

从零开始学电子技术丛书

从零开始学 电路基础

刘建清 主编
寻立波 刘汉文 李雨 编著

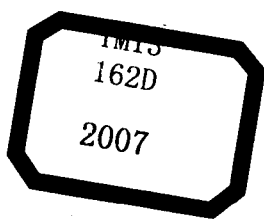


随书附光盘一张



国防工业出版社
National Defense Industry Press

从零开始学电子技术丛书



从零开始学电路基础

刘建清 主编
寻立波 刘汉文 李雨 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

电路基础是学习电子技术的起步知识。本书就是为使初学者从零开始,快速掌握电路基础知识而编写的。与传统的电路基础教材不同的是,本书摒弃了运用高等数学以及大量的公式计算和定量分析的讲法,注重定性和概念,注重基础知识与实践,并配合计算机仿真软件的仿真实验,使基础知识的学习做到不枯燥、不深奥。本书所介绍的电路基础知识包括:电路的基本定律、定理和基本分析方法,磁场与磁路,交流电路,互感与变压器,电路的过渡过程等内容。

本书附赠光盘一张,光盘中包含有最新电路仿真软件 Edison 的试用版,可供读者在学习电路基础知识时使用。

本书可供工矿企业的技术人员、技工、电气工人、家电维修人员以及无线电爱好者阅读,也可作为中专、中技的教材或教学参考书使用。

图书在版编目(CIP)数据

从零开始学电路基础/刘建清主编;寻立波,刘汉文,
李雨编著. —北京:国防工业出版社,2007.1

(从零开始学电子技术丛书)

ISBN 7-118-04786-4

I. 从... II. ①刘... ②寻... ③刘... ④李...
III. 电路理论 IV. TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 113544 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 18¼ 字数 415 千字

2007 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 32.00 元(含光盘)

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

丛书前言

我们所处的时代是一个知识爆炸的新时代。新产品、新技术层出不穷,电子技术的发展更是日新月异。可以毫不夸张地说,电子技术的应用无处不在,电子技术正在不断地改变着我们的生活,改变着我们的世界。

读者朋友:当你对妙趣横生的电子世界发生兴趣时;当你彷徨于就业的关口,想成为电子产业中的一名员工时;当你跃跃欲试,想成为一名工厂的技术革新能手时;当你面对“无所不能”的“单片机”,梦想成为一名自动化高手时;当你的头脑里冒出那么多的奇思妙想,急于把它们应用于或转化为产品时……都是那么急切地想补充自己有关电子技术方面的知识,这时,你首先想到的是找一套适合自己学习的电子技术图书阅读。《从零开始学电子技术丛书》正是为了满足广大读者特别是电子爱好者的实际需要和零起点入门的阅读要求而编著的。

和其他电子技术类图书相比,本丛书具有以下特点:

内容全面,体系完备。本丛书给出了广大电子爱好者学习电子技术的全方位解决方案,既有初学者必须掌握的电路基础、模拟电路和数字电路等基础理论,又有电子元器件检测、电子测量仪器的使用、电路仿真与设计等操作性较强的内容,还有电气控制与PLC、单片机、CPLD等综合应用方面的知识,因此,本丛书内容翔实,覆盖面广。

通俗易懂、重点突出。传统的电子技术图书和教材在介绍电路基础和模拟电子技术等内容时,大都借助高等数学这一工具进行分析,这就给电子爱好者自学电子技术设置了一道门槛,使大多数电子爱好者失去了学习的热情和兴趣。本丛书在编写时,完全考虑到了初学者的需要,不涉及高等数学方面的公式,尽可能地把复杂的理论通俗化和实用化,将烦琐的公式简化,再辅以简明的分析及典型的实例,从而形成了本丛书通俗易懂的特点。为了满足不同层次读者的需求,本丛书对难点和扩展知识用“*”进行了标注,初学者可跳过此内容。

实例典型,实践性强。本丛书最大程度地强调了实践性,书中给出的例子大都经过了验证,可以实现,并且具有代表性;本丛书的大多数分册都配有光盘,光盘中收录了书中的实例、常用软件、实验程序和大量珍贵资料,以方便读者学习和使用。

内容新颖,风格活泼。本丛书所介绍的都是电子爱好者最为关心并且在业界获得普遍认同的内容,本丛书的每一分册都各有侧重,又互相补充,论述时疏密结合,重点突出。对于重点、难点和容易混淆的知识,书中还特别进行了标注和提示。

把握新知,结合实际。电子技术发展日新月异,为适应时代的发展,本丛书还对电子技术的新知识做了详细的介绍;本丛书中涉及的应用实例都是编著者开发经验的提炼和总结,相信一定会给读者带来很大的帮助。在讲述电路基础、模拟和数字电子技术时,还

专门安排了计算机辅助软件的仿真实验,实验过程非常接近实际操作的效果,使电子技术的学习变得更为直观,使学习变得更加生动有趣,这可以加深读者对电路理论知识的认识。

总之,对于需要学习电子技术的电子爱好者而言,选择《从零开始学电子技术丛书》不失为一个好的选择。本丛书一定能给你耳目一新的感觉,当你认真阅读之后将会发现,无论是你所读的书,还是读完书的你,都有所不同。

感谢本丛书的策划者——电子科普领域中的知名专家、中国电子学会高级会员刘午平先生,他与我们共同交流,共同探讨,达成了共识,确立了写作方向,并为本丛书的编排、修改和出版做了大量卓有成效的工作,他以丰富的专业知识和认真、敬业的态度为我们所敬佩;感谢山东持恒开关厂总经理陈培军先生和山东金曼克电气集团设计处总工程师高广海先生,他们对本丛书的编写提出了很多建设性的意见和建议,为本丛书的许多实验提供了强有力的支持与帮助,并参与了部分图书的编写工作;感谢网络,本丛书的许多新知识、新内容都是我们通过网络而获得的,我们在写作过程中遇到的许多疑难问题也大都通过网络得以顺利解决,对于这么多乐于助人、无私奉献的站主和作者们,无法在此一一列举,只能道一声“谢谢了!”感谢众多电子报刊、杂志的编辑和作者,他们为本丛书提供了许多有新意、有实用价值的参考文献,使得这套丛书能够别出心裁、与时俱进;感谢国防工业出版社,能与国内一流的出版社合作,我们感到万分的荣幸;感谢其他对本丛书的出版付出过辛勤工作的人士,没有他们的热心与支持,本丛书不知何时才能与读者见面!

最后,祝愿本丛书的每一位读者在学习电子技术的过程中,扬起风帆,乘风破浪!

丛书编者

前 言

本书是一本讲述电路基础理论的教材。但基础的教材并不是低级的教材,良好的基础是深入实际之本。对于实际工作来说,绝大多数时候需要的是基础的东西。

按照结构清晰,层次分明的原则,本书可分为以下几部分:

第一部分电路分析篇。主要包括本书的第1~4章,重点介绍了电路基础知识、电路的基本定律、电路的等效、电路的基本分析方法和重要定理等内容。

第二部分为磁场与磁路基础篇。主要包括本书的第5章,重点介绍了磁场和磁感线、安培力和磁感应强度、电磁感应、磁性材料的性能以及磁路的基本定律等内容。

第三部分为交流电路和三相交流电路分析篇。主要包括本书的第6章和第7章。重点介绍了正弦交流电的产生、三要素和表示方法,电阻、电感和电容交流电路,RC、LC交流电路,三相交流电的产生以及与负载的连接,供电与用电,安全用电与建筑防雷等内容。

第四部分为互感与变压器分析篇。主要包括本书的第8章。这部分内容主要讨论了互感现象和变压器的原理,并对常用变压器进行了介绍。

第五部分为电路的过渡过程分析篇。主要包括本书的第9章。主要分析RC、RL线性电路的过渡过程,使读者对线性电路的过渡过程具有初步的理论基础,着重讨论两个问题:一是过渡过程中电压和电流随时间而变化的规律;二是影响过渡过程快慢的时间常数。

在讲述本书内容时,还专门安排了Edison4.0电路仿真软件的仿真实验,实验过程非常接近实际操作的效果。仿真软件不但提供了各种丰富的分立元件和集成电路等元器件,还提供了各种丰富的调试测量工具:各种电压表、电流表、示波器、指示器、分析仪等。是一个全开放性的仿真实验平台,给我们提供了一个完备的综合性实验室,可以在任意组合的实验环境搭建实验。电子爱好者通过实验,将使学习变得生动有趣,加深对电路理论知识认识。

本书附赠光盘一张,光盘中包含有最新电路仿真软件Edison的试用版,可供读者在学习电路基础时使用。感谢Edison软件中国总代理广州捷嘉高科技有限公司提供Edison软件试用版的授权。如果读者需要购买该系列软件的正式版,可以登录广州捷嘉高科技有限公司的网站 www.gsltech.com.cn 进行查询。

由于时间仓促,书中错漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

作者

目 录

| | |
|--------------------|----|
| 第一章 电路与电场基础知识 | 1 |
| 第一节 电路及其基本物理量 | 1 |
| 一、电路和电路图 | 1 |
| 二、电路的基本物理量 | 3 |
| 三、电路的三种状态 | 10 |
| 第二节 电阻及电阻定律 | 11 |
| 一、电阻的定义 | 11 |
| 二、电阻定律 | 11 |
| 三、可变电阻 | 12 |
| 四、电阻的串联与并联 | 12 |
| 第三节 导体、绝缘体、半导体和超导体 | 13 |
| 一、导体和绝缘体 | 13 |
| 二、半导体 | 13 |
| 三、超导体 | 13 |
| 第四节 电荷和电场 | 14 |
| 一、电荷间的相互作用 | 14 |
| 二、电场强度和电场线 | 15 |
| 三、电场中的导体 | 16 |
| 四、电势和电势差 | 18 |
| 五、静电的防止和应用 | 21 |
| 六、带电粒子在匀强电场中的运动 | 21 |
| 第五节 电容器 | 25 |
| 一、电容器的定义 | 25 |
| 二、电容器的分类 | 25 |
| 三、平行板电容器的电容 | 26 |
| 四、电容器的特性 | 26 |
| *五、电容器的容抗 | 29 |
| *六、电容器的连接 | 30 |
| 第二章 电路基本定律 | 35 |
| 第一节 欧姆定律和焦耳定律 | 35 |
| 一、部分电路欧姆定律 | 35 |

| | |
|-----------------------------------|-----------|
| 二、焦耳定律 | 36 |
| 三、闭合电路欧姆定律 | 38 |
| 第二节 基尔霍夫电流和电压定律 | 41 |
| 一、支路、结点、回路和网孔 | 41 |
| 二、基尔霍夫电流定律 | 41 |
| 三、基尔霍夫电压定律 | 42 |
| 第三节 电路中电位的计算 | 43 |
| 第三章 电路的等效变换 | 45 |
| 第一节 电阻电路的等效变换 | 45 |
| 一、根据等势点画等效电路图 | 45 |
| 二、对称电路的等效电阻求法 | 47 |
| 三、惠斯通电桥及其应用 | 49 |
| 四、外加电源法求等效电阻 | 50 |
| *五、电阻 Δ 形联结和Y形联结等效变换 | 51 |
| *六、无穷网络电阻的求法 | 53 |
| 第二节 电压源、电流源及其等效变换 | 54 |
| 一、电压源 | 54 |
| 二、电流源 | 55 |
| 三、电压源与电流源的等效变换 | 56 |
| 四、电源的串并联 | 57 |
| *第三节 受控源简介 | 61 |
| 第四章 电路基本分析方法和重要定理 | 63 |
| 第一节 电路基本分析方法 | 63 |
| 一、支路电流法 | 63 |
| 二、结点电压法 | 65 |
| 第二节 电路分析重要定理 | 67 |
| 一、叠加原理 | 67 |
| 二、戴维南定理 | 69 |
| *三、诺顿定理 | 73 |
| *第三节 非线性电阻电路的分析 | 75 |
| 第五章 磁场与磁路基础知识 | 78 |
| 第一节 磁场和磁感线 | 78 |
| 一、简单磁现象 | 78 |
| 二、磁体周围的磁场和磁感线 | 79 |
| 三、电流的磁场和磁感线 | 79 |
| 四、地磁场 | 83 |
| 五、磁场的应用 | 84 |

| | | |
|------------|--------------------|------------|
| 第二节 | 安培力和磁感应强度 | 85 |
| 一、 | 安培力的大小和磁感应强度 | 85 |
| 二、 | 安培力的方向和左手定则 | 86 |
| 三、 | 安培力的应用 | 89 |
| 四、 | 磁场中的运动电荷 | 92 |
| 第三节 | 电磁感应 | 97 |
| 一、 | 磁通量和电磁感应现象 | 97 |
| 二、 | 法拉第电磁感应定律 | 101 |
| 三、 | 楞次定律和右手定则——感应电流的方向 | 103 |
| 四、 | 电磁感应现象中能量的转化 | 105 |
| 五、 | 自感 | 111 |
| 六、 | 涡流 | 117 |
| 第四节 | 磁性材料的性能 | 118 |
| 一、 | 磁导率 | 118 |
| 二、 | 磁场强度 | 119 |
| 三、 | 磁性材料的磁性能 | 119 |
| 四、 | 磁性材料的分类 | 120 |
| * 第五节 | 磁路及其基本定律 | 121 |
| 一、 | 磁路的概念 | 121 |
| 二、 | 磁路基本定律 | 121 |
| 第六章 | 交流电路 | 123 |
| 第一节 | 正弦交流电的产生及变化规律 | 123 |
| 一、 | 直流电和交流电 | 123 |
| 二、 | 正弦交流电的产生 | 124 |
| 三、 | 正弦交流电的变化规律 | 125 |
| 第二节 | 正弦交流电的三要素 | 128 |
| 一、 | 瞬时值、最大值、有效值和平均值 | 128 |
| 二、 | 周期、频率和角频率 | 130 |
| 三、 | 相位、初相位和相位差 | 130 |
| 四、 | 正弦波形的绘制 | 132 |
| 第三节 | 正弦交流电的表示法 | 133 |
| 一、 | 函数法 | 133 |
| 二、 | 图像法 | 134 |
| 三、 | 相量图表示法 | 134 |
| 第四节 | 电阻、电感和电容交流电路 | 137 |
| 一、 | 纯电阻电路 | 137 |
| 二、 | 纯电感电路 | 138 |

| | |
|------------------------|-----|
| 三、纯电容电路 | 142 |
| 四、RLC 串联交流电路 | 145 |
| 第五节 功率因数的提高 | 151 |
| 一、功率因数降低的原因 | 151 |
| 二、提高功率因数的措施 | 152 |
| 第六节 RC 和 LC 电路 | 153 |
| 一、RC 串联和并联电路 | 154 |
| 二、滤波器 | 155 |
| 三、LC 自由振荡电路 | 156 |
| 四、LC 谐振电路 | 159 |
| 五、陷波器 | 162 |
| 六、RC 移相电路 | 164 |
| 第七节 叠加法在交流电路中的应用 | 168 |
| * 第八节 复数在交流电路中的应用 | 170 |
| 一、复数 | 170 |
| 二、正弦量的复数表示法 | 171 |
| 三、复数的应用 | 173 |
| 第七章 三相交流电路与安全用电 | 176 |
| 第一节 三相交流电源 | 176 |
| 一、三相交流电的产生 | 176 |
| 二、三相电源的连接方式 | 177 |
| 第二节 三相电路负载的连接 | 178 |
| 一、负载星形连接的三相电路 | 179 |
| 二、负载三角形连接的三相电路 | 182 |
| 第三节 三相电路的功率 | 183 |
| 一、有功功率 | 183 |
| 二、无功功率和视在功率 | 183 |
| 第四节 供电与用电 | 184 |
| 一、电力系统组成 | 184 |
| 二、能源的利用 | 185 |
| 三、电能的输送 | 186 |
| 四、电气照明 | 190 |
| 第五节 安全用电与建筑防雷 | 192 |
| 一、什么是触电 | 193 |
| 二、触电的危险 | 193 |
| 三、人体触电的几种形式 | 196 |
| 四、保护接地与保护接零 | 197 |

| | |
|-------------------------------------|-----|
| 五、触电事故的规律和预防 | 200 |
| 六、建筑防雷 | 202 |
| 第八章 互感和变压器 | 204 |
| 第一节 互感 | 204 |
| 一、互感现象 | 204 |
| 二、互感系数 | 204 |
| 三、互感电动势 | 205 |
| 四、互感线圈的同名端及其判断方法 | 205 |
| 五、互感线圈的连接 | 207 |
| 第二节 变压器 | 210 |
| 一、变压器的结构 | 210 |
| 二、变压器的原理 | 211 |
| 三、变压器的功率和效率 | 216 |
| 四、变压器的额定值 | 218 |
| 五、特殊变压器 | 219 |
| 六、变压器的同名端特性说明 | 222 |
| 七、电源变压器的设计 | 222 |
| 八、变压器的屏蔽 | 227 |
| 第九章 电路的过渡过程 | 228 |
| 第一节 电路的过渡过程 | 228 |
| 一、电路的过渡过程 | 228 |
| 二、电路过渡过程产生的原因 | 228 |
| 三、研究电路过渡过程的意义 | 229 |
| 第二节 换路定则 | 229 |
| 一、换路定则的概念 | 229 |
| 二、电路初始值的计算 | 230 |
| 三、电路稳态值的计算 | 232 |
| 第三节 RC 电路充放电的过渡过程 | 233 |
| 一、RC 电路放电的过渡过程 | 233 |
| 二、RC 电路充电的过渡过程 | 235 |
| 第四节 微分电路和积分电路 | 238 |
| 一、微分电路 | 238 |
| 二、积分电路 | 239 |
| 第五节 RL 电路的过渡过程 | 239 |
| 一、与恒定电压接通 | 239 |
| 二、短路与断开 | 239 |
| 第十章 Edison 仿真软件及其在电路基础实验中的应用 | 241 |

| | |
|-----------------------------------|-----|
| 第一节 Edison 仿真软件的基本使用方法 | 241 |
| 一、Edison 简介..... | 241 |
| 二、Edison4.0 的立体声光实验室 | 242 |
| 三、电路图分析器 | 254 |
| 四、Edison4.0 的控制面板 | 255 |
| 五、Edison4.0 的基本操作 | 256 |
| 六、电路图编辑器 | 258 |
| 第二节 用 Edison 仿真软件做电路基础实验 | 264 |
| 一、闭合电路欧姆定律实验 | 264 |
| 二、电灯泡实验 | 265 |
| 三、分压实验 | 266 |
| 四、移相和耦合电路实验 | 267 |
| 五、串联谐振电路实验 | 269 |
| 六、电路的过渡状态实验 | 271 |
| 七、RC 电路充放电实验 | 272 |
| 八、用 Edison4.0 电路编辑器进行电路基础实验 | 274 |
| 参考文献 | 280 |

第一章 电路与电场基础知识

本章首先介绍了电路及电路图、串联电路和并联电路,阐明了电路的基本物理量,讲述了电阻及电阻定律,并对导体、绝缘体、半导体和超导体进行了简要介绍;最后对电荷、电场和电容器作了简要分析。

第一节 电路及其基本物理量

一、电路和电路图

1. 电路

电路就是电的流通过径,通常由电源、负载、连接导线和控制器组成。其中,电源是将非电能转换为电能的设备,如电池、发电机等。负载是将电能转换为非电能的设备,如电灯、电炉、电动机等。连接导线用以传输及分配电能,控制器用来控制电路通断、保护电源,如开关、熔断丝、继电器等。图 1-1 是一个最简单的电路,也就是我们日常生活中经常用到的手电筒简单电路。

2. 电路图

在实际工作中,为便于分析,通常将电路中的实际元件用图形符号表示在电路中,称为电路原理图,也叫电路图。图 1-2 是图 1-1 的电路图。

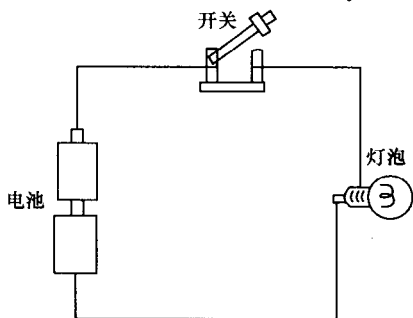


图 1-1 简单电路

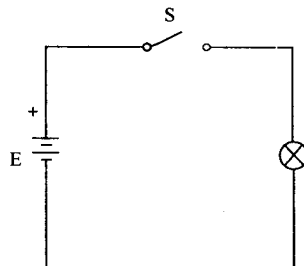


图 1-2 简单电路的电路图

图 1-3 是电路图中几种常用元件符号。

3. 串联电路和并联电路

按照图 1-4,把两只小灯泡,顺次连接在电路里,一只灯泡亮时另一只也亮。像这样把元件逐个顺次连接起来,就组成了串联电路。

如果要求两只灯泡可以各自开和关,互不影响,可以按照图 1-5,把两只灯泡并列地接在电路中,并各自安装一个开关。像这样把元件并列地连接起来,就组成了并联电路。

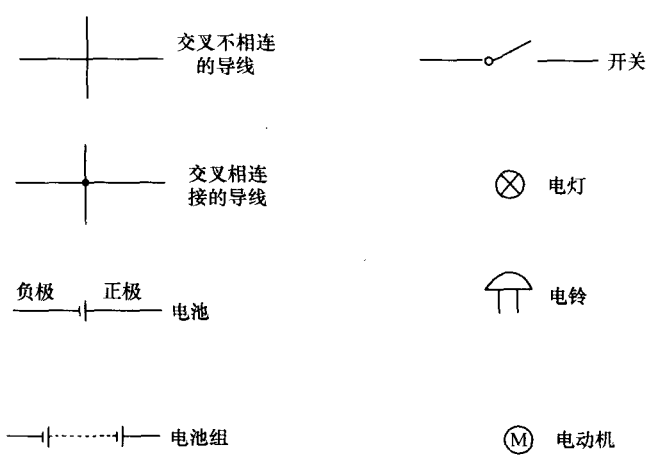


图 1-3 电路元件符号

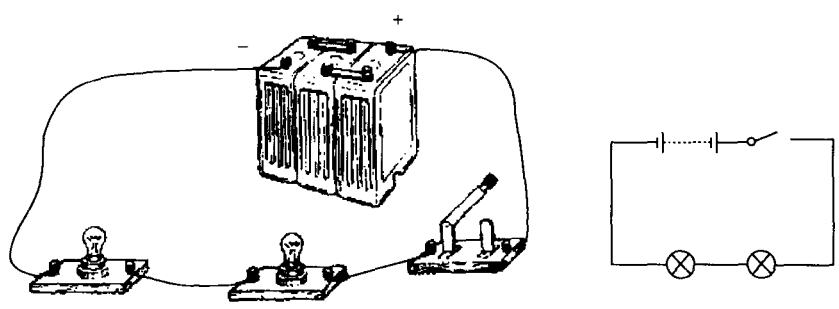


图 1-4 串联电路

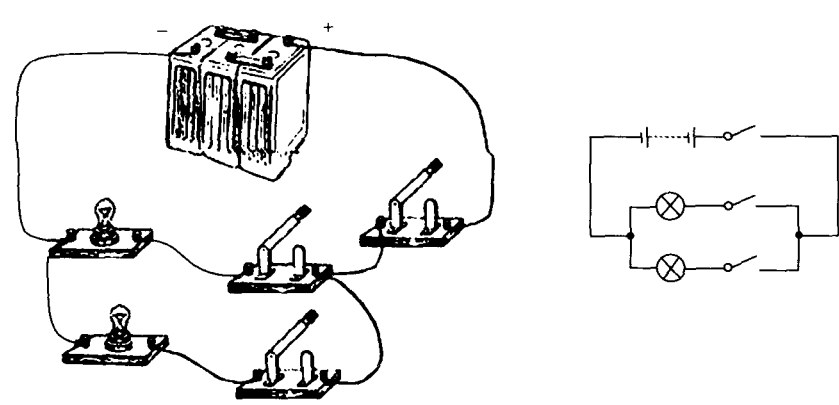


图 1-5 并联电路

串联电路和并联电路是最基本的电路，它们的实际应用非常普遍。市场上出售的一种装饰用小彩灯，经常被用来装饰店堂、居室，烘托欢乐的气氛，其中的几十只彩色小灯泡就是串联的。在家庭中，像电灯、电风扇、电冰箱、电视机等家用电器，都是并联在电路中的，如图 1-6 所示。

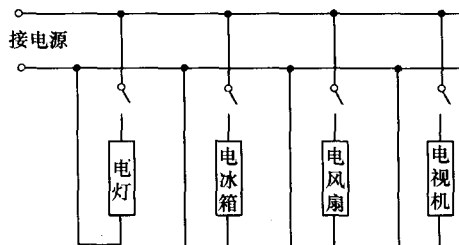


图 1-6 家用电器的并联连接

有了串联电路和并联电路的知识,就可以根据实际需要来连接电路了。如果要使几个电器总是同时工作(只要有一个开路,其他的就停止工作),可以把它们串联在电路中;如果要求几个家用电器可以分别控制,就应该让它们并联在电路中,并且分别装上开关。

二、电路的基本物理量

1. 电流

(1) 电流的定义

水管中的水流有大有小,在相同的时间内,从水管中流出的水越多,水流就越大。导体中的电流也有大小,但是电流看不见,摸不着,怎样才能知道它的大小呢?

人们发现,电流通过导体时会产生各种效应。因此可以根据产生效应的大小来判断电流的大小。电流通过灯泡时,灯丝变热而发光,这是电流的热效应。电流还可以发生磁效应,这将在以后相关章节中学习。下面做一实验,来判断电流的大小。

实验时,把一只小灯泡用导线跟一节干电池连通,再把这只小灯泡跟两节干电池连通,注意观察这两种情况下灯泡的发光亮度。

从实验可以看出,用一节干电池时,小灯泡发光较暗;用两节干电池时,小灯泡发光较亮。对同一小灯泡,它越亮就表示通过它的电流产生的效应越大,也就是电流越大。电流是由电荷的移动形成的,在一定时间内,通过导体某一横截面的电荷越多即电量越多,电流就越大。

电流的大小用电流强度(简称电流)表示,电流强度等于 1s 内通过导体横截面的电量。国际上通常用字母 I 表示电流,如果用 q 表示通过导体横截面的电量, t 表示通电时间,那么

$$I = \frac{q}{t}$$

如果上式中 q 的单位用库,符号是 C;时间 t 的单位用秒,符号是 s;电流 I 的单位就是安培,简称安,符号是 A。如果在 1s 内通过导体横截面的电量是 1 库,导体中的电流就是 1 安。

$$1 \text{ 安} = 1 \text{ 库} / 1 \text{ 秒}$$

如果 10s 内通过导体横截面的电量是 20C,那么导体中的电流

$$I = q/t = 20 \text{ 库} / 10 \text{ 秒} = 2 \text{ 安}, \text{用符号表示为: } I = 20\text{C} / 10\text{s} = 2\text{A}$$

常用的电流单位还有毫安(mA)和微安(μA)。电流单位的换算关系如下: $1\text{A} = 1000\text{mA}$, $1\text{mA} = 1000\mu\text{A}$ 。

(2) 电流的方向

电流不但有大小,而且还有方向,习惯规定正电荷运动的方向或负电荷(自由电子)运

动的反方向为电流的实际方向。电路中电流数值的正与负与参考方向密切相关。

参考方向是计算复杂电路时任意假定的电流或电压的方向，并不一定是它们的实际方向。所以，参考方向仅仅是计算电流或电压值和确定其实际方向的依据。

引入参考方向这个概念的目的在于，可以用代数量说明电流的大小和方向，代数值的绝对值表示电流的大小，正值和负值可以判定它们的实际方向。

引入参考方向后，解决了电路中电流值的计算及实际方向的确定问题。那么参考方向怎样设置，代数量怎样表示电流的大小和方向呢？

参考方向是任意假定的电流的方向。如图 1-7(a)、(b)所示，电流的方向，不是 a 到 b，就是 b 到 a，可以任意选定一个方向。

若电流的计算值为正，表示实际方向与参考方向相同，见图 1-7(a)。

若电流(或电压)的计算值为负，表示实际方向与参考方向相反，见图 1-7(b)。

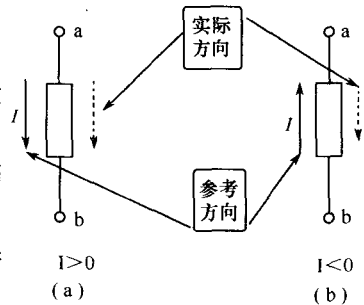


图 1-7 电流的方向

需要说明的是：电流的实际方向是客观存在的，与参考方向的设置无关。参考方向假定的电流的方向，是计算的唯一依据，一经选定，在电路计算中就要以此为标准，不能随意变动。在不注明参考方向时，电流的正负值均无意义。对同一电流，若参考方向选择不同，计算结果应差一个负号。

(3) 电流的分类

电流可分为直流电流和交流电流两大类。

直流电流是大小和方向不随时间变化的恒定电流。如图 1-8 所示。

变动电流是大小和方向均随时间变化的电流，常见的交流电流主要有正弦交流电流(如图 1-9 所示)和锯齿波电流(如图 1-10 所示)等，交流电流一般用小写字母 i 表示。

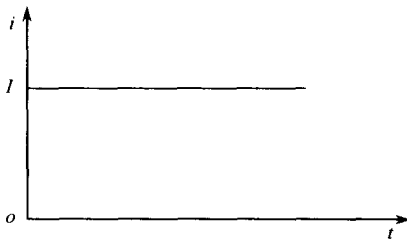


图 1-8 直流电流

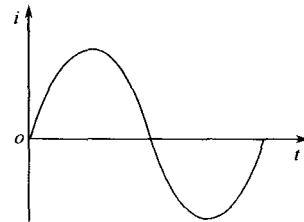


图 1-9 正弦交流电流

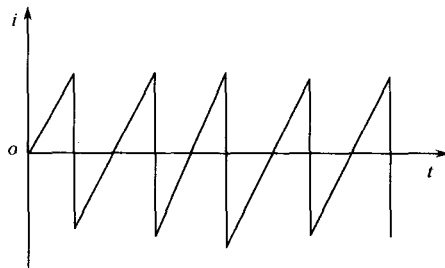


图 1-10 锯齿波电流

为便于理解和记忆,现将电流小结如下(见表 1-1)。

表 1-1 电流小结

| 定义 | 符号、数学表达式 | 单位名称(符号)及换算关系 | 实际方向 |
|---|---|---|------------------------------|
| 电荷有规则的运动形成电流。其大小等于穿过某导体横截面的电荷量与所需时间之比,这个比值称为电流强度,简称电流 | 大小和方向均不随时间改变的电流称为恒定电流或直流电流,简称直流(DC),用符号 I 表示; $I=q/t$ 大小、方向随时间变化的电流称为变动电流,用符号 i 表示 $i=dq/dt$ 在一个周期内平均值为零的变动电流称为交流电流,简称交流(AC),也用符号 i 表示 | 千安(kA)、安(A)、毫安(mA)、微安(μ A)、纳安(nA) $1\text{kA}=10^3\text{A}$ $1\text{mA}=10^{-3}\text{A}$ $1\mu\text{A}=10^{-6}\text{A}$ $1\text{nA}=10^{-9}\text{A}$ $1\text{A}=1\text{库仑(C)}/1\text{秒(s)}$ | 习惯规定正电荷运动的方向或负电荷(自由电子)运动的反方向 |

2. 电压

(1) 电压的定义

为了衡量电场力做功的大小,引入了电压这个物理量。从电场力做功概念定义,电压就是将单位正电荷从电路中一点移至电路中另一点电场力做功的大小。如图 1-11 所示。

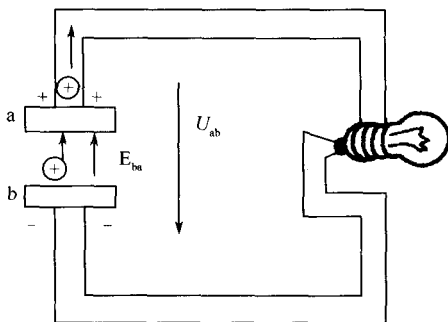


图 1-11 电压定义示意图

电压类似于我们生活中常说的水压。其定义为: a 、 b 两点间的电压 U_{ab} 在数值上等于把单位正电荷从 a 点移到 b 点时,电场力所做的功,用公式表示为:

$$U_{ab} = \frac{W}{q}$$

电压的单位是伏特,简称伏,符号是 V ,一节干电池的电压 $U=1.5V$,家庭电路的电压 $U=220V$ 。比伏大的单位有千伏(kV),比伏小的单位有毫伏(mV)、微伏(μV)等。它们的换算关系如下: $1kV=1000V$, $1V=1000mV$, $1mV=1000\mu V$ 。

(2) 电压的方向

电压不但有大小,而且还有方向,电压的实际方向规定由实际高电位指向实际低电位。在不知道电压实际方向时,可以先假定一个参考方向。

参考方向是任意假定的电压的方向。如图 1-12(a)、(b)所示,电压的方向不是 a 到 b ,就是 b 到 a ,可以任意选定一个方向。

若电压的计算值为正,表示实际方向与参考方向相同,见图 1-12(a)。