

计算机专业大专系列教材

微型计算机原理

李大友 主编
张秀琼 吴定荣 编著



清华大学出版社

43
1

计算机专业大专系列教材

微型计算机原理

李大友 主编
张秀琼 吴定荣 编著

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书是根据国家教委制定的计算机专业大专教学大纲要求编写的。

本书全面系统地介绍了 PC 系列微型计算机原理,内容包括:微型计算机系统综述; Intel 系列微处理器; CPU 子系统的支持芯片和 CPU 子系统组成实例; 中断系统; 存储器接口; 8086/8088, 80286, 80386, 80486 指令系统。

在附录中还给出了 8086 到 Pentium 的指令集。

各章后面均附有思考题和练习题。

本书是在作者多年教学实践经验的基础上编写的。它可作为计算机专业大专教材使用,也可作为相关专业技术人员使用。

JS502/05

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机原理/李大友主编;张秀琼,吴定荣著. —北京:清华大学出版社,1998

计算机专业大专系列教材

ISBN 7-302-02923-7

I. 微… II. ①李… ②张… ③吴… III. 微型计算机-基础理论-高等学校-教材
IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 08665 号

出版者:清华大学出版社(北京清华大学校内,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印刷者:北京昌平环球印刷厂

发行者:新华书店总店北京发行所

开本:787×1092 1/16 印张:20 字数:469 千字

版次:1998 年 7 月第 1 版 1999 年 9 月第 3 次印刷

书号:ISBN 7-302-02923-7/TP·1549

印数:21001~32000

定价:21.00 元

序 言

为什么要组织编写这套计算机专业大专使用的教材?根据什么来组织这套教材?这套教材的特点是什么?它能起到哪些作用?这就是我们在这篇序言中,要回答,也必须回答的问题。

计算机专业大专教育发展非常迅速,它满足了社会对这个层次人材的需求。在数量上已经超过了对本科人材的需求。大专这个层次有自己的特殊性,时间只有三年,要学习的内容很多,怎样精选教学内容,就成为十分重要的问题;他们又不同于中专层次,要求既有相当坚实的理论基础,又要运用理论解决实际问题,因此,如何处理好理论和实践的关系就十分重要。

大专这个层次人材的重要性是不言而喻的。但是,在培养大专这个层次人材的过程中,突出的矛盾之一,就是缺乏合适的大专教材。目前,不是用本科教材代用,就是很难及时获得所需教材。这就是组织这套专为大专使用的教材的起因。

那么,我们组织编写这套教材以什么为依据呢?中国计算机学会教育委员会与全国高等学校计算机教育研究会联合推荐的《计算机学科教学计划 1993》是我们这次组织编写这套教材的主要依据。

“93 计划”所提供的指导思想和学科内容不仅适合大学本科,也适合于大专的需要。

“93 计划”明确规定了计划实施的目标:

1. 要为“计算机学科”的毕业生提供一个广泛坚实的基础;
2. 在培养人材的过程中,必须反映培养目标的差异;
3. 要为学生毕业后,进一步学习新的知识和迎接新的工作挑战,做好理论和实践上的准备;
4. 要学生能够把在校学到的知识,用到解决实际问题的过程中去。

在学科内容方面“93 计划”概括了九个科目领域。九个科目领域组成《计算机学科》的主科目。每个科目领域都有重要的理论基础、重要的抽象(实验科学)、重要的设计和实现的成就。

这九个科目领域作为教学计划的公共要求,它们是:算法与数据结构、计算机体系结构、人工智能与机器人学、数据库与信息检索、人一机通信、数值与符号计算、操作系统、程序设计语言、软件方法学和工程。

我们根据上述指导思想和学科要求精选了十三门课,作为大专用的主干教材。它们是:《数据结构》、《数字电路逻辑设计》、《计算机组成原理》、《微型计算机原理》、《微型计算机接口技术》、《计算机网络》、《数据库原理及应用》、《软件工程概论》、《操作系统基础》、《汇编语言程序设计》、《C 程序设计》、《微机系统应用基础》和《离散数学》。前 8 本是新书,后 5 本是推荐用书,早已出版。

这十三门教材大体上反映了除人工智能与机器人学和数值与符号计算之外的全部要

求,足以满足大专主干课程教学的需求。

这套教材我们都是聘请大专院校有丰富教学实践经验的工作在第一线的专家、教授编写。在编写过程中,充分考虑了大专的特点,在选材上贯彻少而精的原则,在处理上贯彻理论密切联系实际的原则。力求深入浅出,便于教学。并且在主要章节后均附有适量的习题。

这套教材适合于计算机专业大专生使用,也可作为非计算机专业的本科生使用。

主编 李大友

1996.6

前 言

《微型计算机原理》和《微型计算机接口技术》是计算机专业的专业必修课。这两门课相辅相成,前后衔接紧密,互为补充、缺一不可。

本书为《微型计算机原理》,它以当前应用极为广泛的 PC 系列微型计算机为背景,全面阐述了微型计算机系统的基本概念、基本组成和基本工作原理,并给出了大量实例。

全书由 6 章组成:第 1 章为微型计算机系统综述,全面介绍了微处理器和微型计算机的发展概况,微处理器、微型计算机系统组成和工作原理,以及微型计算机系统配置。

第 2 章为 Intel 系列微处理器。在本章中详细讲述了 PC 机 Intel 系列微处理器的内部结构、时序和总线周期、存储器管理功能以及多任务处理功能。

第 3 章为 CPU 子系统的支持芯片和 CPU 子系统的组成实例。在本章中,阐述了 CPU 子系统支持芯片的结构和工作原理、单 CPU 模式和多 CPU 模式系统的构成和工作原理。

第 4 章为中断系统,在本章中对中断系统结构、工作原理,编程方法进行了详细论述并给出了中断系统实例。

第 5 章为存储器接口。《微型计算机原理》和《微型计算机接口技术》是姊妹篇,为便于进行微机工作原理的论述,将存储器接口放在《微型计算机原理》中讲述。在本章中详细讲解了存储器芯片及存储器与微处理器的接口技术,并给出了实例。

第 6 章为 Intel 系列微处理器指令系统。考虑到在计算机专业中已单独设置了汇编语言程序设计课,故将指令系统一章放在最后,读者可以根据自己和教学大纲的要求选教或选读。

本书是在作者多年教学工作经验的基础上编写的,内容丰富,但不失精练,层次清楚,深入浅出,是一本难得的好书。

本书由李大友教授主编,全书由张秀琼教授和吴定荣教授编写。全书由李大友教授审定、统稿和定稿,并补选了 Pentium 指令集。

本书根据国家教委制定的《微型计算机原理》教学大纲的要求来编写,可作为计算机专业大专教材使用,也可供其他相关专业作为本科教材使用。

李大友

于北京工业大学

1997.9

目 录

第 1 章 微型计算机系统综述	1
1.1 概述	1
1.1.1 微处理器和微型计算机的发展概况.....	1
1.1.2 微型计算机中常用的术语.....	4
1.2 微处理器、微型机和微机系统.....	5
1.2.1 微处理器.....	5
1.2.2 微型计算机.....	6
1.2.3 微型计算机系统.....	6
1.3 IBM PC/XT 机概况	6
1.3.1 系统板.....	7
1.3.2 I/O 适配器插件板	9
1.4 IBM PC/AT 机概况	11
1.4.1 系统配置	11
1.4.2 可运行的操作系统	14
1.5 386 微型机的概况	14
1.5.1 系统板	14
1.5.2 386 系统 I/O 接口的配置	14
思考题与练习题	15
第 2 章 Intel 系列微处理器	16
2.1 8086/8088 CPU 的主要性能	16
2.1.1 8086 与 8088 CPU	16
2.1.2 8086 硬件设计中的几种重大改进	17
2.2 8086/8088 CPU 的内部结构框图	17
2.2.1 框图	17
2.2.2 寄存器	19
2.2.3 8086/8088 的存储器管理	22
2.3 8086/8088 引脚功能说明	23
2.3.1 8088 引脚说明	24
2.3.2 8086 引脚说明	28
2.4 8086/8088 CPU 的时序	29
2.4.1 典型的 BIU 总线周期	29
2.4.2 8086 在单 CPU 系统内读存储器或读 I/O 端口的总线周期时序 ..	30
2.4.3 8086 在单 CPU 系统内写存储器或写 I/O 端口的总线周期时序 ..	31
2.4.4 8086 多 CPU 系统读写总线周期时序	32

2.4.5	8088 访问存储器与 I/O 端口总线周期时序	33
2.4.6	8086/8088 的 WAIT(等待)状态	33
2.4.7	8086/8088 请求占用总线状态时序	34
2.5	80286 CPU	35
2.5.1	80286 的内部结构	36
2.5.2	80286 引脚功能说明	39
2.6	80386 CPU	42
2.6.1	80386 的内部结构	43
2.6.2	80386 引脚功能说明	47
2.7	80486 CPU	49
2.7.1	80486 的内部结构	49
2.7.2	80486 引脚功能说明	52
2.8	80286 以上 CPU 的存储器管理功能	53
2.8.1	虚拟地址空间和实地址空间	53
2.8.2	虚拟地址空间与实地址空间的转换	55
2.9	80286 以上 CPU 的保护功能	64
2.9.1	存储器保护功能	65
2.9.2	特权级保护功能	67
2.10	多任务处理	72
2.10.1	多任务软件	72
2.10.2	任务状态段 TSS	73
2.10.3	TSS 描述符和任务寄存器 TR	76
2.10.4	任务门描述符	76
2.10.5	任务的切换	77
2.11	Pentium CPU 简介	80
	思考题与练习题	85
第 3 章	CPU 子系统的支持芯片和 CPU 子系统的组成实例	88
3.1	8086/8088 的支持芯片	88
3.1.1	8284 时钟发生器/驱动器	88
3.1.2	8282/8283 I/O 锁存器	92
3.1.3	8286/8287 8 位并行双向总线驱动器	93
3.1.4	8288 总线控制器	93
3.2	8086/8088 系统的构成	97
3.2.1	单 CPU 模式系统的构成框图	97
3.2.2	多 CPU 模式系统的构成	100
3.3	IBM PC/XT 机系统板核心控制电路组成	101
3.3.1	IBM PC/XT 机处理器子系统核心控制电路的组成	101
3.3.2	8088 与 8087 的接口	102
3.3.3	IBM PC/XT 机的等待控制电路	106

3.4	IBM PC/AT 机系统板核心控制电路的支持芯片和电路组成	109
3.4.1	80286 的支持芯片	109
3.4.2	IBM PC/AT 机系统板核心电路	116
3.5	386 系统板核心电路及其支持芯片组简介	120
3.5.1	386 微型计算机系统板简介	120
3.5.2	386 微机系统支持芯片组简介	120
	思考题与练习题	122
第 4 章	中断系统	123
4.1	8086/8088 的中断结构	126
4.1.1	内部中断	126
4.1.2	外部中断	128
4.1.3	中断矢量和中断矢量表	128
4.1.4	中断矢量表的初始化	135
4.2	8086/8088 中断的优先级别及对中断源的管理	137
4.2.1	中断的优先级别	137
4.3	8259A 可编程中断控制器	140
4.3.1	8259A 的框图和引脚	141
4.3.2	中断触发方式和中断响应过程	144
4.3.3	8259A 的编程控制	147
4.4	中断系统实例分析	165
4.4.1	IBM PC/XT 机的中断控制逻辑结构	165
4.4.2	IBM PC/XT 机的 BIOS 对 8259A 的初始化	168
4.4.3	IBM PC/AT 机的中断控制逻辑结构	169
4.4.4	IBM PC/AT 机对 8259A 的初始化	170
4.5	80286 以上 CPU 虚拟保护模式下的中断和异常	171
4.5.1	异常	172
4.5.2	中断和异常的识别	172
4.5.3	中断描述符表和门描述符	176
4.5.4	保护模式下的中断处理	177
	思考题与练习题	181
第 5 章	存储器接口	183
5.1	概述	183
5.2	半导体存储器的分类和现状	184
5.3	存储器芯片	189
5.3.1	SRAM 静态读写存储器	189
5.3.2	DRAM 芯片实例	192
5.3.3	EPROM 和 EEPROM 芯片实例	196
5.4	存储器接口技术	199
5.4.1	组成存储器电路应考虑的问题	199

5.4.2	存储器的组成	201
5.4.3	存储器片选信号的产生方式和译码电路	202
5.4.4	存储器接口技术实例	209
5.4.5	SIMM 内存条	224
5.5	PC 机存储器的层次结构和对内存的管理	225
5.5.1	内存的层次结构	225
5.5.2	内存管理	226
	思考题与练习题	228
第 6 章	8086/8088,80286,80386,80486 指令系统	229
6.1	8086/8088 指令系统	229
6.1.1	指令分类	229
6.1.2	寻址方式	230
6.1.3	堆栈操作	231
6.1.4	输入/输出(I/O)和其它数据传送指令	232
6.1.5	算术指令和它们对标志寄存器的影响	233
6.1.6	逻辑指令	234
6.1.7	字串处理指令	237
6.1.8	控制转移指令	238
6.1.9	循环控制指令	243
6.1.10	子程序调用和返回指令	244
6.1.11	处理器控制指令	245
6.2	80286 新增加的和增强的指令	247
6.2.1	使用堆栈的指令	247
6.2.2	带符号整数乘法指令	247
6.2.3	移位指令	247
6.2.4	内存范围检查指令	248
6.2.5	记录栈空间的指令	248
6.2.6	撤销栈空间的指令	248
6.2.7	字符串输入指令	249
6.2.8	字符串输出指令	250
6.2.9	控制保护态指令	250
6.3	80386 新增加的指令	250
6.3.1	80386 新增加的指令	251
6.3.2	80386 增加了功能的指令	254
6.4	80486 新增加的指令	256
附录 A	8086/8088,80286,80386 指令集	257
附录 B	Pentium 指令集	287

第 1 章 微型计算机系统综述

1.1 概述

1.1.1 微处理器和微型计算机的发展概况

微处理器的出现,是 20 世纪 70 年代人类重要的创新之一。自从 1971 年第一块微处理器 Intel 4004 问世以来,仅仅只有短暂的 20 多年,而它的发展速度却是惊人的。它的集成度和性能,几乎每两年提高一倍。

整个计算机工业的发展速度本来就很快,然而微处理器和微型计算机出现以来,由于它的体积小,性能价格比最优,特别是价格低廉这一条,使它的应用深入到各个领域,大到航天工业,小到家庭。它的发展之迅速,影响之深远,远远超过它的前代。现在一小片微型机的功能,超过 20 世纪 50 年代初期占地上百平方米、功耗成仟瓦的电子管计算机。性能价格比也提高很多。今天的台式微型计算机,性能大大超过 20 多年前、造价数十万美元的晶体管数字计算机系统。

微处理器和微型计算机的发展历史是和大规模集成电路的发展分不开的。20 世纪 60 年代初期的硅平面管工艺和二极管晶体管逻辑电路的发展,促使小规模集成电路 (SSI) 在 1963 年、1964 年出现,金属氧化物半导体 (MOS) 晶体管工艺,又把集成度提高了一大步。到了 20 世纪 60 年代后期,在一片几平方毫米的硅片上,已有可能容纳下几千个晶体管,这就出现了大规模集成电路 (LSI)。LSI 器件体积小、功耗低、可靠性高。在 1970 年时,已经可以生产 1K(1024)位的存储器。这些工艺和技术已经为设计和生产微处理器打下了基础。1971 年第一片单片微处理器 Intel 4004 问世。它采用了 PMOS 技术,在 4.2mm×3.2mm 的硅片上,集成了 2250 个晶体管、16 条引脚双列直插式封装。它是一种 4 位微处理器,可进行 4 位二进制的并行处理。这种微处理器的功能是有限的,一般不适用于通用计算机。但是,配上只读存储器 (ROM)、读写存储器 (RAM)、以及输入/输出等电路芯片,便是 MCS-4 微型计算机。这种微处理器可以装在电动打字机、照相机、台秤、电视机等家用电器上,使这些电器具有智能化,从而大大提高这些器具的性能。4004 本来是作为高级袖珍计算器而设计的,经改进后,成为 4040 型微处理器,这就是第一代微处理器。Intel 8008 在 1972 年出现,这是一种 8 位微处理器。由它组成 MCS-8 微型计算机。4004,8008 和与其对应的 MCS-4,MCS-8 是 4 位和 8 位的低档微处理器和微型计算机,采用 PMOS 工艺,指令系统简单,运算功能差,基本指令执行时间约为 10 到 20 微秒。

接着,于 1974 年又推出了另一种 8 位微处理器 Intel 8080。这时很多公司对微处理器产生极大兴趣,纷纷加入这一行业,先后推出一批 8 位微处理器,如 Motorola 6800,MOS Technology 6501,6502 等,这就是第二代微处理器。自此,便步入了微处理器、微型计算机的新时代。这时,微处理器的设计和生产技术已经相当成熟,大多朝着如下几个方面

努力:

- 提高硅片的集成度;
- 提高功能和速度;
- 降低功耗;
- 降低成本;
- 减少组成微型机系统所需的芯片数目;
- 增加外围配套电路的种类并增强其功能;
- 把中央处理器(CPU)、存储器和输入/输出电路集成在一片硅片上等等。

1975~1976年出现了集成度更高、性能更强、速度更快的Z80 CPU。它是Zilog公司在Intel 8080的基础上加以提高而制造出来的一种8位微处理器。Z80 CPU采用NMOS技术,40个引脚,该芯片在许多方面都比Intel 8080有很大的提高。

1976年Intel公司又推出了与8080兼容的单片、单电源和单相时钟的8085 CPU。从此,8位微处理器由Intel的8080,8085, Motorola的M6800, Zilog公司的Z80形成三足鼎立之势。这三种芯片的性能各有特色,它们被广泛应用于各个领域。支持它们的芯片和应用软件也非常丰富。因此,一些芯片生产厂家也纷纷转向这几种芯片的生产,这三种芯片占据了8位微处理器的绝大部分市场。在国内由于风行全国的TP 801单板机采用Z80 CPU,所以,Z80 CPU在国内8位微处理器市场上的占有量是首屈一指的。

在1977年前后,超大规模集成电路VLSI工艺宣告成功,在一片硅片上可以集成1万个以上的晶体管。这就为研制16位微处理器创造了必要的条件,在1978年,Intel公司率先推出16位微处理器8086。这是第一种第三代微处理器,16位微处理器是从以下两个途径发展起来的:

其一,是原有的小型机LSI化:如DEC公司把小型机PDP-11/34 LSI化,而成为LSI-11/23和LSI-11/24 16位微型机;DGC公司把NOVA小型机LSI化,而成为MICRO NOVA微型机。这类16位微型机的最大特点,是充分利用小型机原有的丰富软件资源,使它既有小型机功能,又有微型机体积小、廉价的优点。

其二,是由生产微处理器的厂家,在8位微处理器的基础上开发、研制的。如Intel公司的8086, Motorola公司的MC68000和Zilog公司的Z8000等16位微处理器。

16位微处理器比8位微处理器的集成度约提高一个数量级,功能也大大增强,这表现在如下几个方面:

- 数据总线的位数由8位增加到16位。
- 地址总线的位数由16位增加到20位以上。所以,直接寻址范围扩大了,一般是1MB~24MB。
- 时钟频率提高到5MHz~40MHz。而CPU的内部结构也有很大的改进,如Intel 8086内部采用流水结构,设置了6字节的指令预取队列。因此,处理速度大大加快了。
- CPU内部的通用寄存器增多了,而且通用寄存器都可以当累加器和通用寄存器使用。
- 指令功能增强了,增加了乘法和除法指令,寻址方式也丰富了,如MC68000多达

14 种寻址方式。

- 多种数据处理类型。有位、压缩型 BCD 码、非压缩型 BCD 码、字节、字、双字、字节串和字串等。
- 中断功能增强了。
- 比较容易组成多处理机系统。

16 位微处理器比 8 位微处理器有更大的寻址空间、更强的运算能力、更快的处理速度和更容易组成多处理机系统。所以,16 位微处理器已能够替代部分小型机的功能。对于单任务、单用户的系统,8086 等初级的 16 位微处理器,它的能力已能满足要求。但是要组成多任务系统,8086 就难以胜任了。因为多任务系统,需要有对各任务的 CPU 转换、存储器管理、文件管理和保护等功能。

1982 年,Intel 公司又推出 16 位高级微处理器 80286。它具有多任务系统所必需的任务转换功能、存储器管理能力和多种保护功能。在同一年 Motorola 推出 68010。这两种微处理器,数据总线虽然仍是 16 位的,但地址总线增加到 24 位,其存储器直接寻址能力可达 16MB。时钟频率提高到 5MHz~25MHz。在 20 世纪 80 年代中、后期至 1991 年初,80286 一直是个人计算机的主流 CPU。

1985 年,Intel 公司推出第四代微处理器 80386。它是一种与 8086 向上兼容的 32 位超级微处理器,它具有 32 位的数据线,32 位的地址线,存储器直接寻址能力可达 4GB,每一个任务具有 64TB 的逻辑存储空间。同一时期推出的 32 位微处理器,还有 Motorola 公司的 MC68020、贝尔实验室的 Bellmac-32A, National Semiconductor 公司的 16032 和 NEC 的 V70 等。32 位微处理器的出现,使微处理器开始进入一个崭新的时代,32 位微处理器,无论从结构、功能、应用范围等方面看,可以说是小型机的微型化。这时 32 位微处理器组成的微型机已达到了 20 世纪 80 年代超级小型机的水平。

随着集成电路工艺水平的进一步提高,1989 年,Intel 公司又推出性能更高的 32 位微处理器 80486,它在芯片上集成约 120 万个晶体管,是 80386 的 4 倍。80486 由三个部件组成:一个 80386 体系结构的主处理器,一个与 80387 兼容的数字协处理器和一个 8KB 容量的高速缓冲存储器,并采用了 RISC 技术和突发总线技术,和 RAM 进行高速数据交换等先进技术,基于这些原因,在相同时钟频率下,80486 的处理速度一般要比 80386 快 2 到 3 倍,它是 80386 的后继换代产品。同期 Motorola 推出 MC68030 的后继换代产品 MC68040, NEC 推出 V70 的后继换代产品 V80。这是三种 CISC(complex instruction set computer)体系结构的 32 位高档微处理器。

1993 年,Intel 公司推出第五代微处理器 Pentium(以 P1 代称)。它集成了 330 万个晶体管,内部采用 4 级超标量结构,数据线 64 位,地址线 36 位。由于第一代 Pentium 采用 0.8 μ m 工艺技术和 5V 电源驱动,一方面使芯片尺寸大而造成成本过高,另一方面使功耗大至 15W 而使系统散热成为问题。1994 年 3 月,Intel 又推出第二代 Pentium(以 P54C 代称),P54C 采用 0.6 μ m 工艺和 3V 电源,功耗仅为 4W,而且可在不需要时自动关闭浮点单元,所以散热问题基本得以解决。P54C 的主时钟为 100MHz 和 90MHz 两种。在常规配置下,Pentium90 系统的处理能力比 P1 系统高出 40%、是 486DX/2 66 系统性能的两倍。Pentium 是 80486 的后继换代产品,它是一种 RISC(reduced instruction set computer)技

术的 CISC 处理器。可以说是 CISC 与 RISC 技术相结合的产物,是一种 CRISC 体系结构微处理器的雏形。

1995 年 2 月 16 日,Intel 公司在 IEEE 国际固态电路会上,向世界宣布新一代微处理器——代号 P6 (Pentium Pro.) 的产品技术细节:它采用了 $0.6\mu\text{m}$ 工艺,在面积为 306mm^2 的芯片上集成了 550 万个晶体管,具有 8KB 指令和 8KB 数据的一级超高速缓存,256KB 的二级超高速缓存。电源电压为 2.9V。主时钟频率为 133MHz。采用 12 级超标量流水微结构,一个时钟周期可以执行 3 条指令,其性能是 Pentium 的 2 倍。同一时期推出的第五代微处理器还有 IBM,Apple 和 Motorola 三家联盟的 Power PC,AMD 公司的 K5 和 Cyrix 公司的 M1 等。

1996 年 Intel 公司将它的第六代微处理器正式命名为 Pentium PRO,该处理器的集成电路线条宽达 $0.35\mu\text{m}$,时钟率为 200MHz、运算速度达 200MIPS。

综上所述,25 年来微处理所取得的成就,是人类历史上任何技术和发明所无法比拟的。

1.1.2 微型计算机中常用的术语

1. 位(bit)、兆位(Mb)、千兆位(Gb)和兆兆位(Tb)。

位是计算机所能表示的最基本最小的数据单位,Bit 是 binary digit 的缩写。Bit 只能有两种状态“0”或“1”。

Mb 是 mega bit 的缩写,代表 2^{20} 位,即 1024×1024 位。

Gb 是 giga bit 的缩写,代表 2^{30} 位,即 1024M 位。

Tb 是 tera bit 的缩写,代表 1024G 位,即兆兆位。

2. 字(word)

字是 CPU 与输入/输出(I/O)设备和存储器之间传送数据的基本单位。它是数据总线的宽度(根数)。微型计算机字长有:1 位、4 位、8 位、16 位、32 位和 64 位等。

3. 字节(byte)

1 字节 = 8 位(8bit)。

4. K,KB,MB,GB 和 TB

$K=1024=2^{10}$; $1\text{KB}=1024\text{Byte}$,是用来计算存储器存储容量的单位。

$1\text{MB}=1024\text{KB}$, $1\text{GB}=1024\text{MB}$, $1\text{TB}=1024 \times 1024\text{MB}$ 。

5. 计算机通信速率单位

- 波特率(baud rate) 是每秒钟内在一通信信道中信号状态发生变化的量度单位。这些状态变化可以是电压大小,也可以是相位角的变化或频率的变化。也就是说波特率是用来度量每秒内信号状态发生变化的次数。例如 1200 波特,表示信号在一秒钟内要变换状态 1200 次。波特率不必同位率一致,一次状态变化可以传送一位,也可以传送多位,每一波特可以传送多少位,取决于所使用的标准。
- 位率或比特率(每秒位 bit per second 简写为 b/s) 表示每秒传送多少位,它和波特率有关系但两者并不是一回事。
- 每秒字符(character per second 简写为 CPS) 表示每秒传送多少英文字符,它的

大小与波特率、位率及校验位、起始和停止位有关。

6. 兼容性

- 系统兼容 若在一个系统上开发的硬件和软件能够在另外一个系统上成功地运行,则称两个系统是兼容的。
- 向上兼容 若兼容性是从旧系统到新系统的单项发展,则称为向上兼容。例如,在 PC/XT 机上开发的软件,可以在 PC/AT 机上在实模式下正确地运行,则 PC/AT 机与 PC/XT 机是向上兼容的。

7. ASCII 码

ASCII 是 american standard code for information interchange 的英文缩写,它是美国标准通信编码。一般用 7 bit 组合编码来表示数字、英文字母、符号等可以打印的符号。

8. BCD 码

BCD 是 binary code decimal 的缩写,它是用 4 bit 组合编码来表示十进制 0~9 十个数码。

9. 指令(instruction)

规定计算机进行某种操作的命令。它是计算机自动控制的依据。目前计算机只能直接识别由 0 和 1 编码组合的指令。

10. 程序(program)

程序是指令的有序集合,是为完成特定任务(Job),由计算机能识别的指令编排而成的。

11. 指令系统(instruction set)

指令系统或称指令集,是指一台计算机所能识别的全部指令。

12. 地址(address)

地址是指存储器的单元号,类似于我们住户的住址。例如,某微型机存储器为 64K($64 \times 1024 = 65536$)Byte,则存储器单元(location)的编号从 0 到 65535。存储器是按字节组成的,每一个 8 Bit 就称为一单元,每一个单元都有唯一的地址号码。

1.2 微处理器、微型机和微机系统

1.2.1 微处理器

微处理器是大规模集成电路的 CPU(简称 μP 或 MP)。它包括三个基本部分。

1. 算术逻辑部件(ALU):它用来执行基本的算术运算和逻辑运算。
2. 寄存器(register):CPU 中有多个寄存器,称为 CPU 寄存器。用来存放操作数、中间结果以及存储运算结果的状态标志等。
3. 控制器(CU):它具有指挥整个系统操作次序的功能。它按一定顺序从存储器读取指令,加以“解释”,在定时信号的控制下,按一定的节拍发出一系列的操作命令,控制 CPU 内部以及整个系统,使之有条不紊地工作。

1.2.2 微型计算机

微型计算机是由微处理器,加上半导体存储器(RAM 或 ROM)和输入/输出(I/O)接口电路组成。这三者通过外部总线连接起来。总线包括:地址总线、数据总线和控制总线。微型机的结构框图如图 1.1 所示。

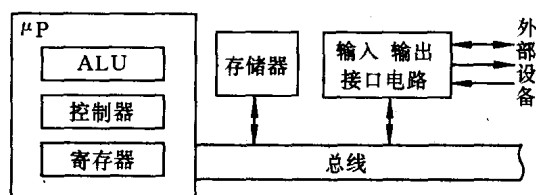


图 1.1

1.2.3 微型计算机系统

由微型计算机配上成套的功能齐全的外围设备,以及较为丰富的系统软件后,一般称为微型计算机系统。不过,在微型机和微型机系统之间,界限也不是很清楚。由于目前微型机在设计时,通常已经考虑到软、硬件的扩充可能性,故在一台简单的微型机基础上,可以很方便地扩充成为一台设备齐全的微型机系统。

1.3 IBM PC/XT 机概况

IBM PC 机是美国国际商业机器公司(international business machine corporation)生产的个人计算机(personal computer)。IBM 公司本来是生产大中型计算机的公司,然而微型计算机的发展,特别是 16 位微处理器的问世,使微型计算机挤进原来中、小型计算机的市场。因此,20 世纪 80 年代初,IBM 公司也跻身于生产微型机的行列,并于 1981 年推出 IBM PC 机。在结构上,IBM PC 机采用开放式的接插兼容技术,要扩充系统只要加插扩充板,而无须修改原来的电路。早期推出的 IBM PC 有 5 个扩充插槽,随后推出的 PC/XT 机增至 8 个扩充插槽。

为了争夺市场,IBM 公司还采取开放政策,把机器的硬件和软件技术规范公开,公布全部硬件电路和操作系统的底层软件 BIOS 等技术资料。允许其它厂商为 PC 机生产配套的产品。因此,有许多公司为其研制扩充硬件和软件及兼容机。所以,自 PC 机投放市场后,由于它的性能价格比高,并有丰富的软件支持和大量可扩充的配件,而且实现标准化和系列化,在美国和世界市场上受到广大用户的欢迎。继 PC 机之后,IBM 公司又很快推出从低档到高档的一系列个人微型计算机产品。

IBM PC 机获得成功的另一方面原因,还在于它适应已制定的工业标准和兼容市场已有产品,并采用集众家之长的策略。IBM 公司只是 PC 机系统的设计者。系统的部件采用其它公司的产品。例如,中央处理机和可编程的接口芯片,采用生产微处理器的巨人 Intel 公司的产品;键盘遵循西德 1980 年的 DIN 工业标准;打印机早期采用 EPSON 的点阵

打印机,并能支持多种类型的打印机;串行通信卡采用 RS-232C 的通信规程。在软件上也是采用其它公司的产品。例如,IBM PC 最早的操作系统是 Microsoft 公司帕森编制的 PC DOS,其它高级语言和应用软件更是来自各个公司。

本书介绍接口技术时,以 IBM-PC/XT 机为机型。因为 IBM PC/XT 机是 IBM 个人计算机系列最有代表性的一个机种,在它之后推出的各种高档 PC 系列最基本的软硬件性能都与它保持兼容。所以,先简要介绍一下 IBM PC/XT 的硬件配制。IBM-PC/XT 机的基本系统包括主机箱、键盘、CRT 显示器、打印机。主机箱包括系统板、I/O 适配器板、磁盘驱动器和电源等部件。

1.3.1 系统板

系统板水平安装在主机箱的底部,它是一块四层印刷电路板。系统板包括五个功能块。这五个功能块是:处理器子系统、ROM(只读存储器)子系统、RAM(随机存取存储器)子系统、板上 I/O 接口和 8 个 I/O 扩充插槽。系统板是 PC/XT 机的主要组成部分,大多数的接口问题都要利用这块板上的功能来解决。所以,了解接口技术必须首先了解这块板的组成和功能。下面分别介绍系统板的五个功能块。

1. 处理器子系统

处理器子系统由 8088 处理器及支持芯片组成。支持芯片有 8087 协处理器(只有插座,用户根据需要插入 8087 协处理器)、8259A 中断控制器、8284 时钟发生器/驱动器、8288 总线控制器、74LS373 地址锁存器、74LS245 数据总线驱动器。

8088 处理器是系统板的核心,它是一种准 16 位的 CPU,能完成 16 位的数据处理和运算,而外部数据总线是 8 位的,它与 8086 在软件上完全兼容。在这块系统板上 8088 有 20 位存储器地址 $A_{19} \sim A_0$,能直接寻址 1MB 存储空间;I/O 端口地址为 10 位 $A_9 \sim A_0$,可以寻址 1K 个 I/O 端口。

在 IBM-PC/XT 机中,8088 工作于多 CPU 模式,系统的读/写命令和控制信号都由 8288 产生。为了提高数值计算能力,可以插入 8087 协处理器。8088 工作于 4.77MHz 时钟频率,它的基本总线周期为 4 个时钟,即 840ns。其 I/O 访问周期为 5 个时钟,即 1.05 μ s,系统平均每秒执行 65 万条指令。CPU 的时钟由 8284 时钟发生器/驱动器对 14.31818MHz 频率的石英晶体三分频而得到。74LS373 用来锁存 8088 送出的地址信息,74LS245 是双向数据总线驱动器,用来提高数据总线的驱动能力。

8088 有两个中断申请信号:一个是不可屏蔽中断信号 NMI,另一个是可屏蔽中断信号 INT,在 IBM-PC/XT 机中,由一片 8259A 管理 8 级可屏蔽中断级。这 8 个可屏蔽中断级中,系统板仅使用 0 级和 1 级两个中断级。0 级是最高优先级,7 级是最低优先级。0 级连接 8253 通道 0,接受电子钟的周期性中断;1 级连接系统板上的键盘接口电路,接受键盘发送扫描代码中断。其余 6 级汇集到 I/O 通道,由扩充选件板使用。

2. ROM 子系统

系统板上具有 64KB ROM 或 EPROM 空间,但实际上只安装 40KB。板上有两个 ROM 插座,一个插座允许插入 32KB ROM 芯片,另一个插座允许插入 8KB 的 ROM 芯片。ROM 占据存储空间的最高 40KB 地址空间:F6000H~FFFFFH。系统板中还有一个