



普通高等教育“十二五”规划教材  
(电工电子课程群改革创新系列)

# 电工技术

主 编 刘子建  
副主编 罗瑞琼 胡燕瑜  
主 审 邹逢兴



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

普通高等教育“十二五”规划教材

# 电工技术

主 编 刘子建

副主编 罗瑞琼 胡燕瑜

主 审 邹逢兴



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

## 内 容 提 要

本书主要包括：电路模型和电路定律，电阻电路的等效变换，电阻电路的一般分析方法，电路定理，动态电路的时域分析，相量法，正弦稳态电路的分析，三相电路，含有耦合电感的电路，铁心变压器，三相异步电动机，继电接触器控制系统，MATLAB 在电路与电机分析中的应用。

本书理论深度适中，叙述简洁清晰，便于教与学。对重点、难点内容精心编写了相关例题和习题，有利于学生理解掌握，并培养和提高解决问题的能力。为了激发学习兴趣，书中还介绍了 15 个典型工程应用实例。

本书可作为高等学校非电类专业的电工技术教材，也可作为有关工程技术人员参考书。

本书配有免费电子教案，读者可以从中国水利水电出版社网站以及万水书苑下载，网址为：<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>或 <http://www.wsbookshow.com>。

## 图书在版编目（CIP）数据

电工技术 / 刘子建主编. — 北京：中国水利水电出版社，2014.1

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-312-03613-5

I. ①电… Ⅱ. ①刘… Ⅲ. ①电工技术—高等学校—教材 IV. ①TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第319030号

策划编辑：雷顺加 责任编辑：张玉玲 加工编辑：鲁林林 封面设计：李 佳

|      |                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 书 名  | 普通高等教育“十二五”规划教材<br>电工技术                                                                                                                                                                                                                              |
| 作 者  | 主 编 刘子建<br>副主编 罗瑞琼 胡燕瑜<br>主 审 邹逢兴                                                                                                                                                                                                                    |
| 出版发行 | 中国水利水电出版社<br>(北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038)<br>网址: <a href="http://www.waterpub.com.cn">www.waterpub.com.cn</a><br>E-mail: <a href="mailto:mchannel@263.net">mchannel@263.net</a> (万水)<br><a href="mailto:sales@waterpub.com.cn">sales@waterpub.com.cn</a> |
| 经 售  | 电话: (010) 68367658 (发行部)、82562819 (万水)<br>北京科水图书销售中心(零售)<br>电话: (010) 88383994、63202643、68545874<br>全国各地新华书店和相关出版物销售网点                                                                                                                               |
| 排 版  | 北京万水电子信息有限公司                                                                                                                                                                                                                                         |
| 印 刷  | 北京蓝空印刷厂                                                                                                                                                                                                                                              |
| 规 格  | 170mm×227mm 16 开本 21.25 印张 415 千字                                                                                                                                                                                                                    |
| 版 次  | 2014 年 1 月第 1 版 2014 年 1 月第 1 次印刷                                                                                                                                                                                                                    |
| 印 数  | 0001—4000 册                                                                                                                                                                                                                                          |
| 定 价  | 35.00 元                                                                                                                                                                                                                                              |

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

普通高等教育“十二五”规划教材

(电工电子课程群改革创新系列)

## 编审委员会名单

主 任：施荣华 罗桂娥

副主任：张静秋 宋学瑞

成 员：(按姓氏笔画排序)

王力为 刘子建 刘曼玲 吕向阳 寻小惠

吴显金 宋学瑞 张亚鸣 张晓丽 张静秋

李 飞 李力争 李中华 陈 宁 陈明义

陈革辉 罗 群 罗桂娥 罗瑞琼 姜 霞

胡燕瑜 彭卫韶 覃爱娜 谢平凡 赖旭芝

秘 书：雷 皓

主 审：邹逢兴

## 序

电能的开发及其广泛应用成为继蒸汽机的发明之后,近代史上第二次技术革命的核心内容。20世纪出现的大电力系统构成工业社会传输能量的大动脉,以电、磁、光为载体的信息与控制系统则组成了现代社会的神经网络。各种新兴电工电子材料的开发和应用丰富了现代材料科学的内容,它们既得益于电工电子技术的发展,又为电工电子技术的进步提供物质条件。

电工电子技术的迅猛发展和广泛应用,可以说“无所不用,无处不在”,日益渗透到其他科学领域,促进其发展,在我国现代化建设中具有重要的作用。电工电子技术成为每一名工科学生的必修课程。

为了满足高校不同专业的学生对电工电子技术知识和技能的不同要求,在共性和差异之间找到平衡点,经过多年的探索,中南大学电工电子教学与实验中心构建了一套“多类别模块化组合式”的电工电子系列课程体系。根据中南大学课程群建设的总体规划,并结合现代电工电子技术发展的趋势与当今电工电子的应用环境,我们与中国水利水电出版社合作出版电工电子系列教材。计划首次出版10本,包括理论教材和实践教材两类。

理论教材按照不同专业分4个层次共7本:

电气信息类:电路理论,模拟电子技术,数字电子技术;

机制能动类:电工技术,电子技术;

材料化工类:电工学(多学时);

工程管理类:电工学(少学时)。

实践教材按照不同教学环节共3本:

电路与电子技术实验教程;

电子技术课程设计教程;

电工电子实习教程。

本系列教材的特色可以归纳为以下几点:

1. 对于相同的教学内容,不同层次的理论教材中,教学深度、广度和表述方法不同,以期符合不同的教学要求,满足对不同专业学生的教学需要。

2. 注重基础知识的提炼与更新,注重工程性内容的引入,让学生既有扎实的理论基础,又能联系实际,培养学生的工程概念和能力。

3. 紧跟科技发展的步伐,注重教学内容的关联性和完整性。具体体现在降

低教学难度，注重介绍基本内容、基本方法和典型应用电路，尤其是集成电路的应用。

4. 引入仿真工具，对常用基本电路进行仿真分析，建立理论与实践沟通的桥梁。减少重要结论的推导和证明，将学生的注意力吸引到对电路结构的认识、元件参数的选择、性能指标的测试和实际制作上来。

目前我国高校的教育和教学模式还有赖于改革和完善，各专业的培养方案和课程建设也还在不断地探索中。本系列教材在满足本校教学要求的同时，也希望得到广大师生的批评、建议和鼓励。

中南大学电工电子课程群改革创新系列教材编委会

2013 年 12 月 18 日

# 前 言

电工技术是高等院校非电类专业的一门专业基础课程。通过本课程的学习,可使学生掌握电路的基本理论和基本分析方法,了解几种典型电机的结构、原理、特性和应用,获得初步的电工技术实验技能,掌握一种仿真软件在电路与电机分析中的应用。

交通设备信息工程、机械设计制造及其自动化、车辆工程等专业要求电工技术课程介绍较多的电路理论知识和电机知识,以便为相关后续课程打好基础。为此,我们编写了这本教材。在编写过程中,我们所作的考虑如下:

(1) 在内容安排上,按 64 学时的理论教学学时,精选电路理论和电机学两门课程的基础内容作为本教材内容。将电路理论和电机学分别安排在 1~9 章和 10~12 章加以介绍,使少学时的电工技术课程也可选用本教材。

(2) 以适合学生自学为出发点,优先考虑阐述的清晰和可读性,对所需数学和物理知识作简单介绍,而对重点、难点内容讲清讲透,不吝啬篇幅。

(3) 精选了丰富的例题和习题,以引导学生理解掌握本课程的重要知识,培养和提高学生分析解决问题的能力。

(4) 在每章末尾都有小结,对本章讲述的主要内容进行归纳和提炼,以帮助学生对本章内容整体把握。

(5) 为激发学生学习电工技术的兴趣,本教材结合教学内容精选了 15 个具有一定代表性的应用实例,应用实例部分可以作为学生自学的内容。

(6) 电机内部电磁关系的分析很复杂,也很抽象,而根据电机的基本方程式和等效电路来分析电机的特性则比较简单。对非电类的学生来说,主要是要求掌握电机的特性。本书尽量从物理概念上阐述电机内部电磁关系的有关结论,避免复杂的数学推导,电机的特性则根据电机的基本方程式和等效电路导出,从而大大降低了电机学这部分内容的学习难度。

(7) 随着计算机的普及和快速发展,计算机辅助分析技术在工程技术领域的应用越来越广泛。本书介绍 MATLAB 软件在电路与电机分析中的应用,使学生掌握基本的计算机辅助分析技术。

(8) 制作相配套的电子课件,利于广大师生使用。

使用本书作为教材时,授课教师可根据学生的能力、培养计划和学时等因素,灵活地选用书中的内容。若选用第 1~9 章,则需 48 学时左右,讲完全部内容则

需 64 学时左右。

本书由中南大学电工电子教学与实验中心组织编写，刘子建任主编，罗瑞琼、胡燕瑜任副主编，邹逢兴任主审。全书由刘子建统稿，共 13 章，第 1~4 章由罗瑞琼编写，第 5~6 章由胡燕瑜编写，第 7~12 章由刘子建编写，第 13 章由胡燕瑜和刘子建共同编写。

国防科技大学邹逢兴教授担任本书的主审，邹教授在百忙之中精心审阅了全部书稿，提出了许多宝贵意见，对完善和提高教材质量起到了重要作用，在此向邹教授表示深深的谢意。

本书在编写过程中，得到了中南大学电工电子教学与实验中心许多教师的支持与帮助，特别是罗桂娥、宋学瑞、张静秋、李中华、张晓丽、赖旭芝、刘曼玲、张亚鸣、李力争、谢平凡、吴显金、张婵娟、寻小惠、姜霞和罗群等教师审阅了本书的编写提纲和书稿，提出了很多改进意见和建议，对我们启发和帮助很大，在此表示衷心的感谢。

中南大学张升平老师仔细阅读了本书的初稿，提出了许多宝贵的意见和建议，在此表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者

2013 年 12 月于中南大学



# 目 录

序

前言

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 第1章 电路模型和电路定律                 | 1  |
| 1.1 电路和电路模型                   | 1  |
| 1.1.1 电路的作用和组成                | 1  |
| 1.1.2 电路模型                    | 2  |
| 1.1.3 集总参数电路                  | 2  |
| 1.2 电路变量                      | 3  |
| 1.2.1 电流及其参考方向                | 3  |
| 1.2.2 电压及其参考方向                | 5  |
| 1.2.3 功率和能量                   | 6  |
| 1.3 基尔霍夫定律                    | 7  |
| 1.3.1 基尔霍夫电流定律                | 8  |
| 1.3.2 基尔霍夫电压定律                | 10 |
| 1.4 电阻电路元件                    | 12 |
| 1.4.1 电阻元件                    | 13 |
| 1.4.2 独立电源                    | 15 |
| 1.4.3 受控电源                    | 18 |
| 1.5 应用实例：安全用电与人体电路模型          | 20 |
| 本章小结                          | 22 |
| 习题一                           | 22 |
| 第2章 电阻电路的等效变换                 | 25 |
| 2.1 电路的等效变换                   | 25 |
| 2.2 电阻的串联和并联                  | 26 |
| 2.3 电阻Y形联接和 $\Delta$ 形联接的等效变换 | 29 |
| 2.4 电压源、电流源的串联和并联             | 33 |
| 2.4.1 电压源的串联和并联               | 33 |
| 2.4.2 电流源的串联和并联               | 33 |
| 2.5 实际电源的两种模型及其等效变换           | 34 |

|                        |           |
|------------------------|-----------|
| 2.6 输入电阻               | 37        |
| 2.7 应用实例：直流电压表和直流电流表   | 38        |
| 本章小结                   | 42        |
| 习题二                    | 42        |
| <b>第3章 电阻电路的一般分析方法</b> | <b>46</b> |
| 3.1 支路分析法              | 46        |
| 3.2 回路电流法              | 48        |
| 3.3 结点电压法              | 53        |
| 3.4 应用实例：力的电测法         | 58        |
| 本章小结                   | 59        |
| 习题三                    | 60        |
| <b>第4章 电路定理</b>        | <b>63</b> |
| 4.1 叠加定理               | 63        |
| 4.2 替代定理               | 68        |
| 4.3 戴维宁定理和诺顿定理         | 72        |
| 4.3.1 戴维宁定理            | 72        |
| 4.3.2 诺顿定理             | 77        |
| 4.4 最大功率传输定理           | 78        |
| 4.5 应用实例：实际电压表的负载效应    | 80        |
| 本章小结                   | 81        |
| 习题四                    | 82        |
| <b>第5章 动态电路的时域分析</b>   | <b>87</b> |
| 5.1 电容元件               | 87        |
| 5.1.1 电容元件的定义          | 87        |
| 5.1.2 电容的电压电流关系        | 88        |
| 5.1.3 电容的储能            | 89        |
| 5.1.4 电容电压的连续性质        | 89        |
| 5.1.5 电容的串联与并联         | 90        |
| 5.2 电感元件               | 91        |
| 5.2.1 电感元件的定义          | 91        |
| 5.2.2 电感的电压电流关系        | 92        |
| 5.2.3 电感的储能            | 93        |
| 5.2.4 电感电流的连续性质        | 94        |
| 5.2.5 电感的串联与并联         | 94        |

|                        |            |
|------------------------|------------|
| 5.3 动态电路方程             | 95         |
| 5.3.1 动态电路方程的列写        | 95         |
| 5.3.2 一阶微分方程的求解        | 97         |
| 5.3.3 初始条件的确定          | 100        |
| 5.4 一阶电路的零输入响应         | 103        |
| 5.4.1 一阶 RC 电路的零输入响应   | 103        |
| 5.4.2 一阶 RL 电路的零输入响应   | 105        |
| 5.5 一阶电路的零状态响应         | 107        |
| 5.5.1 一阶 RC 电路的零状态响应   | 107        |
| 5.5.2 一阶 RL 电路的零状态响应   | 109        |
| 5.6 一阶电路的全响应及三要素法      | 109        |
| 5.6.1 一阶 RC 电路的全响应     | 109        |
| 5.6.2 一阶 RL 电路的全响应     | 111        |
| 5.6.3 一阶电路的三要素法        | 112        |
| 5.7 应用实例               | 117        |
| 5.7.1 电梯接近开关           | 117        |
| 5.7.2 闪光灯电路            | 118        |
| 5.7.3 延时电路             | 119        |
| 本章小结                   | 120        |
| 习题五                    | 121        |
| <b>第 6 章 相量法</b>       | <b>125</b> |
| 6.1 正弦量                | 125        |
| 6.2 复数和复指数函数           | 128        |
| 6.3 相量法的基础             | 132        |
| 6.4 电路定律和电路元件的相量形式     | 135        |
| 6.5 应用实例: 电容分压的可调照明电路  | 138        |
| 本章小结                   | 139        |
| 习题六                    | 140        |
| <b>第 7 章 正弦稳态电路的分析</b> | <b>141</b> |
| 7.1 阻抗和导纳              | 141        |
| 7.2 正弦稳态电路的相量法求解       | 147        |
| 7.3 正弦稳态电路的功率          | 155        |
| 7.4 功率因数的提高            | 161        |
| 7.5 最大功率传输             | 163        |

|                        |            |
|------------------------|------------|
| 7.6 正弦稳态网络函数           | 165        |
| 7.7 RLC 电路的谐振          | 168        |
| 7.7.1 RLC 串联谐振电路       | 168        |
| 7.7.2 RLC 并联谐振电路       | 172        |
| 7.8 非正弦周期电流电路的分析       | 173        |
| 7.9 应用实例: 无线电接收机的调谐电路  | 176        |
| 本章小结                   | 177        |
| 习题七                    | 178        |
| <b>第 8 章 三相电路</b>      | <b>184</b> |
| 8.1 三相电路的基本概念          | 184        |
| 8.2 对称三相电路的分析          | 189        |
| 8.3 不对称三相电路的分析         | 193        |
| 8.4 三相电路的功率            | 196        |
| 8.5 应用实例: 电力系统简介       | 198        |
| 本章小结                   | 199        |
| 习题八                    | 200        |
| <b>第 9 章 含有耦合电感的电路</b> | <b>203</b> |
| 9.1 耦合电感               | 203        |
| 9.2 含有耦合电感电路的计算        | 207        |
| 9.3 空心变压器              | 212        |
| 9.4 理想变压器              | 214        |
| 9.5 应用实例: 反激变换器        | 216        |
| 本章小结                   | 218        |
| 习题九                    | 218        |
| <b>第 10 章 铁心变压器</b>    | <b>221</b> |
| 10.1 基本电磁定律            | 221        |
| 10.2 磁路的欧姆定律           | 223        |
| 10.3 铁心变压器             | 224        |
| 10.3.1 单相变压器           | 225        |
| 10.3.2 三相变压器           | 230        |
| 10.3.3 变压器的额定值         | 231        |
| 10.3.4 变压器的电压调整特性      | 232        |
| 10.3.5 自耦变压器           | 232        |
| 10.4 应用实例: 牵引变压器       | 233        |

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| 本章小结                              | 234        |
| 习题十                               | 235        |
| <b>第 11 章 三相异步电动机</b>             | <b>236</b> |
| 11.1 三相异步电动机的结构                   | 236        |
| 11.2 三相异步电动机的主要技术数据               | 239        |
| 11.3 三相异步电动机的工作原理                 | 242        |
| 11.4 三相异步电动机的基本方程式和等效电路           | 245        |
| 11.5 三相异步电动机的功率平衡及转矩平衡方程          | 247        |
| 11.6 三相异步电动机的机械特性                 | 250        |
| 11.7 三相异步电动机的起动                   | 256        |
| 11.8 三相异步电动机的调速                   | 260        |
| 11.9 三相异步电动机的制动                   | 262        |
| 11.10 应用实例                        | 265        |
| 11.10.1 变频空调、变频洗衣机和变频电冰箱          | 265        |
| 11.10.2 三相异步牵引电动机                 | 266        |
| 本章小结                              | 267        |
| 习题十一                              | 268        |
| <b>第 12 章 继电接触器控制系统</b>           | <b>269</b> |
| 12.1 常用低压电器                       | 269        |
| 12.2 电气原理图的绘制原则                   | 276        |
| 12.3 三相异步电动机基本控制电路                | 277        |
| 12.3.1 点动控制                       | 278        |
| 12.3.2 直接起停控制                     | 278        |
| 12.3.3 两地控制                       | 279        |
| 12.3.4 正反转控制                      | 280        |
| 12.3.5 顺序控制                       | 281        |
| 12.3.6 行程控制                       | 282        |
| 12.3.7 时间控制                       | 284        |
| 12.4 应用实例：加热炉自动送料控制电路             | 285        |
| 本章小结                              | 287        |
| 习题十二                              | 287        |
| <b>第 13 章 MATLAB 在电路与电机分析中的应用</b> | <b>289</b> |
| 13.1 MATLAB 简介                    | 289        |
| 13.1.1 MATLAB 的操作界面               | 289        |

|        |                  |     |
|--------|------------------|-----|
| 13.1.2 | MATLAB 的图形处理功能   | 293 |
| 13.1.3 | MATLAB 语言要点      | 295 |
| 13.1.4 | 仿真工具 Simulink    | 301 |
| 13.1.5 | 电力系统仿真工具箱        | 305 |
| 13.2   | MATLAB 在电路分析中的应用 | 308 |
| 13.3   | MATLAB 在电机分析中的应用 | 314 |
|        | 本章小结             | 317 |
|        | 习题十三             | 317 |
|        | 部分习题答案           | 318 |
|        | 参考文献             | 325 |

# 第 1 章 电路模型和电路定律



本章主要介绍电路模型的概念，电压、电流及其参考方向的概念，功率和能量的计算方法，基尔霍夫定律以及电阻、独立电源和受控电源等电路元件。

## 1.1 电路和电路模型

### 1.1.1 电路的作用和组成

若干个电气设备或器件按照一定方式组合起来，构成电流的通路，称为电路。

各种实际电路都是由电阻器、电容器、电感器等部件和晶体管、运算放大器等器件组成的，可以实现人们所需要的功能。随着微电子技术的发展，已可将若干部、器件制作在一块硅片上，在电气上相互连接，在结构上形成一个整体，即所谓的集成电路。日常生活中使用的实际电路随处可见，手电筒电路、照明电路、收音机电路、电视机电路以及计算机电路等都是实际电路的例子。

电路的类型是多种多样的，不同的电路其作用也是各不相同的。但就其基本功能而言，可分为两大类：一类是电能的产生、传输与转换电路；另一类是电信号的产生、传递与处理电路。电力系统是产生、传输与转换电能的典型例子，如图 1-1 所示为简单电力系统的基本结构示意图。扩音机是产生、传递与处理电信号的典型例子，其结构框图如图 1-2 所示。

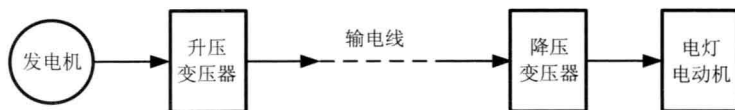


图 1-1 简单电力系统的基本结构示意图

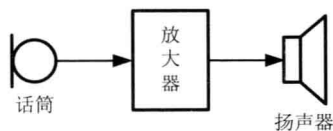


图 1-2 扩音机结构框图

实际电路都是由电源、负载和中间环节三部分组成的。产生电能或电信号的设备称为电源，如发电机、话筒、干电池等。用电设备称为负载，如电动机、电灯、扬声器等。连接电源与负载的部分称为中间环节，如变压器、放大器、连接导线等。

### 1.1.2 电路模型

分析任何一个物理系统，都要用理想化的模型描述该系统。例如，经典力学中的质点就是小物体的模型，质点的几何尺寸为零，却有一定的质量，有确定的位置和速度等。要分析实际电路的物理过程也需要构造出能反映该实际电路物理性质的理想化模型，也就是用一些理想化的元件相互连接组成理想化电路（电路模型），用以描述该实际电路，进而对电路模型进行分析，所得结果就反映了实际电路的物理过程。

电路模型只反映了电路的主要性能，而忽略了它的次要性能，因而电路模型只是实际电路的近似，两者不能等同。大量的实践经验表明，只要电路模型选取适当，按电路模型分析计算的结果与相应实际电路的观测结果是基本一致的。当然，如果模型选取不当，则会造成较大的误差，有时甚至得出相互矛盾的结果。

图 1-3 (a) 所示为手电筒电路，该电路由于电池、小灯泡、开关和手电筒壳（相当于导线）组成。其电路模型如图 1-3 (b) 所示，图中的电阻元件  $R$  作为小灯泡的电路模型，反映了将电能转换为热能和光能这一物理现象；干电池用电压源  $U_s$  和电阻  $R_s$  的串联组合作为模型，分别反映了电池内储化学能转换为电能以及电池本身消耗能量的物理过程；手电筒壳用理想导线（其电阻设为零）即线段表示；开关用理想开关（设开关闭合时其电阻为零、断开时其电阻为无穷大）表示。

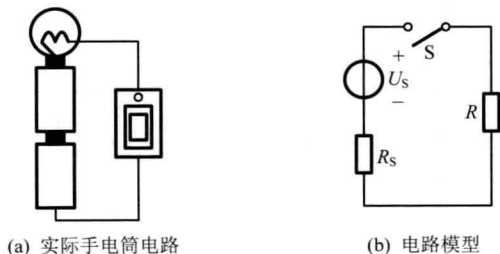


图 1-3 手电筒电路与其电路模型

### 1.1.3 集总参数电路

电路理论主要研究电路中发生的电磁现象，用电流、电压来描述其中的过程。



我们只关心各器件端的电流和端子间的电压，而不涉及器件内部的物理过程。这只有在满足集总化假设的条件下才是合理的。

实际的器件、连接导线以及由它们连接成的实际电路都有一定的尺寸，占有一定的空间，而电磁能量的传播速度（ $c=3\times 10^8\text{m/s}$ ）是有限的，如果电路尺寸 $l$ 远小于电路最高工作频率 $f$ 所对应的波长 $\lambda$ （ $\lambda=c/f$ ），则可以认为传送到实际电路各处的电磁能量是同时到达的。这时，与电磁波的波长相比，电路尺寸可以忽略不计。从电磁场理论的观点来看，整个实际电路可看作是电磁空间的一个点，这与经典力学中把小物体看作质点相类似。

当实际电路的几何尺寸远小于工作波长时，我们用能足够精确反映其电磁性质的一些理想电路元件或它们的组合来模拟实际元件，这种理想化的电路元件称为集总参数元件，它们有确定的电磁性质和确切的数学定义。可以认为，电磁能量的消耗都集中于电阻元件，电场能量只集中于电容元件，磁场能量只集中于电感元件。对于这些具有两个端子的集总参数元件（简称二端元件），可用其流经端子的电流和两个端子间的电压来描述它们的电磁性能，而端电流和端子间的电压仅是时间的函数，与空间位置无关。

根据实际电路的几何尺寸 $l$ 与其工作波长 $\lambda$ 的关系，可以将实际电路分为两大类：满足 $l\ll\lambda$ 条件的电路称为集总参数电路，不满足 $l\ll\lambda$ 条件的另一类电路称为分布参数电路。我国电力用电的频率为50Hz，该频率对应的波长为6000km，因而30km长的输电线可以看作是集总参数电路，但长达数百或数千千米的输电线就不能看作集总参数电路，而要看作分布参数电路。

本书只讨论集总参数电路，且所涉及电路均指由理想电路元件构成的电路模型，同时把理想电路元件简称为电路元件或元件。通常，电路又称网络，本书中将不加区别地引用。

## 1.2 电路变量

描述电路的物理量有电压、电流、电荷、磁通、功率和能量等，它们一般都是时间的函数，通常把这些物理量统称为电路变量。在这些电路变量中，电流和电压是电路分析中最常用的两个变量，常将它们称为基本变量，这是因为一旦确定一个电路中的所有电压和电流，这个电路的基本特性也就被掌握了。

### 1.2.1 电流及其参考方向

把单位时间内通过导体横截面的电荷量 $q$ 定义为电流，用 $i$ 表示，即