

//

21 世纪网络平台大学计算机系列教材

微机原理 与接口技术



龚义建 严运国 主编

WEIJIYUANLI
YUJIEKOUJISHU



科学出版社
www.sciencep.com

· 21 世纪网络平台大学计算机系列教材 ·

微机原理与接口技术

龚义建 严运国 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书为微机原理与接口技术课程教材。全书以 8086/8088CPU 为基础,以 PC 系列微机为背景,共分十二章,第一~五章主要讲解 80X86 微型计算机的基本原理,第六~十二章主要讲解 80X86 微型计算机常用接口芯片和接口技术应用系统。书中引入了大量例题,每章后配有适量习题和思考题。

为便于课程教学和学生自学,本书配有课程辅助教材《微机原理与接口技术导学》。

本书注重系统性和教学应用,从应用和实际出发,知识与能力并重,深入浅出,条理性好。本书可作为高等院校相关专业的“微机原理及应用”和“微机原理与接口技术”课程教材,也是广大从事微机应用与开发的科研和工程技术人员的自学教材或参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

微机原理与接口技术/龚义建,严运国主编. - 北京:科学出版社,2005.1
(21 世纪网络平台大学计算机系列教材)
ISBN 7-03-014902-5

I. 微… II. ①龚…②严… 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 (2005) 第 004185 号

责任编辑:彭 薇

责任印制:高 嵘/封面设计:王立革

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

武汉大学出版社印刷总厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005 年 1 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2005 年 1 月第一次印刷 印张:19 1/4

印数:1~6 000

字数:477 000

定价:28.50 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

微机原理与接口技术是高等学校相关专业的一门主干课程,课程目标在于使学生掌握微型计算机的基本结构、工作原理、各类接口部件功能及其与系统的连接,并在此基础上使学生具有微机应用系统软、硬件开发的初步能力。

本书作者经过多年来对微机原理与接口技术课程的教学、科研实践,依据微型计算机技术的最新发展,针对学生在学习该课程过程中出现的问题和难点,考虑现有微型计算机原理及应用课程的特点,以 8086/8088 CPU 为基础,以 PC 系列微机为背景编写了这本教材。

全书共分十二章,在章节和内容编排上注重系统性和实用性。第一章至第五章主要讲解 80X86 微型计算机的基本原理;第六章至第十二章主要讲解 80X86 微型计算机常用接口芯片和接口技术应用系统。其中,第一章为微型计算机概述,第二章详细介绍了 8086/8088 CPU 的内部结构、外部特性和微机系统组成原理及体系结构,第三章介绍微机存储器的组成及其与系统的连接,第四章对 8086/8088 指令系统和程序设计基础作了详尽说明,第五章介绍微机输入输出系统,第六章讲述微机中断系统及中断技术,第七章介绍 DMA 技术,第八章至第十一章详细介绍了微机接口技术(包括定时/计数技术,并行接口技术,串行接口 8251A, D/A、A/D 转换器及接口),第十二章介绍了总线技术与接口标准。

作为一本教材,本书在编写中注重理论联系实际,从应用的角度出发,在讲清基本原理的基础上,强调基本概念、基本方法以及实际分析和设计能力的培养。在叙述上从实际出发,深入浅出,概念明确,条理性好。书中引入了大量例题,有利于读者掌握基本概念、基本方法,便于自学。每章后配有适量习题和思考题,可帮助读者明确目标和掌握重点,也便于教师组织教学。

为配合本课程教学及学习辅导,我们编写了课程辅助教材《微机原理与接口技术导学》,将教材中的每章知识要点、重难点、典型例题解析、习题与解答等内容整合起来,供教师教学和学生自学选用。

本书可作为高等学校相关专业的“微机原理及应用”和“微机原理与接口技术”课程的教材,也是广大从事微型计算机应用与开发的科研和工程技术人员的自学参考书。

本书由龚义建、严运国任主编,胡新荣、雷建军、张国庆任副主编。其中,第一、二、三、十二章由龚义建、雷建军、王虎编写,第四章由胡新荣编写,第五章由朱相鸣编写,第六章由代子静编写,第七章由杨晓燕编写,第八章由聂玉峰编写,第九、十、十一章由郭海如、龚义建编写,罗海峰、黄小明、林远洋参加了部分内容的编写和绘图工作。全书由龚义建负责最初的大纲拟定和最后的统稿、定稿工作。

由于编者水平有限,时间仓促,书中难免有不足和疏漏之处,敬请读者和专家批评指正,以便再版时予以修订。

编者

2005 年 1 月

目 录

第一章 微型计算机概述	1
1.1 微型计算机的发展和应用	1
1.1.1 微型计算机的发展	1
1.1.2 微型计算机的特点	2
1.1.3 微型计算机的性能评价	3
1.2 微型计算机的分类	4
1.2.1 按微处理器的字长划分	4
1.2.2 按微型计算机的组装形式(规模)划分	5
1.2.3 按应用范围和表现形式划分	5
1.3 微型计算机的系统组成	5
1.3.1 微型计算机的硬件系统	6
1.3.2 微型计算机的软件系统	9
1.4 IBM PC/XT 微机系统	10
1.4.1 IBM PC/XT 微机的硬件基本组成	10
1.4.2 存储空间的分配	12
1.4.3 I/O 空间的分配	13
习题与参考题	14
第二章 微处理器	15
2.1 8086/8088 CPU	15
2.1.1 8086/8088 CPU 的编程结构(逻辑结构)	16
2.1.2 8086/8088 的内部寄存器	18
2.2 8086/8088 CPU 的引脚及其功能	19
2.2.1 最大工作模式/最小工作模式	19
2.2.2 8086/8088 CPU 的引脚及其功能	20
2.2.3 8086 与 8088 的比较	24
2.3 8086/8088 的存储器组织	24
2.3.1 存储空间与存储器结构	24
2.3.2 存储器的分段和物理地址的形成	26
2.3.3 8086/8088 中的堆栈段	28
2.4 8086/8088 的系统构成	29
2.4.1 最小模式的 CPU 子系统	29
2.4.2 最大模式的 CPU 子系统	33
2.5 8086 CPU 系统的操作和时序	34
2.5.1 系统的复位和启动操作	35
2.5.2 总线操作	35
2.5.3 最小模式下的总线保持	41
2.5.4 最大模式下的总线请求/允许	42

2.6 从 80X86 到 Pentium	44
2.6.1 80286 CPU 的结构与性能特点	44
2.6.2 80386 CPU 结构及性能特点	46
2.6.3 80486 CPU 结构及性能特点	47
2.6.4 Pentium 系列 CPU 结构及性能特点	48
习题与思考题	51
第三章 存储器	53
3.1 存储器概述	53
3.1.1 存储器的分类	53
3.1.2 半导体存储器的一般结构	54
3.1.3 存储器的层次结构	56
3.1.4 半导体存储器的主要技术指标	57
3.2 随机读写存储器	58
3.2.1 静态 RAM	58
3.2.2 动态 RAM	60
3.3 只读存储器	63
3.4 CPU 与存储器的连接	65
3.4.1 存储器芯片的组织	65
3.4.2 存储器地址的选择	67
3.4.3 存储器与 CPU 的连接	69
3.4.4 存储器芯片与 CPU 连接时必须注意的问题	72
3.5 高速缓冲存储器	73
3.5.1 Cache 基本工作原理	73
3.5.2 主存与 Cache 的地址映射	74
3.5.3 地址索引机构	75
3.5.4 置换控制策略	75
3.6 光盘存储器	76
3.6.1 概述	76
3.6.2 光盘存储器的工作原理及其组成	77
习题与思考题	78
第四章 8086 的指令系统和程序设计基础	79
4.1 8086 指令系统概述	79
4.1.1 8086 指令系统的特点	79
4.1.2 8086 指令格式	79
4.1.3 操作数的类型	81
4.1.4 指令的执行时间	82
4.2 8086 的操作数寻址方式	83
4.3 8086 的程序地址寻址方式	87
4.4 8086 指令系统	88

4.4.1 数据传送指令·····	89
4.4.2 算术运算指令·····	94
4.4.3 逻辑运算与移位指令·····	102
4.4.4 串操作指令·····	105
4.4.5 程序控制指令·····	109
4.4.6 处理器控制指令·····	113
4.5 程序设计基础·····	114
4.5.1 程序设计的三种基本结构·····	114
4.5.2 指令的语法格式·····	116
4.5.3 程序的基本框架·····	116
4.5.4 宏指令和伪指令·····	117
习题与思考题·····	122
第五章 输入和输出系统 ·····	125
5.1 I/O 接口概述·····	125
5.1.1 CPU 与外设之间交换的信息·····	125
5.1.2 I/O 接口的主要功能·····	126
5.1.3 I/O 接口的典型结构·····	127
5.2 I/O 端口及编址方法·····	128
5.2.1 I/O 端口和端口地址·····	128
5.2.2 I/O 端口的编址方式·····	129
5.2.3 I/O 端口的地址译码方法·····	130
5.3 CPU 与 I/O 设备的数据传送方式·····	133
5.3.1 程序控制的 I/O 方式·····	134
5.3.2 中断控制的 I/O 方式·····	137
5.3.3 直接存储器存取(DMA)I/O 方式·····	138
5.3.4 I/O 处理机方式·····	141
习题与思考题·····	142
第六章 中断技术 ·····	143
6.1 中断的基本概念·····	143
6.1.1 中断与中断源·····	143
6.1.2 中断过程·····	144
6.1.3 中断优先级管理·····	146
6.2 8086 中断系统·····	148
6.2.1 8086 的中断源分类·····	148
6.2.2 8086 的中断向量与中断向量表·····	150
6.2.3 中断处理顺序和中断嵌套·····	151
6.2.4 中断类型号的获取·····	152
6.2.5 关于主程序和中断子程序·····	152
6.3 可编程中断控制器 8259A·····	153

6.3.1	8259A 的内部结构及外部特性	153
6.3.2	8259A 的工作方式	155
6.3.3	8259A 的编程命令	158
6.4	8259A 在微机中的应用	164
6.4.1	8259A 的初始化编程	164
6.4.2	8259A 的级联使用	165
6.4.3	8259A 的应用举例	166
	习题与思考题	168
第七章	DMA 技术	169
7.1	DMA 概述	169
7.1.1	DMA 传送的特点	169
7.1.2	DMA 传送的过程	170
7.1.3	DMA 传送的工作方式	170
7.1.4	DMA 控制器	172
7.2	DMA 控制器 8237A	173
7.2.1	8237A DMA 控制器的基本特性	173
7.2.2	8237A 的内部结构和外部特性	174
7.2.3	8237A 的内部寄存器	177
7.2.4	8237A 的编程命令	184
7.3	8237A 在微机中的应用	185
7.3.1	8237A 的初始化编程	185
7.3.2	8237A 的级联使用	188
	习题与思考题	189
第八章	定时/计数技术	190
8.1	定时/计数技术概述	190
8.1.1	定时/计数的基本概念	190
8.1.2	定时/计数方法	191
8.2	可编程定时/计数器芯片 8253	192
8.2.1	8253 的基本特性	192
8.2.2	8253 的内部结构及工作原理	192
8.2.3	8253 引脚及功能	195
8.2.4	8253 的工作方式	196
8.2.5	8253 的初始化编程	200
8.3	可编程定时/计数器芯片 8253 的应用举例	204
8.3.1	8253 定时功能的应用	204
8.3.2	8253 计数功能的应用	207
8.3.3	发声器的设计	209
	习题与思考题	212
第九章	并行接口	213

9.1 并行接口概述	213
9.1.1 并行接口及其特点	213
9.1.2 并行接口的一般结构	213
9.2 可编程并行接口芯片 8255A	214
9.2.1 8255A 的基本特性	214
9.2.2 8255A 的内部结构	215
9.2.3 8255A 引脚及功能	216
9.2.4 8255A 的编程命令	217
9.2.5 8255A 的工作方式	220
9.3 可编程并行接口芯片 8255A 的应用举例	226
9.3.1 并行打印机接口设计	226
9.3.2 双机并行通信接口设计	228
习题与思考题	233
第十章 串行接口	235
10.1 串行通信的基本概念	235
10.1.1 串行通信的特点	235
10.1.2 串行通信的传输模式	235
10.1.3 串行接口电路的组成	236
10.1.4 调制解调器	237
10.1.5 串行通信的基本方式	238
10.1.6 串行通信的传送速率	239
10.1.7 RS-232 串行通信接口标准	239
10.2 可编程串行接口芯片 8251A	243
10.2.1 8251A 的基本特性	244
10.2.2 8251A 的内部结构	244
10.2.3 8251A 的引脚及功能	245
10.2.4 8251A 的编程	246
10.3 可编程串行通信接口芯片 8251A 的应用举例	249
10.3.1 双机串行通信接口设计	249
10.3.2 采用 RS-232C 标准的全双工异步串行通信接口电路设计	251
习题与思考题	256
第十一章 数/模(D/A)和模/数(A/D)转换技术及其接口	258
11.1 模拟接口概述	258
11.1.1 模拟输入输出系统	258
11.1.2 采样,保持,量化和编码	259
11.1.3 多路模拟开关	260
11.1.4 采样保持器	262
11.2 D/A 转换器及其应用	262
11.2.1 D/A 转换的基本原理	263

11.2.2 D/A 转换器的主要技术参数·····	263
11.2.3 典型的 D/A 转换器芯片·····	265
11.2.4 D/A 转换器的应用·····	266
11.3 A/D 转换器及其应用·····	268
11.3.1 A/D 转换的基本原理·····	268
11.3.2 A/D 转换器的主要技术参数·····	269
11.3.3 典型的 A/D 转换器芯片·····	270
11.3.4 A/D 转换器的应用·····	270
习题与思考题·····	274
第十二章 总线技术与接口标准·····	276
12.1 总线的基本概念·····	276
12.1.1 总线分类·····	277
12.1.2 总线标准·····	278
12.2 微机常用总线·····	279
12.2.1 概述·····	279
12.2.2 IBM PC 总线·····	280
12.2.3 ISA 总线·····	283
12.2.4 EISA 总线·····	284
12.2.5 PCI 总线·····	285
12.3 常用外总线·····	287
12.4 新型外设总线接口标准·····	290
12.4.1 通用串行总线标准 USB·····	290
12.4.2 高性能串行总线标准 IEEE1394·····	295
习题与思考题·····	298

第一章 微型计算机概述

学习目标：本章主要讲述了微处理器和微型计算机的概念，以及总线结构和微型计算机的体系结构。了解由微处理器、存储器、I/O 接口电路通过系统总线组合的微型计算机结构，是本章的基本要求。另外，通过本章的学习，要求了解微型计算机的分类、发展、系统组成等有关微型计算机的基本知识。

微型计算机是一个能够自动地、高速地、精确地完成数学运算和数据处理的电子设备，其工作过程是完成对信息的输入、存储、传送、加工以及输出的过程。微型计算机之所以能够自动地、高速地、精确地完成数学运算和数据处理，是因为其内部的核心部件——微处理器，能够通过由程序预先编制好的工作顺序控制整个微型计算机高速运转。

1.1 微型计算机的发展和应用

从 1946 年第一台电子计算机诞生以来，计算机的组织结构、表现形态以及应用范围都发生了很大的变化。就微型计算机而言，尽管只有 30 多年的历史，但同样也反映了计算机发展的状况。了解微型计算机的发展和应用，对掌握微型计算机的原理与结构、实际应用与发展趋势，都有指导作用。

1.1.1 微型计算机的发展

随着计算机技术和大规模集成电路的发展，微型计算机应运而生。微型计算机(microcomputer)与大、中、小型计算机的区别在于，其中央处理器(CPU)是集成在一块面积仅为十几平方毫米的半导体芯片上，而大、中、小型计算机的 CPU 是由相当多的电路构成。为区别于大、中、小型计算机的 CPU，便称微型计算机的 CPU 芯片为微处理器 MPU(micro processing unit)或 μP 。

自 1971 年美国 Intel 公司研制出以 4004 微处理器为核心的 4 位微型计算机以来，短短 30 多年，微型计算机得到了突飞猛进的发展，微处理器集成度几乎每两年增一倍，且性能增长一个数量级。纵观其发展，微型计算机已经经历了 5 代的演变。微型计算机的换代，通常是按 CPU 的字长位数和数据总线宽度来划分的。

第一代(1971~1973 年)，主要是 4 位和低档 8 位微型计算机。代表产品是美国 Intel 公司的 MCS-4 型(4004 微处理器)和 MCS-8 型(8008 微处理器)，集成度为 1200~2000 晶体管/片。第一代微型计算机采用了 PMOS 工艺，指令系统比较简单，运算功能较差，速度较慢，指令执行周期为 10~20 μs ，软件主要使用机器语言或简单的汇编语言。

第二代(1973~1978 年)，主要是中高档 8 位微型计算机。代表产品是 Intel 公司的 8080 和 8085、Motorola 公司的 MC 6800 和 Zilog 公司的 Z80 等 8 位中高档微型计算机。第二代微型计算机采用 NMOS 工艺，集成度提高 1~4 倍以上，约为 5000~9000 晶体管/片，运算速度提高 10~15 倍，指令执行周期约 1~2 μs ，指令系统较完善，运算功能增强。在系统软件方面，除

使用汇编语言外,还配有高级语言和操作系统及其相应的编译程序。

第三代(1978~1985年),主要为16位微型计算机。代表产品是Intel公司的8086/8088、Zilog公司的Z8000和Motorola公司的MC 68000。第三代微型计算机采用HMOS工艺,以及超大规模集成电路(VLSI),集成度达到20 000~68 000晶体管/片,指令执行周期低于 $1\mu\text{s}$,各方面的指标都比第二代提高了一个数量级,达到和超过了中、低档小型计算机的水平。特别是Intel公司在8086基础上制成了CPU为80286的、性能更为优越的16位微型计算机,弥补了8位微型计算机由于字长和速度的局限性而造成的缺陷,为微型计算机的应用开辟了更加广泛的前景。在软件方面可使用多种高级语言,有完善的操作系统,支持构成多处理器系统。

第四代(1985~1993年),主要为32位高档微型计算机。代表产品为Intel公司的80386、80486。第四代微型计算机采用NMOS/CMOS工艺以及超大规模集成电路(VLSI),集成度超过100 000晶体管/片,指令执行周期低于 $0.125\mu\text{s}$ 。无论在速度方面和处理能力方面,都大大优于第三代微型计算机。

第五代(1993年至今),主要为64位高档微型计算机。1993年,美国Intel公司生产的80586(即Pentium奔腾)微处理器问世,使微型计算机的发展进入了64位的高档微型计算机时代。Pentium 586系列产品集成度达到300~400万晶体管/片,时钟频率高达100MHz以上。64位的Pentium,其芯片采用了新的体系结构,其性能大大高于Intel系列的其他微处理器,为微处理器体系结构和微型计算机的性能引入了全新的概念。

随着科学技术发展的突飞猛进,计算机应用日益广泛,现代社会对计算机的依赖也越来越强。根据社会的需要,性能更高、功能更强的微型计算机不断问世,极大地推动了现代科技的发展和社会的前进。

1.1.2 微型计算机的特点

建立在微电子技术加工工艺基础上的微型计算机有许多突出的优点,正是由于这些优点,使其问世以来,就得到了极速的发展和广泛的应用。

1. 功能强

微型计算机的设计吸取了其他类型计算机的优点。微型计算机的运算速度快、计算精度高、具有记忆和逻辑判断能力,且每种微处理器都配有一整套支持相应微型计算机工作的软件。硬件和软件的配合相辅相成,使微型计算机的功能大大增强,适合各行各业使用。

2. 可靠性高

由于微处理器及其配套系列芯片上可做出成千上万个元件,这就减少了大量的焊点、连线、接插件等不可靠因素,使可靠性大大增加。据某些资料统计,芯片集成度每增加100倍,系统的可靠性便增加100倍。

3. 价格低

微处理器及其配套系列芯片均采用集成电路工艺,集成度高,适合工厂大批量生产,因此,产品造价十分低廉。据估计,集成度增加100倍,其价格也可降为同功能分立元件的1/100。显然,低的价格对于微型计算机的推广和普及是极为有利的。

4. 适应性强

在微型计算机中,硬件扩展是很方便的,且系统的软件也很容易改变。因此,在相同的配置情况下,只要对硬件和软件稍作变动就能适应不同用户的要求。

5. 周期短, 见效快

微处理器制造厂家除生产微处理器芯片外, 还生产各种配套的支持芯片, 同时也提供许多有关的支持软件, 这就为我们构成一个微型计算机应用系统创造了十分有利的条件, 从而可以节省研制时间, 缩短研制周期, 使研制的系统很快地投入运行, 取得明显的经济效益。

6. 体积小, 重量轻, 耗电少

微处理器及其配套支持芯片的尺寸均比较小, 最大也不过几百平方毫米。另外, 近几年在微型计算机中还大量地采用了 ASIC(大规模集成专用芯片)和 GAL(通用可编程门阵列)器件, 使得微型计算机的体积明显缩小。

目前微型计算机中的芯片大多采用 MOS 和 CMOS 工艺, 使耗电量明显减少。这对那些在体积、重量、功耗等方面要求比较严格的使用者来说, 是很有意义的。

7. 维护方便

现在用微处理器及其系列技术所构成的微型计算机已逐渐趋于标准化、模块化和系列化, 从硬件结构到软件配置都作了较全面的考虑, 一般都可用自检、诊断及测试发现系统故障; 另一方面, 发现故障以后, 排除故障也比较容易, 如可迅速更换标准化模块或芯片。

1.1.3 微型计算机的性能评价

评价一台微型计算机系统的性能优劣, 需要有多方面的综合考虑。但针对一般计算机的使用人员来说, 一台计算机性能的好坏主要取决于这台计算机的数据处理能力, 其中包括运算速度、存储容量等。此外, 系统的可靠性、通用性乃至价格都是评价一台计算机系统优劣的性能指标。

1. 字长

一台微型计算机系统内部微处理器的性能, 往往在一定程度上反映了微型计算机系统的性能。有些微型计算机的型号也是由微处理器的型号来表示的, 如 486 微机、586 微机。字长是计算机内部微处理器一次可以处理的二进制数码的位数, 是衡量微型计算机系统精度和速度的重要指标。不同的计算机可能有不同的字长, 常见的字长有 8 位、16 位、32 位等。字长越长, 系统的运算精度越高, 数据处理能力越强。

与字长相对应的是数据总线的宽度, 它同样也能反映系统的性能。需要注意的是, 数据总线的宽度只有与 CPU 的字长相当时, 才能有效发挥出宽字长 CPU 数据处理的能力。

2. 运算速度

运算速度的高低是衡量计算机系统的一个重要性能指标。无论是计算机系统, 还是其核心 CPU, 都在追求高速度。同一类 CPU 中, 频率越高, 则 CPU 的运算速度越快。主频反映了 CPU 的速度, 其单位是兆赫兹(MHz), 目前的主频都在 100MHz 以上。

反映微型计算机系统运算速度的另一个单位是 MIPS, 即每秒执行百万条指令数。显而易见, 数值越大, 计算机的速度越高。但在用 MIPS 衡量一个计算机系统的速度指标时, 要注意测试 MIPS 所使用的指令集中的指令, 因为不同指令的复杂程度不同, 如执行一条加法指令与乘法指令所花的时间明显不同。

3. 存储容量

存储容量反映了计算机系统所能存储的信息量。存储器最基本的容量单位是字节(Byte)。字节是指由 8 个二进制位组成的基本单元, 不依赖于具体机器, 是表示存储容量的基本单位。

计算机的存储器系统主要分内存和外存两种。内存的主要作用是存放系统当前需要运行

的程序和加工的数据,通常衡量内存量大小的单位是 MByte。外存的主要作用是为内存提供后备的程序和数据,衡量外存大小的单位通常是 GByte。

由于存储器不仅用于长期存储信息,还为 CPU 加工信息提供场所,所以存储容量的增大对提高系统的运行速度也有很大影响。

4. 通用性

通用性也称为兼容性,是指一个微型计算机系统在软硬件等方面的适应性。系统是否具有标准的硬件接口并能与绝大部分的通用外设相连接,以及系统是否能运行众多的系统软件和应用软件,都反映了系统的通用性。除了一些特殊的应用要求外,微型计算机系统的通用性越好,使用越方便。

5. 稳定性

系统的稳定性决定了系统是否实用。一个计算机系统,无论其功能如何强大,若性能不稳定,再强大的功能也无法体现。或者说,稳定性是系统功能的部分反映。通常衡量系统的稳定性有两个性能指标,即可靠性和可维性。

可靠性反映了系统能连续无故障工作的时间长短。理想状态是系统连续工作时间趋向于无穷大,这样系统永无故障。一般的系统运行规律是,系统正常运行、出现故障并修复、系统再正常运行、再出现故障并修复。随着系统的老化,系统每次出现故障并修复以后,正常运行的时间会越来越短,直至系统报废。通常可靠性就是用系统的平均无故障时间来评价的,时间越长,可靠性越好。一般一个系统要获得高可靠性,在系统的硬件设计与软件设计中都要花费较大的代价。

可维性反映了一个系统是否方便维护与维修。一个计算机系统能保证长时间不出故障很重要,但很难做到永远不出故障,因此故障能否在短时间内修复也很重要。故障恢复时间越短,系统因故障所造成的损失就越小。通常可维性也是用时间来衡量的,即一个系统故障修复所需要时间的平均值。

6. 价格

高性能是计算机系统所追求的目标,价格上则希望相对低廉。性价比的取值反映了单位费用开销所能获得的实际功能的大小。在这里,性能应该既包括硬件性能,也包括软件性能、使用性能等;而价格也不仅是指硬件价格,还包括软件费用、维护费用等。

1.2 微型计算机的分类

经历了 30 多年的发展,微型计算机不仅数量众多,而且表现形式也各不相同。若要对微型计算机进行分类,可以从不同的角度进行。

1.2.1 按微处理器的字长划分

按传统的划分方法,根据所使用的微处理器的字长,目前微型计算机可分为 4 位机、8 位机、16 位机以及 32 位机。

4 位机中使用字长为 4 位的微处理器,由于可以方便地处理 BCD 码,因此曾广泛地应用于电子计算器中。目前,随着对 4 位机的指令系统、存储容量、输入/输出能力和运行速度等方面性能的改善,4 位机作为各种控制器已广泛应用于电子仪器、家用电器等应用领域。

8 位机在 20 世纪 80 年代初期和中期都有着广泛的应用。由于 8 位机可以很方便地表示

字符、数字信息，且运行速度较快，有较多的硬件支持和软件积累，还可配有操作系统和各种高级语言，所以适合于一般的数据处理。

16 位机的运行速度和数据处理能力明显强于 8 位机，并配有功能强大的操作系统和多种高级语言，可进行大量数据处理的多任务控制。16 位机的性能已超过了过去的小型计算机。

32 位机在系统结构、元器件技术等方面有很大的进展，其性能大大优于其他机种。目前，32 位机不仅用于过程控制、事务处理、科学计算等领域，而且还可以很好地工作于声音、图像处理等多媒体应用以及计算机辅助设计、计算机辅助制造等大数据量的应用领域。

1.2.2 按微型计算机的组装形式(规模)划分

按微型计算机的组织结构和规模，可分为单片机、单板机、多板微型计算机。

单片机是一种把能组成微型计算机的基本功能部件如微处理器、部分 ROM 和 RAM、部分 I/O 接口以及定时器等集成在一片集成电路芯片上的计算机。有的单片机还包含数/模转换器和模/数转换器。单片机具有体积小、功耗低等特点，主要应用于智能仪器、仪表以及其他控制领域。因此，单片机也称为微控制器。目前，Intel 公司、Motorola 公司等都有大量的单片机系列产品。

单板机是一种把能组成微型计算机的基本功能部件如微处理器、部分 ROM 和 RAM、部分 I/O 接口以及定时器等装配在一块印刷电路板上所构成的计算机。但由于 I/O 设备简单、系统软件少，故只能用于简单控制场合。

多板微型计算机是指通常意义上的个人微型计算机系统，由计算机主机、键盘、显示器、鼠标、打印机等常用外部设备以及系统软件组成。各种型号的微型计算机性能差异很大，分别适用于家用、商用、教育等各种领域。

1.2.3 按应用范围和表现形式划分

根据应用范围和表现形式，微型计算机可分为通用计算机和专用计算机。

通用计算机是指传统意义上的微型计算机系统，具有基本的计算机结构与配置，体现通常的计算机功能。用户加载具体的应用软件后，就可以完成相应的功能。根据需要，用户还可以在通用计算机上添加特定的硬件和相对应的软件，就可能让计算机完成特定的功能。

专用计算机是指为完成某一特定功能所设计的计算机系统。这类计算机具有固定的用途，往往附属于一具体的应用设备。作为专用计算机，有关计算机的功能通常不需要、也不可能由用户来随意添加和删除，而计算机的表现形式也不像一般的通用计算机。一般许多自动化程序很高的工业设备、仪器仪表、甚至家用电器中都嵌有专用计算机。

1.3 微型计算机的系统组成

众所周知，计算机由 5 大部分组成，即运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备。运算器用于完成算术运算和逻辑运算；控制器根据指令代码完成译码和控制工作；存储器用于存储运行的程序代码和需要加工的数据及运算结果；输入设备用于为计算机提供程序和需要加工的原始数据；输出设备用于输出数据加工结果。计算机在控制器的控制下，通过依次执行存放在存储器的指令，完成程序所规定的工作。

从系统组成的观点来看，一个微型计算机系统应该包括硬件和软件两大部分。所谓硬件

指的是组成计算机的电子元件、电子线路及机械装置等实体，其基本功能是在计算机程序的控制下完成对数据的输入、存储、处理、输出等任务。软件则是指人们为使用 and 开发计算机而设计的各种程序以及程序设计语言和有关资料的总称，其基本功能是控制、管理、维护计算机系统运行，解决用户的各种实际问题。

硬件是软件运行的物质基础，软件是硬件工作的精神统帅，硬件和软件相辅相成，缺一不可。只有硬件性能优良，软件完善丰富，才能使计算机系统充分发挥作用。

1.3.1 微型计算机的硬件系统

微型计算机的硬件系统以微处理器为核心，配以存储器、I/O 接口和 I/O 设备以及用于连接的系统总线。图 1-1 为典型的微型计算机硬件系统的构成框图。

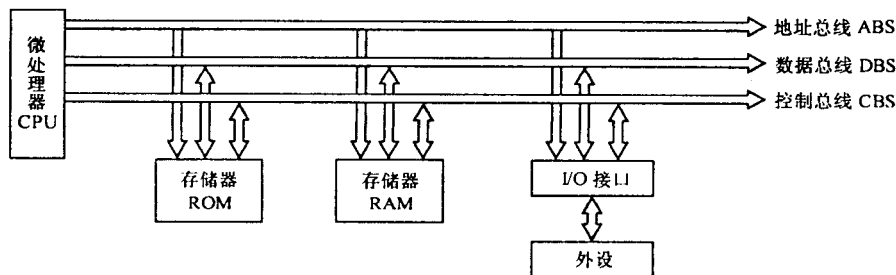


图 1-1 微型计算机硬件系统的结构框图

1. 微处理器(microprocessor)

微处理器是微型计算机的核心。尽管各种微处理器的性能指标不同，但都具有以下几点基本功能：

- ① 可以进行算术运算和逻辑运算；
- ② 可以保存少量数据；
- ③ 能对指令进行译码并执行规定的动作；
- ④ 能和存储器、外设交换数据；
- ⑤ 提供微型计算机所需要的地址和控制信号；
- ⑥ 可响应来自其他部件的中断请求以及对其他输入控制的处理。

与计算机的中央处理器相似，微处理器由运算部件、寄存器组、控制部件和内部数据总线组成。

显然，微处理器与微型计算机是两个不同的概念，但必须指出的是，微型计算机与微型计算机系统也是两个不同的概念。图 1-2 为微处理器、微型计算机、微型计算机系统三者的关系。从图中可看出，微处理器是集成运算部件、控制部件、寄存器组、内部数据总线的集成电路芯片。由于微处理器也称为 MPU 或 μP ，在本书以后的章节中，如无特别的说明，CPU 就指微处理器。

微型计算机系统(microcomputer system)是指由微型计算机配以相应的外部设备及其专用电路、电源、机架以及足够的系统软件所构成的系统。外部设备用来实现数据的输入/输出，常用的包括 CRT 显示器、键盘、磁盘及磁盘驱动器、打印机等。系统软件包括操作系统和一

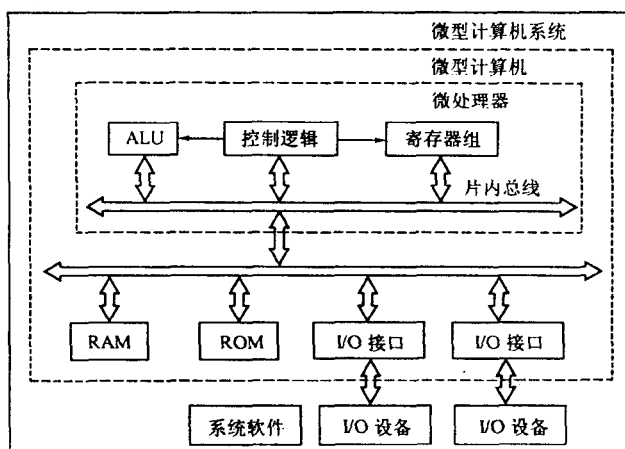


图 1-2 微处理器、微型计算机、微型计算机系统的关系

系列系统实用程序。有了系统软件，才能发挥微型计算机系统中的硬件功能，并为用户方便使用计算机提供手段。因此，人们通常使用的微机，严格地说是微型计算机系统。

2. 存储器(memory)

存储器是计算机极重要的组成部分，它是用来存储程序、原始数据、中间结果和最终结果的。有了它，计算机才能有记忆功能，才能把要计算和处理的数据以及程序存入计算机内，使计算机脱离人的直接干预而自动工作。显然，存储器容量越大，能记忆的信息就越多，计算机的功能就越强。由于存储器主要是和微处理器打交道，而存储器的存取速度是影响运算速度的主要因素，所以希望存储器容量要大，存取速度要快。

存储器容量的基本单位是字节，现在所指的存储器通常是半导体存储器，在使用上又常分为内存储器和外存储器两部分，前者速度快、价格高，但容量小；后者价格低、容量大，但速度慢。

(1) 内存储器。内存储器简称内存，它安装在主板上，与 CPU 通过系统总线直接相连，一般由半导体器件组成。内存储器分为随机读写存储器(RAM)和只读存储器(ROM)。RAM 可以由用户随时对其进行读、写操作。它能存储 CPU 工作所需的程序和数据，用户放入当时所需的程序和数据，用完一批，再换一批。CPU 根据程序来处理数据，处理完的数据结果则要及时放到外存储器中保存，以免丢失。RAM 中存放的信息在断电后将会全部丢失，因此不能用于长期保存数据。ROM 中已由厂家固化了一些管理机器自身的系统程序和服务程序，用户只能读出使用，而不能任意改写。ROM 中的启动程序在开机时会自动运行，断电后 ROM 中的程序不会丢失。

内存容量是微型计算机的重要指标之一，一般来说，内存容量越大越好。目前微型计算机内存常见的配置为 64MB、128MB、256MB 等，用户可以根据自己应用的需要选配。

(2) 外存储器。外存储器是一种与主机板分开、常安装在主机箱内、并通过 I/O 接口与 CPU 相连的存储器，主要用于存放 CPU 暂不运行的程序和数据。计算机常用的外存储器有软磁盘、硬磁盘和光盘等。磁盘存储数据的原理与录音磁带记录声音的原理一样，都是通过磁感应材料被磁头磁化而实现。软磁盘是将磁感应材料涂在软的塑料膜上做成，硬磁盘则是将磁感应材料涂在硬的铝片上做成。光盘常用激光在硬塑料片上烧出凹痕的方法记录数据。