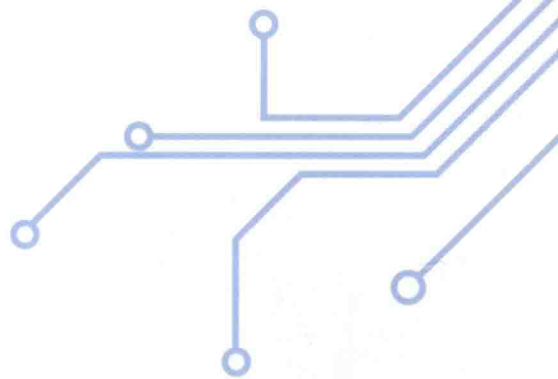
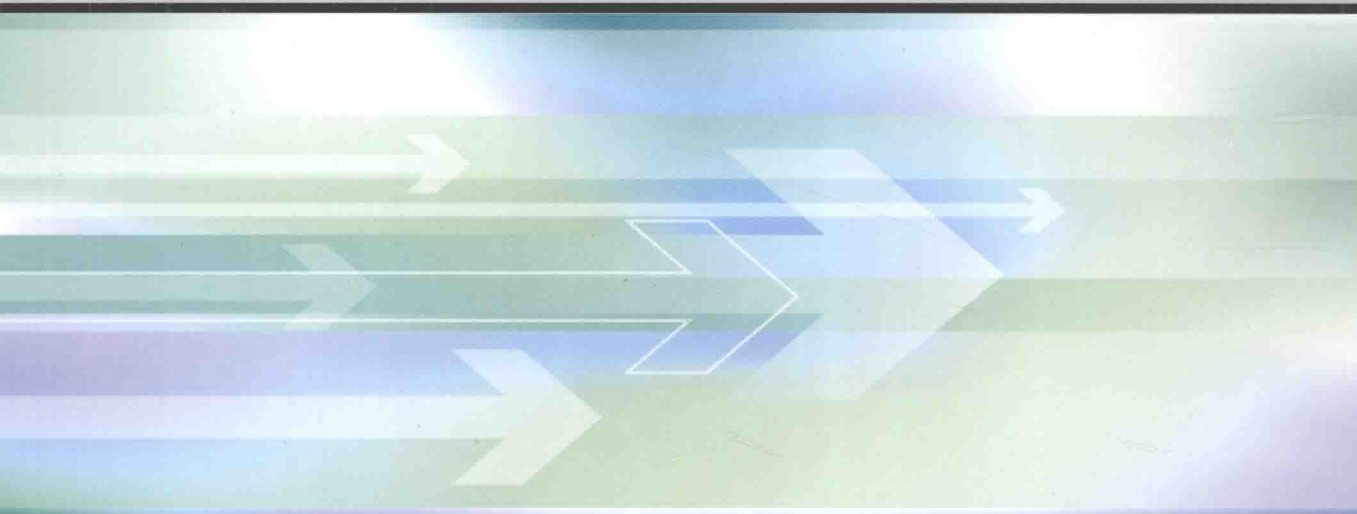


21 世纪高等职业教育精品规划教材



# 电工电子技术

主编 赵学锋 王玉芳



 哈尔滨工程大学出版社  
Harbin Engineering University Press

21 世纪高等职业教育精品规划教材

- 数字电子技术
- 模拟电子技术
- 无线电装接工
- 电工技术
- 电工电子技术
- 传感器与检测技术

策划编辑：钟志刚  
责任编辑：张植朴  
封面设计：广通文化

ISBN 978-7-81133-832-4



定价：30.00元



21 世纪高等职业教育精品规划教材

# 电工电子技术

主 编 赵学锋 王玉芳

副主编 郑伟胜 刘淑珍 郭志东 韩 华

参 编 胡 花 鲁武林 张 凯

## 内容提要

本书按照教育部关于高职教育必须以就业为导向、以能力培养为目标的办学思路,根据电工电子技术的基本要求,对电工技术、模拟电子技术和数字电子技术等课程进行了调整,以适应目前高职高专教学改革的实际需要。

全书分为电工技术、模拟电子技术、数字电子技术三篇。其中电工技术部分包括直流电路、正弦交流电路、三相交流电路、工厂输配电和安全用电。模拟电子技术包括常用晶体管、基本放大电路、集成运算放大器及其应用、直流稳压电路。数字电子技术包括:数字电路基础、组合逻辑电路、时序逻辑电路、555 定时器应用等内容。

本书重点突出,注重实际,可作为高职高专、高级技工学校的教材,也可供相关工程技术人员及电工电子爱好者学习参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术/赵学锋等主编. —哈尔滨:哈尔滨  
工程大学出版社, 2010.8  
ISBN 978-7-81133-832-4

I. ①电… II. ①赵… III. ①电工技术-高等学校:  
技术学校-教材②电子技术-高等学校:技术学校-教材  
IV. ①TM②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 124426 号

---

出版发行: 哈尔滨工程大学出版社

社 址: 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号

邮 编: 150001

发行电话: 0451-82519328

传 真: 0451-82519699

经 销: 新华书店

印 刷: 北京市通州京华印刷制版厂

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 16 印张

字 数: 379 千字

版 次: 2010 年 8 月第 1 版

印 次: 2010 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 30.00 元

http: //press. hrbeu. edu. cn

E-mail: heupress@hrbeu. edu. cn

网上书店: www. kejibook. com

对本书内容有任何疑问及建议, 请与本书责编联系。邮箱: jixie\_book@sina. com

---

# 出版说明

---

近年来,我国的高等职业教育事业实现了跨越式发展,为社会主义现代化建设事业培养了大批急需的各类人才,在提高劳动者的素质、建设社会主义精神文明、促进社会进步和经济发展方面发挥了重要的作用。

随着我国科技的发展和经济的腾飞,高技能人才的缺乏逐渐成为影响社会快速、健康发展的瓶颈。高等职业院校作为培养各类高素质人才的重要基地,必然要对教育教学制度进行改革,以转变教育思想和教育观念为先导,以促进就业为目标,实行多样、灵活、开放的人才培养模式,把教育教学与生产实践、社会服务、技术推广结合起来,逐步形成适应我国社会主义现代化建设需要的高等职业教育思想和教育理念。

要加快高等职业教育改革和发展的步伐,就必须对课程体系和教学模式等问题进行探索。在这个过程中,教材的建设与改革无疑起着至关重要的基础性作用,高质量的教材是培养高素质人才的保证。高等职业教育教材作为知识的载体和教学的基本工具,直接关系到高等职业教育能否为社会培养并输送符合要求的高技能人才。

为推动高等职业教育教材的建设,加快高等职业教育改革和发展的步伐,我们精心组织了一批具有丰富教学和科研经验的教师,针对高等职业院校的教学特点,编写了“21世纪高等职业教育精品规划教材”,旨在使学生在具有必备的基础理论知识和专业知识的基础上,重点掌握从事本专业领域实际工作的基本能力和基本技能,致力于培养基础理论知识适度、技术应用能力强、知识面宽、素质高的应用型人才。

本系列教材非常注重培养学生的实践技能,力避传统教材“全而深”的教学模式,将“教、学、做”有机地融为一体,在教给学生知识的同时,强化对学生实际操作能力的培养。在编写过程中,教材力求从实际应用的需要出发,尽量减少枯燥、实用性不强的理论灌输,充分体现出“以行业为导向,以能力为本位,以学生为中心”的特色,更具有实用性和前瞻性,与就业市场结合更为紧密。

本系列教材的编写力求突破陈旧的教育理念,采用了“以案例导入教学”的编写模式。在对某一理论进行讲解的同时,紧密结合实际,援引大量鲜明、实用的案例进行分析说明,以达到编写高质量教材的目标。这些精心设计的案例不但可以方便教师授课,同时还可以启发学生思考,加快对学生实践能力的培养,改革人才的培养模式。

本系列教材可供高等职业院校、成人高校及各类培训学校相关专业使用。在编写过程中,得到了许多教师的大力支持,在此特向他们致以衷心的感谢,同时也对所有参与本系列教材出版工作的人员表示感谢!

哈尔滨工程大学出版社

# 前 言

本书是按照教育部关于高职教育必须以就业为导向、以能力培养为目标的办学思路，根据电工电子技术课程的基本要求，结合编者多年的教学经验编写而成的。

电工电子技术课程内容理论性强、知识适用范围广，所涉及内容多，内容也较难掌握。因此，如何在有限的学时数内使学生掌握电工电子技术的基本知识、基本原理、具备必要的实践能力，为学生在今后的学习和工作中打下坚实基础，是教学实施中必要努力解决的问题。

教材的所有编者来自教学一线教师，有丰富的教学经验，在内容编排上，保证必要的基本概念和基本知识，以突出实用、注重实践，注重培养学生分析问题和解决问题的能力为主线，强调“学而致用”，以用为目标，精选内容，简化复杂的理论推导。

本教材还注重调动学生学习的主动性和积极性、启迪学生的科学思维，培养学生主动自学能力，建议有些章节可以通过学生自学完成。

本书由江西制造职业技术学院赵学锋、江西电力职业技术学院王玉芳任主编，江西制造职业技术学院郑伟胜、江西制造职业技术学院刘淑珍、三门峡职业技术学院郭志东、开封大学韩华任副主编，江西制造职业技术学院胡花、江西制造职业技术学院鲁武林、郑州旅游职业技术学院张凯参编。最后由赵学锋同志负责统稿。

本书编写过程中，各参编教师不辞辛劳，积极配合，共同努力完成了编写任务，同时也得到了南昌大学王港元教授的热心指导，在此对所有为本书编写而付出辛勤工作的教师表示由衷的感谢。

由于编者水平有限，书中不妥之处，敬请广大师生和读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 第一篇 电工技术

|                      |    |
|----------------------|----|
| 第 1 章 直流电路           | 2  |
| 1.1 电路及电路模型          | 2  |
| 1.1.1 电路的定义及其功能      | 2  |
| 1.1.2 电路的组成          | 2  |
| 1.1.3 理想元件与电路模型      | 2  |
| 1.1.4 几个常用的电路名词术语    | 3  |
| 1.2 电路的基本物理量         | 4  |
| 1.2.1 电流             | 4  |
| 1.2.2 电压             | 5  |
| 1.2.3 电位             | 6  |
| 1.2.4 电动势            | 7  |
| 1.2.5 电功率            | 7  |
| 1.2.6 电功             | 9  |
| 1.2.7 电气设备的额定值       | 9  |
| 1.3 电路的电阻元件          | 10 |
| 1.3.1 线性电阻元件和非线性电阻元件 | 10 |
| 1.3.2 线性电阻元件的欧姆定律    | 10 |
| 1.3.3 电阻的功率          | 11 |
| 1.4 基尔霍夫定律           | 12 |
| 1.4.1 基尔霍夫电流定律       | 12 |
| 1.4.2 基尔霍夫电压定律       | 13 |
| 1.5 电位的计算            | 15 |
| 1.6 电压源和电流源          | 17 |
| 1.6.1 电压源            | 17 |
| 1.6.2 电流源            | 19 |
| 1.6.3 两种电源模型的等效变换    | 20 |
| 1.7 电路电阻的简化和等效变换     | 22 |
| 1.7.1 电阻的串联          | 22 |
| 1.7.2 电阻的并联          | 23 |
| 1.7.3 混联电路的等效变换      | 24 |



|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| 1.7.4 电阻的星形和三角形连接 .....              | 24        |
| 1.8 电路的分析方法 .....                    | 27        |
| 1.8.1 支路法 .....                      | 27        |
| 1.8.2 节点电位法 .....                    | 28        |
| 1.8.3 叠加定理 .....                     | 30        |
| 1.8.4 等效电源定理 .....                   | 31        |
| 1.8.5 最大功率输出条件 .....                 | 33        |
| <b>第2章 正弦交流电路</b> .....              | <b>43</b> |
| 2.1 正弦交流电的基本概念 .....                 | 43        |
| 2.1.1 正弦交流电的表示方法 .....               | 43        |
| 2.1.2 正弦交流电的三要素 .....                | 44        |
| 2.1.3 正弦交流电的相位差 .....                | 45        |
| 2.2 正弦交流电的相量表示法 .....                | 46        |
| 2.2.1 复数及其运算 .....                   | 47        |
| 2.2.2 相量表示法 .....                    | 48        |
| 2.3 单一参数的正弦交流电路 .....                | 50        |
| 2.3.1 纯电阻电路 .....                    | 50        |
| 2.3.2 纯电感电路 .....                    | 51        |
| 2.3.3 纯电容电路 .....                    | 53        |
| 2.4 正弦交流电路的分析 .....                  | 56        |
| 2.4.1 RLC 串联电路 .....                 | 56        |
| 2.4.2 RLC 并联电路 .....                 | 60        |
| 2.5 谐振电路 .....                       | 62        |
| 2.5.1 串联谐振 .....                     | 62        |
| 2.5.2 并联谐振 .....                     | 63        |
| 2.6 功率因数提高的意义和方法 .....               | 64        |
| 2.6.1 提高功率因数的意义 .....                | 65        |
| 2.6.2 提高功率因数的方法 .....                | 65        |
| <b>第3章 三相交流电路</b> .....              | <b>71</b> |
| 3.1 对称三相电源 .....                     | 71        |
| 3.1.1 对称三相电源的产生 .....                | 71        |
| 3.1.2 相序 .....                       | 72        |
| 3.2 三相电源和负载的连接 .....                 | 73        |
| 3.2.1 三相电源的星形 (Y) 连接 .....           | 73        |
| 3.2.2 三相电源的三角形 ( $\Delta$ ) 连接 ..... | 75        |
| 3.2.3 三相负载的星形 (Y) 连接 .....           | 77        |
| 3.2.4 三相负载的三角形 ( $\Delta$ ) 连接 ..... | 77        |
| 3.3 对称三相电路的计算 .....                  | 79        |

|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| 3.3.1 对称三相电路的特点 .....        | 79        |
| 3.3.2 对称三相电路的一般计算方法 .....    | 80        |
| 3.4 三相电路的功率 .....            | 83        |
| 3.4.1 对称三相负载的有功功率 .....      | 83        |
| 3.4.2 对称三相负载的无功功率与视在功率 ..... | 83        |
| <b>第4章 工厂输配电和安全用电 .....</b>  | <b>90</b> |
| 4.1 工厂输配电 .....              | 90        |
| 4.1.1 工厂供电系统概况 .....         | 90        |
| 4.1.2 发电厂和电力系统简介 .....       | 91        |
| 4.2 安全用电 .....               | 92        |
| 4.2.1 触电 .....               | 92        |
| 4.2.2 防止触电的保护措施 .....        | 94        |
| 4.2.3 安全用电常识 .....           | 95        |
| 4.2.4 触电急救常识 .....           | 96        |

## 第二篇 模拟电子技术

|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| <b>第5章 常用晶体管 .....</b>   | <b>99</b> |
| 5.1 半导体的导电特性 .....       | 99        |
| 5.1.1 半导体的分类及特点 .....    | 99        |
| 5.1.2 本征半导体和杂质半导体 .....  | 99        |
| 5.1.3 PN结 .....          | 101       |
| 5.2 半导体二极管 .....         | 103       |
| 5.2.1 二极管的结构 .....       | 103       |
| 5.2.2 二极管的特性 .....       | 103       |
| 5.2.3 二极管的主要参数 .....     | 104       |
| 5.2.4 二极管的应用电路 .....     | 104       |
| 5.2.5 常用二极管及应用 .....     | 105       |
| 5.3 晶体三极管 .....          | 106       |
| 5.3.1 晶体三极管的结构 .....     | 106       |
| 5.3.2 晶体三极管的电流放大原理 ..... | 107       |
| 5.3.3 晶体三极管的特性曲线 .....   | 108       |
| 5.3.4 晶体三极管的主要参数 .....   | 110       |
| 5.4 绝缘栅场效应管 .....        | 111       |
| 5.4.1 N沟道增强型MOS管 .....   | 111       |
| 5.4.2 N沟道耗尽型MOS管 .....   | 113       |
| 5.5 晶闸管 .....            | 114       |
| 5.5.1 晶闸管的结构 .....       | 114       |

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 5.5.2 晶闸管的导电特性及工作原理 .....    | 114        |
| 5.5.3 晶闸管的伏安特性 .....         | 115        |
| 5.5.4 晶闸管的主要参数 .....         | 116        |
| <b>第6章 基本放大电路 .....</b>      | <b>119</b> |
| 6.1 基本交流电压放大电路 .....         | 119        |
| 6.1.1 基本交流电压放大电路的组成 .....    | 119        |
| 6.1.2 静态分析 .....             | 120        |
| 6.1.3 动态分析 .....             | 122        |
| 6.2 分压式偏置电路 .....            | 127        |
| 6.2.1 稳定静态工作点电路 .....        | 127        |
| 6.2.2 分压式偏置电路的计算 .....       | 128        |
| 6.3 射极输出器 .....              | 129        |
| 6.4 互补对称功率放大电路 .....         | 131        |
| 6.4.1 功率放大电路的基本要求 .....      | 131        |
| 6.4.2 功率放大电路的三种工作状态 .....    | 132        |
| 6.4.3 互补对称功率放大电路 .....       | 132        |
| 6.4.4 集成功率放大器 .....          | 134        |
| 6.5 多级放大电路 .....             | 135        |
| 6.5.1 阻容耦合多级放大电路 .....       | 135        |
| 6.5.2 直接耦合多级放大电路 .....       | 136        |
| 6.5.3 变压器耦合多级放大电路 .....      | 136        |
| <b>第7章 集成运算放大器及其应用 .....</b> | <b>141</b> |
| 7.1 集成运算放大器 .....            | 141        |
| 7.1.1 集成运算放大器的基本组成及符号 .....  | 141        |
| 7.1.2 集成运算放大器的主要性能指标 .....   | 142        |
| 7.1.3 理想运算放大器 .....          | 142        |
| 7.1.4 典型集成运算放大器芯片 .....      | 144        |
| 7.2 由集成运算放大器组成的基本运算电路 .....  | 146        |
| 7.2.1 反馈方框图及组态判别方法 .....     | 146        |
| 7.2.2 比例运算电路 .....           | 147        |
| 7.2.3 加法、减法运算电路 .....        | 149        |
| 7.2.4 微分、积分运算电路 .....        | 151        |
| 7.2.5 电流、电压转换电路 .....        | 152        |
| <b>第8章 直流稳压电路 .....</b>      | <b>158</b> |
| 8.1 直流电源的组成 .....            | 158        |
| 8.2 单相桥式整流电路 .....           | 159        |
| 8.2.1 单相桥式整流电路的工作原理 .....    | 159        |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 8.2.2 单相桥式整流电路的主要参数 ..... | 160 |
| 8.3 滤波电路 .....            | 161 |
| 8.3.1 电容滤波电路 .....        | 161 |
| 8.3.2 电感滤波电路 .....        | 163 |
| 8.3.3 复式滤波电路 .....        | 163 |
| 8.4 稳压电路 .....            | 164 |
| 8.4.1 稳压管和稳压电路 .....      | 164 |
| 8.4.2 串联直流稳压电路 .....      | 166 |
| 8.4.3 集成稳压电路 .....        | 167 |

## 第三篇 数字电子技术

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 第9章 数字电路基础 .....           | 173 |
| 9.1 模拟信号与数字信号 .....        | 173 |
| 9.1.1 模拟信号与模拟电路 .....      | 173 |
| 9.1.2 数字信号与数字电路 .....      | 174 |
| 9.2 数制与码制 .....            | 174 |
| 9.2.1 常用计数制 .....          | 174 |
| 9.2.2 数制之间的转换 .....        | 175 |
| 9.2.3 常用码制 .....           | 176 |
| 9.3 逻辑代数基础 .....           | 177 |
| 9.3.1 基本逻辑与复合逻辑 .....      | 177 |
| 9.3.2 逻辑函数的表示方法 .....      | 179 |
| 9.3.3 逻辑代数的基本定律 .....      | 180 |
| 9.4 逻辑函数化简 .....           | 182 |
| 9.4.1 逻辑函数的代数化简法 .....     | 182 |
| 9.4.2 逻辑函数的卡诺图化简法 .....    | 183 |
| 9.4.3 逻辑函数的卡诺图表示法 .....    | 184 |
| 9.4.4 用卡诺图化简逻辑函数 .....     | 185 |
| 9.5 分立元件门电路 .....          | 188 |
| 9.5.1 与门 .....             | 188 |
| 9.5.2 或门 .....             | 189 |
| 9.5.3 非门 .....             | 190 |
| 9.6 集成门电路 .....            | 191 |
| 9.6.1 典型 TTL 与非门电路 .....   | 191 |
| 9.6.2 其他类型 TTL 与非门电路 ..... | 194 |
| 9.6.3 CMOS 集成逻辑门电路 .....   | 196 |
| 第10章 组合逻辑电路 .....          | 201 |
| 10.1 组合逻辑电路分析与设计 .....     | 201 |

|               |                       |            |
|---------------|-----------------------|------------|
| 10.1.1        | 组合逻辑电路分析              | 201        |
| 10.1.2        | 组合逻辑电路设计              | 203        |
| 10.2          | 基本组合逻辑部件              | 205        |
| 10.2.1        | 编码器                   | 206        |
| 10.2.2        | 译码器与译码显示电路            | 208        |
| 10.2.3        | 加法器                   | 212        |
| 10.2.4        | 数据选择器和数值比较器           | 214        |
| <b>第 11 章</b> | <b>时序逻辑电路</b>         | <b>219</b> |
| 11.1          | 时序逻辑电路概述              | 219        |
| 11.2          | 触发器                   | 219        |
| 11.2.1        | 基本 RS 触发器             | 220        |
| 11.2.2        | 同步 RS 触发器             | 221        |
| 11.2.3        | 主从型 JK 触发器            | 223        |
| 11.2.4        | D 触发器                 | 224        |
| 11.2.5        | T 触发器和 T' 触发器         | 225        |
| 11.3          | 寄存器                   | 226        |
| 11.3.1        | 数码寄存器                 | 226        |
| 11.3.2        | 移位寄存器                 | 227        |
| 11.4          | 计数器                   | 229        |
| 11.4.1        | 同步计数器                 | 230        |
| 11.4.2        | 异步计数器                 | 231        |
| 11.4.3        | 集成计数器                 | 233        |
| <b>第 12 章</b> | <b>555 定时器应用</b>      | <b>237</b> |
| 12.1          | 555 定时电路              | 237        |
| 12.1.1        | CC7555 定时器的电路结构       | 237        |
| 12.1.2        | CC7555 定时器的工作原理       | 238        |
| 12.1.3        | CC7555 定时器的管脚和逻辑功能    | 238        |
| 12.2          | 单稳态触发器                | 239        |
| 12.2.1        | 单稳态触发器简介              | 239        |
| 12.2.2        | 用 CC7555 定时器构成的单稳态触发器 | 239        |
| 12.2.3        | 单稳态触发器应用举例            | 240        |
| 12.3          | 多谐振荡器                 | 241        |
| 12.3.1        | 多谐振荡器简介               | 241        |
| 12.3.2        | 用 CC7555 定时器构成的多谐振荡器  | 241        |
| 12.3.3        | 多谐振荡器应用举例             | 243        |
| <b>参考文献</b>   |                       | <b>246</b> |

# 第一篇

## 电工技术

## 第 1 章

# 直流电路

## 1.1 电路及电路模型

### 1.1.1 电路的定义及其功能

为实现一定的目的，将有关的电气设备按一定的连接方式连接起来，构成的电流的通路，称为电路。复杂的电路也叫网络。例如，手电筒电路就是一个最简单的电路，如图 1-1 所示。

电路的功能主要包括两方面，一是传输、分配和使用电能，如由发电厂、输电线路、变电站和用户组成的电力网络系统；二是传递、变换、储存和处理电信号，例如自动控制、广播通信和电子计算机技术等。

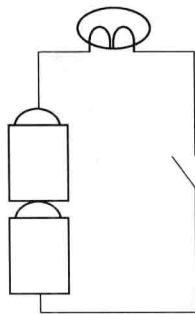


图 1-1 手电筒电路

### 1.1.2 电路的组成

就各种电气设备或部件在电路中的作用而言，一个电路，一般包括电源、负载、中间设备三个部分。

#### 1. 电源

产生电能或电信号的设备，称为电源，又称激励源。例如电池、发电机等，都是常见电源。电源是将其他形式的能转换为电能的设备。还有用以将一种信号转换为另一种信号的，如发生器。通常把前一种电气设备叫做电源，后一种电源设备叫做信号源。

#### 2. 负载

用电设备总称为负载。它将接受的电能转换为其他形式的能。如电灯将电能转换为光能和热能，电机将电能转换为机械能，等等。

#### 3. 中间设备

中间设备是指用以连接电源和负载的一切连接设备、控制设备、开关设备等。

### 1.1.3 理想元件与电路模型

自然科学在建立数学关系理论时，无一不是在对研究对象进行抽象，建立了模型理论

后再进行研究的。例如，几何中的点、线、面，经典力学中的质点、刚体，都是从实际中抽象出来的理想模型。实际的电气设备，它们的电磁性能往往都较复杂。例如，电阻器对电流具有电阻性质，将电能转换为热能的同时，电流还产生了些许的磁场；电感线圈在通电流时，不仅产生了磁场，线圈还会发热；电容器的两端加上电压时，不仅在两极板间产生了电场，同时绝缘介质还会微微发热。我们将这些实际设备进行抽象，即只考虑它们的主要电磁性能，忽略次要因素。这样，上述的电阻器、线圈、电容器可以分别用理想电阻元件、理想电感元件、理想电容元件来代替。简称电阻元件、电感元件、电容元件。它们的图形符号如图1-2所示。

实际的电气设备用理想元件代替后，一个实际的电路就用一个理想元件或几个理想元件组合来代替它们连接而成，称为电路模型。图1-1的手电筒电路就可以用图1-3来表示。电路模型是实际电路的科学抽象，是理想化的，便于我们建立数学理论体系来研究问题。

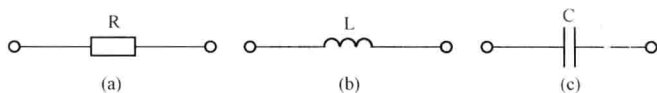


图 1-2 理想元件图形符号

(a) 电阻元件；(b) 电感元件；(c) 电容元件

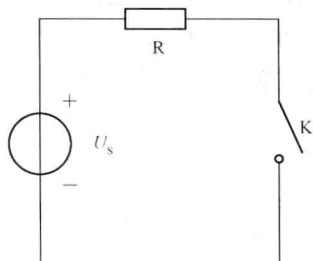


图 1-3 手电筒电路图

### 1.1.4 几个常用的电路名词术语

(1) 支路 电路中流经同一电流的电路分支。图1-4中，共有6条支路。

(2) 节点 三条及三条以上支路的连接点称为节点。图1-4中，有4个节点。

(3) 回路 电路中的任一闭合路径称为回路。图1-4中，有7个回路。

(4) 网孔 没有其他支路穿过的回路称为网孔。图1-4中，有3个网孔。

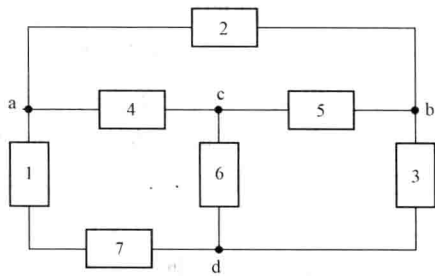


图 1-4 某电路图

## 《思考与练习》

1-1-1 电路是由哪些部分组成的？

1-1-2 负载是取用电能的元件，它的作用有哪些？

1-1-3 理想元件与实际器件的联系和区别是什么？



## 1.2 电路的基本物理量

### 1.2.1 电流

带电粒子（电子、离子等）在外力作用下做定向移动形成了电流。在金属导体中，电流是自由电子在电场力作用下定向移动形成的。我们把单位时间内通过某一导体横截面的电量定义为电流强度，简称电流。它是衡量电流强弱的物理量。

如图 1-5 所示，设在极短的  $dt$  时间内，通过  $ab$  导体横截面  $S$  的电量为  $dq$ ，则电流

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

若  $\frac{dq}{dt}$  是随时间变化的函数，则称之为交变电流，简称交流电。

若  $\frac{dq}{dt}$  为一恒定值，这种电流称为恒定电流，又称直流，可用大写  $I$  表示，即

$$I = \frac{Q}{T} \quad (1-2)$$

式中， $Q$  是在  $t$  时间内通过导体横截面  $S$  的电量。

电流的国际单位是安（培），符号  $A$ ，此外还有千安（ $kA$ ）、毫安（ $mA$ ）、微安（ $\mu A$ ），它们之间的转换关系是

$$1kA = 10^3 A \quad 1mA = 10^{-3} A \quad 1\mu A = 10^{-6} A$$

由于电流可以是正负电荷定向移动形成，所以我们规定：正电荷定向移动的方向为电流方向，负电荷定向移动的反方向才是电流方向。对于比较复杂的电路，往往事先不能确定电流的实际方向；对于交流电，电流的大小随时间而变化，也无法用一个箭头来表示电流的实际流向。为分析方便，我们任意选择一个电流流向作为电流的参考方向。如图 1-6 所示，电流的参考方向是  $a \rightarrow b$ 。



图 1-6 电流的实际方向和电流的参考方向

(a) 参考方向与实际方向相同；(b) 参考方向与实际方向相反

图 1-6 (a) 中， $I=1A$ ，表示电流的实际流向与参考方向相同，即电流由  $a$  流向  $b$ 。

图 1-6 (b) 中， $I=-1A$ ，表示电流的实际流向与参考方向相反，即电流由  $b$  流向  $a$ 。