



面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

计算机结构 与逻辑设计

黄正瑾 编著



高 等 教 育 出 版 社
HIGHER EDUCATION PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机结构与逻辑设计/黄正瑾编著. —北京: 高等教育出版社, 2001. 6

ISBN 7-04-009365-0

I. 计… II. 黄… III. ①电子计算机—系统结构②电子计算机—逻辑设计 IV. TP30

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 01459 号

计算机结构与逻辑设计

黄正瑾 编著

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号 邮政编码 100009

电 话 010-64054588 传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京地质印刷厂

开 本 787×960 1/16

版 次 2001 年 6 月第 1 版

印 张 32.5

印 次 2001 年 6 月第 1 次印刷

字 数 600 000

定 价 27.10 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

内 容 简 介

本书是教育部面向 21 世纪“电工电子系列课程教学内容与课程体系的研究与实践”等教改项目的综合研究成果,是“面向 21 世纪课程教材”。

本书将数字电路基本内容与计算机硬件结构有机地结合在一起。0~3 章主要介绍数字和编码、逻辑函数、组合逻辑电路与时序逻辑电路的分析和设计,对那些只对小规模电路设计有效的概念和方法做了大幅度的削减,并适当引进与 PLD 应用和现代逻辑设计有关的新概念、新方法,如 VHDL、逻辑仿真等,由于未涉及器件内部电路,故可在模拟电子线路前开设;第 4~7 章为“算术运算电路”、“存储器”、“终端、总线与接口(含 A/D 和 D/A 转换)”、“控制单元(含自顶向下的数字系统设计)”,介绍各部分的基本工作原理和用数字电路实现的方法,对计算机的介绍着眼于指令的执行,为微机原理等课程提供必要的基础知识,因不涉及具体机器和程序,较通俗易懂;第 8 章简述关于计算机的一些新思路,第 9 章则从较新的角度介绍开关电路、逻辑门和张弛振荡器,以适应不同教学体系的需要。

本书注重工程概念和思维方法,全书插图 500 余幅,每章附有“总结”。书后有习题 460 余道,深浅各异,供不同要求的读者选择。附录包括逻辑电路单元图形符号(国标)、VHDL 简明教程和英汉名词术语对照。

本书可作为高等学校电气信息、电子信息专业的“计算机结构与逻辑设计”、“数字电子技术”等课程的教材,也可供本学科和其他学科工程技术人员参考。

作者简介



黄正瑾 1942年生人,籍贯江苏扬州。1965年毕业于南京工学院无线电工程系,其后在南京工学院无线电系任教,长期从事数字电路、EDA等课程的教学与研究。现任东南大学(前南京工学院)教授,曾任教育部高等学校工科电工课程教学指导委员会电子线路课程指导小组秘书。

著有《在系统编程技术及其应用》(东南大学出版社1997年8月第一版,1999年5月第二版)。

前 言

由于计算机科学和电路集成技术的迅猛发展,电子系统日趋数字化、复杂化和大规模集成化,且电子系统设计原理与大型软件设计的原理极为相似,所以电子类专业的教学重点应转向对大规模复杂系统的分析和管理工作。对于数字电子技术等技术基础课程,则必须注意培养学生的系统观念。这已是广大数字电子技术教师的共识。

我国已往的数字电子技术类教材通常只讨论数字功能模块的设计,学生学过该课程以后缺少系统的概念和用逻辑模块构成系统的训练,因而不能适应面向 21 世纪的需要。本书将原数字电子技术课程和计算机组成原理课程的部分内容组合在一起,正是为了解决这个问题。

加强系统观念为什么要与计算机相结合呢?首先因为计算机是一个典型的数字系统,介绍计算机的基本组成及其运行方式,则在数字电路部分所获得的知识将学有所用,而不再是一个个孤立的、互不相干的逻辑模块,系统的概念自然形成;其次,现代数字系统与计算机处理问题的思想和方法本质是相同的,学习了计算机的组成原理,对数字系统的组成原理也就触类旁通;再则,21 世纪电子系统的功能将日趋复杂,计算机是这些复杂系统的核心,而且由于集成技术的高度发展,完全有可能将系统的计算机控制部分与系统其他部分集成在同一块芯片上,也就是说,21 世纪的每个电子系统中都可能包含一个专用的计算机,这样,对电类(非计算机)专业的工程师的要求,不仅能使用计算机,还应能设计简单的专用计算机,因此,在介绍数字电路的同时就辅以计算机硬件的基本知识无疑是事半功倍的。其实加强系统观念并与计算机相结合并非创举,很多国外新出版的数字电路教材都附有一章关于计算机的内容作为数字电路的实例。但本书不采用这种做法,而是将数字电路与计算机硬件知识“有机”地结合,在介绍数字电路的基本知识后,就以计算机的组成框图为线索,逐个地介绍各部分的基本原理,着重在其电路实现方法,通过介绍计算机的硬件来学习数字电路的应用和设计,学生在学完数字电路的同时,计算机结构的概念也建立起来,为后续课程打下必要的基础。本书也不同于微机原理和计算机组成等教材,它只讨论计算机中指令的执行而不研究计算机中指令的运用,在介绍计算机结构时基本不涉及软件,也不以某个具体计算机为背景(必要时则用模型机作为例子讨论),以方便学生学习与理解。

本书在内容和体系上还有如下特点:

我国以前的数字电子技术类教材都是以分析和设计小规模集成电路为核心内容的,有的虽然都加进了可编程器件等内容,但只是作为一个单列的附加成分,全书体系上并无根本的变化。本书的特点之一就是大幅度削减关于小规模集成电路的内容,将那些只对小规模电路设计有效的概念和方法,诸如以 $J-K$ 触发器为主的时序电路设计方法,各种逻辑简化技巧等都弃而不用,代之以对 ASIC,特别是对 PLD 设计有效的方法。对在现代逻辑设计中必须涉及的新概念、新方法,像语言描述、逻辑仿真等则适当引进,使教材在一定程度上能满足面向 21 世纪的需要。

本书在写作体系上,不追求每一个单元的系统的完整,而是从认知规律出发,合理地安排思维的逻辑序列,将每一个必须讲述的内容,安放在最合适讲述的地方,例如对于可编程逻辑器件,不是专列一章,而是分散放在门网络和时序逻辑电路、存储器等章中,便于学习领会,但在适当的时候,对这些分散的内容加以必要的总结,从纵和横两个方向,加强学生对每一个知识点的全面理解,并特别重视对分析方法和设计方法的总结以及对现代工程意识的培养,以提高学生的综合能力。

本书有插图 500 余幅,可谓图文并茂,并力求以通俗、形象的方式阐述各知识点,帮助读者理解。本书曾在数届学生中成功地进行过自学试点,所以也是一本适合自学的教材。

本书有习题 460 余道,涉及的范围较广,梯度较大。本书的正文只介绍必须掌握的基本内容和一些必要的知识,习题则除了有与课文相配合的基本练习和思考题外,还安排了许多较深入的题目,部分非基本的教学内容也以习题的面目出现,以适应不同读者的需要。

本书每章末有一段简短的总结,读者可以从其中理清一章的脉络和重点,有的还能读到必要的思想方法,对正确理解全章内容起到画龙点睛的作用。

本书对各章节的内容采用了模块化处理方式。例如本课程通常安排在模拟电子线路课程之前开设,而将有关电路级的内容,例如集成逻辑门内部电路、张弛振荡器等放在模拟电路课程中讲授(本书中门电路结构用一种开关模型代替),但在本书最后仍然有一章“集成逻辑器件及其应用”,该章无论放在最后或分段插在前面合适部分讲授都同样适合,以适应不同的教学安排。

本书适用于“计算机结构与逻辑设计”课程,该课程是我校电工电子系列课程教学内容和课程体系改革中建立的一门新课,它与“电路基础”、“电子电路基础”、“面向对象的程序设计”、“微机系统与接口”、“信号与系统”、“电磁场与电磁波”、“信息通信网络概论”和“自动控制原理”共 9 门课程组成了我校所有电类专业的公共技术基础课平台(实践课程未包括)。“计算机结构与逻辑设计”课程的开课时间介于“面向对象的程序设计”、“微机系统与接口”,

两门课程之间。由于“计算机结构与逻辑设计”课程与“电子电路基础”在内容上做了合理分工,将有关电路级的内容归于后者,因而可以在“电子电路基础”课程之前,即与“电路基础”课程同期开设(大学二年级第一学期),这样,学生就能较早地学习其他计算机类的课程。

“计算机结构与逻辑设计”课程于1983年开始试点,与其他相关课程已经磨合多年,取得一定的经验与成果。但它毕竟是一门新课,只在部分学校开设过,热切期望专家、同行及广大读者提出宝贵意见。同时由于作者水平所限,错误在所难免,恳请专家、同行及广大读者批评指正。

本书编写工作始终在东南大学教务处、东南大学教学改革课题组的支持和沈永朝老师、邹家禄老师领导下进行,严家万老师对本书的基本结构直至若干细节都做了具体指导,宋继亮老师提供了他所撰写的《VHDL 简明教程》作为本书的附录,林钟老师、黄廷页老师、梁俊老师也对本书的编写工作提供了许多有益的帮助,特别是教育部高等学校工科电工课程教学指导委员会委员、南京航空航天大学沈嗣昌教授审阅本书提出的宝贵意见和建议,高等教育出版社姚玉洁编审对本书严格、认真的编辑,都是本书能顺利出版的重要条件,在此一并致谢。

黄正瑾 于东南大学

2000. 11

目 录

第 0 章 绪论	1
§ 0.1 计算机发展简史	1
§ 0.2 数字信号与数字电路	2
0.2.1 数字信号	2
0.2.2 数字电路的优点	2
§ 0.3 计算机的基本结构	4
§ 0.4 计算机的运行	5
§ 0.5 计算机与数字系统	7
第 1 章 计算机中的数制和码制	9
§ 1.1 计算机中的数制	9
1.1.1 十进制	9
1.1.2 R 进制	10
1.1.3 二进制	10
1.1.4 二进制的优点	11
1.1.5 数制间的转换	13
1.1.6 八进制与十六进制	14
§ 1.2 计算机中数的表示方法与格式	16
1.2.1 码的概念(二进制码与循环码)	16
1.2.2 实数在计算机中的表示	17
1.2.3 定点数与浮点数	21
1.2.4 十进制数的表示方法	24
§ 1.3 非数值数据在计算机中的表示方法	25
【总结】	28
第 2 章 逻辑函数与门网络	29
§ 2.1 逻辑代数的基本知识	29
2.1.1 逻辑代数的基本运算	29
2.1.2 逻辑代数的基本定律	33
2.1.3 逻辑代数的基本规则	34
2.1.4 逻辑代数的常用公式	36

2.1.5 逻辑运算的完备集	37
§ 2.2 逻辑函数及其描述方法	37
2.2.1 逻辑表达式	37
2.2.2 逻辑图	38
2.2.3 真值表	38
2.2.4 卡诺图	39
2.2.5 标准表达式	39
* 2.2.6 最大项和或-与表达式	41
2.2.7 非完全定义逻辑函数的描述	42
§ 2.3 门电路的基本知识	43
2.3.1 正逻辑与负逻辑	43
2.3.2 非门的电路模型	44
2.3.3 其他门电路	44
2.3.4 门电路的主要技术要求	45
2.3.5 互补输出电路结构及其使用	49
2.3.6 集成门电路的外部封装	50
§ 2.4 逻辑函数的简化	51
2.4.1 逻辑简化的意义和标准	51
2.4.2 公式法简化	51
2.4.3 卡诺图法简化	52
2.4.4 计算机辅助逻辑简化	54
§ 2.5 组合逻辑电路	55
2.5.1 组合逻辑电路的定义与特点	55
2.5.2 组合逻辑电路的分析	56
2.5.3 用混合逻辑电路图的方法描述组合逻辑电路	58
2.5.4 组合逻辑电路的语言描述方法	60
2.5.5 几种常用的组合逻辑模块	61
§ 2.6 组合逻辑电路的设计	75
2.6.1 最小化设计	75
2.6.2 标准化设计	78
§ 2.7 可编程逻辑器件	82
§ 2.8 电子设计自动化与逻辑模拟	87
2.8.1 ASIC 概述	87
2.8.2 PLD 的开发过程	89
2.8.3 逻辑仿真	91

§ 2.9 门网络的竞争与险象	95
2.9.1 产生险象的原因	95
2.9.2 消除险象的方法	98
§ 2.10 故障检测与可测试设计	99
2.10.1 故障检测与故障模拟	99
2.10.2 可测试设计与边界扫描技术	99
【总结】	100
第3章 时序逻辑电路	102
§ 3.1 触发器的原理和应用	102
3.1.1 基本触发器的原理和应用	102
3.1.2 二进制信息的存储与传送	105
§ 3.2 锁存器与触发器	106
3.2.1 锁存器	106
3.2.2 无竞态触发器	107
3.2.3 其他功能的触发器	111
3.2.4 集成触发器	111
§ 3.3 同步时序逻辑电路的分析与描述	113
3.3.1 时序逻辑电路的基本结构与方程描述	113
3.3.2 时序逻辑电路的真值表、卡诺图描述	115
3.3.3 同步时序逻辑电路的分析与状态图	117
3.3.4 时序逻辑电路的语言描述	121
§ 3.4 常用时序逻辑电路模块	121
3.4.1 数据寄存器	121
3.4.2 移位寄存器	122
3.4.3 计数器	132
§ 3.5 含中规模集成电路的时序逻辑电路分析	144
§ 3.6 时序逻辑电路的设计	145
3.6.1 状态的等价与简化	145
3.6.2 状态编码的概念与原则	147
3.6.3 时序逻辑电路设计举例	148
3.6.4 对时序逻辑电路设计的讨论	153
§ 3.7 用中规模集成逻辑电路设计时序逻辑电路	153
§ 3.8 可编程逻辑器件及其应用	155
3.8.1 CPLD 简介	155

3.8.2 用 CPLD 设计时序逻辑电路	159
【总结】	160
第 4 章 算术逻辑运算电路	162
§ 4.1 基本算术运算电路	162
4.1.1 1 位全加器	162
4.1.2 多位全加器	164
4.1.3 算法移位	165
4.1.4 比较运算	166
§ 4.2 ALU 的组织	168
4.2.1 加法运算与 ALU 的组织	168
4.2.2 减法运算与求补电路	170
4.2.3 乘法的实现与 ALU 结构	172
* 4.2.4 除法的实现与 ALU 结构	180
§ 4.3 逻辑运算和中规模集成 ALU 模块	186
4.3.1 逻辑运算的基本方式	186
4.3.2 中规模集成 ALU 模块	187
§ 4.4 BCD 码算法	189
4.4.1 1 位 BCD 码运算	189
4.4.2 多位 BCD 码加法电路	190
4.4.3 BCD 码乘法	192
【总结】	193
第 5 章 存储器	194
§ 5.1 主存储器	194
5.1.1 存储器的基本结构	194
5.1.2 线性译码器	195
5.1.3 基本静态存储单元	196
5.1.4 双向译码方式与相应的静态 RAM 基本存储单元	197
5.1.5 存储器的容量扩展	199
5.1.6 静态 RAM 的概念及其读/写过程	203
5.1.7 动态 RAM 的基本存储单元	203
§ 5.2 只读存储器	208
5.2.1 固定 ROM	208
5.2.2 可编程 ROM	210
5.2.3 在系统编程技术——ISP 技术	212

§ 5.3 其他存储器	212
5.3.1 磁表面存储器	212
5.3.2 光学存储器	218
§ 5.4 存储器的层次化体系与管理	220
5.4.1 存储器的层次化体系	220
5.4.2 超高速缓存与主存之间的数据交换	221
5.4.3 存储器的管理	222
§ 5.5 虚拟存储器的概念	222
5.5.1 虚拟存储器	222
5.5.2 虚拟存储器的调用方式	223
5.5.3 按内容访问存储器	224
【总结】	226
第 6 章 终端、总线与接口	228
§ 6.1 外部信息与二进制代码之间的转换	229
6.1.1 部分输入设备的转换原理	229
6.1.2 部分输出设备的转换原理	233
§ 6.2 数模与模数转换	236
6.2.1 数模转换的基本原理	236
6.2.2 常用的 D/A 转换方案	237
6.2.3 D/A 转换的主要技术指标	242
6.2.4 模数转换的基本原理	244
6.2.5 几种常见的 A/D 转换方案	247
§ 6.3 终端与存储器之间的通信	258
6.3.1 总线的提出	258
6.3.2 外设与总线的连接	258
6.3.3 外部设备的地址模式	261
6.3.4 总线结构	261
6.3.5 数据在总线上的传送方式	261
6.3.6 标准总线	263
§ 6.4 计算机的接口	266
6.4.1 计算机与终端的信息交换方式	266
6.4.2 接口电路举例	267
§ 6.5 计算机数据的远地传送	271
6.5.1 数据串行传送方式	271

6.5.2 校验码及校验电路	272
6.5.3 串/并转换电路	273
【总结】	273
第7章 控制单元	276
§7.1 计算机中的寄存器及其控制信号	276
§7.2 指令的执行过程	279
7.2.1 加法指令	279
7.2.2 减法指令	280
7.2.3 取操作数指令	280
7.2.4 存储指令	281
§7.3 控制电路的硬件结构	284
7.3.1 控制电路的任务	284
7.3.2 控制电路的硬件设计	285
§7.4 其他类型指令的执行过程	289
7.4.1 无操作指令	289
7.4.2 移位指令	290
§7.5 微程序控制方式	291
§7.6 全硬件数字系统控制器的设计	295
7.6.1 系统算法流程图的确定	295
7.6.2 逻辑划分与系统结构的确定	296
7.6.3 各模块的设计	299
7.6.4 控制器的设计	300
7.6.5 采用PLD设计	306
【总结】	310
第8章 计算机结构	311
§8.1 微处理器发展概况	311
§8.2 计算机的指令格式	312
§8.3 堆栈结构	314
§8.4 计算机中的寻址方式	315
8.4.1 直接寻址	315
8.4.2 立即寻址	315
8.4.3 间接寻址	315
8.4.4 相对寻址	316
8.4.5 变址寻址	316

§ 8.5 标志码、条件码和状态寄存器	318
§ 8.6 多程序与多指令运行	319
8.6.1 多程序运行	320
8.6.2 多指令运行(流水线方式)	320
§ 8.7 精简指令集计算机	321
【总结】	322
第 9 章 数字集成逻辑电路及其应用	323
§ 9.1 晶体管开关电路	323
9.1.1 MOS 晶体管的开关特性	323
9.1.2 单沟道模拟开关电路	324
9.1.3 CMOS 双向模拟开关单元	325
9.1.4 CMOS 多路模拟开关(AMUX)	328
9.1.5 双极型模拟开关	329
9.1.6 二极管开关	332
§ 9.2 门电路	334
9.2.1 门电路的基本结构	334
9.2.2 门电路的传输特性与技术指标	335
9.2.3 几种常用的门电路工艺与结构	337
9.2.4 动态门的概念	355
§ 9.3 开关信号的产生	356
9.3.1 张弛振荡原理	357
9.3.2 双稳态触发器	361
9.3.3 单稳态触发器	365
9.3.4 自激多谐振荡器	370
9.3.5 555 定时器	374
*9.3.6 负阻器件及其应用	378
【总结】	379
习题	381
附录一 国家标准 GB4728.12-85《电气图用图形符号 二进制逻辑单元》简介	446
附录二 VHDL 简明教程	452
英汉名词术语对照	495
参考文献	500

第 0 章 绪 论

随着半导体技术和计算技术的发展,电子计算机已进入千家万户,成为人类进行各项活动必不可少的工具。早期的电子计算机有模拟和数字之分,现在的电子计算机都是由数字电路制造的,所以本书除了介绍计算机的基本组成及运行方式外,还对数字电路的分析方法、设计方法以及构造数字系统的基本思路做必要的介绍。

§ 0.1 计算机发展简史

本书所介绍的计算机(Computer)是数字电子计算机,顾名思义,应当还有非电子的计算机和非数字的计算机存在。确实如此,历史上就曾出现过机械计算机和模拟电子计算机,现在都已淘汰不用了。

世界上第一台电子计算机 ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Calculator)于 1946 年 2 月 25 日诞生于美国宾夕法尼亚大学,它采用数值积分原理进行计算(属模拟计算机),该计算机占地 170 m^2 ,功率 150 kW ,重 36 t ,如此庞然大物,每秒钟却只能进行 $5\,000$ 次加法运算,而且为了进行几分钟的运算,还需花费几小时的准备时间,但尽管如此,已使当时的机械计算机黯然失色,从而开创了人类历史上计算工具发展的新的一页。

后来,科学家们在著名数学家冯·诺伊曼主持下,提出了一项全新的计算机方案,该方案采用了二进制,并将计算机分为运算器、逻辑控制装置、存储器、输入和输出等五大部分,尤其是提出了存储程序的思想,即让一个程序中的各条指令能自动地按顺序从一条转到下一条,并能在一定的条件下改变顺序,这个思想为几十年来计算机科学的发展奠定了基础,是计算机发展史上的一座里程碑,至今还占据着统治地位。

计算机的发展,经过了电子管、晶体管、集成电路、大规模集成电路 4 代。在前两代时期,由于模拟计算机和数字计算机各有优点(模拟计算机速度高,数字计算机精度高),二者尚能并存,进入集成电路时代后,特别是大规模集成电路的出现,数字计算机彻底击败了模拟计算机。由于计算机和集成技术

的相互促进和相互依存,计算机以惊人的速度,不断地更新,不断地发展,微处理器和个人计算机的问世,更将计算机推向社会,推向家庭,成为人类社会不可缺少的重要工具。预计不久,新的第五代计算机(使用超导和光器件,在系统结构上有革命性的变化)将研制成功,一个新的革命即将到来。

§ 0.2 数字信号与数字电路

0.2.1 数字信号

前面说到,数字计算机战胜了模拟计算机。那么,什么是数字?什么是模拟?为什么数字计算机能战胜模拟计算机呢?

自然界的物理量可分为模拟(Analog)和数字(Digital)两大类。模拟量是指那些量值可在一定的范围内连续变化,或者说在一定范围内有无穷多个取值可能的量,它们在某一时刻的瞬时值是无法用数字确切地表示的。自然界绝大多数物理量都是模拟量,例如温度、湿度、语音等。用电子技术处理这一类物理量时,应当用电信号去模拟它们,例如可以用话筒将声音变为电压幅值随声波变化的电信号,如图 0.1 (a)所示。用这种方法得到的电信号,在时间和量值上都是连续的,称为模拟信号(Analog Signal)。另一种物理量是数字量,例如人数、物品的个数等,其特点是其取值是离散的,只能是一个范围内的某些特定值,且分别与某个数字相对应。用电子技术处理这一类物理量时,所选取的电信号应反映其数字信息。现在最通用的方法就是用电压幅值的高(代表数字 1)和低(代表数字 0)所构成的二进制数字表示它们,像图 0.1 (b)所示那样,这就是数字信号(Digital Signal)。显然,数字信号在时间和幅值上都是离散的。

0.2.2 数字电路的优点

处理(Process)模拟信号和数字信号的电路分别称为模拟电路(Analog Circuits)和数字电路(Digital Circuits)。这里所谓的处理包括信号的产生、放大、传送、变换、存储等。

图 0.1 (a)所示模拟信号的信息是用其幅值携带的(也可用频率或相位等参量携带),所以在处理过程中必须保持信号的形状精确不变,但要做到这一点是不容易的,因为处理过程中不可避免地会因器件的限制和环境的影响出现畸变和干扰,使得处理后的信号失真,而要使处理后的

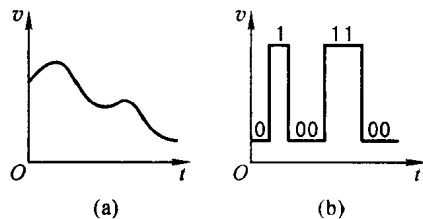


图 0.1 模拟信号与数字信号

(a) 模拟信号 (b) 数字信号

信号达到很高的保真度，就必须使用高质量的器件和采取各种补偿措施，这些都将使电路的成本和制作难度大大增加。

数字信号是用电压幅值的高和低携带信息的，在处理过程中出现的畸变或干扰，只要不使幅值的高、低混淆，所携带的信息便不会丢失，而要做到这一点，通常并不困难，可见数字设备具有极高的可靠性和稳定性。而且，只要所使用的数字位数足够多，就能达到很高的处理精度；而用模拟方法实现时，由于系统各部分误差的累积影响，要达到与数字方法同样的精度和质量，设备往往相当复杂而价昂。

此外，数字技术还有以下优点：

- (1) 数字信息可以通过打印或制成光盘长期保存；
- (2) 便于用计算机控制或处理；
- (3) 集成化程度高

由于数字集成电路制作工艺比较成熟，集成技术发展极快，自 1985 年以来，集成规模以每 6 年扩为 10 倍的惊人速度不断提高，目前集成工艺已进入深亚微米领域，集成规模高达每片数百万晶体管，一个电路系统往往只需一片集成电路就可实现，这不仅使设备的体积小、重量轻、功耗低、生产周期短，而且还大大提高系统的可靠性。

- (4) 设计方便，自动化程度高

数字电路的设计与模拟电路的设计相比，偏重于逻辑而不是偏重于参数选取，因此更便于使用计算机工具，目前许多高质量的数字系统开发工具纷纷面世，为设计数字系统提供了极为方便的条件，特别是各类现场可编程器件 (FPLD)^[1] 及相应开发工具的出现，使得科技人员在自己的实验室内即可自行设计和制作专用集成电路 (ASIC)^[2]，并可通过各类仿真工具^[3] 检验设计的结果，这些都大大缩短了设计的进程，节约了设计的时间，提高了设计的质量。而对于模拟电路，目前还远没有达到这样的水平。

虽然自然界绝大多数的物理量都是模拟量，但可利用模数转换电路转换为数字量，然后再用数字电路处理。所以绝大多数现代电子产品的主体部分都采用数字电路；只是在高频率、大功率、高电压或微弱信号处理等情况下才使用模拟方法。当然，用模拟方法处理的这些问题，恰好都是电子产品的质量关

[1] 一种集成电路的半成品。使用者可以在实验室中将所设计的电路“装入”该集成电路芯片，使之成为实用的集成电路。

[2] 为某个电子系统专门设计制造的集成电路。它可以由集成电路工厂生产，也可以由技术人员在实验室中用现场可编程器件制作。

[3] 一种软件(程序)，用此软件可在计算机中建立某个电路或系统的模型，并通过对模型的运行和测试，检验该电路或系统的功能和性能。