

秦石乔 王省书 黄 勇 编著

微机接口技术 及应用

国防科技大学出版社

国防科技大学
学术著作专项
经费资助出版

微机接口技术及应用

秦石乔 王省书 黄 勇 编著

国防科技大学出版社

· 长沙 ·

本书以实用、新颖、先进的原则详细介绍了微机接口技术的有关内容。对新的接口技术如 PCI、PnP、USB 等进行了详细、深入的阐述,对常用的接口技术内容进行了高度的概括和总结。主要内容有:微机接口的基本知识、芯片级接口技术、ISA 总线接口技术、USB 总线、“即插即用”技术、PCI 总线、双向并行打印机接口等。本书内容翔实,论述全面,可作为微机应用和接口技术专业人员的参考书和工具书。

图书在版编目(CIP)数据

微机接口技术及应用/秦石乔等编著. —长沙:国防科技大学出版社,2000.1

ISBN 7-81024-599-6

I. 微… II. 秦… III. 微型计算机-接口-基本知识
IV. TP364.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 72306 号

国防科技大学出版社出版发行

电话:(0731)4555681 邮政编码:410073

E-mail: gfkdcbs@public.cs.hn.cn

责任编辑:文 慧 责任校对:黄 煌

新华书店总店北京发行所经销

国防科技大学印刷厂印装

*

850×1168 1/32 插页:1 印张:14.5 字数:364 千

2000 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数:1-2000 册

*

定价:22.00 元

前 言

微型计算机的飞速发展使从事微机接口技术研究、开发和应用的技术人员面临着巨大的压力和挑战。接口技术作为微机应用的一个重要方面和基础,其技术综合性越来越强,新的技术不断出现,实现手段不断更新,软硬件结合的程度越来越高。为了适应接口技术方面新技术的发展,掌握接口技术方面的新技术和新方法,本书将努力从当前最新技术和未来技术发展的角度深入阐述微机接口技术方面的最新技术和实现方法。

由于微机技术的高速发展和微机的普及应用,推动了新的接口技术不断涌现。为了适应新的技术,并将它们应用到教学、科研及实践中,每一位从事微机应用的专业人员都必须不断补充新知识才能跟上技术进步的步伐。在作者努力消化吸收接口新技术的过程中,感受最深的就是它的发展速度之快。当对一种新的接口技术或实现方法进行研究应用的同时,另一种新的技术又相继出现,这也是本书内容一直难以定位的一个原因。本书从开始构思到最后定稿历时两年多的时间,当初确定的一些最新的技术内容到出版时已成为广泛应用的技术。但本书立足于实用,以微机接口技术基本知识和常用的方法作为基础,对微机接口技术有广泛代表性并且目前或不久的将来将普及应用的新技术内容进行了系统深入的介绍,如 USB 总线、即插即用技术、PCI 总线,IEEE—1284,希望通过本书的学习和研究,能达到基本掌握这些技术内容并达到能实际应用的目的,而对目前一些应用面不是很广或者只是局限于接口技术某一方面的技术则没有纳入本书的论述范围,如 IEEE—1394、AGP 总线等。作者在本书的编写过程中,一方面将多年积累的丰富实践经验和应用研究体会汇集到本书中;另一方

面,参考了大量的书刊、专题和论文,特别是通过国际互联网收集了许多第一手技术资料,这些参考资料对本书内容的完整、翔实和系统深入发挥了很大作用。

本书共分七章,前三章为微机接口技术的基础知识,后四章对接口技术方面有广泛代表性的新技术进行了深入系统的介绍。

第一章对微机接口的基本知识进行了系统的概括和总结,首先论述了微机的发展历程,特别是对微机系统结构和关键技术的发展及其对接口技术的影响进行了概括和总结,然后对接口技术的基本知识,如总线的概念和分类、接口的概念和分类作了系统的论述,并对一般接口的实现方法和原则进行了总结。

第二章详细介绍了芯片级接口技术,这一章是接口设计的基础。包括芯片级接口的特点和设计方法、存储器接口、并行接口、串行接口、AD/DA 接口和显示器接口等内容。由于微电子技术的飞速发展,满足各种接口要求的多功能专用芯片不断完善和改进,本章重点放在各种通用多功能接口芯片及其接口实现方法上,对各种不同接口的构成和实现具有一般的指导意义。

第三章对应用面很广的常用并行总线接口技术,即 ISA 总线接口技术进行了概括和总结,对 ISA 总线标准、总线时序和总线资源的分配情况进行了深入系统的介绍。

第四章系统地阐述通用串行总线(USB)这一计算机外设总线新技术,包括 USB 概述、USB 的物理接口、数据流类型、总线协议、USB 设备的构成、USB 集成器规范和实现 USB 设备接口的芯片。本章是首次对 USB 技术标准进行全面的描述。

第五章介绍 ISA 总线的即插即用技术,包括即插即用技术概述、工作原理和 ISA 总线即插即用规范。

第六章对 PCI 总线进行了详细地描述,内容包括 PCI 总线的特点、总线信号的定义、总线命令、总线协议、总线上数据的传输过程、总线配置寄存器、总线的其它功能、总线的电气规范、总线连接

器、总线的 BIOS 和 PCI 总线产品的开发与应用等。

第七章对 IEEE—1284 双向并行打印机接口作了详细介绍,包括标准并行打印口概述、半字节双向传输协议模式,字节双向传输协议、EPP 模式、ECP 模式,并对 IEEE—1284 在各种工作模式下的性能特点进行了总结。

在本书的编写过程中,各种详细技术资料的参考网址在书末的附录中列出,有兴趣的读者可根据网址找到进一步研究和学习的材料。

本书由国防科技大学科研部资助出版,国防科学技术大学计算机学院博士生导师陈火旺教授为本书作序,国防科技大学出版社的文慧、黄煌编辑对本书进行了认真细致的编辑和校对工作,潘小松等对本书的编写提供了许多有益的建议,在此一并表示衷心感谢。

本书第一、五至七章由秦石乔编写,第二、四章由王省书编写,第三章由黄勇编写。在全书的编写过程中,陈玉教、杨凯军、苏勇等同志作了不少辅助性工作,特别是王省书同志,对全书进行了反复校对。正因为这些同志的细致工作,才使本书更加新颖、完整、系统、深入。鉴于作者水平有限,漏误之处,恳请读者批评指正。

作者

2000 年 1 月于国防科大理学院

序

微机接口技术是微机应用的基础。随着微机技术在各类控制设备中的应用不断深入,许多高性能的接口新技术标准不断出现,同时也给接口设计和实现方法带来了变革。然而,有关微机接口新技术方面的资料匮乏不全、零散、不系统,有的甚至很难找到,这给广大从事微机系统开发和应用的专业技术人员造成了极大的不便,制约了该技术的推广应用。

我欣喜地向大家推荐一本难得的好书——《微机接口技术及应用》。该书有三个特点。一是系统性,该书对微机接口技术的基本原理、概念和方法等基本知识进行了概括和总结。二是新颖性,该书重点对 90 年代以来微机接口技术方面的新知识、新标准、新的设计和实现方法,如 PCI 总线、即插即用技术、USB 总线、IEEE—1284 等内容及应用实例进行了系统而深入地阐述。三是实践性,该书作者长期从事接口技术应用方面的研究工作,获得过多项科研成果奖和发明专利,在微机系统的开发和应用方面积累了丰富的经验。作者将多年的应用研究的经验及跟踪接口新技术方面的心得体会汇集成本书奉献给广大的读者。相信对从事微机应用的专业技术人员会有较高的参考价值。

中国工程院院士

陳火旺

目 录

第一章 微机接口的基本知识

- 1.1 微处理器的发展历程 (2)
- 1.2 微机的内部结构 (8)
- 1.3 总线的概念和分类..... (31)
- 1.4 接口的概念和分类..... (45)

第二章 芯片级接口技术

- 2.1 芯片级接口的特点 and 设计方法..... (53)
- 2.2 存储器接口..... (55)
- 2.3 并行接口..... (75)
- 2.4 串行接口..... (81)
- 2.5 模/数和数/模接口 (112)
- 2.6 显示器接口 (126)

第三章 ISA 总线接口技术

- 3.1 ISA 总线标准 (149)
- 3.2 ISA 总线的典型操作时序 (156)
- 3.3 微型计算机系统硬件资源分配情况 (161)

第四章 通用串行总线

- 4.1 USB 概述 (167)
- 4.2 USB 的物理接口 (172)
- 4.3 USB 数据流类型 (187)

4.4	USB 总线协议	(199)
4.5	USB 设备的构成	(213)
4.6	集成器规范简介	(233)
4.7	USB 芯片介绍	(255)

第五章 “即插即用”技术

5.1	“即插即用”技术概述	(274)
5.2	“即插即用”的工作原理	(276)
5.3	ISA 总线即插即用规范	(279)

第六章 PCI 总线

6.1	PCI 总线的特点	(329)
6.2	PCI 总线信号线定义	(333)
6.3	总线命令	(342)
6.4	PCI 总线协议	(353)
6.5	总线上的数据传输过程	(359)
6.6	PCI 配置寄存器	(366)
6.7	PCI 总线的其它功能	(391)
6.8	PCI 总线的电气规范	(395)
6.9	PCI 总线连接器	(398)
6.10	PCI 总线的 BIOS	(400)
6.11	PCI 2.1 版本的补充	(407)
6.12	PCI 总线产品的开发与应用	(409)

第七章 双向并行打印机接口

7.1	标准并行打印口概述	(419)
7.2	半字节协议模式(Nibble Protocol)	(424)
7.3	并口的字节双向传输协议	(426)

7.4	EPP 模式	(429)
7.5	ECP 模式	(435)
7.6	IEEE—1284 的总结	(444)

附录：

接口技术常用的网址及书中有关技术资料的来源.....	(447)
参考文献.....	(450)

第一章 微机接口的基本知识

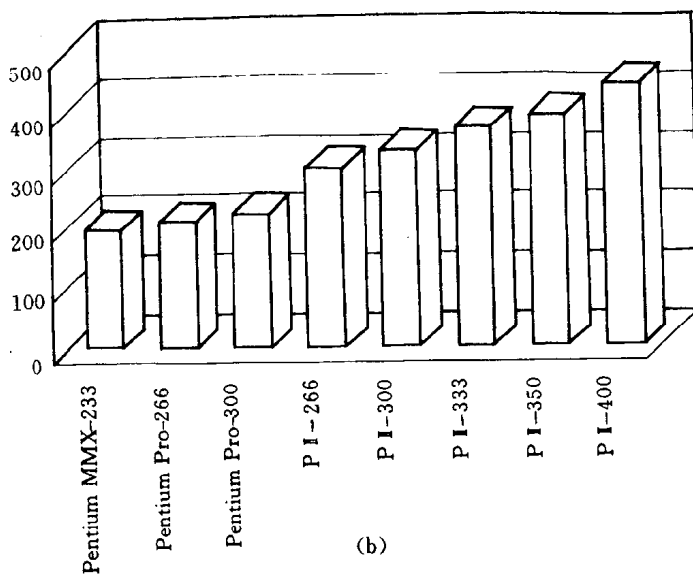
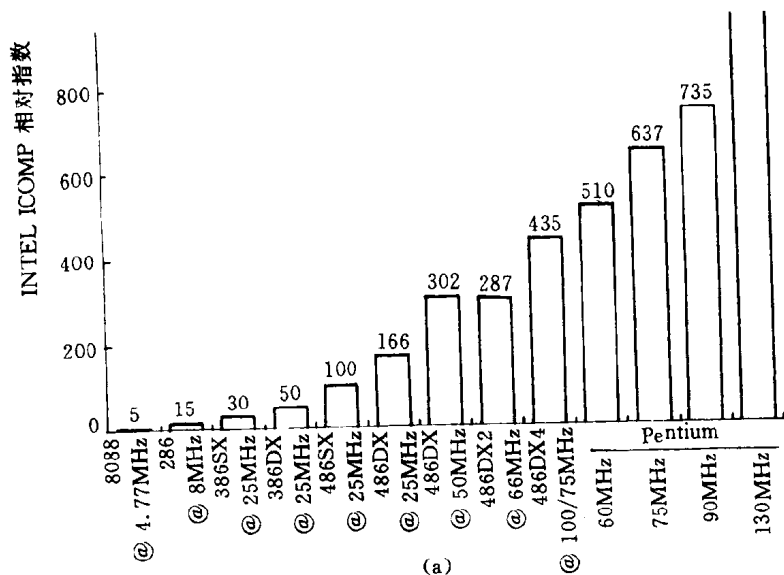
随着集成电路技术的飞速发展和微电子技术水平的不断提高,微型计算机(以下简称微机或 PC; Personal Computer)技术正以迅猛的速度日新月异地发展着,其性能指标快速提高,销售价格却日益下降,这推动着微型计算机的高速发展和普及。微型计算机的发展正在改变着人们在科技、文化、教育、娱乐、通讯、医疗、工业生产、信息管理等方面的传统观念,把人类带入了一个新的信息时代,人们不得不以一种全新的姿态去迎接信息社会的挑战。只有紧跟信息技术的发展并掌握当今先进的微机技术,才能适应未来竞争。

微型计算机的飞速发展使从事微机接口技术研究、开发和应用的专业技术人员面临着巨大的压力和挑战。旧的技术逐渐衰落,新的技术不断诞生。接口技术作为微机应用的一个重要方面,其技术综合性越来越强。为了适应接口技术方面新技术的发展和应用,掌握接口技术方面的新技术和新方法,本书将努力从当前最新技术和未来技术发展的角度深入阐述微机接口技术方面的最新技术和实现方法。

为了更好地理解和掌握这些新技术,本章对微型机接口方面涉及到的一些基本知识作一简单的概括和总结,为微机接口的设计和技术理解打下基础。本章将首先对微机特别是微机中的核心部件——CPU(Central Processing Unit)的发展作一简单的概括和总结,然后阐述微机的内部结构特征,最后介绍总线和接口的基本概念和分类。

1.1 微处理器的发展历程

技术的进步特别是微电子技术的进步是微机发展的基础,应用的需求是微机发展的动力。CPU 是微机的核心,从早期 8086 的 $3\mu\text{m}$ IC 技术到今天的 Pentium I $0.25\mu\text{m}$ IC 技术,从单层半导体 IC 到当今的多层半导体 IC, CPU 技术取得了飞速的发展。表 1.1 给出了最有代表性的 Intel 系列 CPU 的性能发展表。图 1.1 给出了各档次 CPU 的相对性能评价(iCOMP 指数)情况。从表 1.1 和图 1.1 可以看出, CPU 的时钟速度从最初的 4.77MHz 提高到现在的 450MHz, 数据总线宽度从早期的 8088 的 8 位总线发展到 P I 的 64 位总线, 地址总线从早期的 20 位提高到现在的 64 位;而且 CPU 的内部结构也有了极大的改进, Intel 从 486 开始, 在芯片上集成级 1 高速缓存(Level 1 Cache), 并将进行浮点运算的协处理器集成到 CPU 芯片内部, 通过片外的级 2 高速缓存(Level 2 Cache), 使高速 CPU 的运算速度和处理能力得到充分提高, 解决了高速 CPU 与较低速存储器和低速外设之间的数据传输瓶颈问题。Intel 系列 CPU 是一种 CISC(Complex Instruction Set Computer)复杂指令集计算机处理器, Intel 从 Pentium CPU 开始引入精简指令集计算机 RISC(Reduced Instruction Set Computer)处理器的一些关键技术, 如采用超标量、超流水线和分支预测等 RISC 技术, 从而进一步提高了 CPU 的性能, 从以往 CPU 多个时钟周期执行一条指令变成现在一个时钟周期执行多条指令。Pentium Pro 在此基础上进一步采用 3 路超标量体系结构和 14 级超级流水线, 并结合应用指令池(Instruction Pool)技术, 一改 X86 CPU 按照在程序中的指令顺序执行指令的习惯, 通过应用指令池中进行多分支预测和数据流分析, 使程序以一个优化的顺序预测执行, 从而将 CPU 停滞时间限制到最小, 实现了各资源之间的协调工



(a) iCOMP 指数 (b) Pentium iCOMP Index2.0

图 1.1 Intel 系列 CPU 性能的 iCOMP 相对指数

表 1.1 Intel CPU 性能发展表

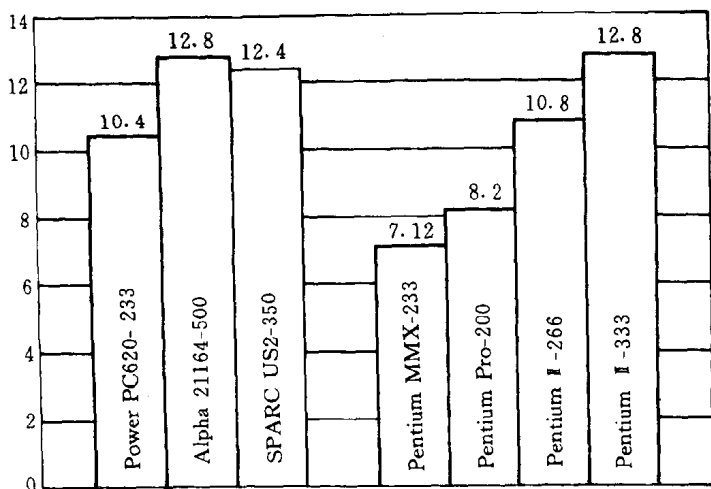
性能 芯片名称	地址 总线 (位)	内部 数据 总线 (位)	外部 数据 总线 (位)	物理 地址 空间	工作频率 (MHz)	集成度和工艺
8086	20	16	16	1MB	5.8	29 000/3 μ m
80286	24	16	16	16MB	12,16,20,25	13.4 万/1.5 μ m
80386DX	32	32	32	4GB	25,33,40	27.5 万/1 μ m
80386SX	24	32	16	16MB	20,25,33,40	准 32 位机
80486DX	32	32	32	4GB	33,50,60	120 万/0.6 μ m、 120 万/1 μ m
80486SX	32	32	16	64GB	20,33,50	185.5 万/1 μ m
Pentium	32(可 扩到 36)	64	32	64GB	60,66,75,90,100, 120,133,166	310 万/0.8 μ m
Pentium MMX	32	64	32	64GB	166,200,233	450 万/0.35 μ m
Pentium Pro	64	64	32	4TB	150,180,200	550 万/0.6 μ m
P I	64	64	32	4TB	233,266,300,333	MMX, Slot1 750 万/0.35 μ m
P I	64	64	32	4TB	350,400,450	MMX, Slot2 0.25 μ m

作。为了解决视频、三维图形、动画、音频及虚拟现实等多媒体信息的处理要求, Intel 进一步将 MMX (MultiMedia Extention, 多媒体

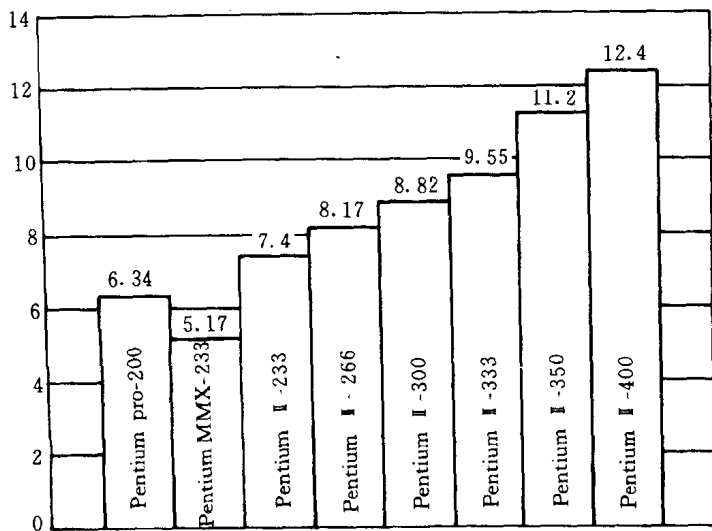
扩展)技术融入 Pentium CPU 中,新增了 57 条 MMX 指令,使 Pentium MMX CPU 对多媒体的处理能力和通信能力得到很大提高。Intel 进一步将 MMX 技术与 Pentium Pro 技术结合,推出了 P II 处理器,因此,P II 实质上是 Pentium Pro 级的 MMX 处理器,是基于 Pentium Pro 体系结构设计的,它主要具有双重独立总线结构(使 L2 Cache 与外存 DRAM 的总线独立分开)、内置 MMX 技术、动态执行和单边接触插盒(单边 242 个触点的 Slot1 插槽,最高传输速率可达 2132Mbit/s,比以往 Socket7 的 533Mbit/s 的传输带宽高出好几倍)四大主要特征。

CPU 发展到今天,使微机的整体性能、处理速度、3D 图形图像处理、多媒体信息处理及通信等诸多方面的综合性能达到甚至超过了小型机。图 1.2(a)给出了典型 CPU 在 UNIX 平台上的性能比较情况,从图可以看出,P II—333MHz 的性能与高档 Alpha21164—500MHz 的小型机性能相当。图 1.2(b)给出了 Pentium 系列 CPU 在 Windows NT 平台下的综合性能对照情况。值得说明的是图 1.2 的测试标准采用 SPEC95,此测试标准尚未包括 Pentium CPU 特有的 MMX 指令。

在微机的 CPU 领域,Intel 始终占有霸主地位和领导地位。然而,CPU 技术高速发展到今天,人们应感谢 AMD 公司、Cyrix 公司、TI 公司和 IDT 等兼容 CPU 生产公司。一方面,这些公司的加入有力地加强了 CPU 领域的竞争,不断推动着 CPU 技术向前发展,打破了 Intel CPU 一统天下的霸主地位,同时,通过竞争,用户得到了很大程度上的价格实惠;另一方面,这些兼容 CPU 生产公司推出的兼容 CPU 产品,其性能价格比一般优于 Intel,特别是 AMD 公司的 K6 系列 CPU,正以一种强有力的技术姿态挑战 Intel。表 1.2 给出了各种兼容 CPU 与 Intel Pentium CPU 的对照情况。



(a)



(b)

(a) UNIX 系统下 RISC 与 Pentium 性能

(b) NT4.0 下 SPECfp*95 指标

图 1.2 典型 CPU 的综合性能比较

表 1.2 各种兼容 CPU 的性能对照表

名称 性能	AMD			Cyrix		Intel Pentium				IDT
	K5	K6	K6-3D	6X86	6X86MX	Pentium	MMX	Pro	I	Win Chip C6
时钟 (MHz)	100 (PR 133) 166 (PR 166)	166 200 233	266 300 350	110 (PR 133) 133 (PR 166) 150 (PR 233)	150 (PR 166) 166 (PR 200) 188 (PR 233)	100、 133、 166...	166、 200、 233	150、 166、 180、 200	233、 266、 300...	180、 200、 225、 240
L1 Cache	16KB 指令 8KB 数据	32KB 指令 32KB 数据	32KB 指令 32KB 数据	16 KB 统一	64 KB 统一	8KB 指令 8KB 数据	16KB 指令 16KB 数据	8KB 指令 8KB 数据	16KB 指令 16KB 数据	32KB 指令 32KB 数据
L2 Cache	外部	外部	内置	外部	外部	外部	外部	内置	内置	外部
接口类型	Socket 7	Socket 7	Socket 7	Socket 7	Socket 7	Socket 7	Socket 7	Socket 8	Slot 1	Socket 7
总线速率 (MHz)	60~66	66	100	55~75	60~75	60~66	60~66	60~66	66	60~75
每时钟周 期执行指 令数	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2
支持 MMX	×	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓
流水线 FPU	×	✓	✓	×	×	✓	✓	✓	✓	✓
乱序执行	✓	✓	✓	✓	✓	×	×	✓	✓	×
晶体管数	430 万	880 万	930 万	300 万	650 万	330 万	450 万	550 万	750 万	540 万