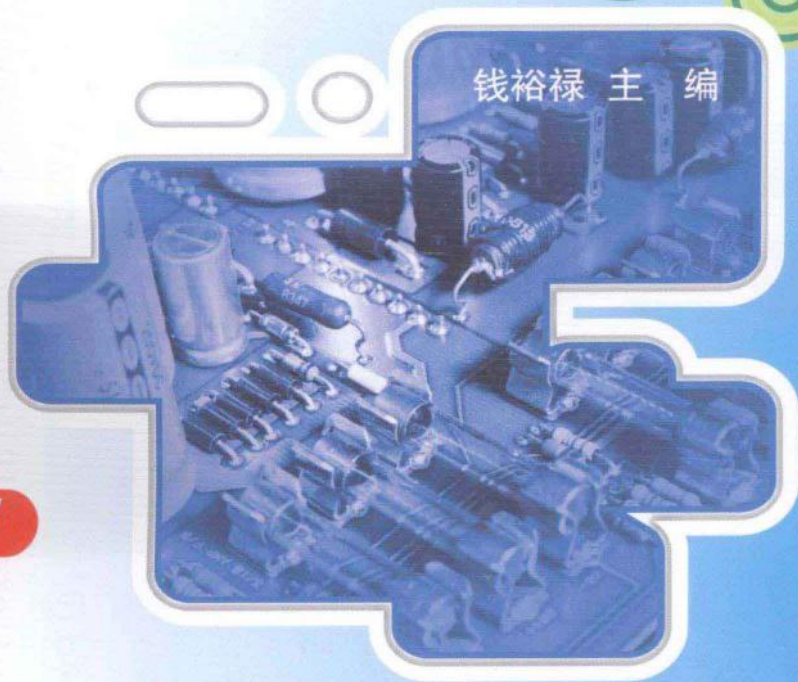




21世纪全国本科院校电气信息类**创新型**应用人才培养规划教材

# 实用数字电子技术

钱裕禄 主 编



理论教学与实践动手能力培养有机融合  
课内精讲与课外自主拓展学习有效结合  
提供课件、素材、教学方案以及试题库



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国本科院校电气信息类创新型应用人才培养规划教材

# 实用数字电子技术

主 编 钱裕禄

副主编 程菊花 梁 丰 杨亚萍

参 编 洪群欢 王 阳 张巧文

胡俊杰 胡 江



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

## 内 容 简 介

本书包含数字逻辑基础、组合逻辑电路、锁存器触发器、时序逻辑电路、脉冲波形的产生与变换、存储器与可编程逻辑器件、模数和数模转换共 7 章内容。本书将实用、理论与实践环节有机结合, 侧重引导学生“学会学习”, 引入多个实例和应用案例, 侧重应用能力培养。

本书可作为高等院校电子信息工程、电气工程、通信工程、电子科学与技术、自动化、机电一体化及其他相关专业的本科或专科教材, 也可作为自动化、通信、电子技术等行业的工程技术人员的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

实用数字电子技术/钱裕禄主编. —北京: 北京大学出版社, 2013.6

(21 世纪全国本科院校电气信息类创新型应用人才培养规划教材)

ISBN 978-7-301-22598-1

I. ①实… II. ①钱… III. ①数字电路—电子技术—高等学校—教材 IV. ①TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 116861 号

书 名: 实用数字电子技术

著作责任者: 钱裕禄 主编

责任编辑: 郑 双 程志强

标准书号: ISBN 978-7-301-22598-1/TP·1288

出版发行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> 新浪官方微博: @北京大学出版社

电子信箱: [pup\\_6@163.com](mailto:pup_6@163.com)

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

印 刷 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 15 印张 342 千字

2013 年 6 月第 1 版 2013 年 6 月第 1 次印刷

定 价: 30.00 元

---

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-62752024 电子信箱: [fd@pup.pku.edu.cn](mailto:fd@pup.pku.edu.cn)

# 前 言

除传统意义上专业基础课的角色之外，数字电子技术如今已经成为一项面向实践的应用技术，因此“数字电子技术”课程的教学内容和教学方法必须从实践角度重新定位，尤其是在新的数字系统设计理念、技术和方法的应用上。根据学生实际特点、课程开设时间安排和学时分配等实际情况，在保证知识点有效贯彻的同时，如何充分调动学生的学习兴趣 and 主观能动性，怎样才能更好地培养他们的“成就感”和“问题质疑能力”，如何设置实践环节以及以什么样的模式来进行等都是需要综合考虑的。在本书编写过程中，编者充分考虑到了这一点。

在为后续相关专业课程打好专业基础知识的同时，本书编写过程中遵循的另一大原则是：通过各章节相关知识点的有机组合，使学生能独立完成一个实用数字系统的设计，如数字钟、数字跑表、数字频率计、交通灯控制器、多路抢答器、四位乘法器、数字抢答器、数字密码锁和数字定时器等，它们的共同点是主要部分均包括组合逻辑控制、时序及计数控制、数字显示实现和时钟源获取等，为此编者在编排本书时围绕这些内容展开，具体包括如下几个方面。

## 1. 组合逻辑控制

这部分控制应用非常普遍，尤其是在组合应用设计方面，例如，数字钟的定点报时和校正，多路抢答器中抢答逻辑控制和倒计时控制，交通灯控制器的逻辑控制实现等，这就需要第2章中相关内容来支撑了。典型组合集成芯片及其应用也是相当重要的部分。

## 2. 数字显示

这里主要考虑采用动态显示还是静态显示，采用共阳或共阴数码管显示还是采用LCD显示等，或者由此延伸的相应驱动芯片的选用和实现方法的采用等，这部分内容主要集中在第2章的“显示译码器”部分。

## 3. 时序及计数控制

在实用数字系统中，主要是指计数和分频相关部分。选择哪种计数器能更好地实现计数要求，具体时序如何控制，涉及分频的时候时序电路如何设置，综合起来更好实现优化设计等都是这部分所需要考虑的。

具体到内容设置中，锁存器和触发器是时序电路的基础要点，同时在按键消抖、分频等方面均有应用，第3章中着重讲述这些内容；而同步时序电路的分析和设计、集成时序电路应用等均放在第4章中，尤其是集成计数器及其应用。

## 4. 时钟源部分

这里涉及的知识点主要是数字脉冲如何获取，主要方法有555多谐振荡器产生或晶振电路产生的脉冲经分频得到相应脉冲，这其中涉及硬件分频和软件分频实现等，这部分内容主要集中在第5章。

本书的具体章节编排次序是在上述基础上，充分考虑知识点学习的循序渐进过程展开的。当然涉及的数字逻辑基础的基本要点、数字系统设计的趋势发展和模数基本实现等内



容方面,结合知识点规律进行了安排。

书中的“应用举例”和“软件仿真”部分是平时基本实验的内容。综合实验以完成项目的形式展开,主要在开放创新环节中完成。

为了更好地理解,下面以“交通灯控制器的设计与制作”为例来简要说明。

设计指标如下。

#### 1. 基本要求

- (1) 每个方向有两对灯,分别为红灯、绿灯。
- (2) 每个方向的绿灯、红灯的定时时间可以预设,一个方向绿灯亮时另一个方向红灯亮。
- (3) 绿灯、红灯顺序点亮,循环往复。
- (4) 控制器要自带时钟,为了使时钟精度和得到占空比为 50% 的标准 1Hz 时钟,最后的时钟通过分频得到。时钟脉冲源可以利用 555 电路或晶体振荡器产生。

(5) 计数器使用 CD4516、74161、74390,如使用晶体振荡器需用到 CD4060 芯片。

(6) 为了接线方便,接线时绿灯、红灯的计数值只要求显示 1~9,但要求初值可以预置。

(7) 红、绿灯的剩余时间用数码管显示,红、绿灯指示使用发光二极管。

#### ◇ 选做部分

绿灯在最后 3s 为闪烁,0.5s 亮 0.5s 灭;单独设计一个 2 位十进制减法计数器,初值可以预置,使定时时间可以是 2 位十进制数。

#### 2. 提高要求

(1) 每个方向有 3 盏灯,分别为红、黄、绿,配以红、黄、绿 3 组时间倒计时显示。

(2) 每个方向的绿灯、黄灯的定时时间可以预设,绿灯亮时,在最后 3s 为闪烁,0.5s 亮 0.5s 灭,一个方向的绿灯或黄灯亮时另一个方向的红灯亮。

(3) 每盏灯顺序点亮,循环往复,每个方向点亮顺序为绿灯、绿灯闪烁、黄灯、红灯。

(4) 控制器要自带时钟,为了使时钟精度和得到占空比为 50% 的标准 1Hz 时钟,最后的时钟通过分频得到。时钟源可以用 555 电路和晶体振荡器产生。

(5) 计数器使用 CD4516、74161、74390,如使用晶体振荡器需用到 CD4060 芯片。

(6) 为了接线方便,接线时绿灯、黄灯的计数值只要求显示 1~9 但要求初值可以预置。

(7) 红灯显示时间与绿灯和黄灯的显示时间相对应,要求 2 位十进制数显示。

#### ◇ 选做部分

为了方便不懂二进制编码的人员设置预置时间,预置时间用 9 个开关设置,各个开关分别对应 1~9 数值,必须对各个开关的输入进行二进制编码。实际接线时,只要求选一路预置输入用 9 个开关,其余直接用二进制编码输入。

#### ◇ 说明

以上功能可以适当改变,实验表达形式、选用元器件可以自己提出,条件许可可以提供。为了提高设计灵活性,可以设计多个原理图,自由选择元器件,实际接线可以选择容易实现的电路。

结合上述设计指标要求和实际应用情况,画出对应的交通灯运行状态分析图和交通灯运行控制模块图,分别如图 1 和图 2 所示。

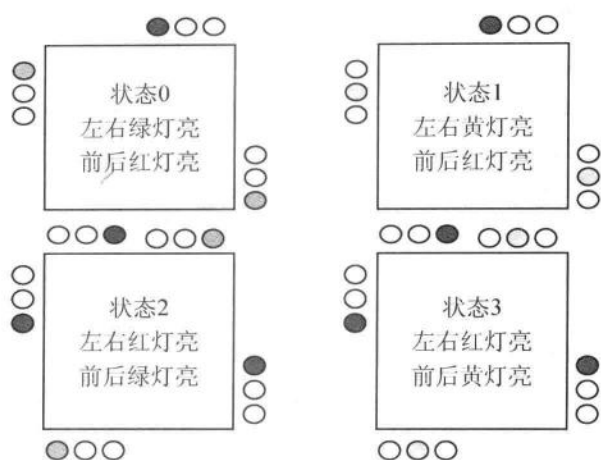


图1 交通灯运行状态分析图

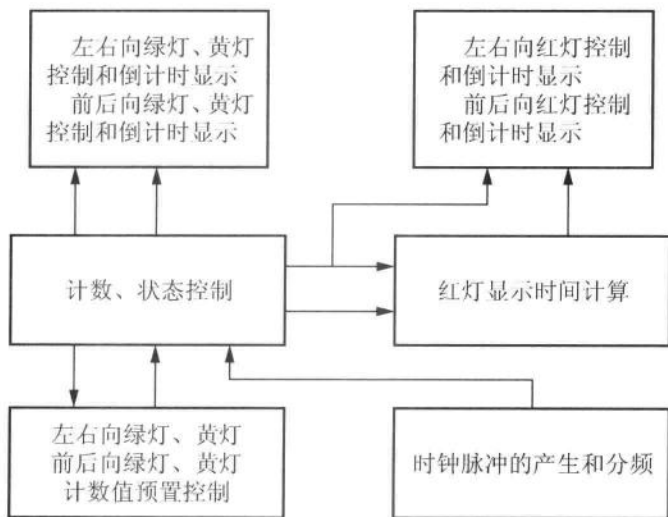


图2 交通灯运行控制功能模块图

显然,就这个实例而言,前述的四大模块知识点在这个综合应用设计得到了充分的运用。

当然,就“交通灯控制器”实现而言,除了前述的方法外,还有单片机控制实现、PLC控制实现、FPGA实现等,但从初步接触数字电路实现的角度来看,这么去做不矛盾,在课程具体落实中,中小规模数字集成芯片实现和FPGA芯片应用设计是同步展开的。

其他相关示例应用在此不再赘述,相关具体资料等详见 <http://szljdl.js.zjwu.net/bbs>。

本书在具体实现方法上,除了传统的手工分析和设计外,主要是引入了Quartus II 7.2的仿真分析和设计;在实现手段上主要是分立元件门电路、中小规模集成芯片应用和FPGA芯片应用3方面。这样的安排主要是便于理论和实践教学有机结合考虑,同时也是为了让学生在课外有效拓展知识点的应用。

本书在具体教学过程落实上,侧重知识点和实践有机结合,突出学生的“学”和教师的“导”,教师精讲和学生学会“学”有机结合,如就“ASCII码”这个知识点学习而言,



就以“阿姆斯特朗消息”为例，让学生参阅知识背景和课外动手翻译来展开“学”的过程。

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 1101001
1100001 1101110 1110100 0100000 1101100 1100101 1100001 1110000 0100000 1100110
1001111 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
```

本书是在2005年(浙江万里学院)和2008年(浙江树人大学)分别立项的浙江省精品课程“数字电子技术”建设的基础上，集建设课程组团队力量共同完成的。建设中形成的试卷库、课件、相关数字资源和研究性教学设计及实施方案等详见教学论坛 <http://cg.js.zwu.edu.cn/bbs>，以及教学资源网 <http://www.pup6.com>。

由于编者的水平有限，书中疏漏之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者  
2013年3月

## 北京大学出版社本科计算机系列实用规划教材

序号	标准书号	书 名	主 编	定价	序号	标准书号	书 名	主 编	定价
1	7-301-10511-5	离散数学	段禅伦	28	38	7-301-13684-3	单片机原理及应用	王新颖	25
2	7-301-10457-X	线性代数	陈付贵	20	39	7-301-14505-0	Visual C++程序设计案例教程	张荣梅	30
3	7-301-10510-X	概率论与数理统计	陈荣江	26	40	7-301-14259-2	多媒体技术应用案例教程	李 建	30
4	7-301-10503-0	Visual Basic 程序设计	闵联营	22	41	7-301-14503-6	ASP .NET 动态网页设计案例教程(Visual Basic .NET 版)	江 红	35
5	7-301-21752-8	多媒体技术及其应用(第2版)	张 明	39	42	7-301-14504-3	C++面向对象与 Visual C++程序设计案例教程	黄贤英	35
6	7-301-10466-8	C++程序设计	刘天印	33	43	7-301-14506-7	Photoshop CS3 案例教程	李建芳	34
7	7-301-10467-5	C++程序设计实验指导与习题解答	李 兰	20	44	7-301-14510-4	C++程序设计基础案例教程	丁永彦	33
8	7-301-10505-4	Visual C++程序设计教程与上机指导	高志伟	25	45	7-301-14942-3	ASP .NET 网络应用案例教程(C# .NET 版)	张登辉	33
9	7-301-10462-0	XML 实用教程	丁跃潮	26	46	7-301-12377-5	计算机硬件技术基础	石 磊	26
10	7-301-10463-7	计算机网络系统集成	斯桃枝	22	47	7-301-15208-9	计算机组成原理	娄国焕	24
11	7-301-22437-3	单片机原理及应用教程(第2版)	范立南	43	48	7-301-15463-2	网页设计与制作案例教程	房爱莲	36
12	7-5038-4421-3	ASP .NET 网络编程实用教程(C#版)	崔良海	31	49	7-301-04852-8	线性代数	姚喜妍	22
13	7-5038-4427-2	C 语言程序设计	赵建锋	25	50	7-301-15461-8	计算机网络技术	陈代武	33
14	7-5038-4420-5	Delphi 程序设计基础教程	张世明	37	51	7-301-15697-1	计算机辅助设计二次开发案例教程	谢安俊	26
15	7-5038-4417-5	SQL Server 数据库设计与应用	姜 力	31	52	7-301-15740-4	Visual C# 程序开发案例教程	韩朝阳	30
16	7-5038-4424-9	大学计算机基础	贾丽娟	34	53	7-301-16597-3	Visual C++程序设计实用案例教程	丁永彦	32
17	7-5038-4430-0	计算机科学与技术导论	王昆仑	30	54	7-301-16850-9	Java 程序设计案例教程	胡巧多	32
18	7-5038-4418-3	计算机网络应用实例教程	魏 峥	25	55	7-301-16842-4	数据库原理与应用(SQL Server 版)	毛一梅	36
19	7-5038-4415-9	面向对象程序设计	冷英男	28	56	7-301-16910-0	计算机网络技术基础与应用	马秀峰	33
20	7-5038-4429-4	软件工程	赵春刚	22	57	7-301-15063-4	计算机网络基础与应用	刘远生	32
21	7-5038-4431-0	数据结构(C++版)	秦 锋	28	58	7-301-15250-8	汇编语言程序设计	张光长	28
22	7-5038-4423-2	微机应用基础	吕晓燕	33	59	7-301-15064-1	网络安全技术	骆耀祖	30
23	7-5038-4426-4	微型计算机原理与接口技术	刘彦文	26	60	7-301-15584-4	数据结构与算法	佟伟光	32
24	7-5038-4425-6	办公自动化教程	钱 俊	30	61	7-301-17087-8	操作系统实用教程	范立南	36
25	7-5038-4419-1	Java 语言程序设计实用教程	董迎红	33	62	7-301-16631-4	Visual Basic 2008 程序设计教程	隋晓红	34
26	7-5038-4428-0	计算机图形技术	龚声蓉	28	63	7-301-17537-8	C 语言基础案例教程	汪新民	31
27	7-301-11501-5	计算机软件技术基础	高 巍	25	64	7-301-17397-8	C++程序设计基础教程	郝亚辉	30
28	7-301-11500-8	计算机组装与维护实用教程	崔明远	33	65	7-301-17578-1	图论算法理论、实现及应用	王桂平	54
29	7-301-12174-0	Visual FoxPro 实用教程	马秀峰	29	66	7-301-17964-2	PHP 动态网页设计与制作案例教程	房爱莲	42
30	7-301-11500-8	管理信息系统实用教程	杨月江	27	67	7-301-18514-8	多媒体开发与编程	丁永彦	35
31	7-301-11445-2	Photoshop CS 实用教程	张 瑾	28	68	7-301-18538-4	实用计算方法	徐亚平	24
32	7-301-12378-2	ASP .NET 课程设计指导	潘志红	35	69	7-301-18539-1	Visual FoxPro 数据库设计案例教程	谭红杨	35
33	7-301-12394-2	C# .NET 课程设计指导	龚自霞	32	70	7-301-19313-6	Java 程序设计案例教程与实训	董迎红	45
34	7-301-13259-3	Visual Basic .NET 课程设计指导	潘志红	30	71	7-301-19389-1	Visual FoxPro 实用教程与上机指导(第2版)	马秀峰	40
35	7-301-12371-3	网络工程实用教程	汪新民	34	72	7-301-19435-5	计算方法	尹景木	28
36	7-301-14132-8	J2EE 课程设计指导	王立丰	32	73	7-301-19388-4	Java 程序设计教程	张剑飞	35
37	7-301-21088-8	计算机专业英语(第2版)	张 勇	42	74	7-301-19386-0	计算机图形技术(第2版)	许承东	44



序号	标准书号	书 名	主 编	定价	序号	标准书号	书 名	主 编	定价
75	7-301-15689-6	Photoshop CS5 案例教程 (第2版)	李建芳	39	84	7-301-16824-0	软件测试案例教程	丁宋涛	28
76	7-301-18395-3	概率论与数理统计	姚喜妍	29	85	7-301-20328-6	ASP. NET 动态网页案例教程 (C#.NET 版)	江 红	45
77	7-301-19980-0	3ds Max 2011 案例教程	李建芳	44	86	7-301-16528-7	C#程序设计	胡艳菊	40
78	7-301-20052-0	数据结构与算法应用实践教程	李文书	36	87	7-301-21271-4	C#面向对象程序设计及 实践教程	唐 燕	45
79	7-301-12375-1	汇编语言程序设计	张宝剑	36	88	7-301-21295-0	计算机专业英语	吴丽君	34
80	7-301-20523-5	Visual C++程序设计教程与上 机指导(第2版)	牛江川	40	89	7-301-21341-4	计算机组成与结构教程	姚玉霞	42
81	7-301-20630-0	C#程序开发案例教程	李挥剑	39	90	7-301-21367-4	计算机组成与结构实验实训 教程	姚玉霞	22
82	7-301-20898-4	SQL Server 2008 数据库应 用案例教程	钱哨	38	91	7-301-22119-8	UML 实用基础教程	赵春刚	36
83	7-301-21052-9	ASP.NET 程序设计与开发	张绍兵	39					

# 北京大学出版社电气信息类教材书目(已出版)

## 欢迎选订

序号	标准书号	书 名	主 编	定价	序号	标准书号	书 名	主 编	定价
1	7-301-10759-1	DSP 技术及应用	吴冬梅	26	38	7-5038-4400-3	工厂供配电	王玉华	34
2	7-301-10760-7	单片机原理与应用技术	魏立峰	25	39	7-5038-4410-2	控制系统仿真	郑恩让	26
3	7-301-10765-2	电工学	蒋 中	29	40	7-5038-4398-3	数字电子技术	李 元	27
4	7-301-19183-5	电工与电子技术(上册)(第2版)	吴舒辞	30	41	7-5038-4412-6	现代控制理论	刘永信	22
5	7-301-19229-0	电工与电子技术(下册)(第2版)	徐卓农	32	42	7-5038-4401-0	自动化仪表	齐志才	27
6	7-301-10699-0	电子工艺实习	周春阳	19	43	7-5038-4408-9	自动化专业英语	李国厚	32
7	7-301-10744-7	电子工艺学教程	张立毅	32	44	7-5038-4406-5	集散控制系统	刘翠玲	25
8	7-301-10915-6	电子线路 CAD	吕建平	34	45	7-301-19174-3	传感器基础(第2版)	赵玉刚	30
9	7-301-10764-1	数据通信技术教程	吴延海	29	46	7-5038-4396-9	自动控制原理	潘 丰	32
10	7-301-18784-5	数字信号处理(第2版)	阎 毅	32	47	7-301-10512-2	现代控制理论基础(国家级十一五规划教材)	侯媛彬	20
11	7-301-18889-7	现代交换技术(第2版)	姚 军	36	48	7-301-11151-2	电路基础学习指导与典型题解	公茂法	32
12	7-301-10761-4	信号与系统	华 容	33	49	7-301-12326-3	过程控制与自动化仪表	张井岗	36
13	7-301-19318-1	信息与通信工程专业英语(第2版)	韩定定	32	50	7-301-12327-0	计算机控制系统	徐文尚	28
14	7-301-10757-7	自动控制原理	袁德成	29	51	7-5038-4414-0	微机原理及接口技术	赵志诚	38
15	7-301-16520-1	高频电子线路(第2版)	宋树祥	35	52	7-301-10465-1	单片机原理及应用教程	范立南	30
16	7-301-11507-7	微机原理与接口技术	陈光军	34	53	7-5038-4426-4	微型计算机原理与接口技术	刘彦文	26
17	7-301-11442-1	MATLAB 基础及其应用教程	周开利	24	54	7-301-12562-5	嵌入式基础实践教程	杨 刚	30
18	7-301-11508-4	计算机网络	郭银景	31	55	7-301-12530-4	嵌入式 ARM 系统原理与实例开发	杨宗德	25
19	7-301-12178-8	通信原理	隋晓红	32	56	7-301-13676-8	单片机原理及应用及 C51 程序设计	唐 颖	30
20	7-301-12175-7	电子系统综合设计	郭 勇	25	57	7-301-13577-8	电力电子技术及应用	张润和	38
21	7-301-11503-9	EDA 技术基础	赵明富	22	58	7-301-20508-2	电磁场与电磁波(第2版)	郭春明	30
22	7-301-12176-4	数字图像处理	曹茂永	23	59	7-301-12179-5	电路分析	王艳红	38
23	7-301-12177-1	现代通信系统	李白萍	27	60	7-301-12380-5	电子测量与传感技术	杨 雷	35
24	7-301-12340-9	模拟电子技术	陆秀令	28	61	7-301-14461-9	高电压技术	马永翔	28
25	7-301-13121-3	模拟电子技术实验教程	谭海曙	24	62	7-301-14472-5	生物医学数据分析及其 MATLAB 实现	尚志刚	25
26	7-301-11502-2	移动通信	郭俊强	22	63	7-301-14460-2	电力系统分析	曹 娜	35
27	7-301-11504-6	数字电子技术	梅开乡	30	64	7-301-14459-6	DSP 技术与应用基础	俞一彪	34
28	7-301-18860-6	运筹学(第2版)	吴亚丽	28	65	7-301-14994-2	综合布线系统基础教程	吴达金	24
29	7-5038-4407-2	传感器与检测技术	祝诗平	30	66	7-301-15168-6	信号处理 MATLAB 实验教程	李 杰	20
30	7-5038-4413-3	单片机原理及应用	刘 刚	24	67	7-301-15440-3	电工电子实验教程	魏 伟	26
31	7-5038-4409-6	电机与拖动	杨天明	27	68	7-301-15445-8	检测与控制实验教程	魏 伟	24
32	7-5038-4411-9	电力电子技术	樊立萍	25	69	7-301-04595-4	电路与模拟电子技术	张绪光	35
33	7-5038-4399-0	电力市场原理与实践	邹 斌	24	70	7-301-15458-8	信号、系统与控制理论(上、下册)	邱德润	70
34	7-5038-4405-8	电力系统继电保护	马永翔	27	71	7-301-15786-2	通信网的信令系统	张云麟	24
35	7-5038-4397-6	电力系统自动化	孟祥忠	25	72	7-301-16493-8	发电厂变电所电气部分	马永翔	35
36	7-5038-4404-1	电气控制技术	韩顺杰	22	73	7-301-16076-3	数字信号处理	王震宇	32
37	7-5038-4403-4	电器与 PLC 控制技术	陈志新	38	74	7-301-16931-5	微机原理及接口技术	肖洪兵	32

序号	标准书号	书 名	主 编	定价	序号	标准书号	书 名	主 编	定价
75	7-301-16932-2	数字电子技术	刘金华	30	105	7-301-20340-8	信号与系统	李云红	29
76	7-301-16933-9	自动控制原理	丁 红	32	106	7-301-20505-1	电路分析基础	吴舒辞	38
77	7-301-17540-8	单片机原理及应用教程	周广兴	40	107	7-301-20506-8	编码调制技术	黄 平	26
78	7-301-17614-6	微机原理及接口技术实验指导书	李干林	22	108	7-301-20763-5	网络工程与管理	谢 慧	39
79	7-301-12379-9	光纤通信	卢志茂	28	109	7-301-20845-8	单片机原理与接口技术实验与课程设计	徐懂理	26
80	7-301-17382-4	离散信息论基础	范九伦	25	110	301-20725-3	模拟电子线路	宋树祥	38
81	7-301-17677-1	新能源与分布式发电技术	朱永强	32	111	7-301-21058-1	单片机原理与应用及其实验指导书	邵发森	44
82	7-301-17683-2	光纤通信	李丽君	26	112	7-301-20918-9	Mathcad 在信号与系统中的应用	郭仁春	30
83	7-301-17700-6	模拟电子技术	张绪光	36	113	7-301-20327-9	电工学实验教程	王士军	34
84	7-301-17318-3	ARM 嵌入式系统基础与开发教程	丁文龙	36	114	7-301-16367-2	供配电技术	王玉华	49
85	7-301-17797-6	PLC 原理及应用	缪志农	26	115	7-301-20351-4	电路与模拟电子技术实验指导书	唐 颖	26
86	7-301-17986-4	数字信号处理	王玉德	32	116	7-301-21247-9	MATLAB 基础与应用教程	王月明	32
87	7-301-18131-7	集散控制系统	周荣富	36	117	7-301-21235-6	集成电路版图设计	陆学斌	36
88	7-301-18285-7	电子线路 CAD	周荣富	41	118	7-301-21304-9	数字电子技术	秦长海	49
89	7-301-16739-7	MATLAB 基础及应用	李国朝	39	119	7-301-21366-7	电力系统继电保护(第2版)	马永翔	42
90	7-301-18352-6	信息论与编码	隋晓红	24	120	7-301-21450-3	模拟电子与数字逻辑	邬春明	39
91	7-301-18260-4	控制电机与特种电机及其控制系统	孙冠群	42	121	7-301-21439-8	物联网概论	王金甫	42
92	7-301-18493-6	电工技术	张 莉	26	122	7-301-21849-5	微波技术基础及其应用	李泽民	49
93	7-301-18496-7	现代电子系统设计教程	宋晓梅	36	123	7-301-21688-0	电子信息与通信工程专业英语	孙桂芝	36
94	7-301-18672-5	太阳能电池原理与应用	靳瑞敏	25	124	7-301-22110-5	传感器技术及应用电路项目化教程	钱裕禄	30
95	7-301-18314-4	通信电子线路及仿真设计	王鲜芳	29	125	7-301-21672-9	单片机系统设计与实例开发(MSP430)	顾 涛	44
96	7-301-19175-0	单片机原理与接口技术	李 升	46	126	7-301-22112-9	自动控制原理	许丽佳	30
97	7-301-19320-4	移动通信	刘维超	39	127	7-301-22109-9	DSP 技术及应用	董 胜	39
98	7-301-19447-8	电气信息类专业英语	缪志农	40	128	7-301-21607-1	数字图像处理算法及应用	李文书	48
99	7-301-19451-5	嵌入式系统设计及应用	邢吉生	44	129	7-301-22111-2	平板显示技术基础	王丽娟	52
100	7-301-19452-2	电子信息类专业 MATLAB 实验教程	李明明	42	130	7-301-22448-9	自动控制原理	谭功全	44
101	7-301-16914-8	物理光学理论与应用	宋贵才	32	131	7-301-22474-8	电子电路基础实验与课程设计	武 林	36
102	7-301-16598-0	综合布线系统管理教程	吴达金	39	132	7-301-22484-7	电文化——电气信息学科概论	高 心	30
103	7-301-20394-1	物联网基础与应用	李蔚田	44	133	7-301-22436-6	物联网技术案例教程	崔逊学	40
104	7-301-20339-2	数字图像处理	李云红	36	134	7-301-22598-1	实用数字电子技术	钱裕禄	30

相关教学资源如电子课件、电子教材、习题答案等可以登录 [www.pup6.com](http://www.pup6.com) 下载或在线阅读。

扑六知识网([www.pup6.com](http://www.pup6.com))有海量的相关教学资源和电子教材供阅读及下载(包括北京大学出版社第六事业部的资源),同时欢迎您将教学课件、视频、教案、素材、习题、试卷、辅导材料、课改成果、设计作品、论文等教学资源上传到 [pup6.com](http://pup6.com), 与全国高校师生分享您的教学成就与经验,并可自由设定价格,知识也能创造财富。具体情况请登录网站查询。

如您需要免费纸质样书用于教学,欢迎登陆第六事业部门户网([www.pup6.com](http://www.pup6.com))填表申请,并欢迎在线登记选题以到北京大学出版社来出版您的大作,也可下载相关表格填写后发到我们的邮箱,我们将及时与您取得联系并做好全方位的服务。

扑六知识网将打造成全国最大的教育资源共享平台,欢迎您的加入——让知识有价值,让教学无界限,让学习更轻松。

联系方式:010-62750667, [pup6\\_czq@163.com](mailto:pup6_czq@163.com), [szheng\\_pup6@163.com](mailto:szheng_pup6@163.com), [linzhangbo@126.com](mailto:linzhangbo@126.com), 欢迎来电来信咨询。

# 目 录

第 1 章 数字逻辑基础	1	2.2 编码器	41
1.1 模拟信号与数字信号	2	2.2.1 普通编码器	42
1.1.1 模拟信号和设备	2	2.2.2 优先编码器	45
1.1.2 数字信号和设备	3	2.3 译码器	50
1.1.3 模拟信号和数字信号间的相互 转换	5	2.3.1 基本译码器	51
1.2 数制与码制	6	2.3.2 显示译码器	57
1.2.1 数制	6	2.4 数据选择器	63
1.2.2 数制转换	8	2.4.1 基本数据选择器	64
1.2.3 码制和数码转换	10	2.4.2 8 选 1 数据选择器	64
1.3 逻辑门	12	2.5 比较器	68
1.3.1 与门	12	2.5.1 1 位数据比较器	68
1.3.2 或门	13	2.5.2 4 位数据比较器	68
1.3.3 非门	14	小结	70
1.3.4 常用的复合逻辑	15	习题	71
1.3.5 集成逻辑门的应用	16	第 3 章 锁存器触发器	79
1.4 逻辑函数及其表示	17	3.1 锁存器	80
1.5 逻辑代数基础	18	3.1.1 RS 锁存器	80
1.5.1 逻辑门的布尔表达式	18	3.1.2 D 锁存器	85
1.5.2 布尔代数的定律和规则	19	3.2 触发器	87
1.6 逻辑函数的化简	20	3.2.1 触发器的逻辑功能	88
1.6.1 逻辑函数的代数法化简	21	3.2.2 触发器的电路结构	94
1.6.2 逻辑函数的最小项表示	23	3.2.3 触发器之间的转换	96
*1.6.3 逻辑函数的卡诺图法化简	24	小结	99
小结	28	习题	100
习题	29	第 4 章 时序逻辑电路	106
第 2 章 组合逻辑电路	32	4.1 时序逻辑电路的基本概念	107
2.1 组合逻辑电路的分析和设计	33	4.1.1 同步和异步	107
2.1.1 组合逻辑电路的分析	33	4.1.2 米利型和穆尔型时序 逻辑电路	108
2.1.2 组合逻辑电路的设计	37	4.1.3 时序逻辑功能的表示方法	108
2.1.3 组合逻辑电路中的“竞争”和 “冒险”现象	40	4.2 同步时序逻辑电路的分析	111
		4.3 同步时序逻辑电路的设计	114



4.4 典型时序集成芯片及其应用.....	117	6.2 可编程逻辑器件.....	184
4.4.1 寄存器与移位寄存器.....	117	6.2.1 简单 PLD.....	188
4.4.2 计数器.....	123	6.2.2 复杂 PLD.....	189
小结.....	139	小结.....	193
习题.....	139	习题.....	193
<b>第 5 章 脉冲波形的产生与变换.....</b>	<b>146</b>	<b>第 7 章 数模和模数转换.....</b>	<b>196</b>
5.1 555 定时器及其应用.....	147	7.1 D/A 转换器.....	197
5.1.1 555 定时器的基本结构.....	147	7.1.1 D/A 转换器的基本原理.....	197
5.1.2 单稳态触发器.....	149	7.1.2 D/A 转换器的工作原理.....	198
5.1.3 施密特触发器.....	154	7.1.3 D/A 转换器的主要技术指标和 常用芯片.....	201
5.1.4 555 定时器构成的 多谐振荡器.....	158	7.2 A/D 转换器.....	202
5.1.5 555 综合应用电路.....	160	7.2.1 A/D 转换器的基本原理.....	202
5.2 晶振及其应用.....	164	7.2.2 A/D 转换器的分类.....	204
小结.....	168	7.2.3 A/D 转换器的主要技术指标和 常用芯片.....	207
习题.....	168	小结.....	207
<b>第 6 章 存储器与可编程逻辑器件.....</b>	<b>175</b>	习题.....	208
6.1 RAM 和 ROM.....	176	附录 A 基于 Quartus II 7.2 的数字电路 设计操作过程图解.....	210
6.1.1 RAM.....	177	参考文献.....	227
6.1.2 ROM.....	178		
6.1.3 半导体存储器的性能指标.....	180		
6.1.4 存储器的扩展.....	183		

# 第 1 章

## 数字逻辑基础



### 教学目标

本章内容主要是数字电路的基础知识,这些知识点在后续的内容学习中有至关重要的作用,尤其是数制、码制转换,逻辑函数的表示和化简等。

通过本章的学习,使学生了解数字技术的发展及其应用,理解数字信号的定义,能区分数字信号和模拟信号,理解数字电路的特点;理解二进制数、十六进制数的特点及其表示,掌握二进制数与十进制数、十六进制数之间的相互转换,理解 BCD 码、格雷码、ASCII 码和奇偶校验码的特点及表示,掌握 8421BCD 码与十进制数之间的互相转化;理解基本逻辑运算和复合逻辑运算的概念,掌握其逻辑符号、逻辑表达式和真值表等表示方法;掌握逻辑函数及其表示方法,理解逻辑代数基本公式和常用公式,并能熟练应用;理解代入规则、反演规则、对偶规则,并能用反演规则和对偶规则分别进行求解;理解逻辑变量和逻辑函数的概念,掌握逻辑函数的真值表、表达式、逻辑图、波形图表示方法,掌握不同表示方法之间的互相转换;理解逻辑函数表达式的多样性,熟悉最小项和最大项的概念,掌握逻辑函数的标准与-或表达式表示方法;理解逻辑函数化简的意义和最简的含义;掌握逻辑函数公式法化简,了解卡诺图法化简。



### 教学要求

知识要点	能力要求	相关知识
数制与码制	(1) 理解数制和码制的含义和表示 (2) 掌握数制转换和码制转换	(1) 模拟信号与数字信号 (2) 数制与码制
逻辑门和逻辑表示	(1) 理解逻辑门电路(基本的和复合的) (2) 熟悉逻辑门电路对芯片 (3) 掌握逻辑函数表示方法	(1) 逻辑门 (2) 集成逻辑门电路的应用 (3) 逻辑函数及其表示
逻辑函数的化简	(1) 理解布尔代数的定律和规则 (2) 熟悉逻辑函数化简的意义 (3) 掌握逻辑函数的代数法化简 (4) 了解逻辑函数的卡诺图化简	(1) 逻辑代数基础 (2) 逻辑函数化简

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做的贡献都不如电子学。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。2012年全球消费电子设备销售额首超1万亿美元。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,最近一次的统计结果表明,电子系统中平均90%的电路是数字的,只有10%是模拟的。

## 1.1 模拟信号与数字信号

电子技术中的数字电路可以帮助人类对信息数据进行分析处理,经过处理的信息数据可以保留于数字电路构成的存储器中或可用于存储数字信号的其他介质中,如人们所熟悉的磁盘、光盘等;数字系统只能用来处理离散信息,然而自然界中存在的信息大部分是以模拟信号的形式存在的,要对这部分信息进行处理,首先需要将模拟信号转换为数字信号,并对其编码后再提交给数字系统处理。数字电子电路由晶体管电路发展而来,这种电路结构简单,其输出信号随输入信号变化呈现两种电平:高电平和低电平(+5V和0V),可以用“1”和“0”表示。

模拟数据(Analog Data)是由传感器采集得到的连续变化的值,如温度、压力,以及目前电话、无线电和电视广播中的声音和图像。数字数据(Digital Data)则是模拟数据经量化后得到的离散的值,如在计算机中用二进制代码表示的字符、图形、音频与视频数据。

### 1.1.1 模拟信号和设备

不同的数据必须转换为相应的信号才能进行传输。模拟数据一般采用模拟信号(Analog Signal),如用一系列连续变化的电磁波(如无线电与电视广播中的电磁波)或电压信号(如电话传输中的音频电压信号)来表示。

图1-1(a)表示一个电子电路,旨在放大传声器检测到的语音信息。数据或信息表示的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)表示的实例中,声波的音调和音量施加到传声器上,它们应控制传声器产生的电压信号的频率和幅度。传声器的输出电压信号应该是输入语音信号的模拟。因此,传声器产生的电子信号模拟(类似于)语音信号,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。

图1-1(b)中,光检波器(或太阳能电池)将光能转化为电子信号。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。

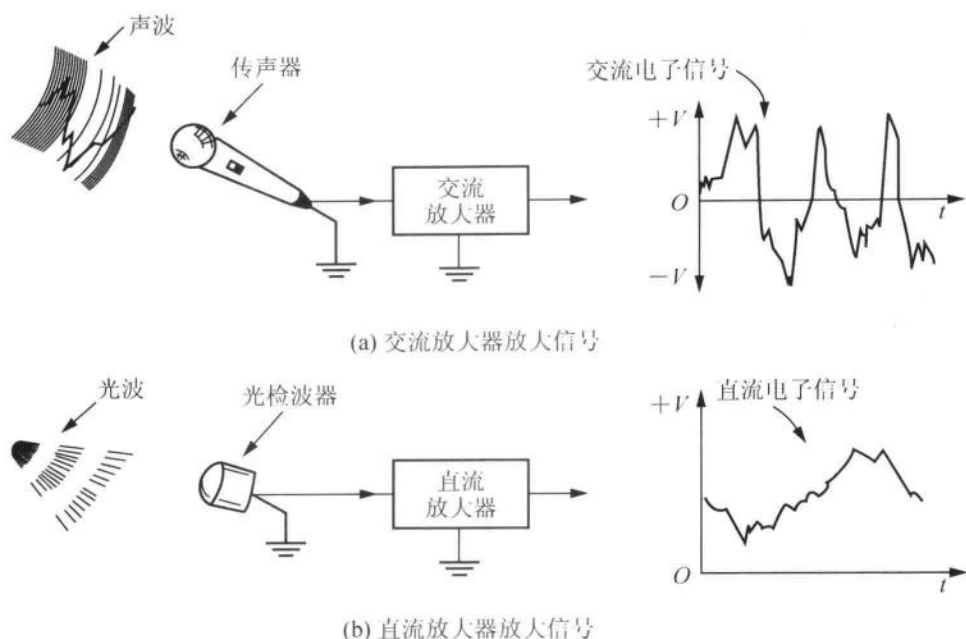


图 1-1 模拟信号和设备

因此，图 1-1 表示两个模拟电路。图 1-1(a)中的传声器产生一个交流模拟信号，然后由交流放大器加以放大。传声器是一个模拟设备，而放大器是一个模拟电路。图 1-1(b)中的光检波器也是一模拟设备，然而它产生一个直流模拟信号，然后由直流放大器加以放大。

图 1-1 中的两个信号均是平滑而连续变化的，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，所谓线性就是指输出与输入成正比变化。

### 1.1.2 数字信号和设备

数字数据采用数字信号(Digital Signal)来表示，例如，用一系列断续变化的电压脉冲(可用恒定的正电压表示二进制数 1，用恒定的负电压表示二进制数 0)或光脉冲来表示。

键盘就是众多数字化设备之一，因此可以看到在键盘上按“i”键时，即把信息“i”编码成一组脉冲(1101001)。根据表 1-1 可知，“1101001”编码对应于 ASCII 码表中的小写字母“i”。

表 1-1 ASCII 编码表

字符 \ $b_7 b_6 b_5$	000	001	010	011	100	101	110	111
$b_4 b_3 b_2 b_1$								
0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	\	p
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s



续表

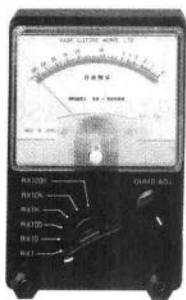
字符 $b_7 b_6 b_5$ $b_4 b_3 b_2 b_1$	000	001	010	011	100	101	110	111
0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1100	FF	FS	,	<	L	\	l	
1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
1110	SO	RS	.	>	N	↑	n	~
1111	SI	US	/	?	O	←	o	DEL

使用二进制数字(简称位)的组合可以把信息表示成二进制码。这种代码称为数字信号。现在,几乎所有的信息都是数字化的,即都被转化成二进制数据形式。几个相关术语介绍如下。

- (1) 数字化: 把模拟信号转换为数字信号。
- (2) 数字信号: 由二进制数字构成的电子信号。
- (3) 二进制: 只有两种选择, 两种状态。
- (4) 二进制数字: 在二进制计数系统中为 0 或 1。

图 1-2(a)所示为模拟万用表, 指针在刻度上的偏移量是对被测电气性质大小的模拟。

图 1-2(b)所示为数字万用表, 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。



(a) 模拟万用表



(b) 数字万用表

图 1-2 模拟万用表和数字万用表

模拟万用表是一种使用校准刻度上的偏移量来指示测量值的万用表。

数字万用表是一种使用数字来指示测量值的万用表。