

全国高职高专规划教材

微型计算机原理 与接口技术

Principals and Interfaces
of Microcomputer

谢川 主编
申毅 副主编

 科学出版社
www.sciencep.com

全国
高职高专
规划教材

全国高职高专规划教材

微型计算机原理与接口技术

谢 川 主 编

申 毅 副主编

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书以主流的 IBM PC 系列及其兼容微型计算机为例,全面深入地介绍了微型计算机的组成原理及其接口技术。其内容包括接口的基础知识、微处理器的基本结构、I/O 端口地址译码技术、半导体存储器、系统总线与接口标准、中断系统、定时/计数器、并行与串行接口、外围设备及接口、模/数转换器接口、DMA 技术以及各种系统软接口等。

本书内容上注重理论联系实际,一切从应用出发,由浅入深、概念明确、条理清楚,同时力求将最新技术和资料呈现给读者,以满足读者跟上快速发展的微型计算机技术的需要。

本教材适用面广,主要用来作为高等职业教育计算机或相关专业教材,也可作为各类专业培训或从事计算机应用与开发的工程技术人员的自学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机原理与接口技术/谢川主编. —北京:科学出版社,2004
(全国高职高专规划教材)

ISBN 7-03-012933-4

I. 微... II. 谢... III. ①微型计算机—理论—高等学校:技术学校—教材 ②微型计算机—接口设备—高等学校:技术学校—教材 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 011026 号

策划编辑:李振格/责任编辑:丁波
责任印制:吕春珉/封面设计:东方人华平面设计部

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>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004年3月第一版 开本:787×1092 1/16

2004年3月第一次印刷 印张:20 3/4

印数:1—5 000 字数:474 000

定价:28.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))

全国高职高专规划教材编委会名单

主任 俞瑞钊

副主任 陈庆章 周必水 刘加海

委员 (以姓氏笔画为序)

王雷	王筱慧	方 程	方锦明	卢菊洪	代绍庆
吕何新	朱 炜	刘向荣	江爱民	江锦祥	孙光弟
李天真	李永平	李良财	李明钧	李益明	余根墀
汪志达	沈凤池	沈安衢	张 元	张学辉	张锦祥
张德发	陈月波	陈晓燕	邵应珍	范剑波	欧阳江林
周国民	周建阳	赵小明	胡海影	秦学礼	徐文杰
凌 彦	曹哲新	戚海燕	龚祥国	章剑林	蒋黎红
董方武	鲁俊生	谢 川	谢晓飞	楼 丰	楼程伟
鞠洪尧					

秘书长 熊盛新

本书编写人员名单

主 编 谢 川

副主编 申 毅

撰稿人 谢 川 申 毅 刘 葵

何丽莉 富众杰 郑培林

前 言

当今，微型计算机正迅速融入我们工作与生活的方方面面。从技术上，可以这样认为，微型计算机的开发与应用在很大程度上体现在微型计算机接口的开发与应用。因此，微型计算机的原理及其接口技术就成为职业技术学院计算机和相关专业学生必不可少的基本技能。

本教材以主流的 IBM PC 系列及其兼容微型计算机为例，详细地介绍了微型计算机的组成原理及接口技术。全书共分 13 章，第 1 章主要介绍微型计算机系统组成以及微型计算机接口的基础知识；第 2 章主要介绍微处理器的基本结构以及与接口交换数据的方式；第 3 章主要介绍 I/O 端口地址译码技术；第 4 章主要介绍半导体存储器与接口；第 5 章主要介绍微型计算机系统总线与接口标准及其应用；第 6 章主要介绍微型计算机的中断系统；第 7 章主要介绍微型计算机中的定时与计数器；第 8 章主要介绍并行接口电路；第 9 章主要介绍串行接口电路；第 10 章主要介绍微型计算机外围设备及其接口；第 11 章主要介绍模/数转换器接口；第 12 章主要介绍 DMA 技术；第 13 章主要介绍微型计算机系统的各种软接口。

本书在内容上注重理论联系实际，一切从应用出发，由浅入深、概念明确、条理清楚，同时力求以最新技术和资料呈现给读者，以满足读者为跟上快速发展的微型计算机技术的需要。因此，非常适合高等职业技术教育与计算机类专业教学的要求与特点。

采用本教材的课程，建议安排 90 学时，其中包括实验 38 学时（可参照配套实验教材进行相对独立的教学），也可根据地域、学校、专业和教学对象的不同适当增减。

本教材由谢川任主编，申毅任副主编。第 1 章、第 5 章、第 10 章、第 13 章由谢川编写，第 7 章和第 11 章由申毅编写，第 2 章由刘葵编写，第 4 章和第 12 章由何丽莉编写，第 8 章和第 9 章由富众杰编写，第 3 章和第 6 章由郑培林编写。

由于编者水平有限，书中难免存在不妥之处，恳请广大读者与专家批评指正。

编 者

2003 年 12 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 微型计算机系统组成概述	1
1.1.1 硬件	1
1.1.2 软件	8
1.2 微型计算机接口概述	10
1.2.1 接口的功能	10
1.2.2 接口的分类	11
1.2.3 接口的组成	12
1.2.4 微处理器与接口交换数据的方式	13
习题	14
第 2 章 微处理器	16
2.1 微处理器的基本结构	16
2.1.1 8086/8088 内部结构	17
2.1.2 引脚信号与功能	19
2.1.3 时序与操作	25
2.2 Pentium 微处理器	29
2.2.1 Pentium 微处理器概述	29
2.2.2 Pentium 典型产品	30
习题	32
第 3 章 接口与 I/O 端口	34
3.1 接口	34
3.1.1 接口的信息	34
3.1.2 接口的功能	35
3.1.3 接口电路的组成	36
3.1.4 接口类型	37
3.1.5 接口技术的发展趋势	38
3.2 I/O 端口及其编址方式	39
3.2.1 I/O 端口	39
3.2.2 I/O 端口的输入输出指令	39
3.2.3 I/O 端口的编址方式	39
3.3 I/O 端口地址译码	41
3.3.1 I/O 端口的寻址特点	41

3.3.2	I/O 端口的地址分配.....	41
3.3.3	I/O 端口的地址译码方式.....	43
3.4	微处理器与外部设备之间的数据传输方式.....	45
3.4.1	数据传输方式的分类.....	45
3.4.2	不同数据传输方式的工作原理.....	48
	习题.....	55
第 4 章	半导体存储器及其接口	56
4.1	半导体存储器概述.....	56
4.1.1	半导体存储器的分类.....	57
4.1.2	半导体存储器的一般结构.....	59
4.1.3	半导体存储器的主要技术指标.....	60
4.2	RAM.....	61
4.2.1	SRAM.....	61
4.2.2	DRAM.....	64
4.3	ROM.....	67
4.3.1	掩膜式 ROM.....	67
4.3.2	可编程 ROM.....	68
4.3.3	可擦除可编程 ROM.....	68
4.3.4	电可擦除可编程 ROM.....	72
4.3.5	闪存.....	73
4.4	高速缓冲存储器.....	76
4.4.1	高速缓存的工作原理.....	77
4.4.2	高速缓存与主存的存取一致性.....	78
4.4.3	高速缓存的分级体系结构.....	80
4.5	半导体存储器与微处理器的连接.....	81
4.5.1	需要考虑的问题.....	81
4.5.2	扩展.....	84
4.5.3	地址的选择.....	85
4.5.4	数据信号线与控制信号线的连接.....	87
4.6	微型计算机内存的分配和使用.....	87
4.6.1	IBM PC/XT 中的存储空间分配.....	87
4.6.2	扩展存储器及其管理.....	88
4.6.3	DOS 环境下的内存管理.....	92
	习题.....	94
第 5 章	系统总线与接口标准	96
5.1	系统总线与接口标准概述.....	96
5.2	ISA 总线标准.....	96

5.2.1	ISA 总线标准概述.....	96
5.2.2	ISA 总线插槽与引脚信号.....	97
5.3	EISA 总线标准.....	97
5.3.1	EISA 总线标准概述.....	97
5.3.2	EISA 总线插槽与引脚信号.....	98
5.3.3	EISA 总线结构.....	99
5.4	Micro-Channel 总线标准.....	99
5.5	PCI 总线标准.....	100
5.5.1	PCI 总线标准概述.....	100
5.5.2	PCI 总线插槽与引脚信号.....	100
5.5.3	PCI 总线结构.....	101
5.6	AGP 图形加速端口.....	102
5.6.1	AGP 图形加速端口概述.....	102
5.6.2	AGP 插槽与系统结构.....	103
5.6.3	PCI 与 AGP 的比较.....	103
5.7	SCSI 接口标准.....	104
5.7.1	SCSI 接口标准概述.....	104
5.7.2	SCSI 接口与引脚信号.....	104
5.8	IDE 和 EIDE 接口标准.....	105
5.8.1	IDE 和 EIDE 接口标准概述.....	105
5.8.2	IDE 接口与引脚信号.....	106
5.9	USB 接口标准.....	107
5.9.1	USB 接口标准概述.....	107
5.9.2	USB 设备及其描述器.....	108
5.9.3	USB 系统的组成.....	110
5.9.4	USB 接口与信号.....	111
5.10	IEEE 1394 高性能串行总线标准.....	111
	习题.....	112
第 6 章	中断系统.....	113
6.1	中断的基本概念.....	113
6.1.1	中断系统概述.....	113
6.1.2	中断处理过程.....	115
6.1.3	中断优先级管理.....	117
6.2	微型计算机的中断系统.....	119
6.2.1	硬件（外部）中断.....	119
6.2.2	软件（内部）中断.....	120
6.2.3	中断优先级.....	121

6.2.4	中断向量表.....	121
6.2.5	中断响应和处理过程.....	122
6.3	可编程中断控制器 8259A.....	123
6.3.1	8259A 的主要性能.....	123
6.3.2	8259A 的引脚和内部结构.....	123
6.3.3	8259A 的工作方式.....	126
6.3.4	8259A 的命令字.....	128
6.4	8259A 芯片在微型计算机中的应用.....	133
	习题.....	136
第 7 章	定时/计数器.....	137
7.1	定时/计数器概述.....	137
7.2	可编程定时/计数器 8253/8254.....	138
7.2.1	8253/8254 的内部结构和引脚功能.....	138
7.2.2	8253/8254 的工作方式.....	141
7.3	8253/8254 在微型计算机中的应用.....	149
7.3.1	中断和刷新应用.....	149
7.3.2	扬声器应用.....	150
7.4	时钟电路 MC146818 及其应用.....	151
7.4.1	MC146818 的内部结构和引脚功能.....	152
7.4.2	MC146818 的工作方式.....	156
	习题.....	157
第 8 章	并行接口.....	158
8.1	并行接口技术概述.....	158
8.2	可编程并行接口 8255A.....	160
8.2.1	内部结构.....	160
8.2.2	引脚信号.....	161
8.2.3	控制字.....	162
8.2.4	工作方式.....	164
8.3	8255A 芯片在微型计算机中的应用.....	169
8.3.1	微处理器与 8255A 的连接.....	169
8.3.2	8255A 的应用示例.....	169
	习题.....	173
第 9 章	串行接口.....	174
9.1	串行通信的基本概念.....	174
9.1.1	串行通信.....	174
9.1.2	串行通信的数据传输方向.....	175

9.1.3 串行通信方式.....	176
9.1.4 信号的调制与解调.....	177
9.1.5 差错控制.....	178
9.1.6 信道复用.....	179
9.2 串行接口标准.....	180
9.3 可编程串行接口 8251A.....	188
9.3.1 内部结构.....	188
9.3.2 引脚信号.....	189
9.3.3 控制字和初始化编程.....	192
9.4 串行接口设计实例.....	195
习题.....	198
第 10 章 外围设备及接口.....	199
10.1 键盘及其接口.....	199
10.1.1 标准键盘及其接口.....	199
10.1.2 扩展键盘及其接口.....	202
10.2 打印机及其接口.....	207
10.3 显示器及其接口.....	208
10.3.1 显示控制器.....	208
10.3.2 显示方式和显示标准.....	211
10.3.3 CGA 标准的工作原理与编程.....	214
10.3.4 EGA/VGA 标准的工作原理.....	220
10.3.5 EGA/VGA 标准的显示编程.....	221
习题.....	231
第 11 章 模/数转换器接口.....	232
11.1 A/D 转换器接口概述.....	232
11.2 D/A 转换器概述.....	233
11.2.1 D/A 转换器的基本原理.....	233
11.2.2 D/A 转换器技术指标.....	235
11.3 D/A 转换器接口电路设计.....	236
11.3.1 DAC0832 芯片介绍.....	236
11.3.2 DAC 0832 芯片的接口设计.....	240
11.4 A/D 转换器的基本原理.....	243
11.4.1 计数型 A/D 转换器.....	243
11.4.2 双积分型 A/D 转换器.....	243
11.4.3 逐次逼近型 A/D 转换器.....	244
11.4.4 并行 A/D 转换器.....	245
11.4.5 A/D 转换器的技术指标.....	246

11.5	A/D 转换器接口电路设计.....	246
11.5.1	集成 A/D 转换器 ADC0809 芯片.....	246
11.5.2	ADC0809 的接口设计.....	249
11.6	微型计算机系统的 A/D 转换通道.....	254
11.6.1	多路模拟开关.....	255
11.6.2	采样保持电路.....	256
	习题.....	258
第 12 章	DMA 技术.....	259
12.1	DMA 技术概述.....	259
12.1.1	DMA 的组成与作用.....	259
12.1.2	DMA 的传输过程.....	260
12.1.3	DMA 的工作方式.....	261
12.2	DMA 控制器.....	263
12.2.1	DMA 控制器在系统中的两种工作状态.....	263
12.2.2	8237A 芯片的内部结构和引脚功能.....	263
12.2.3	8237A 芯片的内部寄存器.....	266
12.2.4	软件命令.....	272
12.2.5	DMA 控制器的工作时序.....	273
12.3	8237A 芯片在微型计算机中的应用.....	274
12.3.1	8237A 的编程.....	274
12.3.2	8237A 在 IBM PC 系列机上的应用.....	275
12.3.3	DMA 写传输.....	277
12.3.4	DMA 设定子程序.....	278
	习题.....	279
第 13 章	微型计算机系统的软接口.....	281
13.1	系统 BIOS 和 DOS 功能基础.....	281
13.1.1	系统 BIOS 功能.....	281
13.1.2	系统 DOS 功能.....	282
13.2	BIOS 设置程序.....	283
13.2.1	AWARD BIOS 设置程序.....	283
13.2.2	AMI BIOS 设置程序.....	293
13.3	DOS 和 BIOS 功能的调用.....	295
13.3.1	调用格式的描述.....	295
13.3.2	功能的调用.....	296
13.4	对外围设备的控制.....	297
13.4.1	键盘的控制.....	298
13.4.2	显示器的控制.....	300

13.4.3 打印机的控制.....	302
13.4.4 定时器和实时钟的控制.....	304
13.4.5 串行通信接口的控制.....	306
13.4.6 磁盘的 DOS 和 BIOS 调用.....	309
习题.....	317
主要参考文献.....	318

第 1 章 绪 论

当今，微型计算机（Microcomputer）技术高速发展，性能不断提高而硬件成本逐年降低。由此应用范围迅速扩展，泛及各个技术领域，同时也进入了家庭。

微型计算机诞生于 20 世纪 70 年代初，是第四代电子计算机的一个分支，它最主要的特点是其中央处理器（Central Processing Unit, CPU）采用了大规模集成电路技术将控制器和运算器集成制作在一块集成芯片上，从而有别于其他类型计算机以相当多的集成电路甚至于分离元件组成 CPU。一般也将微型计算机的 CPU 称为微处理器（Micro Processing Unit, MPU）。

在微型计算机的发展史中，值得提及的是美国 IBM 公司，它采用 Intel 公司的 8088 芯片作为微处理器，配以其他外围设备于 1981 年 8 月推出的 IBM PC（Personal Computer, 个人计算机）微型计算机。这种微型计算机采用模块化开放型的设计结构，使之拥有极大的功能弹性和系统相容性。在它推出后，由于 IBM 公司公开了其完整的技术资料（包括系统指令代码），加上在设计上采用了开放式的构造，使其他的生产厂商纷纷研制、生产与其配套、兼容的外围设备和主机器件，由此形成其微型计算机的主流机地位。采用不同主功能芯片，配以所需的外围设备，在功能、性能上不断增强，由此形成了微型计算机的 PC 系列，即 PC 486, PC Pentium, PC Pentium II, PC Pentium III 和 PC Pentium 4 等。

本书主要以主流的 IBM PC 系列微型计算机为例，介绍微型计算机原理与接口技术。

1.1 微型计算机系统组成概述

微型计算机系统由软件系统和硬件系统两大部分组成。

1.1.1 硬件

硬件是微型计算机的物质基础，它包括主机和外围设备。其具体组成遵循冯·诺依曼提出的电子计算机经典硬件组成原则，即一台电子计算机的硬件系统需由五大部件构成，分别是控制器、运算器、存储器、输入设备和输出设备等。微型计算机的硬件系统组成如图 1.1 所示。

图 1.2 中，运算器是用来实现算术、逻辑等各种运算操作的部件；存储器是用来存放原始数据、中间数据以及计算程序的部件；控制器是对整个运算过程进行有规律控制协调的部件；输入设备是实现计算程序和原始数据输入的设备；输出设备是实现计算结果输出的设备；外存储设备是用来扩大微型计算机存储信息能力的设备。

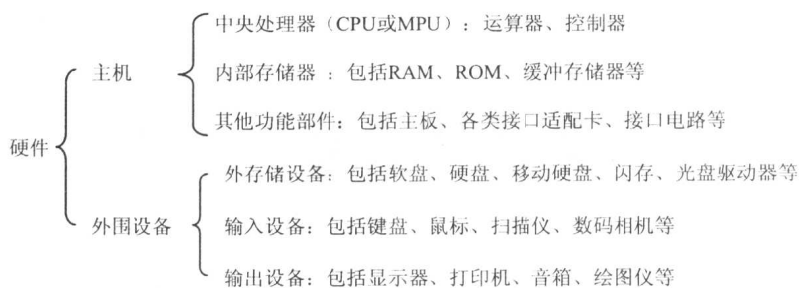


图 1.1 微型计算机的硬件组成

这些硬件组成了如图 1.2 所示的逻辑结构。

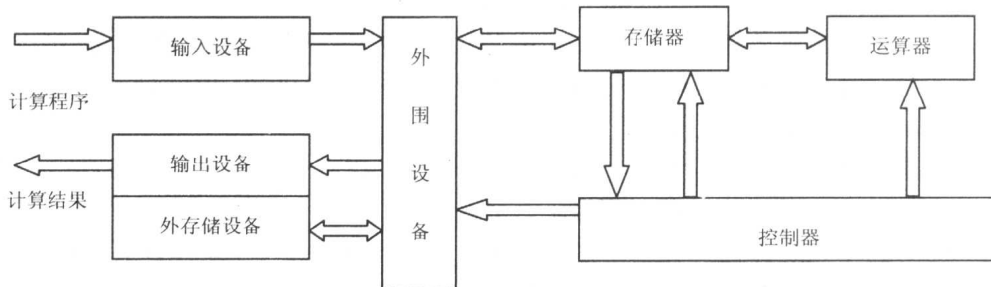


图 1.2 微型计算机的硬件逻辑结构

1. 主机

主机是硬件系统的核心，它负责对输入的各类数据和信号进行综合处理，并发出各类控制命令，指挥整个微型计算机硬件系统的工作。主机由多个部件组成，封闭安装于机箱内，图 1.3 所示为一台微型计算机的主机内部图。

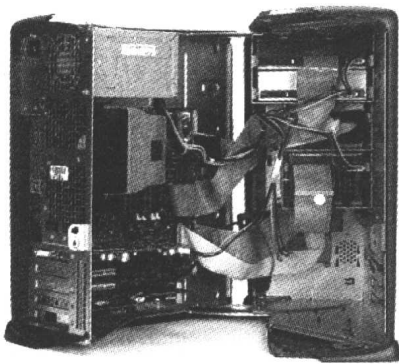


图 1.3 微型计算机的主机内部

主机内部主要有以下部件。

(1) 主板

主板又称主机板或系统板，它是安装于主机箱内的一块多层印刷电路板。主板上有机处理器插座、只读存储器 (ROM)、随机存储器 (RAM) 和 RAM 插座、一组专

用控制芯片、高速缓存 (Cache)、输入/输出扩展槽、各种接口等。主板是微型计算机硬件系统中最重要的部件, 控制着微型计算机的运行。图 1.4 所示为一块目前流行的主板结构示意图。

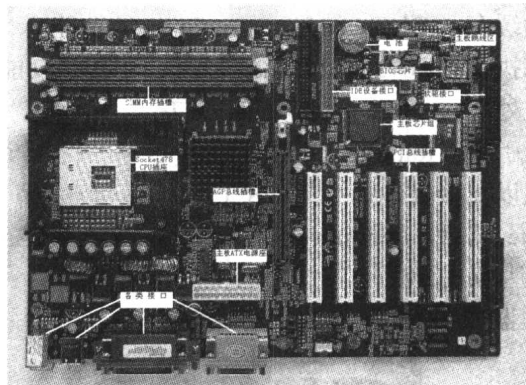


图 1.4 主板结构示意图

(2) 微处理器

主机的核心是微处理器, 其内部包含运算器和控制器电路, 微处理器性能的好坏, 直接影响着整台微型计算机的性能。微处理器的性能的优劣主要从位长和内部时钟频率两方面进行衡量。位长确定微处理器的数据处理能力, 内部时钟频率确定数据的处理速度。由于 IBM 公司在其系列微型计算机上使用了 Intel 公司生产的微处理器, 以至各个微处理器生产厂商纷纷以 Intel 作为标准, 实际上形成了 Intel 公司在微型计算机微处理器产品上的主流地位。

1971 年, Intel 公司成功地将算术运算器和逻辑控制器电路集成在一起, 推出了世界上第一块时钟频率为 1MHz 的微处理器 Intel 4004; 1978 年, Intel 公司推出了首个 16bit 的微处理器 Intel 8086; 1979 年, Intel 公司推出了仍为 16bit 的微处理器 Intel 8088, 时钟频率为 4.77MHz; 1981 年, 8088 被 IBM 公司选中用作其推出的 IBM PC 微型计算机的微处理器, 从此以后, Intel 公司又分别在 1982 年推出了 16bit, 时钟频率可达 20MHz 的 Intel 80286; 在 1985 年推出了 32bit, 时钟频率可达 33MHz 的 Intel 80386; 在 1989 年推出了 32bit, 时钟频率可达 120MHz 的 Intel 80486; 1993 年, Intel 公司推出了 32bit 的微处理器 Intel 80586。为了摆脱其微处理器产品以数字序列命名而在商标品名保护中所处的不利地位, Intel 将 80586 正式命名为 Pentium (奔腾); 1995 年, Intel 公司又推出了新一代的 32bit 微处理器 Pentium Pro (P6); 1997 年, Intel 公司在 Intel Pentium Pro 的基础上增加了 57 条多媒体指令, 推出了 Intel Pentium MMX (P55C) 微处理器, 同年, 为弥补 P6 的某些缺陷, Intel 公司在 Intel Pentium Pro 的基础上开发了两个增强型版本, Klamath (即 Pentium II, 也称奔腾二代) 和 Deschutes。其中 Pentium II 采用了 MMX 和 AGP 技术, 其系统总线速度达到 66MHz, 一级 Cache 含有 16KB 指令 Cache 和 16KB 数据 Cache, 二级 Cache 达 512KB。而 Deschutes 采用更先进的 0.25 μm 技术, 具有更低的工作电压, 适合于笔记本式微型计算机使用。1999 年, Intel 公司在 Pentium II 的基础上推出名为 “Katmai” 的 64bit 的 Pentium III 微处理器。Pentium III 在 MMX 指令的基础上又增加了 70 条被称为 SSE 技术的多媒体指令, 其功能得以进一步加强。

1999 年秋, Intel 推出了代号为“Willamette”的全新一代 64bit 微处理器 Pentium 4 (奔腾四代)。Pentium 4 采用了全新的 NetBurst 结构, NetBurst 结构包含以下一些特点。

- 采用了更快的系统总线 (Faster System Bus)。
- 具有高级传输缓存 (Advanced Transfer Cache) 功能。
- 具有高级动态执行 (Advanced Dynamic Execution) 功能。
- 具有超长管道处理技术 (Hyper Pipelined Technology)。
- 具有快速执行引擎 (Rapid Execution Engine)。
- 具有高级浮点以及多媒体指令集 (SSE2) 等。

自推出 Willamette 以后, Pentium 4 系列微处理器在性能上有了很大的提高, 其时钟频率目前的产品已达 4GHz 以上。

Pentium 4 微处理器如图 1.5 所示。



图 1.5 Pentium 4 微处理器

(3) 内部存储器

微型计算机必须具有足够的内部存储器 (简称内存) 才能正常工作。在系统工作过程中, 微处理器从内存中读取由输入设备输入的控制指令和数据。同时, 微处理器将处理的结果写入内存中暂时保存, 供输出设备输出给用户。内存的物理实质是一组或多组具备数据输入/输出和数据存储功能的集成电路。

微型计算机中, 按工作原理不同可以将内部存储器分为以下几类。

① ROM (Read Only Memory): 只读存储器。

在 ROM 中, 信息是被用专用设备永久性地蚀刻在 ROM 内部电路中的, 并且在完成蚀刻工作后不能再将其中的内容改变。因此, 微型计算机 ROM 内存的信息对普通用户而言, 只能被读出, 而不能被修改和删除, 故称之为只读存储器。

由于 ROM 的只读性, 使其不具有一般用户对存储器既能写也能读的要求, 因此, 普通用户一般不使用。但由于 ROM 所具有的在断电后能固化信息, 不丢失信息的优点, 使其在微型计算机中一般用于持久地存储不轻易改变内容的系统信息, 如主板上的 BIOS 程序等。

② EPROM (Erasable Programmable ROM): 可擦除可编程存储器。

EPROM 是一种特殊的 ROM, 与 ROM 不同之处在于它可以通过特殊的装置擦除和重写其中存储的内容。

一般地, 在 EPROM 芯片上有一个用于透射的小窗, 当数据用特殊设备写入 EPROM