



高等学校计算机专业“十一五”规划教材

# 微机原理与接口技术

主 编 马荣贵  
副主编 王 超 郭兰英



西安电子科技大学出版社  
<http://www.xduph.com>

高等学校计算机专业“十一五”规划教材

# 微机原理与接口技术

主 编 马荣贵

副主编 王 超 郭兰英

西安电子科技大学出版社

2009

## 内 容 简 介

本书以 Intel 80X86 系列 CPU 为核心,以冯·诺依曼计算机设计思想为隐线,按照 CPU、存储器、基本 I/O、通信接口、专用 I/O、系统总线和 A/D 转换、D/A 转换的顺序,全面深入地阐述了微机原理及微机接口技术的原理、应用设计技术和实验方法。以 8086 PC 机的系统原理图为主线,每一章的内容都围绕该原理图讲解,自始至终强调微机系统的概念,每个基本的接口芯片都可在该图中找到接口方法和功能实现。芯片不再是孤立、单调和难于理解的,而是为了满足 8086 系统的要求而存在的,并且可用来实现多种功能。

本书以“原理与芯片相结合、理解与创新相结合”为原则,结构层次合理,内容实用易懂,适用范围广,不仅可用作计算机专业本科生的教材,而且可用作非计算机专业本科、研究生的教材,也是有关工程技术人员理想参考书。

★本书配有电子教案,需要者可登录出版社网站,免费下载。

### 图书在版编目(CIP)数据

微机原理与接口技术 / 马荣贵主编. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2009. 8

高等学校计算机专业“十一五”规划教材

ISBN 978 - 7 - 5606 - 2305 - 4

I. 微… II. 马… 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. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 113150 号

策 划 云立实

责任编辑 马晓娟 云立实

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 20.25 插页 1

字 数 475 千字

印 数 1~4000 册

定 价 29.00 元

ISBN 978 - 7 - 5606 - 2305 - 4/TP · 1169

**XDUP 2597001-1**

\*\*\* 如有印装问题可调换 \*\*\*

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

# 高等学校计算机专业“十一五”规划教材

## 编审专家委员会

**主任:** 马建峰 (西安电子科技大学计算机学院院长, 教授)

**副主任:** 赵祥模 (长安大学信息工程学院院长, 教授)

余日泰 (杭州电子科技大学计算机学院副院长, 副教授)

**委员:** (按姓氏笔画排列)

王忠民 (西安邮电学院计算机系副主任, 教授)

王培东 (哈尔滨理工大学计算机与控制学院院长, 教授)

石美红 (西安工程大学计算机科学与技术系主任, 教授)

纪震 (深圳大学软件学院院长, 教授)

刘卫光 (中原工学院计算机学院副院长, 教授)

陈以 (桂林电子科技大学计算机与控制学院副院长, 副教授)

张尤赛 (江苏科技大学电子信息学院副院长, 教授)

邵定宏 (南京工业大学信息科学与工程学院副院长, 教授)

张秀虹 (青岛理工大学计算机工程学院副院长, 教授)

张焕君 (沈阳理工大学信息科学与工程学院副院长, 副教授)

张瑞林 (浙江理工大学信息电子学院副院长, 教授)

李敬兆 (安徽理工大学计算机科学与技术学院院长, 教授)

范勇 (西南科技大学计算机学院副院长, 副教授)

陈庆奎 (上海理工大学计算机学院副院长, 教授)

周维真 (北京信息科技大学计算机学院副院长, 教授)

徐苏 (南昌大学计算机系主任, 教授)

姚全珠 (西安理工大学计算机学院副院长, 教授)

徐国伟 (天津工业大学计算机技术与自动化学院副院长, 副教授)

容晓峰 (西安工业大学计算机学院副院长, 副教授)

龚尚福 (西安科技大学计算机系主任, 教授)

**策划:** 臧延新 云立实

杨璠 陈婷

# 前 言

在大多数高等院校计算机专业或电类专业的本科教学中,“计算机文化基础”、“数字电路和模拟电路”、“计算机组成原理”、“汇编语言”和“微机原理与接口技术”由外及内、由简单到复杂组成了本科阶段计算机硬件的相关课程链。本科生对计算机的认识也从知识普及、组成原理到最终的创新设计发生了质的飞跃。而“微机原理与接口技术”课程在培养学生从实验型到创新型转变过程中起着最为关键的作用。

参与本书编写工作的作者均有十多年“微机原理与接口技术”课程的教学和实验经验,并承担该课程的课程设计的教学任务。对于教学和实验中学生反映的疑难问题,作者在书中给予了详细讲解,并结合多年的科研实践,给出了应用例程。本书具有以下特点:

(1) 以冯·诺依曼计算机设计思想为隐线,内容由浅入深,循序渐进,前后连贯呼应,使结构系统而完整。

(2) 以 IBM PC/XT 机的系统原理图为主线,每一章的内容都围绕该原理图讲解,自始至终强调微机系统的概念,每个基本的接口芯片都可在该图中找到接口方法和功能实现。芯片不再是孤立、单调和难于理解的,而是为了满足 8086 系统的要求而存在的。

(3) 以设计应用为目的,用设计实例激发学生学习本门课程的兴趣,让学生切实掌握接口技术。

(4) 紧密结合书本、实验和课程设计,加入了常用芯片设计介绍,提高了本书的使用价值,有效地引导学生进行创造思维。

(5) 以创新试验为目的,在理解计算机概念的基础上,通过分析 8086 系统中各个芯片的作用和设计方法,达到运用接口知识解决实际问题的能力。在每一章内容中都安排了小结和设计的内容,用于加深学生对接口芯片的认识,激发学生的学习兴趣,达到解决实际问题的目的。

本书的内容概要如下:

第 1 章由冯·诺依曼计算机设计思想入手,分别介绍了计算机的硬件系统和软件系统的组成,给出了基于 IBM PC/XT 的计算机主板框图,简单分析了各个芯片的作用。

第 2~4 章是微机原理的核心,重点介绍了冯·诺依曼计算机设计思想中的 CPU 和实现程序存储的存储管理技术及存储器设计。

第 5~9 章是接口技术的重点,主要介绍了常用芯片的接口设计、专用芯片(8259、8253/8254、8237、8250/8251、8255、8279、8019)的接口设计、实际应用接口(A/D、D/A、LED、液晶)等的设计和应用编程。

第 10 章以计算机主板图为依托,将本书的主要芯片统一到一起,同时为培养学生的创新性思维,给出了以所学芯片为基础的 Intel SDK-86 应用板设计方法。

为方便教师授课和学生学习,附录中给出了本书中各芯片的寄存器定义及最常用的

ASCII 编码、常用的 BIOS 中断和 DOS 中断调用；为体现冯·诺依曼计算机设计思想贯穿计算机发展的过程，给出了常用 I/O 地址分配表。

本书由马荣贵、王超等共同编写，马荣贵负责整体构架和统稿。本书共 10 章，第 1~3 章、第 5 章由王超编写，第 4 章由张熠编写，第 6~10 章由马荣贵编写。

感谢长安大学的郭兰英老师给予的支持，感谢参与本书绘图和校稿的研究生，更要感谢西安电子科技大学出版社的编辑为本书的出版和发行所作的努力。

由于作者水平有限，书中难免会有欠妥之处，敬请读者批评指正。

编 者  
2009 年 5 月

# 目 录

|                              |    |                                 |     |
|------------------------------|----|---------------------------------|-----|
| 第 1 章 微型计算机系统概述 .....        | 1  | 习题与思考题 .....                    | 49  |
| 1.1 微型计算机的组成 .....           | 1  | 第 4 章 存储器设计 .....               | 50  |
| 1.1.1 微型计算机的设计思想 .....       | 1  | 4.1 存储器的分类 .....                | 51  |
| 1.1.2 微型计算机的硬件 .....         | 2  | 4.1.1 按制造工艺分类 .....             | 51  |
| 1.1.3 微型计算机的软件 .....         | 5  | 4.1.2 按存取方式分类 .....             | 51  |
| 1.2 80X86 计算机系统的组成 .....     | 5  | 4.2 存储器的主要技术指标 .....            | 53  |
| 1.3 本章小结 .....               | 8  | 4.2.1 存储容量 .....                | 53  |
| 习题与思考题 .....                 | 9  | 4.2.2 存取时间 .....                | 53  |
| 第 2 章 CPU 结构与功能 .....        | 10 | 4.2.3 功耗 .....                  | 53  |
| 2.1 8086 微处理器 .....          | 10 | 4.2.4 可靠性 .....                 | 53  |
| 2.1.1 8086 微处理器的内部结构 .....   | 11 | 4.3 常用存储器芯片介绍 .....             | 54  |
| 2.1.2 8086 微处理器的最小系统 .....   | 13 | 4.3.1 SRAM 6264 .....           | 54  |
| 2.1.3 8086 微处理器的外围电路 .....   | 19 | 4.3.2 EPROM 2764 .....          | 55  |
| 2.1.4 8086 微处理器的最大系统 .....   | 21 | 4.3.3 EEPROM AT28C64 .....      | 56  |
| 2.1.5 8086 微处理器的存储器和         |    | 4.3.4 串行 EEPROM CAT24WC64 ..... | 57  |
| I/O 组织 .....                 | 25 | 4.4 存储器扩展技术 .....               | 59  |
| 2.1.6 8086 微处理器的时序 .....     | 27 | 4.4.1 存储器地址译码方法 .....           | 59  |
| 2.2 80286 微处理器 .....         | 30 | 4.4.2 位扩展技术 .....               | 62  |
| 2.3 80386 和 80486 微处理器 ..... | 33 | 4.4.3 字扩展技术 .....               | 63  |
| 2.3.1 80386 处理器 .....        | 33 | 4.4.4 字位扩展技术 .....              | 63  |
| 2.3.2 80486 处理器 .....        | 35 | 4.5 多存储器设计 .....                | 63  |
| 2.3.3 Pentium 微处理器 .....     | 36 | 4.6 本章小结 .....                  | 66  |
| 2.4 本章小结 .....               | 40 | 习题与思考题 .....                    | 66  |
| 习题与思考题 .....                 | 41 | 第 5 章 基本的 I/O 接口 .....          | 67  |
| 第 3 章 微处理器存储管理技术 .....       | 42 | 5.1 接口技术 .....                  | 67  |
| 3.1 实模式下的存储器寻址 .....         | 42 | 5.1.1 接口技术的功能 .....             | 68  |
| 3.1.1 段地址和偏移地址 .....         | 42 | 5.1.2 输入/输出传送方式 .....           | 72  |
| 3.1.2 程序重定位的实现 .....         | 43 | 5.2 中断系统 .....                  | 74  |
| 3.2 保护模式下的存储器寻址 .....        | 44 | 5.2.1 中断的基本原理 .....             | 75  |
| 3.2.1 存储器分段管理 .....          | 45 | 5.2.2 中断控制器 8259A .....         | 81  |
| 3.2.2 存储器分页管理 .....          | 46 | 5.2.3 8086 系统中 8259A 的应用 .....  | 93  |
| 3.3 本章小结 .....               | 48 | 5.2.4 32 位机中的中断系统 .....         | 100 |

|                               |            |                                |            |
|-------------------------------|------------|--------------------------------|------------|
| 5.3 DMA 系统.....               | 101        | 7.3.3 CRT 显示器的原理与接口.....       | 189        |
| 5.3.1 DMA 的基本原理.....          | 101        | 7.4 鼠标接口.....                  | 197        |
| 5.3.2 DMA 控制器 8237A.....      | 103        | 7.4.1 机械式鼠标的原理及接口.....         | 197        |
| 5.3.3 8086 系统中 8237A 的应用..... | 114        | 7.4.2 光电鼠标的原理及接口.....          | 198        |
| 5.4 定时/计数器.....               | 120        | 7.5 计算机接口定义.....               | 199        |
| 5.4.1 定时技术.....               | 120        | 7.5.1 计算机接口原理图.....            | 199        |
| 5.4.2 定时/计数器 8254.....        | 120        | 7.5.2 驱动程序.....                | 200        |
| 5.4.3 8086 系统中 8254 的应用.....  | 125        | 7.6 芯片组合设计.....                | 200        |
| 5.5 本章小结.....                 | 127        | 7.7 本章小结.....                  | 209        |
| 习题与思考题.....                   | 128        | 习题与思考题.....                    | 209        |
| <b>第 6 章 通信接口设计.....</b>      | <b>129</b> | <b>第 8 章 总线技术.....</b>         | <b>210</b> |
| 6.1 并行接口.....                 | 129        | 8.1 PC 系统总线.....               | 210        |
| 6.1.1 并行接口芯片 8255A.....       | 129        | 8.1.1 ISA 总线.....              | 212        |
| 6.1.2 计算机并行接口设计.....          | 137        | 8.1.2 EISA 系统总线.....           | 219        |
| 6.2 串行接口.....                 | 140        | 8.1.3 VESA 和 PCI 局部总线.....     | 220        |
| 6.2.1 串行接口芯片 8250/8251A.....  | 143        | 8.2 PC 外总线.....                | 225        |
| 6.2.2 计算机串行接口设计.....          | 151        | 8.2.1 USB.....                 | 225        |
| 6.3 网络接口.....                 | 154        | 8.2.2 RS-232C 总线.....          | 227        |
| 6.3.1 网络接口芯片 RTL8019AS.....   | 155        | 8.2.3 Centronics 总线.....       | 230        |
| 6.3.2 计算机网络接口设计.....          | 158        | 8.2.4 IEEE 1394 总线.....        | 232        |
| 6.4 微机接口芯片组介绍.....            | 160        | 8.2.5 I <sup>2</sup> C 总线..... | 233        |
| 6.4.1 80386 系统支持的系统外围         |            | 8.3 本章小结.....                  | 234        |
| 芯片组 82360SL.....              | 161        | 习题与思考题.....                    | 235        |
| 6.4.2 80486 系统支持的系统外围         |            | <b>第 9 章 D/A、A/D 转换接口.....</b> | <b>236</b> |
| 芯片组 82357ISP.....             | 162        | 9.1 D/A 转换.....                | 237        |
| 6.4.3 Pentium 系统支持的系统外围       |            | 9.1.1 DAC 的工作原理和性能参数.....      | 237        |
| 芯片组.....                      | 163        | 9.1.2 常用 DAC 芯片介绍.....         | 239        |
| 6.5 本章小结.....                 | 164        | 9.1.3 DAC 芯片的应用设计.....         | 245        |
| 习题与思考题.....                   | 164        | 9.2 A/D 转换.....                | 247        |
| <b>第 7 章 专用的 I/O 接口.....</b>  | <b>166</b> | 9.2.1 ADC 的工作原理和性能参数.....      | 247        |
| 7.1 计算机常用接口设备.....            | 166        | 9.2.2 常用 ADC 芯片介绍.....         | 255        |
| 7.2 键盘接口.....                 | 167        | 9.2.3 ADC 芯片的应用设计.....         | 265        |
| 7.2.1 键盘与键盘接口原理.....          | 168        | 9.3 多路温度传感器的设计.....            | 266        |
| 7.2.2 PC 机键盘原理.....           | 171        | 9.4 本章小结.....                  | 269        |
| 7.2.3 专用键盘芯片 8279 的编程与        |            | 习题与思考题.....                    | 269        |
| 应用.....                       | 175        | <b>第 10 章 8086 系统主板原理图与</b>    |            |
| 7.3 显示接口.....                 | 182        | <b>接口设计.....</b>               | <b>270</b> |
| 7.3.1 LED 显示原理.....           | 183        | 10.1 8086 系统主板原理图.....         | 270        |
| 7.3.2 液晶显示的接口设计.....          | 186        | 10.2 Intel SDK-86.....         | 272        |

|                             |     |                            |     |
|-----------------------------|-----|----------------------------|-----|
| 10.2.1 CPU 子系统 .....        | 273 | 10.2.10 键盘和 LED 驱动电路 ..... | 286 |
| 10.2.2 地址总线驱动模块 .....       | 275 | 10.2.11 数码管显示模块 .....      | 288 |
| 10.2.3 数据总线驱动模块 .....       | 276 | 10.3 本章小结 .....            | 289 |
| 10.2.4 只读存储器(ROM)模块 .....   | 278 | 附录 A ASCII 编码表 .....       | 290 |
| 10.2.5 随机存取存储器(RAM)模块 ..... | 279 | 附录 B 主要芯片的寄存器初始化 .....     | 291 |
| 10.2.6 端口译码电路 .....         | 281 | 附录 C PC 常见 I/O 地址分配表 ..... | 296 |
| 10.2.7 并口驱动电路 .....         | 283 | 附录 D 常用的 BIOS 层功能模块 .....  | 297 |
| 10.2.8 串口驱动电路 .....         | 284 | 附录 E 常用的 DOS 层功能模块 .....   | 302 |
| 10.2.9 板外信号产生电路 .....       | 285 | 参考文献 .....                 | 312 |

## 第1章 微型计算机系统概述

本章主要学习目标:

- ☆ 了解冯·诺依曼计算机设计思想和计算机发展的过程。
- ☆ 了解微型计算机的硬件组成和软件组成。

重点: 80X86 计算机系统组成。

电子计算机作为 20 世纪最重要的科技发明之一, 经过几十年的发展, 如今已经深入到人类社会的各个领域, 使人类的工作方式和生活方式发生了翻天覆地的变化, 并由此走入信息时代。计算机作为信息时代生产力的主要标志, 其每一次革新和进步都会深刻地影响到人类社会的方方面面, 因此对于计算机科学技术的研究有着重要的意义。

计算机接口技术是研究和实现计算机硬件物理和逻辑连接的学科, 是计算机物理实现的重要基础, 因此, 学习和了解接口技术对计算机及其相关专业的从业人员有着重要的实用价值。本书以 8086/8088 系列计算机的体系结构为基础, 逐步讲解常用的计算机接口, 使学习者能够清晰地理解计算机的结构、原理和工作方式。

### 1.1 微型计算机的组成

#### 1.1.1 微型计算机的设计思想

世界上第一台电子计算机 ENIAC 于 1946 年在美国宾夕法尼亚大学摩尔学院研制成功, 1944 年, 冯·诺依曼考察了 ENIAC 的研制工作, 并且指出了 ENIAC 的不足: 没有真正的存储器, 无法实现程序和数据的长期保存; 用布线板实现运算控制, 每次运算都需要重新搭建控制电路。出于改进 ENIAC 的目的, 冯·诺依曼参与了新的计算机的研制工作, 并于 1945 年提出了一个全新的“存储程序通用电子计算机方案”——EDVAC(Electronic Discrete Variable Automatic Computer)方案。

在 EDVAC 方案中, 冯·诺依曼根据电子元件双稳工作的特点和二进制运算的优点, 建议在电子计算机中采用二进制, 并预言二进制的采用将大大简化机器的逻辑线路。针对 ENIAC 的不足, 冯·诺依曼提出了存储程序的思想: 将程序和数据存放到计算机内部的存储器中, 计算机在程序的控制下一步一步地进行处理, 直到得出结果, 从而大大加快了运算进程。这一思想标志着自动运算的实现, 标志着电子计算机的成熟。

EDVAC 方案经过完善,成为当今计算机设计的基本思想,即冯·诺依曼理论。冯·诺依曼理论指出:数字计算机应采用二进制;计算机应该按照由指令序列构成的程序顺序执行;计算前,程序员将需要的程序和数据送至计算机中;计算机必须具有长期记忆这些程序、数据和中间结果以及最终运算结果的能力,具有能够完成各种算术、逻辑运算和数据传送等数据加工处理的能力;具有能够根据需要控制程序走向,并根据指令控制机器的各部件协调操作的能力,具有能够按照要求将处理结果输出给用户的能力。这些要求可以简要概括为:

(1) 存储程序控制。即须事先将任务编制成相应的程序,并输入到计算机存储器中,计算机的工作过程是运行程序的过程;程序由指令构成,指令由操作码和地址码构成,计算机可以根据指令自动寻找后续指令以执行之。

(2) 计算机内部采用二进制数制,程序和数据须采用二进制存储。

根据这一思想,计算机硬件需要由控制器、运算器、存储器、输入设备和输出设备五大部分组成。

迄今为止,电子计算机的发展已经经历了四个发展阶段,这四个阶段都是以硬件技术的革新为主要标志的,但同时也伴随着软件系统的革命。

第一代电子计算机(1946 年~1957 年):又称电子管计算机,主要采用电子管作为基本逻辑器件;以超声波延迟线、阴极射线管、磁芯和磁鼓等作为存储设备;软件采用机器语言,后期还出现了汇编语言;其典型代表就是第一台电子计算机 ENIAC。

第二代电子计算机(1957 年~1964 年):又称晶体管计算机,采用晶体管为主要逻辑器件;以磁芯和磁盘为主要存储设备;其软件开始使用面向过程的高级程序设计语言,并开始出现早期操作系统。

第三代电子计算机(1964 年~1971 年):采用中、小规模集成电路为主要逻辑部件;以半导体存储器和磁盘为主要存储设备;开始广泛使用操作系统,并出现了计算机网络。

第四代电子计算机(1971 年至今):采用大规模和超大规模集成电路为主要逻辑部件;以半导体存储器和磁盘为主要存储设备;在软件上采用了结构化设计思想和面向对象的设计思想;网络操作系统和数据库系统开始广泛应用。在此阶段,计算机的体积、功耗和价格得到了较好的控制,个人计算机(PC 或微型计算机)开始出现并得到广泛应用。

自从 1981 年 IBM 公司推出了微型计算机 IBM PC 以后,计算机的发展进入了微型计算机时代。

到了 20 世纪 90 年代,随着个人计算机的普及和局域网、广域网、城域网以及 Internet 的迅速普及与发展,人类从此进入了信息时代。

在计算机发展过程中,硬件技术已经有了很大突破,但计算机的基本设计思想和结构并未发生根本改变,微型计算机也仍然属于冯·诺依曼型计算机范畴。

### 1.1.2 微型计算机的硬件

一个完整的微型计算机系统(Computer System)是硬件(Hardware)系统和软件(Software)系统的有机结合体。硬件是计算机的实体,是所有固定装置的总称,它是计算机实现其功能的物质基础,主要包括 CPU(中央处理器)、内存储器和 I/O 设备以及实现其连接的总线系

统；软件指的是依赖于计算机硬件的程序及其相关数据。程序是完成特定功能的计算机指令序列的集合；指令是计算机内控制计算机完成某项操作的代码。软件按其功能和用途可分为系统软件和应用软件。计算机系统的组成如图 1.1 所示。

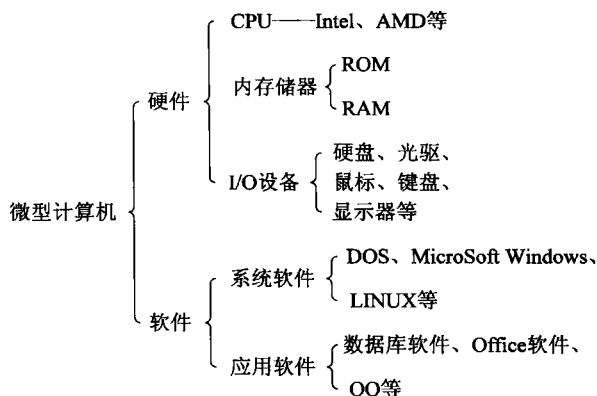
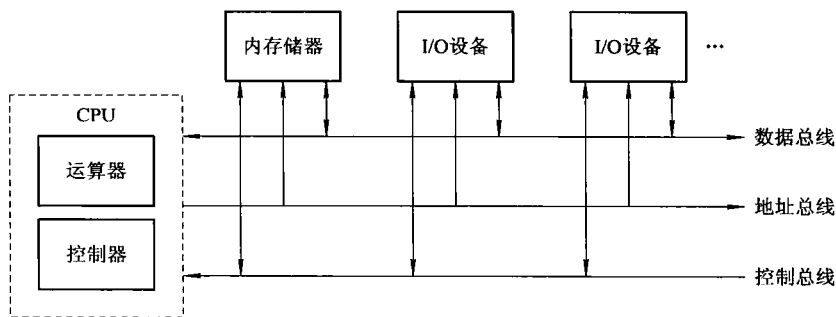


图 1.1 计算机系统的组成

### 1. 微型计算机硬件系统的组成

计算机硬件系统主要由 CPU、内存储器、I/O 设备以及实现各部件物理连接的总线系统组成，基本结构如图 1.2 所示。由于运算器和控制器不论是在逻辑关系上还是在结构工艺上都有十分紧密的联系，因此通常整合在一起，统称 CPU；内存储器即主存，是用来存放指令和数据的部件；输入/输出(I/O)设备统称为“外部设备”，简称“外设”；各部分之间由总线系统实现连接。



#### 1) CPU

CPU 内部主要集成了运算器和控制器。现在的 CPU 一般内部都集成了缓存，部分还集成了内存控制器，但一般所说的 CPU 均指运算器和控制器功能的集合体。CPU 除了能做一般的逻辑和数学运算外，还负责发出计算机的绝大部分控制信号，是计算机系统的核心部件。

##### ◆ 运算器

运算器是用于信息加工的部件，它可以对二进制的数据进行算术运算和逻辑运算，所以也叫做“算术逻辑运算部件”(ALU)。由于四则运算加、减、乘、除等算法都可以归结为加法与移位操作，因此加法器的设计是算术逻辑线路设计的关键。

### ◆ 控制器

控制器产生各种控制信号,指挥整个计算机有条不紊地工作,它的主要功能是控制和协调计算机各部件的工作。计算机运行过程中,控制器按一定的顺序从主存储器中逐条取出指令执行之。简而言之,控制器的工作过程就是按预先编好的顺序,不断地从主存储器取出指令、分析指令和执行指令的过程。

### 2) 内存储器

内存储器是用来存放指令和数据的部件。内存储器不仅要能保存大量的二进制信息,而且要能快速读/写信息。需要指出的是,在运算过程中,内存储器直接与 CPU 交换信息,而外存储器不能直接与 CPU 交换信息,必须将它的信息传送到内存储器后才能由 CPU 进行处理,其性质和 I/O 设备相同,所以一般把外存储器归属于外部设备。

### 3) I/O 设备

运算器、控制器和存储器及其外围电路即可组成维持计算机运行的最小结构,I/O 设备是除去最小结构的其他部件的统称。I/O 设备通过总线与 CPU 通信,接收或发送数据和控制信号,并完成特定功能。I/O 设备的主要功能是实现人机对话、信息的输入与输出以及各种形式的数 据变换等。I/O 设备种类很多,以满足不同用户的特定需求,常见的主要有鼠标、键盘、硬盘、显示器、打印机等。正是由于这些 I/O 设备的存在,才使得用户可以更加轻松便捷地与计算机对话,高效地完成工作。

### 4) 系统总线

总线是用于信息传递的一组公用导线。系统总线是指从处理器子系统引出的若干信号线,CPU 可以通过这些信号线与存储器和 I/O 设备进行信息交互。按功能的不同,系统总线一般可分为三组:地址总线、数据总线和控制总线。

#### ◆ 地址总线(Address Bus, AB)

CPU 通过地址总线选取要访问的内存单元或 I/O 端口的地址,故地址总线为单向总线。地址总线的位数决定了 CPU 可以直接寻址的地址范围。

#### ◆ 数据总线(Data Bus, DB)

当 CPU 通过地址总线选取了所要访问的地址单元以后,即可通过数据总线对该存储单元或 I/O 设备进行读/写操作,故数据总线为双向传输总线。数据总线的位数决定了一次存取所能传输的数据位数。

#### ◆ 控制总线(Control Bus, CB)

控制总线是 CPU 用于控制和协调系统中各部件工作的信号线的总称。它一方面用于传递 CPU 的控制信号和状态信号,另一方面将其他部件的状态信号、请求信号等反馈给 CPU,因此其单、双向传输都可能存在。控制信号在不同的系统中各有不同,因此控制总线也是三总线中最复杂多变的。

在一个系统中,除了 CPU 具有控制和使用总线的能力外,DMA 控制器和协处理器等设备也具有控制和使用总线的能力,被称为“总线主控设备”和“总线请求设备”,而总线上的其他设备则被称为“总线被控设备”。

## 2. 微型计算机硬件系统的设计结构

将计算机各部件通过总线有机地整合在一起,就构成了计算机的硬件系统。计算机硬件系统的结构可分为面向处理器的结构和面向总线的结构。

在计算机早期设计中,计算机系统的结构缺乏统一标准,计算机的结构和功能也比较单一,因此多采用面向处理器的设计思想。面向处理器的设计思想简单描述就是以处理器为设计核心,其他部件围绕处理器的需要进行布局,建立点到点的总线连接模式。

这种设计模式的灵活性较高,但带来了通用性和标准化的问题:由于每一部分都进行单独设计,因此计算机的可扩充性很差,计算机部件很难通用;随着计算机应用的扩展,设计复杂度也随之迅速升高,体系结构变得混乱不堪。

为了解决这一难题,后来的计算机设计多采用面向总线的设计思想。在这种设计方法中,总线作为计算机结构设计的骨架被严格地规范化,给不同的设计者提供通用的设计接口,计算机各部件均被看作是挂接在总线上的普通设备,如图 1.2 所示。

面向总线的设计方法规范了计算机的系统结构和总线标准,提高了通用性,简化了软硬件的设计,使计算机的系统结构更加明晰,也便于系统的扩展和维护。

面向总线的结构兼容性较好,但忽略了计算机部件个体性能的差异,其整体性能无疑会有一定损失;而面向处理器的结构最大程度地发挥了计算机核心部件的性能,但其通用性又很差。因此,面向总线的设计思想较适用于通用计算机的设计,而面向处理器的设计思想则更适用于专用计算机的设计。

### 1.1.3 微型计算机的软件

计算机软件是计算机程序和对该程序的功能、结构、设计思想以及使用方法等整套文字资料的说明(即文档),通常分为系统软件和应用软件两大类。

#### 1. 系统软件

操作系统(OS)是管理和指挥计算机运行的一种软件系统,是包在硬件外面的最内层软件。操作系统是控制和管理计算机系统的一组程序的集合,是应用软件运行的基础。用户通过操作系统定义的各种命令来使用计算机。目前我们使用的操作系统主要有:

- 单用户操作系统,同一时间只能处理一个用户作业,这种操作系统多用于微型计算机上,如 DOS 操作系统。
- 多用户操作系统,同一时间可以处理多个用户作业,这种操作系统多用于微型计算机上,如 Windows 操作系统。
- 网络操作系统,是管理连接在计算机网络上的多台计算机的操作系统,如 Windows NT 操作系统。

#### 2. 应用软件

应用软件是运行于特定操作系统上,用于完成特定功能的软件的总称。常用的应用软件有文字处理软件,如 Microsoft Word、Excel、Powerpoint、WPS 等;网络通信软件,如 MSN、QQ 等。

## 1.2 80X86 计算机系统的组成

80X86 系列计算机是基于 80X86 微处理器的系列计算机。80X86 微处理器系列是美国

Intel 公司从 20 世纪 70 年代开始研制的微处理器的总称,它是 Intel 系列微处理器中具有代表性的高性能 16 位微处理器。

1981 年,IBM 公司选用 8088 微处理器开发了著名的 IBM PC,搭配 DOS 1.0 版本操作系统,第二年推出了扩展型的 IBM PC/XT,扩充了存储容量,并采用 DOS 2.0 版本操作系统,增加了对硬盘和树形目录的支持。IBM PC/XT 作为 80X86 系列计算机的典型代表,它的出现具有划时代的意义,它推动了计算机走向 PC 时代,影响了现代计算机的发展方向。同时,它已经具备了现在主流 PC 的主要特征,因此,学习 IBM PC/XT 有助于了解和掌握计算机的基础知识。

一台计算机的主要硬件设备和电气连接都集中在主机板(Main Board)上,包括 CPU、存储器、各种控制芯片、接口芯片以及实现其连接的总线和外部接口等。IBM PC/XT 主机板的器件布局如图 1.3 所示,主要包括 8088 处理器、8087 协处理器、4 组×9 片的主存储器、8253 定时控制器、8255 并行接口芯片、8237DMA 控制器、8259 中断控制器以及电气电路和总线插槽、外部接口等。

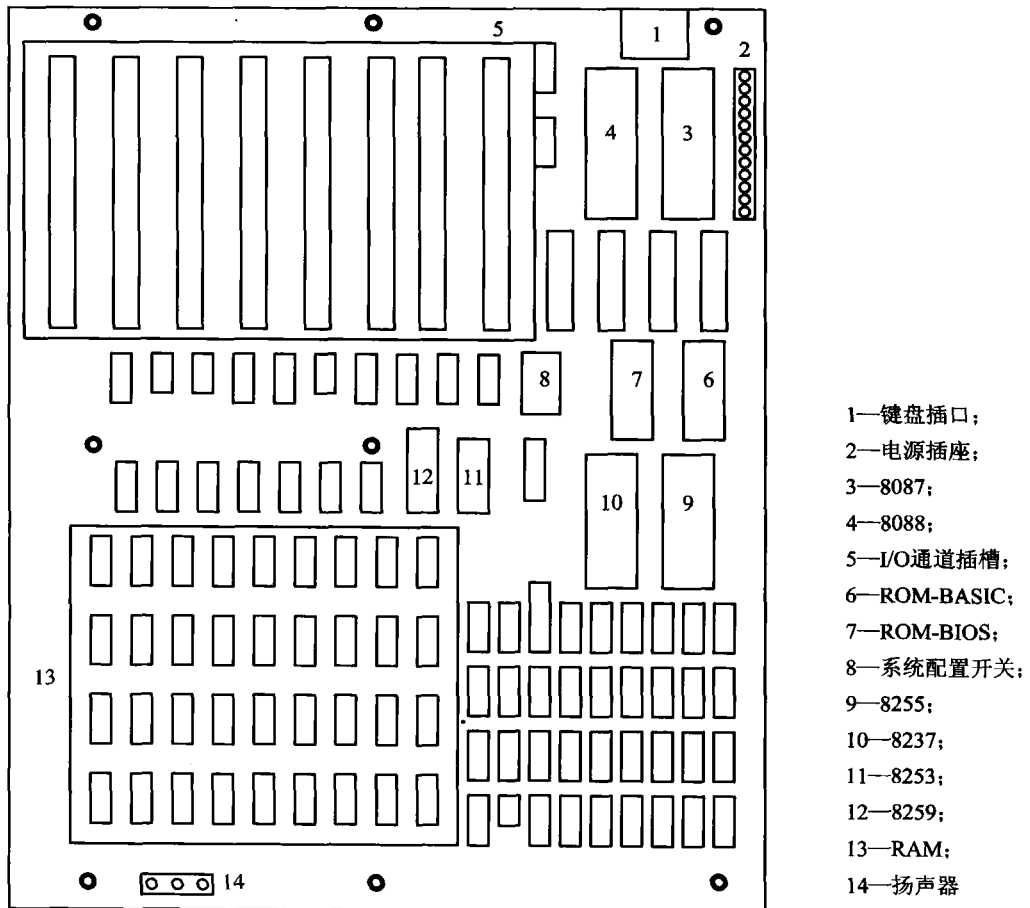


图 1.3 IBM PC/XT 机主板布局

IBM PC/XT 主板的总线结构如图 1.4 所示。

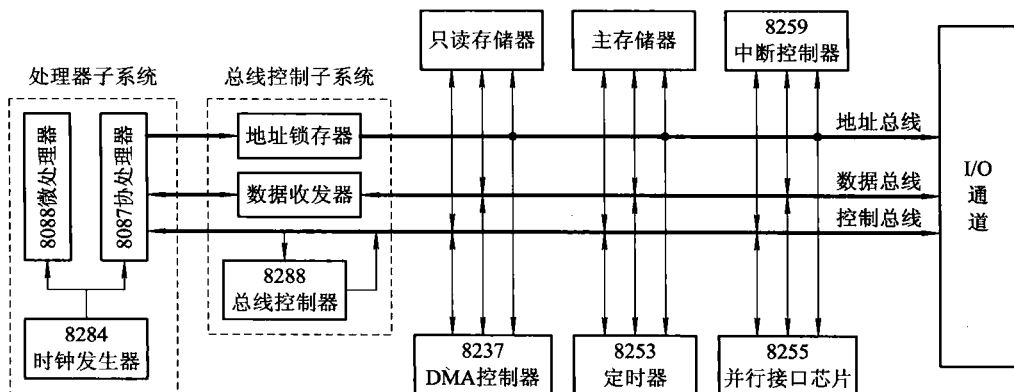


图 1.4 IBM PC/XT 主板的总线逻辑结构图

PC/XT 主机板是一个四层印刷电路板，内层走电源和地线，外层走信号线。主机板主要由以下四个部分组成。

### 1. 处理器子系统

IBM PC/XT 的核心采用 Intel 8088，它是一个 16 位结构的微处理器，有 20 条地址线和 8 位数据线。8088 和 8086 具有相同的内部结构和指令系统，其区别在于 8086 有 16 条数据线，是完全的 16 位微处理器，而 8088 缩减了数据线位数，是准 16 位微处理器。

同时，为了减轻 CPU 运算负载，PC/XT 采用了 8087 协处理器协助 8088 微处理器进行数值运算，使微处理器可以将更多精力投入到逻辑运算和控制中去。

### 2. 内存储器

系统内存储器由半导体存储芯片 ROM 和 RAM 构成。ROM 主要用于固化 ROM-BIOS，用于存储基本的驱动程序，操作系统可通过调用 BIOS 驱动程序驱动各硬件设备。

IBM PC/XT 主存由 4 组  $\times 9$  片的 DRAM 存储芯片组成，单片存储容量为  $64\text{ K} \times 1$  位。由于采用位扩展方式，其中 8 片用于存储字节数据，一片作为奇偶校验位保证可靠性，因此实际的主存容量为 256 KB，后来逐渐扩展到 512 KB 和 640 KB。

### 3. I/O 接口控制电路

为了协调高效的工作，减轻 CPU 负担，微机系统还提供中断控制、定时控制和 DMA 控制等功能，这些功能分别由中断控制器 8259、定时控制器 8253/8254、DMA 控制器 8237 和并行接口芯片 8255 提供。

#### 1) 8259 中断控制器

计算机中可产生几类中断，由 CPU 内部指令引起的叫内部中断；由外部中断信号引起的叫外部中断。其中，外部中断又可分为错误和事故引起的非可屏蔽中断和其他中断源未完成特定任务或反馈信息产生的可屏蔽中断。由于 CPU 的可屏蔽中断请求信号线只有一条，而中断源有很多，因此 PC/XT 采用一片 8259 将中断信号线扩展为 8 条，并规范中断优先级，预处理可屏蔽中断信号。

#### 2) 8253/8254 定时控制器

8253 芯片提供三个 16 位定时器，分别用于：

- 定时器 0：每 55 ms 输出一次信号至 IRQ0，作为系统时钟。

- 定时器 1: 每 15  $\mu\text{s}$  产生一次输出信号, 用于刷新 DRAM。
- 定时器 2: 为主机箱扬声器提供振荡信号。

### 3) 8237 DMA 控制器

DMA(Direct Memory Access)技术又称直接存储器存取技术, 是指在存储器或外设间不通过 CPU 而直接进行高速数据传送, 传送时 CPU 暂时让出总线使用权, 由 DMA 设备控制总线, 以建立直接数据通道进行数据存取。PC/XT 选用一片 8237 作为 DMA 控制器, 可提供四个 DMA 通道:

- 通道 0: 用于 DRAM 的刷新。
- 通道 1: 系统保留。
- 通道 2: 硬盘—内存高速数据通道。
- 通道 3: 软盘—内存高速数据通道。

### 4) 8255 并行接口芯片

PC/XT 中采用 8255 实现并口电路, 可提供三个 8 位接口:

- A 端口: 用于读取键盘扫描码。
- B 端口: 用于键盘串/并转换控制和扬声器发声控制。
- C 端口: 用于读取系统状态和系统配置信息。

I/O 接口控制电路在应用中有着重要的作用, 这里仅作为了解内容进行介绍, 这一部分的内容会在以后的章节中进行详细讲解。

## 4. I/O 通道

在一台 PC 中, 除去以上的部件, 还应有其他外部设备, 如显示器等。主板上也预先设计了多种总线插槽, 用于扩展外设, 称为适配器(Adapter)。IBM PC/XT 的 I/O 通道一共定义了 62 条信号线, 其中数据线 8 条、地址线 20 条。在以后的 IBM PC/AT 机中又增加 36 条信号线, 共 98 条, 即现在所说的 ISA 总线。

Intel 8086/8088 处理器具有结构和功能上的一致性, 而 8086 处理器作为完全的 16 位处理器, 学习起来概念更清晰, 更易理解; IBM PC/XT 具有经典的计算机架构, 作为一种实用的计算机系统, 具有现实意义, 但对于初学者学习来说, 却增加了难度。本书依托 PC/XT 机的基本设计原理来讲解接口技术知识, 需要对传统的 PC/XT 机的经典结构进行一定的更改和简化, 以使学习者更易接受和理解。在以下的章节中, 本书将以 Intel 8086 处理器为核心, 以其最小系统为模型深入讲解常见各部分的接口知识。

## 1.3 本章小结

本章主要介绍了微型计算机系统的设计思想、基本组成、运行原理以及微机的基本结构等相关知识。其中, 8086 计算机系统的组成是本章学习的重点。通过对本章知识的学习, 读者应该对微型计算机的系统有一个较为清晰的了解。

冯·诺依曼体系结构的计算机设计思想的核心是采用二进制编码, 存储程序控制和程序顺序执行。计算机系统是由硬件和软件组成的。硬件主要包括运算器、控制器、存储器、I/O 设备; 软件主要由系统软件和应用软件组成。在硬件系统中, 运算器用于信息加工, 实