



21 世纪高等院校创新精品规划教材

微型计算机 及其接口技术

主 编 胡 敏 张 永 副主编 张 丹 丁小峰 曾剑明



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21 世纪高等院校创新精品规划教材

微型计算机及其接口技术

主 编 胡 敏 张 永

副主编 张 丹 丁小峰 曾剑明



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书以 IBM PC 系列机为背景机,全面系统地介绍了微型计算机原理、接口技术及应用。全书共 11 章,分别介绍了计算机基础、80x86 微处理器、半导体存储器、并行接口技术、串行通信技术、定时/计数技术、中断技术、DMA 技术、总线技术和人机接口技术。

本书内容丰富,力求反映微型计算机的最新发展技术。书中结构清晰,图表结合,注重基本概念的理解和应用能力的培养。各章配有一定数量的实例和习题,可作为大中专院校计算机专业及电子、机电、自控等专业的教材,也可作为从事计算机工作的工程技术人员、计算机爱好者的参考用书。

本书配有免费电子教案,读者可以从中国水利水电出版社网站以及万水书苑下载,网址为: <http://www.waterpub.com.cn/softdown/>或 <http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机及其接口技术 / 胡敏, 张永主编. -- 北京: 中国水利水电出版社, 2010. 7
21世纪高等院校创新精品规划教材
ISBN 978-7-5084-7626-1

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第119211号

策划编辑: 石永峰 责任编辑: 宋俊娥 加工编辑: 刘媛媛 封面设计: 李 佳

书 名	21 世纪高等院校创新精品规划教材 微型计算机及其接口技术
作 者	主 编 胡 敏 张 永 副主编 张 丹 丁小峰 曾剑明
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京市天竺颖华印刷厂
规 格	184mm×260mm 16 开本 20 印张 496 千字
版 次	2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷
印 数	0001—3000 册
定 价	36.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

随着微型计算机在社会各个领域的普及应用,掌握和应用计算机技术的能力已经成为衡量一个专业技术人员素质的标准之一,学习和运用微型计算机成为高校学生和现代科技人员必须的训练过程。本书以 IBM PC 系列机为背景机,全面系统地介绍了微型计算机原理、接口技术及应用技术。全书力求编写语言通俗易懂,理论结合实际,努力追踪微型计算机快速发展的历程,目的是让读者获得微型计算机硬件组织的基本理论,掌握微型计算机工作原理,具备微型计算机应用的基本技能。

全书共 11 章。第 1 章介绍微型计算机的发展、组成、性能指标以及数制、数据表示方法;第 2 章介绍 8086/8088 微处理器的内部结构、寄存器结构、工作模式、引脚、总线操作及时序,同时介绍 80386、80486、Pentium 系列高档微处理器的内部结构和主要特点;第 3 章介绍了存储器的分类、性能指标,讲解了各种半导体存储器的基本结构,以及存储器容量扩展的方法,并介绍了存储器系统中的 Cache 和虚拟存储器技术;第 4 章概要地介绍微型计算机接口技术的功能、分类,以及数据输入/输出控制方式;第 5~9 章分别介绍并行接口技术、定时/计数技术、串行通信技术、中断技术和 DMA 技术,并分别讲述了典型接口芯片 8255A、8253、8251A、8259A 和 8237A 的主要特征、内部结构、工作方式、编程方法以及在微型计算机系统中的应用;第 10 章讲解在总线发展历程中应用于微型计算机的几种典型总线标准;第 11 章介绍键盘、鼠标、显示器、打印机、外存储器等常用人机接口设备,并介绍笔输入设备、扫描仪、数码相机等新型设备。

本书内容丰富,力求反映微型计算机的最新发展技术。书中结构清晰,图表结合,注重基本概念的理解和应用能力的培养,各章配有一定数量的实例和习题,可作为大中专院校计算机专业及电子、机电、自控等专业的教材,也可作为从事计算机工作的工程技术人员、计算机爱好者的参考用书。

本书由胡敏、张永任主编,张丹、丁小峰、曾剑明任副主编,参与编写工作的还有金双平、杜波、王小青、李鑫、李强、王克杰、黄浩等。在本书编写过程中得到了中国水利水电出版社有关同志的关心和大力支持,谨此表示衷心的感谢。

限于作者水平,书中难免有错误或不妥之处,敬请读者不吝批评指正。

编 者

2010 年 7 月

目 录

前言

第1章 微型计算机概论	1
学习目标	1
1.1 微型计算机概述	1
1.1.1 微型计算机的产生与发展	1
1.1.2 微型计算机的特点	3
1.1.3 微型计算机的分类	4
1.1.4 微型计算机的主要性能指标	5
1.1.5 微型计算机的应用	6
1.2 微型计算机系统的组成	7
1.2.1 微型计算机的硬件系统	7
1.2.2 微型计算机的软件系统	10
1.2.3 微处理器、微型计算机及微型计算机系统	12
1.3 计算机中数和字符的表示	12
1.3.1 进位计数制及数制之间的转换	13
1.3.2 计算机中数值信息的表示	16
1.3.3 数的定点及浮点表示	19
1.3.4 计算机中文字信息的表示	20
1.4 二进制运算	25
1.4.1 补码的加减法运算	25
1.4.2 逻辑运算	26
习题与思考	26
第2章 Intel 80x86 微处理器	28
学习目标	28
2.1 Intel 8086/8088 微处理器	28
2.1.1 8086/8088 微处理器的主要特性	28
2.1.2 8086/8088 微处理器的内部结构	29
2.1.3 8086/8088 寄存器结构	31
2.1.4 8086/8088 总线的工作周期	35
2.1.5 8086/8088 的引脚及工作模式	36
2.1.6 8086/8088 的存储器组织及 I/O 组织	43
2.1.7 8086/8088 的总线操作及时序	45
2.1.8 IBM PC/XT 微型计算机系统	54
2.2 80x86 高档微处理器	58

2.2.1 80386 微处理器	58
2.2.2 80486 微处理器	62
2.2.3 Pentium 系列微处理器	64
习题与思考	67
第3章 半导体存储器及其接口	69
学习目标	69
3.1 存储器概述	69
3.1.1 存储器的分类	69
3.1.2 存储器的主要性能指标	71
3.1.3 主存储器的基本结构	72
3.1.4 半导体存储器	72
3.2 随机存取存储器 RAM	74
3.2.1 静态 RAM (SRAM)	74
3.2.2 动态 RAM (DRAM)	78
3.3 只读存储器 ROM	80
3.3.1 掩膜只读存储器 ROM	81
3.3.2 可编程只读存储器 PROM	81
3.3.3 可擦除可编程只读存储器 EPROM	82
3.3.4 电可擦除可编程只读存储器 E ² PROM	83
3.3.5 快擦除读写存储器 Flash Memory	83
3.4 半导体存储器接口	84
3.4.1 存储器芯片与 CPU 连接时必须注意的问题	84
3.4.2 存储器的选址	85
3.4.3 存储器的容量扩展	85
3.4.4 典型 CPU 与存储器的连接	91
3.4.5 单列直插式存储器 (SIMM) 和双列直插式存储器 (DIMM)	94
3.5 存储体系结构	96
3.5.1 存储器系统的层次结构	96
3.5.2 多体存储结构	97
3.5.3 高速缓冲存储器 (Cache)	99
3.5.4 虚拟存储器	101
习题与思考	103

第4章 微型计算机输入/输出系统概述	105	6.2.3 8253 的引脚功能	147
学习目标	105	6.2.4 8253 的工作方式	148
4.1 微型计算机接口技术概述	105	6.2.5 8253 的控制字	155
4.1.1 接口及接口的功能	105	6.2.6 8253 的编程	157
4.1.2 接口的类型	108	6.3 8253 的应用	160
4.1.3 CPU 与 I/O 外设之间交换的 信息类型	109	6.3.1 IBM PC/XT 机上 8253 的时钟中断	161
4.1.4 接口电路的一般结构	110	6.3.2 IBM PC/XT 机上 8253 的动态 存储器刷新定时	161
4.1.5 I/O 端口的编址方法	111	6.3.3 8253 用于扬声器发声控制	162
4.1.6 接口技术的现状及发展	113	习题与思考	164
4.2 输入/输出控制方式	113	第7章 串行通信及串行接口技术	166
4.2.1 程序控制方式	113	学习目标	166
4.2.2 中断控制方式	116	7.1 串行通信概述	166
4.2.3 DMA 控制方式	118	7.1.1 串行通信与并行通信	166
4.2.4 I/O 处理机方式	119	7.1.2 串行通信中的基本技术	167
习题与思考	120	7.1.3 串行通信的基本方式	173
第5章 并行接口技术	121	7.1.4 串行通信接口标准	176
学习目标	121	7.1.5 串行接口的基本结构与功能	182
5.1 并行通信及并行接口	121	7.2 可编程串行接口 8251A	185
5.2 可编程并行接口 8255A	122	7.2.1 8251A 的主要特性	185
5.2.1 8255A 的内部结构	122	7.2.2 8251A 的内部结构	186
5.2.2 8255A 的引脚功能	123	7.2.3 8251A 的引脚功能	187
5.2.3 8255A 的控制字	125	7.2.4 8251A 的控制字及状态字	190
5.2.4 8255A 的工作方式	126	7.2.5 8251A 的编程	192
5.2.5 8255A 的编程	132	7.3 8251A 的应用	194
5.3 8255A 的应用	134	7.3.1 利用 8251A 实现与终端的 串行通信	194
5.3.1 8255A 控制 LED 显示	134	7.3.2 利用 8251A 实现双机串行通信	196
5.3.2 8255A 用于并行打印机接口	134	习题与思考	198
5.3.3 8255A 用于键盘接口	135	第8章 中断技术及中断控制器	200
5.3.4 8255A 实现双机并行通信	137	学习目标	200
习题与思考	139	8.1 中断技术概述	200
第6章 定时/计数技术及其接口	142	8.1.1 中断技术中的概念	200
学习目标	142	8.1.2 中断的基本原理	201
6.1 定时/计数技术概述	142	8.1.3 中断技术的特点	205
6.1.1 定时系统	142	8.2 8086 中断系统	206
6.1.2 定时方法	143	8.2.1 中断类型	206
6.1.3 可编程定时器/计数器的工作原理	144	8.2.2 中断向量表	208
6.2 可编程定时器/计数器 8253	145	8.2.3 中断管理	210
6.2.1 8253 的主要特性	145	8.3 8259A 中断控制器	214
6.2.2 8253 的内部结构	145		

8.3.1 8259A 的主要特性	214	10.3.1 VL 总线	274
8.3.2 8259A 的内部结构	214	10.3.2 PCI 总线	276
8.3.3 8259A 的引脚功能	216	习题与思考	281
8.3.4 8259A 的中断管理方式	218	第 11 章 人机接口技术	282
8.3.5 8259A 的中断响应过程	221	学习目标	282
8.3.6 8259A 的控制字	221	11.1 键盘及其接口技术	282
8.3.7 8259A 的编程	226	11.1.1 键盘的基本工作原理	282
8.4 8259A 在微型计算机系统中的应用	233	11.1.2 键盘的分类	284
习题与思考	236	11.1.3 非编码键盘的按键识别方法	284
第 9 章 DMA 技术及 DMA 控制器	239	11.1.4 PC 键盘	285
学习目标	239	11.1.5 PC 键盘接口技术	285
9.1 直接存储器存取 (DMA) 概述	239	11.2 鼠标器及其接口技术	287
9.1.1 DMA 控制器 (DMAC) 的 基本功能	240	11.2.1 鼠标器的分类及工作原理	287
9.1.2 DMAC 的一般结构	240	11.2.2 鼠标器的主要性能指标	288
9.1.3 DMAC 的工作方式	241	11.2.3 鼠标器与主机的接口	289
9.1.4 DMA 操作过程	242	11.2.4 鼠标器的编程应用	289
9.2 可编程 DMA 控制器 8237A	243	11.3 显示器及其接口技术	290
9.2.1 8237A 的主要特性	243	11.3.1 显示器的分类	290
9.2.2 8237A 的内部结构	243	11.3.2 显示器的工作原理	290
9.2.3 8237A 的引脚功能	245	11.3.3 显示器的主要性能指标	293
9.2.4 8237A 的操作方式	247	11.3.4 显示适配器的工作原理	294
9.2.5 8237A 的编程	249	11.3.5 显示器的编程应用	297
9.3 DMA 技术在微机系统中的应用	257	11.4 打印机及其接口技术	298
习题与思考	262	11.4.1 打印机的分类及工作原理	298
第 10 章 总线技术	265	11.4.2 打印机的主要性能指标	301
学习目标	265	11.4.3 打印机与主机的接口	302
10.1 总线技术概述	265	11.4.4 打印机的编程应用	303
10.1.1 总线的基本概念	265	11.5 外存储器及其接口	303
10.1.2 总线的规范	266	11.5.1 硬盘存储器	303
10.1.3 总线的性能指标	266	11.5.2 光盘存储器	305
10.1.4 总线的分类	267	11.5.3 常见移动式存储器	307
10.2 系统总线	267	11.6 其他人机接口设备	308
10.2.1 PC 总线	267	11.6.1 笔输入设备	308
10.2.2 ISA 总线	269	11.6.2 扫描仪	309
10.2.3 EISA 总线	270	11.6.3 数码相机	310
10.3 局部总线	273	习题与思考	311
		参考文献	313

第 1 章 微型计算机概论

学习目标

电子计算机的诞生是 20 世纪科学技术对人类的最卓越的贡献之一，特别是 70 年代后，微型计算机以其体积小、重量轻、功耗低、结构灵活、适应性强、性能价格比高的特点，被广泛应用于社会的各个领域，逐渐成为人们工作、学习和生活中不可缺少的现代工具。本章介绍了微型计算机的发展、应用、特点及主要性能指标，概述了微型计算机的工作原理、系统组成、软硬件特点，同时介绍了计算机中各种进制数、数据编码、字符编码、二进制数运算规则。

通过对本章的学习，读者应了解微型计算机的特点、分类及应用，掌握微型计算机的系统组成、主要技术指标，掌握各种进制数及其相互转换，理解带符号数的原码、反码、补码以及字符的 ASCII 码、BCD 码、汉字编码的表示及应用特点，从而为后续内容的学习打下良好的基础。

1.1 微型计算机概述

1.1.1 微型计算机的产生与发展

电子计算机的诞生是 20 世纪科学技术对人类的最卓越的贡献之一。自第一台电子计算机问世以来，经过半个多世纪的发展与改革，计算机逻辑部件经历了电子管、晶体管、集成电路和大规模、超大规模集成电路 4 个时代。在不断的发展历程中，计算机的处理速度越来越快，存储容量不断增加，稳定性不断增强，体积越来越小，价格越来越低，软件功能不断丰富和完善，特别是 20 世纪 80 年代以后，计算机技术的发展速度进一步加快，几乎每 3 年计算机的性能就能提高近 4 倍，而成本却下降 1/2。

第一台电子数字计算机 (ENIAC) 是 1946 年在美国宾夕法尼亚大学诞生的，它使用 18000 多个电子管，1500 多个继电器，占地面积 170 平方米，重约 30 余吨，耗电 140 千瓦。而目前 PC 中被广泛使用的奔腾 (Pentium) 微处理器却可以在不足 25cm^2 的集成电路芯片中，集成数千万个晶体管，时钟频率高达几个 GHz，功耗仅为几十瓦。计算机得以如此飞速发展，其根本动力就是计算机的广泛应用，而计算机的强大性能及通用性，又决定了它具有极为广泛的应用性，目前计算机已经广泛应用于工业、农业、商业、科研、文教、卫生、国防、交通、通信以及日常生活等几乎所有领域。

计算机按照性能、体积和价格分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机。大规模/超大规模集成电路技术的发展、芯片集成度的提高，使微型计算机技术成为可能。1971 年第一个微处理器 Intel 4004 诞生，标志着微型计算机时代的开始。微处理器通常是指以单片大规

模集成电路制成的具有运算和控制功能的处理器。微型计算机是以微处理器为核心，配以存储器、输入/输出接口电路和系统总线构成的计算机。由于微型计算机具有体积小、重量轻、可靠性高、结构灵活、适应性强及性能价格比高等优点，使其得到极为广泛的应用。微型计算机在其 30 多年的发展历程中，以微处理器的发展为标志，主要表现在微处理器的字长、主频、结构和功能方面，几乎每隔 3~5 年就会更新换代一次，主要经历可分为以下 6 个时代。

第一代微处理器（1971~1973 年）以 4 位微处理器和低档 8 位微处理器为代表。典型的产品如 Intel 4004、Intel 4040、Intel 8008 等。Intel 4004 是一个 4 位的微处理器，该芯片集成了 2300 多个晶体管，时钟频率为 108kHz，寻址空间为 640 字节，具有了简单的指令系统；Intel 8008 是一个 8 位的微处理器，由 Intel 公司于 1972 年设计生产，采用 PMOS 工艺，集成度提高到 3500 多个晶体管/片，时钟频率达到 500kHz；随后出现了如 Zilog 公司、Motorola 公司等许多公司从事微处理器的开发与生产。

第二代微处理器（1974~1978 年）以中高档 8 位微处理器为代表。此期间，处理器的设计生产技术已经相当成熟，许多厂家设计生产了多种型号的微处理器，如 Intel 公司的 8080/8085、Zilog 公司的 Z80、Motorola 公司的 6800/6802、Rockwell 公司的 6502 等。典型微处理器 Intel 8080 采用 NMOS 工艺，芯片集成度为 6000 个晶体管/片，时钟频率提高到 2MHz，指令系统趋于完善，寻址能力增强，运算速度较第一代产品提高了一个数量级。每一系列的微处理器产品不仅在性能和质量上有了很大提高，同时各生产厂家为每一系列的微处理器配套设计生产了大量的外围集成电路芯片，从第二代起，提高集成度、提高功能与速度、增加外围接口电路的功能及种类成为微处理器发展的基本方向。

第三代微处理器（1979~1984 年）是 16 位微处理器时代。这一期间，超大规模集成电路工艺已经成熟，一片硅片上可以容纳几万个晶体管，微处理器的功能已经可以与过去中档小型计算机相比。有代表性的微处理器芯片，如 Intel 公司的 8086/8088、Motorola 公司的 M68000 和 Zilog 公司的 Z8000。典型的 16 位微处理器 Intel 8086 采用 HMOS 工艺，芯片集成了 29000 个晶体管，时钟频率达到 5MHz/8MHz/10MHz，可以寻址 1MB 空间；Intel 8088 是 8086 的简化版本，时钟频率为 4.77MHz，它将 8 位数据总线独立出来，减少了引脚，从而降低了成本，以 Intel 8088 为 CPU 的 IBM PC 微型计算机的诞生，对世界计算机技术的发展有着重大的影响。1982 年 16 位微处理器 Intel 80286 推出，它的集成度达到 13.4 万晶体管/片，时钟频率达到了 20MHz，数据总线为 16 位，地址总线为 24 位，可以访问到 16MB 的地址空间。

第四代微处理器（1985~1992 年）以 32 位微处理器为代表。代表产品有 Intel 公司的 80386，Motorola 公司的 MC68020，以及 1989 年 Intel 公司继续推出的 80486。这一时期，无论在微处理器芯片本身的性能方面，还是与微处理器配套使用的外围接口芯片的开发方面，都有了很大的提高。32 位微处理器 Intel 80386 集成 27.5 万个晶体管，时钟频率达到 33MHz，数据总线 32 位，地址总线 32 位，具有 4GB 的物理寻址能力，由于芯片集成了分段存储和分页存储管理部件，所以能够管理高达 64TB 的虚拟存储空间。Intel 80486 集成 120 万个晶体管，包含浮点运算部件和 8KB 的一级高速缓冲存储器（Cache），加之倍频技术、RISC 结构等先进技术的使用，极大地提高了 CPU 处理指令的速度。

第五代微处理器（1993~2000 年）是超级 32 位微处理器时代。1993 年 Intel 公司推出了新一代高性能微处理器 Pentium（奔腾），“Pentium”的寓意为 Intel 公司的第五代产品，Intel Pentium 微处理器集成度达到 310 万个晶体管，时钟频率超过了百 MHz。在接下来的几年里，Intel 公司

陆续推出了 Pentium Pro (高能奔腾)、Pentium MMX (多能奔腾)、Pentium II 和 Pentium III 微处理器, 陆续推出的微处理器增加了 MMX、SSE 等技术, 集成度和主频不断提高, Cache 容量及其技术也不断增加, 极大地提高了指令处理速度, 特别是在多媒体方面具有很高的处理能力。2000 年 3 月 Intel 公司推出的新一代高性能 32 位微处理器 Pentium IV, 采用 NetBurst 的新式处理器结构, 性能大大超过了当时 Intel 系列的其他微处理器, Pentium IV 微处理器在数据加密、视频压缩和对等网络等方面的性能有了很大的提高, 进一步满足了互联网用户的需求。

第六代微处理器 (2001 年以后) 是 64 位微处理器时代。尽管 32 位微型计算机的性能已经很高, 但是各大计算机厂商仍然不断研制开发新产品, Intel、HP、AMD 等公司纷纷推出 64 位微处理器, Itanium (安腾) 微处理器就是一个典型的代表, 它由 Intel 与 HP 合作开发, 完全是基于 EPIC 技术而设计的, 采用全新的 IA-64 架构, 具有 64 位数据通路、64 位寻址空间和、64 位运算能力。

通过微处理器芯片的集成度和微处理器的运行速度就可以看出微型计算机的发展状况。早期的微处理器芯片集成度大约只有几千个晶体管/片, 如 Intel 4004 微处理器芯片的集成度仅有 2000 多个晶体管, 以后微处理器芯片的集成度越来越高, 几乎每两年就提高一倍。如 Intel 80386 微处理器芯片是在一块 0.25in^2 的正方形硅片上集成了多达 27.5 万个晶体管; Intel 80486 微处理器芯片是在一块 0.26in^2 的长方形硅片上集成了大约 120 万个晶体管; 而在 1in^2 大小的 Pentium 微处理器芯片上, 大约集成了 310 万个晶体管。如今的微处理器芯片, 集成度已达到千万以上。与之相对应, 微处理器的运行速度也在不断提高。以主频为例, 最初的微处理器主频仅为几 MHz, 如 Intel 8088 微处理器, 其主频也只有 4.77MHz, Intel 80286 微处理器的主频提高到了 20MHz; Intel 80486 微处理器的出现, 使主频超过百 MHz 成为可能; 32 位微处理器出现以后, 特别是 Pentium 系列芯片的出现, 使主频迅速提高, 发展至今已经超过 2GHz, 达到了 3GHz 以上。

微处理器性能的迅速提高, 得益于集成电路技术的飞速发展, 以及大量新技术在微处理器上的应用。微处理器性能的提高, 也迅速提升了微型计算机的性能, 进一步推动了微型计算机技术的发展。随着社会的发展和信息时代的需求, 未来的微型计算机将进一步朝着高性能、智能化、网络化的方向发展。

1.1.2 微型计算机的特点

计算机具有运算速度快、计算精度高、存储记忆能力强、稳定性高、持续工作时间长等特点。微型计算机在其诞生后的 30 多年中, 其发展速度可以说日新月异, 究其原因, 除了具有计算机的上述特点之外, 还取决于其下述独具的特点。

1. 体积小、重量轻、功耗低

由于大规模和超大规模集成电路技术的应用, 使微型计算机的微处理器及其配套支持芯片的尺寸比较小, 功耗也较低。如 16 位的 MC 68000 微处理器芯片尺寸仅为 46.25mm^2 , 功耗仅为 1.2W; 一般在一块印刷电路板上集成了为数不多的芯片就构成了微型计算机系统主板, 其尺寸也不过书本大小, 功耗一般仅有几瓦到几十瓦; 一台通用的 IBM PC 系列微型计算机的功耗最多只有 200 瓦左右。

近几年, 在计算机中还大量采用了 ASIC (大规模集成专用芯片) 和 GAL (可编程门阵列) 器件, 使得微型计算机的体积更加小, 重量减轻。目前, 微型计算机的典型芯片大多采用 MOS

和 CMOS 制造工艺,使得系统的耗电量很小。

2. 功能强

微型计算机不仅具有算术运算功能,还具有逻辑判断能力,不仅运算速度快,而且计算精度高。每种微处理器都有配套的软件系统支持,使得整个微型计算机系统的功能大大提高,能够适应社会各个不同应用场合的需求。

3. 可靠性高

由于微型计算机应用大规模和超大规模集成电路技术,在微处理器及其配套的系列芯片上可以集成上百万、上千万个元器件,使系统内的组件数目大幅度降低,印刷电路板上的插件和焊接点及连线大量减少,加之新型的制造工艺使芯片的功耗小,散热量低,从而使微型计算机系统的可靠性大大提高。目前,一台微型计算机的平均无故障时间可达数万小时。

4. 价格廉

由于微处理器芯片及其配套芯片的集成度越来越高,主板上的插件和连线减少,社会需求量也在不断提高,使得微型计算机非常适合批量生产,因而产品的造价不断下降。同时,不断走低的价格也促进了微型计算机的普及应用。

5. 结构灵活,适应性强

由于微型计算机采用标准化的总线结构,使其结构非常灵活,可方便地进行硬件扩展,使得微型计算机具有很强的适应性;由于微型计算机基本部件的系列化、标准化,更增强了微型计算机的通用性;另外,微型计算机具有可编程和软件固化的特点,加之各微处理器厂商在生产微处理器及其相关配套支持芯片的同时,还生产配套的支持软件,为用户构造一个所需的微型计算机系统创造了十分方便的条件,所以很容易适应不同用户的需求。

6. 使用方便,维护容易

由于目前微型计算机中的微处理器及其他各部件已趋系列化、标准化、模块化,并配有各种配套软件的支持,给用户使用计算机带来了很大的方便。一般采用自检、诊断及测试方式可以发现系统故障,定位故障点后,采用更换标准化模块板或芯片的办法就可以方便、快捷地恢复系统。

1.1.3 微型计算机的分类

可以从不同的角度对微型计算机进行分类,常见的有以下几种分类。

1. 按字长分类

微型计算机的性能在很大程度上取决于 CPU 的字长。到目前为止,微型计算机按照字长可分为:4 位机、8 位机、16 位机、32 位机、64 位机。

微型计算机的字长不同,内部寄存器的宽度就不同,微处理器的直接运算、处理能力就不同,整机性能也就不同。例如,16 位机以字长为 16 位的微处理器为核心,CPU 内部总线宽度为 16 位,具有 16 位宽的寄存器,可直接处理并行 16 位数据;又如,组成 32 位机的微处理器内部为 32 位结构,具有直接对并行 32 位数据进行运算、处理的能力。

2. 按结构分类

(1) 单片机。将 CPU、存储器及输入/输出接口电路等集成在一片芯片上的微型计算机。一般这类微机的存储容量小,输入/输出接口电路有限,所以只用于一些专用的小系统中。

(2) 单板机。将 CPU、存储器及输入/输出接口电路等组装在一块印刷电路板上的微型计

算机。通常情况,在这块电路板上还包含有固化在 ROM 中的容量不大的监控程序以及一些典型的外部设备配置。

(3) 多板机。由多块插件板组成的一台微型计算机。一般应用于工业控制现场。

(4) 微型计算机。微型计算机是在系统主板上插接若干块具有各种功能的印刷电路板,再配以电源而组成的独立装置,主板上包含有 CPU、内存储器和输入/输出接口电路,插接的各种印刷电路板是系统必备的,如存储器扩展板、输入/输出接口板等,再配有磁盘、光盘等外存储器,键盘、鼠标等常用人机交互工具,打印机、音箱等外部设备,以及丰富的软件支持,微型计算机的功能足以满足各种不同领域的需求。

3. 按制造工艺分类

微型计算机按照制造工艺的不同可以分为 MOS 型和 TTL 型。

1.1.4 微型计算机的主要性能指标

一个微型计算机系统的性能主要取决于它的系统结构、指令系统、I/O 外设以及软件配置等因素,因此,在评价一个微型计算机系统时,应该就各项性能指标进行综合评价。常用的性能指标主要有以下几项。

(1) 字长。字长是计算机内部能够一次性直接处理的一组二进制数据的位数,即微处理器内部的运算器、寄存器、内部数据总线宽度。字长一般是字节的整数倍,如 8 位、16 位、32 位、64 位。各种类型的微型计算机字长各不相同,字长越大,能表示的数值范围就越大,计算结果的有效位数也越多,表明计算机处理数据的精度越高;字长越大,一次性处理的信息量就越大,所以计算机的处理速度越快。字长是计算机最重要的性能指标之一。

(2) 内存容量。在计算机中,存储二进制 0 或 1 两种状态的最基本信息单元称为位 (bit),8 个位称为 1 个字节 (Byte, 简写成 B)。通常内存容量以字节为基本单元来表示,还使用千字节 (KB)、兆字节 (MB)、吉字节 (GB)、太字节 (TB) 几种单位。

各种容量单位之间的关系是:

$$1\text{KB}=1024\text{B} \quad 1\text{MB}=1024\text{KB} \quad 1\text{GB}=1024\text{MB} \quad 1\text{TB}=1024\text{GB}$$

内存容量是反映微型计算机数据处理能力的一个重要指标,是微处理器所能访问的存储单元数,是由访问内存的地址总线数目决定的。如 16 位地址总线,可访问的内存容量为 64KB 单元 ($2^{16}=65536=64\text{K}$); 20 位地址总线,可访问的内存容量为 1MB (2^{20}) 单元; 24 位地址总线,可访问的内存容量为 16MB (2^{24}) 单元。

存储容量越大表示微型计算机可处理、存储信息的能力越强。现代微机软件越来越大,运行时所需要的内存容量也越来越大,目前微型计算机的存储容量可达几百 MB,甚至达到 GB 数量级。

(3) 主频。主频又称时钟频率,是指计算机中时钟脉冲发生器所产生的时钟信号的频率。微处理器及其他一些部件都是在主频或经过对主频分频后的时钟控制下,一步一步地动作,完成微型计算机的各种操作的,主频越高,微型计算机的运算速度也就越快。主频的单位用 MHz (兆赫兹) 或 GHz (吉赫兹) 表示,如 Intel 8088 微型计算机的主频为 4.77MHz, Pentium III 微型计算机的主频达到数百 MHz 以上,目前,高档微型计算机的主频已经达到 3GHz 以上。

(4) 运算速度。微型计算机的性能在很大程度上是由微处理器决定的,而微处理器的性能主要体现在它的运算速度上。运算速度指微处理器执行指令的速度,是微型计算机性能的综

合表现。通常用单位时间内执行的指令数来表示计算机的运算速度,但是由于不同类型的指令所需的执行时间不同,因而运算速度的计算方法也有不同,目前有3种常用方法:一是用定点指令的平均执行速度 MIPS(百万条指令/秒)来表示;二是用浮点指令的平均执行速度 MFLOPS(百万条浮点数指令/秒)来表示;第三种方法是,从大量的典型程序中统计出各条指令的使用频率,以及各条指令的执行时间,然后求出指令平均执行时间,即可得出运算速度,这种表示计算机运算速度的方法比较严谨,但是实现起来却比较困难。

(5) 指令系统。每一种微处理器都有自己的指令系统。一般情况,一台微型计算机可有上百条指令,指令数越多,可实现的操作类型就越多,表明该微型计算机系统的功能越强。有的微处理器还在指令系统中增加指令的寻址方式,以进一步改善微型计算机的性能。

(6) 可靠性。可靠性是指计算机在正常条件下工作不发生故障的概率。故障率越低,表明微型计算机的可靠性越高。目前,一台微型计算机的平均无故障时间可达数万小时。

(7) 兼容性。兼容性是指计算机的软件程序或硬件设备应用于其他系统的可行性。主要体现在数据处理、输入/输出接口、指令系统等可兼容性。

(8) 性能价格比。性能价格比是指计算机系统的软件和硬件性能与销售价格之比,它能够反映出一类计算机产品的优劣。性能价格比是广大用户购机时最为关心的,通常希望以最小的价格获取最佳的性能。

1.1.5 微型计算机的应用

由于微型计算机具有体积小、重量轻、功耗低、价格廉和功能强等优点,所以被广泛地应用到社会的各个领域,由于它的普及,使人类步入了信息时代。归纳起来,微型计算机主要有以下几方面的应用。

1. 科学计算

科学计算是微型计算机最传统的应用领域。现代微型计算机系统具有较强的运算能力,其运算速度快、精度高,特别是多处理器构成的微型计算机,往往可以与大型计算机相匹敌,而成本却远远低于大型机。在科学研究与工程设计中,往往存在着数据量大、复杂性高的计算问题,非常需要计算机发挥快速、精确的计算性能。对于科学院所及科技人员及微型计算机已成为普及使用的必备工具。

2. 信息管理

信息管理是微型计算机普及使用的主要方面。利用微型计算机配以数据库管理软件,可以灵活地进行信息存储、分类、检索、统计和打印,可以在短时间内高效率地完成大量信息的处理。在企业管理、办公事务、文教卫生、金融商贸、军事活动、情报检索等领域,存在着大量的数据需要进行搜集、归纳、分类、存储、检索、统计和分析,尽管对这些数据的计算简单,但是数据量大,处理结果往往以图表等形式输出,所以很需要计算机把人们从大量烦琐的数据统计和事务处理中解放出来,从而大大提高工作效率和管理水平。目前,广泛应用于企事业单位,甚至家庭的人事管理、财务管理、生产统计、商品管理系统等软件,就是利用计算机进行信息管理的典型应用。

3. 过程控制

过程控制是使用计算机对生产过程和生产对象进行自动控制的过程。在石油、冶金、化工、电力、机械加工、交通管理以及军事及航天等部门,由于计算机的应用而节省了大量的人

力和物力，缩短了生产周期，提高了产品质量，降低了生产成本，改善了人们的劳动条件，极大地提高了生产效率。

4. 计算机网络与通信

通信技术与计算机技术的迅速发展与紧密结合使计算机网络在通信领域获得广泛的应用。从国际互联网、企业内部网到无线通信网络，计算机扮演着信息收集、加工、处理和传输的重要角色，特别是当今高速信息化时代，具有声音、图像等多媒体信息处理能力的微型计算机，与电话、电视一起，已成为人们生活、工作必不可少的一部分。

5. 计算机辅助教学、设计与制造

在微型计算机硬件性能不断发展的同时，软件也在不断地丰富，逐步地改善着人们的生产、生活和学习方式。在飞机、汽车、船舶、机械、建筑、电子、冶金等生产领域，应用计算机辅助设计（CAD）和计算机辅助制造（CAM）可以大大减少设计人员的工作量，缩短研制和生产周期，降低产品的生产成本，提高产品质量；用计算机辅助测试（CAT）数字设备、集成电路性能指标或检查设备故障等，可以节约测试时间，提高测试准确率，避免重大事故的发生；应用计算机辅助教学（CAI）或者利用计算机网络进行在线视频教学，可以提高学习者的学习兴趣和学习效率。在人们日常生活中，还在不断地涌现出运用计算机辅助生产和生活的各种服务项目。

6. 仪器仪表与家电控制

以微处理器为核心构成的各种智能仪器仪表，极大地提高了传统仪器仪表的精度、功能和可靠性。由微处理器控制的洗衣机、电冰箱、空调等已经是很普通的民用电器了，用微处理器控制的自动报时、自动报警系统也已经走入部分家庭，装有微处理器的娱乐产品将智能融于娱乐之中，更进一步地丰富了人们的业余生活。

1.2 微型计算机系统的组成

完整的计算机系统包括计算机硬件系统和软件系统。只有硬件的计算机称为“裸机”，人们是通过软件使用计算机的，计算机硬件和计算机软件都不能独立起作用，两者相辅相成，在“裸机”上配以系统软件后才成为真正可以使用的计算机系统。

1.2.1 微型计算机的硬件系统

计算机硬件是指组成计算机的那些机械的、电子的、光学的元部件或装置，是有形的物理实体。所谓微型计算机硬件系统是指构成微型计算机系统的所有实体部件的集合，一般由微处理器、内存储器、输入/输出接口、系统总线和外部设备等部件组成，如图 1-1 所示。

1. 微处理器

微处理器也称 CPU，是微型计算机的核心部件，由算术逻辑单元、控制单元、寄存器组以及内部总线组成。主要负责执行指令，实现算术运算和逻辑运算，控制微型计算机各个部件协调工作。

控制单元能够自动地、逐条地从内存储器中取出指令，并将指令翻译成控制信号，然后以系统时钟脉冲信号的频率，顺序地、有节奏地把控制信号发往指定的部件，从而控制各部件有条不紊地协同工作；算术逻辑单元（ALU）具有加、减、乘、除等算术运算功能和与、或、

非、异或等逻辑运算功能，是微型计算机进行数据加工和处理的部件；算术逻辑单元不具有存储功能，所以由寄存器负责暂时存放参加运算的数据以及运算的中间结果，CPU 内的寄存器较多，存取速度比内存储器快，包括通用寄存器和专用寄存器，这些寄存器不仅用于存放数据，还负责暂时存放地址，并可以与内存储器或输入/输出设备之间交换数据。内部总线为微处理器内部各部件之间的数据传送以及微处理器与内存储器或输入/输出接口之间的数据交换提供了通道。

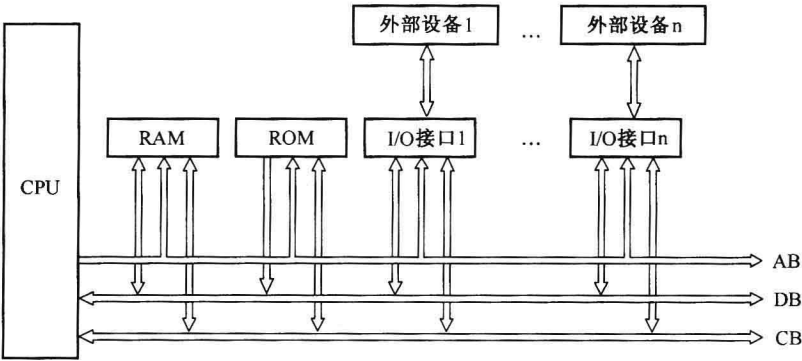


图 1-1 微型计算机硬件系统结构

2. 内存储器

内存储器又称主存储器，简称内存或主存，用于存储微型计算机工作时的程序和数据，是微型计算机中各种信息存储和交流的中心。

对内存的操作主要有“读”和“写”两种。“读”是指从内存中将数据或指令取出，读操作后，内存单元中的原有内容不变，是非破坏性的“读”；“写”是指把数据存入内存单元中，写操作后，内存单元中的原有内容将被新的内容覆盖，故称破坏性的“写”。

内存一般以字节为单位组成一个或多个存储体，每个字节单元有一个地址码与之对应，通过给定地址码可以对该地址所对应的存储单元进行读或写操作。

微型计算机上电工作时，外存储器（如硬盘）中的程序和数据被调入内存中存放，CPU 从内存中逐条地读出指令代码，写入 CPU 内部，再进行译码、执行；在执行指令的过程中，按照指令的功能要求，随时从内存中读出所需的数据，并及时将运算结果或中间结果临时存放于 CPU 内部的寄存器中或写回到内存中存储。内存的读写速度远远高于外存的读写速度，内存不断地向 CPU 提供所需的程序和数据，从而保证微型计算机能够依照程序自动、连续、高速地工作。

内存按照功能和性能可以分为以下两种：

（1）随机存储器（RAM）。用于存放微型计算机上电工作时所要执行的各种程序和所需的数据。其特点是信息可以读出也可以写入，存取方便；但是其中的信息不能长久保存，一旦断电，信息就会丢失，所以关机前应将 RAM 中的数据保存到外存储器中。

（2）只读存储器（ROM）。用于存储各种固定的程序。通常微型计算机的开机自检程序、系统初始化程序、引导程序、监控程序等不可随意改变的重要程序都固化在 ROM 中。其特点是信息固定不变，只能读出，不能重写，关机后 ROM 中存储的原有信息不会丢失。

3. 输入/输出接口

输入/输出接口电路(I/O 接口电路)是微型计算机与外部设备通信联系的主要装置,负责数据的缓冲和格式转换,协调主机与 I/O 外设间数据传输的速度差异,完成数据的中转。不同的 I/O 外设都有相应的 I/O 接口电路支持,如支持显示器工作的显示适配器(简称显示卡),支持硬盘工作的硬盘控制器等。

由于各种外设的结构不同、工作原理不同、速度有差异、处理的信号形式也各有不同,所以很有必要在 CPU 与各个 I/O 外设之间设置各种 I/O 接口电路,以协调 CPU 与外设间的工作,辅助 CPU 与外界的信息交换,从而大大提高 CPU 的效率,提高整个微型计算机系统的效率。

4. 系统总线

总线是各部件之间信息传输的一组物理信号线及相关的控制电路,是系统信息传输的公共通路。总线用于在系统各部件之间传送数据信息、地址信息及控制信息。微型计算机采用总线结构,使得系统内部各部件之间的相互关系变为各部件直接面向总线的关系。一个部件只要符合某种总线标准,就可以连接到使用这种总线标准的系统中,例如内存存储器模块(内存条)可以通过标准总线很方便地接入系统,与 CPU 相连,从而扩充微型计算机的内存容量;又如 CPU 是通过 I/O 接口电路与 I/O 外设相连的,增加 I/O 接口电路,就意味着增加外设。因此,微型计算机采用的总线结构利于系统的扩充、功能的扩展。

根据功能的不同,总线分为以下三类:

(1) 地址总线(AB)。专门用来传送地址信息。主要将 CPU 发出的地址信息送到内存或 I/O 接口中,内存及 I/O 接口电路中的地址译码器会对这个地址信息进行译码,从而选中对应的地址单元。地址信息主要由 CPU 发送出来,所以地址总线是单向的。地址总线的宽度决定了 CPU 直接寻址的能力,例如 Intel 8086 微型计算机具有 20 位地址总线,其可寻址的内存容量可达 1MB (2^{20}),利用地址总线的低 10 位对 I/O 端口进行寻址,可寻址 I/O 端口 1024 (2^{10}) 个。

(2) 数据总线(DB)。用于传送数据信息。主要实现 CPU 与内存或 I/O 外设之间、内存与 I/O 外设之间的数据传送。与地址总线不同,数据总线是双向的,数据可以从其他部件传送到 CPU,也可以由 CPU 传送到其他部件。数据总线的宽度与 CPU 的字长相对应,是一个很重要的指标,例如字长为 16 位为 Intel 8086 微型计算机,其数据总线宽度为 16 位。在微型计算机中,数据的含义是广义的,数据总线上传送的可以是计算机直接加工的对象数据,也可能是指令代码、状态码或控制码。

(3) 控制总线(CB)。用于传送控制信号、时序信号和状态信号的总线统称为控制总线。CPU 发送的控制信号通过控制总线被送到各个部件,从而控制这些部件完成指定的操作,如读信号、写信号等;其他部件送往 CPU 的信号,如时钟信号、中断请求信号等也都是通过控制总线传送到 CPU 的。

5. 外部设备

外部设备又称 I/O 设备,简称外设。输入、输出是计算机与外部世界交换信息的必需手段,外部设备是人机交互的必要设备。外部设备分为输入设备和输出设备,输入设备用于为计算机提供程序和需要加工的原始数据,输入用户的要求,从而控制计算机的运行,常用输入设备如键盘、鼠标、扫描仪等;输出设备用于输出计算机的处理结果,实现人机的及时交互,常用输

出设备如显示器、打印机、投影仪等。外部设备不能与 CPU 直接相连,而是由 I/O 接口电路负责在 CPU 与外部设备之间进行信息的中转, I/O 接口电路接受 CPU 的控制,管理外部设备的工作。

1.2.2 微型计算机的软件系统

在计算机系统中,以硬件为物质基础,配以完善的软件,才能充分发挥计算机的性能。软件包括计算机工作时所需要的各种程序、数据及相关的文档资料,为计算机有效地运行和特定的信息处理提供全过程的服务,是用户操作计算机的中介。硬件和软件相辅相成,两者缺一不可,在计算机的发展过程中,硬件系统的性能不断提高,软件系统也在不断更新和完善。微型计算机的软件系统分为系统软件和应用软件两大类。

1. 系统软件

系统软件主要用来辅助用户使用和管理计算机,从而简化用户的操作,支持软件的运行,提高计算机的使用效率,并且充分发挥计算机软件和功能。系统软件主要包括操作系统、服务型程序和语言处理程序。

(1) 操作系统。操作系统是具有控制和管理功能的一组程序的集合,负责对系统的各种软件和硬件资源进行统一控制、管理、调试和监督,合理地组织计算机工作流程。操作系统为用户提供了使用计算机的手段,如 DOS 磁盘操作系统提供的命令或 Windows 窗口提供的图形人机界面。当使用计算机的用户发出某种命令后,无须用户掌握计算机的硬件结构,由操作系统调用相应的程序,代替用户协调管理计算机的各类资源。操作系统是软件系统中最基础、最核心的部分,直接面向硬件,支持其他软件的运行,是计算机系统必不可少的基本组成部分。有了操作系统,用户可以方便地使用计算机,充分发挥计算机的性能。

在微型计算机中 MS-DOS、UNIX、Windows 等操作系统被广泛使用。操作系统通常由系统程序员用 C 语言或汇编语言编写,由大型厂家提供,具有用户界面友好、功能强大等特点。

(2) 服务型程序。服务型程序是指在软件开发和硬件维护过程中,辅助计算机专业人员进行监控、调试、故障诊断等工作的专用程序。例如,支持用户录入源程序的各种编辑工具软件,对各类程序进行装配、连接、调试的连接程序、调试程序,进行计算机硬件检测的诊断程序、排错程序等。

服务型程序具有工具性、辅助性的特点,也是由专业厂家提供的。用户只需掌握该工具软件的使用方法,即可自动、高效地实现相应的实用功能。

(3) 语言处理程序。计算机是工具,人们要使用这个工具,就必须使用人机沟通的语言。首先用户准备好向计算机发出的各种命令,然后将这些命令组合在一起,构成完整的程序,再交给计算机,计算机即可自动、连续地执行这些命令,完成相应的功能,这个过程就是用户编制程序、计算机执行程序的过程,这种人机沟通的语言就叫做计算机语言,也称做程序设计语言。由于计算机只认识 0 和 1 组合的二进制编码,而人们又习惯于使用接近日常生活的自然语言(英语),所以产生了三种计算机语言,即机器语言、汇编语言和高级语言。

机器语言是计算机硬件系统能够直接识别的计算机语言,是二进制编码语言,无须翻译即可直接执行。机器语言具有执行速度快、效率高的优点,但是机器语言直接面向计算机硬件,因计算机型号不同而有所不同,所以通用性差、可移植性差,而且机器语言程序的编制和调试很烦琐,编制效率低,所以现在的程序设计者很少直接使用机器语言。