

高等学校计算机基础教育规划教材

# 微型计算机原理 与接口技术

侯彦利 主编

清华大学出版社



高等学校计算机基础教育规划教材

# 微型计算机原理 与接口技术



侯彦利 主编

郭威 赵永华 马爱民 刘通 杨卉 编著

清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书是为高等院校非计算机专业学生编写的计算机技术基础课教材。作者根据微型计算机技术发展现状,考虑非计算机专业学生的数字技术基础薄弱,结合工科院校学生对计算机应用的偏好,以8086/8088 CPU为背景,介绍微型计算机的基础知识、CPU功能结构和工作原理、指令系统与汇编语言程序设计基础、C/C++与汇编语言混合编程、存储器设计基础、接口技术基础及应用。通过微处理器与存储系统、输入输出系统的连接结构,以及在这个结构下汇编语言指令和程序的执行过程的理解,使读者建立微型计算机系统的整体概念,深入全面地理解计算机的工作过程,形成对微型计算机控制系统设计及应用的能力。本书注重基础,力求理论与实践相结合,以学以致用为原则。

本书可作为普通高等院校本科生“微型计算机原理与接口技术”课程的教材,也可作为成人高等教育的培训教材及广大科技工作者的自学参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

微型计算机原理与接口技术/侯彦利主编. —北京:清华大学出版社,2017  
(高等学校计算机基础教育规划教材)  
ISBN 978-7-302-45258-4

I. ①微… II. ①侯… III. ①微型计算机—理论—高等学校—教材 ②微型计算机—接口技术—高等学校—教材 IV. ①TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 248319 号

责任编辑:袁勤勇

封面设计:常雪影

责任校对:梁毅

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京泽宇印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:19.25 字 数:457千字

版 次:2017年3月第1版 印 次:2017年3月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:39.50元

产品编号:055258-01

# 前言

---

本书是高等院校非计算机专业学生学习“微型计算机原理与接口技术”课程的通用教材,主要以 8086/8088 CPU 系统为背景,介绍微型计算机的基础知识、CPU 功能结构和工作原理、指令系统、存储系统、基本输入输出接口和中断技术,对微机接口芯片的功能结构、编程方法,进行理论剖析和实际应用。

本书共 9 章。第 1 章主要讲述微型计算机基础知识,包括整数运算、浮点数运算、运算溢出判断、逻辑运算和基本逻辑门电路。

第 2 章主要介绍 Intel 8086/8088 的功能特征、引脚信号、基本时序、系统构成和编程结构。

第 3 章讲述 8086/8088 指令格式、寻址方式和指令系统。

第 4 章讲述汇编语言程序格式、伪指令和汇编语言上机过程、简单分支程序设计、多分支程序设计、循环程序设计、子程序的结构、子程序的参数传递方法、子程序的嵌套与递归和子程序设计举例。

第 5 章讲述半导体存储器的分类及性能指标、ROM 及 RAM 存储芯片应用、高速缓冲存储器。

第 6 章介绍基本输入/输出接口电路、CPU 与外设之间数据传送的控制方式(无条件传送方式、程序查询传送方式、中断方式、DMA 传送方式)、中断的基本概念、中断处理过程和可编程中断控制器 8259A。

第 7 章讲述可编程并行输入/输出接口芯片 8255A、8255A 各种工作方式的应用、可编程计数器/定时器 8253 及其在计数和定时的应用、可编程串行通信接口芯片 8251A、串行通信系统实例。

第 8 章主要讲述数/模转换器及应用、模/数转换器及应用。

第 9 章主要讲述总线的概念及分类、ISA 总线、PCI 总线。

为便于多媒体教学,本教材配有电子教案,并录制了 80 多个理论及实验教学视频,读者可以以慕课的形式学习。

本书第 1、2 章由郭威编写,第 3、4、7 章由侯彦利、杨卉编写,第 5 章由赵永华编写,第 6 章由刘通、侯彦利编写,第 8、9 章由马爱民编写,全书由侯彦利统稿。在本书的写作过程中还得到了计算机教学与研究中心秦贵和教授和张欣主任的热情关怀和支持,吉林大学计算机学院赵宏伟教授提出了很多宝贵意见,在此,作者谨向他们表示衷心的感谢!

由于作者水平有限,书中难免有错误和不当之处,恳请读者和同行专家批评指正。

编 者

2016 年 8 月 8 日于吉林大学

# 目录

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 第 1 章 微型计算机基础知识         | 1  |
| 1.1 微型计算机简介             | 1  |
| 1.2 计算机中的数据             | 5  |
| 1.2.1 数制                | 5  |
| 1.2.2 各种数制之间的转换         | 7  |
| 1.3 二进制整数的算术运算          | 9  |
| 1.3.1 二进制数的算术运算规则       | 9  |
| 1.3.2 无符号整数的算术运算        | 10 |
| 1.3.3 带符号整数的表示方法        | 11 |
| 1.3.4 补码运算              | 13 |
| 1.3.5 带符号数的溢出判断         | 14 |
| 1.4 浮点数                 | 15 |
| 1.5 基本逻辑运算及常用逻辑部件       | 16 |
| 1.5.1 基本逻辑运算            | 17 |
| 1.5.2 基本逻辑门             | 18 |
| 1.6 编码                  | 21 |
| 1.6.1 字符编码              | 21 |
| 1.6.2 Unicode 码         | 22 |
| 1.6.3 BCD 码             | 22 |
| 练习题                     | 23 |
| 第 2 章 8086/8088 微处理器    | 25 |
| 2.1 8086/8088 微处理器的功能结构 | 25 |
| 2.1.1 执行单元              | 25 |
| 2.1.2 总线接口单元            | 26 |
| 2.2 8088 CPU 的引脚及功能     | 27 |
| 2.2.1 引脚定义              | 27 |
| 2.2.2 8088 CPU 的总线时序    | 31 |

|              |                              |           |
|--------------|------------------------------|-----------|
| 2.2.3        | 8088 CPU 在两种模式下的系统总线形成 ..... | 33        |
| 2.3          | 8088 CPU 的存储器组织 .....        | 37        |
| 2.3.1        | 存储器分段管理 .....                | 37        |
| 2.3.2        | 8088 CPU 的编程结构 .....         | 38        |
|              | 练习题 .....                    | 40        |
| <b>第 3 章</b> | <b>8086/8088 指令系统 .....</b>  | <b>42</b> |
| 3.1          | 概述 .....                     | 42        |
| 3.1.1        | 机器语言与汇编语言 .....              | 42        |
| 3.1.2        | 指令的基本构成 .....                | 43        |
| 3.2          | 8086 CPU 寻址方式 .....          | 44        |
| 3.2.1        | 立即寻址 .....                   | 45        |
| 3.2.2        | 直接寻址 .....                   | 45        |
| 3.2.3        | 寄存器寻址 .....                  | 47        |
| 3.2.4        | 寄存器间接寻址 .....                | 47        |
| 3.2.5        | 寄存器相对寻址 .....                | 47        |
| 3.2.6        | 基址变址寻址 .....                 | 48        |
| 3.2.7        | 基址变址相对寻址 .....               | 49        |
| 3.2.8        | 隐含寻址 .....                   | 49        |
| 3.3          | 8086 CPU 指令系统 .....          | 49        |
| 3.3.1        | 数据传送指令 .....                 | 50        |
| 3.3.2        | 算术运算指令 .....                 | 56        |
| 3.3.3        | 逻辑运算与移位指令 .....              | 63        |
| 3.3.4        | 串操作指令 .....                  | 69        |
| 3.3.5        | 程序控制指令 .....                 | 74        |
| 3.3.6        | 处理器控制指令 .....                | 81        |
|              | 练习题 .....                    | 82        |
| <b>第 4 章</b> | <b>汇编语言程序设计 .....</b>        | <b>85</b> |
| 4.1          | 汇编语言源程序 .....                | 85        |
| 4.1.1        | 汇编语言源程序结构 .....              | 85        |
| 4.1.2        | 汇编语言源程序的处理过程 .....           | 87        |
| 4.1.3        | 汇编语言中的操作数 .....              | 87        |
| 4.2          | 伪指令 .....                    | 90        |
| 4.2.1        | 段定义伪指令 .....                 | 90        |
| 4.2.2        | 数据定义伪指令 .....                | 92        |
| 4.2.3        | 符号定义伪指令 .....                | 94        |
| 4.2.4        | 过程定义伪指令 .....                | 95        |

|              |                           |            |
|--------------|---------------------------|------------|
| 4.2.5        | 程序结束伪指令 .....             | 96         |
| 4.2.6        | 其他较常见伪指令简介 .....          | 96         |
| 4.3          | DOS 系统功能调用 .....          | 97         |
| 4.3.1        | 输入单个字符 .....              | 97         |
| 4.3.2        | 输入字符串 .....               | 97         |
| 4.3.3        | 显示单个字符 .....              | 98         |
| 4.3.4        | 显示字符串 .....               | 99         |
| 4.3.5        | 返回操作系统 .....              | 99         |
| 4.4          | 汇编语言程序设计基础 .....          | 99         |
| 4.4.1        | 汇编语言程序设计步骤 .....          | 99         |
| 4.4.2        | 顺序程序设计 .....              | 100        |
| 4.4.3        | 分支程序设计 .....              | 101        |
| 4.4.4        | 循环程序设计 .....              | 104        |
| 4.4.5        | 过程设计 .....                | 106        |
| 4.4.6        | 汇编语言程序的开发过程 .....         | 110        |
| 4.5          | 在 C/C++ 内使用汇编语言 .....     | 111        |
| 4.5.1        | 为什么要在 C/C++ 中使用汇编语言 ..... | 112        |
| 4.5.2        | 嵌入汇编语言基本规则 .....          | 112        |
| 4.5.3        | 嵌入汇编程序 .....              | 114        |
| 4.5.4        | VC++ 6.0 中编译调试汇编程序 .....  | 115        |
|              | 练习题 .....                 | 116        |
| <b>第 5 章</b> | <b>存储器 .....</b>          | <b>118</b> |
| 5.1          | 存储器概述 .....               | 118        |
| 5.1.1        | 内存储器分类 .....              | 118        |
| 5.1.2        | 存储器件 .....                | 119        |
| 5.1.3        | 存储器件的性能指标 .....           | 120        |
| 5.2          | 随机存储器 .....               | 121        |
| 5.2.1        | 静态随机存储器 .....             | 121        |
| 5.2.2        | 静态 RAM 芯片应用 .....         | 124        |
| 5.2.3        | 动态随机存储器 .....             | 133        |
| 5.2.4        | 动态随机存储器应用 .....           | 137        |
| 5.3          | 只读存储器 .....               | 140        |
| 5.3.1        | 只读存储器简介 .....             | 140        |
| 5.3.2        | EPROM 应用 .....            | 142        |
| 5.4          | 高速缓冲存储器 .....             | 145        |
|              | 练习题 .....                 | 146        |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 第 6 章 输入/输出与中断技术 .....       | 147 |
| 6.1 I/O 接口概述 .....           | 147 |
| 6.1.1 I/O 接口功能 .....         | 147 |
| 6.1.2 I/O 端口 .....           | 148 |
| 6.1.3 I/O 端口编址方式 .....       | 149 |
| 6.1.4 基本输入/输出接口 .....        | 151 |
| 6.2 数据传送控制方式 .....           | 157 |
| 6.2.1 无条件传送方式 .....          | 157 |
| 6.2.2 程序查询方式 .....           | 157 |
| 6.2.3 中断传送方式 .....           | 159 |
| 6.2.4 DMA 方式 .....           | 160 |
| 6.3 键盘和显示接口 .....            | 160 |
| 6.3.1 键盘接口 .....             | 161 |
| 6.3.2 LED 数码管显示接口 .....      | 166 |
| 6.3.3 16×16 LED 点阵显示接口 ..... | 169 |
| 6.4 中断 .....                 | 173 |
| 6.4.1 中断的基本概念 .....          | 174 |
| 6.4.2 中断处理的基本过程 .....        | 174 |
| 6.5 8086/8088 中断系统 .....     | 178 |
| 6.5.1 中断向量和中断向量表 .....       | 178 |
| 6.5.2 硬件中断 .....             | 180 |
| 6.5.3 中断处理流程 .....           | 181 |
| 6.6 可编程中断控制器 8259A .....     | 182 |
| 6.6.1 8259A 的内部结构 .....      | 182 |
| 6.6.2 8259A 的引脚功能 .....      | 183 |
| 6.6.3 8259A 与微处理器连接 .....    | 184 |
| 6.6.4 8259A 编程 .....         | 185 |
| 6.6.5 8259A 的工作方式 .....      | 190 |
| 6.6.6 8259A 的应用举例 .....      | 193 |
| 练习题 .....                    | 195 |
| 第 7 章 可编程接口芯片 .....          | 197 |
| 7.1 可编程外围设备接口 .....          | 197 |
| 7.1.1 8255A 的功能结构 .....      | 197 |
| 7.1.2 8255A 的工作方式 .....      | 199 |
| 7.1.3 8255A 的控制字 .....       | 203 |
| 7.1.4 8255A 与微处理器的连接 .....   | 206 |

|              |                      |            |
|--------------|----------------------|------------|
| 7.1.5        | 方式 0 操作举例            | 207        |
| 7.1.6        | 方式 1 选通输入操作          | 218        |
| 7.1.7        | 方式 1 选通输出操作          | 220        |
| 7.2          | 可编程定时器/计数器 8253      | 223        |
| 7.2.1        | 8253 的功能结构           | 224        |
| 7.2.2        | 8253 的外部引脚           | 225        |
| 7.2.3        | 8253 的控制字            | 226        |
| 7.2.4        | 8253 的工作方式           | 227        |
| 7.2.5        | 8253 的应用             | 231        |
| 7.3          | 串行通信接口               | 236        |
| 7.3.1        | 串行通信基本概念             | 236        |
| 7.3.2        | 可编程串行接口芯片 8251A      | 239        |
|              | 练习题                  | 248        |
| <b>第 8 章</b> | <b>数/模转换及模/数转换技术</b> | <b>251</b> |
| 8.1          | 数/模转换器               | 252        |
| 8.1.1        | 数/模转换原理              | 252        |
| 8.1.2        | D/A 转换器的性能参数         | 253        |
| 8.1.3        | DAC 0832 及其接口电路      | 254        |
| 8.1.4        | 实例                   | 259        |
| 8.2          | 模/数转换器               | 260        |
| 8.2.1        | A/D 转换原理             | 260        |
| 8.2.2        | A/D 转换器性能参数          | 260        |
| 8.2.3        | ADC 0809             | 261        |
|              | 练习题                  | 266        |
| <b>第 9 章</b> | <b>总线技术</b>          | <b>267</b> |
| 9.1          | 总线规范                 | 267        |
| 9.2          | 总线的分类及其优点            | 267        |
| 9.2.1        | 按总线的功能分类             | 267        |
| 9.2.2        | 按总线的层次结构分类           | 268        |
| 9.2.3        | 总线设计优点               | 269        |
| 9.3          | 总线的性能指标和数据传输及仲裁      | 269        |
| 9.3.1        | 总线的性能指标              | 269        |
| 9.3.2        | 总线的数据传输过程            | 269        |
| 9.3.3        | 总线数据传送               | 270        |
| 9.3.4        | 总线的仲裁                | 272        |
| 9.4          | 典型总线                 | 275        |

|                               |                   |     |
|-------------------------------|-------------------|-----|
| 9.4.1                         | PC/XT 总线 .....    | 275 |
| 9.4.2                         | ISA 总线 .....      | 275 |
| 9.4.3                         | EISA 总线 .....     | 276 |
| 9.4.4                         | PCI 总线 .....      | 276 |
| 9.4.5                         | AGP 总线 .....      | 277 |
| 9.4.6                         | MCA 总线 .....      | 278 |
| 9.4.7                         | IEEE 488 总线 ..... | 279 |
| 9.4.8                         | CAN 总线 .....      | 279 |
| 练习题 .....                     |                   | 280 |
| 附录 A 8086/8088 CPU 指令表 .....  |                   | 282 |
| 附录 B DOS 功能调用 .....           |                   | 290 |
| 附录 C IBM PC/XT 机中断矢量号配置 ..... |                   | 295 |
| 参考文献 .....                    |                   | 296 |

# 微型计算机基础知识

计算机是 20 世纪最重要的科技发明之一。计算机技术以强大的生命力飞速发展,并且衍生出工业控制技术、网络技术、通信技术、机器人技术,带动了全球范围的技术进步,它的应用已经从最初的军事科研扩展到人类生活的各个领域,对人类的生产和活动产生了颠覆性的影响,引发了深刻的社会变革。微型计算机是计算机种类中应用最广泛的一种,从系统结构和工作原理的角度分析,微型计算机与其他类别的计算机没有本质区别,都是由运算器、控制器、存储器、输入/输出设备组成。运算器和控制器集成在一起称为中央处理单元,也称微处理器。微处理器、存储器、输入/输出设备通过总线连接成一个微型计算机整体。

## 1.1 微型计算机简介

微型计算机是基于微处理器的计算机系统。微型计算机系统的构成包括微处理器、存储器、输入/输出和总线,如图 1-1 所示。

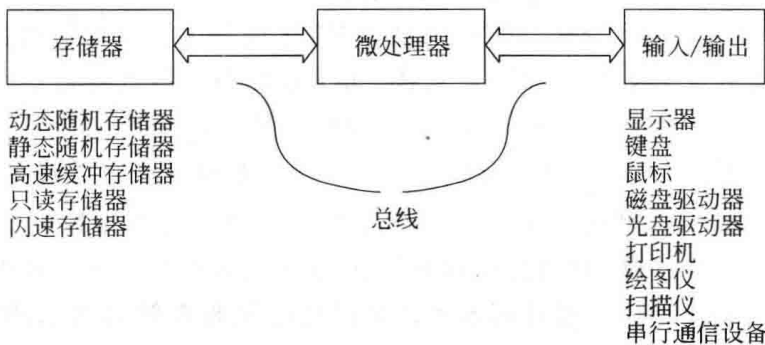


图 1-1 微型计算机系统结构框图

### 1. 微处理器(中央处理器,CPU)

微处理器是微型计算机系统的核心部件,也常称为 CPU(Central Processing Unit)。微处理器通过总线与存储器或输入/输出设备进行数据交换,并且通过总线控制存储器或输入/输出操作。

微处理器是微型计算机系统的运算和控制部件。微处理器的功能主要有三个方面：①在微处理器与存储器之间、微处理器和输入/输出设备之间传送数据；②简单的算术和逻辑运算；③通过简单的判定控制程序的流向。

微处理器可以进行加、减、乘、除算术运算，可以进行 AND、OR、NOT、NEG 等逻辑运算，还可以对数据进行移位和循环，如表 1-1 所示，这些运算都是基本运算，微处理器就是通过这些简单的动作一步步地解决复杂的问题。微处理器能够每秒执行上亿条指令，所以计算机真正的威力在于它的高速运转。

微处理器可以处理字节(8 位)、字(16 位)、双字(32 位)甚至四字(64 位)的二进制整数，还可以通过浮点数实现实数运算。

微处理器可以以实际数值为依据进行简单的判定。例如它可以判断出一个数是否为 0，是正数还是负数，是奇数还是偶数等，微处理器可以根据判定结果改变程序的流向，这就好像人经过思考以后决定下一步要走哪条路一样。

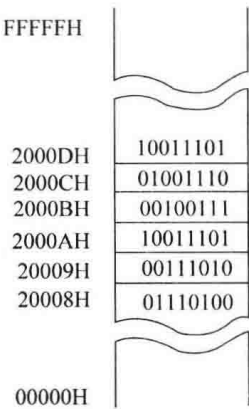
表 1-1 算术运算和逻辑运算

| 操 作 | 说 明 | 操 作 | 说 明  |
|-----|-----|-----|------|
| 加   |     | OR  | 或运算  |
| 减   |     | NOT | 非运算  |
| 乘   |     | NEG | 算术取反 |
| 除   |     | 移位  |      |
| AND | 与运算 | 循环  |      |

2. 存储器

存储器用来存放指令和数据。微型计算机中常用的存储器包括动态随机存储器、静态随机存储器、高速缓冲存储器、只读存储器、闪速存储器等。

存储器是微型计算机的存储和记忆部件，用以存放程序指令和数据。存储器由一系列



存储单元构成，每个存储单元可以存放一个 8 位的二进制数，如图 1-2 所示。微处理器为每个存储单元分配一个存储地址，并通过地址总线把存储器地址传送给存储器，以此选择存储单元。微处理器通过控制总线将读或写控制信号传送给存储器，驱动存储单元送出数据或者接收数据，实现读操作或写操作。微处理器通过数据总线接收存储器送出的数据，或者将数据传送到存储单元。

指令和数据都是以二进制数的形式存储在存储器中。微处理器通过总线从存储器中读取指令和数据，并将指令执行结果存放在存储器中。微型计算机的存储器也常称为内存储器、主存储器或内存、主存。内存储器普遍采用半导体材料制成，故也

称为半导体存储器。

图 1-2 中，存储单元的地址用十六进制数表示，存储单元的内容是二进制数。存储单

元 2000AH 存储的数据是 10011101B。

微处理器对内存的操作有两种：读操作和写操作。读操作是复制存储单元的内容到 CPU 内部，存储单元的数据保持不变。写操作是 CPU 将数据存入内存单元中，内存单元原来的数据被覆盖。CPU 执行读操作的过程是：CPU 首先把存储单元的地址通过地址总线传送到存储器，选中要访问的存储单元。接着 CPU 送出读控制信号，存储单元的内容送出到数据总线，CPU 从数据总线接收数据并保存到内部寄存器中。CPU 执行写操作的过程与执行读操作的过程类似。

存储器中存储单元的数量称为存储容量。微型计算机的存储容量由微处理器决定。表 1-2 介绍了典型的 Intel 系列微处理器的数据总线宽度、地址总线宽度和存储容量。

表 1-2 Intel 系列微处理器的数据与地址总线宽度和存储器容量

| 微处理器             | 数据总线宽度 | 地址总线宽度    | 存储容量          |
|------------------|--------|-----------|---------------|
| 8086             | 16     | 20        | 1MB           |
| 8088             | 8      | 20        | 1MB           |
| 80286            | 16     | 24        | 16MB          |
| 80386DX          | 32     | 32        | 4GB           |
| 80386EX          | 16     | 26        | 64MB          |
| 80486            | 32     | 32        | 4GB           |
| Pentium          | 64     | 32        | 4GB           |
| Pentium pro~core | 64     | 32(36、40) | 4GB(64GB、1TB) |
| Itanium          | 128    | 40        | 1TB           |

基于 8086/8088 微处理器的微型计算机系统，存储容量为 1MB。存储器采用分段寻址方式，每段的长度最大为 64KB，存储单元的物理地址由段基址：段内偏移量说明。8086/8088 微处理器的这种工作方式称为实模式。通常把这个 1MB 的存储区称为实模式存储器(real memory)、常规内存(conventional memory)或 DOS 存储器系统。

为了使为 8086/8088 微处理器设计的软件不作修改就能够在 80286 或更高级的微处理器上运行，80286 至 Pentium 4 系列微处理器保留存储器的起始 1MB 的存储空间可以按照实模式方式寻址。为了使用更大的存储空间以及支持多任务工作环境，Intel 设计了保护模式，80286 至 Pentium 4 微处理器都可以工作在保护模式。保护模式下微处理器可以访问起始的 1MB 及 1MB 以上的存储区，一个应用程序理论上最大可以访问 64TB 的存储器。存储器寻址仍然使用段寄存器和偏移地址，但是一个应用程序最多可以使用 16384 个存储段，每个段最大可以为 4GB。Windows 操作系统工作在保护模式。

3. 输入/输出

输入/输出包括输入/输出接口和输入/输出设备。输入/输出设备常见的有显示器、键盘、鼠标、磁盘驱动器、光盘驱动器、打印机、绘图仪、扫描仪和各种串行通信设备。输入设备用来将现实世界的各种信息输入并转换为计算机能够识别的二进制信息，输出设备负责将计算机的处理结果输出为现实世界中人类可以接收的各种信息形式。

由于输入/输出(I/O)设备的工作速度、信号类型、信号格式等与主机不同,输入/输出设备一般不能直接和主机进行连接,通常需要在微处理器与输入/输出设备之间设置输入/输出接口。输入/输出接口提供信号格式转换、时序匹配、数据缓冲等功能,作为主机与外设之间通信的桥梁。

输入/输出接口包括 DMA 控制器、中断控制器、定时器、IDE 通道、软磁盘控制器、显示器接口、键盘接口、标准游戏口、串行通信口、打印接口、PCI 总线等,这些接口位于微型计算机系统主板上或者适配卡上,如图 1-3 所示。



图 1-3 输入/输出接口与设备

4. 总线

总线是计算机系统中互连各部件的一组公用信号线,负责在微处理器与存储器或 I/O 设备之间传送地址、数据和控制信息,分别称为地址总线、数据总线和控制总线。如图 1-4 所示,微处理器通过总线与存储器、I/O 设备连接成一个整体。

(1) 地址总线(Address Bus)

地址总线由微处理器产生,用来向存储器或输入/输出接口传送地址信息,是单向总线。

(2) 数据总线(Data Bus)

数据总线用来传送数据,是双向总线。通过数据总线,微处理器既可以从内存或输入设备输入数据,又可以将数据传送至内存或输出设备。

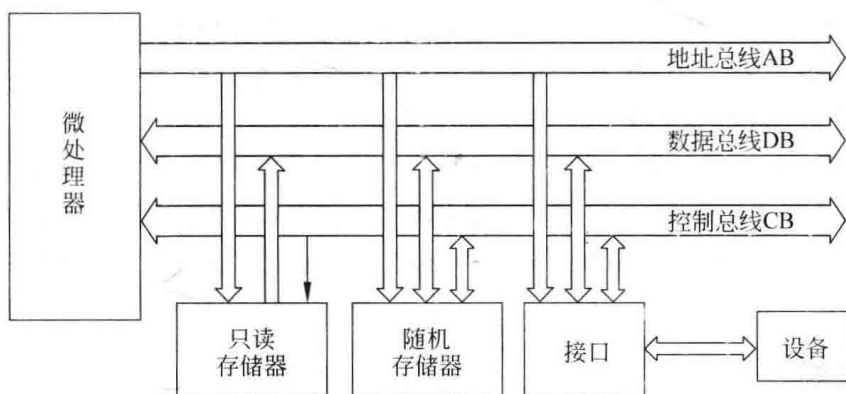


图 1-4 微型计算机总线结构框图

### (3) 控制总线(Control Bus)

控制总线传送控制信号、时序信号和状态信号。其中有些是微处理器发出的控制存储器或 I/O 操作的信号,有些是存储器或 I/O 接口向微处理器发出的状态信息。所以,控制总线的每一根信号都是单向的,但从整体来看,控制总线是双向的。

## 1.2 计算机中的数据

在日常生活中,人们习惯使用十进制。在数字逻辑电路中,只有高电平与低电平两个稳定状态。如果用高电平表示 1、用低电平表示 0,数字逻辑电路就可以表示为二进制数。计算机由数字逻辑电路组成,所以计算机采用二进制。二进制数不容易书写和记忆,在学习和使用计算机的过程中,通常将二进制数转换为十六进制数。

### 1.2.1 数制

二进制、十进制和十六进制都是进位计数制。进位计数制使用位置表示法,都有数码、位权和基数三个要素。

#### 1. 十进制

十进制有十个数码: 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9,基数为 10,逢十进一。

十进制数的位权:  $\dots 10^3 \quad 10^2 \quad 10^1 \quad 10^0 \quad 10^{-1} \quad 10^{-2} \quad 10^{-3} \quad \dots$

即  $\dots 1000 \quad 100 \quad 10 \quad 1 \quad . \quad 0.1 \quad 0.01 \quad 0.001 \quad \dots$

十进制数 8347.25 可以表示为

$$8 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 7 \times 10^0 + 2 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2}$$

一般地,一个十进制数  $N$  可以表示为

$$N = K_{n-1} \times 10^{n-1} + K_{n-2} \times 10^{n-2} + \dots + K_1 \times 10^1 + K_0 \times 10^0 + K_{-1} \times 10^{-1}$$

$$+ K_{-2} \times 10^{-2} + \dots + K_{-m} \times 10^{-m} = \sum_{i=-m}^{n-1} K_i \times 10^i \quad (1.2.1)$$

式中  $K_i$  是  $N$  的第  $i$  位数码,  $n$  和  $m$  为正整数,  $n$  表示  $N$  中小数点左边的位数,  $m$  表示  $N$  中小数点右边的位数。  $10^i$  称为十进制数的位权, 式(1.2.1)称为十进制数的权表达式。

**【例 1-1】** 十进制数 8347.25 的权表达式为

$$(8347.25)_{10} = 8 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 7 \times 10^0 + 2 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2}$$

在计算机中, 十进制数 8347.25 可以表示为:  $(8347.25)_{10}$  或者  $(8347.25)_D$ , 也可用后缀 D(Decimal) 表示: 8347.25D, 更常见的写法是不加任何表示字符, 计算机默认为十进制数。

## 2. 二进制

二进制有 2 个数码: 0、1, 基数为 2, 逢二进一。

二进制数的位权:  $\dots 2^5 \quad 2^4 \quad 2^3 \quad 2^2 \quad 2^1 \quad 2^0 \quad 2^{-1} \quad 2^{-2} \quad 2^{-3} \dots$

即  $\dots 32 \quad 16 \quad 8 \quad 4 \quad 2 \quad 1 \quad 0.5 \quad 0.25 \quad 0.125 \dots$

一个二进制数可用其权表达式表示为

$$N = K_{n-1} \times 2^{n-1} + K_{n-2} \times 2^{n-2} + \dots + K_1 \times 2^1 + K_0 \times 2^0 + K_{-1} \times 2^{-1} + K_{-2} \times 2^{-2} + \dots + K_{-m} \times 2^{-m} = \sum_{i=-m}^{n-1} K_i \times 2^i \quad (1.2.2)$$

式中  $K_i$  是  $N$  的第  $i$  位数码,  $n$  和  $m$  为正整数,  $n$  表示  $N$  中小数点左边的位数,  $m$  表示  $N$  中小数点右边的位数。  $2^i$  称为二进制数的位权, 式(1.2.2)称为二进制数的权表达式。

**【例 1-2】** 二进制数 1010.01 的权表达式为

$$\begin{aligned} (1010.01)_2 &= 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} \\ &= 2^3 + 2^1 + 2^{-2} \end{aligned}$$

在计算机中, 一个二进制数可以用下标 2 表示, 也可以用后缀 B(Binary) 表示, 如  $(1010.01)_2$ 、1010.01B。

## 3. 十六进制

十六进制有 16 个数码: 0~9 及 A~F, 基数为 16, 逢十六进一。

十六进制数的位权:  $\dots 16^4 \quad 16^3 \quad 16^2 \quad 16^1 \quad 16^0 \quad 16^{-1} \quad 16^{-2} \dots$

即  $\dots 65536 \quad 4096 \quad 256 \quad 16 \quad 1 \quad 0.0625 \quad 0.00390625 \dots$

一个十六进制数  $N$  可用其权表达式表示为

$$N = K_{n-1} \times 16^{n-1} + K_{n-2} \times 16^{n-2} + \dots + K_1 \times 16^1 + K_0 \times 16^0 + K_{-1} \times 16^{-1} + K_{-2} \times 16^{-2} + \dots + K_{-m} \times 16^{-m} = \sum_{i=-m}^{n-1} K_i \times 16^i \quad (1.2.3)$$

式中  $K_i$  是  $N$  的第  $i$  位数码, 取值在 0~F 的范围内。  $n$  和  $m$  为正整数,  $n$  表示  $N$  中小数点左边的位数,  $m$  表示  $N$  中小数点右边的位数。  $16^i$  称为十六进制数的位权, 式(1.2.3)称为十六进制数的权表达式。

**【例 1-3】** 十六进制数 3FC.6 的权表达式为

$$(3FC.6)_{16} = 3 \times 16^2 + 15 \times 16^1 + 12 \times 16^0 + 6 \times 16^{-1}$$

一个十六进制数可以用下标 16 表示, 也可以用后缀 H(Hexadecimal) 表示, 例如: