



国外经典教材·电子信息

PEARSON
Prentice
Hall

Practical Digital Electronics

实用数字电子技术

重要特色：

- ◆ 实用性强，着重介绍数字基础、数字电路和数字系统
- ◆ 趣味性强，各章开始便给出一些引人入胜的背景知识
- ◆ 补充材料丰富，教师可获得参考手册和PPT讲稿
- ◆ 配套网站提供在线帮助，便于学生复习和巩固所学知识

(美) Nigel P. Cook 著
施惠琼 李黎明 译



清华大学出版社

国外经典教材 • 电子信息

实用数字电子技术

(美) Nigel P. Cook 著

施惠琼 李黎明 译

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是数字电子技术的理想教材,全书共3部分,第I部分“数字基础”由第1章~第7章组成,内容涉及数字电子技术的基本概念、计数系统、逻辑门、逻辑电路化简、标准逻辑器件、可编程逻辑器件以及测试和故障诊断。第II部分“数字电路”由第8章~第12章组成,内容涉及组合逻辑电路、触发器和定时器、时序逻辑电路、算术运算和电路、半导体存储器。第III部分“数字系统”由第13章和第14章组成,内容涉及模拟和数字信号转换器、计算机硬件和软件。

本书穿插大量有趣的补充背景知识,提供丰富的例题、小节自测题和章末复习题。此外,本书配备专门的网站,为学生提供更多学习机会。

本书可作为高等院校电子信息类专业本科生教材,也可供相关技术、科研管理人员使用,或作为继续教育的参考书。

Simplified Chinese edition copyright © 2006 by PEARSON EDUCATION ASIA LIMITED and TSINGHUA UNIVERSITY PRESS.

Original English language title from Proprietor's edition of the Work.

Original English language title: Practical Digital Electronics, by Nigel P. Cook, Copyright © 2004

EISBN: 0-13-111060-8

All Rights Reserved.

Published by arrangement with the original publisher, Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Education.

This edition is authorized for sale only in the People's Republic of China (excluding the Special Administrative Region of Hong Kong and Macao).

本书中文简体翻译版由 Pearson Education 授权给清华大学出版社在中国境内(不包括中国香港、澳门特别行政区)出版发行。

北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01-2006-4666

版权所有, 翻印必究。举报电话: 010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有 Pearson Education(培生教育出版集团)激光防伪标签, 无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

实用数字电子技术/(美)库克(Cook, N. P.)著; 施惠琼 李黎明译. —北京: 清华大学出版社, 2006.10
(国外经典教材·电子信息)

书名原文: Practical Digital Electronics

ISBN 7-302-13779-X

I 实... II. ①库... ②施... ③李... III 电子技术—教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 106644 号

出 版 者: 清华大学出版社

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

社总机: 010-62770175

地 址: 北京清华大学学研大厦

邮 编: 100084

客户服务: 010-62776969

文稿编辑: 文开棋

封面设计: 久久度文化

印 刷 者: 北京市世界知识印刷厂

装 订 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 28.5 字数: 675 千字

版 次: 2006 年 10 月第 1 版 2006 年 10 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-13779-X/TN·358

印 数: 1~4000

定 价: 49.00 元

译者序

自第二次世界大战以来,没有哪一个学科能像电子学一样对现代世界的发展作出如此巨大的贡献。电子学激发了通信、计算机、消费产品、工业自动化、测算、保健等领域的长足发展。电子工业已经超过了汽车和石油工业,成为世界上最大的工业,每年电子产品的销售额超过2万亿美元。目前这个巨型工业中一个最重要的趋势是从模拟技术向数字技术的逐步转化,这个转化自20世纪60年代初,到今天已基本完成。事实上,最近的统计数据显示,一般说来,90%的电子产品采用数字技术,仅有10%采用模拟技术。这种电子工业的数字化趋势将曾经毫不相干的领域融为一体。例如,电子学最大的两个分支是计算和通信。能用通用的数字语言来进行交流促成了计算和通信之间的相互联系,因此计算机现在能在通信网络中发挥作用,同样,通信网络也可通过计算机系统来运作。工业专家称之为合并集成,他们预测数字电子技术将继续整合工业,并实际促进人类各个领域的进步。

本教材紧贴立足电子技术前沿来介绍电子技术的基础知识及其应用,适用于高中、职业技术学校 and 业余大学(或社区学院)的数字电子课程。本教材生动形象,配有40多幅照片和插图;内容新颖,重点介绍与一些工业家具有里程碑意义的发现和创举,且紧扣论题;利于自学,提供一系列旨在测试学生理解水平的问题,并在结尾部分安排自我测试要点,设试题库,列出各知识点清单;注重实用,努力让学生明白如何能让知识投入实际应用,如进行实际电路举例,帮助学生贴近实际,学以致用,设计旨在解决电路和设备问题的各类测试。

本书分数字基础、数字电路和数字系统三部分。数字基础部分包括:模拟和数字电路的比较、数制与代码、逻辑门、逻辑电路的分类、标准逻辑器件(SLD)和可编程逻辑器件(PLD)。数字电路部分包括:组合逻辑电路、触发器和定时器、时序逻辑电路、算术运算电路和半导体存储器。数字系统部分包括:数/模与模/数转换器以及计算机硬件和软件。

本书的前言、第1~7章和第14章由施惠琼负责翻译,第8~13章由李黎明负责翻译。全书由施惠琼负责审校、统稿。

由于编辑时间仓促,本教材难免存在一些不足,欢迎广大师生多提宝贵意见,我们将在以后不断加以修订。

译者

前言

引言

自第二次世界大战以来,没有一个科学分支对现代世界发展的贡献能比得上电子学。电子学促进了通信、计算、消费产品、工业自动化、测试和测量以及保健等领域的重大发展。电子工业现在已经成为全球最大的单一行业,超越汽车和石油工业,电子系统的年销售额超过 20 000 亿美元。从模拟电子学逐步转向数字电子学,一直是电子行业最重要的发展趋势之一。这种发展始于 20 世纪 60 年代,目前已经基本完成。实际上,最近的统计结果表明,电子系统中 90% 的电路是数字的,只有 10% 是模拟的。电子工业的数字化正在合并原本分离的部门。例如,电子行业的两个最大的部门(或分支)是计算和通信。能够用数字化的普通语言互相通信已经使计算机和通信息息相关,计算机能够在基于通信的网络中起作用,而通信网络现在也可以通过基于计算机的系统起作用。工业专家把这种合并称为渗透(convergence),他们预测数字电子学将不断地统一该行业,并促进人类事业的每一个领域的进步。

本书大纲

第 I 部分 数字基础

- 第 1 章 从模拟到数字
- 第 2 章 计数系统和编码
- 第 3 章 逻辑门
- 第 4 章 逻辑电路化简
- 第 5 章 标准逻辑器件(SLD)
- 第 6 章 可编程逻辑器件(PLD)
- 第 7 章 测试和故障诊断

第 II 部分 数字电路

- 第 8 章 组合逻辑电路
- 第 9 章 触发器和定时器
- 第 10 章 时序逻辑电路
- 第 11 章 算术运算电路
- 第 12 章 半导体存储器

第 III 部分 数字系统

- 第 13 章 模拟和数字信号转换器
- 第 14 章 计算机硬件和软件

补充材料

本书提供以下补充材料为深入学习和支持提供了广泛的机遇:

- **实验室手册** 这一重要的补充材料是由 Nigel Cook 和 Gary Lancaster 合作完成的,提供了许多实验,旨在将本书中的全部理论知识转化为实际实验。
- **教师参考手册** 提供了本书练习题和实验室实验的解答。
- **PowerPoint 幻灯片** 教师资源中还提供了书中出现的全部图和表格。
- **TestGen** 这是一个计算机化的试题库,教师可以用来建立定制测试。
- **配套网站** 网址为 http://wps.prenhall.com/chet_cook_practical,这是一个联机学习指南,使学生能够复习正文材料和检验自己的理解程度。

目 录

第 I 部分 数字基础

第 1 章 从模拟到数字	1
月球漫步	1
引言	2
1.1 模拟和数字数据及设备	2
1.1.1 模拟数据和设备	2
1.1.2 数字数据和设备	3
1.2 模拟信号与数字信号的相互转换	7
复习题	8
第 2 章 计数系统和编码	10
取得成就	10
引言	10
2.1 十进制计数系统	11
2.1.1 位权	11
2.1.2 复位和进位	11
2.2 二进制计数系统	12
2.2.1 位权	13
2.2.2 复位和进位	14
2.2.3 将二进制数转换为十进制数	14
2.2.4 将十进制数转换为二进制数	15
2.2.5 信息信号的转换	16
2.3 十六进制计数系统	18
2.3.1 将十六进制数转换为十进制数	19
2.3.2 将十进制数转换为十六进制数	20
2.3.3 二进制与十六进制之间的相互转换	21
2.4 二进制码	24
2.4.1 BCD 码	24
2.4.2 余 3 码	25

2.4.3 格雷码	26
2.4.4 ASCII 码	27
复习题	29
第 3 章 逻辑门	33
无线	33
引言	33
3.1 基本逻辑门	34
3.1.1 或门	34
3.1.2 与门	38
3.2 反相逻辑门	43
3.2.1 非门	44
3.2.2 或非门	45
3.2.3 与非门	48
3.3 互斥逻辑门	50
3.3.1 异或门	51
3.3.2 同或门	53
3.4 逻辑门的 IEEE/ANSI 符号	55
复习题	57
第 4 章 逻辑电路化简	62
从荒唐到精明	62
引言	63
4.1 逻辑门的布尔表达式	63
4.1.1 “非”运算表达式	63
4.1.2 “或”运算表达式	64
4.1.3 “与”运算逻辑	64
4.1.4 “或非”运算表达式	67
4.1.5 “与非”运算表达式	68
4.1.6 “异或”运算表达式	69
4.1.7 “同或”运算表达式	70
4.2 布尔代数的定理和规则	72
4.2.1 交换律	72
4.2.2 结合律	72
4.2.3 分配律	73

4.2.4 布尔代数的规则	74	5.4.1 双极型系列	123
4.3 从真值表到门电路	79	5.4.2 MOS 系列	123
4.4 门电路化简	82	5.4.3 逻辑系列接口	123
4.4.1 布尔代数化简法	82	5.4.4 其他逻辑门系列	126
4.4.2 卡诺图化简法	84	复习题	127
复习题	89	第 6 章 可编程逻辑器件 (PLD)	132
第 5 章 标准逻辑器件 (SLD)	93	不要提它 (Don't Mention It)!	132
诺伊斯的发明	93	引言	133
引言	94	6.1 为什么使用可编程逻辑器件	133
5.1 双极型数字集成电路系列	94	6.1.1 用标准逻辑器件构造 电路	133
5.1.1 标准 TTL 逻辑门电路	96	6.1.2 使用可编程逻辑器件构造 电路	134
5.1.2 低功耗 TTL 逻辑门和先 进的 TTL 逻辑门	103	6.2 可编程逻辑器件的类型	137
5.1.3 肖特基 TTL 逻辑门	103	6.2.1 早期的可编程逻辑器件	137
5.1.4 集电极开路 TTL 门 (Open- Collector TTL Gate)	105	6.2.2 当前的可编程逻辑器件	138
5.1.5 三态输出 TTL 门	107	复习题	139
5.1.6 缓冲器/驱动器 TTL 门	109	第 7 章 测试和故障诊断	143
5.1.7 施密特触发器 TTL 门	109	太空,最后的前沿	143
5.1.8 射极耦合逻辑 (ECL) 门 电路	109	引言	144
5.1.9 集成注入逻辑 (I ² L) 门 电路	111	7.1 数字测试设备	144
5.2 MOS 数字集成电路系列	113	7.1.1 用万用表进行测试	144
5.2.1 PMOS (P 沟道 MOS) 逻辑 电路	113	7.1.2 用示波器进行测试	146
5.2.2 NMOS (N 沟道 MOS) 逻辑 电路	114	7.1.3 用逻辑钳进行测试	149
5.2.3 CMOS (互补 MOS) 逻辑 电路	115	7.1.4 用逻辑探针进行测试	150
5.2.4 MOSFET 操作注意事项	118	7.1.5 用逻辑脉冲发生器进行 测试	151
5.3 数字封装类型和复杂性分类	119	7.1.6 用电流寻迹器进行测试	153
5.3.1 早期的数字 IC 封装类型	119	7.2 数字电路问题	155
5.3.2 当前的数字 IC 封装类型	120	7.2.1 数字 IC 问题	155
5.3.3 数字 IC 电路的复杂性 分类	120	7.2.2 数字电路器件的其他 问题	159
5.4 双极型和 MOS 逻辑系列的比较和 接口	121	7.3 电路修复	162
		复习题	163
		第 II 部分 数字电路	
		第 8 章 组合逻辑电路	167
		复印之父	167
		引言	168

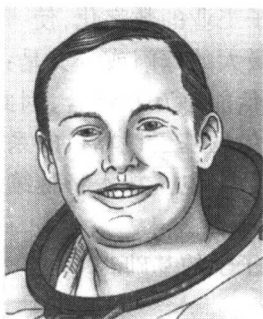
8.1 译码器	168	9.2 数据型(<i>D</i>)触发器	220
8.1.1 基本译码电路	168	9.2.1 电平触发 <i>D</i> 触发器	220
8.1.2 十进制译码器	168	9.2.2 边沿触发 <i>D</i> 触发器	222
8.1.3 十六进制译码器	170	9.2.3 脉冲触发 <i>D</i> 触发器	225
8.1.4 显示译码器	172	9.3 <i>J-K</i> 触发器	226
8.2 编码器	177	9.3.1 边沿触发 <i>J-K</i> 触发器	227
8.2.1 基本编码器电路	177	9.3.2 脉冲触发 <i>J-K</i> 触发器	231
8.2.2 十进制-BCD 编码器	178	9.4 数字定时器和控制电路	233
8.3 多路器	180	复习题	240
8.3.1 8 选 1 数据多路器/选 择器	181	第 10 章 时序逻辑电路	246
8.3.2 8 选 4 数据选择器	184	Trash	246
8.4 多路输出选择器	185	引言	246
8.4.1 1 线-8 线多路输出选 择器	186	10.1 缓冲寄存器	247
8.4.2 1 线-16 线多路输出选 择器	188	10.2 移位寄存器	248
8.4.3 3 线-8 线译码器/多路输 出选择器	189	10.2.1 串入串出(SISO)移位寄 存器	248
8.5 比较器	191	10.2.2 串入并出(SIPO)移位寄 存器	251
8.6 奇偶发生器和奇偶检验器	193	10.2.3 并入串出(PISO)移位寄 存器	252
8.6.1 奇数或偶数奇偶校验	193	10.2.4 双向移位寄存器	254
8.6.2 九位奇偶发生器/检 验器	195	10.3 三态输出寄存器	257
8.7 对组合逻辑电路进行故障检测	197	10.4 寄存器的应用	261
8.7.1 组合逻辑电路	197	10.4.1 存储寄存器	261
8.7.2 举例	201	10.4.2 串行-并行和并行-串行 数据转换器	262
复习题	201	10.4.3 算术运算	264
第 9 章 触发器和定时器	207	10.4.4 移位寄存器计数器/时 序器	264
冷持管	207	10.5 异步计数器	269
引言	208	10.5.1 异步二进制加计数器	269
9.1 置位-复位(<i>S-R</i>)触发器	208	10.5.2 异步二进制减计数器	274
9.1.1 或非门构成的 <i>S-R</i> 触发器 和与非门构成的 <i>S-R</i> 触 发器	208	10.5.3 异步二进制加/减计 数器	275
9.1.2 电平触发 <i>S-R</i> 触发器	212	10.5.4 异步十进制(模为 10)计 数器	275
9.1.3 边沿触发 <i>S-R</i> 触发器	213	10.5.5 异步可预置数的计 数器	278
9.1.4 脉冲触发 <i>S-R</i> 触发器	216		

10.6 同步计数器	281	12.1 只读存储器(ROM)	338
10.6.1 同步二进制加计数器	281	12.1.1 基本的二极管 ROM	339
10.6.2 同步计数器的优点	281	12.1.2 带地址译码的二极管 ROM	339
10.6.3 同步可预置数二进制计数器	283	12.1.3 半导体 ROM 特性	339
10.6.4 同步十进制(模为10)计数器	285	12.1.4 ROM 的分类	344
10.6.5 同步加/减计数器	286	12.1.5 ROM 的应用	347
10.7 计数器的应用	288	12.1.6 ROM 的测试	349
10.7.1 数字钟	288	12.2 半导体读/写存储器(RAM)	350
10.7.2 频率计	290	12.2.1 顺序连接存储器 SAM 与随机存储器 RAM	350
10.7.3 多路显示器	293	12.2.2 RAM 分类	353
10.8 计数器电路的故障诊断	295	12.2.3 RAM 的应用	361
10.8.1 计数器电路	295	12.2.4 RAM 的测试	364
10.8.2 例题	297	复习题	365
复习题	298	第Ⅲ部分 数字系统	
第11章 算术运算电路	302	第13章 模拟和数字信号转换器	371
Menlo 公园里的奇才	302	去做一些更有意义的事情	371
引言	302	引言	371
11.1 算术运算	303	13.1 模拟和数字信号转换	372
11.1.1 二进制算术	303	13.1.1 模拟和数字设备与计算机的连接	372
11.1.2 正、负数表示法	309	13.1.2 信息信号的转换	373
11.1.3 补码算术	315	13.2 数/模转换器(DAC)	375
11.1.4 更大和更小数字的表示法	322	13.2.1 二进制加权电阻 DAC	375
11.2 算术电路	323	13.2.2 $R/2R$ T型电阻 DAC	378
11.2.1 半加器	324	13.2.3 DAC 的主要技术指标	381
11.2.2 全加器	326	13.2.4 一个 DAC 应用电路	384
11.2.3 并行加法器	326	13.2.5 DAC 的测试	385
11.3 算术电路的应用	329	13.3 模/数转换器(ADC)	386
11.3.1 基本补码加法/减法电路	329	13.3.1 阶梯式 ADC	386
11.3.2 算术逻辑单元(ALU)集成电路	331	13.3.2 逐次逼近 ADC	388
复习题	332	13.3.3 快速 ADC	390
第12章 半导体存储器	336	13.3.4 一个 ADC 应用电路	390
展翅高飞	336	13.3.5 ADC 测试	393
引言	336	复习题	394
		第14章 计算机硬件和软件	398
		影响	398

引言	398	14.2 微型计算机系统	406
14.1 微型计算机基础知识	399	复习题	425
14.1.1 硬件	399	附录 A 自测题参考答案	432
14.1.2 软件	400	附录 B 复习题单号题参考答案	439

第 I 部分 数字基础

第 1 章 从模拟到数字



月球漫步

1969 年 7 月,几乎全球每一个人都在密切关注这一重大的历史事件,注视着天上的星星,陷入沉思。对于美国宇航员尼尔·阿姆斯特朗来说,人类古老的月球漫步之梦即将成为现实。而在地球上,数以百万计的观众和成千上万家报刊和杂志社,急切地等着庆祝登月成功。终于,阿姆斯特朗那极其简短而又意味深长的消息,传送到 240 000 英里外的美国得克萨斯州休斯顿市,在这里立即被转播到正在焦急等待的世界。该消息是:“对一个人来说,这是小小的一步,但对人类来说,这是一个巨大的飞跃。”很多人通过电视看到了这些单词,而对于杂志和报刊来说,整个登月任务(包括阿姆斯特朗的讲话)被转换成一种特殊的代码,这种代码由 ON-OFF 脉冲构成,在计算机之间来回传输。每一个单词中的每一个字母都被转换成一个代码,该代码使用二进制计数系统的两个符号:0 和 1。现代计算机中仍然广泛使用这种代码,并被称为美国信息交换标准码(American Standard Code for Information Interchange),简称为 ASCII(读作“askey”)。

这些由 0 和 1 构成的代码传达了这次历史性使命的结尾是最合适的,因为这些代码自始至终都起着重要的作用。命令被编码成很多 0 和 1,它们几乎可以控制一切,从触发航天飞机起飞,到使航天飞机保持正确的角度重新进入地球大气层。

无论数字电子计算机的规模和应用如何,它们只是一个系统,管理以 0 和 1 的形式组织的信息流。试根据图 1.2 中的 ASCII 码,看看自己能否译出下列著名的阿姆斯特朗消息(按从左到右的顺序):

0100010	1010100	1101000	1100001	1110100	0100111	1110011	0100000	1101111	1101110
1100101	0100000	1110011	1101101	1100001	1101100	1101100	0100000	1110011	1110100
1100101	1110000	0100000	1100110	1101111	1110010	0100000	1100001	0100000	1101101
1100001	1101110	0101100	0100000	1101111	1101110	1100101	0100000	1100111	1101101
1100001	1101110	1110100	0100000	1101100	1100101	1100001	1110000	0100000	1100110
1101111	1110010	0100000	1101101	1100001	1101110	1101011	1101001	1101110	1100100
0101110	0100010	0100000	0100000	0101101	1001110	1100101	1101001	1101100	0100000
1000001	1110010	1101101	1110011	1110100	1110010	1101111	1101110	1100111	0101100
0100000	1000001	1110000	1101111	1101100	1101100	1101111	0100000	0110001	0110001

引言

自第二次世界大战以来,自然科学的任何一个分支,对现代世界的发展所作的贡献都比不上电子学。电子学促进了通信、计算机、消费产品、工业自动化、测试和测量以及卫生保健等领域的重大发展。电子工业目前已经超过汽车和石油工业,成为全球最大的单一工业,电子系统的年销售额超过 2 万亿美元。

一直以来,电子工业的最重要的发展趋势之一是:逐渐地从模拟电子技术转移到数字电子技术。这种趋势始于 20 世纪 60 年代,到现在几近完成。实际上,最近一次统计结果表明,电子系统中平均 90% 的电路是数字的,只有 10% 是模拟的。电子工业的数字化,使一些原本不相关的部门更加紧密地结合在一起。例如,电子工业的两个最大的部门或分支是:计算机和通信。能够用公共的数字语言进行互相通信,使计算机和通信能够互相结合,因此,计算机现在可以在以通信为基础的网络中发挥作用,而网络也可以借助基于计算机的系统发挥作用。行业专家称这种结合为“渗透(convergence)”,他们预言数字电子技术将继续统一该行业,促进人类在每一个领域的事业都取得进展。

显然,本章要介绍数字电子学涉及到的数学和概念,这是学习电子学的基础。

1.1 模拟和数字数据及设备

首先回顾一下模拟电子技术,然后将它与数字电子技术进行比较,使我们能够清楚地看到两者之间的区别。

1.1.1 模拟数据和设备

图 1.1(a) 表示一个电子电路,旨在放大麦克风检测到的语音信息。数据或信息表示的最简单的方法之一是采用一个与表示的信息成正比例变化的电压。在图 1.1(a) 所示的实例中,声波的音调和音量施加到麦克风上,它们应控制麦克风产生的电压信号的频率和幅度。麦克风的输出电压信号应该是输入语音信号的模拟。模拟(analog)这个词的意思是“类似于(similar to)”,因此,在图 1.1(a) 中,麦克风产生的电子信号模拟(或类似于)语音信号,因为语音的“音量或音调”的变化将使信号电压的“幅度或频率”产生相应的变化。

在图 1.1(b) 中,光检波器或太阳能电池将光能转变为电子信号。该信号表示检测到的光的数量,因为电压幅度的变化使光能级强度(light-level intensity)发生变化。同样,输出电子信号模拟(类似于)输入端感知到的光能级。

因此,图 1.1 表示两个模拟电路。图 1.1(a) 中的麦克风产生一个交流模拟信号,然后由交流放大器电路加以放大。麦克风是一种模拟设备或元件,而放大器是一个模拟电路。图 1.1(b) 中的光检波器也是一种模拟元件,然而,在这个例子中,它产生直流模拟信号,并由一个直流放大器电路加以放大。

图 1.1 中的两个信号均是平滑而连续地变化,与它们所表示的自然量(声音和光)一致。模拟电路通常称为线性电路,所谓的线性就是输出与输入成正比地变化。这种线性电路响应在图 1.1 中是很明显的,从该图中可以看出,在直流电路和交流电路中,输出信号电压与

声音或光信号输入成正比。

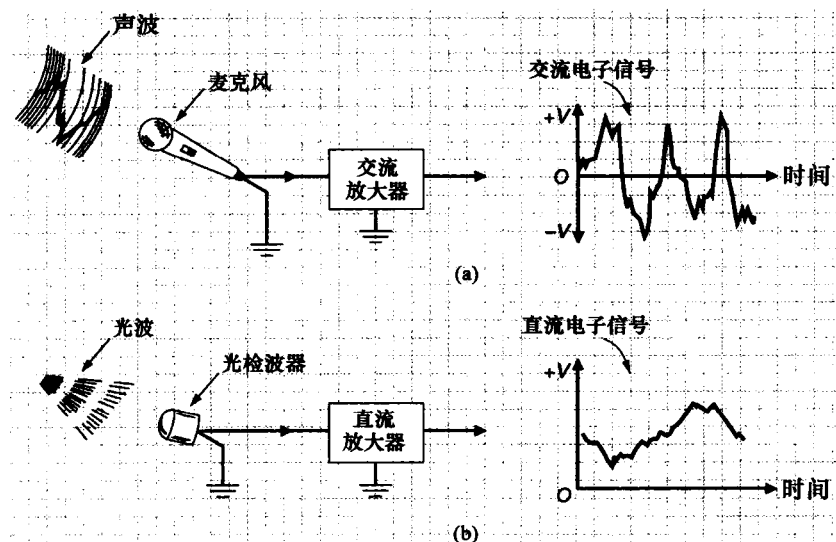


图 1.1 模拟数据和设备

模拟 用按比例变化的信号表示物理量。

交流模拟信号 正负值交替出现的模拟信号。

交流放大器电路 旨在增大交流信号幅度的放大器。

模拟设备或元件 模拟信号管理电路的组成设备或元件。

模拟电路 旨在管理模拟信号的电路。

直流模拟信号 总是取正值或负值的模拟信号。

直流放大器电路 旨在增大直流信号幅度的放大器。

线性电路 输出与输入成正比的电路。

1.1.2 数字数据和设备

在数字电子电路中,信号首先被转换成一组经过编码的脉冲。为了解释这个概念,让我们仔细地分析一下图 1.2(a) 所示的实例。该代码由一系列高电压和低电压组成,高电压称为“1”,低电压称为“0”。图 1.2(a) 列出了 ASCII 码,ASCII 码是数字编码的一个实例。根据图 1.2(a) 可知,“1101001”这个信息或数据流代码,对应于图 1.2(b) 所示的 ASCII 码表中突出显示的小写字母 i。计算机键盘就是众多采用这种数字化 ASCII 码的设备之一。在图 1.2(c) 中,我们可以看到按下 i 键时是如何产生小写字母 i 的 ASCII 码的,即把信息“i”编码成一组脉冲(1101001)。

数字电子电路 旨在管理数字信息信号的电路。

你可能会问的下一个问题是:为什么我们要如此麻烦地将数据和信息编码成这些二状态代码呢?通过分析数字电子电路的发展史,这个问题可以得到最好的回答。20 世纪 50 年代建造的早期数字系统使用十进制代码,这种代码使用 10 个电平或电压,每个电压对应于

十进制计数系统的 10 个数码中的 1 个数码(0 = 0 V, 1 = 1 V, 2 = 2 V, 3 = 3 V, …… , 9 = 9 V)。然而,对这些十进制代码进行管理的电路却非常复杂,因为它们需要产生 10 个电压,同时还要感知所有这 10 个电压电平间的区别。电路复杂性导致电路的精确性不高,因为一些电路经常把一个电压电平混淆为另一个电压电平。通过使用二状态系统代替十状态系统,

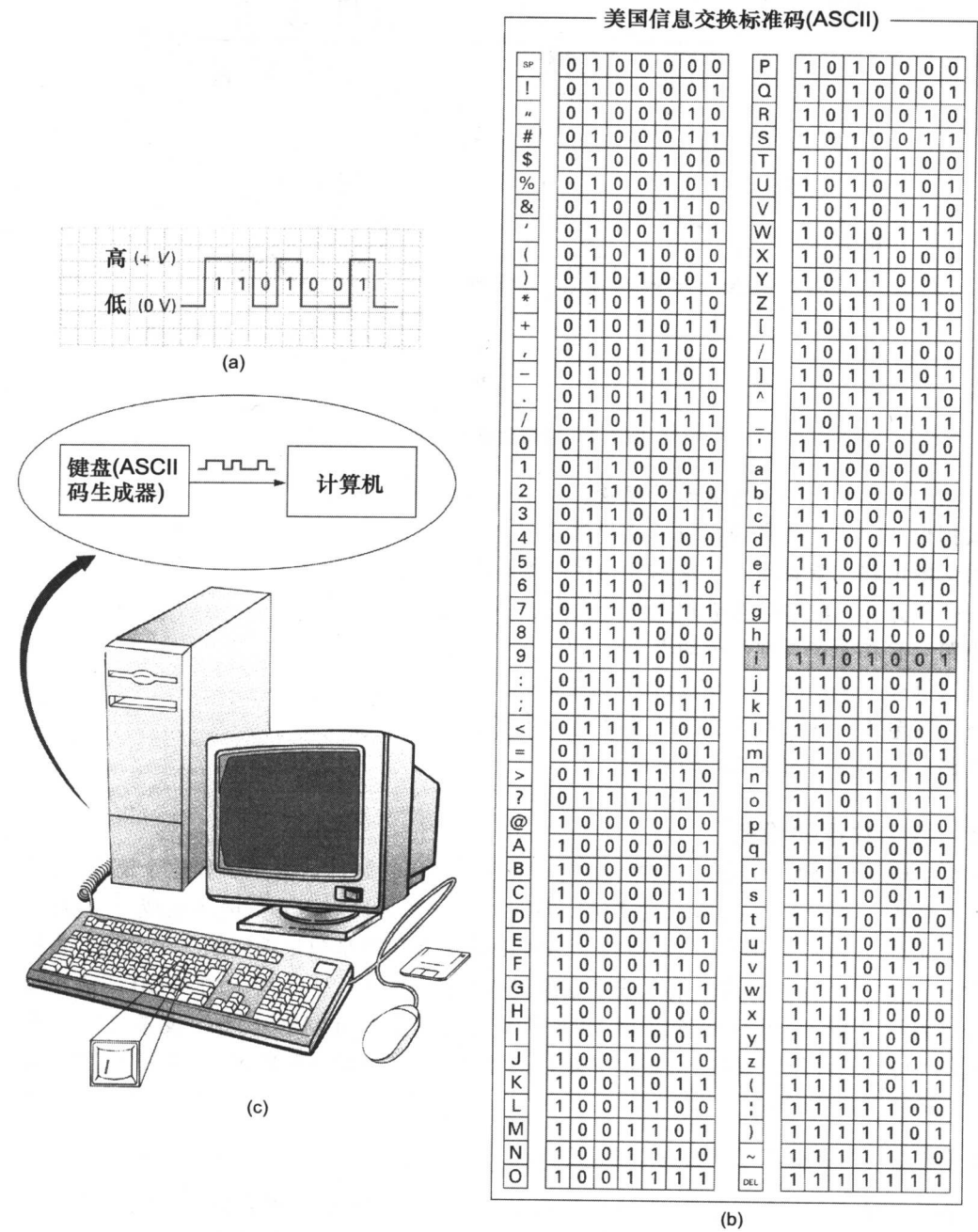


图 1.2 二状态数字信息。(a) i 的信息或数据代码; (b) ASCII 码; (c) 键盘(ASCII 码生成器)

解决了电路的复杂性和不精确性问题。使用二状态或者二数码系统,可以生成任何数字、字母或符号的代码,如图 1.2 所示的 ASCII 码表。对这些二状态代码进行管理的电子电路非常简单,因为它们只需产生和感知高电压与低电压。此外,二状态电路更加精确,因为开(ON)和关(OFF)(或者高电压和低电压)这两个极端几乎不会出错。

废弃十状态系统而采用二状态系统,实现了电路的简单性和精确性的好处,这也意味着我们不必管理十进制计数系统了。只有两个数码(0 和 1)意味着我们现在要管理二状态计数系统,即所谓的二进制计数系统。图 1.3(a)表示熟悉的十进制系统是怎样把 10 个数码

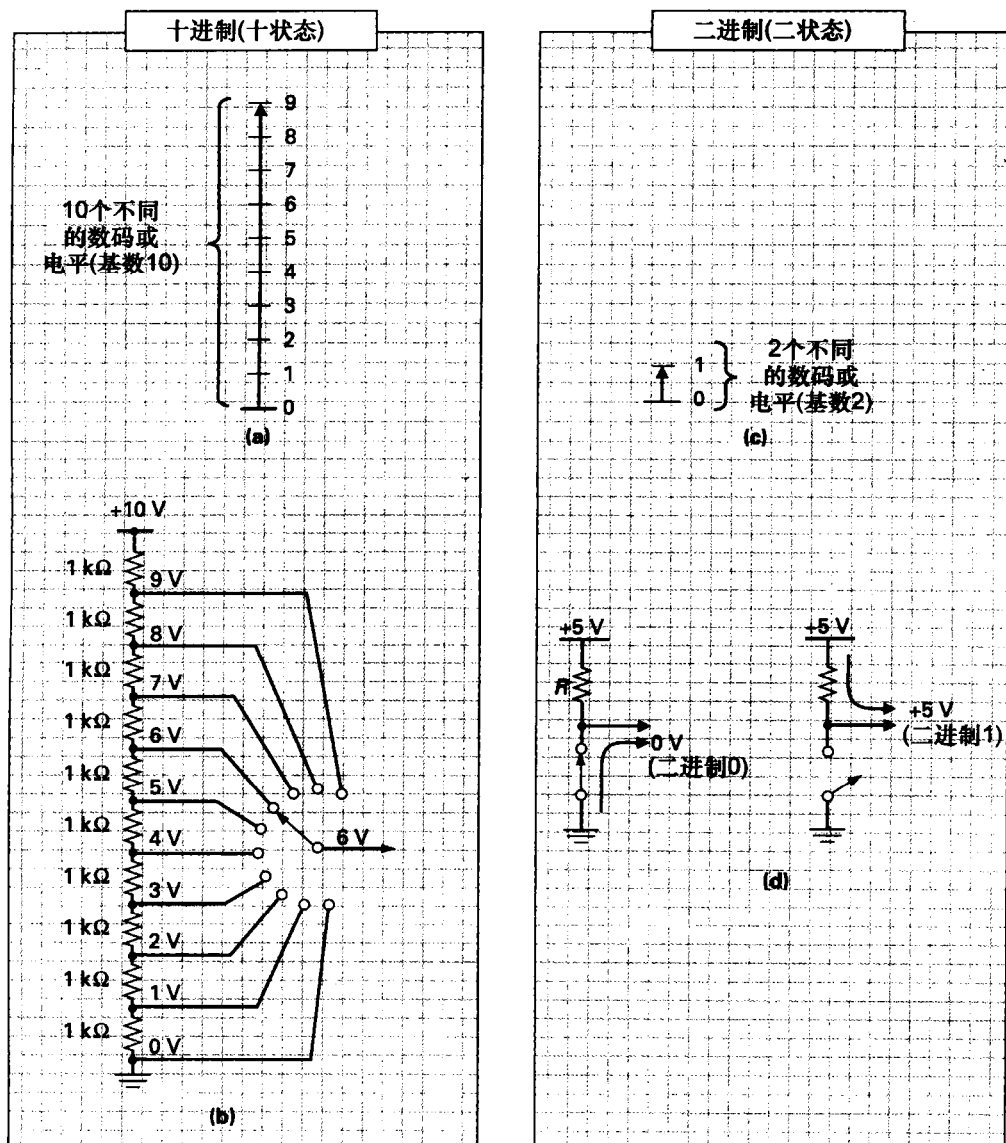


图 1.3 计数系统中数码的电子表示方法

或等级标记为 0~9 的,而图 1.3(b)表示我们怎样以电子方式表示每个十进制数码。对于基数为 2 的二进制计数系统,数标上只有两个数码,因此二进制只有两个数码:0 和 1,如图 1.3(c)所示。在电子电路中,通常把这两种状态表示为两个不同的电压值(二进制 0 = 低电压;二进制 1 = 高电压),如图 1.3(d)所示。

二进制 只有两种选择,二状态。

使用**二进制数字**(简称位)的组合,我们可以把信息表示为二进制码。这种代码称为**数字信号**,因为它是一种使用二进制数字的信息信号。今天,几乎所有的信息(从电话通话到 CD 上的音乐)都实现了**数字化**,即都被转换为二进制数据形式。

二进制数字 简称位(bit);二进制计数系统中的 0 或 1。

位 二进制数字。

数字信号 由二进制数字构成的电子信号。

数字化 把模拟信号转换为数字信号。

大家可能听说过模拟和数字这两个术语,它们用来描述图 1.4 所示的两种仪表间的区别。对于图 1.4(a)所示的**模拟万用表**,指针在刻度上的偏移量是对被测电气性质的大小的模拟(或近似)。相反,对于图 1.4(b)所示的**数字万用表**,被测电气性质的大小用数字显示,这里的数字是十进制数字。

模拟万用表 一种使用校准刻度上的偏移量来指示测量值的万用表。

数字万用表 一种使用数字来指示测量值的万用表。

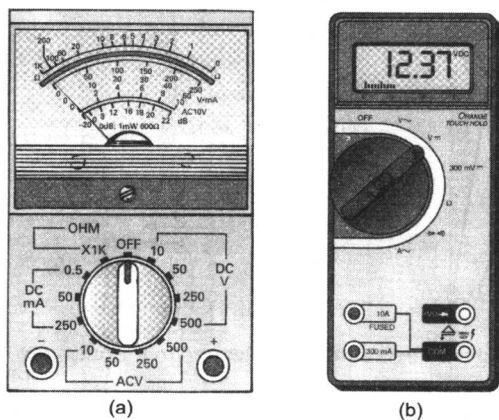


图 1.4 模拟万用表和数字万用表。(a) 模拟万用表;(b) 数字万用表

1.1 节自测题

通过下列问题检验自己对 1.1 节的理解程度。

1. “模拟”这个词的含义是什么?
2. 什么是模拟信号?
3. 什么是 ASCII 码?
4. 用二状态二进制系统取代十状态十进制系统的两个关键原因是什么?