全国教育科学“十一五”
规划课题研究成果

数字电子技术基础

Digital Electronic Technology Foundation

（第二版）

杨聪锟　编著
陈超波　冯晓华　马超　参编



高等教育出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

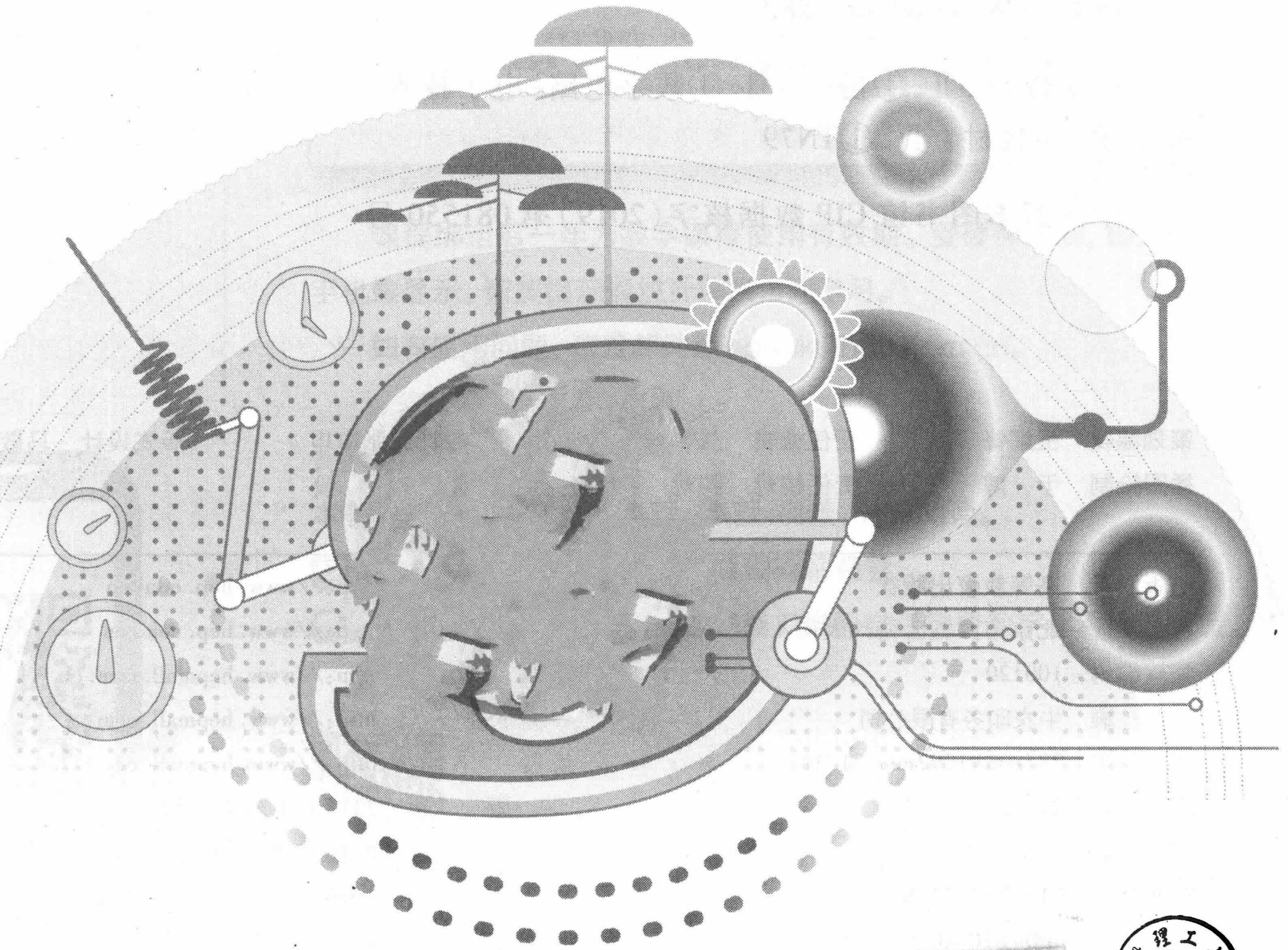
全国教育科学“十一五”
规划课题研究成果

数字电子技术基础

Digital Electronic Technology Foundation

（第二版）

杨聪锟　编著
陈超波　冯晓华　马超　参编



质检
安徽理工大学藏書图書馆

高等教育出版社·北京

内容简介

本书是在第一版的基础上，广泛征求使用者意见，并结合信息化教学新形势修订而成。本书主要讲述数字电子技术理论及其应用，并提供了大量教学视频和扩展阅读文档作为教学配套资料，方便教学使用。

本书共分 12 章，内容主要包括：数制和码制、基本逻辑运算与常用复合逻辑、逻辑代数基础、逻辑门电路、逻辑函数的表示及化简、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、脉冲波形的产生与整形、半导体存储器、可编程逻辑器件、数模与模数转换电路。本书深入浅出，便于自学，强调知识结构的合理和方法论的培养，激发读者阅读兴趣，提高数字电路应用能力和逻辑思维能力。

本书可作为高等学校电气类、自动化类、电子信息类、计算机类、仪器仪表类、机电工程类等各专业的教科书，也可供其他理工科专业选用，并可供有需要的工程技术人员和社会读者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

数字电子技术基础/杨聪锟编著. --2 版. --北京：高等教育出版社，2019.7

ISBN 978-7-04-051882-5

Ⅰ. ①数… Ⅱ. ①杨… 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(2019)第 081550 号

策划编辑	王耀锋	责任编辑	王耀锋	封面设计	张申申	版式设计	马敬茹
插图绘制	于　博	责任校对	张　薇	责任印制	刁　毅		

出版发行	高等教育出版社	网　　址	http://www.hep.edu.cn
社　　址	北京市西城区德外大街 4 号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.hepmall.com.cn
印　　刷	中农印务有限公司		http://www.hepmall.com
开　　本	787mm×1092mm　1/16		http://www.hepmall.cn
印　　张	24.75	版　　次	2014 年 6 月第 1 版
字　　数	530 千字		2019 年 7 月第 2 版
购书热线	010-58581118	印　　次	2019 年 7 月第 1 次印刷
咨询电话	400-810-0598	定　　价	46.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换

版权所有　侵权必究

物 料 号　51882-00

数字电子技术基础

（第二版）

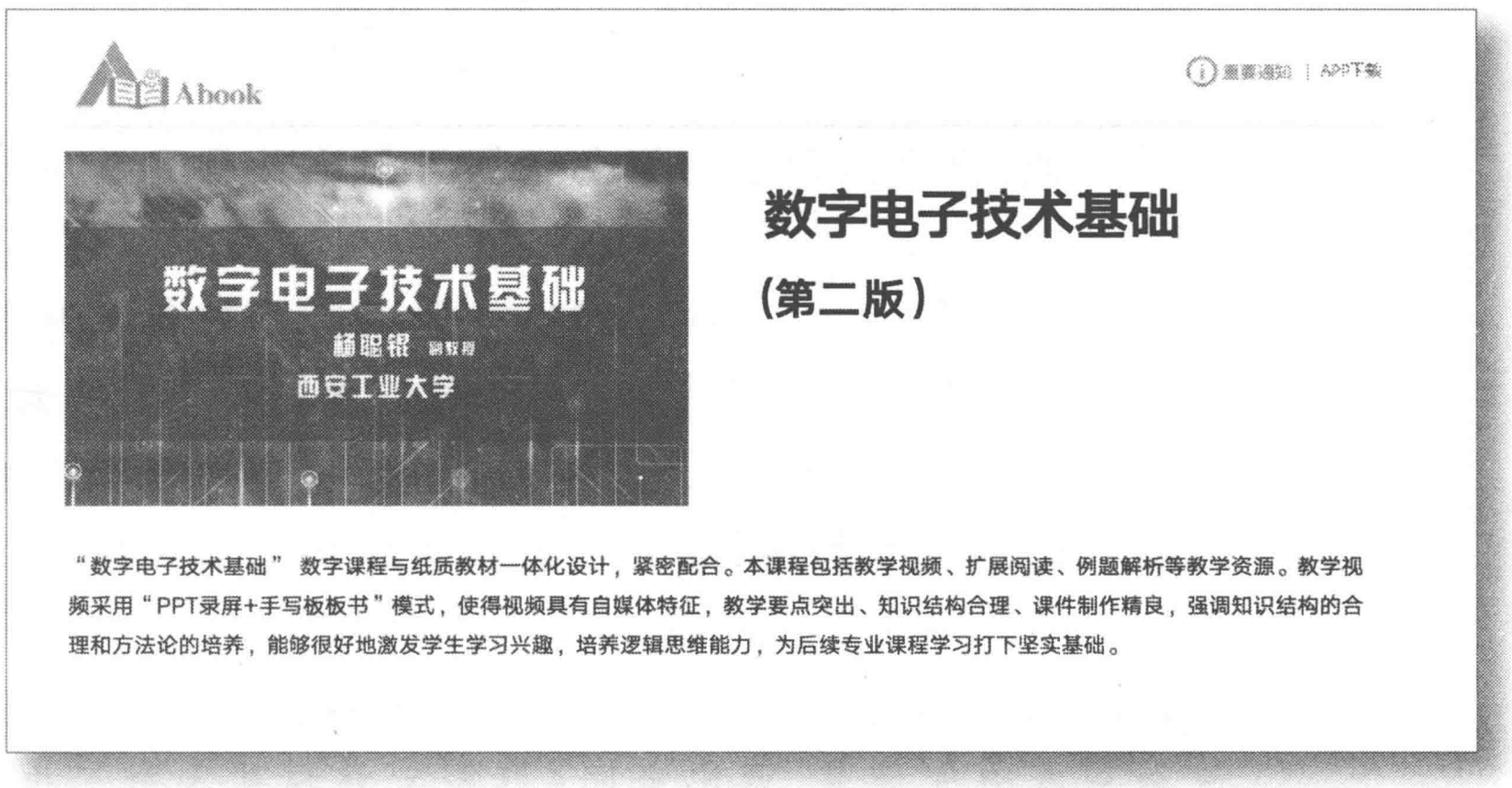
杨聪锟

1 计算机访问http://abook.hep.com.cn/1255141，或手机扫描二维码、下载并安装Abook应用。

2 注册并登录，进入“我的课程”。

3 输入封底数字课程账号（20位密码，刮开涂层可见），或通过Abook应用扫描封底数字课程账号二维码，完成课程绑定。

4 单击“进入课程”按钮，开始本数字课程的学习。



课程绑定后一年为数字课程使用有效期。受硬件限制，部分内容无法在手机端显示，请按提示通过计算机访问学习。

如有使用问题，请发邮件至abook@hep.com.cn。

资源使用

本书配套的数字资源包括两种类型：视频、补充阅读。

——视频：您可以登录数字课程网站观看。

——补充阅读：您可以通过扫描二维码或者登录数字课程网站观看。

扫描二维码
下载Abook应用

补充阅读

http://abook.hep.com.cn/1255141

第二版前言

本书依据教育部高等学校电工电子基础课程教学指导委员会最新修订的“数字电子技术基础”课程教学基本要求，在第一版的基础上，经过总结凝练、修改完善而成，并遵照当前“互联网+”的信息化教学新形势的需求，引入了形式多样的网络教学资源，形成新形态教材。

首先，根据广大读者的意见，对本书第一版内容进行了大范围修改、调整和删节，将许多扩展性内容和解析内容转换为电子文档，并针对重点教学内容制作了对应的教学微视频，读者通过扫描二维码或者登录数字课程网站就可以方便地观看、阅读相应内容。

其次，在保持与本书第一版相同的模块化知识结构的基础上，删去了一部分应用意义不大的基础方法讲解和一部分过于详细的细节阐述，并对全书例题进行了全面梳理，将一部分例题和大部分例题解析内容转换为电子资料，以二维码方式呈现。同时，对每章课后习题进行了全面梳理，精简了一部分习题提示内容，重新开发相应的教学课件。

最后，在本书修订工作同时，笔者还针对本书制作了较为完整的视频课程资源，全面涵盖教学大纲，并作为《数字电子技术基础数字课程》同步出版，从而完成本课程完整的数字化建设工作。

本书可作为高等学校电气类、自动化类、电子信息类、计算机类、仪器仪表类、机电工程类等各专业的教科书，教师具体讲授课程时，可以根据各专业的教学需要，对书中内容进行适当取舍。

本书共12章，西安工业大学杨聪锟副教授组织了本次修订工作，并担任主编，负责全书的策划和统稿，参加本书修订工作的有杨聪锟（第1、2、3、4、6、7、8、12章）、陈超波（第10、11章）、冯晓华（第5、9章）、马超（图例整理）。

本书自第一版出版至今，获得许多使用单位老师和学生们的关心与支持，在此特向他们表示衷心感谢！本书此次修订出版获得了西安工业大学教务处、电子信息工程学院和高等教育出版社的大力支持和帮助，没有大家的帮助，此次修订出版肯定是无法实现的，在此向大家表示衷心感谢！由于编者水平所限，书中一定仍会有许多不妥之处，恳请广大读者批评指正，帮助我们不断改进。

编　者

2018年6月

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第一版前言

一、工科专业中的“三电课”

我国高等教育的工科专业培养中，设置了由基础课、专业基础课和专业课组成的完整的课程体系。在各门专业基础课程中，“电路分析”“模拟电子技术基础”和“数字电子技术基础”三门课组成了电学专业基础教育课程，俗称“三电课”。

“电路分析”可以看作一门方法论课程，以电学分析方法和思维方式的培养和训练为主要教学内容，课程中谈到的大多数具体电路本身并没有太大的实用性，课程目标是使学生学会在某种电路结构中，以合理的方法分析求解相关的电学参量。该课程以“高等数学”“复变函数”“线性代数”和“物理”为前修课程，这些基础课为“电路分析”课程的学习准备好必要的电学基础知识和相应的数学分析工具。“电路分析”课程的后续课程，则正是“三电课”中的后两门——“模拟电子技术基础”和“数字电子技术基础”（简称“模电”“数电”）。

“模电”和“数电”以“电路分析”为前修课程，两者的划分依据主要是所研究电路的工作特点的差异。相比于“电路分析”课程，“模电”和“数电”两门课程所介绍的内容更具有实践性，介绍的各种电路具有很强的实用性，在日常生产和生活中应用广泛。从专业培养的角度看，这两门课程的设置并没有严格的先后顺序，所以，现在各学校对这两门课程的先后次序安排各不相同。

“模拟电子技术基础”课程所谈到的电路为模拟电路，用于传输和处理模拟电信号。具体地说，电路中所运行的电信号是在时间上连续、幅度上也连续的模拟信号，最典型的当然是正弦交流电信号。与“电路分析”课程相比，模拟电路所用的器件主要是增加了二极管、晶体管和场效应管等器件以及集成运算放大器等。通过这些器件，可以放大一个模拟电信号；可以对模拟电信号进行加法、减法、乘法、微分、积分等数值运算以及比较运算；也可以对模拟电信号进行滤波处理，以保留某些频率范围内的信号，同时抑制另一些频率范围内的信号；甚至可以设计具体电路生成三角波、锯齿波等一些非正弦的模拟信号。

上述这些电路功能的具体工程意义和工程用途，则主要在其后续的专业课程中学习，例如“通信电子线路”等课程。

相应地，“数字电子技术基础”课程中谈到的当然就是数字电路。具体地讲，数字电路中，所运行的电信号在时间上和幅度上都是离散的，只有两种数值：高电平和低电平，这样的电信号被称为数字信号。

人类制造电信号的目的基本上有两个：一是传导电能，驱动某些用电设备；二是传导信号，表达某种信息。像这样幅度上不连续的信号，自然不是为了传导电能（电能的传输强调稳定而连续），而是为了表达信息，因此，数字信号更可以被称为“信号”。这

些数字信号在幅值上只有高电平和低电平两个数值，而且，我们并不太关注这两个电平的具体大小，而是关注其表达的逻辑含义。数字电路的功能，就是用数字信号表达某种逻辑信息，并对输入电路的数字信号进行运算和处理，实现某种逻辑功能，得到同样具有逻辑含义的输出数字信号，并向后级传递这些逻辑信息。

简而言之，数字电路就是用于表达、运算和传输数字逻辑信息的电路。因此，“数电”课程以逻辑代数为数学基础，这也是本教材内容和教学过程中的一个重点。

同时，数字电路中所用的主要器件不是传统意义上的电阻、电容、电感和晶体管（这些器件在本课程中统称为分立元件），而是种类繁多、功能具体的集成电路芯片，本书中会陆续谈到。最后再说明一下，本课程介绍数字集成电路芯片的结构和原理时，会用到一些在“模电”课程中所学的晶体管知识。

与“模电”课程相比，“数电”课程的后续课程更多，例如，“CPLD 原理与开发”“微机原理与应用”“单片机原理及应用”“数字信号处理”“数字系统设计”等，这是因为，现今实用的各种电子设备，基本上都具有数字化、集成化的发展趋势。今后读者所学的相关专业课中，只要使用的硬件系统是数字化的，就无一例外地需要用到“数电”课程的相关知识。

二、课程内容与教材结构解析

“数字电子技术基础”课程的主要内容，就是学会分析和设计某种数字电路，对输入数字信号进行逻辑运算，实现相应的逻辑推理，得到逻辑分析结果，并同样以数字信号的方式将所得到的结果输出，这就是所谓的完成了某种数字逻辑功能。

在最粗浅的范畴里，可以给出这样一个基本结论：数字电路大体上分为两种——组合逻辑电路和时序逻辑电路，这也就构成了本课程的两大模块。

在还没有牵涉到具体电路的介绍时，可以围绕组合逻辑电路和时序逻辑电路在输入、输出特性上的差异，给出两者基本的数学表述，即

组合逻辑电路：电路的输出只与该时刻的输入有关。

数学表达式为 $Y=f(X_1,X_2,X_3,\cdots)$

时序逻辑电路：电路的输出不仅与该时刻的输入有关，还与电路的状态有关。

数学表达式为 $Y=f(X_1,X_2,X_3,\cdots;Q_1,Q_2,Q_3,\cdots)$

上述表达式中，$X_1,X_2,X_3,\cdots$ 为输入的数字信号；$Q_1,Q_2,Q_3,\cdots$ 为电路的状态量；Y 为输出的数字信号。

根据这两类电路的基本定义，上述表达式应该不难理解。输入信号（和电路的状态量）如何决定输出信号，指的就是通过逻辑运算与推理，也就是逻辑代数关系。

综上所述，“数字电子技术基础”课程就是学习如何分析与设计组合逻辑电路和时序逻辑电路的课程。当然，为了完整掌握这两大主干模块，还需要学习一些相关的基础知识、准备知识和后续知识。这样，这门课程的知识体系和教材的章节结构也就显现出来了，如图 0.1 所示，请读者认真阅读。

三、教材编写体例

上文对课程学习目标和教材章节结构给出了总体介绍，希望对读者学习本课程和阅读本教材有所裨益，使大家逐渐形成合理的知识体系，做到“知其所学”。最后，再介

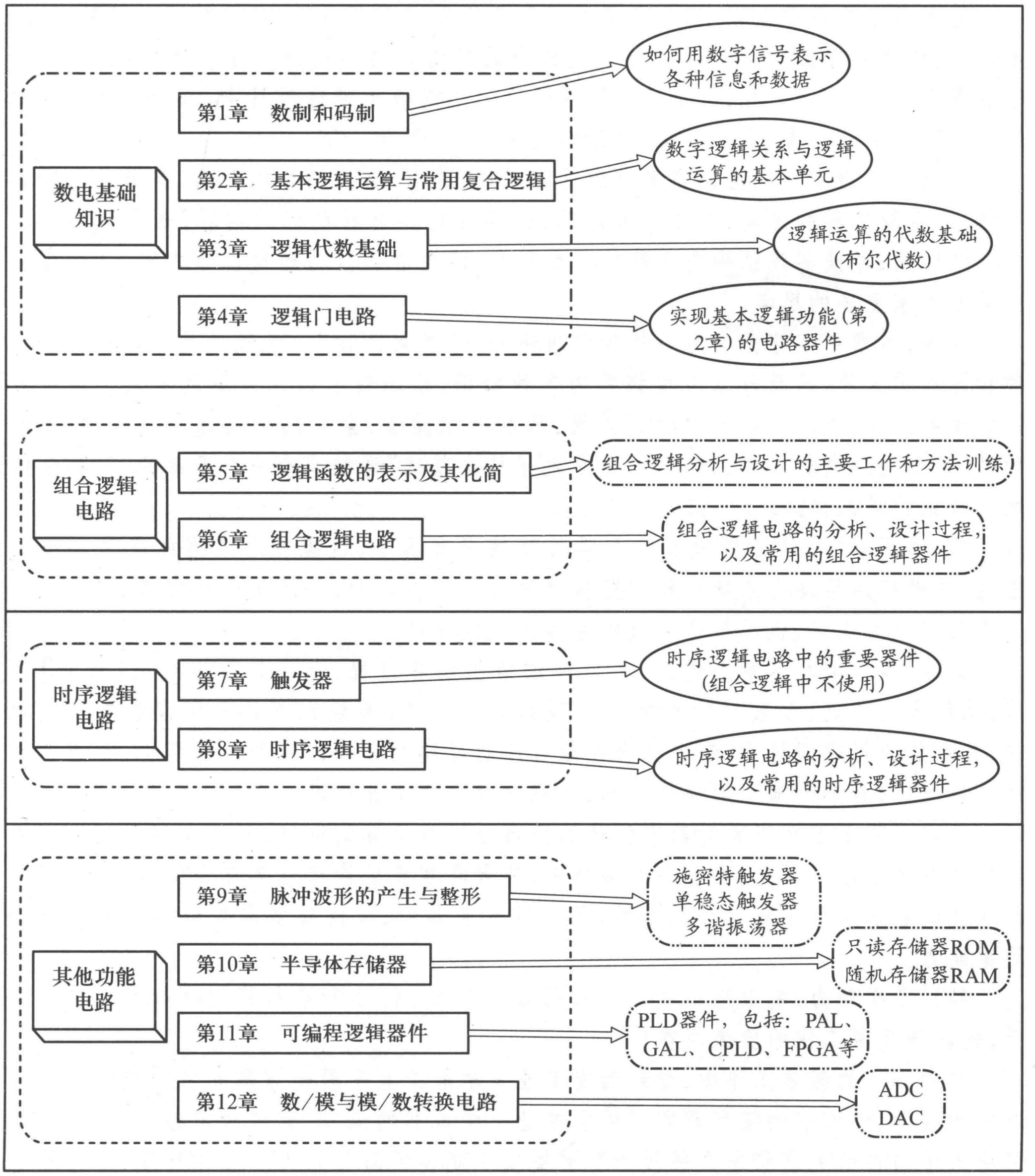


图 0.1 课程知识体系和教材章节结构

绍一下本书编写的基本定位和规范。

课程的主干内容当然还是以章节体铺陈,各章名称、学习目标和结构关系如图 0.1 所示。同时,在每章的概述中,都会首先结合分节情况概述本章的知识结构,此时虽然不会详细讲解具体知识,但首先建立合理的知识体系,对读者阅读正文内容有很好的指导作用,希望读者进入具体知识的学习前,能通过对概述的阅读,首先对本章内容、目标和结构有所了解。此外,每章结束时,会完整地总结本章需要掌握的知识点。

强调知识结构和阅读体系,这正是本书的第一个特点,笔者将尽其所能,让读者带着比较清晰的知识结构进入具体内容的学习,从而更合理地掌握知识。

笔者多年的教学生涯中，一只通体深蓝色的U盘常伴左右，虽已经漆皮斑驳、破旧不堪，但仍然坚守岗位，尽职尽责，已经成为最了解我思路的好助手。本书的编写中，笔者考虑再三，几经挣扎，终于决定把我的这个小助教也带进教材中。在正文中，我的助教会不定期地出现，为读者主持“助教时间”这个版块。

此版块会为大家进行许多重要的总结阐述，其中，有方法论的介绍，有器件应用的总结，有重要工具的理解，等等。可以说，这些都是具有独创性的内容，是在教学实践中总结得到，并被实践证明是正确的心血所在，请读者认真对待这部分内容，并希望能引导出大家更多的思考。

此外，各章中还穿插有另一种独立版块——“扩展阅读”。此版块是从正文内容延伸和发散出来的，涉及与本课程相关的各种知识，已经超出教学大纲的要求。通过对此版块的阅读，可以扩展大家的阅读量，增加知识储备，激发阅读兴趣。同时，更重要的是，笔者通过这种方式，力图使“数字电子技术基础”课程成为一个开放的、与其他领域有联系的动态体系。

“扩展阅读”版块分散放置在与其关联的正文当中，这也符合读者的发散思维习惯，能够更好地帮助大家理解和掌握教材内容。笔者认为，如果集中放在教材附录中，则不具有上述优点，也不符合开放的课程体系的设计。

最后，本书编写各章例题时，不但详细给出解答过程，也在其前后给出【解析】内容，总结本题特点、考察目标和需要掌握的知识点等，希望大家认真阅读和掌握。同时，各章后的习题训练中，笔者也会在题后注明习题的考查内容和训练目标，希望读者训练自测时，能清晰地了解训练目标，并强化对应的重点知识。

数字电路是用来完成对数字信号的逻辑分析与运算的电路，从而实现现实中各种各样的逻辑命题。因此，在本书的编写中，笔者非常希望能通过各方面的努力，潜移默化地让读者感受到逻辑思维之美妙，既学习专业知识，又能或多或少地培养一些逻辑思维能力。

经过多年努力，笔者终于完成本书的编写工作，衷心希望本书能够对大家有所帮助，这就是笔者工作的价值所在！

笔者多年的教学工作中，受到西安工业大学电工电子教研室郑长风副教授长期的培养和指导，为本书的编写奠定了坚实基础。在本书的编写、整理和定稿过程中，西安工业大学信控研究所张志文教授为笔者提供了完善的写作条件和工作环境，并指导笔者对许多内容进行细致推敲。西安工业大学电子信息工程学院院长雷志勇教授、电工电子教研室主任李静教授、教材科科长王春景副教授和其他许多老师与同事都关心并支持着笔者的编写工作，促成了本书的最终完成。

长安大学电子与控制工程学院林涛教授在百忙中认真审阅了本书全稿，提出了很多中肯而详细的修改意见，细致耐心地指导笔者完善书稿，笔者从中受益良多。

在此，对以上老师的关心、支持、指导和帮助表示衷心感谢！

由于笔者水平所限，书中一定仍会有许多不妥之处，恳请广大读者批评指正。

杨聪锟

2013年6月

参 考 文 献

[1] 阎石. 数字电子技术基础[M]. 5 版. 北京:高等教育出版社,2006 年.

[2] 余孟尝. 数字电子技术基础简明教程[M]. 3 版. 北京:高等教育出版社,2006 年.

[3] 康华光. 电子技术基础:数字部分[M]. 4 版. 北京:高等教育出版社,2000 年.

[4] 林涛. 数字电子技术基础[M]. 2 版. 北京:清华大学出版社,2012 年.

[5] 江晓安,董秀峰,杨颂华. 数字电子技术[M]. 3 版. 西安:西安电子科技大学出版社,2008 年.

[6] 刘常澍. 数字逻辑电路[M]. 北京:高等教育出版社,2008 年.

[7] 何建新,高胜东. 数字逻辑设计基础[M]. 北京:高等教育出版社,2012 年.

[8] 徐惠民,安德宁. 数字逻辑设计与 VHDL 描述[M]. 2 版. 北京:机械工业出版社,2004 年.

[9] 朱明程,董尔令. 可编程逻辑器件原理及应用[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2004 年.

[10] 谭会生,张昌凡. EDA 技术及应用[M]. 2 版. 西安:西安电子科技大学出版社,2004 年.

[11] 朱正伟. EDA 技术及应用[M]. 北京:清华大学出版社,2005 年.

[12] 江国强. EDA 技术及应用[M]. 4 版. 北京:电子工业出版社,2010 年.

[13] Thomas L. Floyd. 数字电子技术[M]. 9 版. 余璆等译. 北京:电子工业出版社,2008 年.

[14] Alan B. Marcovitz. 逻辑设计基础[M]. 2 版. 殷洪玺,刘新元,禹莹等译. 北京:清华大学出版社,2006 年.

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》,其行为人将承担相应的民事责任和行政责任;构成犯罪的,将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序,保护读者的合法权益,避免读者误用盗版书造成不良后果,我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为,希望及时举报,本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话　(010)58581999　58582371　58582488

反盗版举报传真　(010)82086060

反盗版举报邮箱　dd@ hep. com. cn

通信地址　北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社法律事务与版权管理部

邮政编码　100120

防伪查询说明

用户购书后刮开封底防伪涂层,利用手机微信等软件扫描二维码,会跳转至防伪查询网页,获得所购图书详细信息。用户也可将防伪二维码下的20位密码按从左到右、从上到下的顺序发送短信至106695881280,免费查询所购图书真伪。

反盗版短信举报

编辑短信“JB,图书名称,出版社,购买地点”发送至10669588128

防伪客服电话

(010)58582300

需要全本请访问 www.ertongbook.com

目　录

第 1 章　数制和码制 …… 1

1.1　概述 …… 1

1.2　逻辑函数与逻辑运算 …… 2

1.2.1　逻辑运算的基本概念 …… 2

1.2.2　真值表 …… 3

助教时间　真值表的理解 …… 4

1.3　常用数制 …… 4

1.3.1　进位计数制 …… 4

1.3.2　进位计数制间的转换 …… 5

1.3.3　二进制数的运算 …… 8

1.4　常用码制 …… 8

1.4.1　二-十进制码 …… 9

1.4.2　用 BCD 码表示十进制数 …… 11

助教时间　数制与码制的关系 …… 11

1.4.3　其他常用代码 …… 11

本章小结 …… 13

习题 1 …… 13

第 2 章　基本逻辑运算与常用复合逻辑 …… 15

2.1　概述 …… 15

2.2　基本逻辑运算 …… 15

2.2.1　逻辑“**与**”运算 …… 15

2.2.2　逻辑“**或**”运算 …… 16

2.2.3　逻辑“**非**”运算 …… 17

2.3　常用复合逻辑 …… 17

2.3.1　“**与非**”逻辑 …… 17

助教时间　真值表的整体分析法 … 18

2.3.2　“**或非**”逻辑 …… 18

2.3.3　“**与或非**”逻辑 …… 19

2.3.4　“**异或**”和“**同或**” …… 20

助教时间　**异或**、**同或**的“四点四结论” …… 22

本章小结 …… 23

习题 2 …… 24

第 3 章　逻辑代数基础 …… 26

3.1　概述 …… 26

3.2　逻辑代数中的常用公式 …… 26

3.2.1　常量与变量之间的基本逻辑关系 …… 26

3.2.2　交换律、结合律与分配律 … 27

3.2.3　逻辑函数的化简公式 …… 27

3.2.4　摩根定律(反演律、求反律) … 30

3.2.5　逻辑运算的优先级别 …… 31

3.3　逻辑代数中的基本定律 …… 32

3.3.1　代入定律 …… 32

3.3.2　反演定律 …… 32

3.3.3　对偶定律 …… 32

助教时间　公式和公式的推广 …… 33

3.4　逻辑函数的 5 类基本形式 … 33

本章小结 …… 36

习题 3 …… 36

第 4 章　逻辑门电路 …… 38

4.1　概述 …… 38

4.2　分立元件门电路 …… 41

4.2.1　二极管**与**门 …… 41

4.2.2　二极管**或**门 …… 42

4.2.3　晶体管**非**门 …… 43

4.3　TTL 集成逻辑门 …… 44

4.3.1 TTL 非门 …… 44
4.3.2 其他 TTL 集成逻辑门 …… 49
4.4 TTL 集电极开路门和三态门 …… 50
4.4.1 集电极开路门(OC 门) …… 52
4.4.2 三态门(TS 门) …… 54
4.5 CMOS 集成逻辑门 …… 57
4.6 TTL 门与 CMOS 门的接口电路 …… 59
助教时间 逻辑门电路的多余输入端的处理 …… 64
本章小结 …… 66
习题 4 …… 66
第 5 章 逻辑函数的表示及化简 … 71
5.1 概述 …… 71
5.2 逻辑函数的公式法化简 …… 71
5.2.1 **与或**逻辑函数的公式法化简 …… 72
助教时间 公式法化简的思路总结 … 75
5.2.2 5 类逻辑函数形式之间的转换 …… 75
5.3 逻辑函数的图形法化简 …… 76
5.3.1 最小项和标准**与或**式 …… 76
5.3.2 卡诺图原理 …… 78
5.3.3 **与或**逻辑函数的图形化简法 …… 83
5.3.4 5 类逻辑函数的图形化简法 …… 84
助教时间 5 类典型逻辑函数的化简方法总结 …… 86
5.3.5 具有约束关系的逻辑函数的卡诺图化简 …… 87
5.4 逻辑函数的表示方法和转换 …… 89
5.4.1 逻辑函数的表示工具 …… 89
5.4.2 逻辑函数各种表示形式的相互转换 …… 91
本章小结 …… 92
习题 5 …… 93
第 6 章 组合逻辑电路 …… 98
6.1 概述 …… 98
6.2 组合逻辑电路的分析与设计方法 …… 99
6.2.1 组合逻辑电路的分析 …… 99
6.2.2 组合逻辑电路的设计 …… 101
6.3 常用组合逻辑电路及其中规模逻辑器件 …… 102
6.3.1 加法器 …… 102
6.3.2 数值比较器 …… 108
6.3.3 编码器 …… 111
6.3.4 译码器 …… 118
6.3.5 数据选择器 …… 130
6.3.6 数据分配器 …… 135
助教时间 中规模组合逻辑器件的级联扩展 …… 136
6.4 用中规模逻辑器件实现组合逻辑函数 …… 137
6.4.1 用数据选择器实现组合逻辑函数 …… 137
6.4.2 用译码器实现组合逻辑函数 …… 140
6.5 组合逻辑电路中的竞争与冒险 …… 142
6.5.1 竞争与冒险的概念与成因 … 142
6.5.2 竞争与冒险的判别 …… 143
6.5.3 竞争与冒险的消除 …… 145
本章小结 …… 147
习题 6 …… 148
第 7 章 触发器 …… 154
7.1 概述 …… 154

7.1.1 时序逻辑电路概述 …… 154
7.1.2 触发器概述 …… 159
7.2 基本 *RS* 触发器 …… 160
7.2.1 用**与非**门组成的基本 *RS* 触发器 …… 160
7.2.2 用**或非**门组成的基本 *RS* 触发器 …… 163
7.3 同步触发器 …… 165
7.3.1 同步 *RS* 触发器 …… 165
助教时间 时序逻辑电路的波形图的画法 …… 167
7.3.2 同步 *D* 触发器 …… 168
7.3.3 同步 *JK* 触发器 …… 169
7.3.4 同步 *T* 触发器 …… 171
助教时间 4 类功能触发器的记忆总结 …… 173
7.4 主从(脉冲)触发器和边沿触发器 …… 174
7.4.1 主从触发器的使用特点 … 174
7.4.2 边沿触发器的使用特点 … 175
7.5 触发器使用中的其他特点 …… 176
本章小结 …… 180
习题 7 …… 181
第 8 章 时序逻辑电路 …… 188
8.1 概述 …… 188
8.2 时序逻辑电路的分析与设计 …… 188
8.2.1 同步时序逻辑电路的分析 …… 189
8.2.2 同步时序逻辑电路的设计 …… 194
8.2.3 异步时序逻辑电路的分析 …… 202
8.3 计数器 …… 204
8.3.1 计数器的含义和分类 …… 204
8.3.2 计数器的原理与实现 …… 205
8.3.3 集成计数器 …… 210
助教时间 计数器芯片资料上能读到什么 …… 220
8.3.4 计数器的应用 …… 220
助教时间 采用大模数计数器生成小模数计数器的方法总结 …… 232
助教时间 集成计数器应用的方法总结 …… 232
8.4 寄存器和移位寄存器 …… 234
8.4.1 寄存器的概念、特点和分类 …… 234
8.4.2 基本寄存器 …… 235
8.4.3 移位寄存器 …… 236
8.4.4 集成移位寄存器的应用 … 240
8.5 特定信号发生器 …… 248
8.5.1 序列信号发生器 …… 248
8.5.2 顺序脉冲发生器 …… 254
助教时间 特定信号发生器的设计总结 …… 257
本章小结 …… 259
习题 8 …… 260
第 9 章 脉冲波形的产生与整形 … 266
9.1 概述 …… 266
9.2 555 定时器 …… 267
9.3 施密特触发器 …… 270
9.3.1 用 555 定时器构成的施密特触发器 …… 271
9.3.2 集成施密特触发器 …… 272
9.3.3 施密特触发器的典型应用 …… 274
9.4 单稳态触发器 …… 274
9.4.1 用 555 定时器构成的

单稳态触发器 …… 275
9.4.2 集成单稳态触发器 …… 277
9.4.3 单稳态触发器的典型应用 … 280
9.5 多谐振荡器 …… 281
9.5.1 用 555 定时器构成的多谐振荡器 …… 281
9.5.2 石英晶体多谐振荡器 …… 284
本章小结 …… 285
习题 9 …… 285
第 10 章 半导体存储器 …… 289
10.1 概述 …… 289
10.2 只读存储器(ROM) …… 293
10.2.1 掩模 ROM …… 294
10.2.2 可编程 ROM(PROM) …… 298
10.2.3 ROM 的应用 …… 301
10.2.4 其他类型 ROM …… 306
10.3 随机存储器(RAM) …… 309
本章小结 …… 313
习题 10 …… 314
第 11 章 可编程逻辑器件 …… 317
11.1 概述 …… 317
11.2 低密度 PLD …… 319
11.2.1 可编程逻辑阵列 PLA …… 319
11.2.2 可编程阵列逻辑 PAL …… 322
11.2.3 通用阵列逻辑 GAL …… 323
11.3 高密度 PLD …… 326
助教时间 各种 PLD 的总结与对比 …… 330
11.4 PLD 开发的软、硬件资源 …… 331
11.5 VHDL 语言 …… 334
11.5.1 VHDL 程序的组织结构 … 334
11.5.2 VHDL 的语言要素 …… 340
11.5.3 VHDL 的常用语句 …… 348
本章小结 …… 357
习题 11 …… 358
第 12 章 数模与模数转换电路 … 360
12.1 概述 …… 360
12.2 D/A 转换器 …… 361
12.2.1 D/A 转换原理 …… 361
12.2.2 D/A 转换器的性能指标 … 365
12.3 A/D 转换器 …… 367
12.3.1 A/D 转换原理 …… 367
12.3.2 A/D 转换器的性能指标 … 377
本章小结 …… 379
习题 12 …… 379
参考文献 …… 381

第1章 数制和码制

1.1 概述

自然界中的物理量，就其变化规律而言，无外乎两大类。一类是在时间和数量上都连续变化的物理量，统称为模拟量（analog quantity），如温度、时间、长度等；另一类物理量在数量上是不连续变化的，即离散的，统称为数字量（digital quantity）。

视频 1.1 What is 数字电路?

在电学领域中，常见的电信号，如电压、电流等，同样可以如此分类，分为模拟电信号和数字电信号，简称模拟信号和数字信号。

人们将产生、处理和传输模拟信号的电路称为模拟电路（analog circuit），将处理、传输、控制、加工数字信号，对数字信号加以逻辑运算的电路称为数字电路（digital circuit）。

补充阅读 1.1 模拟信号、数字信号举例

本章 1.2 节介绍数字电信号的含义，数字电路能解决什么问题等内容，以使大家对数字电路的总体功能有基本的了解，同时还将介绍一个重要的分析工具——“真值表”。

数字信号可以通过赋值而数学化，用“**1**”表示高电平，用“**0**”表示低电平。如果用这样的数码来表示数量，就需要根据某种规则组成多位数码，随着数位的增加，能表示的数量也更大，这样的规则称为进位计数制，如十进制、二进制、八进制、十六进制等。

1.3 节将介绍各种进位计数制，总结数制间相互转换的方法，还会简单介绍二进制数的加、减、乘、除运算以及数字系统中常见的原码、反码和补码的概念。

当采用数字系统对十进制数进行相应运算和处理时，为了将十进制数输入系统，必须用二进制数形式书写数据，即需要使用二-十进制码，简称 BCD 码。1.4 节将详细介绍多种 BCD 码，并简要介绍具有检错功能的奇偶校验码以及计算机和通信领域中广泛应用的 ASC Ⅱ 码（美国信息交换标准代码）等内容。

1.2　逻辑函数与逻辑运算

1.2.1　逻辑运算的基本概念

所谓“**逻辑**”，是指事物的因果关系，也称为**逻辑关系**，一定的条件决定了一定的结论。对这样的决定关系的一个完整表述，即什么样的条件决定什么样的结论，就称为**逻辑命题**。

数字电路的作用就是用来实现和完成一个逻辑命题，用输入的数字信号表示条件，用输出的数字信号表示结论，条件经过数字电路所搭建的逻辑运算，决定了结论的成立与否。因此，数字电路也称为**逻辑电路**。

为了使读者对逻辑运算有一个整体概念，对数字电路的基本任务有一个初步认识，这里从普通代数运算开始讲起。请看以下这个普通代数中常见的表达式：

$$y=2\cdot x+3$$

这个函数表示了输入和输出信号之间的数值关系，“=”就是赋值的概念。

表达式左边的 y 是输出变量，其数值大小由等式右边的三个量通过乘法和加法运算而决定。x 是数值大小可变的输入变量，2 和 3 是大小已经确定的常量。

普通代数表达了输入和输出信号之间的数值关系，而逻辑运算则表达的是输入和输出信号之间的逻辑关系，即输入条件和输出结论成立与否之间的决定关系。一言以蔽之，**逻辑运算就是逻辑思维和逻辑推理的数学描述**。

与上面的普通代数表达式类似的，可以给出一个逻辑运算表达式：

$$y=\mathbf{1}\cdot x+\mathbf{0}$$

该逻辑表达式表示了一个**逻辑命题：一组成立或不成立的输入条件通过某些逻辑运算决定了输出结论是否成立**。其中，输入变量（自变量）、输出变量（因变量）、常量等概念仍然存在，但含义与数值运算则大相径庭了。

等式左边的 y 表示结论（输出），等式右边的 x、**1**、**0** 表示条件（输入）。其中，x 和 y 是逻辑变量，**1** 和 **0** 是逻辑常量。既然逻辑常量是用于表示某个条件是否成立，那么当然只有两种可能：成立和不成立，即“真”和“假”两种可能。在逻辑数学中规定用 **1** 表示“**真**”，用 **0** 表示“**假**”，从而将这些概念数字化。

逻辑变量 x 和 y 的取值含义和逻辑常量当然也是一样的，只有 **1**（真）和 **0**（假）两种可能。所以有如下结论：**逻辑运算中只涉及两种逻辑量，不是 1（真），就是 0（假）**，不存在第三种似是而非的量。

表达式中，“·”和“+”是逻辑运算，分别称为“**与**”运算和“**或**”运算，这些逻辑运算代表着条件和结论之间的某种逻辑推理关系，其具体含义将在第 2 章中详细介绍。

综上所述：

逻辑表达式 $y=\mathbf{1}\cdot x+\mathbf{0}$ 表示了一个三条件、一结论的逻辑命题，三个条件中，一个成

需要全本请访问 www.ertongbook.com