

新编电子电工技术快速入门丛书

XINBIANDIANZIDIANGONGJISHUKUAI SURUMENCONGSHU

模拟与数字 电子技术快速入门

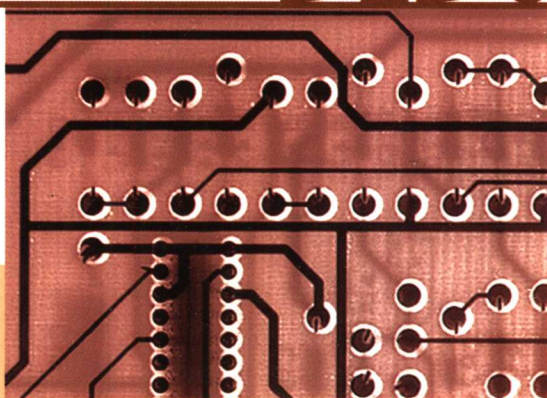
王 军 金 正 冯海涛 俞鲁海 主编

金 正 郑 雯 主审

MONIYUSHUZIDIANGONGJISHUKUAI SURUMEN

本书的最大特点: 一是通俗易懂。书中完全摒弃了繁杂的计算公式和初学者难懂的理论、定义、定理等,使具有初中文化程度的广大青年看得懂、学得会。二是实用性强。在介绍某一种电子线路时,除讲深、讲透其关键问题外,还密切联系实际,说明在实际中的应用。三是内容全面、科技含量高。

DzDg



山东科学技术出版社 www.lkj.com.cn

新编电子电工技术快速入门丛书

XINBIANDIANZIDIANGONGJISHUKUAI SURUMENCONGSHU

王 军 金 正 冯海涛 俞鲁海 主编
金 正 郑 雯 主审

模拟与数字 电子技术快速入门

MONIYUSHUZIDIANDZIJISHUKUAI SURUMEN



山东科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

模拟与数字电子技术快速入门/王军等主编. —济南:
山东科学技术出版社, 2007. 10

(新编电子电工技术快速入门丛书)

ISBN 978-7-5331-4811-9

I. 模... II. 王... III. 电子技术—基本知识 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 132174 号

新编电子电工技术快速入门丛书 模拟与数字电子技术快速入门

王 军 金 正 主 编
冯海涛 俞鲁海
郑 雯 金 正 主 审

出版者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531) 82098088

网址: www.lkj.com.cn

电子邮件: sdkj@sdpress.com.cn

发行者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531) 82098071

印刷者: 青岛星球印刷有限公司

地址: 胶南市珠山路 120 号

邮编: 266400 电话: (0532) 88194567

开本: 700mm×1000mm 1/16

印张: 15

字数: 200 千

版次: 2007 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-5331-4811-9

定价: 22.00 元

《新编电子电工技术快速入门丛书》编委会

主 审 金 正 郑 雯

主 编 王 军 金 正 冯海涛 俞鲁海

副主编 安维涛 刘立毅 王美亭 张智勇 滕 晖
马文莉

成 员 (以姓氏笔画为序)

王 军 王美亭 王希若 冯忠义 冯海涛

安维涛 李 伟 刘立毅 张智勇 金 正

苗 昶 郑 雯 赵胜利 赵 焱 俞鲁海

袁小蕾 袁晨阳 董福生 解光文 滕 晖

编辑的话

——写在《新编电子电工技术快速入门丛书》出版之时

随着我国工农业生产的快速发展，工农业机械化、电气化及自动化程度越来越高。随着人民生活水平的不断提高，各种家用电器已经大量进入千家万户。我国的电子电工爱好者是一支庞大的队伍，而且每年都有众多的初学者加入到这一行列。为了帮助初学者在最短的时间内学会并掌握电子、电工基本知识，尽快胜任一般电子、电工安装和检测任务，我们邀请了有关专家编写了这套初学者的入门读物——《新编电子电工技术快速入门丛书》。

本丛书从初学者的实际情况出发，按照理论联系实际的指导思想，运用通俗的语言，图文并茂、深入浅出地叙述常用电工、电子元器件的种类、特点、检测方法及选择、安装和使用事项，常用电子、电工仪器仪表的使用方法和注意事项，以及国家业务主管部门的规范要求和验收方面的有关规定等。

本丛书首先出版《电工技术快速入门》《电子元器件选择使用快速入门》《模拟与数字电子技术快速入门》《空调器安装与维修快速入门》等4种，今后我们还将根据市场的需求，进一步出版新的图书品种，也希望广大专家、学者及电子电工技术人员提出宝贵意见和建议，共同参与编写，为推广普及电子电工技术，提高广大青年的技术水平和就业能力而努力。

前 言

在现代科学技术飞速发展的今天,电子技术不仅应用于国防、航天、遥感、遥测、信息处理、广播电视、卫星通信等尖端科学领域,而且已渗透到工农业生产和医疗卫生、文化教育等人们生活的各个方面中。早在20世纪90年代,有关专家就曾预言,21世纪将是微电子技术的核心信息社会。近几年的社会发展完全证实了这一点。由此可见,学习并掌握电子技术的基础知识和基本操作技能,对现代社会的人们,尤其是青年一代是十分重要的。

电子技术是一门系统性很强、涉及面很广的科学技术。快速入门、花最短的时间掌握其基本知识及基本技能,既能从事一般性的电子安装、检测、维修,又能解决家电使用中的一些实际问题,并为下一步深入学习打下基础,是每一位有志成为电子技术人才的人员迫切需要解决的问题。本书就是针对这一情况而编写的。

本书分为3大部分:第1部分是模拟和数字电子技术的基础知识,重点介绍直流与交流电路中的基本概念、定理、公式的意义与使用方法;第2、3部分分别为模拟和数字电子技术,重点介绍一些基本的模拟和数字电路的组成、工作过程、分析方法、主要技术指标及应用情况等。

本书的特点:一是通俗易懂。书中完全摒弃繁杂的公式和初学者难懂的理论、定义、定理等,使具有初中文化程度的青年看得懂、学得会。二是实用性强。在介绍某种电子线路时,除讲深、讲透其关键问题外,还密切联系实际,说明其在实际中的应用。三是内容全面。书中几乎包括了电子技术的全部基础知识和分析电路问题的基本方法。除此之外,还扼要介绍了某些电子线路核心器件及集成电路的选用常识。

本书主要供广大具有初中以上文化程度、有志从事电子技术工作的青年阅读,也可作为初、中级电子技术人员的培训教材,还可供职业高中、技工学校相关专业的师生阅读与参考。

由于编者水平有限，书中难免有错误与不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 部分 基础知识 /1

第 1 章 直流电路 /2

- 1.1 直流电路的一般组成 /2
- 1.2 欧姆定律与戴维南定理 /4
 - 1.2.1 欧姆定律 /4
 - 1.2.2 戴维南定理 /4
- 1.3 电功、电功率与效率 /6
 - 1.3.1 电功与电功率 /6
 - 1.3.2 效率 /6
 - 1.3.3 最大功率传输定理 /7

第 2 章 交流电路 /8

- 2.1 交流电与交流信号 /8
 - 2.1.1 交流电的产生方法 /8
 - 2.1.2 交流电的三要素——幅值、频率与初相位 /10
- 2.2 交流电路及其谐振现象 /11
 - 2.2.1 交流电路及其感抗、容抗与阻抗 /12
 - 2.2.2 交流电路的串联谐振与并联谐振 /14
- 2.3 交流电的有效值与交流电路的欧姆定律 /17

第 2 部分 模拟电子技术 /19

第 3 章 基本放大电路 /20

- 3.1 三极管基本放大电路 /20
 - 3.1.1 基本放大电路的组成 /20
 - 3.1.2 常用偏置电路及静态工作点的估算 /23
- 3.2 电压放大过程 /25
 - 3.2.1 电压放大的基本过程 /25
 - 3.2.2 电压放大波形不失真的条件 /26
- 3.3 放大电路主要技术指标与基本分析方法 /26

- 3.3.1 放大电路主要技术指标 / 26
- 3.3.2 放大电路的基本分析方法 / 30
- 3.4 3 种基本放大电路及其性能比较 / 32
- 3.5 场效应管放大电路 / 33

第 4 章 多级放大电路 / 35

- 4.1 多级放大电路的耦合方式与基本性能 / 35
 - 4.1.1 3 种基本耦合方式 / 35
 - 4.1.2 多级放大电路基本性能 / 37
- 4.2 负反馈放大器 / 39
 - 4.2.1 反馈种类及其判别方法 / 39
 - 4.2.2 负反馈对改善放大电路性能的作用 / 42
- 4.3 功率放大器 / 44
 - 4.3.1 概述 / 44
 - 4.3.2 常用的功率放大器 / 47
 - 4.3.3 功率放大模块——“傻瓜 IC” / 54
- 4.4 LC 调谐放大器 / 61
 - 4.4.1 主要技术指标 / 61
 - 4.4.2 常用 LC 调谐放大电路 / 62
 - 4.4.3 中和电路与频带展宽措施 / 64
- 4.5 集成运算放大器 / 68
 - 4.5.1 电路结构与电路代表符号 / 68
 - 4.5.2 种类与特点 / 68
 - 4.5.3 主要技术参数与选用注意事项 / 69

第 5 章 正弦波振荡电路 / 72

- 5.1 概述 / 72
 - 5.1.1 正弦波振荡器的电路组成与自激振荡条件 / 72
 - 5.1.2 正弦波振荡器的种类 / 73
- 5.2 LC 振荡电路 / 73
 - 5.2.1 变压器反馈式振荡电路 / 74
 - 5.2.2 电感三点式振荡电路 / 75
 - 5.2.3 电容三点式振荡电路 / 76
 - 5.2.4 常用 LC 振荡电路性能比较 / 77
- 5.3 石英晶体振荡电路 / 78
 - 5.3.1 石英晶体的压电效应和等效电路 / 78
 - 5.3.2 常用石英晶体振荡电路 / 80
- 5.4 振荡电路制作注意事项 / 81
 - 5.4.1 元件选择与工作状态的调整 / 82

5.4.2 提高振荡频率稳定度的常用措施 / 82

5.4.3 振荡电路常见故障及排除方法 / 83

第 6 章 调制与解调电路 / 85

6.1 调制种类及其特点 / 85

6.1.1 调制信号、载波信号与已调信号 / 85

6.1.2 调幅、调频、调相 3 种已调制信号及其特点 / 86

6.2 振幅调制电路与检波电路 / 87

6.2.1 振幅调制电路及其工作过程 / 87

6.2.2 调幅信号的解调电路——检波器及其工作过程 / 88

6.3 频率调制电路与鉴频电路 / 90

6.3.1 频率调制电路及其工作过程 / 90

6.3.2 调频信号的解调电路——鉴频器及其工作过程 / 91

第 7 章 频率变换电路 / 93

7.1 倍频电路 / 93

7.1.1 非正弦波信号的基波及其谐波分量 / 93

7.1.2 常用倍频电路及其工作电路 / 94

7.2 混频电路 / 95

第 8 章 直流稳压电源 / 96

8.1 直流稳压电源的组成及各部分的作用 / 96

8.2 整流与滤波电路 / 97

8.2.1 整流电路 / 97

8.2.2 滤波电路 / 101

8.3 直流稳压电路 / 103

8.3.1 稳压电路的主要技术指标 / 103

8.3.2 稳压二极管稳压电路 / 105

8.3.3 串联负反馈式稳压电路 / 106

8.3.4 三端集成稳压器 / 108

8.3.5 五端可调集成稳压器——CW200 简介 / 111

8.3.6 开关稳压电源 / 111

第 3 部分 数字电路 / 114

第 9 章 数字电子技术的基础知识 / 115

9.1 数字信号的特点及其表示方法 / 115

9.2 数字电路的工作特点 / 116

9.2.1 三极管的工作状态及 TTL 电平 / 116

9.2.2 电路输出与输入信号的关系 / 117

9.3 二、八、十、十六进制数及其转换 / 118

9.3.1 二、八、十、十六进制数的表示方法 / 118

9.3.2 不同进制数之间的转换 / 119

9.3.3 二进制数的四则运算 / 120

9.4 逻辑代数 / 121

9.4.1 常量与变量的规定 / 121

9.4.2 基本运算规律 / 122

第 10 章 门电路 / 123

10.1 基本门电路 / 123

10.1.1 与门电路 / 123

10.1.2 或门电路 / 125

10.1.3 非门电路 / 127

10.2 复合门电路 / 129

10.2.1 “与非门”和“或非门”电路 / 129

10.2.2 与或非门电路 / 132

10.2.3 “异或门”和“异或非门”电路 / 134

10.3 集成门电路及集成数字电路应用简介 / 136

10.3.1 数字集成电路的种类与特点 / 136

10.3.2 主要技术参数 / 137

10.3.3 主要性能检测及引脚识别 / 139

第 11 章 组合逻辑电路 / 142

11.1 编码器与译码器 / 142

11.1.1 概述 / 142

11.1.2 二—十进制编码器编码过程简介 / 144

11.1.3 二—十进制译码器译码过程简介 / 146

11.1.4 译码显示器简介 / 149

11.2 半加器、全加器与多位加法器 / 152

11.2.1 半加器 / 152

11.2.2 全加器 / 152

11.2.3 多位加法器 / 154

11.3 数据选择器 / 156

第 12 章 时序逻辑电路 / 158

12.1 触发器 / 158

12.1.1 基本 RS 触发器 / 158

12.1.2 同步 RS 触发器与 D 触发器 / 160

12.1.3 JK 触发器与 T 触发器、T' 触发器 / 162

12.1.4 主从触发器 / 167

12.2 寄存器 / 169

- 12.2.1 基本寄存器 /170
- 12.2.2 移位寄存器 /171
- 12.3 计数器 /174
 - 12.3.1 异步二进制计数器 /174
 - 12.3.2 十进制计数器 /175
 - 12.3.3 减法计数器与可逆计数器 /177
- 12.4 存储器 /180
 - 12.4.1 存储器的种类与特点 /180
 - 12.4.2 只读存储器 ROM /181

第 13 章 脉冲产生与整形电路 /184

- 13.1 概述 /184
 - 13.1.1 常用脉冲信号及其参数 /184
 - 13.1.2 RC 积分电路与 RC 微分电路 /185
- 13.2 脉冲产生电路 /188
 - 13.2.1 自激多谐振荡器 /188
 - 13.2.2 锯齿波发生器 /189
- 13.3 脉冲整形电路 /190
 - 13.3.1 单稳态触发器 /190
 - 13.3.2 施密特触发器 /193
 - 13.3.3 限幅电路 /195
- 13.4 555 时基集成电路的原理及应用 /197
 - 13.4.1 逻辑结构及技术特点 /197
 - 13.4.2 典型应用电路 /198

第 14 章 模 / 数和数 / 模转换电路 /206

- 14.1 A/D 转换原理与基本过程 /206
 - 14.1.1 模拟信号的抽样与抽样定理 /206
 - 14.1.2 模拟信号的量化与编码 /207
- 14.2 D/A 转换原理与基本过程 /209
- 14.3 A/D、D/A 转换电路应用举例 /210

附 录 /213

- 1. 分贝值对应的电压 (或电流)、功率比 /213
- 2. 常用电子元器件文字、电路代表符号及其意义 /218

参考文献 /223

第 1 部分 基础知识

这一部分重点介绍直流电路、交流电路方面的基础知识,内容包括直流电路的一般组成,欧姆定律与戴维南定理,电功、电功率与效率,交流电与交流信号,交流电路及其谐振现象等,为进一步学习模拟电子技术和数字电子技术打下基础。

第 1 章 直流电路

从事电子技术必然会遇到各种各样的电路,如整流电路、滤波电路、稳压电路、放大电路、调制与解调电路,等等。根据组成及传输信号的不同,电路可大致分为直流电路与交流电路两大类型。这一章先介绍直流电路的种种特点,下一章再介绍交流电路。

1.1 直流电路的一般组成

人类对电的认识是从直流电开始的,电池产生的电流就是直流电。日常生活中使用的手电筒就是直流电的典型应用。大家知道,电池是有正(+)、负(-)极性的。中间的铜帽为其正极,金属外皮为其负极。手电筒中的小灯泡点亮时,说明有直流电流流过。在技术上规定,直流电的方向始终是从电池的正极出发,流向其负极。随着手电筒使用时间的延长,小灯泡发光越来越暗,说明流过它的直流电流越来越小。

一般而言,直流电(或称直流电流)仅有大小变化而无方向变化。直流电的方向始终是从电池的正极出发,经过电路回到其负极。

直流电流能够流通的电路称为直流电路。上面提到的手电筒的电路,就是一个典型的直流电路,如图 1-1(a)所示。当电门断开时,电路不通,没有电流,小灯泡不亮。在技术上,这种状态称为断路状态,简称断路。当电门接通时,电路中便有电流形成,小灯泡发亮。这种状态称为接通状态,简称通路。

在直流电路中,电池是提供电流的“源泉”,没有它电路中就没有电流,小灯泡自然不会亮。另外,电池的电压越高,产生的电流越大,小灯泡越明亮。例如,1 节电池的电压为 1.5 V,2 节电池串联起来的电压为 3 V。一般说来,2 节电池产生的电流为 1 节电池的 2 倍,所以 2 节电池的手电筒比一节电池的手电筒更亮一些。电池的容量越大,维持同样电流的时间越长,即小灯泡点亮的时间越长。例如,在同样亮度的情况下,2 节 1 号电池的使用时间,肯定比 2 节 2 号电池的使用时间长

得多。

上述电路仅是一个具体的例子,为了研究问题方便,使其具有普遍性,技术上把电池称为电源,并且用符号“ $\text{—}|$ —”代表,其右面的竖长线表示电源的正(+)极,左面的竖短线表示电源的负极。除此之外,一般还在其旁边标注上字母“ E ”;对外电路而言,前面已经提到,电流从其正极流向负极。但在电源内部,电流应从其负极流向正极。小灯泡称为电路的负载,一般用符号“ $\otimes$ ”表示,有时也用电阻的符号“ $\text{—}\square\text{—}$ ”来表示,并标注上“ R_L ”。俗称的电门,技术上称为开关,其电路代表符号为“ $\text{—}\swarrow\searrow\text{—}$ ”,文字代表符号为“ K ”。可以这样讲,最简单的直流电路一般由 3 部分组成,即电源、开关和负载,如图 1-1(b)所示。

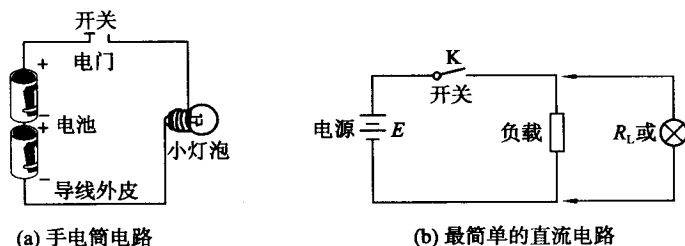


图 1-1 直流电路的一般组成

在今后的学习中将会看到,电子技术中的电路要比图 1-1 复杂得多,不仅有电源、开关与负载,多数情况下还有电阻、电容、二极管、三极管、电感、集成电路、继电器等。可以简单地这样讲,不含电容器的电路为直流电路。

在直流电路中,讨论、分析比较多的问题是电压和电流。电压(有时也称电压差、电位差或电位)通常用 U 来表示,常用单位为伏特(简称伏),用 V 来表示。例如,1 节干电池的电压为 1.5 V ,汽车电瓶的电压为 12 V ,电动自行车电瓶的电压为 36 V 或 48 V 等。比伏大的单位为千伏,写作 kV , $1\text{ kV}=1\,000\text{ V}$;比伏小的单位为毫伏,写作 mV , $1\text{ mV}=0.001\text{ V}=10^{-3}\text{ V}$;电流常用 I 来表示,常用单位为毫安培(mA),简称毫安。毫安是电工技术中常用的单位安培(A)的 $1/1\,000$,即 $1\text{ A}=1\,000\text{ mA}$;电阻常用 R 表示,常用单位有欧姆(Ω)和千欧姆($\text{K}\Omega$),分别简称为欧和千欧。

伏特(V)和安培(A)的大小是这样定义的:如果保持 $1\,\Omega$ 电阻中通过的电流为 1 A ,则其两端需要的电压为 1 V 。也可以反过来说,如果施加在 $1\,\Omega$ 电阻两端的电压为 1 V ,则通过它的电流为 1 A 。即 $1\text{ A}=1\text{ V}/1\,\Omega$ 或 $1\text{ V}=1\text{ A}\times 1\,\Omega$ 。

1.2 欧姆定律与戴维南定理

欧姆定律与戴维南定理是电子技术中最为重要的两个定律(理),应用相当广泛。

1.2.1 欧姆定律

理论和实践均证明,在直流电路中,电阻 R 两端的电压 U 与其通过的电流 I 有如下规律:如果电阻保持不变,电压越高,电流就越大,电压越低,电流就越小,电流和电压成正比关系;如果电流保持不变,电阻增大时,就要增高电压,电阻减小时,就要降低电压,电阻和电压同样成正比关系;如果电压保持不变,电阻越小,电流越大,电阻越大,电流越小,这时电流和电阻成反比关系。

上面电流、电压和电阻三者之间的关系,可以用数学公式表示,即

$$\text{电流}(I) = \frac{\text{电压}(U)}{\text{电阻}(R)}$$

$$\text{电阻}(R) = \frac{\text{电压}(U)}{\text{电流}(I)}$$

$$\text{电压}(U) = \text{电流}(I) \times \text{电阻}(R)$$

式中,电流的单位是安(A),电压的单位是伏(V),电阻的单位是欧(Ω)。

电流、电压、电阻三者之间的这种规律,最早由伟大的物理学家欧姆所发现,所以叫做欧姆定律。

根据上面的公式,只要知道了任意两个的值,就能求出第3个的值。

例如,在图 1-1 中,手电筒的小电珠放白光时的电阻是 $10\ \Omega$,电池的电压是 $3\ \text{V}$,则通过小电珠的电流 I 为

$$I = \frac{3\ \text{V}}{10\ \Omega} = 0.3\ \text{A}$$

1.2.2 戴维南定理

1. 二端网络

在电子技术中,任何具有两个出线端的电路都可以称为二端网络。包含有电源的二端网络称为有源二端网络,反之称为无源二端网络。电子技术中遇到的多数为有源二端网络,图 1-2(a)(b)所示电路均为有源二端网络。为了分析问题方便,通常将它画成图 1-2(c)所示的形式。