

微机原理·外设·接口

陈启美 吴守兵
周 洋 张 盛 编著

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书在概括微机系统的基础上，介绍了汇编程序设计；讲述了从8086/8088至Pentium的原理结构；叙述了主存储器的基本原理及高速缓存、虚拟存储等基本知识；综述了输入/输出接口的基本方式、中断和DMA等技术；具体介绍了并口、串口及定时专用芯片的结构和应用；说明了软盘、硬盘和光盘的驱动控制原理及相关软件接口；介绍了键盘、鼠标、触摸屏、扫描仪和数码相机各种输入设备的基本原理；详述了针式、喷墨、激光、热转印等打印机和CRT、LED和LCD等显示器的原理、结构、驱动及其编程实现；讲述了D/A和A/D转换的基本原理和综合应用；系统介绍了USB的数据流模型、协议层、设备概览、主机硬件和软件、集线器特性、机械规范和电气规范等；最后介绍了多媒体接口的相关技术。

本书编写的指导思想在于内容新、知识结构全、系统性强、满足计算机等级考试新大纲的要求，可作为高校、研究所等相关专业的教材以及工程技术参考书。

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。

书 名：微机原理·外设·接口

作 者：陈启美 吴守兵 周洋 张盛 编著

出 版 者：清华大学出版社（北京清华大学学研大厦，邮编 100084）

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

责任编辑：朱英彪

印 刷 者：

发 行 者：新华书店总店北京发行所

开 本：787×1092 1/16 印张：30.25 字数：692 千字

版 次：2002 年 2 月第 1 版 2002 年 2 月第 1 次印刷

书 号：ISBN 7-302-05100-3/TP·2982

印 数：0001~5000

定 价：37.00 元

目 录

第一章 总述.....	1
第一节 引论.....	1
一、微机、外设与接口.....	1
二、微机与外设的交互信息种类.....	1
三、微机、外设对接口的基本需求.....	2
第二节 微机系统.....	2
一、微机系统的组成.....	2
二、微机系统的三个层次.....	3
三、微机的性能指标.....	3
第三节 总线的构想.....	4
一、总线构想的起源.....	4
二、总线结构方式.....	5
三、多重总线.....	6
第四节 外部设备分类与特点.....	7
一、外设的分类.....	7
二、外设的特点.....	7
第五节 接口的基本概念.....	8
一、接口的分类.....	8
二、接口的组成.....	9
三、接口的功能.....	10
第六节 指令与程序.....	12
一、指令与程序的概念.....	12
二、指令与程序的执行.....	12
习题一.....	13
第二章 汇编语言.....	14
第一节 概述.....	14
一、机器语言与汇编语言.....	14
二、8086/8088 寄存器组.....	14
三、汇编语言中的符号和表达式.....	16
第二节 指令系统及寻址方式.....	19
一、指令格式.....	19
二、寻址方式.....	22

三、标志寄存器.....	23
四、指令系统.....	24
第三节 基本程序设计.....	70
一、概述.....	70
二、程序的基本结构形式.....	70
三、子程序设计.....	75
四、宏汇编.....	80
五、重复汇编.....	87
六、条件汇编.....	90
七、系统功能调用.....	93
习题二.....	95
第三章 微处理器.....	97
第一节 CPU 系统地位及作用.....	97
一、微处理器一般功能.....	97
二、CPU 一般组成.....	97
第二节 8086.....	98
一、内部结构.....	98
二、8086 的存储器组织.....	101
三、8086 的工作模式及引脚功能.....	102
四、8086 的总线时序.....	109
第三节 80286、80386 和 80486 简介.....	109
一、概述.....	109
二、80286 说明.....	110
三、80386 说明.....	111
四、80486 说明.....	111
第四节 Pentium 系列.....	111
一、Pentium 说明.....	111
二、Pentium Pro.....	112
三、Pentium II.....	112
四、新技术.....	113
习题三.....	120
第四章 总线技术.....	121
第一节 总线概述.....	121
第二节 总线的基本概念.....	121
一、总线定义.....	121
二、总线组成.....	121
三、总线功能.....	123

四、总线规范.....	124
五、总线分类.....	124
六、总线数据传输.....	125
七、总线仲裁.....	126
第三节 系统总线.....	129
一、常见系统总线.....	129
二、Multi Bus 总线.....	129
第四节 局部总线.....	133
一、VL 总线.....	133
二、PCI 总线.....	133
第五节 通信总线.....	140
一、SCSI 接口.....	140
二、IDE 接口.....	142
习题四.....	145
第五章 主存储器.....	146
第一节 概述.....	146
一、存储器系统的层次结构.....	146
二、存储器分类.....	146
三、存储器主要技术指标.....	147
第二节 存储器原理与结构.....	148
一、RAM 基本电路.....	148
二、ROM 电路.....	151
三、存储器基本结构.....	155
四、时序.....	157
第三节 与总线的连接.....	158
一、概述.....	158
二、译码.....	159
三、扩展.....	160
四、8086 与存储器相连.....	161
五、双口存储原理.....	163
第四节 高速缓冲存储器.....	163
一、Cache 在存储系统中的地位.....	163
二、Cache 工作原理.....	164
三、地址映像.....	165
四、替换策略.....	167
第五节 虚拟存储器.....	168
一、虚拟存储器的基本概念.....	168

二、实地址和虚地址.....	169
三、段式虚拟存储器.....	169
四、页式虚拟存储器.....	169
五、段页式虚拟存储器.....	171
习题五.....	171
第六章 I/O 模块基本处理方式.....	173
第一节 概述.....	173
第二节 查询.....	174
一、查询输入方式接口.....	175
二、查询输出方式接口.....	175
三、查询方式应用举例.....	176
第三节 中断.....	177
一、中断优先、屏蔽、嵌套（多重中断）.....	178
二、中断处理过程.....	178
三、中断的类型.....	181
四、中断矢量.....	183
五、中断控制器.....	184
六、APIC 的技术.....	192
第四节 DMA.....	194
一、DMA 在系统中的地位.....	195
二、DMA 占用总线的方式.....	196
三、DMA 的功能和一般结构.....	197
四、DMA 的处理过程.....	198
五、8237A 接口芯片.....	199
六、DMA 控制器的工作时序.....	200
七、8237A 的应用实例.....	202
习题六.....	205
第七章 串口和并口.....	206
第一节 概述.....	206
一、从接口分类谈起.....	206
二、串口、并口的基本结构.....	207
三、串口、并口的基本功能.....	207
第二节 并行接口.....	208
一、概述.....	208
二、简单并口.....	209
三、输入握手并口.....	209
四、输出握手并口.....	211

五、输入输出握手并口	211
六、8255A 芯片	212
七、8255A 的应用	217
第三节 串行接口	222
一、概述	222
二、位判决	222
三、字判决	224
四、串口的结构	225
五、串口握手线	228
六、8251A 的工作原理	230
第四节 计数器/定时器	236
一、定时系统	236
二、8253 芯片介绍	237
习题七	248
第八章 外部存储器	250
第一节 概述	250
一、磁盘的读写原理	250
二、磁记录的编码技术	251
第二节 软盘及其驱动	253
一、概述	253
二、软盘驱动器	255
三、软盘控制器	257
第三节 硬盘及其驱动	259
一、概述	259
二、硬盘驱动器	261
三、硬盘控制器	262
第四节 光盘	264
一、概述	264
二、光盘的种类	265
三、光盘驱动器	266
第五节 外部存储器软件接口	269
一、概述	269
二、磁盘驱动器端口操作	269
三、磁盘的 BIOS 服务程序	270
四、磁盘的 DOS 接口	275
习题八	279

第九章 常用输入接口	280
第一节 概述	280
第二节 键盘	280
一、概述	280
二、键盘的工作原理	280
三、PC 键盘接口	284
四、键盘中断	294
第三节 鼠标	296
一、鼠标的工作原理及性能指标	296
二、鼠标的分类	297
三、鼠标的驱动	297
第四节 触摸屏	301
一、概述	301
二、触摸屏的分类和原理	301
第五节 扫描仪	303
一、扫描仪的分类	303
二、扫描原理	303
三、扫描仪的性能指标	304
第六节 数码相机	304
一、概述	304
二、数码相机的结构及原理	304
习题九	306
第十章 打印接口	307
第一节 概述	307
一、打印机的分类	307
二、打印机的性能指标	307
第二节 针式打印机	308
一、概述	308
二、印字原理	308
三、彩色打印原理	309
四、结构原理	310
第三节 喷墨打印机	312
一、概述	312
二、喷墨原理	313
三、彩色喷墨技术	314
四、机械结构	315
第四节 激光打印机	317

一、概述.....	317
二、机械结构.....	317
三、印字原理.....	317
四、激光扫描系统.....	319
五、彩色印字原理.....	320
六、控制电路.....	320
第五节 热转印打印机和其他.....	321
一、热转印打印机.....	321
二、发光二极管式打印机.....	321
三、荧光式打印机.....	321
四、液晶式打印机.....	322
五、离子式打印机.....	322
六、磁式打印机.....	323
第六节 主机和打印机的接口.....	323
一、概述.....	323
二、主机采用并行接口连接打印机.....	325
三、主机采用串行接口连接打印机.....	329
第七节 并行打印机的驱动程序.....	330
一、查询控制方式的打印机驱动程序.....	330
二、中断控制方式的打印机驱动程序.....	333
三、中断调用 INT 17H 的应用举例.....	336
习题十.....	338
第十一章 显示接口.....	340
第一节 概述.....	340
第二节 CRT 显示.....	340
一、阴极射线管.....	340
二、光栅扫描.....	342
三、视频显示原理.....	343
四、视频显示标准.....	346
五、CRTC MC6845.....	348
六、与主机的接口.....	352
第三节 LED 显示.....	354
一、概述.....	354
二、LED 的工作原理.....	354
三、点阵式显示.....	358
第四节 LCD 显示.....	359
一、概述.....	359

二、液晶显示器件的基本结构.....	360
三、LCD 的驱动.....	361
第五节 显示器编程.....	363
习题十一.....	365
第十二章 数模接口.....	366
第一节 概述.....	366
第二节 D/A 转换器.....	367
一、D/A 转换器的工作原理.....	367
二、D/A 转换芯片的性能指标.....	372
三、常用的 DAC.....	374
第三节 A/D 转换器.....	377
一、概述.....	377
二、A/D 转换器的工作原理.....	378
三、A/D 转换芯片的性能指标.....	385
四、常用的 ADC.....	386
第四节 综合应用.....	388
习题十二.....	391
第十三章 USB 技术.....	392
第一节 USB 技术概况.....	392
一、引言.....	392
二、USB 的系统描述.....	393
三、USB 的物理接口.....	393
四、USB 的电源.....	394
五、总线协议.....	394
六、USB 的容错性能.....	395
七、USB 系统设置.....	395
八、USB 的数据流.....	395
九、USB 的设备.....	396
十、USB 的主机、硬件和软件.....	397
第二节 USB 数据流模型.....	397
一、控制传送.....	397
二、同步传送.....	400
三、中断传送.....	402
四、批传送.....	404
第三节 USB 协议层.....	406
一、字段和包定义.....	406
二、不同事务类型的包事务格式的描述.....	408

三、链路层流量控制和事务级别的故障恢复	412
第四节 USB 设备概览	415
一、USB 设备状态及其转换	415
二、通用 USB 设备操作	416
三、USB 设备请求	417
四、标准设备请求	418
五、描述表和标准描述表	422
第五节 USB 主机：硬件及软件	426
一、USB 主机概论	426
二、主机控制器及其功能	428
三、USB 系统层及其功能	429
第六节 集线器规范	431
一、集线器概述	431
二、集线器帧计时器	433
三、内部端口	434
四、下行端口	435
五、上行端口	435
六、集线器中继器	436
七、挂起和唤醒	436
八、集线器控制器	437
第七节 USB 的机械特性	438
一、USB 的连接器协议	438
二、USB 电缆及其部件	439
三、连接器机械结构	441
四、电缆的机械特性	441
第八节 USB 的电气特性	442
一、差分信号	442
二、信号的发送标准	443
三、数据编码和解码	444
四、USB 供电分配	445
五、USB 电源管理	446
习题十三	446
第十四章 多媒体接口	447
第一节 概述	447
一、媒体计算机的定义	447
二、媒体计算机的组成	448
第二节 声卡	449

一、概述.....	449
二、声卡的基本功能.....	449
三、声卡的组成.....	451
四、声卡的性能参数.....	452
第三节 视频压缩技术.....	452
习题十四.....	453
附录 8086/8088 指令系统一览表.....	454
参考文献.....	464

前 言

本书介绍关于微机原理及其应用的专业知识，是学习计算机专业基础课程的重要内容。在已有不少相关书籍问世的背景下，编写本书的指导思想在于以下几点：

内容宜新。对于专业理论与实际技术背景紧密结合的应用型知识，应力求跟踪当代科技，反映时代的脉搏。在各章节中尽量介绍了新近发展的技术，其中如 USB 技术、多媒体接口各作为一章来系统讲述。

知识结构宜全。接口技术是描述微机与外设相联界面的综合性知识。若对接口对象的原理特性不甚了解，往往就会理解不深。因此宜介绍外部设备的基本工作原理，并解释相应的硬软件驱动技术。

系统性宜强。作为教材，应有其系统的体系结构。宜在总结教学实践经验的基础上，考虑到与相关课程的知识衔接，从基本概念、工作原理到实际应用，深入浅出、循序渐进，便于讲授，也便于学生理解掌握。

满足计算机等级考试新大纲的要求。考虑到不少读者，包括学生和科技人员需参加计算机等级考试，故所介绍的内容须覆盖当前大纲规范的知识结构。同时附有例题和习题，便于平时学习和参加考试。

此外还考虑到图文并茂，附有相当的原理图、结构图、方框图及文字说明；文字描述与程序结合，反映接口的功能、过程、电气及机械特性，配有接口驱动程序和相应的文字解释来加深理解等。

本书共分十四章。第一章总述，扼要讲述了微机系统的层次结构、总线、外设与接口、程序与指令等基本概念，以及常用电路单元的结构；第二章汇编语言，叙述了 8086/8088 指令系统、寻址方式和基本的程序设计；第三章微处理器，讲述了 CPU 在系统的地位，详细介绍了 8086/8088，简述了 286、386、486 以及应用在 Pentium 系列上的一些新技术；第四章总线技术，描述了总线的基本概念，详述了各种系统总线、局部总线和通信总线；第五章主存储器，叙述了主存储器的基本原理、分类和技术指标，与总线的连接，以及高速缓存、虚拟存储和内存管理的基本知识；第六章 I/O 模块基本处理方式，综述了输入输出接口的基本方式，以及中断和 DMA 等技术；第七章串口和并口，讲述了串口和并口的基本知识，具体介绍并口、串口，以及定时专用芯片的结构和应用；第八章外部存储器，在介绍磁记录的基本原理的基础上，分别说明了软盘、硬盘和光盘的驱动器和控制器的原理，最后介绍了磁盘驱动器的软件接口；第九章常用输入接口，讲述了键盘、鼠标、触摸屏、扫描仪和数码相机各种输入设备的基本原理；第十章打印接口，详述了针式打印机、喷墨打印机和激光打印机的打印原理及结构，简单介绍了一些最新的打印方式如热转印、发光二极管等，还介绍了主机对打印机的驱动；第十一章显示接口，讲述了 CRT、LED 和 LCD 显示的原理和驱动，以及对显示的编程实现；第十二章数模接口，讲述了 D/A 和 A/D 转换的基本原理和各种实现手段，以及常用 ADC、DAC 及其综合应用；第十三章 USB 技术，在介绍 USB 技术的背景

概况之后，系统讲述了 **USB** 的数据流模型、协议层、设备概览、主机硬件和软件、集线器特性、机械规范和电气规范等；第十四章多媒体接口，反映了多媒体计算机的定义、组成，以及声卡和视频压缩的基本技术。

本书的第十三章丁传锁做了大量的工作，值此谨表谢意。由于笔者水平有限，书中不当之处，敬请读者原谅。

编 者

2001.9 于南京大学

第一章 总 述

第一节 引 论

一、微机、外设与接口

计算机的外围设备种类繁多，千差万别，外设方便了计算机对各种各样的自然信息进行处理，也提供了人机交互的手段，而随着发展，计算机正以前所未有的速度渗透到各行各业。微机的核心是 CPU，一般 CPU 不能直接和外设交互，它们之间需要接口作为桥梁，I/O 接口作为中介完成了 CPU 与外设之间信息的交互。早期的计算机系统中并没有设置独立的接口部件，对外设的控制和管理完全由 CPU 直接承担。现代计算机系统中，如果仍由 CPU 直接进行管理外设的任务，势必使 CPU 陷入繁重的 I/O 处理中，效率将非常低。再加上外设的种类繁多，各有其信息格式、机电特性、逻辑关系等，如果主机对每一个外设都要配置一种控制逻辑电路，主机的控制电路将变得非常复杂。为了解决这些矛盾，人们开始在 CPU 与外设之间设置接口电路，把对外设的控制任务交给接口去具体完成，这样就减轻了 CPU 的负担，提高了系统的效率。

由此可知，接口就是 CPU 与外界的连接部件，它是 CPU 与外界进行信息交换的中转站。只有有了接口电路，磁盘才可以极大地扩充着计算机的存储空间；扫描仪、打印机、绘图仪等才可以方便地实现办公自动化；在多媒体系统中，声音、图像等多媒体数据流就通过声卡（音频采集电路）、显卡等接口与计算机交互；在互联网中，计算机之间通过网卡或 MODEM 等之类的接口电路组成计算机网，实现资源共享，信息交互。通过这些接口，越来越多的外设可方便地实现与计算机系统高效、可靠地连接。外设可以看成是计算机某一功能的扩展，它们使计算机处理的单调枯燥的二进制信息以多种人们易于接受的形式展现给用户。

接口的引入，使外设的研制不必陷入如何适应 CPU 的特性，同样 CPU 也不必考虑是否与哪一种外设相连接，并满足功能要求。这样，处理器与外设可按各自的规律发展更新，不断形成了微机本身和外设的标准化和系列化，这又促进了计算机接口的发展和标准化。

二、微机与外设的交互信息种类

一般来说微机通过接口与外设之间的交互信息有以下三种类型：数据信息、控制信息、状态信息。

数据信息是 CPU 与外设之间传递的基本信息，根据信息的形式又可划分为：

- 数字量

数字量主要是键盘、磁盘机、数字化仪等设备的输入信息或是输出到显示器、打印机、磁盘机、绘图仪等设备的输出信息。它们是二进制形式的数据，或以 ASCII 码表示的数据。

- 模拟量

在一个控制系统中，计算机的输入输出信息是连续的物理量，如温度、压力、湿度等。它们通过传感器并经过 A/D 转换，使这些模拟量变为计算机可识别的数字量，而处理后的数字量通过 D/A 转换变为模拟量控制对象。

控制信息是 CPU 用以控制外设操作而送出的命令信号，是 CPU 通过接口电路送出的信息，如控制外设的启动信号、停止信号、工作方式等。

状态信息反映了在微机与外设信息交互的过程中，这两者与作为中介的接口相互之间所处的工作状态。状态信息本身并不是微机与外设进行信息交互的目的，而是有便于计算机与外设之间交互的协调运行。如表示输入设备数据量是否准备就绪的 READY 信号，输出设备是否空闲的 BUSY 信号。

三、微机、外设对接口的基本需求

外围设备是计算机系统的重要组成部分，是用于计算机系统中，除处理机本身以外，直接或间接与 CPU 进行信息交换并改变信息形态的装置。接口主要是为了协调 CPU 与外设之间的矛盾而存在。在介绍外设之前，需首先了解和认识千差万别的外设对接口各有什么要求。在各种外设之间传送的信息，有数据信息，也有模拟信息，同时这些信息的传输速度各不相同，比 CPU 的工作速度要慢得多。对于各式各样的信息准确性的要求也有差异，这是由于人对自然信息识别能力上的差别，如通过远程终端传送的文本文件必须要求完全准确；一般图像信息的误差只要在人眼允许的范围内并不会引起误解；多媒体通信对连续媒体流不仅要求高速的传输速度而且信息格式上的多媒体同步也非常重要（如可视电话）。另一方面，微机系统在具体的应用中对接口的要求也有所不同，在一些实时性要求较高的系统，接口更需要的是及时将信息传给 CPU，并把 CPU 的处理结果反馈给外设。

这些要求具体体现在以下的情况中：如键盘速度慢、每次传送的内容少，同时按键具有随机性，需要接口通过中断请求使 CPU 调用键盘中断服务程序读入键盘信息；显示器需要的是连续的媒体流，随着 WINDOWS 的流行，高质量的图像要求接口能够分担 CPU 的一部分处理功能来增加数据吞吐量；打印机发展很快，向着高速、低噪声、打印质量高的要求发展，也要求高速接口进行匹配等。

第二节 微机系统

一、微机系统的组成

微机或微型计算机（Micro Computer）系统是由主板（包括 CPU、主存储器 RAM、CPU 外围芯片组、总线插槽）、外设接口卡、外围设备（如硬盘、显示器、键盘、鼠标）以及电源等部件组成，如图 1.1 所示。

从图 1.1 中可看出，PC 机由 CPU、RAM、ROM、光驱、硬盘、多种接口及总线等构成；CPU 与外设信息交互，是通过多种接口作为中介，而这些接口与 CPU 都挂在一条总线上。显然，接口和外设发生了密接的关系，而总线对整体的信息交互起了关键作用。

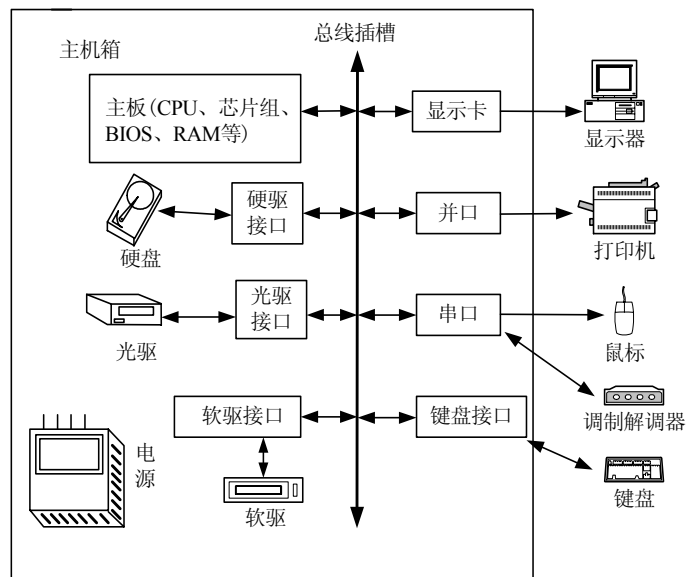


图 1.1 PC 机的组成框图

二、微机系统的三个层次

从图 1.1 中也可看出，微机系统可以划分为三个层次：微处理器（Microprocessor）、微机及微机系统（Micro Computer System）。

1. 微处理器，也叫微处理机，它本身不是计算机，但它是微型计算机的核心部件。微处理器包括算术逻辑部件 ALU、控制部件和寄存器组三个基本部分，通常由一片或几片 LSI、VLSI 器件组成。

2. 微机是以微处理器为核心，加上由大规模集成电路制成的存储器（ROM 和 RAM）、输入/输出（I/O）接口和系统总线组成的。有的微机是将这些组成部分集成在一个大规模芯片上，则称之为单片微型计算机，简称单片机。

3. 微机系统是以微型计算机为核心，再配以相应的外围设备、电源、辅助电路和控制微型计算机工作的软件而构成的完整的计算机系统。其中，软件分为系统软件和应用软件两大类。系统软件是用来支持应用软件的开发与运行的，它包括操作系统、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问题的程序，及有关文档和资料。

三、微机的性能指标

微机的性能决定了微机的能力，其技术指标通常有如下方面的描述。

1. 运算速度

计算机的运算速度一般用每秒钟所能执行的指令条数表示。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式也不同。常用的计算方式有：

- 根据不同类型的指令出现的频率，乘上指令的执行时间长度，作为不同的系数，来求得平均值，得到平均运算速度。这时常用百万条指令每秒（MIPS, Millions of Instructions Per Second）作单位。