

21世纪高等学校本科计算机专业系列实用教材

# 现代微机原理 与接口技术

◎ 韩 雁 主 编  
徐煜明 徐 强 副主编



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

21 世纪高等学校本科计算机专业系列实用教材

# 现代微机原理与接口技术

韩 雁 主编

徐煜明 徐 强 副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

## 内 容 简 介

本书根据微机最新发展技术,并结合作者相关科研成果编写而成,注重接口原理和接口电路的设计与分析及接口软件的设计方法。全书共9章,深入浅出地论述了 Pentium 系列微机的工作原理、接口技术及汇编语言程序设计方法,具体内容包括微型计算机概述、80x86 微处理器、80x86 指令系统、Windows 下的汇编语言程序设计、存储器系统、输入/输出及中断系统、可编程接口芯片及应用(其中包括并口、串口、A/D 和 D/A 接口的工作原理及接口电路的软件、硬件设计)、键盘和 LED 显示电路的设计及总线技术。

本书内容丰富、通俗易懂,富有大量实例,适合作为计算机、自动控制、电子工程、机电工程及信息技术等专业学生的教学用书,也适合作为从事微机及其应用系统设计的科技工作者的参考用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

现代微机原理与接口技术 / 韩雁主编. —北京: 电子工业出版社, 2010.8

21 世纪高等学校本科计算机专业系列实用教材

ISBN 978-7-121-11533-2

I. ①现… II. ①韩… III. ①微型计算机—理论—高等学校—教材②微型计算机—接口—高等学校—教材  
IV. ①TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 150904 号

责任编辑: 刘海艳

印 刷: 北京丰源印刷厂

装 订: 三河市鹏成印业有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 19.75 字数: 531 千字

印 次: 2010 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 33.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 [zltz@phei.com.cn](mailto:zltz@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

服务热线: (010) 88258888。

# 序 言

21 世纪是“信息”主导的世纪，是崇尚“创新与个性”发展的时代，体现“以人为本”、构建“和谐社会”是社会发展的主流。然而随着全球经济一体化进程的不断推进，市场与人才的竞争日趋激烈。对于国家倡导发展的 IT 产业，需要培养大量的、适应经济和科技发展的计算机人才。

众所周知，近年来，一些用人单位对部分大学毕业生到了工作岗位后，需要 1~2 年甚至多年的训练才能胜任工作的“半成品”现象反应强烈。从中反映出单位对人才的需求越来越讲究实用，社会要求学校培养学生的标准应该和社会实际需求的标准相统一。对于 IT 业界来讲，一方面需要一定的科研创新型人才，从事高端的技术研究，占领技术发展的高地；另一方面，更需要计算机工程应用、技术应用及各类服务实施人才，这些人才可统称“应用型”人才。

应用型本科教育，简单地讲就是培养高层次应用型人才的本科教育。其培养目标应是面向社会的高新技术产业，培养在工业、工程领域的生产、建设、管理、服务等第一线岗位，直接从事解决实际问题、维持工作正常运行的高等技术应用型人才。这种人才，一方面掌握某一技术学科的基本知识和基本技能，另一方面又具有较强的解决实际问题的基本能力，他们常常是复合性、综合性人才，受过较为完整的、系统的、有行业应用背景的“职业”项目训练，其最大的特色就是有较强的专业理论基础支撑，能快速地适应职业岗位并发挥作用。因此，可以说“应用型人才培养既有本科人才培养的一般要求，又有强化岗位能力的内涵，它是在本科基础之上的以‘工程师’层次培养为主的人才培养体系”，人才培养模式必须吸取一般本科教育和职业教育的长处，兼收并蓄。“计算机科学与技术”专业教学指导委员会已经在研究并指导实施计算机人才的“分类”培养，这需要我们转变传统的教育模式和教学方法，明确人才培养目标，构建课程体系，在保证“基础的前提”下，重视素质的培养，突出“工程性”、“技术应用性”、“适应性”概念，突出知识的应用能力、专业技术的应用能力、工程实践能力、组织协调能力、创新能力和创业精神，较好地体现与实施人才培养过程的“传授知识、训练能力、培养素质”三者的有机统一。

在规划本套教材的编写时，我们遵循专业教学委员会的要求，针对“计算机工程”、“软件工程”、“信息技术”专业方向，以课群为单位选择部分主要课程，以计算机应用型人才培养为宗旨，确定编写体系，并提出以下编写原则。

(1) 本科平台：必须遵循专业基本规范，按照“计算机科学与技术”专业教学指导委员会的要求构建课程体系，覆盖课程教学知识点。

(2) 工程理念：在教材体系编写时，要贯穿“系统”、“规范”、“项目”、“协作”等工程理念，内容取舍上以“工程背景”、“项目应用”为原则，尽量增加一些实例教学。

(3) 能力强化：教学内容的举例，结合应用实际，力争有针对性；每种教材要安排课程实践教学指导，在课程实践环节的安排上，要统筹考虑，提供面向现场的设计性、综合性的实践教学指导内容。

(4) 国际视野：本套教材的编写要做到兼收并蓄，吸收国内、国外优秀教材的特点，人才培养要有国际背景和视野。

本套教材的编委会成员及每本教材的主编都有着丰富的教学经验，从事过相关的工程项目（软件开发）的规划、组织与实施，希望本套教材的出版能为我国计算机应用型人才的培养尽一点微薄之力。

编委会

# 前 言

学习和掌握微机知识是当代本科生计算机素质的综合体现。随着 Pentium 系列微机价格的逐年下降,以 Pentium 为操作平台的微机应用系统日益得到广泛应用,Pentium 系列微机原理成为计算机工作原理与接口技术的集中体现。

但近几年来,由于微机系统的迅速发展,目前市场上有关微机原理方面的教材内容比较陈旧,不能满足人才培养的需要。鉴于此,不少同行、专家对教材的内容进行了改革,主要有两类:一是在原有教材的基础上增加一定章节,介绍一些新技术、新知识,这类教材总体上大部分知识仍较陈旧,新旧知识之间缺乏连贯性;二是完全抛弃原有教材的系统结构,全新编写,这类教材知识很新,但由于过多地涉及处理器内部结构和所使用的新技术,而削弱了基础及常用接口应用等方面的内容,不符合应用型本科高校的培养目标。

作者在多年的教学中认识到,“微机原理与接口技术”教材既要内容更新,符合时代发展的要求,又不能抛弃基础的内容。因为无论哪种类型的处理器,它们所包含的基本概念及解决问题的基本思路和方法是相同的,只有掌握了最基本的、典型的处理器,其他型号的处理器也能容易理解和学习。为此,作者根据多年的教学实践,在教材内容改革上进行了大胆的尝试,编写了本书,具有以下一些特点:

(1) 立足于系统,面向应用。本书首先从系统的角度,介绍了微机的基本结构和发展的特点,以及现代微机中占重要地位的总线的概念,让读者一开始就对微机系统有个全面的了解,之后的各个章节具体描述微机各部分的内部结构和接口技术。

(2) 内容新。全书以 Pentium 处理器为核心,较全面地介绍了现代微机的原理与接口技术。其中,包含了 PCI 总线、USB 总线、IEEE1394、Pentium 的中断、APIC、Windows 下汇编语言的编程技术等新技术。同时,保留了传统的接口技术,如存储器系统、串/并口、键盘/显示器接口、A/D 和 D/A,对其新发展也进行了讨论。

(3) 实用性强。本书和其他同类教材的最大不同点在于接口软件工具的选择上,本书中接口软件的编写还是基于 80x86 的汇编语言。我们认为汇编语言起点低,是在有限的课时内较快地掌握微机原理与接口技术最好的软件工具,而一旦掌握了微机原理与接口技术,用其他语言来实现微机应用系统的设计只是顺理成章之事,实用性和针对性较强。

本教材内容丰富、深入浅出,每章均附有大量的例题和习题。本教材十分适合于应用型计算机专业、通信专业、电子信息专业及其他相关专业的读者学习,也可作为从事微机及其应用系统设计的技术人员的参考书。

在使用本教材实施教学时,可以根据教学计划的安排适当调整教学课时。计算机专业参考学时为 80 学时(含上机),其中课堂授课不大于 64 学时。非计算机专业参考学时为 70 学时(含上机),其中 1~4 章选讲 30 学时,8~13 章选讲 40 学时。

本教材由韩雁主编,徐煜明、徐强副主编。其中第 1 章、第 2 章由徐煜明编写,第 3 章、第 4 章由徐强编写,第 5 章、第 6 章、第 7 章、第 8 章、第 9 章、附录由韩雁编

写。韩雁对全书进行了审核和校对，参加编写的还有徐斐、李春光、张建兵，在此一并表示感谢。

本书配有免费电子课件，需要的教师可以与刘海艳编辑（E-mail: [lhy@phei.com.cn](mailto:lhy@phei.com.cn)）联系。

限于编者水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，恳请读者批评指正！

编 者

# 目 录

|                                       |    |                                     |     |
|---------------------------------------|----|-------------------------------------|-----|
| 第 1 章 微型计算机概述 .....                   | 1  | 2.3.2 段寄存器 .....                    | 38  |
| 1.1 微型计算机系统的组成 .....                  | 1  | 2.3.3 指令指针和标志寄存器 .....              | 39  |
| 1.1.1 微处理器和微型计算机、微型<br>计算机系统的构成 ..... | 1  | 2.3.4 系统地址寄存器 .....                 | 40  |
| 1.1.2 微机硬件系统的构成及其发展 .....             | 1  | 2.3.5 控制寄存器 .....                   | 41  |
| 1.1.3 微机系统的软件组成 .....                 | 6  | 2.3.6 调试寄存器 .....                   | 43  |
| 1.2 微型计算机的性能指标和发展 .....               | 7  | 2.3.7 模式专用寄存器 .....                 | 43  |
| 1.2.1 微型机的主要性能指标 .....                | 7  | 2.3.8 浮点寄存器 .....                   | 43  |
| 1.2.2 微型计算机的发展 .....                  | 8  | 2.4 80x86 微处理器的引脚信号 .....           | 45  |
| 1.2.3 80x86 微处理器的发展及性能<br>特点 .....    | 8  | 2.4.1 8086/8088 引脚信号 .....          | 45  |
| 1.3 计算机中信息的表示和运算 .....                | 11 | 2.4.2 Pentium 引脚信号 .....            | 50  |
| 1.3.1 进位计数制 .....                     | 11 | 2.5 80x86 操作和时序 .....               | 54  |
| 1.3.2 进位计数制之间的数转换 .....               | 12 | 2.5.1 8086 操作时序 .....               | 54  |
| 1.3.3 定点数和浮点数 .....                   | 15 | 2.5.2 Pentium 微处理器总线操作<br>和时序 ..... | 60  |
| 1.3.4 原码、反码和补码 .....                  | 18 | 习题 2 .....                          | 62  |
| 1.3.5 BCD 码 .....                     | 20 | 第 3 章 80x86 指令系统 .....              | 64  |
| 1.3.6 字符和汉字的编码 .....                  | 20 | 3.1 寻址方式 .....                      | 64  |
| 1.4 基本逻辑运算 .....                      | 22 | 3.1.1 操作数的种类 .....                  | 64  |
| 1.4.1 “与”运算 (AND) .....               | 22 | 3.1.2 80x86 的寻址方式 .....             | 65  |
| 1.4.2 “或”运算 (OR) .....                | 22 | 3.2 80x86 微型计算机的指令系统 .....          | 68  |
| 1.4.3 “非”运算 (NOT) .....               | 22 | 3.2.1 数据传送指令 .....                  | 69  |
| 1.4.4 “异或”运算 (XOR) .....              | 22 | 3.2.2 算术运算指令 .....                  | 74  |
| 习题 1 .....                            | 22 | 3.2.3 逻辑运算和移位、位操作指令 .....           | 80  |
| 第 2 章 80x86 微处理器 .....                | 24 | 3.2.4 串操作指令 .....                   | 83  |
| 2.1 80x86 微处理器的基本结构 .....             | 24 | 3.2.5 控制转移指令 .....                  | 86  |
| 2.1.1 8086/8088 微处理器的编程结构 .....       | 24 | 3.2.6 处理器控制指令 .....                 | 92  |
| 2.1.2 Pentium 微处理器的结构 .....           | 26 | 3.3 操作系统资源的使用 .....                 | 94  |
| 2.2 Pentium 处理器的工作方式 .....            | 28 | 3.3.1 DOS 系统功能调用 .....              | 94  |
| 2.2.1 实地址方式 .....                     | 29 | 3.3.2 ROM BIOS 中断调用 .....           | 96  |
| 2.2.2 虚地址保护方式 .....                   | 30 | 习题 3 .....                          | 98  |
| 2.2.3 虚拟 8086 方式 .....                | 36 | 第 4 章 汇编语言的程序设计 .....               | 102 |
| 2.2.4 系统管理方式 .....                    | 37 | 4.1 汇编语言程序的执行过程 .....               | 102 |
| 2.2.5 工作方式之间的转化 .....                 | 37 | 4.1.1 汇编程序 .....                    | 102 |
| 2.3 Pentium 微处理器寄存器 .....             | 38 | 4.1.2 连接程序 .....                    | 103 |
| 2.3.1 通用寄存器 .....                     | 38 | 4.2 80x86 汇编语言的伪指令 .....            | 104 |
|                                       |    | 4.2.1 汇编语言语句的格式 .....               | 104 |

|                                     |     |                               |     |
|-------------------------------------|-----|-------------------------------|-----|
| 4.2.2 伪指令 .....                     | 104 | 6.4.2 APIC 中断优先级处理 .....      | 184 |
| 4.3 宏汇编技术 .....                     | 122 | 6.4.3 APIC 系统的中断处理过程 .....    | 185 |
| 4.3.1 宏 .....                       | 122 | 6.5 PCI 中断 .....              | 186 |
| 4.3.2 重复汇编 .....                    | 125 | 6.5.1 PCI 中断的路径处理 .....       | 187 |
| 4.3.3 条件汇编 .....                    | 127 | 6.5.2 PCI 中断响应 .....          | 188 |
| 4.3.4 宏库 .....                      | 128 | 6.5.3 PCI 中断共享 .....          | 188 |
| 4.4 Win32 汇编语言程序结构 .....            | 129 | 6.6 串行 SERIRQ 中断 .....        | 189 |
| 4.4.1 模式定义 .....                    | 130 | 习题 6 .....                    | 191 |
| 4.4.2 include 与 includelib 语句 ..... | 130 | <b>第 7 章 可编程接口芯片及应用</b> ..... | 194 |
| 4.5 程序设计举例 .....                    | 131 | 7.1 定时器/计数器接口芯片 8253 的        |     |
| 习题 4 .....                          | 135 | 应用 .....                      | 194 |
| <b>第 5 章 半导体存储器</b> .....           | 138 | 7.1.1 8253 的结构 .....          | 194 |
| 5.1 概述 .....                        | 138 | 7.1.2 8253 的工作方式与初始化 .....    | 196 |
| 5.1.1 存储系统的结构层次 .....               | 138 | 7.1.3 8253 的编程和应用举例 .....     | 199 |
| 5.1.2 存储器的主要性能指标 .....              | 138 | 7.2 串行接口芯片 8251A 及其应用 .....   | 203 |
| 5.2 半导体存储器结构及系统设计 .....             | 139 | 7.2.1 串行通信概述 .....            | 203 |
| 5.2.1 半导体存储器的基本组成 .....             | 139 | 7.2.2 串行通信的接口标准 .....         | 208 |
| 5.2.2 半导体存储器的分类 .....               | 140 | 7.2.3 可编程串行通信接口 8251A .....   | 210 |
| 5.2.3 半导体存储器与 CPU 的接口 .....         | 147 | 7.3 并行接口芯片 8255A 及应用 .....    | 219 |
| 5.3 高速缓存系统 .....                    | 150 | 7.3.1 并行口的分类 .....            | 219 |
| 5.3.1 高速缓存系统的结构 .....               | 150 | 7.3.2 可编程并行口 8255A 的结构 .....  | 220 |
| 5.3.2 高速缓存数据的一致性 .....              | 151 | 7.3.3 8255A 的命令字 .....        | 222 |
| 习题 5 .....                          | 152 | 7.3.4 8255A 的工作方式 .....       | 223 |
| <b>第 6 章 输入/输出 (I/O) 及中断</b>        |     | 7.3.5 8255A 的应用举例 .....       | 226 |
| 系统 .....                            | 154 | 7.4 D/A、A/D 转换接口 .....        | 230 |
| 6.1 I/O 接口概述 .....                  | 154 | 7.4.1 D/A 转换器 .....           | 230 |
| 6.1.1 I/O 接口的概念 .....               | 154 | 7.4.2 A/D 转换器接口 .....         | 234 |
| 6.1.2 I/O 接口的硬件分类 .....             | 154 | 习题 7 .....                    | 239 |
| 6.1.3 I/O 接口的功能及结构 .....            | 155 | <b>第 8 章 键盘与显示电路设计</b> .....  | 241 |
| 6.1.4 I/O 接口的端口寻址 .....             | 156 | 8.1 键盘设计 .....                | 241 |
| 6.1.5 I/O 控制方式 .....                | 158 | 8.1.1 键盘的基本工作原理 .....         | 241 |
| 6.2 80x86 中断技术 .....                | 164 | 8.1.2 键的识别 .....              | 242 |
| 6.2.1 80x86 中断的类型 .....             | 164 | 8.1.3 抖动和重键问题的解决 .....        | 247 |
| 6.2.2 80x86 的中断处理 .....             | 165 | 8.1.4 键盘工作方式 .....            | 247 |
| 6.3 8259A 可编程中断控制器 (PIC) .....      | 169 | 8.1.5 微机键盘 .....              | 249 |
| 6.3.1 8259A 中断控制器的功能结构              |     | 8.2 七段码 LED 显示接口 .....        | 254 |
| 及外形 .....                           | 169 | 8.2.1 LED 显示器的结构 .....        | 254 |
| 6.3.2 8259A 的中断工作过程 .....           | 170 | 8.2.2 LED 显示器的工作方式和           |     |
| 6.3.3 8259A 中断控制器的编程 .....          | 171 | 显示程序 .....                    | 254 |
| 6.4 高级可编程中断控制器 (APIC) .....         | 180 | 习题 8 .....                    | 258 |
| 6.4.1 APIC 系统组成 .....               | 180 | <b>第 9 章 总线</b> .....         | 259 |

|                           |     |                                   |     |
|---------------------------|-----|-----------------------------------|-----|
| 9.1 概述 .....              | 259 | 9.3.2 IEEE 1394 串行 I/O 标准接口 ..... | 280 |
| 9.1.1 总线及总线的分类 .....      | 259 | 9.3.3 硬盘接口 .....                  | 282 |
| 9.1.2 总线标准 .....          | 260 | 习题 9 .....                        | 284 |
| 9.1.3 总线的性能指标 .....       | 261 | 附录 A ASCII 码表 .....               | 286 |
| 9.2 PC 系统总线和局部总线 .....    | 261 | 附录 B 系统指令汇总 .....                 | 287 |
| 9.2.1 ISA 和 EISA 总线 ..... | 261 | 附录 C 中断向量地址表 .....                | 288 |
| 9.2.2 PCI 总线 .....        | 262 | 附录 D BIOS 功能调用 .....              | 290 |
| 9.2.3 AGP 接口 .....        | 272 | 附录 E DOS 功能调用 .....               | 294 |
| 9.3 外部通信总线 .....          | 274 | 附录 F 调试程序 DEBUG .....             | 298 |
| 9.3.1 通用串行总线 .....        | 274 | 参考文献 .....                        | 303 |

# 第 1 章

## 微型计算机概述

### 1.1 微型计算机系统的组成

#### 1.1.1 微处理器和微型计算机、微型计算机系统的构成

电子计算机是由各种电子元器件组成的能够自动、高速、精确地进行逻辑控制和信息处理的现代化设备。它是 20 世纪人类最伟大的发明之一。自 1946 年第一台电子计算机问世以来,以构成计算机硬件的逻辑部件为标志,经历了从电子管、晶体管、中小规模集成电路、大规模及超大规模集成电路计算机四个阶段。随着大规模集成电路的发展,计算机分别朝着大型机、巨型机和超小型机、微型机两个方面发展。

微型计算机的诞生和发展是伴随着大规模集成电路的发展而发展起来的。微型计算机在系统结构和基本工作原理上与其他计算机(巨型、大型、中小型计算机)没有本质差别,都属于冯·诺依曼机,其特点是:

- (1) 由运算器、控制器、存储器、输入设备、输出设备五大部分组成计算机硬件。
- (2) 数据和指令采用二进制数形式表示,存储在计算机内部存储器中。
- (3) 控制器按照程序的顺序不断进行着从内存中取指、译码、执行指令的操作,直到运行完全部指令为止,即控制器通过指令流的串行驱动实现程序控制,计算机工作原理的核心是“存储程序”和“程序控制”。

所不同的是,微型计算机采用了大规模集成电路技术,将组成计算机的核心部件——运算器和控制器集成在一块硅片上,组成了微处理器,简称 MPU (习惯上也称 CPU)。以微处理器为核心,配上内存储器及功能强大的 I/O 接口电路,通过总线相连而构成微型计算机(主机),简称  $\mu$ C 或 MC (Micro Computer)。将微型计算机集成在一块芯片上即构成单片微型计算机 (Single Chip Computer),简称单片机。微型计算机配上相应的外部设备(包括键盘、显示器、打印机和磁盘、光盘等外部存储器)和电源,以及控制微型计算机工作的软件则构成了微型计算机系统(MCS)。微型计算机系统由软件和硬件两部分组成,两者缺一不可,如图 1.1 所示。

#### 1.1.2 微机硬件系统的构成及其发展

微机硬件系统的各部件通过总线连接起来。所谓总线,是计算机中各功能部件间传送信

息的公共通道，是微型计算机的重要组成部分。它们可以是带状的扁平电缆线，也可以是印制电路板上的一层极薄的金属连线。所有的信息都通过总线传送。

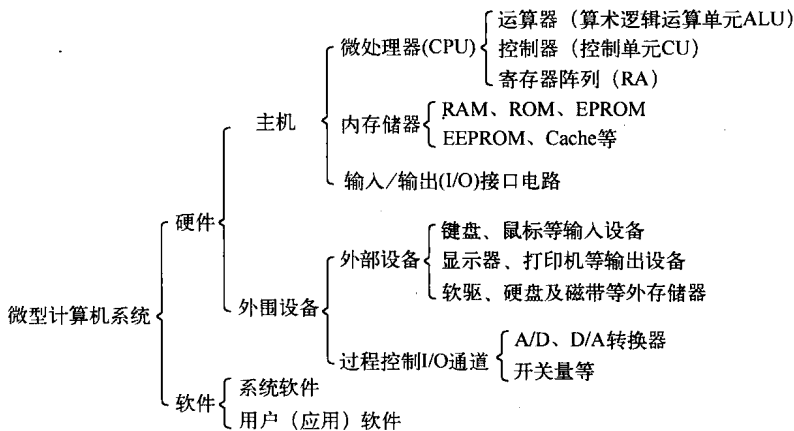


图 1.1 微型计算机系统的组成

### 1. 总线的分类

根据所传送信息的内容与作用不同，总线可分为三类：

#### (1) 地址总线 (Address Bus, AB)

在对存储器或 I/O 端口进行访问时，地址总线传送由 CPU 提供的要访问存储单元或 I/O 端口的地址信息，以便选中要访问的存储单元或 I/O 端口。地址总线是单向输出总线，其宽度决定了 CPU 寻址空间的大小。例如，8086 的地址线为 20 根，则其寻址空间为  $2^{20}=1\text{MB}$ ；而 Pentium 4 地址线为 36 根，则其寻址空间为  $2^{36}=64\text{GB}$ 。

#### (2) 数据总线 (Data Bus, DB)

当 CPU 从存储器取指令或从存储器和 I/O 端口读/写操作数时，指令码或数据信息通过数据总线进行传输。数据总线是双向总线，其宽度决定了 CPU 一次传送的二进制数的位数，也称为字长。

#### (3) 控制总线 (Control Bus, CB)

各种控制或状态信息通过控制总线由 CPU 送往有关部件，或者从有关部件送往 CPU。CB 中每根线的传送方向是一定的。

### 2. 总线结构的发展

随着微机性能、半导体集成化技术不断发展，总线结构经历了从单总线、双总线、多总线到中心结构的变化，从而使计算机系统结构日趋简单、工作速度更快。

#### (1) 单总线结构

一种典型的微型计算机单总线结构如图 1.2 所示，微机硬件系统的各部件都挂在总线上。运算器和控制器被集成在 CPU 内部，运算器完成算术和逻辑运算，控制器负责全机的控制工作，它负责从存储器中逐条取出指令，经译码分析后向其他各部件发出相应的命令，以保证正确完成程序所要求的功能。内部存储器（简称内存）是计算机的记忆部件。它又分为随机读/写存储器（RAM）和只读存储器（ROM）。RAM 用来存储正在运行的程序和数据，但断电后信息丢失，如微机中的内存条。ROM 用来存储开机时运行的监控程序，断电后信

息不丢失，如微机中的 BIOS 程序。由于微型计算机内存容量有限，所以使用大容量的外存储器作为内存的后援设备，它的容量比内存大得多，但存取速度却比内存慢得多。所以，除必要的系统程序外，一般程序（包括数据）都存放在外存中，只有在运行时，才把它从外存传送到内存的某个区域，再由 CPU 控制执行。输入/输出（I/O）接口（卡）是微机与输入/输出设备之间的桥梁，用于给外设分配地址、实现数据类型的转换（如 A/D 或 D/A 接口、串口、显卡）和速度不匹配引起的数据缓存（如与打印机相连的并行口），这种接口电路又称为 I/O 适配器（I/O Adapter）。

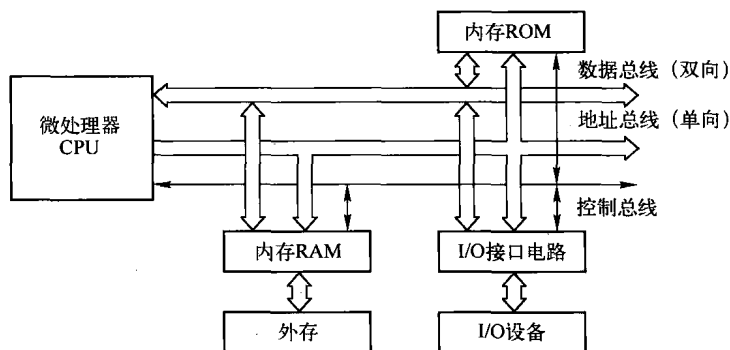


图 1.2 微型计算机的单总线结构

单总线结构的优点是控制简单方便，易于扩充系统所配置的 I/O 设备；但缺点是单总线只能分时工作，即同一时刻只能在一对设备之间传送数据，这使得数据传输的吞吐量受到限制。PC/XT 机的单总线结构如图 1.3 所示。

### （2）面向 CPU 的双总线结构

面向 CPU 的双总线结构（见图 1.4）有两组总线一组是 CPU 与主存储器之间信息交换的通路，称为存储器总线；另一组是 CPU 与 I/O 设备之间信息交换的通路，称为输入/输出（I/O）总线。

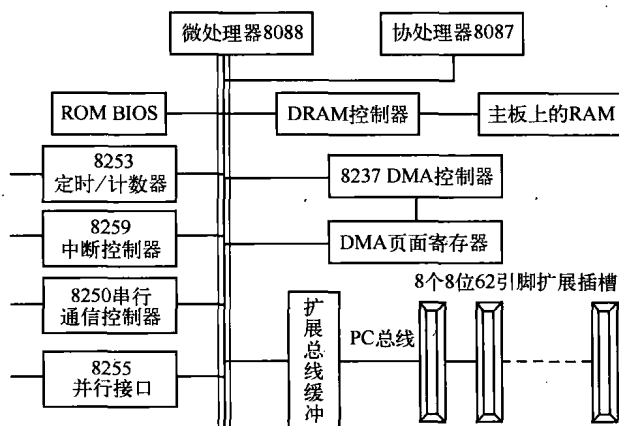


图 1.3 PC/XT 机的单总线结构

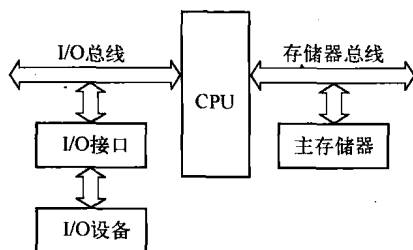


图 1.4 面向 CPU 的双总线结构

由于在 CPU 与主存储器之间、CPU 与 I/O 设备之间分别设置了一组总线，从而大大提高了微型计算机系统信息的传送效率。但是由于外围设备与主存储器之间没有直接的通路，

要通过 CPU 才能信息交换, 当输入设备向主存储器写入信息时, 必须先送到 CPU 内部的寄存器中, 然后再写入主存; 同样, 当输出运算结果时, 也必须先写入 CPU 内部的寄存器, 然后再送到某一指定的输出设备, 这势必增加了 CPU 的负担, CPU 必须花大量时间进行信息的输入/输出, 从而降低了 CPU 的工作效率。80386/80486 微机的双总线结构如图 1.5 所示, 即 CPU 访问主存的存储总线和访问外设的 ISA 总线。

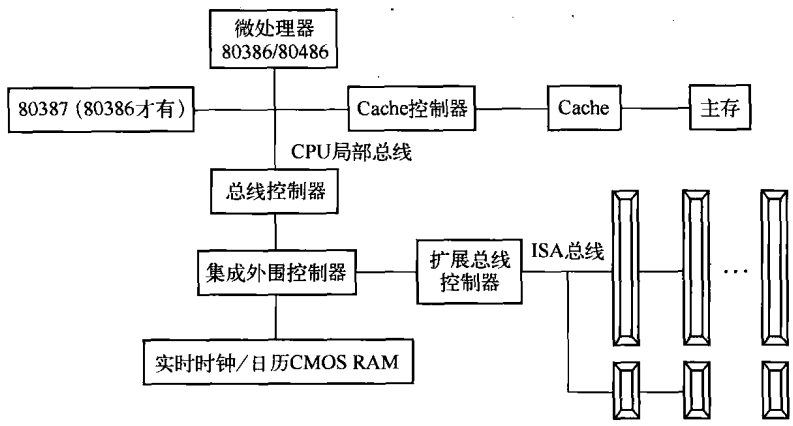


图 1.5 80386/80486 微机的双总线结构

(3) 面向主存储器的双总线结构

面向主存储器的双总线结构保留了单总线结构, 但在 CPU 与主存储器之间又设置了一组高速存储器总线, 使 CPU 可以通过它直接与主存储器交换信息, 如图 1.6 所示。采用这种结构, 不仅提高了信息传送效率, 而且又减轻了总线的负担, 但造价稍高。

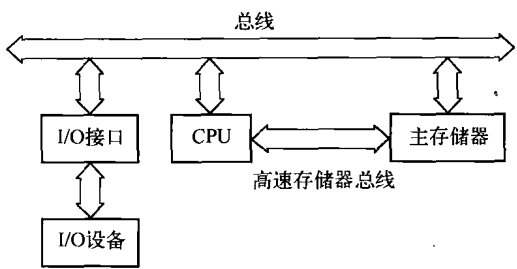


图 1.6 面向主存储器的双总线结构

(4) 多层次的总线结构

由于计算机系统内各部件的速度差别较大, 现代计算机中采用了分层次的多总线结构。在这种结构中, 速度差异较大的设备模块使用不同速度的总线, 而速度相近的设备模块使用同一类总线。

显然, 这种结构的优点不仅解决了总线负载过重的问题, 而且使总线设计简单, 并能充分发挥每类总线的特长。

图 1.7 (a) 是 Pentium 处理器的一个三层次单 PCI 的多总线结构, 即 CPU 总线、PCI 总线和 ISA 总线, 而 1.7 (b) 则是一个多 PCI 总线的多总线结构。

CPU 总线也称 CPU-存储器总线, 它是一个 64 位数据线和 32 位地址线的同步总线。CPU 内部时钟是总线时钟频率的倍频, CPU 总线还接有 L2 级 Cache、主存控制器和 Cache 控制器芯片, 用来管理 CPU 对主存和 Cache 的存取操作。CPU 是这条总线的主控者, CPU 总线看成是 CPU 引脚信号的延伸, 必要时 CPU 可放弃对总线控制权。

PCI 总线用于连接高速的 I/O 设备模块, 如图形显示卡、网络接口控制器、硬盘控制器等。通过“桥”芯片, PCI 总线上与更高速的 CPU 总线相连, 下面与低速的 ISA 总线相接。PCI 总线是一个 32 (或 64 位) 的同步总线, 32 位 (或 64 位) 数据/地址线是同一组线, 分时复用。PCI 总线采用集中式仲裁方式, 有专用的 PCI 总线仲裁器。

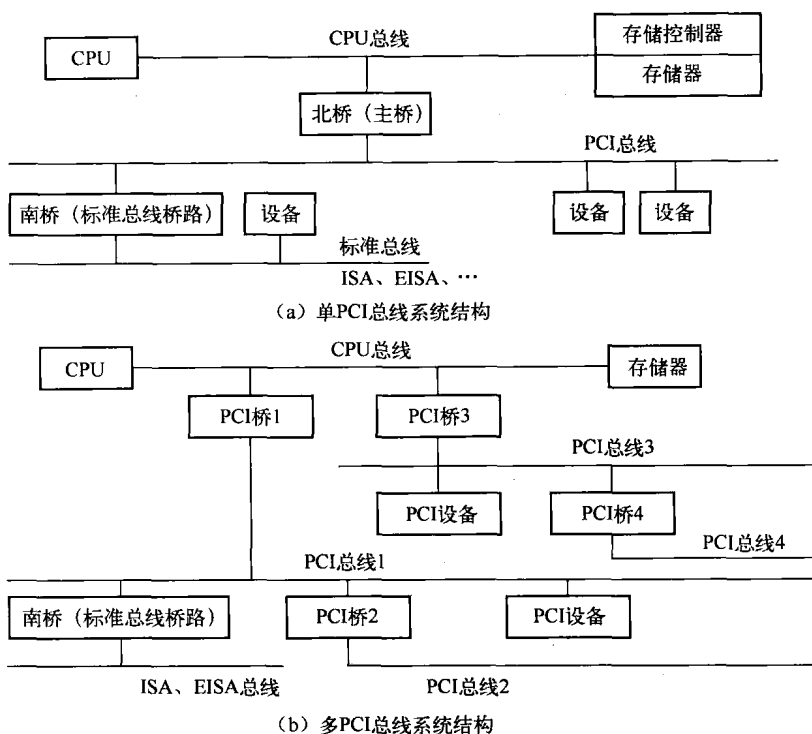


图 1.7 多层次的总线结构

Pentium 机使用 ISA 总线与低速 I/O 设备连接, 该总线支持 7 个 DMA 通道和 15 级可屏蔽硬件中断。另外, ISA 总线控制逻辑还通过主板上的片级总线与实时时钟/日历、ROM、键盘和鼠标控制器 (8042 微处理器) 等芯片相连接。

CPU 总线、PCI 总线、ISA 总线通过两个“桥”芯片连成整体。桥芯片在此起到了信号速度缓冲、电平转换和控制协议的转换作用。将 CPU 总线-PCI 总线的桥称为北桥, 将 PCI 总线-ISA 总线的桥称为南桥。通过桥将两类不同的总线结合在一起的技术特别适合于系统的升级换代。这样, 每当 CPU 芯片升级时只需改变 CPU 总线和北桥芯片, 全部原有的外围设备可自动继续工作。

#### (5) 多 CPU 的中心结构

南北桥结构尽管为外设可以提供高速的外围总线, 但是由于南桥芯片连接的高速外设都要通过 PCI 总线与处理器相连接, 这增加了 PCI 总线数据交换的拥挤程度。为此, Intel 公司又推出了称为“中心结构”的新的结构体系, 如图 1.8 所示, 这种结构通常由以下 3 种芯片组成: 存储控制中心、I/O 控制中心和固件中心。

① 存储控制中心 (Memory Control Hub, MCH) 芯片的主要任务是建立处理器与系统其他设备的高速连接。其中包括它与处理器连接, 通过存储器总线连接主存储器, 通过中心高速接口与称为 I/O 控制中心 (I/O Control Hub, ICH) 的芯片连接。它还集成了高速 AGP 总线接口、电源管理部件和存储管理部件, 可以直接连接显示设备。

② I/O 控制中心芯片 (ICH) 负责建立 I/O 设备与系统的连接。在它的内部集成了两个 IDE 辅助存储器接口 (Primary IDE 和 Secondary IDE)、两个或 4 个 USB 接口; 内置了 PCI 总线仲裁器和 PCI 总线接口、AC'97 控制器, 提供音频编码和调制解调器编码接口, 通过

LPC I/F 和 Super I/O 芯片相连。

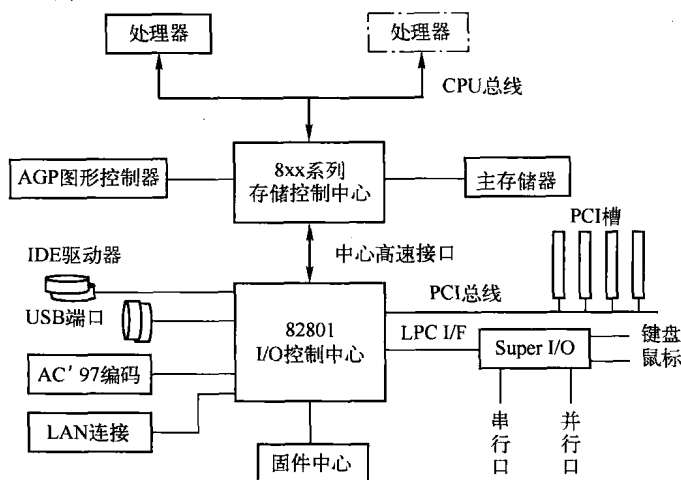


图 1.8 多 CPU 的中心结构

Super I/O 是将以往 IBM PC/AT 结构中的设备，如键盘控制器、软磁盘控制器、双串行口控制器、并行端口控制器等功能，集成于一体的芯片。计算机中所使用的低速 I/O 设备（键盘、鼠标、打印机、软磁盘、RS-232C 接口）通过该芯片可连接到 I/O 控制中心。

③ 固件中心（FWH）的芯片主要用来存储系统和显示的 BIOS，它也连接到 ICH 芯片上。

“中心结构”进一步完善了多级总线结构，是目前普遍使用的微计算机系统结构。

### 1.1.3 微机系统的软件组成

微型计算机软件包括系统软件 and 用户（应用）软件。系统软件是指不需要用户干预的，为其他程序的开发、调试及运行等建立一个良好环境的程序。系统软件主要包括操作系统（Operating System, OS）和系统应用程序。操作系统是一套复杂的系统程序，用于提供人机接口并管理、调度计算机的所有硬件与软件资源。其中，最为重要的核心部分是常驻监控程序。计算机启动后，常驻监控程序始终存放在内存中，它接收用户命令，并执行相应的操作。

操作系统还包括用于执行 I/O 操作的 I/O 驱动程序。每当用户程序或其他系统程序需要使用 I/O 设备时，通常并不是该程序执行 I/O 操作，而是由操作系统利用 I/O 驱动程序来执行任务。此外，操作系统还包括用于管理存放在外存中大量数据的文件管理程序。文件管理程序和 I/O 驱动程序配合使用，用于文件的存取、复制和其他处理。系统应用程序很多，如各种高级语言的编译程序（将高级语言源程序翻译成机器语言目标程序）、汇编程序（将汇编语言源程序翻译成机器语言目标程序）、诊断和调试程序、文字处理程序、服务性工具程序、数据库管理程序等。用户软件就是用户为解决各种实际问题而编写的各种程序。

微型计算机系统是硬件和软件有机结合的整体。没有软件的计算机称为裸机，裸机如同一架没有思想的躯壳，不能做任何工作。操作系统给裸机以灵魂，使它成为真正可用的工具。一个应用程序在计算机中运行时，它受操作系统的管理和监控，在必要的系统软件的协助之下完成用户交给它的任务。可见，裸机是微机系统的物质基础，操作系统为它提

供了一个运行环境，系统软件中各种语言处理程序为应用软件的开发和运行提供方便。用户并不直接和裸机打交道，只使用各种外部设备，如键盘和显示器等，通过应用软件与计算机交流信息。

## 1.2 微型计算机的性能指标和发展

### 1.2.1 微型机的主要性能指标

一台微型计算机性能的好坏，一般由它的系统结构、硬件组成、系统总线、外部设备及软件配置等因素来决定。具体有下述几个主要技术指标。

#### 1. 字长

字长是指微型机在信息处理中，一次存取、传送或加工的数据长度。字长不仅标志着计算精度，也反映了信息处理的能力。一般情况下，字长越长，计算精度也越高、运算速度也越快、信息处理的能力也越强。通常，字长是字节的整倍数，如8位、16位、32位等。

字长在数量上，与微处理器内部寄存器及CPU内部数据总线宽度是一致的。大多数微处理器的内部数据总线与外部数据引脚宽度是相同的，但也有不少例外，对这类芯片，仍以内部数据总线宽度为字长，但加一“准”字以示区别，如Intel 8088微处理器内部数据总线为16位，而芯片外部数据引脚宽度为8位，被称为“准16位”微处理器。

#### 2. 主存容量

主存容量是主存储器所能存储的二进制信息的总量，它反映了微型机处理时可容纳数据量的能力。主存容量越大，微型机工作时主、外存储器间的数据交换次数就越少，处理速度也就越快。

主存容量常以字节(Byte)为基本单位，并定义KB、MB、GB、TB等派生单位，即1KB=1024B，1MB=1024KB，1GB=1024MB，1TB=1024GB。

80x86微型机能配置的最大内存容量受CPU所支持的物理地址空间范围的限制。一般配置为几十MB到几百MB。

#### 3. 指令执行时间

微型计算机的运算速度取决于微处理器的指令执行时间和时钟频率。微处理器的指令执行时间是指执行一条指令所需的平均时间。指令执行时间常用CPU每秒千条(kIPS)或每秒百万条(MIPS)及每秒吉条(GIPS)加法指令来计量。指令执行时间与微处理器的时钟频率有关。一般来说，时钟频率越高，指令执行时间就越短，机器的运算速度就越快。

微处理器的时钟频率以兆赫(MHz)为单位。例如：Pentium(P5)各档CPU的时钟频率分别为200MHz~几GHz。目前，32位微处理器的指令执行速度均可达3GIPS以上，工作时钟频率可达3GHz以上，大多数指令的执行时间仅需一个时钟周期。

#### 4. 系统总线

系统总线是连接微型计算机系统各功能部件的公共数据通道。系统总线所支持的数据传送位数和时钟频率直接关系到整机的性能。数据传送位数越多，总线工作时钟频率越高，则系统总线的信息吞吐率就越高，整机的性能就越强。