

主 编 方 红 唐毅谦

副主编 徐嘉莉 程 浩 杨柱中 胡 庆

微机原理

与接口技术

WEIJI YUANLI



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

微机原理与接口技术

主 编 方 红 唐毅谦

副主编 徐嘉莉 程 浩 杨柱中 胡 庆

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内容简介

根据 Intel 系列微处理器的向下兼容性,本书着重讲解了 16 位微型计算机的工作原理、指令系统、8086 汇编语言程序设计及接口技术。全书分为三部分:微型计算机原理部分(第 1、2、5、6 章)、汇编语言程序设计部分(第 3、4 章)、接口与应用部分(第 7、8、9 章)。

本书以基础理论——举例为主线组织编写,在内容安排上注重系统性、逻辑性与实用性,结构清晰、易教易学、实例丰富,对易混淆和实用性强的内容进行了重点提示和讲解。

为便于读者自学,本书不仅附有一定量的习题,而且还附加了相应的习题答案。本教材配有多媒体课件,可供选用该教材的教师在教学时使用,也可供学生课外学习参考。

本书既可作为高等院校电气信息类专业教材,也可供从事微型计算机系统设计和技术应用的技术人员自学和参考。

图书在版编目(CIP)数据

微机原理与接口技术 / 方红,唐毅谦主编. —成都:
西南交通大学出版社, 2013.2
ISBN 978-7-5643-2181-9

I. ①微… II. ①方… ②唐… III. ①微型计算机—
理论②微型计算机—接口技术 IV. ①TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 028110 号

微机原理与接口技术

主编 方红 唐毅谦

*

责任编辑 李芳芳

特邀编辑 赵雄亮

封面设计 墨创文化

西南交通大学出版社出版发行

成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564

<http://press.swjtu.edu.cn>

成都蜀通印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 16

字数: 397 千字

2013 年 2 月第 1 版 2013 年 2 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-2181-9

定价: 32.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

微机原理与接口技术是自动化、电子信息等电气信息类专业的一门重要的专业基础课。随着微处理器技术的不断发展和用人单位对人才培养的更高要求，迫切需要一批适合新形势需要的教材。为此，本书作者结合多年来一线教学的经验，参考现有教材，从教和学的角度出发，着手编写了本教材。

1. 关于本教材

本书首先介绍了微型计算机的相关概念及组成，围绕微型计算机系统的各个组成部分，相继介绍了微处理器，80X86 的寻址方式及指令系统，汇编语言程序设计，存储器，输入，输出接口，中断系统，可编程接口芯片。

2. 本教材的特点

(1) 结构清晰、知识完整。

本教材根据高校教学大纲组织内容，内容翔实，系统性强。

(2) 学以致用、注重能力。

以基础理论——举例为主线编写，便于读者掌握重点及提高实际应用能力。

(3) 示例丰富、实用性强。

示例众多，步骤明确，讲解细致，突出实用性。

3. 本教材读者定位

本书既可作为高等院校电气信息类专业教材，也可供从事微型计算机系统设计和技术人员自学和参考。

本书由成都大学方红、唐毅谦主编，并编写第 1 章及第 6 章部分内容；徐嘉莉负责全书统稿，并编写第 3、4 章；陈浩编写第 5、7 章；杨柱中编写第 2 章及第 6 章部分内容；胡庆编写第 8、9 章。

由于编者的学识水平有限，书中难免存在不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2012 年 10 月

目 录

1 微型计算机概述	1
1.1 计算机和微型计算机的发展	1
1.1.1 计算机的发展	1
1.1.2 微型计算机的发展	1
1.2 微型计算机系统概述	4
1.2.1 微型计算机系统	4
1.2.2 微型计算机硬件系统	4
1.2.3 微型计算机软件系统	7
1.2.4 微型计算机的工作过程	9
1.2.5 微型计算机的主要性能指标	9
1.3 计算机中数值数据的表示及编码	10
1.3.1 常用数字	10
1.3.2 进位计数制之间的转换	12
1.3.3 计算机中有关数值数据表示的几个常用术语	12
1.3.4 机器数和真值	13
1.3.5 带符号的二进制数(机器数)的三种表示方法——原码、反码和补码	13
1.3.6 定点数和浮点数	18
1.3.7 BCD 码	20
1.3.8 计算机中非数值数据的表示	20
习 题	22
2 微处理器	24
2.1 8086/8088CPU 结构	24
2.1.1 8086/8088CPU 内部结构	25
2.1.2 8086/8088CPU 的内部寄存器结构	26
2.1.3 8086/8088 CPU 存储器与 I/O 组织	31
2.1.4 8086 CPU 总线周期的概念	33
2.2 8086/8088 CPU 引脚功能	34
2.2.1 8086 CPU 最小模式下的引脚定义	35
2.2.2 8086 CPU 最大模式下的引脚定义	38
2.2.3 8088CPU 的引脚与 8086CPU 的区别	39
2.3 8086/8088 CPU 中断系统	40

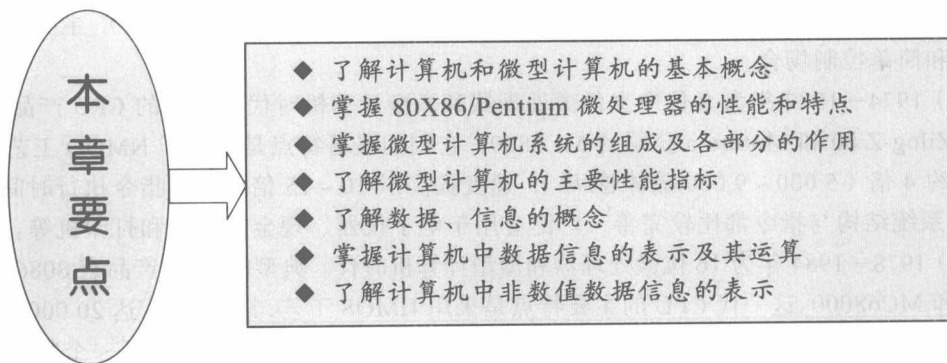
2.3.1 计算机的中断类型	41
2.3.2 计算机的中断向量表	42
2.3.3 微机的中断管理	43
2.4 8086 CPU 系统配置	44
2.4.1 最小模式系统配置	44
2.4.2 最大模式系统配置	45
2.4.3 最小系统配置与最大系统配置的比较	45
2.5 8086 CPU 的典型时序及操作	46
2.5.1 系统的复位和启动	47
2.5.2 空闲周期	47
2.5.3 CPU 进入和退出保持状态的时序	48
2.5.4 最小模式下的总线操作	48
2.5.5 最大模式下的总线操作	51
习 题	52
3 8086 指令系统	54
3.1 8086 CPU 的指令格式	54
3.1.1 8086 指令的机器码格式	54
3.1.2 8086 指令的汇编格式	55
3.2 8086 寻址方式	56
3.2.1 立即寻址方式	56
3.2.2 寄存器寻址方式	57
3.2.3 寄存器直接寻址方式	57
3.2.4 寄存器间接寻址方式	58
3.2.5 寄存器相对寻址方式	59
3.2.6 基址变址寻址方式	60
3.2.7 相对基址变址寻址方式	61
3.2.8 隐含寻址方式	62
3.3 8086 指令系统的种类	63
3.3.1 数据传送指令	63
3.3.2 算术运算指令	68
3.3.3 逻辑运算指令和移位指令	72
3.3.4 串操作指令	76
3.3.5 控制转移指令	79
3.3.6 处理器控制指令	84
习 题	85
4 汇编语言程序设计	88
4.1 汇编语言概述	88
4.1.1 汇编语言程序的开发过程	89

4.1.2 汇编程序的调试	90
4.2 汇编语言程序的格式	91
4.2.1 段	92
4.2.2 语 句	93
4.3 8086 汇编语言的基本数据	93
4.3.1 字符集	93
4.3.2 常 量	94
4.3.3 保留字	94
4.3.4 标识符	94
4.3.5 变 量	94
4.3.6 标 号	95
4.4 伪指令	95
4.4.1 数据定义伪指令	95
4.4.2 符号定义与解除伪指令	97
4.4.3 段定义伪指令	99
4.4.4 过程定义伪指令	100
4.4.5 宏处理伪指令	101
4.4.6 其他伪指令	103
4.5 汇编语言程序设计	104
4.5.1 顺序程序设计	104
4.5.2 分支程序设计	105
4.5.3 循环程序设计	109
4.5.4 子程序设计	111
4.5.5 模块化程序设计	116
4.6 DOS 及 BIOS 功能调用	118
4.6.1 常见 DOS 系统功能调用	119
4.6.2 常用 BIOS 功能调用	122
习 题	123
5 半导体存储器	124
5.1 概 述	124
5.1.1 半导体存储器的技术指标	125
5.1.2 存储器的分类	126
5.1.3 存储器系统结构	128
5.2 读/写存储器 RAM	131
5.2.1 静态读/写存储器 RAM (SRAM)	132
5.2.2 动态读/写存储器 RAM (DRAM)	135
5.3 只读存储器 (ROM)	139
5.3.1 掩膜 ROM	139

5.3.2 可编程 ROM (PROM)	140
5.3.3 可擦除、可编程 ROM (EPROM)	141
5.3.4 电可擦除可编程 ROM (E ² PROM)	144
5.3.5 Flash 存储器	146
5.4 存储器芯片的扩展及其与系统总线的连接	148
5.4.1 存储器芯片与 CPU 的连接的主要问题	148
5.4.2 存储器片选控制方法	149
5.4.3 8086 存储器组织结构	151
5.4.4 存储器芯片的扩展及实例	152
习 题	155
6 输入/输出及中断系统	157
6.1 输入/输出接口概述	157
6.1.1 输入/输出接口的概念	157
6.1.2 输入/输出接口的功能及结构	158
6.1.3 输入/输出接口的端口寻址	160
6.1.4 输入/输出控制方式	161
6.2 中断系统概述	164
6.2.1 中断的基本概念	164
6.2.2 中断处理系统	164
6.3 8086 CPU 的中断方式	167
6.3.1 8086 CPU 的中断类型	168
6.3.2 中断向量表与中断向量的获取	169
6.3.3 8086 CPU 的中断响应与处理过程	169
6.4 可编程中断控制器 8259A	171
6.4.1 8259A 的内部结构和引脚	171
6.4.2 8259A 的工作方式	173
6.4.3 8259A 的编程	175
6.4.4 8259A 的中断级联	179
6.4.5 8259A 的应用实例	180
习 题	183
7 可编程并行接口芯片 8255A	184
7.1 并行接口和串行接口概述	184
7.2 8255A 的控制字及工作方式	189
7.2.1 8255A 的控制字	189
7.2.2 8255A 的工作方式	191
7.3 8255A 的应用举例	198
习 题	201

8 可编程定时/计数器 8253	203
8.1 概 述	203
8.1.1 定时/计数的基本概念	203
8.1.2 实现定时和计数的方法	203
8.2 可编程定时/计数器 8253	204
8.2.1 8253 的主要功能	204
8.2.2 8253 的内部结构与外部引脚	204
8.2.3 8253 的工作方式	207
8.2.4 8253 的方式控制字和初始化编程	212
8.2.5 8253 的应用设计举例	215
习 题	219
9 可编程串行通信接口芯片 8251A	221
9.1 串行通信概述	221
9.1.1 并行通信与串行通信	221
9.1.2 串行通信的基本概念	222
9.1.3 串行通信接口标准	226
9.1.4 串行通信接口典型结构	228
9.2 可编程串行通信接口芯片 8251A	229
9.2.1 8251A 的结构和引脚	230
9.2.2 8251A 的控制字及工作方式	233
9.2.3 8251A 的初始化及应用设计举例	236
习 题	243
参考文献	245

1 微型计算机概述



1.1 计算机和微型计算机的发展

1.1.1 计算机的发展

计算机技术的飞速发展，带来人类生活、学习和科学研究各个领域的技术革命，计算机知识和应用技能已成为人类知识经济的重要组成部分。

1946 年，人类第一台电子计算机 ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) 问世。它的体积约 85 立方米，占地面积约 170 平方米，重约 30 吨；有 18 000 多只电子管，功率 140 千瓦，价值 40 多万美元；它只能存储 750 条指令，每秒钟只能进行 360 次乘法运算。性能上与现代的通用微型计算机相比相差甚远。其后几十年的发展历史中，计算机经历了电子管、晶体管、中小规模集成电路和大规模、超大规模集成电路几个阶段。

计算机技术的发展对社会进步产生了巨大的影响。今天，计算机及其应用技术的发展速度、深度及其广度，都远远超过了历史上任何一种技术手段和装备，在国防、科学研究、政治经济、教育文化等方面无所不及。计算机应用技术引起了社会各领域的巨大变革。

1.1.2 微型计算机的发展

20 世纪 70 年代初期，由于微电子技术和超大规模集成技术的发展，导致了以微处理器为核心的微型计算机的诞生。目前微型机低廉的价格使其真正能够在各行各业应用，能够深

人到办公室甚至家庭,形成个人计算机(Personal Computer,简称PC)。微型计算机(Microcomputer)与其他计算机的区别在于它的中央处理器CPU(Central Processing Unit)是采用超大规模集成技术集成在一块硅片上的,又称其为微处理器(Microprocessor)。微型计算机的发展是以微处理器的发展为表征的,以字长和功能来计,微处理器的发展经历了如下几个阶段:

(1) 1971—1973年为4位或8位低文件微处理器和微型计算机时代。典型的CPU产品是Intel 4004和Intel 8008,其基本特点是采用PMOS工艺,集成度低(1 200~2 000晶体管/片),系统结构与指令比较简单,且速度慢(基本指令执行时间为10~20 μ s),主要应用于家用电器和简单控制场合。

(2) 1974—1977年为8位中文件微处理器和微型计算机时代。典型的CPU产品有Intel 8080、Zilog-Z 80和Motorola公司的MC6800,它们的显著特点是采用了NMOD工艺,集成度提高约4倍(5 000~9 000晶体管/片),速度提高了10~15倍(基本指令执行时间为1~2 μ s),系统结构与指令都比较完善,广泛应用于电子仪器、现金出纳机和打印机等。

(3) 1978—1984年为16位微处理器和微型计算机时代。典型的CPU产品有8086、8088、Z8000和MC68000。这一代CPU的主要特点是采用HMOS工艺,其集成度(达20 000~70 000晶体管/片)和速度(基本指令执行时间为0.5 μ s)都比8位微处理器提高了一个数量级。体系结构与指令更为完善与丰富,采用了多级中断、多种寻址方式、段式寄存器等结构。

8086和8088CPU都拥有20条地址线,内存直接寻址范围为 $2^{20}=1$ MB,主频为4.77 MHz以上。8086和8088CPU在计算机史上第一次将CPU分成执行部件和接口部件BIU两部分,从而实现了流水线技术;在内存管理上引入了内存分段管理的概念。此外,它们还可以和同期推出的供浮点运算的8087协处理器配套使用。8086和8088CPU功能强大的指令集在条数上已超过小型计算机。IBM公司最早推出的IBM PC和IBM PC/XT机都采用8088主板。

1982年,Intel公司还推出了性能更高的16位CPU80286(以80287作为它的协处理器),它有24条地址线,内存寻址范围为16 MB,主频为6 MHz以上。它将CPU中的BIU分成地址单元AU、指令单元IU和总线单元BU三部分,并利用IU进行预译码来进一步提高速度。在内存管理方面引入保护虚地址方式,并可提供 $2^{30}=1$ GB的虚拟内存空间,将部分外存信息有条件地与内存信息交换,从使用角度看,大大扩大了有限的内存容量。同时利用有效的特权保护可使由286CPU构成的IBM PC/AT(286机)支持多用户。286机具有实地址和保护虚地址两种工作方式。

(4) 1985—1992年为32位微处理器和微型计算机时代。与16位微处理器相比,32位微处理器从体系结构设计上有了概念性的改革与革新。典型的CPU产品是Intel 80386、80486和Motorola公司的MC68030、68040等。这一代微处理器大多采用了HMOS或CMOS工艺,其集成度高达100万只晶体管/片,基本指令执行时间一般在25 MIPS,为微型计算机带来了小型机的性能。它们具有32条地址线,内存寻址范围为4GB。Intel 80386工作主频在16 MHz以上,以80387为协处理器。为了与16位外设兼容,1988年Intel公司还推出了数据总线内32位外16位的80386SX,仍用80287作协处理器,其他结构则与386相同。Intel 80386有实地址、保护虚地址和虚拟8086(即可在机器上同时运行实地址、保护虚地址等不同方式的程序)三种工作方式。此外,为加快记忆体操作,还引入了高速缓冲存储器Cache,这样可将具体数据运算从慢速的动态RAM(DRAM)调整到SRAM中进行。

1989、1990 和 1992 年, Intel 公司相继推出 80486DX、80486SX 和 80486DX2 CPU, 其工作主频提高到了 50 MHz 以上。

(5) 1993 年, Intel 公司推出了外部数据总线 64 位的 Pentium (俗称 586, 奔腾) CPU, 进入了 64 位高文件微处理器和微型计算机时代。Pentium 采用了 $0.6\ \mu\text{s}$ 的静态 CMOS 工艺, 芯片内集成了 310 万只晶体管。其地址线为 32 位, 寻址范围是 4 GB, 工作主频在 60 MHz 以上。Pentium CPU 芯片在 486 基础上采用了全新的体系, 重新设计了增强型的浮点运算器, 速度比 486 提高 3~5 倍, 将程序 Cache 和资料 Cache 分开 (各为 8 KB), 以减少等待及移动资料的次数和时间。它还增加了分支目标缓冲器, 以预测分支指令结果, 提前安排指令执行顺序。最重要的是采用了超标量流水线结构, 允许多条指令同时执行, 大大提高了效率。具体设置有两条指令流水线和独立的超标量执行单元, 在同一时钟内可同时发两条整数指令或一条浮点 (某些情况还能再送一条整数) 指令, 并将常用指令固化以便硬件速度执行。

1995 年, Intel 推出的 Pentium Pro (俗称高能奔腾) 也是一种 64 位 CPU, 其中集成了 550 万只晶体管。地址线为 36 条, 寻址范围为 64GB, 其主频已提高到 133 MHz 以上, 具有两倍 Pentium 的性能。它的主要改进表现在两个方面: 一是采用了动态执行技术。除了 Pentium 具有的转移指令预测功能外, 还可通过提前对指令间数据流的相互关系进行分析, 对指令流进行优化重排, 保证了超标量执行单元能满负荷工作。二是将二级 Cache (以加快内存的操作, PC Pentium 机中除了主芯片内含有 Cache 外, 在主板上又安装了 256~512 KB 的二级 Cache) 也集成在同一块芯片上, 从而在芯片内形成双重独立总线, 有效地提高了性能。

随着多媒体技术的融入, 在 1996—1997 年, Intel 公司相继推出了基于 Pentium 和 Pentium Pro 芯片, 附加多媒体声像处理指令 (共 57 条) 的 CPU, 称为“具有 MMX 技术的 Pentium 和 Pentium Pro”, 其型号分别为 P55C 和 Pentium II (简称 P II)。由 P55C 和 P II 构成的 PC 机分别称为多能奔腾机和 P II 机 (即奔腾二代), 它们比较适用于多媒体应用领域。

1999 年 2 月, Intel 公司再次推出 64 位的 CPU Pentium III (简称 P III), 主频 450 MHz 以上, 具有 32 KB 一级 Cache, 512 KB 二级 Cache。它针对网络功能进行了优化, 并且新增 70 条 SSE (Streaming SIMD Extensions, 单指令多数据流扩展) 指令, 以提高 CPU 处理连接数据流的效率、浮点运算速度并加强多媒体功能。

2000 年 8 月, Intel 公司在 Intel Developer Forum Fall 2000 展示会上, 公开了配备 Pentium IV 的系统 (简称 P IV), P IV 系统的主频为 1.3/1.4 GHz。2001 年 2 月, Intel 公司在 Intel Developer, Forum Spring 2001 上又发布了新的 Pentium IV 的系统。相对于 P III 来说, P IV 在结构性能方面的一个最大的改进就是将指令高速缓存 (I-Cache) 与数据高速缓存 (D-Cache) 分开, 以加快内部数据的执行速度。

在推出 P IV 的同时, Intel 公司已经为市场准备了 64 位的新一代微处理器, 代号为 Merced 的 Itanium (安腾)。与以往的 64 位 CPU 不同, Itanium 引入了许多新概念和新技术, 其目标是带领 CPU 市场跨入新型 64 位新时代。

80X86/Pentium 系列是当今微型计算机世界占绝对优势的 CPU, 包括 80X86 系列和 Pentium 系列。80X86 系列: 8088、8086、80286、80386、80486 以 Intel 公司 1978 年推出 16 位的 8086, 次年推出的外部数据总线为 8 位的 8088 (为便于和大部分 8 位外设相连接) 为标志。Pentium 系列: Pentium、PentiumPro、PentiumMMX、Pentium II、Pentium III 及 Pentium IV, 俗称 586, 中文名奔腾。

1.2 微型计算机系统概述

1.2.1 微型计算机系统

1946 年，美籍匈牙利数学家冯·诺依曼（John Von Neuman）等人在一篇“关于电子计算机器逻辑设计的初步探讨”论文中，第一次提出了计算机组成和工作方式的基本思想，其主要内容是：

- （1）计算机应由运算器、控制器、存储器、输入和输出设备等五部分组成。
 - （2）存储器不但能存放数据，也能存放程序。数据和程序均以二进制数码形式在机器内存放。计算机能自动识别数据和程序。
 - （3）编好的程序事先存入存储器中。计算机在指令计数器控制下，自动高速执行。
- 目前，虽然计算机已取得惊人的进步，但究其本质，仍属冯·诺依曼结构体系。
- 我们知道，微型计算机系统由硬件和软件两大部分组成。硬件指组成计算机的设备实体；软件是相对于硬件而言的，指计算机运行所需的各种程序，广义地讲还包括各种信息。
- 硬件和软件系统本身还可细分为更多的子系统，如图 1.1 所示。

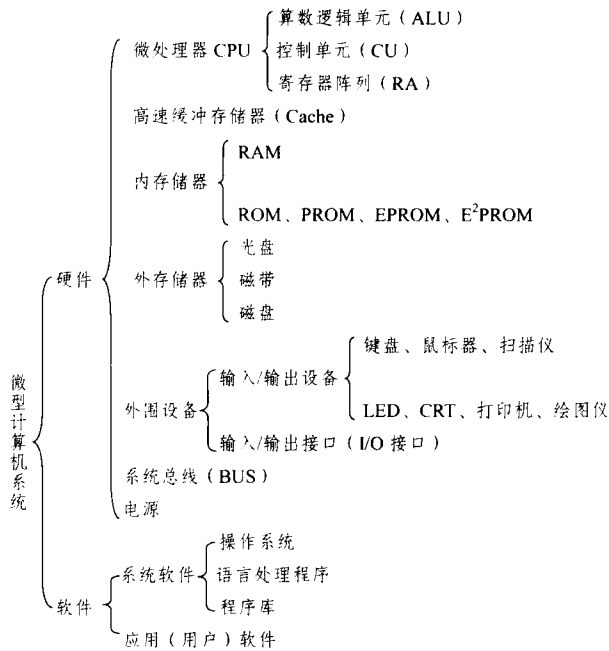


图 1.1 微型计算机系统组成

1.2.2 微型计算机硬件系统

微型计算机的硬件主要由以下五个部分组成：① 微处理器 CPU；② 内存储器（RAM、

ROM); ③ 外存储器 (磁盘、磁带、光盘); ④ 输入、输出设备; ⑤ 总线 (BUS)。其系统结构如图 1.2 所示。

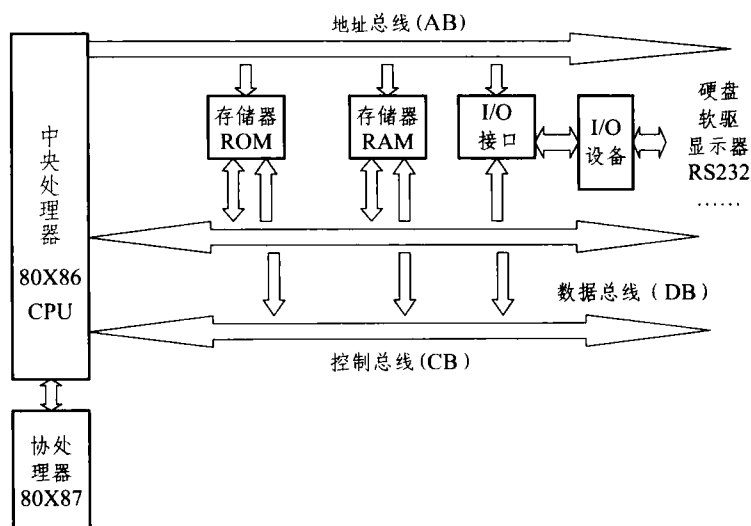


图 1.2 微型计算机硬件系统结构

1. 微处理器 CPU 内部总线

微处理器是整个微型计算机硬件控制指挥中心，不同型号的微型计算机性能的差别首先在于微处理器性能的不同。但无论哪种微处理器，其基本结构、基本部件的作用都是相同的。微处理器的基本组成如图 1.3 所示。

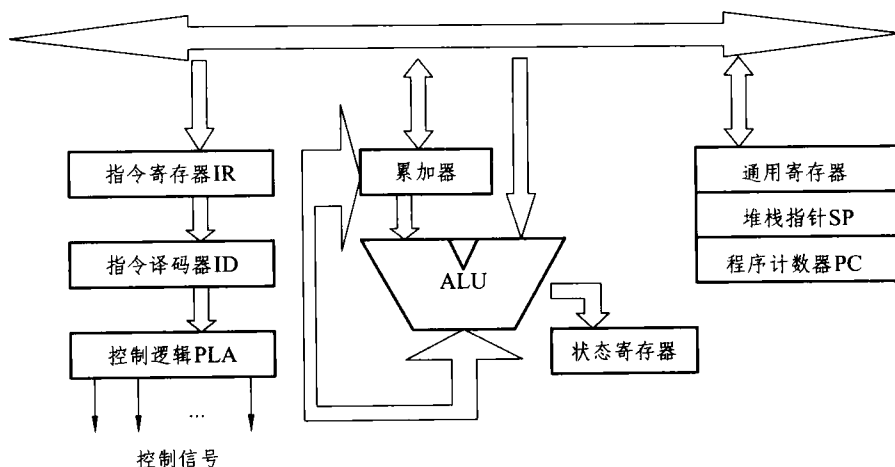


图 1.3 微处理器 CPU 内部组成

微处理器包括运算器和控制器两部分。

(1) 运算器部分：

① 算术逻辑单元 ALU (Arithmetic Logic Unit)。

ALU 是微型计算机运算部分核心, 在控制信号作用下可完成加、减、乘、除四则运算, 还可进行与、或、非和异或等逻辑运算。

② 累加器 ACC (Accumulator)。

ACC 是通用寄存器中的一个, 它提供送入 ALU 的两个操作数中的一个, 而运算后的结果送回 ACC。因为它跟 ALU 联系特别密切, 故常把它划出, 而不归在通用寄存器组中。

③ 状态寄存器 FR (Flag Register)。

FR 用来记录计算机运行的某些重要状态, 在必要时, 根据这些状态控制 CPU 的运行。

④ 寄存器组 RS (Resisters)。

RS 用来加快运算和处理速度。计算机访问存储器要比访问寄存器慢得多。因此, 在需要反复使用某些数据或中间结果时, 可将其暂时存放在 RS 中, 避免反复访问存储器, 提高执行速度。

⑤ 堆栈和堆栈指针寄存器 SP。

堆栈是一组寄存器或存储器中某一指定区域, 在计算机中广泛使用“堆栈”作为信息的一种存取方式。堆栈中信息的存入 (进栈 Push) 与取出 (弹出 Pop) 过程好像仓库中货物的堆放过程, 最后存放的货物堆放在顶部, 最先取出。这种方式称为“后进先出”或称为“先进后出”。

堆栈指针 SP 用来指示栈顶地址, 其初值由程序员设定。向下生长型堆栈, 当数据压入堆栈时, SP 自动减 1 指向新的栈顶; 当数据从栈中弹出时, SP 自动加 1 同样指向新的栈顶。

(2) 控制器部分:

① 程序计数器 PC (Program Counter)。

PC 用来记住当前要执行的指令地址码。

② 指令寄存器 IR (Instructional Register)、指令译码器 ID 及控制信号发生电路。

这部分是整个微处理器的指挥控制中心, 它控制和协调整微型计算机有序的工作。它根据用户预先编好的程序, 在 PC 指导下, 依次从存储器中取出各条指令, 放在指令寄存器中, 通过指令译码确定应该进行什么操作, 然后通过控制逻辑在确定的时间, 往确定的地方发出控制信号。

2. 内存存储器

微型计算机系统的内存存储器由超大规模集成芯片构成, 主要用来存储数据和程序。内存存储器的工作过程大致如下: 计算机在处理前, 预先把程序和原始数据存放于内存存储器中, 在处理过程中, 由它向控制器提供指令代码, 然后根据处理需要, 随时向运算器提供数据, 并且把运算结果或中间结果存储起来。

内存存储器一般分为随机存取存储器 RAM (Random Access Memory) 和只读存储器 ROM (Read Only Memory)。RAM 可以读出数据和重新写上新的数据, ROM 是事先把数据写入, 使用时只能读出, 不能改写。

无论是 ROM 还是 RAM, 都是按字节组成的存储单元, 每个字节有一个地址码与之相对应, 通过给定地址码可以随意访问该地址所对应的单元。

计算机存储器系统大部分为 RAM。

3. 外存储器

内存存储器工作速度较高,和 CPU 的速度基本相匹配,但由于价格的原因,内存存储器容量不宜做得太大(通常小于 500 M 字节);且内存存储器上信息易丢失。为此引入了外存储器,外存储器一般属于外部设备,用来存储 CPU 不急用的信息,它不能直接和 CPU 交换数据,要通过接口电路将信息送到内存存储器中, CPU 才能使用。

外存储器的种类很多,目前用得最多的是磁盘存储器(包括硬盘和软盘)、光盘存储器等。

4. 输入/输出设备

输入/输出设备是微型计算机与外界通信联系的渠道。常用的输入设备有键盘、卡片、输入机、条形码识别装置、扫描仪等;常用的输出设备有 LED 显示器、CRT、打印机、绘图仪等。

输入/输出设备又称外围设备。

5. 总线 (BUS)

微型计算机与小型计算机或大型计算机在结构上最大的区别就是各组成部分之间的连接采用了“总线结构”。

总线实际上是一组导线,一般包括数据总线 DB (Data Bus)、地址总线 AB (Address Bus) 和控制总线 CB (Control Bus) 三种。

数据总线用来传输数据。8088CPU 与内部各部分的数据总线是 16 位, CPU 与存储器、I/O 端口的数据总线是 8 位,称为 16 位微处理器。80286CPU 内/外数据总线均是 16 位,是 16 位微处理器。80486CPU 数据总线有 32 位,是 32 位微处理器。

地址总线传输地址信息,用来寻址存储单元和 I/O 端口。地址总线的位数决定了系统内存的最大容量。8088/8086CPU 有 20 根地址线,可寻址 $2^{20} = 1 \text{ M}$ 内存;80286CPU 有 24 根地址线,可寻址 $2^{24} = 16 \text{ M}$ 内存;80486CPU 有 32 根地址线,可寻址 $2^{32} = 4 \text{ G}$ 内存。

控制总线用来传输控制信号,对不同的 CPU,控制总线的条数是不一样的。

地址总线通常是单向的,由 CPU 发出地址信息。数据总线是双向的。大部分控制总线是单向的,它们或是 CPU 发出的操作命令,或是其他部件向 CPU 提出的请求信号。

1.2.3 微型计算机软件系统

计算机软件系统包括计算机运行所需的各种程序、数据、文件等。实际中常狭义地把程序与软件等同起来。

软件系统可分为系统软件和应用软件两大类。

1. 系统软件

管理计算机本身、支持应用软件的开发与运行的软件统称为系统软件,主要包括以下

几种类型：面向计算机管理的软件，如操作系统等；各种语言和它们的汇编或解释、编译程序；程序库。

（1）操作系统。

操作系统是管理计算机系统、协调各模块动作的程序系统。规模较大、功能较强和较为复杂的称为操作系统（如 PC 机上运行的系统）；规模较小、功能较弱和较为简单地称为监控程序（如单板机上运行的程序）。

操作系统为用户提供一套功能很强的命令——操作系统语言，用户通过命令调用有关程序就能方便高效地使用计算机。操作系统通常都由生产厂家提供。

操作系统实际上是一个相当大的程序系统，它本身又由许多程序组成，主要包括：

- ① 管理磁盘的程序。
- ② 管理输入/输出的程序。
- ③ 管理 CPU、内存储器的程序
- ④ 处理中断的程序
- ⑤ 管理程序库、语言处理程序的程序。
- ⑥ 管理应用程序的程序。

（2）语言处理程序。

计算机语言是人与计算机通信的工具，计算机只懂得机器语言程序：人们用机器指令码来编写的程序。机器语言无明显特征，不好理解和记忆，编制程序时容易出错。

把机器语言的操作码用助记符代替、地址用符号代替就是汇编语言。汇编语言使指令易于理解和便于交流。当然，用汇编语言编写的程序（称为源程序）必须经过翻译，变成机器码表示的程序（称为目标程序），机器才能识别和执行。这样的翻译过程称为汇编，翻译程序称为汇编程序。对不同的机器，其机器指令是不通用的，即机器语言和汇编语言必须对应机器指令，不能脱离具体的机器，故称为低级语言。

各种高级语言所用语句与实际问题更接近，编写程序更容易，尤其是各种高级语言脱离了具体的机器，具有很强的通用性。目前常用的高级语言有 200 多种，用得最多最广的有：BASIC、FORTRAN、COBOL、PASCAL 和 C 语言。

计算机在执行时，也必须将用高级语言编写的源程序翻译成目标程序，这样的翻译程序称为解释程序或编译程序。

（3）程序库。

为了扩大计算机的功能，便于用户使用，机器中设置了各种标准的子程序，这些子程序的总和就形成了程序库。

2. 应用软件

用户利用计算机以及各种系统软件，在各自领域中为解决各种实际问题而开发使用的软件统称为应用软件。如天气预报中的数据处理、建筑业中的框架设计、企业的财务管理、工厂的仓库管理、学校的辅助教学，等等。