

21 世纪 高等学校本科系列教材

总主编 吴中福

# 微型计算机原理与接口技术

(32)

贾金玲 编著



712

7P36-43

532

# 微型计算机原理与接口技术

贾金玲 编著

重庆大学出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

微型计算机原理与接口技术/贾金玲编著. —重庆:重庆  
大学出版社, 2001. 12

计算机科学与技术专业本科系列教材

ISBN 7-5624-2349-0

I. 微... II. 贾... III. 微型计算机—接口—  
高等学校—教材 IV. TP360.47

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 064149 号

**微型计算机原理与接口技术**

贾金玲 编著

责任编辑 彭宁

\*

重庆大学出版社出版发行

新华书店经销

重庆大学建大印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092 1/16 印张: 19.75 字数: 493 千

2001 年 12 月第 1 版 2001 年 12 月第 1 次印刷

印数: 1—5 000

ISBN 7-5624-2349-0/ TP·305 定价: 28.00 元

# 前言

本书兼顾了微型计算机知识的系统性与先进性,介绍了微型计算机的基本组成,从 Intel 8086/8088 开始介绍了 80X86 系列(包括 Pentium)微处理器的组成及工作原理,并以 8086/8088 和 80386、Pentium 为重点介绍了 IBM PC/XT 主机系统、80386 和 Pentium 机系统结构以及多媒体个人计算机。由于微型计算机与外界的信息交换均是通过接口进行的,所以本书花了较大篇幅讲述微型计算机接口技术,并根据现代计算机的特点直接讲述接口与总线的连接(包括 8 位接口总线与高档微机总线的连接,并列举了实例,还介绍了 32 位微机的存储器管理等相关技术)。

同时,本书注重实验教学,通过实验使学习者形成对微型计算机的整体认识,掌握常用接口的设计与分析方法,从而具备初步的微机硬件开发能力。

全书共分 12 章,微型计算机概述、Intel 8086/8088 微处理器,总线技术、微型计算机接口技术概述、并行接口技术、串行通信与串行接口技术、中断技术与中断系统、定时计数技术及接口、DMA 技术与 DMA 控制器、内存贮器及其管理、人机接口技术、32 位高档微型计算机。另有配套的课程设计指导书。该书中讲述了微型计算机原理与接口技术课程设计的目标、设计步骤和设计报告的要求,并给出了大量实际的课程设计题目,每一个题目都包括题目名称、内容、要求及所需设备器材。同时还配有课程设计实例,包括 CPU 系统设计、存储器扩展设计以及几种类型的接口技术应用设计。

本书既可作为大学计算机本科专业以及相关电子专业的教材,又可作为相关专业技术人员硬件开发与等级考试的参考书。建议学时数 80 学时,其中理论教学 60 学时,实验教学 20 学时。

## 一、《微型计算机原理与接口技术》课程定位

《微型计算机原理与接口技术》研究微型计算机的硬件组成与结构、工作原理及与外部设备的接口技术,它是计算机专业本科继“计算机组成原理”之后的一门主要硬件课程。本书在讲透基本原理的同时,紧跟微机的发展,注意介绍现代高档微机及其先进技术。本书主要作

为计算机专业本科“微型计算机接口技术”课程的教材,也可供考研人员及从事微机应用开发的专业技术人员参考。

## 二、《微型计算机原理与接口技术》培养目标

### (一)理论教学应达到的目标

《微型计算机原理与接口技术》是计算机专业一门主要的技术基础课。该课程主要介绍微型计算机的基本组成,并以 Intel 8086/8088、80386、Pentium 微处理器为重点,着重介绍 IBM PC/XT 主机系统 80386 系统结构、Pentium 机及多媒体微机系统,特别是以 PC/XT 机器系统为例讲透微型计算机的工作原理及与外设的接口技术。此外,还应对高档微机,特别是 32 位 CPU 的相关技术作适当介绍。

学习该课程后应使学生基本掌握微型计算机的组成和工作原理,常用接口芯片的使用方法,建立微型计算机的整机概念,并对现代高档微机及其先进技术有所了解和认识。

### (二)实验教学应达到的目标

《微型计算机原理与接口技术》是一门实践性较强的技术基础课,通过实验应使学生加深对微型计算机工作原理的理解,熟悉接口的工作原理及常用可编程接口芯片的应用,进一步掌握 A/D、D/A 转换器、存储器、键盘及 LED 器件等在微机系统中的应用。通过实验应形成对微机系统的整体认识,掌握常用接口的设计和分析方法,具备最初步的微机硬件开发能力。

## 三、《微型计算机原理与接口技术》主要内容

### (一)微型计算机的组成和工作原理部分

微型计算机概述,Intel 8086/8088 微处理器,存储器,IBM PC/XT 主机系统结构和工作原理,微机总线,32 位微机。

### (二)接口技术部分

接口技术概述,常用可编程接口芯片,A/D、D/A 转换技术在微机系统中的应用,键盘、LED 及其他外设接口。

编 者

2001 年 4 月

# 目 录

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 第 1 章 微型计算机概述 .....                | 1  |
| 1.1 微型计算机发展简史与展望 .....             | 1  |
| 1.2 微型计算机的特点及其分类 .....             | 2  |
| 1.3 微处理器、微型计算机和微型计算机系统 .....       | 4  |
| 1.4 微型计算机的应用及实例 .....              | 8  |
| 习题与思考题 .....                       | 10 |
| 第 2 章 Intel 8086/8088 微处理器 .....   | 11 |
| 2.1 8086/8088 的编程结构 .....          | 12 |
| 2.2 8086/8088 的引脚功能和工作模式 .....     | 14 |
| 2.3 8086/8088 的总线操作和时序 .....       | 23 |
| 2.4 8086/8088 的存储器组织和 I/O 组织 ..... | 29 |
| 2.5 IBM PC/XT 主机系统结构和工作原理 .....    | 31 |
| 习题与思考题 .....                       | 40 |
| 第 3 章 总线技术 .....                   | 41 |
| 3.1 总线技术概述 .....                   | 41 |
| 3.2 局部总线 .....                     | 43 |
| 3.3 系统总线 .....                     | 53 |
| 3.4 通信总线 .....                     | 59 |
| 习题与思考题 .....                       | 68 |
| 第 4 章 微机接口技术概述 .....               | 69 |
| 4.1 微机接口基本概念 .....                 | 69 |
| 4.2 接口的作用和特点 .....                 | 70 |
| 4.3 接口技术的现状及发展 .....               | 72 |
| 4.4 接口的译码 .....                    | 73 |
| 4.5 常用外围接口芯片 .....                 | 74 |
| 4.6 微机接口设计与分析的基本方法 .....           | 75 |

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| 4.7 微机接口设计与分析实例 .....            | 77         |
| 习题与思考题 .....                     | 84         |
| <b>第5章 并行接口技术 .....</b>          | <b>86</b>  |
| 5.1 并行接口技术概述 .....               | 86         |
| 5.2 可编程并行接口芯片 8255A .....        | 87         |
| 5.3 微机系统中的并行接口及其应用 .....         | 106        |
| 习题与思考题 .....                     | 108        |
| <b>第6章 串行通信与串行接口技术 .....</b>     | <b>110</b> |
| 6.1 串行通信概述 .....                 | 110        |
| 6.2 可编程串行接口芯片 8251A .....        | 119        |
| 6.3 微机系统中的串行接口及其应用 .....         | 133        |
| 习题与思考题 .....                     | 137        |
| <b>第7章 中断技术 .....</b>            | <b>138</b> |
| 7.1 中断技术概述 .....                 | 138        |
| 7.2 8086/8088 中断系统 .....         | 140        |
| 7.3 可编程中断控制器 82C59A .....        | 144        |
| 7.4 高档微机中断系统 .....               | 159        |
| 习题与思考题 .....                     | 163        |
| <b>第8章 定时/计数技术及接口 .....</b>      | <b>165</b> |
| 8.1 定时/计数技术概述 .....              | 165        |
| 8.2 可编程定时器/计数器 8253/8254 .....   | 166        |
| 8.3 8253 在微机系统中的应用 .....         | 182        |
| 8.4 高档微机的定时器 .....               | 183        |
| 习题与思考题 .....                     | 184        |
| <b>第9章 DMA 技术与 DMA 控制器 .....</b> | <b>186</b> |
| 9.1 DMA 技术概述 .....               | 186        |
| 9.2 可编程 DMAC8237A .....          | 190        |
| 9.3 DMA 技术在微机系统中的应用 .....        | 201        |
| 9.4 高档微机的 DMA 功能 .....           | 203        |
| 习题与思考题 .....                     | 204        |
| <b>第10章 内存储器及其管理 .....</b>       | <b>205</b> |
| 10.1 存储器概述 .....                 | 205        |
| 10.2 半导体存储器 .....                | 206        |

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| 10.3 半导体存储器在微机系统中的应用 .....       | 210        |
| 10.4 PC 微机的存储器 .....             | 216        |
| 习题与思考题 .....                     | 217        |
| <b>第 11 章 人机接口技术 .....</b>       | <b>219</b> |
| 11.1 键盘原理及其接口技术 .....            | 219        |
| 11.2 CRT 显示器原理及接口技术 .....        | 223        |
| 11.3 LED 显示器原理及接口技术 .....        | 228        |
| 11.4 LCD 显示原理及接口技术 .....         | 232        |
| 11.5 打印机及其接口技术 .....             | 234        |
| 11.6 其他交互式人机接口及有关设备 .....        | 239        |
| 习题与思考题 .....                     | 242        |
| <b>第 12 章 32 位高档微型计算机 .....</b>  | <b>243</b> |
| 12.1 从 8086 到 Pentium 微处理器 ..... | 243        |
| 12.2 80386 的体系结构 .....           | 252        |
| 12.3 高档微机存储器的扩展技术 .....          | 261        |
| 12.4 Pentium 机及多媒体微机系统 .....     | 274        |
| 习题与思考题 .....                     | 279        |
| <b>附录 I ASCII 码字符表 .....</b>     | <b>280</b> |
| <b>附录 II 8086/8088 指令表 .....</b> | <b>281</b> |
| <b>附录 III 80386 指令简表 .....</b>   | <b>284</b> |
| <b>附录 IV Pentium 指令表 .....</b>   | <b>287</b> |
| <b>参考文献 .....</b>                | <b>306</b> |



# 第 1 章

## 微型计算机概述

20 世纪科学技术对人类的最大贡献之一就是电子计算机的发明。自 1946 年第一台电子计算机问世以来,经过几十年的发展与变革,使计算机逻辑部件经历了电子管时代,晶体管时代,集成电路时代,大规模、超大规模集成电路时代,超大规模、超高速集成电路时代。同时,计算机内存的容量不断增加,软、硬件不断丰富,特别是多媒体、超媒体技术的发展,使计算机的使用越来越得心应手。在当今的信息化、网络化时代,计算机已成为人们工作和生活中不可缺少的基本工具,充当了改变人类社会生产和生活方式的主角。而在计算机中人们接触最多的是微型计算机。本书从 16 位微处理器 8086/8088 开始介绍了 Intel 系列 8086 ~ Pentium 微处理器,并以 8086/8088、80386、Pentium 为重点,对微型计算机的组成、工作原理、接口技术及现代高档微机的组成结构及相关技术等作较为全面的介绍。本章作为全书的引导,介绍微机的发展、特点、分类、应用,并给出实例,以建立对微机的初步认识。

### 1.1 微型计算机发展简史与展望

微型计算机是第四代计算机向微型化方向发展的一个重要分支,它的发展是以微处理器的发展为标志的。自 1971 年出现微处理器开始,仅 30 年的时间,已推出了 5 代微处理器产品。

第一代微处理器是以 Intel 公司 1971 ~ 1972 年推出的 4004、4040 和 8008 作为典型代表,其集成度为 2 000 与 3 300 个晶体管/片。

第二代微处理器是 1974 ~ 1977 年由几家公司分别推出的产品,以 Intel 的 8080/8085, Motorola 的 M6800, Rockwell 的 R6502 和 Zilog 的 Z80 作为典型代表,其集成度达 9 000 个晶体管/片。

70 年代后期,超大规模集成电路投入使用,进一步推动微型计算机向更高层次发展。1978 ~ 1980 年出现了第三代微处理器,Intel 的 8086/8088, Motorola 的 M68000 和 Zilog 的 Z8000 作为典型代表相继问世,其集成度高达 29 000 个晶体管/片,成为当时国内外市场上最流行的 3 种微处理器。它们采用 HMOS 高密度工艺,运算速度比 8 位机快 2 ~ 5 倍,赶上和超过了 70 年代小型机的水平。

80 年代以后,微处理器进入第四代产品,向系列化方向发展,Intel 公司相继推出了性能更高、功能更强的 80186 和 80286,它们与 8086 向上兼容。到 1985 年 Intel 公司又率先推出了 32 位微处理器 80386,它们与 8086、80186 和 80286 向上兼容,它们构成了 80 × 86 系列微处理器。与此同时, Motorola 公司推出了 32 位微处理器 M68020,集成度高达 68 000 个晶体管/片。HP 公

司推出的  $\mu$ P32 位微处理器芯片,集成度高达 45 万个晶体管/片,时钟频率达到 18MHz,速度之快,性能之高,足以同高档的小型机乃至中型机相匹敌。

进入 90 年代以来,Intel 公司在开发新一代微处理器技术方面继续领先,1993 年 3 月,Intel 公司发布了最新微处理器产品 Pentium,它可以称为第五代微处理器产品,其使用亚微米级的 CMOS 技术,使集成度高达 310 万个晶体管/片。

Intel 公司于 2000 年 4 月底向各主要电脑制造商提供了该公司 2000 ~ 2001 年微处理器产品的开发计划。该计划表明,今后将继续提高面向低价位个人电脑 Celeron 的工作频率,使其在 2000 年底达到 733MHz,2001 年还将推出工作频率为 766MHz 的 Celeron 微处理器芯片。而作为 Pentium III 后续产品的 Willaette 的工作频率已达 1.5GHz 以上。早在 1965 年,美国化学家,现为 Intel 公司名誉董事长的戈登·摩尔(Gordon Moore)就在一片论文中宣布,他通过对 1959 ~ 1965 年实际生产的集成电路的考察,发现在集成电路芯片上集成的晶体管数量每隔 18 个月会翻一番,芯片的性能也随之提高一倍,30 多年来这一规律屡试不爽,因而被人们称为“摩尔定律”。随着 DNA(Deoxyribonucleic Acid,脱氧核糖核酸)技术的应用,将会使计算机的速度进一步提升。不仅如此,在其他性能和功能方面也成指数规律的上升。

在过去数十年内,电脑创造的信息远远超过人类五千年历史所留下的文化。今天,微处理器已经遍布我们生活的每一个角落,甚至在衣服和身体中都可以嵌入 CPU。可以肯定,在未来的 30 年内,计算机界将发生一场革命,其结果是用光学元件或 DNA 技术构成 CPU。它们除性能成数万倍,甚至数百万倍的提高以外,结构将完全改变。随着卫星通信技术的发展,世界范围的高速宽带网将在实质上改变人们的生活。每台电脑 24 小时在线,共享所有电脑资源,并完成我们每天要做的工作。

未来微处理器的三个发展方向是:更强大的处理能力、人工智能、网络。微机的发展如此之快,我们实在无法确切地知道未来将会怎么样。

## 1.2 微型计算机的特点及其分类

### 1.2.1 微型计算机的特点

微型计算机的发展之所以如此迅速,主要取决于其独具的特点。

#### (1) 形小、体轻、功耗低

经过大规模集成化的电路,尺寸小,重量轻,功耗低。如拥有 6 800 个晶体管的 M6800 的芯片尺寸是  $5.2 \times 5.4\text{mm}^2$ ,16 位的 M68000 的芯片尺寸是  $42.25\text{mm}^2$ ,Pentium 机拥有 310 万个晶体管,其芯片尺寸是  $13.94\text{cm}^2$ 。外壳形状有长方形的双列直插式,有方形的针筒形和贴片形。使用为数不多的片子,在一块印制板上就可组成一台微机的主板,其功耗,小型的只有几瓦;一台通用的 IBM PC 系列微机也只有 200 瓦左右。

#### (2) 价格廉

一般的微处理器芯片只要十几 ~ 几十元,组成的主板也不过几百元。而且随着大规模集成电路工艺的日趋成熟,生产批量的加大,价格还会继续向下浮动。微型计算机不仅单位买得起,作为家庭电脑、多媒体终端正进入千家万户,甚至学生宿舍。

### (3) 结构简单、性能可靠

由于微型计算机采用大规模集成电路组成,使系统内的组件数目大幅度下降,印制板上的接插件和焊接点比采用中、小规模集成电路的机器减少2~3个数量级,加之新型的制造工艺使芯片功耗小、发热量低,使微机的可靠性大大提高。大规模集成电路的失效率一般好于0.000 5/千小时,因而微机易做到数千小时不出故障。

### (4) 灵活性好、适应性强

由于微型计算机结构采用总线形式,因而结构非常灵活,易于构成满足各种需要的利用形态的应用系统,也易于进一步扩展。而且,由于微型计算机基本部件的系列化、标准化,更增强了微机的通用性。另外,微型计算机具有可编程和软件固化的特点,使得同一系列的机器,仅通过改变程序就可适应不同的任务,加之标准化的总线结构,使微机适应性强,研制周期也大大缩短。

## 1.2.2 微型计算机的分类

微型计算机有多种分类方法,常用的有以下几种:

### (1) 按字长分类

字长是指计算机能直接处理的二进制数的位数。微型计算机的性能很大程度上取决于CPU的字长。到目前为止,微型计算机按字长可分为:

- 4位微型计算机:字长为4位,其CPU的典型代表为Intel 4004。
- 8位微型计算机:字长为8位,其CPU的典型代表为Intel 8080/8085, Motorola的M6800和Zilog的Z80。
- 16位微型计算机:字长为16位,其CPU的典型代表为Intel 8086/8088, Motorola的M68000和Zilog的Z8000。
- 32位微型计算机:字长为32位,其CPU的典型代表为Intel 80386, Intel 80486, Pentium。
- 64位微型计算机:字长为64位。这里要多说几句,当32位微处理器逐渐成为个人计算机的主流芯片时,以图形工作站的服务器为代表的高档微机就开始走向64位CPU。近几年来较有影响的64位芯片有Sun公司的UltraSparc, HP公司的PA 8000系列, DEC公司的Alpha 21164, 以及由Motorola加盟的Power PC 620等。

### (2) 按利用形态分类

按微机的利用形态可分为以下几类:

- 单片机:将CPU、存储器、外设接口等集成到一片芯片上所形成的微机。如MCS—51系列单片机8031等。
- 单板机:将CPU、存储器、外设接口等做到一块印制电路板上所形成的微机。如TP801 Z80。
- 多板机:由多块插件板组成的一台微机。如STD总线结构的工业控制计算机。
- 微机套件:针对特定的用途,选用合适的微机组件(如CPU、存储器、接口电路或芯片等)专门设计的微型计算机。
- 微机系统:购买现成的微机系统。如IBM PC及其兼容机系统。

### (3) 按应用环境分类

随着微机用途的不断拓展,其应用环境有了较大的差异,对微机的结构和要求也有所不

同,按应用环境分类可使用户对不同场合使用的微机有较全面的理解,从而按照自己的需要选择相应的微机。

- 单片机:已如前述。

- 个人计算机:简称 PC(Personal Computer),是 20 世纪后期一种最重要的计算机模式,目前全球已有约 2 亿台 PC 机供数亿人在办公室或家庭使用。随着市场的发展,个人计算机现已形成商用 PC 机、便携式 PC 机和多媒体 PC 机等 3 个重要分支。目前 PC 机的主流为 32 位机。

- 工作站/服务器:工作站(Workstation)在这里泛指供工程技术人员使用的工程工作站或图形工作站。服务器(Server)则通指在计算机网络中使用的各类服务器。工作站/服务器通常使用 32 位和 64 位机。

- 网络计算机:网络计算机(Network Computer,简称 NC)是一种依赖于网络的微型计算机,它不具备 PC 的高性能,但实现了较简单的操作和较低的购买与维护价位。1965 年,美国 Oracle 公司首席执行官埃里森(L. Ellison)率先提出了用 NC 来代替 PC 的主张,迅速获得了 Sun、IBM 等公司的响应。随即联合制定了一个《NC 参考规范》,针对当时 PC 机的弱点提出了 NC 的 5 项基本特征,即硬件的平台无关性、购置成本低于 PC、总体拥有成本大大低于 PC、使用和管理明显的容易和有效的安全功能。

### (4)按制造工艺分类

微型计算机按其制造工艺可分为:

- MOS 型微机:

- PMOS 型微机——P 沟道 MOS 电路制造而成;

- NMOS 型微机——N 沟道 MOS 电路制造而成;

- CMOS 型微机——P、N 互补 MOS 电路制造而成;

- HMOS 型微机——混合 MOS 电路制造而成。

- 双极型微机:

- STTL 型微机——肖特基 TTL 电路制造而成;

- ECL 型微机——射极耦合电路制造而成;

- I<sup>2</sup>L 型微机——集成注入式电路制造而成;

- I<sup>2</sup>L 型微机——平面集成注入式电路制造而成。

说明:以上分类,在用户中使用最多的是第二种分类方法。

## 1.3 微处理器、微型计算机和微型计算机系统

微机的一般用户和微机硬件的初学者往往对微处理器、微型计算机、微机系统等概念以及对微机软、硬件的界定存在模糊认识,本节以图、文并茂的形式阐明了这些概念和相互关系。

### 1.3.1 微处理器、微型计算机和微型计算机系统

微处理器、微型计算机和微型计算机系统,这是三个含义不同但又有着密切依存关系的基本概念。

### (1) 微处理器

微处理器简称  $\mu\text{P}$  或  $\text{MP}$  (Microprocessor), 是指由一片或几片大规模集成电路组成的具有运算器和控制器功能的中央处理器部件, 又称为微处理机。它本身并不等于微型计算机, 而只是其中央处理器。有时为区别大、中、小型中央处理器  $\text{CPU}$  (Central Processing Unit) 与微处理器, 而称后者为  $\text{MPU}$  (Microprocessing Unit)。但通常在微型计算机中直接用  $\text{CPU}$  表示微处理器。

### (2) 微型计算机

微型计算机 (Microcomputer), 简称  $\mu\text{C}$  或  $\text{MC}$ , 是指以微处理器为核心, 配上存储器、输入/输出接口电路及系统总线所组成的计算机 (又称主机或微电脑)。当把微处理器、存储器、输入/输出接口电路统一组装在一块或几块电路板上或集成在单个芯片上, 则分别称为单板、多板和单片微型计算机。

### (3) 微型计算机系统

微型计算机系统 (Microcomputer System), 简称  $\mu\text{CS}$  或  $\text{MCS}$ , 是指以微型计算机为核心, 配以相应的外围设备、电源和辅助电路 (统称硬件) 以及指挥微型计算机工作的系统软件所构成的系统。

## 1.3.2 微型计算机系统的组成

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, 所以, 当将其配上系统软件时才成为真正可以使用的计算机系统。由微处理器、微型计算机和微型计算机系统的概念可知, 我们平时使用的微机实际上是微机系统。

### (1) 微型计算机系统的组成

微型计算机系统的组成如图 1.1 所示。

图 1.2 也清楚地表明了  $\mu\text{P}$ 、 $\mu\text{C}$ 、 $\mu\text{CS}$  三者的含义及相互关系。

### (2) 微机系统硬件的组成及结构

微型计算机系统硬件的组成及其结构如图 1.2 所示。图中, 微处理器是微机的运算、控制核心, 用来实现算数、逻辑运算, 并对全机进行控制。存储器 (简称主存或内存) 用来存储程序和数据。输入/输出接口是主机与外设之间的界面, 协调二者的工作。

### (3) 微机系统的软件结构

计算机软件通常分为两大类: 系统软件和应用软件。系统软件是指不需要用户干预的能生成、准备和执行其他程序所需的一组程序。究竟应配置多少系统软件才能满足特定计算机系统的需要, 这取决于具体的用途。微机系统软件的分级结构如图 1.3 所示。

应当指出, 微机系统的硬件和软件是相辅相成的, 现代计算机的硬件系统和软件系统之间的分界线越来越不明显, 总的趋势是两者统一融合, 在发展上互相促进。一个具体的微机系统应包含多少软、硬件, 要根据应用场合对系统功能的要求来确定。

## 1.3.3 微型计算机系统的主要性能指标

一个微型计算机系统的性能由它的系统结构、指令系统、外设及软件的配置等多种因素所决定, 因此, 应当用各项性能指标进行综合评价, 其中微处理器的性能是一个主要的因素。最常用的性能指标有以下几项。

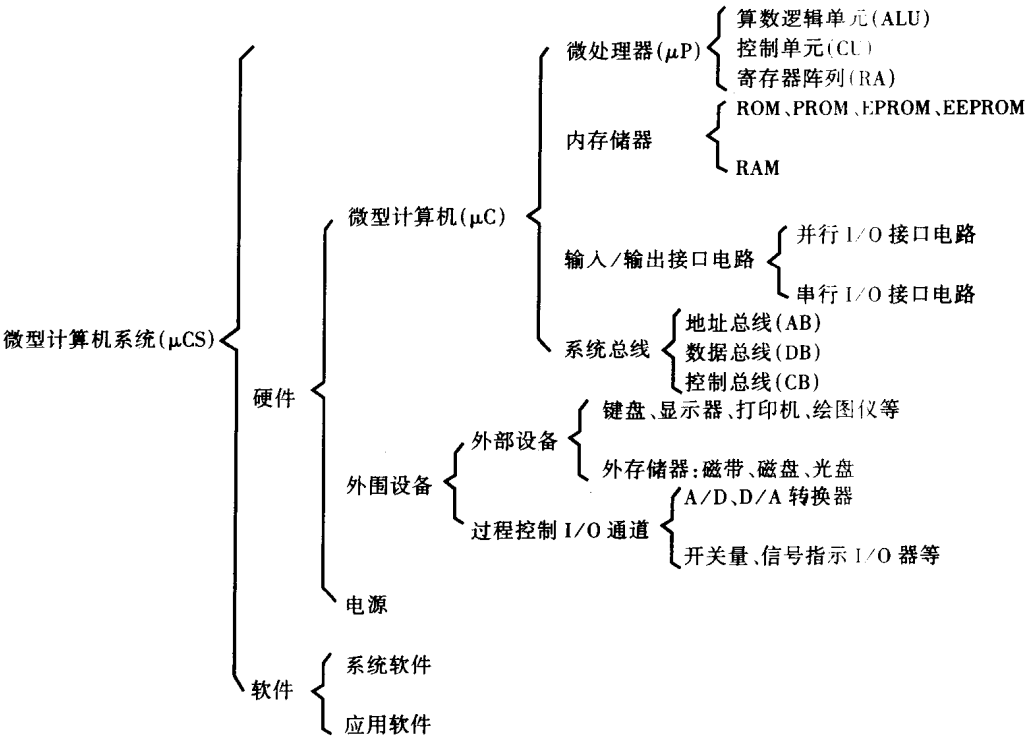


图 1.1 微型计算机系统的组成

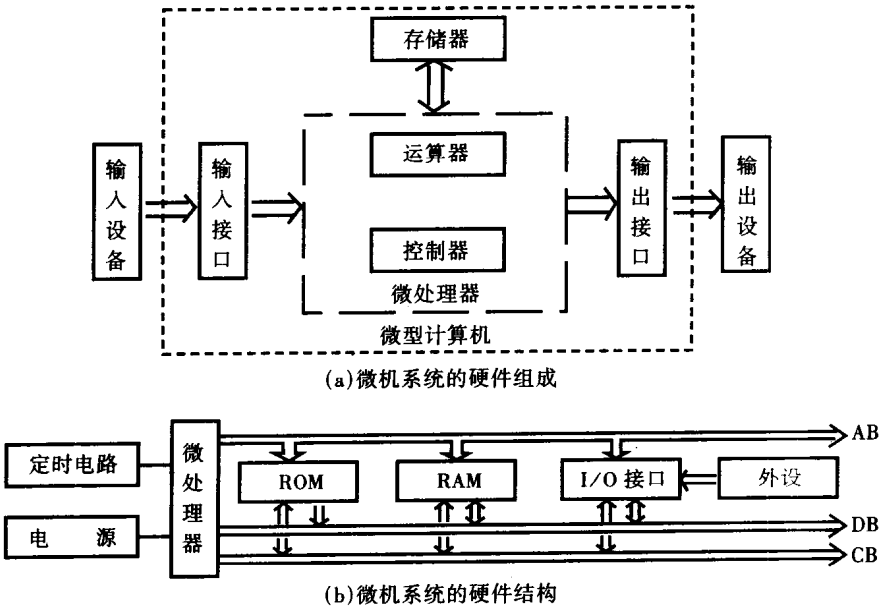


图 1.2 微机系统的硬件组成及结构

(1) 字长

字长是最重要的指标之一。在计算机术语中,通常不用位来表示基本信息单元,而是用一个计算机字(简称字)来表示。一个字就是一组二进制数,字长就是计算机能直接处理的一组

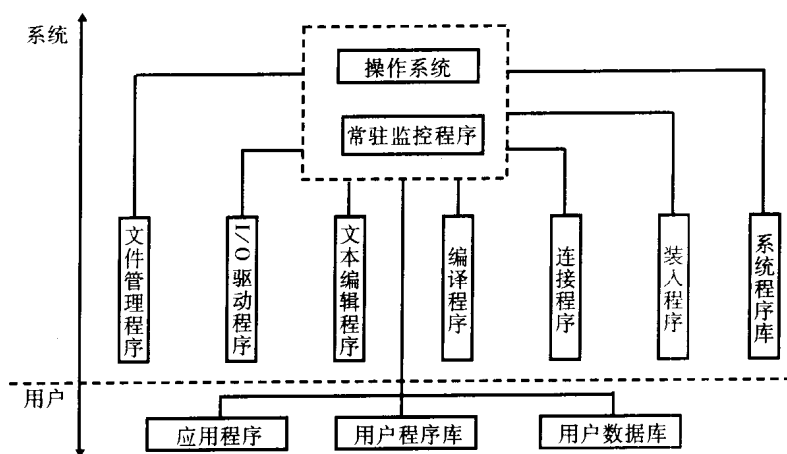


图 1.3 微机系统软件的分级结构

二进制的位数。

字长标志着计算精度,字长越长,它能表示的数值范围越大,计算出的结果的有效数位就越多,精度也就越高。但字长越长,制造工艺越复杂,成本就越高。微机的字长有1、4、8、16、32、64等多种。在一般的过程控制和数据处理中,通常使用的字长是8位,微机内存也以8位为一单元,因此普遍采用8位字长为一个信息段,称为一个字节(Byte)。如此,在8位机中,每个字由一个字节组成,而在16位机和32位机中每个字分别由2个和4个字节组成。当用字长较短的微处理器处理问题精度不能满足要求时,可以采用双倍或多倍字长运算,只是速度要慢一些。

### (2) 内存容量

通常内存容量是以字节为单位来计算的,例如:1KB内存为 $2^{10}$ 个字节=1024个字节,1MB内存为 $2^{20}$ 个字节=1048576个字节等等。现代微机软件越来越大,运行这些软件所需要的内存也就越来越大,一台586微机可能有16MB、32MB、64MB或128MB的内存。当然这里所说的内存不是CPU能直接寻址的内存,而是由基本内存和扩展内存两部分组成的。显然,微机系统的内存容量越大,可运行的软件就越多,使用起来越方便。

### (3) 指令系统

每一种微处理器都有自己的指令系统,一般来说,指令的条数愈多,其功能就愈强。例如,同样是8位机,Intel 8080 CPU有78条指令,而Z80 CPU在它的基础上扩大到158条,显然,Z80处理数据的能力比Intel 8080要强。有的微处理器是用增加寻址方式的办法来改善性能,如在16位机中,Z8000 CPU有8种寻址方式,而Intel 8086/8088 CPU有24种寻址方式,所以Intel 8086/8088的功能比Z8000更强。

### (4) 运算速度

运算速度是微机结构性能的综合表现,它是指微处理器执行指令的速率。由于执行不同的指令所需的时间不同,这就产生了如何计算速度的问题,目前有3种方法:一是根据不同类型指令在计算机使用过程中出现的频率,乘上不同的系数,求得统计平均值,这是平均速度;二是以执行时间最短的指令或某条特定指令为标准来计算速度;三是直接给出每条指令的实际执行时间和机器的主频。

(5)容许配置的外设数量

容许挂载的外设数量越多,微机的功能就越强。例如,Z80 微机能直接实现对 256 个输入/输出通道的寻址,也就是说,它容许配置近百台外设。而 Intel 8086/8088 能直接实现对 64K 个输入/输出端口的寻址,因此,若按每台设备平均占用 4 个端口计算,则以 Intel 8086/8088 为 CPU 的微机系统可以挂载 16K 个外设。

(6)系统软件的配置

系统软件的配置主要是指微机系统配置了什么样的操作系统及其他系统软件和实用程序等,这决定了计算机能否发挥高效率。

3 种典型的 16 位微处理器性能对照见表 1.1。

1.4 微型计算机的应用及实例

1.4.1 微型计算机的应用

微型计算机的发展在很大程度上是由其广泛的应用所推动的,正是微机的普及将普通人与计算机联系起来,从而使人类步入信息时代。以下仅是微机应用中的几个主要的方面。

表 1.1 三种典型的 16 位微处理器性能对照

|          |                         |                                   |                    |
|----------|-------------------------|-----------------------------------|--------------------|
| 微处理器     | Intel 8086/8088         | Z8000                             | M68000             |
| 发表年代     | 1978                    | 1979                              | 1980               |
| 工艺       | HMOS                    | HMOS                              | HMOS               |
| 地址总线     | 20 条                    | 23 条(分段式 8001)<br>16 条(不分段式 8002) | 23 + 1 位           |
| 数据总线     | 16 条                    | 16 条                              | 16 条               |
| 内存容量     | 1M 字节                   | 8M/64K 字节                         | 16M 字节             |
| 基本指令     | 100 种                   | 16 种类型                            | 56 种类型             |
| 通用寄存器    | 8 个 16 位寄存器             | 16 个 16 位寄存器                      | 16 个 32 位寄存器       |
| 寻址方式     | 24 种                    | 8 种                               | 14 种               |
| 指令字长     | 1—6 字节                  | 2—6 字节                            | 2—4 字节             |
| 指令最短执行时间 | 400ns                   | 750ns                             | 0.5ns 移字节到寄存器      |
| 时钟频率     | 4.77—8MHz<br>10MHz(改进型) | 4MHz<br>6MHz(改进型)                 | 8MHz<br>10MHz(改进型) |
| 集成晶体管数   | 29 000 个/片              | 17 500 个/片                        | 68 000 个/片         |
| 电源       | 5V/275mA                | 5V/300mA                          | 5V/300mA           |
| 封装引线     | 40 脚                    | 48 脚(8001)<br>40 脚(8002)          | 64 脚               |

(1)科学计算

许多现代微型计算机系统具有较强的运算能力,这是在过去只有大、中、小型机才具有的。特别是多个微处理器构成的系统,其功能往往可与大型机相匹敌,而成本却低到足以使大型机趋于淘汰。比如,美国 Seguent 公司用 30 个 Intel 80386 集合起来,构成 Symmetry 计算机,速度



为 120 MIPS, 达到 IBM 3090 系列最高档大型机的性能, 价格却不到后者的十分之一。用更多的微处理器构成的并行处理机甚至可以超过大型机的速度和性能。比如, Intel 公司用 128 个微处理器构成的 IPSC 机, 速度达 512 MIPS, 这比任何一种商用大型机的速度都高。Intel 公司用一台 32 个微处理器构成的 IPSC 机运行一个广泛使用的科学计算程序, 结果比 Cray 公司的大型机 X-MP/2 快 40%。

### (2) 信息处理和事务管理

短时间内完成对大量信息的处理是信息时代的必然要求。微型计算机配上数据库管理软件以后, 可以很灵活地对各种信息按不同的要求进行分类、检索、转换、存储和打印, 加上一些专用部件(如传感器)后, 还可以处理光、热、力、声等物理信号。

### (3) 过程控制

过程控制是微机系统应用最多, 也是最有效的方面之一。现在, 在制造工业和日用品生产厂家中都可以看到微机控制的自动化生产线, 微机在这些部门的应用为生产能力和产品质量的迅速提高开辟了广阔前景。

### (4) 仪器仪表控制

在仪器仪表, 特别是电子设备中, 已逐步用微处理器取代了传统的机械部件或分离的电子部件, 这大大提高了产品的性能/价格比。此外, 微处理器的应用还导致了一些新仪器——智能仪器的诞生。如智能示波器、逻辑分析仪等, 它使得人们能同时观察众多的信号波形及它们之间的时序关系。在医学领域, 出现了以微处理器为核心控制部件的 CT 扫描仪、超声扫描仪等智能化的医疗设备, 这就大大提高了对疾病的确诊速度和确诊率。

### (5) 计算机辅助教学、辅助设计等

随着微机系统软、硬件的不断丰富, 逐步改善着人们的生活和生产方式。比如, 用微机辅助设计(CAD)机械、电子等产品, 可以降低成本、缩短研制周期; 用微机辅助测试(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、提高测试准确率及避免重大事故的发生; 用微机辅助教学(CAI), 可提高学习者的学习兴趣和学习效率。目前各高校都在建设越来越多的多功能教室, 改变着传统的教育方法; 此外, 在日常生活中也在不断涌现辅助服装设计(客体服装设计)、电脑选发型等用微机提供的各种全新的服务项目。

### (6) 计算机网络与通信

计算机网络是指把若干台地理位置不同, 且具有独立功能的计算机通过通信设备和线路互连起来, 以实现信息传输和资源共享的一种计算机系统。

计算机技术和通信技术的迅速发展与紧密结合使计算机不仅用于科学计算、工业控制等, 也更多的用于信息的收集、加工、处理和传输。计算机网络使人们能将计算机“群集”起来, 快速而有效的发挥系统的整体效益。Internet 功能的不断增加和用户的不断扩充, 使地球变为一个村庄。微机作为信息高速公路(一种高速信息网络体系)的终端其功能是电话、电视、多媒体电脑汇集而成的“家庭信息中心”, 它是一个新的高技术浪潮, 在它的冲击下, 我们的生活方式和工作方式都将改变。

### (7) 家用电器和民用产品控制

用微电脑控制的洗衣机、电冰箱、空调等已经是很普遍的民用电器的了。此外, 用微处理器控制的自动报时、自动报警系统已进入发达国家的家庭。装有微处理器的娱乐产品将智能融于娱乐之中, 以微处理器为核心的盲人阅读器则能自动扫描文本, 读出文本的内容, 为盲人带