



微机原理与接口技术

谢显中 尚凤军 编著
何利 杨勇



高等学校工程创新型「十二五」规划计算机教材

Engineering Innovation



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

高等学校工程创新型“十二五”规划计算机教材
重庆市“微机原理与接口技术”精品课程建设教材

微机原理与接口技术

谢显中 尚凤军 何 利 杨 勇 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以 80X86 系列微处理器和 32 位汇编语言为基础,充分考虑到了计算机软硬件的发展。全书主要包括四部分内容:微处理器结构及其基本原理;32 位汇编语言指令系统及其程序设计;接口技术和常用接口芯片,包括 8255A、8251、8253/8254、8237 芯片编程及应用;人机交互接口原理及其 A/D 和 D/A 的接口原理及其应用。本书实例丰富、突出应用。文字叙述深入浅出、循序渐进,避免了基础内容和较深内容之间跨度过大,较好地解决了它们之间的衔接和过渡。习题与思考题经过精心筛选,大多数参考了近年来国内一些重点院校考研试题题型,颇具启发性。

本书概念清楚,内容丰富,每章配有思考题,便于教学和学习。本书可作为高等院校的教材和教学参考书,也可供有一定实践经验的硬件开发人员、管理人员参考和作为继续教育的教材。

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。

图书在版编目(CIP)数据

微机原理与接口技术 / 谢显中等编著. —北京:电子工业出版社, 2011.8

高等学校工程创新型“十二五”规划计算机教材

ISBN 978-7-121-14255-0

I. ①微… II. ①谢… 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. ①TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 153785 号

责任编辑:竺南直

印 刷: 北京市李史山胶印厂
装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编:100036

开 本:787×1092 1/16 印张:23.5 字数:600 千字

印 次:2011 年 8 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:45.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

微机原理课程是高等院校理工科非计算机专业学生必修的一门计算机基础教育课程，是提高学生微型计算机应用与开发能力的重要课程。这是一门包括软件和硬件两方面知识的课程，以具体处理器为实例，讲解处理器的构成、工作原理及程序设计，从而更深刻、更全面地理解计算机系统。通过教学与实验，掌握微型计算机的基本工作原理、汇编语言程序设计的基本方法、微机与输入/输出设备的典型接口电路和接口技术。

通过多年的教学实践，尤其是近几年作为重庆市精品课程建设以来的课程改革经验，对教材内容和课程体系进行了深入研究和完善。本教材除了对汇编指令进行详细讲解外，还包括大量的相应案例；在微机接口内容部分，增加了对 8259A 控制字内容，便于学生从总体上理解中断应用编程，同时也给出了具体的实例，让读者从实例入手进行学习；本书还增加了对计算机新技术的介绍，例如：双核芯片原理、虚拟存储技术等，使读者从课本上了解更多的计算机知识。本教材面向 32 位微机和实际应用，为有志于从事接口设计开发的人员提供了有价值的参考信息，具有较好的市场前景。

本课程紧密结合电气信息类（含电气工程、自动化、通信工程、电子科学与技术、控制科学与工程、仪器科学与技术、生物医学工程等）的专业特点，围绕微型计算机原理和应用主题，Intel X86 CPU 为主线，以 32 位汇编语言为基础，系统介绍微型计算机的基本知识、基本组成、体系结构和工作模式等，Intel X86 CPU 的指令系统、汇编语言及程序设计方法和技巧，存储器的组成和 I/O 接口扩展方法，微机的中断结构、工作过程和 8259A 的编程与应用，DMA 控制器的工作过程和 8237 的编程结构，从而使学生能较清楚地了解微机的结构与工作流程，建立起系统的概念。

全书共分 10 章。第 1 章介绍了微型计算机的运算基础和结构基础。第 2 章详细介绍了微处理器结构及其基本原理，包括当代微机新技术，微处理器的寄存器结构，物理/虚拟存储器的寻址和管理等。第 3 章介绍了存储器系统，包括主存、硬盘和光盘的工作原理等。第 4 章介绍了 80X86 寻址方式、指令系统。第 5 章介绍了汇编语言程序设计，对指令、汇编源程序给出了通俗的注释。第 6 章介绍了接口技术，包括接口的基本概念、端口地址译码技术和 CPU 与外设数据传输方式。第 7 章介绍了中断技术，包括中断的基本概念和中断控制器 8259A 的原理及应用。第 8 章介绍了常用 I/O 接口芯片，包括 8255A、8251、8253/8254、8237 芯片的端口地址、控制字、状态字、工作方式、初始化编程及应用编程。第 9 章介绍了总线及其典型应用。第 10 章介绍了人机交互接口。

本书中用的一些素材以及列举的一些接口用例选自作者多年的科（教）研实践和研究成果。本书内容先进、结构新颖、实例丰富、突出应用。文字叙述上深入浅出、循序渐进，

避免了基础内容和较深内容之间跨度过大，较好地解决了它们之间的衔接和过渡。习题与思考题经过精心筛选，大多数参考了近年来国内一些重点院校考研试题题型，颇具启发性。

本书概念清楚，内容丰富，每章配有思考题，便于教学和学习。本书可作为高等院校的教材和教学参考书，也可供有一定实践经验的硬件开发人员、管理人员参考和作为继续教育的教材。另外本书配有电子教案，便于教学工作。

参加本书编写、调试工作的同志有谢显中博士、尚凤军博士、何利博士、杨勇博士。本书的出版得到重庆市“微机原理与接口技术”精品课程建设、重庆邮电大学特色专业和重点课程建设的资助，在此深表感谢。本书的顺利出版，要感谢重庆邮电大学计算机科学与技术学院、电子工业出版社的大力支持和帮助，特别感谢计算机系统与网络教研部的老师提出的内容建议和修改意见。

由于时间仓促和水平所限，书中难免存在错误和不妥之处，请读者原谅，并提出宝贵意见。

编 者

目 录

第 1 章 微型计算机基础	1
1.1 基本概念	1
1.1.1 微处理器、微型计算机、微型计算机系统的概念	2
1.1.2 微型计算机的发展	3
1.1.3 微型计算机系统的主要技术指标	3
1.1.4 微型计算机的应用概况	4
1.2 微型计算机中的数据类型	5
1.2.1 常用数据类型	5
1.2.2 数制转换	5
1.2.3 有符号数的表示	7
1.2.4 常用的编码	10
1.3 微型计算机系统的组成	12
1.3.1 微型计算机的硬件	12
1.3.2 微型计算机的软件	21
本章小结	21
习题与思考题	22
第 2 章 微处理器结构及基本原理	23
2.1 中央处理器发展过程	23
2.2 8086/8088 CPU	27
2.3 80486 CPU	28
2.4 Pentium CPU	31
2.5 Itanium 处理器	33
2.6 80486 的工作模式	34
2.6.1 实地址模式	34
2.6.2 保护虚地址模式	35
2.6.3 虚拟 8086 模式	37
2.7 80486 的外部引脚介绍	37
2.8 当前微处理器所使用的先进技术	41
本章小结	42
习题与思考题	42
第 3 章 存储系统	43
3.1 概述	43
3.1.1 对存储设备的要求	43
3.1.2 存储设备的分类	44
3.2 半导体存储器	44

3.2.1	DRAM 的分类	45
3.2.2	DRAM 的接口类型	45
3.2.3	高速缓冲存储器	46
3.2.4	ROM 存储器	48
3.2.5	EPROM 与 CPU 的接口	49
3.2.6	SRAM 与 CPU 的接口	52
3.2.7	DRAM 与 CPU 的接口	54
3.3	外部存储器	57
3.3.1	技术指标	58
3.3.2	硬盘发展	59
3.3.3	硬盘技术	61
3.3.4	固态硬盘	64
3.3.5	光盘存储设备	65
3.3.6	CD-ROM 光盘及其驱动器	70
3.3.7	DVD 光盘	71
	本章小结	72
	习题与思考题	73
第 4 章	80X86 指令系统和寻址方式	74
4.1	80X86 指令系统的寻址方式	74
4.1.1	操作数的种类	74
4.1.2	操作数的寻址方式	76
4.2	80X86 微处理器的指令格式	82
4.2.1	80X86 微处理器的指令编码格式	83
4.2.2	80X86 微处理器的指令书写格式	85
4.3	80X86 微处理器的指令系统	87
4.3.1	数据传送类指令	87
4.3.2	算术运算类指令	95
4.3.3	转移和调用指令	107
4.3.4	逻辑运算和移位指令	113
4.3.5	串操作指令	116
4.3.6	处理机控制指令	121
4.4	Pentium 系列微处理器新增指令	123
	本章小结	124
	习题与思考题	125
第 5 章	汇编语言程序设计	127
5.1	汇编语句格式	127
5.2	伪指令	127
5.2.1	汇编语言源程序的基本结构伪指令	128
5.2.2	常量和变量定义伪指令	132
5.2.3	过程定义伪指令	136

5.3	运算符和表达式	136
5.4	宏指令语句	138
5.4.1	宏指令的定义	138
5.4.2	宏指令的使用	139
5.4.3	宏嵌套	140
5.4.4	LOCAL 伪指令的使用	142
5.4.5	宏指令与子程序的区别	144
5.5	条件汇编伪指令	144
5.6	汇编语言源程序的格式	145
5.6.1	EXE 文件的编程格式	145
5.6.2	COM 文件的编程格式	146
5.6.3	EXE 文件和 COM 文件的内存映像	146
5.6.4	程序段前缀	147
5.7	汇编语言程序的上机过程	148
5.7.1	用编辑程序建立汇编语言源程序文件 (ASM 文件)	149
5.7.2	用汇编程序 MASM 将 ASM 文件汇编成目标程序文件 (OBJ 文件)	150
5.7.3	用链接程序 LINK 生成可执行程序文件 (EXE 文件)	151
5.7.4	程序的执行	152
5.7.5	汇编语言和 DOS 操作系统的接口	152
5.7.6	DOS 系统功能调用和 BIOS 功能调用	153
5.8	汇编语言程序设计的基本方法	160
5.8.1	汇编语言源程序设计的基本过程	160
5.8.2	顺序程序设计	161
5.8.3	分支程序设计	162
5.8.4	循环程序设计	164
5.8.5	子程序设计	166
5.9	程序设计举例	170
5.9.1	进制转换	170
5.9.2	人机对话	171
	本章小结	173
	习题与思考题	173
第 6 章	输入/输出系统	174
6.1	输入/输出接口概述	174
6.1.1	输入/输出接口的结构	174
6.1.2	CPU 与外设间交换的信息	175
6.1.3	接口电路的功能	176
6.2	I/O 端口及其编址方法	176
6.3	I/O 指令的两种寻址方式	177
6.3.1	直接端口寻址	177
6.3.2	DX 间接端口寻址	177

6.4	端口地址译码技术	178
6.4.1	端口地址的产生	179
6.4.2	三态缓冲和锁存	179
6.4.3	CPU 对外设的选择	179
6.5	I/O 传输的控制方式	180
6.5.1	程序控制的 I/O 方式	181
6.5.2	中断控制的 I/O 方式	181
6.5.3	直接存储器存取 (DMA) I/O 方式	182
6.5.4	IOP (输入/输出处理机) 方式	183
	本章小结	183
	习题与思考题	183
第 7 章	中断系统	184
7.1	中断系统概述	184
7.1.1	中断的基本概念	184
7.1.2	中断处理系统	185
7.2	8086 微处理器的中断方式	186
7.2.1	8086CPU 的中断类型	186
7.2.2	中断向量表与中断向量的获取	191
7.2.3	8086 的中断响应与处理过程	192
7.3	可编程中断控制器 8259A	194
7.3.1	8259A 的内部结构和引脚	195
7.3.2	8259A 的工作方式	198
7.3.3	8259A 的命令字	201
7.3.4	8259A 的应用编程	211
	本章小结	214
	习题与思考题	215
第 8 章	常用的可编程接口芯片	216
8.1	可编程并行通信接口芯片 8255A	216
8.1.1	并行通信与并行接口	216
8.1.2	8255A 的内部结构和功能	216
8.1.3	8255A 的工作方式及其初始化	219
8.1.4	8255A 的应用举例	231
8.2	可编程串行通信接口芯片 8251A	234
8.2.1	串行通信与串行接口	234
8.2.2	8251A 的内部结构和功能	240
8.2.3	8251A 的初始化编程	244
8.2.4	8251A 的应用举例	248
8.3	可编程定时/计数器接口芯片 8253	252
8.3.1	8253 的内部结构和引脚	253
8.3.2	8253 的工作方式	257

8.3.3	8253 的编程	262
8.3.4	8253 的应用举例	265
8.4	DMA 控制器 8237A	273
8.4.1	8237A 的功能及引脚特性	274
8.4.2	8237A 内部寄存器及读写操作	278
8.4.3	8237A 初始化编程	284
8.4.4	8237A 应用举例	291
	本章小结	296
	习题与思考题	296
第 9 章	总线	297
9.1	总线的基本概念	297
9.1.1	总线标准	297
9.1.2	总线的性能指标	297
9.2	总线分类	298
9.2.1	内部总线	299
9.2.2	系统总线	299
9.2.3	外部总线	307
9.3	总线应用	310
9.3.1	ISA 总线应用	310
9.3.2	PCI 总线应用	313
9.3.3	USB 总线应用	316
9.3.4	I ² C 总线应用	318
	本章小结	319
	习题与思考题	319
第 10 章	人机交互设备接口技术	321
10.1	键盘接口	321
10.1.1	键盘的分类	321
10.1.2	键盘的工作原理	322
10.1.3	PC 系列机键盘工作原理	324
10.1.4	PC/XT 与键盘的接口	325
10.1.5	PC/AT 与键盘的接口	326
10.2	鼠标接口	328
10.2.1	鼠标器的分类	328
10.2.2	鼠标器的工作原理	329
10.2.3	鼠标器与主机的连接	330
10.3	显示器接口技术	331
10.3.1	LED 显示器接口技术	331
10.3.2	CRT 显示器接口技术	333
10.3.3	LCD 显示器接口技术	336
10.4	D/A 转换器接口技术	340

10.4.1	概述	340
10.4.2	D/A 转换器的主要性能指标	340
10.4.3	D/A 转换器的基本工作原理	341
10.4.4	8 位 D/A 转换器接口设计	342
10.4.5	12 位 D/A 转换器 DAC1210 接口设计	345
10.4.6	DAC1210 与微机 CPU 的接口设计	346
10.5	A/D 转换器接口技术	347
10.5.1	A/D 转换的工作过程	347
10.5.2	并行比较型 A/D 转换器	348
10.5.3	双积分式 A/D 转换器	349
10.5.4	逐次逼近型 A/D 转换原理	351
10.5.5	A/D 转换器的主要性能指标	351
10.5.6	8 位 A/D 转换器接口设计	352
10.5.7	12 位 A/D 转换器接口设计	357
	本章小结	362
	习题与思考题	363
	参考文献	365

第1章 微型计算机基础

1.1 基本概念

在漫长的历史长河中，人类发明和创造了许多算法与计算工具，例如我国商朝时期的算珠、唐宋时期的算盘，欧洲16世纪以后出现的计算圆图、对数计算尺等。

1642年，法国物理学家帕斯卡（Blaise Pascal）发明了齿轮式加法器；1822年英国剑桥大学查尔斯·巴贝奇（Charles Babbage）教授提出了“自动计算机”概念，1834年设计成一台分析机，由五个基本部件组成，即输入装置、处理装置、存储装置、控制装置和输出装置。

1847年，英国数学家乔治·布尔（George Boole）创立了逻辑代数。

1944年，美国哈佛大学霍华德·艾肯（Howard Aiken）设计、IBM公司制造成Mark I计算机，使用十进制齿轮组作为存储器，使巴贝奇的梦想变成了现实。

1946年，美国宾夕法尼亚大学的约翰·莫克利（John Mauchly）和普雷斯普尔·埃克特（J. Presper Eckert）主持研制成世界上第一台电子数字计算机“ENIAC”。使用18 800多个电子管、1500多个继电器，占地170 m²，重30t，耗电150kW，内存储器容量17KB，字长12位，每秒5000次加法运算。由于存储容量小，没有完全实现“存储程序”的思想。

1951年，在冯·诺依曼（John von Neumann）主持下，研制成离散变量自动电子计算机（EDVAC），完全实现了“存储程序”的思想，故称为冯·诺依曼计算机。

自从第一台电子计算机诞生以来，计算机经历了四个时期，也称为四代。现在，又在向第五代智能化计算机的方向发展。

（1）第一代计算机 1946~1958年，基本电子器件是电子管，主存使用延迟线，外存有穿孔纸带、穿孔卡片和磁鼓，运算速度为每秒几千到几万次，编程语言是最基本的机器语言和汇编语言，用于科学计算。特点：存储容量小，体积大，功耗大，成本高。后期使用磁芯存储器，并出现了高级语言。

（2）第二代计算机 1959~1964年，基本电子器件是晶体管，主存使用磁芯存储器，外存有穿孔纸带、磁鼓、磁盘和磁带等。编程语言有汇编语言和高级语言，比如FORTRAN、COBOL、ALGOL等。且出现了操作系统，运算速度可达到每秒100万次以上。体积、功耗减小，可靠性提高，用于科学计算和自动控制。

（3）第三代计算机 1964~1971年，基本电子器件是集成电路，主存以磁芯存储器为主，外存有磁盘和磁带。操作系统进一步发展，高级语言种类增加，功能增强。体积减小，功耗降低，运算速度达到每秒1000万次以上。产品向标准化、模块化和系列化的方向发展，且与通信技术结合，出现了计算机网络。用于科学计算、工业自动控制、数据信息处理和事务管理等方面。

（4）第四代计算机 1971年到现在，基本电子器件是大规模或超大规模集成电路，主存使用半导体存储器，外存主要有磁盘、磁带和光盘。其产品进一步向标准化、模块化、

系列化和多元化发展，运算速度达每秒几亿至千万亿次以上。在结构上产生了多处理机系统。尤其是 20 世纪 80 年代以来，微型计算机、多媒体计算机迅速发展，且与通信技术结合，产生了全球 Internet。

在第四代计算机产生以后，人们就期待第五代智能计算机的诞生。希望模拟人的大脑、具有逻辑思维和推理功能。随后出现了专家系统、人工智能、模糊计算机和神经网络技术的研究。如今，又开始了真实（现实）世界计算（Real world computing）的研究。这些，标志着第五代计算机在向我们走来。

微型计算机在 20 世纪 70 年代登上历史舞台，成为当今计算机发展的一个主流方向。当前，微型计算机日益普及，其应用已深入到社会的各个角落，极大地改变着人们的工作方式、学习方式和生活方式，成为信息时代的主要标志。

1.1.1 微处理器、微型计算机、微型计算机系统的概念

微处理器（也称微处理机）是由一片或几片大规模集成电路组成的中央处理器，一般也称 CPU（Center Process Unit）。其内部通常包括算术逻辑部件，累加器和通用寄存器组，程序计数器，时序和控制逻辑部件，内部总线等。

微型计算机（简称微机或微型机）是以微处理器为核心，配上输入输出接口电路和系统总线构成的裸机。微型计算机通常是指计算机的硬件（硬设备），包括主机、显示器、鼠标键盘等。

微型计算机系统是指以微型计算机为主体，再配以相应的外围设备、电源、辅助电路和所需要的软件而构成的计算机系统。常用的外围设备有显示器、打印机、键盘等，系统软件一般包括操作系统、编译、编辑、汇编软件等。

微处理器、微型计算机和微型计算机系统三者关系如图 1.1 所示。微型计算机、微型计算机系统都是以微处理器为基础，加上相应的硬件和软件组装而成的。要注意，单纯的微处理器不是计算机，单纯的微型计算机也不是完整的计算机系统，它们都不能独立地工作，只有微型计算机系统才是完整的计算机系统，才有实用意义。

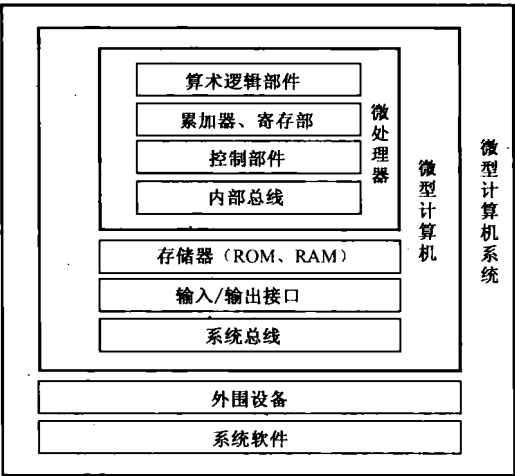


图 1.1 微处理器、微型计算机和微型计算机系统三者关系

1.1.2 微型计算机的发展

1970 年大规模集成电路（LSI）研制成功，计算机发展到第四代，微型计算机是第四代计算机的典型代表。1971 年在美国硅谷第一块通用微处理器 Intel4004 诞生，从而开创了微型计算机的新时代。微处理器的发展如表 1-1 所示。

表 1-1 微处理器的发展

	第一代 1971~1973 年	第二代 1974~1977 年	第三代 1978~1980 年	第四代 1980 年以后
典型的微处理器芯片	Intel 4004 Intel 4040 Intel 8008	Intel 8080 M6800 Z-80	Intel 8086/8088 M68000	Intel 8086 M68020 Z-80000
字长（位）	4/8	8	16	16/32
集成度（晶体管数/芯片）	1000~2000	5000~9000	20000~70000	>100000
时钟频率（MHz）	0.5~0.8	1~4	5~10	>10
数据总线宽度（位）	4/8	8	16	16/32
地址总线宽度（位）	4~8	8	20~24	20~32
存储容量	≤16KB 实存	≤64KB 实存	≤1MB 实存	≤4GKB 实存和 64GB 虚存
指令执行时间（μs）	10~15	1~2	<1	<0.125
软件水平	机器语言 汇编语言	汇编语言 高级语言 操作系统	汇编语言 高级语言 操作系统	汇编语言 高级语言 部分软件硬化

1.1.3 微型计算机系统的主要技术指标

（1）字长

字长是计算机内部一次可以处理的二进制数码的位数。一般，一台计算机的字长决定于它的通用寄存器、内存储器、算术逻辑单元（ALU）的位数和内部数据总线的宽度。字长越长，一个字所能表示的数据精度就越高；在完成同样精度的运算时，则数据处理速度越高。然而，字长越长，计算机的硬件代价相应也增大。为了兼顾精度 / 速度与硬件成本等因素，有些计算机允许采用变字长运算。

一般情况下，CPU 的内、外数据总线宽度是一致的。但有的 CPU 为了改进运算性能，加宽了 CPU 的内部总线宽度，致使内部字长和对外数据总线宽度不一致。如 Intel 8088/80188 的内部数据总线宽度为 16 位，外部为 8 位，对这类芯片，称之为“准 XX 位”CPU，因此 Intel 8088/80188 被称为“准 16 位”CPU，而 Pentium CPU 的外部数据总线宽度却是内部字长的 2 倍。

（2）存储器容量

存储器容量是衡量计算机存储二进制信息量大小的一个重要指标。它指的是存储设备可容纳二进制信息的最大字节数。存储二进制信息的基本单位是位（bit）。一般把 8 个二进制位组成的通用基本单元叫作字节 B（Byte 的缩写）。微型计算机中，通常以字节为单

位表示存储容量，并且将 1024B 简称为 1KB，1024KB 简称为 1MB（兆字节），1024MB 简称为 1GB（吉字节），1024GB 简称为 1TB（太字节）。286 以上的高档微机一般都具有 1MB 以上的内存容量和 40MB 以上的外存容量。目前市场上流行的微机大多具有 8~1024MB 的内存容量和 20~100GB 的外存容量。

（3）运算速度

计算机的运算速度一般用每秒钟所能执行的指令条数来表示。由于不同类型的指令所需时间长度不同，因而运算速度的计算方法也不同。常用计算方法有：

① 根据不同类型的指令出现的频度，乘上不同的系数，求得统计平均值，得到平均运算速度，这时常用品 PS（Millions of Instruction Per Second，即百万条指令 / 秒）为单位。

② 以执行时间最短的指令（如加法指令）为标准来估算速度。

③ 直接给出 CPU 的主频和每条指令的执行所需的时钟周期。主频一般以 MHz 为单位。

主频为 CPU 的额定工作频率，亦称内频，为 CPU 工作周期的最小时序，直接反映了 CPU 的工作速度。目前，微机的主频已达 1000MHz（1GHz），但与之相关的系统总线工作速率（外频）因受主板芯片组和内存工作频率的制约，提升较慢，一般为 133~200MHz。

（4）外设扩展能力

这主要是指计算机系统配接各种外部设备的可能性、灵活性和适应性。一台计算机允许配接多少外部设备，对于系统接口和软件研制都有重大影响。在微型计算机系统中，打印机型号、显示屏幕分辨率，外存储器容量等，都是外配置中需要考虑的问题。

（5）软件配置情况

软件是计算机系统必不可少的重要组成部分，它配置是否齐全，直接关系到计算机系统性能的好坏和效率的高低。例如是否有功能很强，能满足应用要求的操作系统和高级语言、汇编语言，是否有丰富的、可供选用的应用软件等，都是在购置计算机系统时需要考虑的。

1.1.4 微型计算机的应用概况

微型计算机具有广阔的应用领域，已深刻影响了人们工作、学习和生活的各个方面。微型计算机的典型应用包括科学计算、实时控制、信息处理、计算机辅助技术、家用电器和人工智能等。

在科学研究和工程技术计算领域，是微型计算机应用最早的领域，也是应用得较广泛的领域。微型计算机在工业测量和控制方面的应用已十分成熟和广泛，应用于工业、农业、科学技术、国防以至我们日常生活等各个领域。信息处理又称为数据处理，是指微型计算机用于处理生产、经济活动、社会和科学研究中获得的大量信息。计算机发展初期，仅仅用于数值计算。后来应用范围逐渐发展到非数值计算领域，可用来处理文字、表格、图像、声音等各类问题。计算机辅助技术包含计算机辅助设计（CAD）、计算机辅助制造（CAM）、计算机辅助测试（CAT）、计算机辅助教学（CAI）等。办公自动化系统是以支持办公自动化为目的的一个信息系统，如日程管理、电子邮政、电子会议、文档管理、统计

报表等，并能辅助管理和决策。目前，家用电器不仅使用各种类型的个人计算机，而且将单片机广泛应用于微波炉、磁带录音机、自动洗衣机、煤气用定时器，家用空调设备控制器、电子式缝纫机、电子玩具、游戏机等。人工智能的研究课题是多种多样的，诸如机器学习、计算机证明、景物分析、模拟人的思维过程、机器人等。

1.2 微型计算机中的数据类型

在日常生活中，人们最常用的是十进制数。但是用电子器件表示两种状态比较容易实现，也便于存储和运算，因此在计算机中一般采用二进制数。因为二进制数书写格式冗长，不便于阅读，所以程序设计中又常常使用十六进制数、八进制数和二十进制数等。

1.2.1 常用数据类型

(1) 十进制数

在程序设计中，人们广泛使用十进制数。十进制数的特点是：每一位有 0~9 十种数码，基数为 10，高位权是低位权的 10 倍，加减运算的法则为“逢十进一，借一当十”。

(2) 二进制数

由于计算机是一个开关部件，因此在计算机内部所有信息都以二进制数形式出现。二进制数的特点是：只有两个不同的数字，即 0 和 1，因此基数为 2，高位权是低位权的 2 倍，加减运算的法则为“逢二进一，借一当二”。

(3) 八进制数

八进制数也是二进制数的另一种书写形式，把 3 位二进制数作为一组，每一组用等值的八进制数（实际上是十进制数中的 0~7）来表示。八进制数的特点是：每一位有 0~7 这 8 种数码，因此基数为 8，高位权是低位权的 8 倍，加减运算的法则为“逢八进一，借一当八”。

(4) 十六进制数

十六进制数也是二进制数的另一种书写格式。十六进制数的特点是：每一位有 0~9 和 A~F 这 16 种数码，因此基数为 16，高位权是低位权的 16 倍，加减运算的法则为“逢十六进一，借一当十六”。

1.2.2 数制转换

1. 二进制数转换为十进制数

二进制数第 0 位的权值是 2 的 0 次方，第 1 位的权值是 2 的 1 次方，……

设有一个二进制数 0110 0100，转换为十进制数为：

$$0 \times 2^0 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^6 + 0 \times 2^7 = 100$$

下面是竖式将 0110 0100 换算成十进制数：

$$\begin{array}{r}
\text{第 0 位 } 0 \times 2^0 = 0 \\
\text{第 1 位 } 0 \times 2^1 = 0 \\
\text{第 2 位 } 1 \times 2^2 = 4 \\
\text{第 3 位 } 0 \times 2^3 = 0 \\
\text{第 4 位 } 0 \times 2^4 = 0 \\
\text{第 5 位 } 1 \times 2^5 = 32 \\
\text{第 6 位 } 1 \times 2^6 = 64 \\
+ \text{第 7 位 } 0 \times 2^7 = 0 \\
\hline
\end{array}$$

100

2. 八进制数转换为十进制数

八进制就是逢 8 进 1，八进制数采用 0~7 这八个数来表达一个数。八进制数第 0 位的权值为 8 的 0 次方，第 1 位权值为 8 的 1 次方，第 2 位权值为 8 的 2 次方，……

例如八进制数 1507 转换为十进制数为：

$$7 \times 8^0 + 0 \times 8^1 + 5 \times 8^2 + 1 \times 8^3 = 839$$

用竖式表示为：

$$\begin{array}{r}
\text{第 0 位 } 7 \times 8^0 = 7 \\
\text{第 1 位 } 0 \times 8^1 = 0 \\
\text{第 2 位 } 5 \times 8^2 = 320 \\
+ \text{第 3 位 } 1 \times 8^3 = 512 \\
\hline
\end{array}$$

839

3. 十进制数转换为二进制数

十进制数转换成二进制数，这是一个连续除 2 的过程：把要转换的数，除以 2，得到商和余数，将商继续除以 2，直到商为 0。最后将所有余数倒序排列，得到的数就是转换结果。例如将十进制数 6 转换为二进制数，结果为 110。用表格来表示，则为：

被除数	计算过程	商	余数
6	6/2	3	0
3	3/2	1	1
1	1/2	0	1

（在计算机中，“÷”用“/”来表示）

4. 十进制数转换为八、十六进制数

十进制数转换成八进制数的方法，与转换为二进制数的方法类似，唯一变化是除数由 2 变成 8。例如将十进制数 120 转换成八进制数，结果为 170。用表格表示，则为：