

高等学校教材

微机原理 与接口技术

雷丽文 朱晓华 编著
蔡征宇 缪均达



URL: <http://www.phei.co.cn>

电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

高等学校教材

微机原理与接口技术

雷丽文 朱晓华 蔡征宇 缪均达 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

0039409

内 容 简 介

本书是非计算机专业机、电类本科《微机原理与接口技术》课程的教材。由浅入深系统地全面地阐述了16位微机的工作原理、体系结构和汇编语言程序设计方法；从ISA系统总线入手介绍了PC/XT和PC/AT机的并行输入输出、中断、DMA、存储器、A/D、D/A及串行通信等接口技术；对386、486和多媒体微机以及EISA、MCA、VL和PCI等总线也作了比较详细的介绍。书中有丰富的具有实用意义的例题和供练习与上机的习题。

本书选材适当，内容丰富、结构合理、便于实施系统教学，特别适合工科院校机、电类专业使用，也可供自学和工程技术人员参考。

JS574/28

丛 书 名：高等学校教材

书 名：微机原理与接口技术

著 者：雷丽文等编著

责任编辑：赵家鹏

特约编辑：天 马

印 刷 者：北京科技大学印刷厂

出版发行：电子工业出版社出版、发行 URL：<http://www.phei.co.cn>

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编100036 发行部电话68214070

经 销：各地新华书店经销

开 本：787×1092 1/16 印张：27.75 插页：1 字数：702.4千字

版 次：1997年2月第1版 1997年2月第1次印刷

印 数：10100册

书 号：ISBN7-5053-3969-9
TP·1727

定 价：29.50元

凡购买电子工业出版社的图书，如有缺页、倒页、脱页者，本社发行部负责调换

版权所有·翻印必究

前 言

在计算机应用领域已经扩展到各行各业,并且进入了家庭的形势下,“会用微机”已成为当代人所必须具有的一种基本技能。对工科学生,特别是机、电类专业的学生来说,则必须有更高的要求,否则将无法满足不同社会的需要。因此,在机、电类专业中,无一例外地开设了《微机原理》课程。它是继高级语言程序设计课程之后又一门计算机技术基础课。其任务是使学生能从应用的角度出发,了解微机的工作原理,建立微机工作的整体概念,从理论与实践的结合上掌握微机接口技术和汇编语言程序设计方法,并在此基础上能具有软、硬件开发的能力。

为满足教学的需要,本书依据非计算机专业机、电类《微机原理》课程教学大纲(对应计算机三级考试大纲)编写,以16位机作为教学机型。在注重完整性和系统性的前提下,坚持少而精的原则,并融合了编者多年教学和科研的实践经验,力求实用性。书中还对386、486、多媒体微机以及EISA、MCA、VL和PCI总线也作了比较详细的介绍。书中的程序均调试通过,每章还有习题和思考题。

本书共十一章,其中第七、九两章由朱晓华编写,第十章由蔡振宇编写,第一、十一两章由缪均达编写,雷丽文编写了第二、三、四、五、六、八章,并负责全书的统稿。南京理工大学计算机系金惠娟教授和北京航空航天大学计算机系杨文龙教授审阅了全部书稿,并提出了许多宝贵意见,谨表示衷心感谢。丁国盛、葛卫锋、谭文、张毅、王志华、杨松柏、季文等同志在程序调试、绘图、文字处理等方面做了大量工作,在此也一并表示感谢。

对本书的疏漏和失当,诚请读者批评指正。

编 者

一九九六年八月

目 录

第一章 微机基础	(1)
第一节 微机概述	(1)
一、微机发展概况	(1)
二、微机的应用	(3)
第二节 计算机中数的表示和编码	(5)
一、计算机中的进位计数制	(5)
二、计算机中常用的编码	(7)
三、带符号数的表示	(9)
四、数的定点表示与浮点表示	(11)
第三节 微机的一般概念	(12)
一、计算机的基本组成和基本工作原理	(12)
二、名词术语	(13)
三、微机结构	(14)
四、微机的工作过程	(16)
五、计算机软件系统	(19)
第四节 Intel 8088/80286 微处理器结构	(20)
一、Intel 8088 微处理器结构	(20)
二、Intel 80286 微处理器	(24)
习题与思考题	(26)
第二章 8088/80286 的指令系统	(27)
第一节 8088/8086 的寻址方式	(27)
一、立即寻址	(27)
二、寄存器寻址	(27)
三、直接寻址	(27)
四、寄存器间接寻址	(27)
五、变址寻址	(28)
六、基址加变址寻址	(28)
第二节 8088/8086 指令系统	(30)
一、数据传送指令	(30)
二、算术运算指令	(34)
三、逻辑运算指令	(42)
四、串操作指令	(46)
五、控制转移类指令	(49)
六、处理器控制指令	(53)
第三节 80286 指令系统	(54)
一、80286 指令系统	(54)

二、虚地址保护方式下的寻址过程	(56)
习题与思考题	(65)
第三章 汇编语言程序设计	(71)
第一节 机器语言、汇编语言与高级语言	(71)
一、机器语言与汇编语言	(71)
二、汇编语言与高级语言	(72)
三、汇编与连接	(73)
第二节 汇编语言源程序的结构	(74)
一、汇编语言的语句格式	(75)
二、汇编语言源程序的段定义	(75)
三、汇编语言的过程定义	(77)
四、汇编语言的段寻址	(77)
五、标准程序前奏	(78)
六、汇编结束语句 END	(78)
七、汇编语言源程序结构	(78)
第三节 数据定义	(80)
一、常量、变量和标号	(80)
二、数据定义或分配数据单元的伪操作语句	(81)
三、等值伪操作语句	(82)
第四节 汇编语言的运算符	(82)
一、算术运算符	(82)
二、逻辑运算符	(82)
三、关系运算符	(83)
四、值返回运算符	(83)
五、属性运算符	(84)
第五节 基本结构程序设计	(85)
一、顺序结构	(85)
二、分支结构	(87)
三、循环结构	(89)
四、子程序结构	(95)
第六节 操作系统资源的使用	(101)
一、字符输入输出 DOS 功能调用	(101)
二、磁盘文件管理 DOS 功能调用	(110)
三、结束用户程序返回 DOS 的方法	(114)
第七节 宏汇编与条件汇编	(115)
一、宏定义、宏调用与宏扩展	(115)
二、LOCAL 伪操作	(116)
三、重复伪操作	(117)
四、条件汇编	(118)
第八节 外部引用与全局说明	(119)
一、EXTRN 和 PUBLIC 伪操作	(120)
二、外部过程的调用	(120)
三、外部数据变量的引用	(121)

第九节 高级语言调用汇编语言子程序	(125)
一、C 语言调用汇编语言子程序	(125)
二、BASIC 语言调用汇编语言子程序	(129)
习题与思考题	(132)
第四章 PC 机的总线结构和时序	(135)
第一节 概述	(135)
一、指令周期、总线周期和 T 状态	(135)
二、微机的总线结构	(136)
第二节 IBM PC/XT CPU 子系统和 PC/AT 机的系统板	(136)
一、8088 的引脚	(136)
二、IBM PC/XT 的 CPU 子系统	(140)
三、IBM PC/AT 的系统板	(143)
第三节 IBM PC 的系统总线及时序	(146)
一、IBM PC/XT 总线	(146)
二、IBM PC/XT 总线时序	(149)
三、IBM PC/AT 总线 (ISA 工业标准总线)	(151)
四、IBM PC/AT 总线时序	(155)
第四节 PC 系统的其他总线	(157)
一、系统总线的分类	(157)
二、EISA 总线	(157)
三、MCA 微通道结构	(159)
四、局部总线—VL 和 PCI	(160)
五、常用微机总线的比较	(162)
习题与思考题	(164)
第五章 输入与输出接口技术	(165)
第一节 接口技术的基本概念	(165)
一、接口的概念与功能	(165)
二、CPU 与 I/O 设备之间的接口信息	(167)
三、端口的编址方式	(167)
第二节 输入输出传送方式	(168)
一、无条件传送方式	(168)
二、查询传送方式	(170)
三、中断传送方式	(173)
四、直接存储器存取方式 (DMA)	(174)
第三节 I/O 端口读写技术	(176)
一、IBM PC/XT/AT 的 I/O 端口地址分配	(176)
二、端口地址译码	(176)
三、IBM PC/XT 的端口读写控制	(180)
四、IBM PC/AT 的端口读写控制	(182)
五、用 GAL 实现端口地址译码和读写控制	(182)
六、I/O 总线操作等待周期的插入方法	(183)
第四节 可编程定时器/计数器芯片 8253	(185)
一、8253 的结构及引脚	(185)

二、8253 的控制字	(186)
三、8253 的工作方式与操作时序	(187)
四、8253 的接口方法	(190)
五、8253 在 IBM PC/XT 系统板中的应用	(190)
第五节 可编程并行输入输出接口芯片 8255A	(192)
一、8255A 的结构与引脚	(192)
二、8255A 的控制字与状态字	(193)
三、8255A 的工作方式与操作时序	(195)
四、8255A 在 IBM PC/XT 系统板中的应用	(202)
习题与思考题	(203)
第六章 中断技术	(205)
第一节 中断的基本原理	(205)
一、中断过程	(205)
二、中断优先权	(206)
第二节 8088 的中断方式	(208)
一、8088 的中断类型	(208)
二、8088 的中断管理	(210)
第三节 8259A 中断控制器	(211)
一、8259A 的结构及逻辑功能	(212)
二、8259A 的引线	(213)
三、中断响应过程	(214)
四、8259A 的编程	(214)
五、8259A 的操作方式	(218)
六、IBM PC 对 8259A 的编程	(221)
第四节 IBM PC 系列微机的中断结构	(223)
一、中断类型	(223)
二、IBM PC/XT 的硬件中断	(223)
三、IBM PC/AT 的硬件中断	(225)
第五节 中断接口技术	(226)
一、中断源的接口设计	(226)
二、中断服务程序的编制	(226)
三、中断服务程序的装载	(227)
四、应用实例	(229)
习题与思考题	(239)
第七章 半导体存储器	(243)
第一节 概述	(243)
一、存储器的分类	(243)
二、半导体存储器的分类	(243)
三、半导体存储器的指标	(245)
第二节 随机存取存储器 (RAM)	(246)
一、静态 RAM (SRAM)	(246)
二、动态 RAM (DRAM)	(248)
第三节 只读存储器 (ROM)	(251)

一、掩膜 ROM	(251)
二、可擦可编程只读存储器 (EPROM)	(252)
三、电可擦可编程 ROM (EEPROM)	(254)
第四节 CPU 与存储器的连接	(257)
一、连接时应注意的问题	(257)
二、典型 CPU 与存储器的连接	(258)
第五节 IBM PC/XT 中的存储器	(260)
一、存储空间的分配	(260)
二、ROM 子系统	(262)
三、RAM 子系统	(263)
第六节 扩展存储器及其管理	(264)
一、寻址范围	(264)
二、存储器管理	(264)
三、高速缓存器 (CACHE)	(266)
习题与思考题	(267)
第八章 DMA 技术	(269)
第一节 8237A DMA 控制器	(269)
一、8237A 的主要功能	(269)
二、8237A 的结构及引脚	(269)
三、8237A 的工作模式	(272)
四、8237A 的编程	(274)
五、8237A 的时序	(280)
第二节 IBM PC/XT/AT 的 DMA 结构	(281)
一、IBM PC/XT 中的 DMA 控制逻辑	(281)
二、IBM PC/AT 的 DMA 结构	(284)
三、IBM PC 对 DMA 通道 2 的初始化	(286)
第三节 DMA 接口电路	(289)
一、DMA 写传输接口电路	(289)
二、DMA 读传输接口电路	(289)
三、IBM PC/AT DMA 接口举例	(289)
习题与思考题	(294)
第九章 串行通信及接口电路	(297)
第一节 串行通信	(297)
一、两种通信方式	(297)
二、串行通信的数据传送方式	(300)
三、串行通信的实现方法	(304)
四、串行通信的校验方法	(305)
五、异步串行通信的标准接口	(306)
第二节 可编程异步通信接口 INS 8250	(314)
一、8250 的引脚	(314)
二、8250 的结构	(316)
三、8250 的编程	(321)
第三节 IBM PC/XT 中的异步通信适配器	(325)

一、异步通信适配器硬件逻辑	(326)
二、BIOS 的异步通信 I/O 功能及其调用	(327)
习题与思考题	(329)
第十章 数/模和模/数转换	(331)
第一节 概述	(331)
一、数/模和模/数转换的目的与发展	(331)
二、模/数和数/模转换的一般术语和定义	(332)
第二节 运算放大器与电压比较器的应用	(336)
一、运算放大器基础	(336)
二、电压比较器	(339)
第三节 数模转换器 (DAC)	(341)
一、DAC 的基本原理	(341)
二、DAC 的参数指标	(342)
三、DAC 器件和 DAC 与微机系统的连接	(343)
第四节 模数转换器 (ADC)	(347)
一、模/数转换器的主要参数	(347)
二、模/数转换的几种方法和原理	(348)
三、ADC 和系统连接时要考虑的问题	(354)
四、实际例子	(356)
第五节 采样保持电路 S/H 和多路模拟开关	(358)
一、采样和保持的基本原理	(358)
二、由运算放大器组成的 S/H 电路	(360)
三、多路转换模拟开关	(361)
第六节 一个高速数据采集应用实例	(361)
习题与思考题	(363)
第十一章 386/486 微机	(365)
第一节 Intel 80386/80486 微处理器	(365)
一、80386 微处理器	(365)
二、80486 微处理器	(376)
三、几种微处理器能力的比较	(377)
第二节 386/486 微机系统板	(379)
一、386 微机系统板	(379)
二、486 微机系统板	(387)
第三节 显示器适配器卡	(390)
一、屏幕显示原理	(390)
二、文本 (字符) 模式和图形模式概念	(391)
三、视频标准概述	(393)
四、TVGA-8900 图形适配器	(395)
第四节 多功能适配器卡	(398)
一、磁盘基本知识	(398)
二、磁盘驱动器适配器组成及接口信号	(401)
三、硬盘驱动器接口类型	(402)

四、多功能适配器卡	(406)
第五节 多媒体计算机	(411)
一、多媒体的概念	(411)
二、计算机电视和电视计算机	(412)
三、多媒体系统的层次结构	(412)
四、多媒体个人计算机的硬件组成	(413)
五、DVI 实时动态多媒体计算机结构	(415)
六、多媒体技术基础	(417)
七、多媒体的标准化	(425)
八、多媒体典型应用系统	(427)
习题与思考题	(428)
参考文献	(429)

第一章 微机基础

第一节 微机概述

一、微机发展概况

电子计算机是本世纪科学技术最卓越的成就之一，它为人类社会进入信息时代奠定了坚实的基础。

从1946年第一台电子计算机问世以来的半个世纪中，根据所用的电子器件不同，计算机经历了电子管、晶体管、集成电路和大规模集成电路四个发展阶段，或者说四代。五十年来，计算机由最早的数值计算、数据处理，发展到目前进行知识处理的人工智能阶段；不仅可以处理字符、图形、图像，而且可以处理音频、视频信息，向多媒体方向发展。

微机是第四代计算机的典型代表。构成微机核心部件的是中央处理单元CPU (Central Processing Unit)，也叫做微处理器MPU (MicroProcessor Unit)。CPU性能的高低在很大程度上决定了微机的性能。其中CPU的字长是反映其性能的一个关键性特征参数。自从1971年微处理器问世以来，其字长已由最早的4位、8位增加到现在的16位、32位乃至64位，微机的发展十分迅速。

在微机的发展过程中，最为成功也最具影响力的是IBM PC系列微机，俗称PC机 (Personal Computer)。1982年，IBM公司推出采用Intel 8088 CPU的准16位微机IBM PC；1983年5月，扩展型PC机IBM PC/XT问世，它比IBM PC多了一个硬盘；1984年8月，以Intel 80286为CPU的16位增强型PC机IBM PC/AT上市。80286 (简称286) CPU比8086/8088有显著改进。首先其内存增至16MB；第二，具有虚拟存储器功能，能利用外存模拟多达1GB的虚存；第三，具有同时运行多个任务的功能；第四采用更高速度的时钟，提高了处理速度。AT机是16位微机成熟的一个标志。

继286CPU之后，Intel公司又相继推出了32位的80386、80486CPU。从8086/8088到80486这个CPU系列通常称为80×86系列。与286相比，386以上的CPU中增加了高速缓冲存储器CACHE。对486以后的CPU，在名称上改为Pentium (奔腾) 系列，并且常用简称，如Pentium586简称为P5，也称为586。Pentium CPU的字长已达到64位。

通常也把微机的发展过程划分为多少代的，代次的划分主要是依据CPU的字长，同时还根据时钟频率、总线宽度、存储器容量这些性能参数。但是微机的升级并不仅仅取决于CPU的换代，而是由多方面技术的发展所决定的。

迄今为止，微机在体系结构上仍然基于冯·诺依曼建立的存储程序概念，访存活动占了CPU时间的70%左右。所以存储器组织和存储管理的好坏对整机效率影响很大。在微机不断升级换代的过程中，存储技术相应地也有了很大的发展。除了存储器件本身的发展外，在当前的高档微机中采用了分层的存储器系统。在这种系统中，存储器可分为5层，从0层到4层。0层通常是CPU内部寄存器，离CPU最近，存取速度快，但数量有限。2层是主存储器，通常由动态RAM (DRAM) 组成。现代存储系统在0层与2层之间增加了高速缓冲存储器

CACHE, 即 1 层存储器。CACHE 是小容量的快速静态 RAM (SRAM), 用来存储处理器可能最需要的数据块。CACHE 通常使系统加速, 因为它开拓了程序的一般特性: 空间和时间的局部性。空间局部性表示, 如果存储器中一个单元被访问, 则其邻近的单元可能很快也被访问; 时间局部性的意思是, 如果一个存储单元一旦被访问, 则它将可能很快被再访问。32 位微机开始使用 CACHE 存储系统, 80486 微处理器内部已设有 CACHE 部件以及片内高速缓冲存储器。许多微机系统还有片外 CACHE 作补充。片内 CACHE 称为第一级 CACHE, 片外的则为第二级。

3 层是大容量的虚拟存储器, 普遍使用的是磁盘存储器。虚拟存储技术使处理器以为主存储器比实际大得多。处理器把地址空间划分为固定的块, 称做页面。在需要的时候, 页面被调到主存内, 不需要的时候就送回磁盘。和 CACHE 一样, 局部性理论是虚拟存储的基础。为保持系统中的次序, 一个存储管理单元 MMU 用来跟踪哪些页面在主存内以及它们的状态。现今的硬磁盘存储容量可达到几百兆字节 (MB), 磁光盘和相变光盘则可高达千兆字节 (GB), 且按位 (bit) 计算成本很低, 因此虚拟存储器的容量可以相当巨大。在 80286 以上的微处理器中, 均采用了虚拟存储技术。

4 层存储器用来存储在一个时期内用不着的数据或者因其重要而需保留的数据。这种归档 (数据库) 寄存往往采用磁带或可更换的磁盘和光盘。

以上有关微机存储系统的详细内容将分别在本书的第一、七和十一章中介绍。

微机在体系结构上采用开放式的总线结构, 以便于系统的扩展。总线的主要职能是负责计算机各模块之间以及计算机与外设之间的数据传输。由于微机的字长成倍增加, 速度不断提高, 外设的类型和品种越来越多, 在数据形式和传输速率等方面差别很大, 特别是多媒体技术的兴起, 需要很高的数据传输速率, 所有这些都对总线提出了更高的要求。为满足这些要求, 在传统的低端总线的基础上, 发展了现代的高端总线, 如 EISA 总线、MCA 总线、PCI 总线、VL 总线等等。这些总线在宽度上达到 32 位, 有的还可升级到 64 位。由于采用了总线主控技术, 有突发传输功能, 数据传输速率也大大提高了。而且在一个微机系统中允许多条总线同时存在, 从而构成多总线系统, 不仅使系统的数据处理能力大大提高, 而且使系统的构成更加灵活方便。在第四章中, 将对目前比较先进的几种系统总线作详细介绍。

在硬件系统取得迅猛发展的同时, 软件系统的发展同样也十分迅速。以操作系统为例, PC 机上最早使用的是 DOS 操作系统。随着 PC 机的升级, DOS 操作系统的版本已由最初的 DOS1.0 版本升级到目前的 DOS6.2 版本。此外, 目前使用较多的还有 MS-Windows (如 Windows3.1、Windows95、Windows NT 等)、Unix、XENIX、OS/2 等操作系统。这些操作系统均有相应的中文平台, 为 SPDOS、UCDOS、晓军 213、中文 Windows3.1、Unix SVR 4.2/CE、OS/2 P2-1 等。MS-DOS 问世十多年来, 虽已有很大改进, 但是仍然是一种采用命令行接口的单任务、单用户操作系统。MS-Windows 窗口系统为用户在 DOS 操作系统下提供了一个具有图形功能的用户界面操作环境, 得到广泛应用。Windows NT 不需要 MS-DOS 就可以运行在采用 Intel 80×86 系列 CPU 的微机上, 也可以运行在非 Intel 80×86 系列微机上 (这一特性称为可移植性); 它支持计算机联网, 使各计算机可以互相通信和共享资源 (文件、打印机等); 可以访问多至 4GB 的内存, 并为应用程序管理内存。因此 Windows NT 受到广泛的关注。随着多媒体计算机的兴起, 对操作系统的实时功能、交互功能等提出了更高的要求; 为了支持音频和视频图像等多媒体特征则需要增加新的数据类型; 并且希望有更好的可移植性、多任务和软件开发工具。尽管如此, 本书仍以 MS-DOS 为操作系统介绍 80×86 系列微机的原理及

接口技术,这是考虑到目前为 MS-DOS 编写的应用程序比其他任何别的操作系统的都要多,且在 Windows NT 下一般均可运行。对于一些特殊程序(如绕过操作系统直接指挥硬件的程序),为使用的方便,在 MS-DOS 向 Windows 的过渡阶段,可以在计算机中采用不同的 Config · sys 和 Autoexec · Bat 文件保留两种不同的操作系统版本(如 Windows NT 和 MS-DOS)。

除了操作系统以外,计算机还必须有语言、编译等系统软件以及窗口系统、文字处理、图形处理、图像处理和网络、工具等软件系统的支持。这方面的内容已超出本书的范围,故不予详述。

在微机家族中,单片微机的发展同样十分引人注目。单片机是把 CPU、一定容量的存储器和必要的 I/O 接口电路集成在一个芯片上构成的具有计算机的完整功能的一种微机。单片机的字长已由 4 位、8 位发展到目前的 16 位;片内存储器的容量已增加到数 KB,寻址范围达到 64KB 以上;有的单片机还包含有 ADC 和 DAC;指令功能较强。此外,还有一类称为位片机的微处理器。单片机和位片机在工业控制和智能仪器仪表中得到广泛的应用。

二、微机的应用

与一般计算机相比,微机具有体积小、重量轻、功耗低、功能强、可靠性高、结构灵活、价格低廉等一系列特点和优点,因此得到了广泛的应用。微机的问世和飞速发展,使计算机走出了科学的殿堂,进入到社会生产和生活的各个方面;使过去只限于少数专业人员使用普及到广大民众乃至中小学生,从而将人类社会推进到了信息时代。下面将微机的主要应用简要作些介绍。

1. 工业控制

微机在工业生产中有非常广泛的应用。过程控制是其中一个重要方面。利用微机及时检测和收集某一生产活动中某些必需的数据,并按最佳状况进行自动调节和控制,称为实时控制,也叫过程控制。采用微机控制可以进行时滞补偿,实现自适应控制或反馈/前馈控制系统类型的复合控制等技术先进的控制,并使多级计算机化的过程控制系统得以实现。在多级系统中,在较低层次的控制部位,可以采用低档微机,甚至采用单片机就可以进行过程监测或单回路的直接数字控制。重要的信息则汇总到起协调作用的档次较高的计算机中,进行分析并决定各回路的控制值以使整个过程实现最优化。

工业控制的涵盖面很广,控制的对象、规模、复杂程度等等也各不相同。大到控制某一种产品生产的整个工艺过程,小到控制某一项指标或参数,比如控制炉温、液位、压力、流量等等。现在市面上已有许多种类用单片机构成的控制某个参数的自动化仪表供选用,并且逐步形成系列化。也有很多场合,需要专门研制开发设备。

过程控制包括测和控两个方面。很多场合只需要检测。将微机用于测量,在工业生产中可实现自动在线检测,用来剔除不合格产品以保证质量;可以对设备的状态进行监测和故障诊断;或者对生产环境中的某些参数进行安全监测,比如煤矿中的瓦斯含量或化工车间中的可燃气体、有毒有害气体的含量监测报警等等。

将微机技术和自动化技术与传统的机电产品有机地结合起来并融为一体的机电一体化已经成为一个热门的开发领域。电脑相机、摄录像机、电饭煲、微波炉以及新一代的洗衣机、空调器、电冰箱等等家用电器,复印机、电脑打字机、激光排版系统、传真机等办公设备,都是机电一体化产品。在这些产品中的微电脑(通用或者专用的单片机)同样起着控制作用。

在测试仪器仪表中,采用微机后,将大大提高仪器的自动化、智能化程度和测试功能、精

度等技术性能。

2. 事务处理

微机用于事务处理已经十分普遍,并且水平不断提高。现在,除了利用微机管理财务、人事等方面外,在物料、设备、质量、营销、技术等方面的管理上也越来越多地利用微机了。由计算中心与若干终端构成的联机系统和由多台微机联成的计算机网络,在工业部门日益增多,并且开始与公用网或某些专用网联网。

事务处理中,微机从事的主要是对数据的非数值处理,比如信息的录入、排序、分类、统计、修改、检索和输出等等。随着多媒体技术的发展,使计算机系统向可视、可听的方向发展,并具有良好的交互性,必将使微机在事务处理方面的应用更加广泛、有效,也更具实时性和更为生动、直接。

3. 计算机辅助设计和辅助制造 CAD/CAM

CAD是指用计算机帮助设计画图,可使设计过程走向半自动化和自动化。CAM的中心设备是数控机床,围绕数控机床有一组自动化设备,用以完成加工件的运输、组装、加工、测量、检查等功能。目前微机可以用于小型的CAD/CAM,较大的任务一般由工作站(Work Station)来完成。

CAD/CAM能大量节省人力,提高效率。更重要的是提高质量,并使以往人工难以完成的任务成为可能。

4. 教学培训

多媒体技术的兴起,为微机进入教育和培训领域开辟了非常广阔的前景,并将使教学和培训活动展现出全新的面貌。现在已经推出了计算机辅助教育CBE(Computer Based Education)和计算机辅助教学CAI(Computer Assisted Instruction)。

多媒体电子出版物的出现首开了微机用于教学的先河。基于CD-ROM的电子教科书,借助于微机的辅助,展现在学生面前的不再只是图文并茂的“死”书,而是声形映辉的“活”书,各种实物标本和运动过程都将逼真地活龙活现地展现出来,使学生获得直观、生动、真切和全面的了解,这将大大提高学习者的兴趣和教学效果。不仅如此,多媒体技术的交互性特点将使传统的教学方法和手段发生改变,从而使受教育者由被动接受信息变为主动索取。

多媒体技术将会对技术培训产生深刻影响。引入多媒体后,微机将不仅可以模拟出各种逼真的有声有色的场景和过程,而且受训者可以参与其中。例如学习驾驶汽车就可以先多媒体计算机上进行,既不需要先有车,连模拟装置也用不着。多媒体计算机上还可以模拟出各种异常情况和紧急情况,使受训人员犹如身临其境地接受应急处置训练。这在传统的培训中是无法进行的。一旦条件具备,人们可以在家里完成培训。

5. 家庭娱乐和家政事务管理

微机进入家庭已是现实,不久的将来就会普及。随着微机的进一步发展,特别是多媒体技术和网络技术的进一步发展,家庭计算机将进入网络,人们可以通过网络沟通与外界的联系,接受多种多样的信息服务,完成一系列的工作。当你外出时,你可以不必再牵挂家里,微机将会按照你的意图管理各种家庭设施和装备,并且你也可以随时看到家里的一切。家用电脑不仅可以让你用来记帐、写作、欣赏音乐、看影视节目、收取电子邮件,而且还将成为你的忠实的管家。

6. 科学和工程计算

随着微机的功能不断提高,以前需要在小型机上完成的科学和工程计算,现在一般可以

由微机完成了。对科技人员来说,微机已经成为不可缺少的个人工具了。一种由多个微处理器模块构成的微机系统正在研制中,企求以微机的代价达到巨型机的性能。可以期待未来的微机在科学和工程计算方面发挥更大的作用。

上面介绍了微机的发展概况及其主要应用。对于工科电子类学生和电子工程技术人员来说,学习微机原理的目的主要是为了把微机应用到工业生产中去。

尽管微机发展很快,但是在其发展过程中具有技术上的连续性和兼容性。就 Intel 86 系列处理器来说,新一代产品都是在老一代产品基础上的发展,并且新一代产品对老一代产品向下兼容。再者,在微机的发展过程中,与通用机不同的是,微机是四代产品共存,而不是一代淘汰一代。微机的各代产品,以及单片机和位片机,各自都有适用的领域。对工业控制来说,目前的 16 位机已能基本满足使用要求。在微机的体系结构上,都采用了系统总线结构。基于以上因素,并考虑到便于教学和组织实验,本书仍选择 16 位机作为主要机型。为了让读者了解微机的最新发展,对 32 位机和多媒体计算机也作了概括的介绍,主要是阐明在 16 位机基础上的改进和提高。对读者来说,掌握了 16 位机的基本知识后,自不难通过自学掌握 32 位机,8 位机和单片机则更不待言了。

第二节 计算机中数的表示和编码

计算机中的数是以器件的物理状态来表示的。一个具有两种不同的稳定状态且能相互转换的器件即可用来表示一位二进制数。二进制数的表示是最简单且最可靠的,所以计算机中采用二进制数字系统。凡是需要由计算机处理的各种信息,无论其表现形式是文本、字符、图形,还是声音、图像,都必须以二进数的形式来表示。因此必须首先掌握计算机中数的表示和编码。

一、计算机中的进位计数制

人们最常用的数是十进制数。计算机中采用的是二进制数,为了书写和阅读的方便,还采用了八进制和十六进制数。它们都是进位计数制且可以互相转换。

(一) 进位计数制的表示法

人们习惯使用的十进制数有以下特点:

1. 用十个符号表示数。即用 0、1、2……9 共十个阿拉伯数字,即符号来表示。这些符号叫做数码。数码的个数叫基数。十进制数的基数是 10。

2. 在一个数中,每个数码表示的值不仅取决于数码本身,还取决于它所处的位置,即是个位、十位、还是百位……,每一位有各自的权。例如 $123 = 1 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 3 \times 10^0$ 。其中的 10^2 、 10^1 和 10^0 即分别为百位、十位和个位的权。

3. 遵从“逢十进一”规则。

任何一个十进制数 N 均可表示为:

$$N = \pm (a_{n-1} \times 10^{n-1} + a_{n-2} \times 10^{n-2} + \dots + a_0 \times 10^0 + a_{-1} \times 10^{-1} + \dots + a_{-m} \times 10^{-m})$$

$$= \pm \sum_{i=-m}^{n-1} a_i \times 10^i \quad (1-1)$$

式中 n 是整数位数, m 是小数位数, a_i 可以是 0~9 这 10 个数码中的任何一个。

式 (1-1) 可以推广到任意进位计数制。设基数用 R 表示, 则任意数 N 为

$$N = \pm \sum_{i=-m}^{n-1} a_i \times R^i \quad (1-2)$$

对于二进制, $R=2$, a_i 为 0 或 1, 逢二进一。

$$N = \pm \sum_{i=-m}^{n-1} a_i \times 2^i \quad (1-3)$$

对于八进制, $R=8$, a_i 为 0~7 中的任何一个, 逢八进一。

$$N = \pm \sum_{i=-m}^{n-1} a_i \times 8^i \quad (1-4)$$

对于十六进制, $R=16$, a_i 可以取 0~9、A、B、C、D、E、F 共 16 个数码中的任何一个, 逢十六进一。

$$N = \pm \sum_{i=-m}^{n-1} a_i \times 16^i \quad (1-5)$$

上述几种进位计数制有以下共同点:

1. 每种计数制有一个确定的基数 R , 每一位的系数 a_i 有 R 种可能的取值。
2. 按“逢 R 进一”方式计数。在混合小数中, 小数点右移一位相当于乘以 R ; 反之相当于除以 R 。

(二) 进位计数制之间的转换

1. R 进制数转换为十进制数, 其基本方法是用按权展开式 (1.2) 计算出 N 。例如

$$(11.01)_2 = 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = 3.25$$

2. 十进制数转换为 R 进制, 需对整数和小数分别进行转换。

a、对十进制整数的转换, 可将 (1.2) 式改写为

$$N = \sum_{i=0}^{n-1} a_i \times R^i = (\cdots (a_{n-1} \times R) + a_{n-2}) \times R + a_{n-3}) R + \cdots + a_1) \times R + a_0 \quad (1-6)$$

因此, 可以将十进制整数 N 不断除以 R 取其余数的方法得到 a_i 。首先得到的是 a_0 , 然后依次得到 a_1 、 a_2 、 a_{i-1} 。这种方法简称“除 R 取余”法。

例 1-1 把十进制数 59 转换为二进制数

Q_6	Q_5	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1	N	
0	1	3	7	14	29	59	
	$\div 2$	$\div 2$	$\div 2$	$\div 2$	$\div 2$	$\div 2$	
	1	1	1	0	1	1	余数
取余	a_5	a_4	a_3	a_2	a_1	a_0	a_i

$$59 = (111011)_2 = 111011B$$

b、对十进制小数的转换可将式 (1-2) 改写为

$$\begin{aligned} N &= \sum_{i=-m}^{-1} a_i \times R^i = a_{-1}R^{-1} + a_{-2}R^{-2} + \cdots + a_{m+1}R^{-m+1} + a_{-m}R^{-m} \\ &= R^{-1} (a_{-1} + R^{-1} (a_{-2} + \cdots + R^{-1} (a_{-m+1} + R^{-1}a_{-m}) \cdots)) \end{aligned} \quad (1-7)$$