $i(2) = 5\text{A}$, 电流的实际方向为由 a 流向 b。



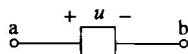
题图 1.3

1.4 题图 1.4 所示为一段电路支路,假设移动 2C 的正电荷从某参考点到 a 点,电场能增加了 10J ; 移动 2C 的负电荷从某参考点到 b 点,电场能增加了 20J ,试求电压 u 的大小。

解

移动 2C 的正电荷从某参考点到 a 点,电场能增加了 10J ,说明电场力做功 -10J 。移动 2C 的负电荷从某参考点到 b 点,电场能增加了 20J ,电场力做功 20J 。因此移动 2C 的正电荷从 a 点到 b 点,电场力做功 $20\text{J} - (-10\text{J}) = 30\text{J}$ 。因此由电压的定义可得

$$u = \frac{30\text{J}}{2\text{C}} = 15\text{V}$$



题图 1.4

1.5 题图 1.5(a)所示为一段电路支路,已知该支路两端电压为 $u = \begin{cases} 200\cos(2\pi t) & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}$,

流经该支路的电流为 $i = \begin{cases} 20\cos(2\pi t) & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}$,试计算该支路吸收的功率和能量,画出 $0 \leq t \leq 3$ 内功率和能量关于 t 的函数图形。

解

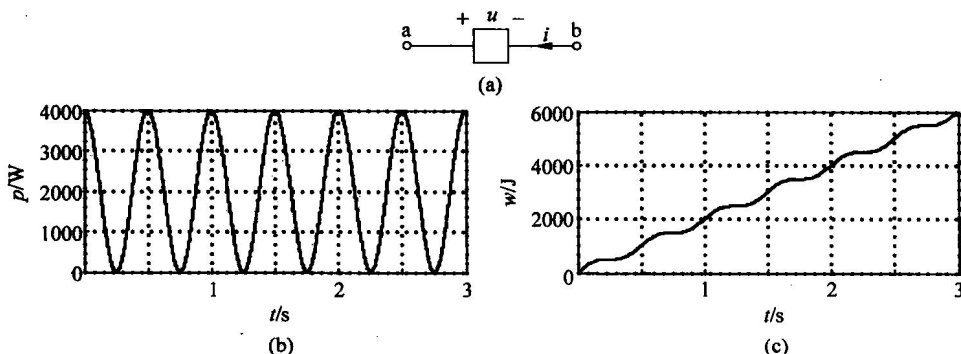
当 $t < 0$ 时,支路吸收的功率和能量均为零。当 $t \geq 0$ 时,支路吸收的功率为

$$\begin{aligned} p &= ui = 200\cos(2\pi t) \times 20\cos(2\pi t) \text{ W} \\ &= 4000\cos^2(2\pi t) \text{ W} = 4000 \frac{1 + \cos(4\pi t)}{2} \text{ W} \\ &= 2000[1 + \cos(4\pi t)] \text{ W} \end{aligned}$$

支路吸收的能量为

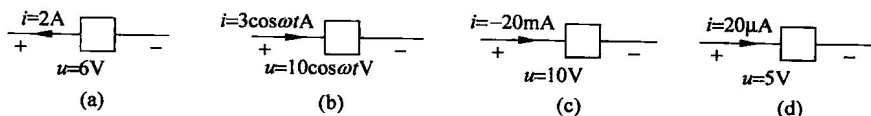
$$w(t) = \int_0^t p(t) dt = \left\{ \int_0^t 2000[1 + \cos(4\pi t)] dt \right\} \text{ J} = 2000 \left[t + \frac{1}{4\pi} \sin(4\pi t) \right] \text{ J}$$

$0 \leq t \leq 3$ 内功率和能量关于 t 的函数图形分别如题图 1.5(b)和(c)所示。



题图 1.5

1.6 试按题图 1.6 所示的参考方向和数值,指出各元件中电压和电流的实际方向。计算各元件中的功率,并说明元件是吸收功率还是发出功率。



题图 1.6

解

(a) 电压、电流的实际方向和图示方向一致。电流、电压的参考方向为非一致参考方向, 因此

$$p_a = -ui = -6 \times 2 \text{ W} = -12 \text{ W}$$

该元件发出功率。

(b) 当 $2k\pi - \frac{\pi}{2} \leq \omega t \leq 2k\pi + \frac{\pi}{2}$ 时, 电流、电压的实际方向和图示方向一致; 当 $2k\pi + \frac{\pi}{2} < \omega t < 2k\pi + \frac{3\pi}{2}$ 时, 电流、电压的实际方向和图示方向相反。电流、电压的参考方向为一致参考方向, 因此

$$p_b = ui = 10\cos\omega t \times 3\cos\omega t \text{ W} = 30\cos^2\omega t \text{ W}$$

该元件吸收功率。

(c) 电流的实际方向和图示方向相反, 而电压的实际方向和图示方向一致。电流、电压的参考方向为一致参考方向, 因此

$$p_c = ui = -20 \times 10^{-3} \times 10 \text{ W} = -0.2 \text{ W}$$

该元件发出功率。

(d) 电流、电压的实际方向和图示方向一致。电流、电压的参考方向为一致参考方向, 因此

$$p_d = ui = 20 \times 10^{-6} \times 5 \text{ W} = 0.0001 \text{ W}$$

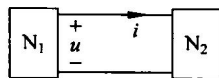
该元件吸收功率。

由本题可知, 电路元件的电流和电压的参考方向可以任意指定。为了分析电路方便, 一般取电压与电流参考方向为一致参考方向。在计算元件是否吸收功率时, 在电压、电流取一致参考方向的情况下, 按 $p=ui$ 的计算结果判断: $p>0$, 元件吸收功率; $p<0$, 元件发出功率。如果电压、电流取非一致参考方向时, 应采用 $p=-ui$ 计算元件吸收的功率。

1.7 题图 1.7 所示电路, 已知电压和电流分别为 $u = \begin{cases} 800\,000e^{-500t} & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}$, $i = \begin{cases} -15te^{-500t} & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}$ 。试求: (1) N_1 是吸收功率还是发出功率? (2) N_1 吸收或发出的最大功率。(3) N_1 吸收或发出的能量。

解

(1) 从 N_1 端口看, 电压、电流为非一致参考方向, 当 $t \geq 0$ 时



题图 1.7