



高等院校计算机教材系列

微型计算机原理 及其接口技术

原菊梅 主 编
田生喜 副主编

为教师配有电子教案



机械工业出版社
China Machine Press

高等院校计算机教材系列

微型计算机原理 及其接口技术

原菊梅 主 编
田生喜 副主编
董剑龙 参编
王小艺 吴叶兰 仇志余 主 审



机械工业出版社
China Machine Press

本书以 80x86 系列微型计算机为平台,详细地讲述了现代微型计算机的基本结构、原理及其接口技术。主要包括:微型计算机的基本结构及工作原理、微处理器的内部结构及指令系统、汇编语言程序设计、微处理器的外部特性及基本时序、半导体存储器及其接口、基本输入/输出接口、中断控制接口、定时计数控制接口、DMA 控制接口、并行接口、串行通信接口、总线技术、现代微型计算机接口技术、模拟接口技术等。本书内容丰富,涉及许多较新技术,反映了现代微型计算机技术的最新水平和发展趋势。

本书可作为高等院校计算机及相关专业的教材,也可作为各类培训班的教材或参考书,对从事相关工作的工程技术人员也有一定的参考价值。

版权所有,侵权必究。

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机原理及其接口技术/原菊梅主编. —北京:机械工业出版社, 2007.9

(高等院校计算机教材系列)

ISBN 978-7-111-22277-4

I. 微… II. 原… 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(2007)第 136952 号

机械工业出版社(北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:迟振春

山西新华印业有限公司新华印刷分公司印刷·新华书店北京发行所发行

2007 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·23.25 印张

定价:36.00 元

凡购本书,如有倒页、脱页、缺页,由本社发行部调换

本社购书热线:(010)68326294

前 言

随着微电子技术的飞速发展,微型计算机的应用已经渗透到国防、工业、农业、企事业和人们日常生活的各个方面,并且发挥着越来越重要的作用。因而,掌握微型计算机原理及其接口技术就显得尤为重要。

微型计算机原理与接口的标准是随着计算机技术的发展而发展的。近年来,微型计算机技术飞速发展,许多高档微处理器及新型接口技术不断推出。为反映计算机技术的最新发展水平,满足培养合格的社会实用型技术人才的需要,我们特编写了本书。本书以培养学生应用能力为目的,理论与实际相结合,兼顾完整性,注重实用性,跟踪新技术,保持先进性。本书在传统教材的基础上,增加 80386 保护模式和 Pentium 微处理器的介绍,增加常用接口芯片的应用举例,增加 USB 总线和 IEEE 1394 等新型总线的介绍。

本书共分 14 章,其中,第 1 章对微机系统的发展历程、基本概念、性能指标、体系结构和指令系统进行简要的介绍,并详细介绍了微机中的数制及其编码;第 2 章对微处理器的内部结构、寻址方式及其指令系统进行了介绍;第 3 章介绍了汇编语言程序的基本知识与方法;第 4 章介绍了微处理器的外部特性、总线操作和工作时序;第 5 章介绍了半导体存储器的相关知识、存储器与 CPU 的接口技术以及存储器管理等内容;第 6 章介绍了输入/输出的概念及其技术;第 7 章介绍了中断的概念及其技术;第 8 章介绍了可编程定时计数器接口技术;第 9 章介绍了 DMA 控制器的相关技术;第 10 章介绍了并行接口技术及其应用;第 11 章介绍了串行接口技术及其应用;第 12 章介绍了基本的总线技术;第 13 章介绍了现代微型计算机接口技术;第 14 章介绍了模拟接口技术。另外,书中提供了大量例题,并在每章后面给出了若干习题,供读者进一步巩固和熟悉所学的内容。为了适应各类专业人员的不同需求,各章之间既相互配合又自成体系,便于使用。

本书不仅可供高等院校计算机及相关专业作为教材使用,也可供从事过程控制、数据处理和仪器仪表等方面工作的工程技术人员参考。

参加本书编写工作的人员有多年在“微型计算机原理”、“汇编语言程序设计”与“微型计算机接口技术”等课程教学和实验教学一线的经验丰富的教师,也有多年从事微型计算机体系结构研究的教师。本书由太原工业学院原菊梅任主编(第 2、3 章)、太原工业学院田生喜任副主编(第 7、8、10、11、14 章),其他参编人员有北京工商大学王小艺(第 1、4、13 章)、北京工商大学吴叶兰(第 5、6 章)、太原工业学院董剑龙(第 9、12 章)。另外,太原工业学院仇志余教授审核了本书,对本书提出了许多宝贵的意见和建议,在此表示衷心的感谢!

由于计算机技术发展迅速,加之编者水平有限,难免会有不足之处,恳请广大同仁和读者批评指正。

编 者
2007.8

目 录

前言

第1章 微型计算机基本知识	1
1.1 微型计算机系统概述	1
1.1.1 微型计算机的发展	1
1.1.2 微型计算机系统的三个层次	2
1.1.3 微型计算机的分类	3
1.1.4 微型计算机系统的主要性能指标	5
1.2 微型计算机系统硬件结构	6
1.2.1 结构特点与框图	6
1.2.2 主要组成部分结构及其功能	8
1.2.3 I/O 设备接口	9
1.2.4 总线	10
1.3 微型计算机基本工作原理	10
1.3.1 指令与程序概述	10
1.3.2 指令与程序的执行	11
1.4 微型计算机中的数制与码制	12
1.4.1 进位计数制	12
1.4.2 计算机中的码制	16
习题	21
第2章 微处理器结构与指令系统	22
2.1 微处理器的内部结构	22
2.1.1 Intel 8086/8088 微处理器的基本结构	22
2.1.2 Intel 80286 微处理器的基本结构	23
2.1.3 Intel 80386 微处理器的基本结构	24
2.1.4 Intel 80486 微处理器的基本结构	26
2.1.5 Intel Pentium 微处理器的基本结构	27
2.1.6 Pentium Pro 微处理器	28
2.1.7 Pentium MMX 微处理器	30
2.1.8 Pentium II 微处理器	30
2.2 80x86 微处理器的编程结构	31
2.2.1 通用寄存器	31

2.2.2 指令指针寄存器和标志寄存器 ...	31
2.2.3 段寄存器和段描述符寄存器	33
2.2.4 控制寄存器	34
2.2.5 系统级寄存器	36
2.2.6 调试和测试寄存器	36
2.2.7 浮点寄存器	36
2.2.8 数据类型	37
2.3 80x86 的寻址方式	37
2.3.1 立即数寻址方式	37
2.3.2 寄存器寻址方式	38
2.3.3 存储器寻址方式	38
2.4 数据传送类指令	42
2.4.1 通用数据传送指令	42
2.4.2 堆栈操作指令	45
2.4.3 标志操作指令	46
2.4.4 地址传送指令	47
2.5 算术运算类指令	48
2.5.1 加法和减法指令	48
2.5.2 符号扩展指令	51
2.5.3 乘法和除法指令	52
2.5.4 十进制调整指令	54
2.6 位操作类指令	56
2.6.1 逻辑运算指令	56
2.6.2 移位指令	58
2.6.3 循环移位指令	59
2.7 控制转移类指令	60
2.7.1 无条件转移指令 JMP	60
2.7.2 条件转移指令	61
2.7.3 循环指令	63
2.7.4 子程序指令	64
2.7.5 中断指令和系统功能调用	66
2.8 处理器控制类指令	69
2.8.1 标志位操作指令	69
2.8.2 CPU 控制指令	70
习题	70
第3章 汇编语言程序设计	72
3.1 汇编语言的源程序格式	72
3.1.1 简化段定义格式	72

3.1.2 完整段定义格式	75	4.3.1 80386 的引脚特性及功能	139
3.1.3 可执行程序的结构	77	4.3.2 80386 的系统操作及时序	141
3.1.4 指令性语句和指示性语句	79	4.4 80486 微处理器的外部特性	143
3.2 表达式、常量、变量和标号	79	4.4.1 80486 的引脚特性及功能	143
3.2.1 表达式	79	4.4.2 80486 的系统操作及时序	146
3.2.2 常量	80	4.5 Pentium 微处理器的外部特性	148
3.2.3 变量	81	4.5.1 Pentium 的引脚特性及功能	148
3.2.4 变量和标号的属性	82	4.5.2 Pentium 的系统操作及时序	153
3.2.5 结构和记录	83	4.6 Pentium II 微处理器的外部特性	155
3.3 顺序程序设计	86	习题	158
3.4 分支程序设计	88	第5章 半导体存储器及其接口	159
3.4.1 单分支结构程序	88	5.1 半导体存储器概述	159
3.4.2 多分支结构程序	89	5.1.1 半导体存储器的分类	159
3.5 循环程序设计	90	5.1.2 半导体存储器的技术指标	161
3.5.1 计数控制循环程序	91	5.2 随机存取存储器的结构及工作 原理	162
3.5.2 条件控制循环程序	94	5.2.1 静态 RAM	162
3.5.3 串操作类指令	97	5.2.2 动态 RAM	166
3.6 子程序设计	101	5.3 只读存储器的结构及工作原理	170
3.6.1 子程序编写	101	5.3.1 EPROM 的结构及工作原理	170
3.6.2 用寄存器传递参数	105	5.3.2 E ² PROM 的结构及工作原理	173
3.6.3 用共享变量传递参数	107	5.4 半导体存储器与 CPU 的接口技术	175
3.6.4 用堆栈传递参数	108	5.4.1 存储芯片与 CPU 的接口设计	175
3.7 宏汇编	110	5.4.2 存储芯片与 CPU 的时序配合	182
3.7.1 宏的定义	110	5.5 IBM PC/XT 机的 DRAM 子系统	183
3.7.2 宏的引用及参数传递	111	5.5.1 IBM PC/XT/AT 存储空间的 分配	183
3.7.3 宏的嵌套定义	112	5.5.2 IBM PC/XT 的 DRAM 子系统	184
3.7.4 宏与子程序的区别	112	5.6 80386 存储器管理	185
3.8 条件汇编	113	5.6.1 实方式存储器管理	185
3.8.1 条件汇编伪指令	113	5.6.2 保护虚地址方式存储器管理	185
3.8.2 条件汇编应用举例	114	5.6.3 虚拟 8086 方式存储器管理	195
3.9 库	115	5.6.4 80386 三种工作方式的转换	196
3.9.1 库文件的建立	115	5.6.5 高速缓冲存储器 Cache	196
3.9.2 建立库文件举例	116	习题	201
3.9.3 库文件的应用	116	第6章 基本输入/输出接口	202
习题	118	6.1 I/O 接口概述	202
第4章 微处理器的外部特性	119	6.1.1 I/O 接口的主要功能	202
4.1 8086/8088 微处理器的外部特性	119	6.1.2 I/O 接口的典型结构	203
4.1.1 8086/8088 的引脚特性及功能	119	6.1.3 I/O 端口的编址及译码	204
4.1.2 8086/8088 的系统操作及时序	127	6.1.4 80x86 的输入/输出指令	207
4.2 80286 微处理器的外部特性	136	6.1.5 数据传送方式	208
4.2.1 80286 的引脚特性及功能	136		
4.2.2 80286 的系统操作	138		
4.3 80386 微处理器的外部特性	139		

6.2 无条件传送方式及接口	208	第9章 DMA 控制接口	253
6.3 查询传送方式及接口	209	9.1 DMA 概述	253
6.3.1 查询输入接口	210	9.1.1 DMA 传送的特点	253
6.3.2 查询输出接口	211	9.1.2 DMA 传送的过程	253
6.4 中断传送方式	214	9.1.3 DMA 控制器的结构	254
6.4.1 中断的基本概念	215	9.2 DMA 控制器 8237A	255
6.4.2 中断传送与接口	215	9.2.1 8237A 控制器的特点	255
6.4.3 中断的工作过程	216	9.2.2 8237A 的工作原理、内部结构 和引脚	255
6.4.4 中断优先级及中断嵌套	218	9.2.3 8237A 的工作时序及工作 方式	259
6.5 DMA 传送方式	220	9.2.4 8237A 的内部寄存器	261
6.5.1 DMA 方式的工作原理	221	9.3 DMA 控制器 8237A 的应用	265
6.5.2 DMA 控制器的基本功能	222	9.3.1 8237A 的编程控制	265
6.5.3 DMA 操作方式	222	9.3.2 8237A 在微机中的应用	268
习题	223	习题	270
第7章 中断控制接口	224	第10章 并行接口	271
7.1 80x86 中断系统	224	10.1 可编程并行接口电路 8255A	271
7.1.1 80x86 的中断分类	224	10.1.1 8255A 的内部结构和引脚	271
7.1.2 80x86 的中断向量表及应用	225	10.1.2 8255A 的工作方式	274
7.1.3 80x86 的中断响应过程	228	10.1.3 8255A 的编程	284
7.2 8259A 中断控制器	230	10.2 8255A 的应用举例	286
7.2.1 8259A 的内部结构和引脚	230	10.2.1 8255A 在 IBM PC/XT 机 上的应用	286
7.2.2 8259A 的中断过程	232	10.2.2 用 8255A 实现打印机接口	287
7.2.3 8259A 的工作方式	233	10.3 键盘及其接口	290
7.2.4 8259A 的编程	234	10.3.1 键盘的工作原理	290
7.3 8259A 在 IBM PC 系列机上的应用	237	10.3.2 PC 机键盘及其接口电路	290
7.3.1 8259A 在 IBM PC/XT 机上 的应用	237	10.4 LED 数码管显示器及其接口	293
7.3.2 8259A 在 IBM PC/AT 机上 的应用	238	10.5 并行打印机接口	294
习题	239	10.5.1 打印机接口信号时序	294
第8章 定时计数控制接口	240	10.5.2 PC 机打印机接口硬件逻辑	295
8.1 8253/8254 定时计数器	240	10.5.3 打印机驱动程序的设计	296
8.1.1 8253/8254 的工作原理、内部 结构和引脚	240	习题	297
8.1.2 8253/8254 的工作方式	242	第11章 串行通信接口	298
8.1.3 8253/8254 的初始化	248	11.1 串行通信的基本概念	298
8.2 8253/8254 在 IBM PC 系列机上的 应用	249	11.1.1 串行通信的特点	298
8.2.1 时钟中断和扬声器发声	249	11.1.2 串行通信中的问题	298
8.2.2 可编程硬件延时应用举例	250	11.2 串行接口标准 RS-232C	300
习题	252	11.2.1 RS-232C 的引脚定义	300
		11.2.2 RS-232C 的电气特性及机械 特性	301

11.2.3 RS-232C 的信号线连接	302	13.2.2 芯片组的组成及其功能	340
11.3 通用异步接收发送器 8250/16550 ...	302	13.3 外存接口	340
11.3.1 8250/16550 的内部结构 和引脚	303	13.3.1 IDE 接口	340
11.3.2 8250/16550 的寄存器	304	13.3.2 SCSI 接口	341
11.3.3 8250/16550 的编程	309	13.3.3 软盘接口	341
11.4 PC 机异步通信适配器	314	13.4 USB 与 IEEE 1394	342
11.4.1 PC/XT 机异步通信适配器的 接口电路	314	13.4.1 USB	342
11.4.2 异步通信适配器的初始化 编程	316	13.4.2 IEEE 1394	343
11.4.3 异步通信程序的编制	317	13.5 AGP 接口	344
习题	321	13.6 AC'97 音频控制器	346
第 12 章 总线技术	322	13.6.1 AC'97 标准及音频控制器 ...	346
12.1 总线的基本概念和总线标准	322	13.6.2 AC'97 音频控制器的连接 ...	347
12.1.1 总线的作用和分类	322	13.7 即插即用	347
12.1.2 总线标准	323	13.7.1 即插即用问题的提出	347
12.2 ISA 总线	323	13.7.2 即插即用功能设计规范	347
12.2.1 概述	323	13.8 设备驱动程序	348
12.2.2 ISA 总线的机械规范	324	13.8.1 设备驱动程序的基本概念	348
12.2.3 ISA 总线的信号说明	324	13.8.2 Windows 2000 中的设备 驱动程序	349
12.3 PCI 总线	326	13.8.3 Linux 中的设备驱动程序	349
12.3.1 PCI 总线的由来及设计 目标	326	习题	350
12.3.2 PCI 总线的桥接器与配置 空间	327	第 14 章 模拟接口技术	351
12.3.3 PCI 总线信号	329	14.1 模拟输入/输出系统的基本概念	351
12.3.4 PCI 总线传输	331	14.2 A/D 转换接口电路	351
习题	332	14.2.1 A/D 转换的基本原理	351
第 13 章 现代微型计算机接口技术	333	14.2.2 ADC 0809 芯片的组成与工作 原理	354
13.1 主板	333	14.2.3 ADC 0809 芯片的应用	355
13.1.1 概述	333	14.2.4 AD 574 芯片及其应用	356
13.1.2 CPU 芯片及其插座标准	333	14.3 D/A 转换接口电路	358
13.1.3 内存条及其插槽标准	336	14.3.1 D/A 转换的基本原理	358
13.1.4 扩展槽标准	337	14.3.2 DAC 0832 芯片的组成与工作 原理	360
13.1.5 ATX 规范	339	14.3.3 DAC 0832 芯片与主机的 连接	362
13.2 芯片组	339	14.3.4 DAC 0832 芯片的应用	362
13.2.1 概述	339	习题	363
		参考文献	364

第1章 微型计算机基本知识

本章主要对微机系统的发展历程、基本概念、性能指标、体系结构和指令系统进行简要介绍,并详细介绍微机中的数制及其编码。

1.1 微型计算机系统概述

1.1.1 微型计算机的发展

1946年,美国宾夕法尼亚大学为了弹道设计的需要设计了世界上第一台数字电子计算机。它的运算速度不高,却是一个庞然大物——使用了18 000个电子管和1500个继电器、占地300平方米、重30吨、消耗功率为50kW、价值48万美元。虽然它既大又贵,但却是现在各种计算机的先驱,为发展至今的数字电子计算机奠定了基础。

自第一台计算机问世以来,随着电子器件的不断发展、更新,计算机的发展日新月异,至今已发展了四代。一般来说,电子计算机发展历程的各个阶段,是以所采用的电子器件的不同来划分的,即电子管、晶体管、中小规模集成电路、大规模及超大规模集成电路计算机。

微型计算机属于第四代电子计算机产品,即大规模及超大规模集成电路计算机,是集成电路技术不断发展、芯片集成度不断提高的产物。

自1971年第一台微机(Intel 4004)问世以来,微机的发展突飞猛进。微机系统的核心部件为CPU,因此我们主要以CPU的发展和演变过程为线索来介绍微机系统的发展过程,这里以Intel公司的CPU为例。

1. 第一代:4位及低档8位微处理器

1971年,Intel公司推出第一片4位微处理器Intel 4004,以其为核心组成了一台高级袖珍计算机。随后出现的Intel 4040是第一片通用的4位微处理器。1972年,Intel又推出了8位微处理器Intel 8088,集成度约2000管/片,时钟频率为1MHz。

2. 第二代:中、低档8位微处理器

1973~1974年,8位微处理器Intel 8008、M 6800、Rockwell 6502的集成度为5000管/片,时钟频率为2MHz~4MHz。这一时期,微处理器的设计和生产技术已经相当成熟,组成微机系统的其他部件也越来越齐全,系统朝着提高集成度、提高功能与速度、减少组成系统所需的芯片数量的方向发展。

3. 第三代:高、中档8位微处理器

1975~1976年,8位微处理器Z-80、Intel 8085的时钟频率为2MHz~4MHz,集成度约10 000管/片,还出现了一系列单片机。

4. 第四代:16及低档32位微处理器

1978年,Intel首次推出16位处理器8086(时钟频率达到4MHz~8MHz),8086的内部

和外部数据总线都是16位,地址总线为20位,可直接访问1MB内存单元。1979年,Intel又推出8086的姊妹芯片8088(时钟频率达到4.77MHz),集成度达到2万~6万管/片。与8086不同的是,它的外部数据总线为8位(地址总线为20位)。

1982年,Intel推出了80286(时钟频率为10MHz),该芯片仍然为16位结构,但地址总线扩展到24位,可访问16MB内存,其工作频率也较8086提高了许多。80286向后兼容8086的指令集和工作模式(实模式),并增加了部分新指令和一种新的工作模式——保护模式。

1985年,Intel又推出了32位处理器80386(时钟频率为20MHz),该芯片的内部和外部数据总线及地址总线都是32位,可访问4GB内存,并支持分页机制。除了实模式和保护模式外,80386又增加了一种“虚拟8086”的工作模式,可以在操作系统控制下模拟多个8086同时工作。

1989年,Intel推出了80486(时钟频率为30MHz~40MHz),集成度达到15万~50万管/片(168个脚),甚至上百万管/片,因此被称为超级微型机。早期的80486相当于把80386和完成浮点运算的数学协处理器80387以及8KB的高速缓存集成到一起,这种片内高速缓存称为一级(L1)缓存,80486还支持主板上的二级(L2)缓存。后期推出的80486 DX2首次引入了倍频的概念,有效缓解了外部设备的制造工艺跟不上CPU主频发展速度的矛盾。

5. 第五代:高档32位微处理器

1993年,Intel公司推出了新一代高性能处理器Pentium(奔腾),Pentium最大的改进是它拥有超标量结构(支持在一个时钟周期内执行一至多条指令),且一级缓存的容量增加到了16KB,这些改进大大提升了CPU的性能。到目前为止,Intel公司相继推出了Pentium II、Pentium III、Pentium 4,以及Pentium D和Conroe。

现在,多核及64位处理器芯片已经研制成功并推向市场。

近两年,随着DSP的广泛应用和发展,CPU的发展也开始借鉴DSP成功的技术和经验,CPU厂商不再一味追求提高CPU的运算速率,开始注意控制CPU的功耗。Intel的Core系列处理器芯片就是低功耗产品,AMD也推出其基于0.065微米制作工艺的低功耗速龙64X2微处理器。

1.1.2 微型计算机系统的三个层次

通常所说的“微电脑”、“微机”等,准确地讲应该叫做微型计算机系统。微机系统中从局部到全局存在三个层次:微处理器-微型计算机-微机系统。

1. 微处理器

微处理器(Microprocessor)也叫微处理机,它本身并不是计算机,但却是微机的核心部件。微处理器包括算术逻辑单元(Arithmetic Logic Unit, ALU)、控制单元(Control Unit)和寄存器组(Registers)三个基本部分,通常由一片或几片LSI、VLSI器件组成。

2. 微型计算机

微型计算机(Micro Computer,以下简称微机)是以微处理器为核心,加上由大规模集成电路制作的存储器(ROM和RAM)、输入/输出接口和系统总线组成的。有的微机则是将这些组成部分集成在一个超大规模芯片上,称之为单片微机,简称单片机。

3. 微机系统

图 1-1 为微型计算机系统结构示意图。

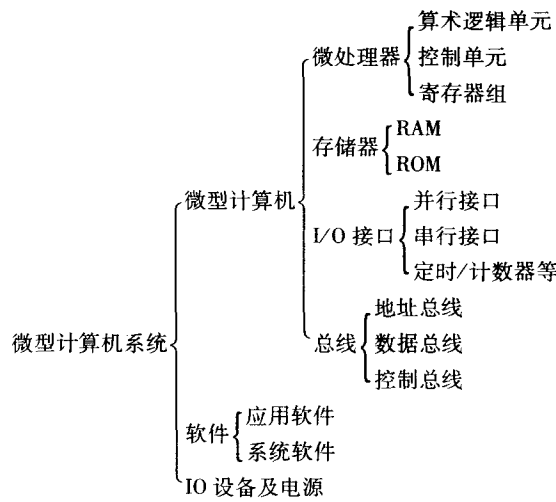


图 1-1 微型计算机系统结构

微机系统(Micro Computer System)是以微机为核心，再配以相应的外围设备、电源、辅助电路和控制微机工作的软件而构成的完整的计算系统。软件分为系统软件和应用软件两大类。系统软件用来支持应用软件的开发与运行，包括操作系统、标准实用程序和各种语言处理程序等。应用软件是用来为用户解决具体应用问题的程序及有关的文档和资料。

要注意，在上述三个层次中，单纯的微处理器不是计算机，单纯的微机也不是完整的计算机系统，它们都不能独立工作。只有微机系统才是完整的计算机系统，才具有实用意义，才可以正常工作。

1. 1. 3 微型计算机的分类

微型计算机的种类很多，型号也各异，对其进行确切分类比较困难。常见的分类方法有以下 4 种。

1. 按组装形式

按照组装形式，微机可以分为单片机、单板机、个人计算机、嵌入式系统、服务器、工作站、并行计算机等。

单片机就是将构成微型计算机的各功能部件(CPU、RAM、ROM 及 I/O 接口电路)集成在同一块大规模集成电路芯片上，一个芯片就是一台微型机，也称为单片微型计算机。单片机的特点是集成度高、体积小、功耗低、可靠性高、使用灵活方便、控制功能强、编程保密化、价格低廉，利用单片机可以比较方便地构成一个控制系统。因此，单片机在工业控制、智能仪器仪表、数据采集和处理、通信和分布式控制系统、家用电器等领域的应用日益广泛。典型的单片机产品有：Intel 公司的 MCS8051、8096(16 位单片机)，Motorola 公司的 MC68HC05、MC68HC11 等。一般单片机本身没有软件开发功能，因为单片机内无监控程序或系统通用管理软件，只能放置用户事先调试好的应用程序。随着单片机技术的迅速发展，目前也有部分面向高档产品的单片机内可以固化系统软件，称为嵌入式计算机系统。单片机

的开发一般需要开发系统的支持。

单板机就是将 CPU 芯片、存储器芯片、I/O 接口芯片及简单的输入/输出设备(如小键盘、数码显示器 LED(发光二极管)装配在同一块印刷电路板上,这块印刷电路板就是一台完整的微型机,也称为单板微型计算机。单板机具有完全独立的操作功能,加上电源就可以独立工作。但是由于它的输入、输出设备简单,存储容量有限,工作时只能用机器码(二进制)或汇编语言输入,故通常只能应用于一些简单控制系统和教学中。国内曾经流行的单板机是 TP80(CPU 为 Z-80),现已被单片机、系统机(PC)替代。

个人计算机也称为系统机。把微处理器芯片、存储器芯片、各种 I/O 接口芯片和驱动电路、电源等装配在不同的印刷电路板上,各印刷电路板插在主机箱内标准的总线插槽上,通过系统总线相互连接起来,就构成了一个多插件板的微型计算机。目前广泛使用的微型计算机系统(如 IBM PC/XT、PC/AT、PC 386、PC 486、Pentium 系列个人计算机等)就是用这种方式构成的。

嵌入式系统是相对通用计算机系统而言的,通用计算机系统主要解决海量数值的处理、逻辑分析和决策判断,其技术发展方向是总线速度无限提高,存储容量无限增大,采用专用或通用接口与不同类型的各种外设进行信息交换。而嵌入式系统是针对特定的应用对象,将处理器、外围电路及嵌入式操作系统和特定的专用软件等融合为一个整体,将其嵌入到对象的体系中,使对象成为具有多种“思维”能力的智能设备。例如,对微波炉、移动通信、数码相机、测量仪器和医疗/器械等设备的信号采集、处理和控制在通过嵌入式系统进行的。

服务器是一个公用共享设备,它是网络运行、管理和服务的中枢。根据服务器工作环境的不同,其结构存在一定的差异。例如,对数据库服务器,要求它有非常大的存储容量和较宽的 I/O 带宽。对于执行运算的服务器,要求它对数据的计算和处理具有较高的运算速度。随着 Internet 的高速发展,服务器在网络中的重要性也日渐突出。

工作站是指具有完整的人机交互界面,集高性能的计算和图形于一体,拥有大容量的内外存储器、I/O 和完善的网络功能的微型计算机。例如,SGI 的图形工作站可以高速完成图形的绘制和渲染。

2. 按 CPU 内部寄存器的位数

按 CPU 内部寄存器的位数,微机可分为 4 位机、8 位机、16 位机、32 位机和 64 位机等。

4 位机中使用字长为 4 位的微处理器,由于它可以方便地处理 BCD 码,因此曾广泛地应用于电子计算机中。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经广泛应用于电子仪器、家用电器等领域。

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 位机的性能已经超出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、图像处理等多媒体处理领域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。

64 位机是当前研究的热点, Intel 和 AMD 相继在市场上推出了 64 位 CPU 及相应的指令系统, 各个硬件商和软件商也相继推出了 64 位产品。凭借其对大数据量和复杂运算的处理能力, 64 位机在以后的实际应用中具有非常广阔的前景。

3. 按用途

按照用途, 微机可以分为通用计算机与专用计算机。

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, 用户在通用计算机上添加特定的硬件和对应的软件, 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。这类计算机通常具有固定的用途, 往往附属于某一具体的应用设备。作为专用计算机, 通常不需要也不能由用户随意添加和删除功能, 而计算机的表现形式也不像一般的通用计算机。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。

4. 按芯片型号

按照芯片型号, 微机可以分为 286 机、386 机、486 机、Pentium 机、Core 机等。

由于 Intel 处理器在计算机发展中的地位, 人们习惯上用 Intel 公司芯片的型号来区分计算机系统。当然这也是由 CPU 在整个操作系统中的重要作用决定的, 每一次 CPU 的更新换代都会引发整个计算机系统升级。自从 AMD 处理器在市场上站稳以后, 这种分类开始逐渐细分为 Intel 系列和 AMD 系列, 但仍以 CPU 的型号划分。

1.1.4 微型计算机系统的主要性能指标

和一般计算机系统一样, 衡量微机系统性能好坏的技术指标主要有以下 5 方面。

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。一般来说, 一台计算机的字长取决于其通用寄存器、内存储器、ALU 的位数和数据总线的宽度。字长越长, 一个字所能表示的数据精度越高, 因此在完成同样精度的运算时, 数据处理速度越快。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/速度与硬件成本两方面, 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, 加宽了内部总线宽度, 致使内部字长和对外数据宽度不一致。例如, Intel 8088/80188 的内部数据总线宽度为 16 位, 外部数据总线宽度为 8 位。对这类芯片, 称之为“准 x x 位”CPU, 因此 Intel 8088/80188 被称为“准 16 位”CPU。当前主流的 CPU 是 64 位的。

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。存储二进制信息的基本单位是位(b, bit)。一般把 8 个二进制位组成的通用基本单元叫做字节(B, Byte)。微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)。

存储器容量包括内存容量和外存容量。内存容量又分为最大容量和实际装机容量。最大容量由 CPU 的地址总线位数决定, 例如, 8 位 CPU 的地址总线为 16 位, 其最大内存容量为

64KB; Pentium 处理器的地址总线为 32 位, 其最大内存容量为 4GB。而装机容量则由所用软件环境决定, 如现行 PC 系列机, 采用 Windows 环境, 内存必须在 4MB 以上; 采用 Windows 98, 内存必须在 32MB 以上; 采用 Windows XP, 内存必须在 128MB 以上等。

外存容量是指硬盘、软盘、U 盘和光盘等的容量, 通常是指硬盘容量, 其大小应根据实际应用的需要来配置。

目前, 市场上流行的 Pentium 系列以及 Athlon 系列微机大多具有几百到几千 MB 内存装机容量和上百到上千 GB 外存容量。

3. 运算速度

计算机的运算速度一般用每秒所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。常用的计算方法有:

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。在这种情况下, 一般用 MIPS (Millions of Instruction Per Second, 百万条指令/秒) 作为单位。

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 的主频和执行每条指令所需的时钟周期。主频一般以 MHz 为单位。

4. 外设扩展能力

外设扩展能力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有重大影响。在微机系统中, 外存储器容量、显示屏幕分辨率、主板对外接口的类型和数量等, 都是外设备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组成部分, 其配置是否齐全, 直接关系到计算机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、可供选用的工具软件和应用软件等, 都是购置计算机系统时需要考虑的。

1.2 微型计算机系统硬件结构

1.2.1 结构特点与框图

目前的各种微型计算机系统, 无论是简单的单片机、单板机系统, 还是较复杂的个人计算机(PC机)系统, 从硬件体系结构来看, 采用的基本上都是计算机的经典结构——冯·诺伊曼结构。这种结构的特点是:

- 由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部分组成。
- 数据和程序以二进制代码形式不加区别地存放在存储器中, 存放位置由地址指定, 地址码也为二进制形式。
- 控制器是根据存放在存储器中的指令序列(即程序)来工作的, 并由一个程序计数器(即指令地址计数器)控制指令的执行。控制器具有判断能力, 能根据计算结果选择不同的动作流程。

典型的微机系统是由硬件和软件两大部分组成的。其中硬件又由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五部分组成。图 1-2 给出了具有这种结构特点的微型计算机的硬件

组成框图。微处理器中包含了上述的运算器和控制器；RAM 和 ROM 为存储器；I/O 接口及外设是输入设备和输出设备的总称。总线是连接上述各部件的公共线路，按照传送信号的性质，总线可以分为：地址总线 AB、数据总线 DB、控制总线 CB。

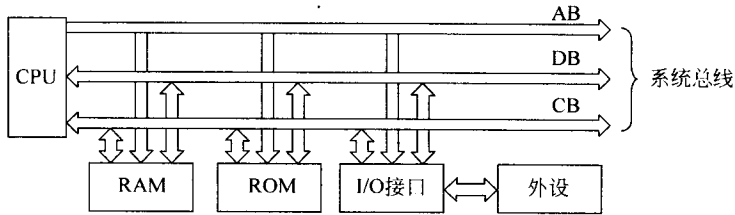


图 1-2 微机的结构框图

有时也将微型计算机的这种系统结构称为单(套)总线结构，简称总线结构。采用总线结构，可使微型计算机的系统构造比较简单，并且具有更大的灵活性和更好的可扩展性、可维护性。根据系统总线组织方法的不同，可把总线结构分为单(套)总线、双(套)总线、多重总线三类，如图 1-3 所示。

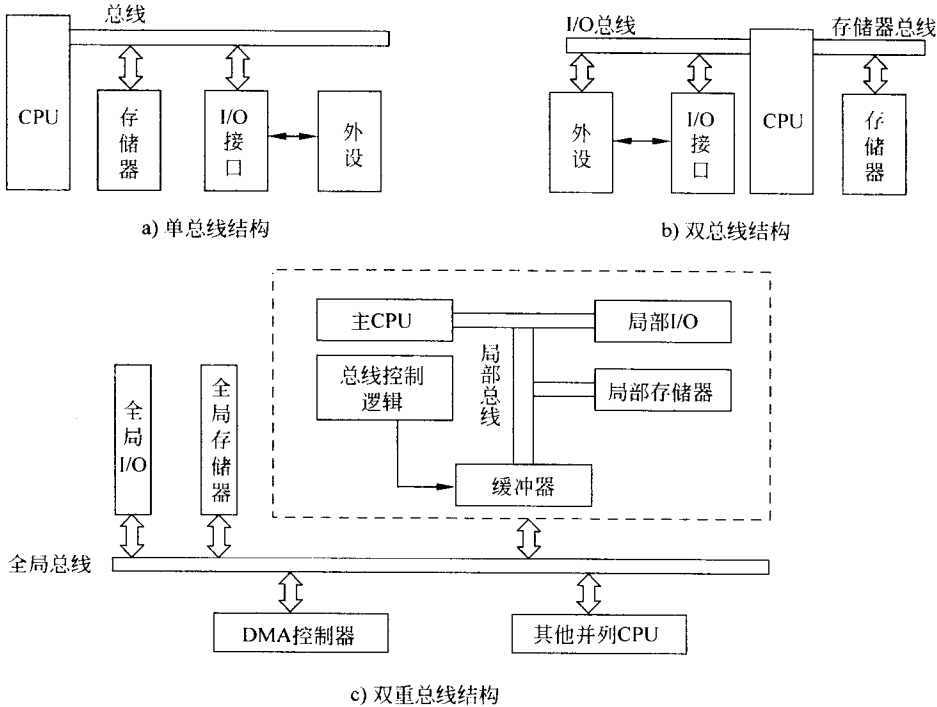


图 1-3 微机的三种总线结构

图 1-3a 所示是单(套)总线结构，图 1-2 所示的实际上就是这种结构。在单总线结构中，系统存储器和 I/O 接口使用唯一的一套信息通路，因而微处理器对存储器和 I/O 接口的读写只能分时进行。因为单总线结构的逻辑结构简单、成本低廉、实现容易，所以大部分中低档微机都采用这种结构。

图 1-3b 所示是双(套)总线结构。在双总线结构中，I/O 和存储器各自具有到 CPU 的总

线通路,这种结构的 CPU 可以分别在两套总线上同时与 I/O 接口和存储器交换信息,相当于扩展了总线带宽,提高了总线的数据传输速率。目前,有的单片机和高档微机就是采用这种结构。不过在这种结构中, CPU 要同时管理与存储器和 I/O 的通信,这势必加重 CPU 在管理方面的负担,为此,现在通常采用专门的 I/O 处理芯片(即所谓的智能 I/O 接口)来履行 I/O 管理任务,以减轻 CPU 的负担。

图 1-3c 所示是双重总线结构。在这种结构中,主 CPU 通常通过局部总线访问局部存储器和局部 I/O,这时的工作方式与单总线情况是一样的。另外,主 CPU 也经常作为主设备访问全局存储器和 I/O。当其他并列微处理器需要对全局存储器和全局 I/O 访问时,必须由总线控制逻辑统一安排才能进行,这时该并列微处理器就是系统的主控设备。比如,图 1-3c 中的 DMA 控制器也可成为系统的主控设备,全局 I/O 和全局存储器之间便可利用系统总线进行 DMA 操作。在其他处理器访问全局 I/O 的同时,主 CPU 还可以通过局部总线对局部存储器或局部 I/O 进行访问。显然,这种结构可以实现双重总线上并行工作,并且在等效总线带宽的增加、系统数据处理和数据传输速率的提高方面效果更明显。目前,各种高档微机和工作站基本上都采用双重总线结构。

1.2.2 主要组成部分结构及其功能

计算机的硬件系统主要由中央处理器和存储器构成,其中中央处理器主要由运算器和控制器组成。

1. 运算器

运算器是一个用于信息加工的部件,又称为执行部件,它对数据进行算术运算和逻辑运算。运算器通常由算术逻辑单元(ALU)和一系列寄存器组成。ALU 是运算器的核心。它是以全加器为基础,并辅以移位寄存器及相应控制逻辑组合而成的电路,在控制信号的作用下可完成加、减、乘、除四则运算和各种逻辑运算。注意,有时传输数据的操作(MOV)也经过全加器的运算通道,只是不作任何运算。因此,ALU 是数据运算和数据传输的必经之路。

运算器一次能运算的二进制数的位数,称为字长,它是计算机的重要性能指标。常用的计算机字长有 8 位、16 位、32 位以及 64 位。寄存器、累加器和存储单元的长度应该与 ALU 的字长相等等或者是它的整数倍。

2. 控制器

控制器是全机的指挥中心,它使计算机各部件自动协调工作。控制器的基本功能包括:取指令,分析指令,执行指令,控制程序和数据的输入与结果输出以及随机事件和某些特殊请求的处理。控制器工作的实质就是解释程序,它每次从存储器读取一条指令,经过分析译码,产生一串操作命令,发向各个部件,控制各部件动作,使计算机正常连续运行。

控制器的结构取决于计算机的系统结构、指令格式、控制方式以及组成方式等,因此各类机器的控制器在结构上是有差别的,但是其基本工作过程、基本组成是相同的。控制器主要包括以下几部分:

- **指令部件。**它主要完成取指令并分析指令的工作。
- **时序部件。**它能产生一定的时序信号,以保证计算机的各功能部件有节奏地运行。
- **微操作信号发生器。**它是一个指令周期中不可再分的最基本的操作。
- **中断机构。**它响应和处理中断。

3. 存储器

存储器的主要功能是存放程序和数据。程序是计算机操作的依据，数据是计算机操作的对象。程序和数据在存储器中都是以二进制的形式来表示的，统称为信息。为实现自动计算，这些信息必须预先放在存储器中。

概括地讲，计算机中的存储系统包括两大部分，即主存储器和辅助存储器。主存储器称为内存，用来存放计算机在运行过程中所使用的程序和数据，一般置于系统中靠近 CPU 的位置，以方便与 CPU 通信；辅助存储器又称为外部存储器，主要包括磁带、磁盘和光盘等，逻辑上离 CPU 较远，用来存放暂时不用、在需要时成批调入内存中的程序和数据。

在目前的计算机系统中，主存储器实际上是由 Cache 和内存组成的一个系统，其存取速度和 CPU 相匹配，为 100ms 至几百 ns。外存储器是不直接和 CPU 相联系的存储器，属于计算机系统的外设部分，其存储容量很大，但存取速度慢，有若干毫秒的寻址时间。

存储器的组成结构如图 1-4 所示。其中，存储体是用来存储信息的，它由许多小单元组成，每个单元存放一个数据或一条指令。存储单元按照某种顺序编号，每个存储单元对应一个编号，称为单元地址，用二进制编码表示。存储单元地址和存储在其中的信息是一一对应的。单元地址只有一个，固定不变，而存放在其中的信息是可以更换的。

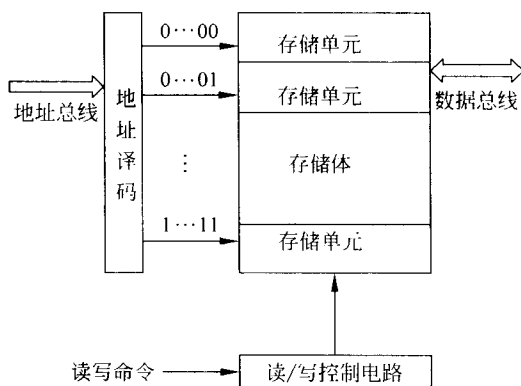


图 1-4 存储器组成框图

主存储器的类型有如下几种：

- 随机存储器(Random Access Memory, RAM)。也称为读写存储器，通过指令可以随机地、个别地对各个存储单元进行访问，一般访问需要的时间是固定的，与存储器的单元地址无关。
- 只读存储器(Read Only Memory, ROM)。这是一种对其内容只能读不能写的存储器，在制作时写入内容。它通常用来存放固定不变的程序、字符与图形符号、机器的引导启动初始化程序等。由于它与 RAM 分享主存的同一地址空间，故仍属于主存的一部分。
- 可编程只读存储器(Programmable ROM, PROM)。这是一种一次性写入的存储器，写入后，其中的内容只能读出，不能进行修改。
- 可擦除可编程只读存储器(Erasable PROM, EPROM)。这种存储器中写入内容以后，可以用紫外线照射其擦除窗口，擦除其中的内容，然后再次写入。
- 电可擦除可编程只读存储器(Electrically EPROM, E²PROM)。可用电改写这种存储器中的内容。近年来迅速发展的闪存(Flash Memory)具有 E²PROM 的特点，只是容量更大、读写速度更快。

1.2.3 I/O 设备接口

I/O 设备是计算机系统的重要组成部分，而 I/O 接口则介于 CPU 与外设之间，负责完成 CPU 和外设之间的信息传送和对外设的控制功能。常用的输入设备有键盘、卡片输入机和