



高等院校电子信息与电气学科特色教材

微机原理与接口技术

张小鸣 主编

清华大学出版社





高等院校电子信息与电气学科特色教材

微机原理与接口技术

张小鸣 主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书共分为8章,讲述了80x86/Pentium系列微处理器的结构组成、寄存器结构、总线时序、指令系统、汇编语言程序设计、I/O接口技术、总线技术等内容,融合了一些新技术和新概念,讲述详尽、重点突出、深入浅出、全面透彻、实例典型。为适应21世纪嵌入式系统发展与应用的需要,本书加强了数值运算基础、多模块编程技术、C语言与汇编语言混合编程等内容,新增了地址译码电路、8253A、8255A、8259A、ADC0809控制器等典型I/O接口电路的VHDL实现方法等章节,使经典接口技术思想与现代EDA设计接口技术有机地结合起来,为学习DSP与ARM等嵌入式系统打下坚实的基础。

第1~4章介绍数值运算基础,80x86/Pentium系列微处理器的体系结构、编程结构、工作模式,8086/8088 CPU的总线时序、存储器技术、80x86/Pentium指令系统。第5章介绍8086汇编语言程序设计。第6章介绍I/O接口技术和VHDL设计I/O接口。第7章介绍总线技术。第8章介绍模块化编程技术。每章都附有习题与思考题。附录中列出了8086指令系统一览表、通用汇编程序伪指令一览表、DOS功能调用、DEBUG命令、学习汇编语言程序设计易犯的错误等,便于读者快速查阅与学习。

本书可作为普通高等院校计算机应用、自动化、通信工程、电子信息等专业本科或专科学生的微机原理与接口技术课程教材,也可供广大科技人员自学参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

微机原理与接口技术/张小鸣主编. —北京:清华大学出版社,2009.9

(高等院校电子信息与电气学科特色教材)

ISBN 978-7-302-20396-4

I. 微… II. 张… III. ①微型计算机—理论—高等学校—教材 ②微型计算机—接口—高等学校—教材 IV. TP36

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第101090号

责任编辑:陈志辉

责任校对:白 蕾

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:31.5 字 数:759千字

版 次:2009年9月第1版 印 次:2009年9月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:45.00元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:032460-01

出版说明

随着我国高等教育逐步实现大众化以及产业结构的进一步调整,社会对人才的需求出现了层次化和多样化的变化,这反映到高等学校的定位与教学要求中,必然带来教学内容的差异化和教学方式的多样性。而电子信息与电气学科作为当今发展最快的学科之一,突出办学特色,培养有竞争力、有适应性的人才,是很多高等院校的迫切任务。高等教育如何不断适应现代电子信息与电气技术的发展,培养合格的电子信息与电气学科人才,已成为教育改革中的热点问题之一。

目前我国电类学科高等教育的教学中仍然存在很多问题,例如在课程设置和教学实践中,学科分立,缺乏和谐与连通;局部知识过深、过细、过难,缺乏整体性、前沿性和发展性;教学内容与学生的背景知识相比显得过于陈旧;教学与实践环节脱节,知识型教学多于研究型教学,所培养的电子信息与电气学科人才还不能很好地满足社会的需求等。为了适应 21 世纪人才培养的需要,很多高校在电子信息与电气学科专业建设和课程建设方面都做了大量工作,包括国家级、省级、校级精品课的建设等,充分体现了各个高校重点专业的特色,也同时体现了地域差异对人才培养所产生的影响,从而形成各校自身的特色。许多一线教师在多年教学与科研方面已经积累了大量的经验,将他们的成果转化为教材的形式,向全国其他院校推广,对于深化我国高等学校的教学改革是一件非常有意义的事。

为了配合全国高校培育有特色的精品课程和教材,清华大学出版社在大量调查研究的基础之上,在教育部相关教学指导委员会的指导下,决定规划、出版一套“高等院校电子信息与电气学科特色教材”,系列教材将涵盖通信工程、电子信息工程、电子科学与技术、自动化、电气工程、光电信息工程、微电子学、信息安全等电子信息与电气学科,包括基础课程、专业主干课程、专业课程、实验实践类课程等多个方面。本套教材注重立体化配套,除主教材之外,还将配套教师用 CAI 课件、习题及习题解答、实验指导等辅助教学资源。

由于各地区、各学校的办学特色、培养目标和教学要求均有不同,所以对特色教材的理解也不尽一致,我们恳切希望大家在使用本套教材的过程中,及时给我们提出批评和改进意见,以便我们做好教材的修订改版工作,使其日趋完善。相信经过大家的共同努力,这套教材一定能成

为特色鲜明、质量上乘的优秀教材,同时,我们也欢迎有丰富教学和创新实践经验的优秀教师能够加入到本丛书的编写工作中来!

清华大学出版社

高等院校电子信息与电气学科特色教材编委会

联系人: 陈志辉 chenzhahui@tup.tsinghua.edu.cn

前言

微型计算机的发明与发展是人类历史上一个重要的里程碑。自 20 世纪 70 年代第一代微型计算机在美国研制成功以来,以 IBM PC 为代表的个人计算机(Personal Computer,即微型计算机)迅速发展,从最初的 Intel 8086/8088 16 位 CPU 发展到当今的 64 位 CPU,并且尚未打破摩尔定律,即集成电路芯片集成度每 18 个月翻一番,运算速度提高一倍。IBM PC 具有向上兼容性,即后续 32 位/64 位 CPU 的汇编指令兼容初期低档 16 位 CPU 的汇编指令,只要工作在实地址模式下,就能执行 16 位 8086 汇编指令。因此,微机原理与接口技术课程以 8086 汇编语言程序设计和常用微机接口芯片 8253A、8259A、8255A、138 译码器、A/D 转换器 0809 等接口技术教学为主,仍具有普遍的指导意义。尤其值得一提的是 IBM PC 汇编语言系统具有最完备的伪指令集和存储器分段组织结构,可以作为学习 21 世纪新型嵌入式系统汇编语言程序设计的基础。DSP(Digital Signal Processor,数字信号处理器)和 ARM(Advanced RISC Machines,先进 RISC 机器,ARM 也代表一个公司的名字,也可以认为是对一类微处理器的通称,还可以认为是一种技术的名字)等普遍采用段分配伪指令、数据定义伪指令等,可以说是对 IBM PC 汇编语言系统的传承与发展。

微机原理与接口技术是电子信息类本科专业的基础必修课,微机原理除了介绍微型计算机系统的组成结构、PC 的硬件配置外,主要介绍 IBM 汇编语言程序的设计方法。汇编语言最贴近微机的硬件与接口,通过学习汇编指令与寻址方式,可以加深理解机器指令如何实现算术运算,如何对外设进行实时控制。本书兼顾介绍 32 位微处理器 80x86($x=2,3,4$)/Pentium 指令系统,便于选修。

本书接口技术部分主要介绍存储器接口电路、I/O 接口电路、地址译码电路、串口通信接口电路、模拟输入电路和模拟输出电路等接口电路的软硬件设计方法,还介绍采用 VHDL 语言设计微机典型接口电路的方法,把经典接口技术的思想与现代嵌入式系统普遍使用 SOC 技术实现微机接口的技术有机地结合起来,做到学以致用。

全书共分为 8 章,第 1 章介绍微型计算机系统的发展、计算机中数的表示法与编码、数制之间的转换方法、微型计算机系统软硬件的组成结构等。第 2 章介绍 80x86/Pentium 系列微处理器的体系结构、编程结构、工作模式(实地址模式、保护模式),并详细介绍了 8086/8088 CPU 的总线时序。第 3 章介绍存储器技术,包括存储器接口技术、存储器管理技术、存储器类型等。第 4 章对 8086/8088 指令编码格式、寻址方式、指

令系统做了详尽介绍,还介绍了 80x86/Pentium 指令系统。第 5 章介绍 8086 汇编语言程序设计和汇编语言伪指令,介绍了 80x86/Pentium 的扩展伪指令、DOS 系统功能调用、子程序设计及调用技术、中断服务程序设计、汇编语言与 C 语言的混合编程等。第 6 章介绍输入输出技术,包括 I/O 接口组成原理、寻址方式、地址译码方法、I/O 中断系统、可编程中断控制芯片 Intel 8259A、可编程定时器/计数器芯片 Intel 8253A、并行接口技术、可编程并行接口芯片 Intel 8255A、串行接口技术、串行接口芯片 Intel 8251A、UART 芯片 INS8250、D/A 及 A/D 接口技术、D/A 芯片 DAC0832、A/D 芯片 ADC0809、键盘与 LED 接口技术、可编程键盘/显示器接口芯片 Intel 8279、DMA 技术、可编程 DMA 控制器芯片 8237A,并对 8253A、8259A、8255A、138 译码器、A/D 转换器控制器的状态机的 VHDL 设计方法做了详细介绍。第 7 章介绍总线技术,包括 ISA 总线和 EISA 总线、PCI 总线、USB 总线、高速图形端口 AGP、I²C 总线。第 8 章介绍模块化编程技术、模块之间的数据访问技术等。

本书是在微机原理与接口技术课程教学的基础上编写完成的,书中许多实例和例程均在教学、实验过程中经过实践检验,具有一定的参考价值,第 1~8 章结尾都附有习题与思考题。

本书第 1 章、第 6 章、第 8 章及附录由张小鸣编写,其中何可人参与了 1.4 节的编写;第 2 章由万军编写;第 3 章由孙首昌编写;第 4 章由韩学超编写;第 5 章由屈霞编写;第 7 章由何可人编写。全书由张小鸣统稿。

在本书的编写过程中,作者参考了国内外的有关书籍,在此一并向所有参考文献的作者表示衷心的感谢。

本课程先修课程是模拟电子技术、数字电子技术、C 程序设计,教学参考学时为 48~64 学时,教学与自学时间比为 6:1 左右。

由于作者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请同行专家和广大读者批评指正。

作 者

E-mail: xm0298@163.com

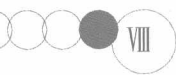
2009 年 4 月

目 录

第 1 章 微型计算机系统	1
1.1 微型计算机系统概述	1
1.2 计算机中的数与编码方法	4
1.2.1 数制	4
1.2.2 数制之间的转换	6
1.2.3 二进制编码	9
1.2.4 二进制数运算	12
1.2.5 二进制带符号数表示法	16
1.3 微型计算机系统的组成结构	21
1.3.1 硬件系统结构	21
1.3.2 软件系统结构	24
1.4 PC 的组成结构	25
1.4.1 PC 的组成	25
1.4.2 PC 的硬件配置	25
1.4.3 主机单元	26
1.4.4 外部设备	28
习题与思考题	30
第 2 章 80x86/Pentium 系列微处理器	32
2.1 16 位微处理器编程结构	32
2.1.1 8086/8088 的功能结构	32
2.1.2 8086/8088 寄存器	33
2.1.3 8086/8088 系统的存储器组织	35
2.2 32 位微处理器编程结构简介	36
2.2.1 工作模式	36
2.2.2 80x86/Pentium 的寄存器组织	37
2.2.3 保护模式下的存储器寻址	38
2.3 8086/8088 CPU 的引脚功能	39
2.3.1 引脚功能说明	40
2.3.2 最小方式与最大方式	43
2.4 8086/8088 CPU 的总线时序	44
2.4.1 总线读周期	44
2.4.2 总线写周期	45

2.4.3 中断响应周期	46
2.4.4 系统复位	47
习题与思考题	47
第3章 存储器技术	48
3.1 存储器概述	48
3.1.1 存储器的分类	48
3.1.2 存储器的主要性能参数	50
3.2 存储器的连接	51
3.2.1 存储器的地址连接	51
3.2.2 存储器的数据线及控制线连接	54
3.3 存储器管理	55
3.3.1 IBM PC/XT 中存储空间的分配	55
3.3.2 扩展存储器及其管理	56
3.4 内部存储器技术的发展	59
3.4.1 扩展数据输出动态随机访问存储器	61
3.4.2 同步动态随机访问存储器	62
3.4.3 突发存取高速动态随机存储器	64
3.5 外部存储器简介	65
3.5.1 硬盘及硬盘驱动器	65
3.5.2 光盘存储器	68
3.5.3 移动存储器	70
习题与思考题	72
第4章 80x86/Pentium 指令系统	73
4.1 8086/8088 指令编码	73
4.1.1 8086/8088 指令编码格式	73
4.1.2 指令执行时间	74
4.2 8086/8088 寻址方式	77
4.2.1 非存储器寻址方式	77
4.2.2 存储器寻址方式	78
4.3 8086/8088 指令系统	83
4.3.1 数据传送类指令	83
4.3.2 算术运算类指令	91
4.3.3 逻辑运算与移位类指令	101
4.3.4 串操作类指令	106
4.3.5 控制转移类指令	110
4.3.6 处理器控制类指令	123
4.4 80x86/Pentium 指令格式与寻址方式	125

4.4.1	80x86/Pentium CPU 指令格式	125
4.4.2	80x86/Pentium 寻址方式	126
4.5	80x86/Pentium 指令系统	131
4.5.1	80286 指令系统	131
4.5.2	80386 增强和新增指令	133
4.5.3	80486 新增指令	136
4.5.4	Pentium 系列处理器新增指令	137
	习题与思考题	137
第 5 章	汇编语言程序设计	141
5.1	程序设计语言概述	141
5.1.1	机器语言	141
5.1.2	高级语言	141
5.1.3	汇编语言	141
5.2	汇编语言程序结构与语句结构	142
5.2.1	汇编语言源程序分段结构	142
5.2.2	汇编语言语句种类及其格式	144
5.3	汇编语言数据	145
5.3.1	常量	145
5.3.2	变量	146
5.3.3	标号	146
5.3.4	表达式	146
5.4	汇编语言伪指令	150
5.4.1	数据定义伪指令	150
5.4.2	符号定义伪指令	151
5.4.3	段结构伪指令	152
5.4.4	定位伪指令与汇编地址计数器	154
5.4.5	过程定义伪指令	154
5.4.6	宏处理伪指令	155
5.4.7	模块定义与通信伪指令	156
5.4.8	条件汇编	161
5.4.9	列表伪指令	163
5.5	80x86/Pentium 扩展伪指令	164
5.5.1	方式选择伪指令	164
5.5.2	80x86/Pentium 完整段定义扩充	165
5.5.3	简化段定义格式及其伪指令	166
5.6	汇编语言程序上机过程	170
5.6.1	汇编语言的命令行编程环境	170
5.6.2	集成编程环境	172



5.7	DOS 系统与功能调用	173
5.7.1	DOS 和 BIOS 功能调用	173
5.7.2	DOS 功能调用	174
5.7.3	DOS 功能调用举例	175
5.8	汇编语言程序设计基础	179
5.8.1	程序设计的一般步骤	179
5.8.2	程序设计的基本方法	180
5.8.3	子程序的设计与调用技术	188
5.9	中断服务程序设计	196
5.9.1	中断概述	196
5.9.2	中断服务程序设计	201
5.10	汇编语言与 C 语言混合编程	206
5.10.1	Turbo C 嵌入汇编方式	206
5.10.2	模块连接方式	207
	习题与思考题	212

第 6 章 输入输出技术 214

6.1	输入输出接口	214
6.1.1	接口电路概述	214
6.1.2	I/O 接口基本组成原理	215
6.1.3	I/O 接口的主要功能	216
6.1.4	接口分类	216
6.1.5	I/O 接口寻址方式	217
6.1.6	微机与 I/O 接口传送方式	217
6.2	I/O 地址译码方法	220
6.2.1	I/O 地址译码原理	220
6.2.2	简单输入输出接口控制逻辑电路	220
6.2.3	地址译码电路	222
6.2.4	地址译码器设计与 VHDL 设计	224
6.3	中断系统	227
6.3.1	中断概述	227
6.3.2	中断优先级解决方案	229
6.3.3	可编程中断控制芯片 8259A	231
6.3.4	外设中断管理器 VHDL 设计	246
6.3.5	80x86 中断系统	247
6.4	定时器/计数器	257
6.4.1	定时器概述	257
6.4.2	可编程定时计数器 8253A	257
6.4.3	8253A 的 VHDL 设计	269

6.5	并行接口	277
6.5.1	并行通信与并行接口	277
6.5.2	零线信号交换	278
6.5.3	单线信号交换	278
6.5.4	双线信号交换	279
6.5.5	三线信号交换	280
6.5.6	可编程并行接口芯片 8255A	280
6.5.7	8255A 在键盘扫描电路中的应用	290
6.5.8	带信号交换线 8 位并口的 VHDL 设计	292
6.6	串行接口	295
6.6.1	串行接口和串行通信	295
6.6.2	异步通信和同步通信	296
6.6.3	发送时钟和接收时钟	298
6.6.4	串行通信校验方式	300
6.6.5	信号调制与解调	304
6.6.6	异步串口通信接口标准 RS-232C	307
6.6.7	串行接口芯片 Intel 8251A	311
6.6.8	IBM PC 串口芯片 INS8250	321
6.6.9	异步串行通信 I/O 功能调用	335
6.6.10	用 8251A 和 8250 构成多微机通信系统	340
6.7	D/A 及 A/D 接口	342
6.7.1	过程通道	342
6.7.2	D/A 转换器	345
6.7.3	DAC0832	349
6.7.4	A/D 转换器	353
6.7.5	ADC0809	355
6.7.6	基于 VHDL 的 ADC0809 控制器设计	359
6.7.7	模拟量输入通道	361
6.7.8	A/D 转换结果处理技术	364
6.7.9	信号滤波	365
6.8	键盘与 LED 接口	366
6.8.1	键盘接口	366
6.8.2	LED 接口	368
6.8.3	8279 可编程键盘/显示器接口	370
6.9	DMA 技术	385
6.9.1	DMA 概述	385
6.9.2	DMA 控制器 8237A	385
6.9.3	DMA 控制器在系统中的应用	394
6.9.4	DMA 控制器 8237A 的初始化	398



6.9.5 DMA 控制器的应用举例	399
习题与思考题	402
第7章 总线技术	408
7.1 总线基本概念	408
7.1.1 总线定义	408
7.1.2 总线分类	408
7.1.3 总线标准	409
7.1.4 总线仲裁	410
7.2 ISA 总线	412
7.3 PCI 总线	412
7.3.1 PCI 总线对传统总线结构的突破	412
7.3.2 PCI 总线的系统结构及特点	413
7.3.3 PCI 总线引脚信号	414
7.4 USB 总线	414
7.4.1 USB 概述	414
7.4.2 USB 结构	415
7.4.3 USB 总线特点	415
7.4.4 数据传输类型	416
7.4.5 USB 总线数据传输	417
7.4.6 USB 的典型应用	418
7.4.7 一个 USB HOST 接口的软硬件设计	418
7.5 高速总线接口	419
7.5.1 IEEE 1394	419
7.5.2 高速图形端口 AGP	421
7.6 I ² C 总线	423
7.6.1 I ² C 总线简介	423
7.6.2 I ² C 总线特点	423
7.6.3 I ² C 总线原理	423
习题与思考题	424
第8章 多模块编程技术	426
8.1 概述	426
8.2 多模块段间链接	426
8.2.1 SEGMENT 伪指令	426
8.2.2 GROUP 伪指令	429
8.3 模块之间通信	430
8.3.1 EXTRN 和 PUBLIC 伪指令语句	430
8.3.2 过程程序和调用程序之间通信	432

8.4 多模块设计举例	437
8.4.1 多模块目标文件链接命令形式	437
8.4.2 多模块 END 伪指令使用格式	438
8.4.3 C 主模块调用汇编模块举例	440
8.4.4 汇编主模块调用 C 模块函数举例	441
习题与思考题	443
参考文献	444
附录A 8086 PC 指令系统	446
A.1 分类	446
A.1.1 传送类指令	446
A.1.2 算术运算类指令	446
A.1.3 逻辑运算类指令	447
A.1.4 串操作类指令	448
A.1.5 转移与调用类指令	449
A.1.6 处理器控制类指令	450
A.2 8086 指令系统表	451
附录B 通用汇编程序伪指令	455
B.1 分类	455
B.2 存储模式伪指令	455
B.3 简化段定义伪指令	456
B.4 通用汇编程序伪指令一览表	458
附录C ASCII 码编码表	460
附录D 中断向量地址分配	462
D.1 8088 中断向量	462
D.2 8259A 中断向量	462
D.3 BIOS 中断	462
D.4 提供给用户的中断	463
D.5 数据表指针	463
D.6 DOS 中断	463
D.7 BASIC 中断	463
附录E 汇编程序的开发过程	464
E.1 源程序的编辑	464
E.2 源程序的汇编	464
E.3 链接	465

E.4	汇编和自动链接	465
E.5	运行	466
E.6	DEBUG 调试工具	466
E.6.1	DEBUG 基本规则	467
E.6.2	DEBUG 命令详解	468
E.7	MASM611 使用方法简介	472
附录 F	汇编语言程序设计易犯的错误	475
附录 G	BIOS 中断	477
附录 H	DOS(INT 21H) 功能调用	481

第1章

微型计算机系统

1.1 微型计算机系统概述

微型计算机的发展经历了 4 个阶段：

- (1) 电子管计算机。
- (2) 晶体管计算机。
- (3) 大规模集成电路(LSI)计算机。
- (4) 超大规模集成电路(VLSI)计算机。

微型计算机的核心是中央处理器(Central Processing Unit, CPU),它是集运算器和控制器为一体的微型处理器芯片(Microprocessor, MP 或 μp)。随着微电子技术和超大规模集成电路的发展,微处理器芯片的集成度越来越高,每 18 个月芯片的集成度就要翻一番,这就是著名的摩尔定律,而且,至今集成电路的集成度发展速度尚未打破摩尔定律。

尽管微处理器芯片的发展日新月异,但是微型计算机的系统结构主要沿袭冯·诺依曼计算机体系结构,即微型计算机由五大部分组成:微处理器、存储器、芯片总线、输入输出接口(I/O 接口)、输入输出(I/O)外设。微型计算机的典型构成结构如图 1-1 所示。

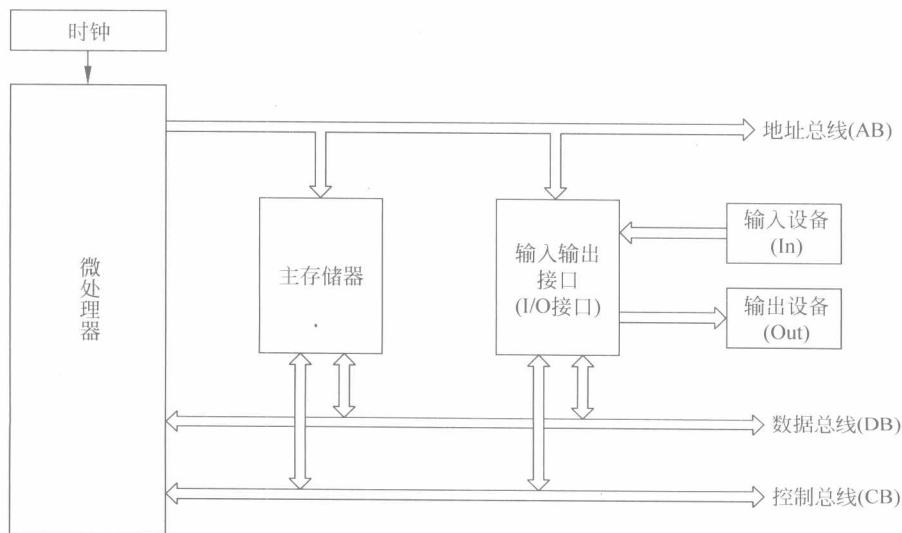


图 1-1 微型计算机的构成结构

芯片总线指 CPU 的 3 条总线：地址总线、数据总线、控制总线。包括存储器在内的所有外设均挂在总线上，CPU 通过地址总线对外设进行地址译码，保证任一时刻只选中一个外设，使数据总线成为 CPU 与该外设交换数据的通道，而控制总线用于控制数据的流向与握手信号等，比如读控制信号、写控制信号、中断请求输入与中断响应输出等。在各个历史发展阶段，微处理器芯片的硬件资源由简单到复杂，由单一功能到多个功能，而且运算速度由不到 1MIPS 发展到当前的上千 MIPS (Million Instruction Per Second, 每秒百万条指令)。总线结构由单一总线发展到多总线(哈佛结构)，指令系统由复杂指令系统(CISC)发展到精简指令系统 RISC (Reduced Instruction System Computer, 精简指令系统计算机)。通过学习微处理器芯片以及微型计算机的发展史，可以加深理解微型计算机的工作特性。微处理器芯片已经发展到今天的第 5 代，表 1-1 是以 Intel(英特尔)公司生产的微处理器芯片为代表的微处理器芯片的发展过程性能对照表。

表 1-1 Intel 微处理器芯片发展过程性能对照表

	芯片型号	地址总线宽度	数据总线宽度	存储器寻址空间	一级缓存	二级缓存	工作频率/MHz	集成度(晶体管, 万只/片)
第 3 代	8080	16	8	64KB			2	
	8088	20	8	1MB			5	2.9
	8086	20	16	1MB			5、8、10	2.9
	80286	24	16	16MB			12、20、25	13.4
第 4 代	80386SX	24	16	16MB			16、25、33	27.5
	80386DX	32	32	4GB			16、33、40	27.5
	80486DX	32	32	4GB	8KB		25~100	120
	Pentium	32	64	4GB	16KB		66~200	310
第 5 代	Pentium MMX	32(36)	64	64GB	16KB		200~300	450
	Pentium Pro	36	64	64GB	16KB	256KB	150~200	550
	P II	36	64	64GB	32KB	512KB	233~450	750
	P II Xeon	36	64	64GB	32KB	512KB	350~450	750
	P III	36	64	64GB	32KB	512KB	450~1 400	950
	P 4	36	64	64GB	32KB	256KB~1MB	1 400~2 800	4 200

第 1 代和第 2 代微处理器芯片主要以 8 位数据总线的形式面世，运算速度和精度都有很大的局限性，经历 10 年左右就淘汰了，在此不再叙述。

第 3 代的 8086 CPU 至今在实验教学中还有应用，尚未淘汰，体现出较强的生命力。下面就表 1-1 中出现的专业术语和性能指标，以及第 3 代到第 5 代微处理器出现的新技术概念进行详细说明。

- 地址总线：单向输出总线，CPU 向存储器或 I/O 端口传送的地址线。地址总线宽度决定 CPU 直接寻址的存储器容量，10 根地址总线寻址的存储器空间定义为 1KB，即 $2^{10} = 1\ 024 = 1\text{KB}$ 。16 根地址总线，寻址空间为 $2^{16} = 2^{10} \times 2^4 = 1\text{KB} \times 64 = 64\text{KB}$ 。20 根地址总线，寻址空间为 $2^{20} = 2^{10} \times 2^{10} = 1\text{KB} \times 1\ 024 = 1\ 024\text{KB} = 1\text{MB}$ 。32 根地址总线，最大寻址空间为 $2^{32} = 2^{20} \times 2^{10} \times 2^2 = 1\text{MB} \times 1\ 024 \times 4 = 1\ 024\text{MB} \times 4 = 4\text{GB}$ 。即：