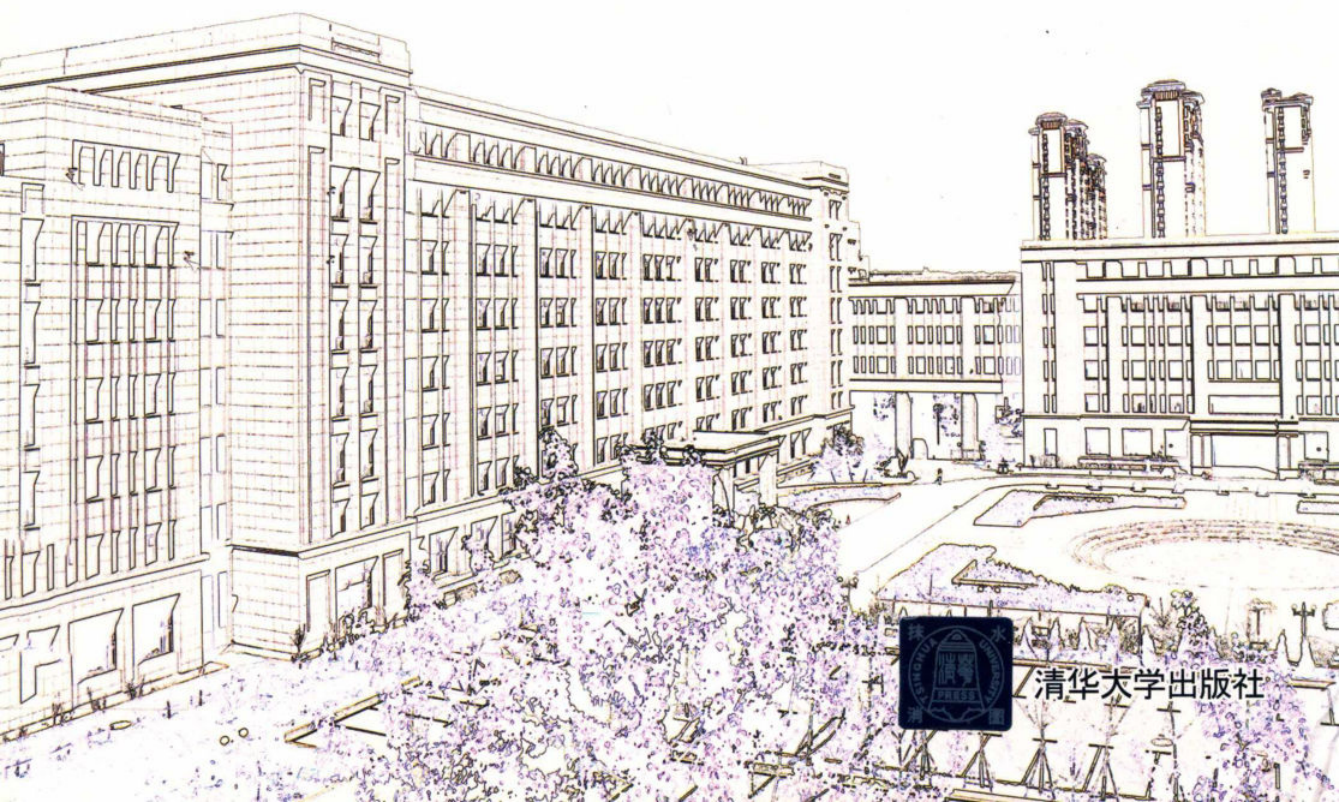


全国普通高校
电子信息与
电气学科
基础规划教材

微机原理与接口技术

主编 陈波 副主编 胡玲艳 张志新



清华大学出版社

全国普通高校电子信息与电气学科基础规划教材

微机原理与接口技术

主编 陈波

副主编 胡玲艳 张志新

参编 顾晓冬 王运明 李晓梅 高秀娥

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书分为基本原理、基本接口及典型应用三篇,全面而又系统地介绍了微型计算机的工作原理、典型接口及其应用。基本原理篇主要内容包括微型计算机发展概述、8086 微处理器、8086 指令系统与汇编语言程序设计、存储器设计;基本接口篇主要内容包括输入/输出接口、中断系统、常见外围可编程接口芯片、数模转换接口;典型应用篇主要内容包括微型计算机应用系统设计基础、微型计算机应用系统设计举例。本书内容精练、层次清楚,既注重理论与实践相结合,又注重应用性与系统性相结合。

本书可作为普通高等院校和职业技术学院计算机及电类相关专业的教材和教学参考书,也可供相关工程技术人员自学和参考。

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

微机原理与接口技术/陈波主编. —北京:清华大学出版社,2019

(全国普通高校电子信息与电气学科基础规划教材)

ISBN 978-7-302-51300-1

I. ①微… II. ①陈… 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(2018)第 223823 号

责任编辑:王 芳 李 晔

封面设计:傅瑞学

责任校对:梁 毅

责任印制:沈 露

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

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京市庆全新光印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:17.75

字 数:428 千字

版 次:2019 年 4 月第 1 版

印 次:2019 年 4 月第 1 次印刷

定 价:49.00 元

产品编号:075839-01

前言

本书为电子信息类或其他工科类专业的专业基础课程“微机原理与接口技术”的教学而编写,目的是使学生掌握微型计算机的工作原理、基本接口技术与典型应用设计,使学生具有汇编语言编程、硬件接口电路设计、典型应用系统设计的初步能力,达到学懂、学通、能实际应用的水平。本书的主要特点是:

1. 系统性与实用性相结合

本书注重知识的系统性。全书分为基本原理、基本接口与典型应用三篇,第一篇侧重介绍微型计算机组成 8086 指令系统及其汇编语言程序设计等基本理论;第二篇侧重介绍输入/输出、中断、可编程芯片、数模转换等典型接口;第三篇侧重介绍微型计算机应用系统设计基础及应用系统设计。与此同时,本书还注重知识的实用性。在本书的编写过程中,注意深入浅出、循序渐进,注重从理论基础到实践应用的过渡;为了便于读者理解,配以较多的知识点应用实例,并力求内容精练,取材新颖,具有一定的参考价值和实用价值。

2. 注重理论与实践相结合

本书贯穿了集基本原理、典型接口及其应用于一体的思想,重点突出理论与实践的结合。本书包含步进电机控制系统设计、十字路口交通灯控制系统、人体阻抗测量系统三个应用实例,这些实例均来自于作者多年的科研总结和项目成果,能够激发学生的学习兴趣。本书注重基本原理、典型接口知识讲解的实例化,在介绍原理、概念及功能之后,结合实例说明它们的应用。通过这种方式,使读者在获得知识的同时,还能够学会灵活地运用这些知识。

参加本书编写的作者均为具有多年教学和科研经验的一线教师,并在电子系统设计、计算机接口设计等方面承担过相关课题。其中,陈波负责全书内容的修改和最终定稿,并编写了部分章节;参加第一篇编写的有李晓梅、高秀娥;参加第二篇编写的有顾晓冬、胡玲艳、王运明;参加第三篇编写的有张志新、张然。同时,李家豪、左思铭、张薇、范贵川、郭庆汝、张文龙等研究生也参与了本书的编写工作。

在本书编写过程中得到了全国高等学校计算机教育研究会、清华大学出版社和大连大学教务处的的大力支持,在此表示诚挚的谢意。

由于微机接口技术发展迅速,再加上作者水平有限,书中难免会有不足之处,希望得到广大同仁和读者的批评指正。

编 者

2018 年 8 月

第一篇 基本原理

第 1 章 微型计算机概述	3
1.1 微型计算机发展概述	3
1.1.1 微型计算机发展概述	3
1.1.2 微处理器发展概述	4
1.1.3 Intel 和 AMD 的区别	7
1.2 微型计算机组成与结构	7
1.2.1 冯·诺依曼计算机结构	7
1.2.2 微型计算机的硬件系统	9
1.2.3 计算机系统的层次结构	12
1.2.4 计算机的性能指标	14
1.3 计算机中数的表示与编码	15
1.3.1 数制及其相互转换	15
1.3.2 符号数的表示	21
1.3.3 定点数和浮点数	25
1.3.4 字符编码	27
习题	28
第 2 章 8086 微处理器	30
2.1 8086 编程结构	30
2.1.1 总线接口部件	30
2.1.2 执行部件	32
2.2 8086 存储器组织	35
2.2.1 存储器地址的分段	35
2.2.2 物理地址的形成	35
2.2.3 逻辑地址的来源	36
2.3 8086 CPU 的引脚信号及工作模式	37
2.3.1 8086/8088 的引脚信号	37
2.3.2 8086 两种工作模式	38
2.4 8086 CPU 总线操作时序	42
2.4.1 时序的基本概念	42
2.4.2 典型时序	46

习题	53
第3章 8086 指令系统与汇编语言程序设计	54
3.1 8086 指令格式与寻址方式	54
3.1.1 指令格式	54
3.1.2 指令的寻址方式	55
3.2 8086 指令系统	61
3.2.1 概述	61
3.2.2 数据传送指令	62
3.2.3 算术运算指令	67
3.2.4 逻辑操作指令	75
3.2.5 字符串操作指令	78
3.2.6 程序控制转移指令	82
3.2.7 处理器控制指令	87
3.3 汇编语言编程格式	90
3.3.1 汇编语言程序结构	90
3.3.2 汇编语言程序语句	90
3.3.3 伪指令	97
3.3.4 上机过程	101
3.4 汇编语言程序设计	102
3.4.1 顺序程序设计	102
3.4.2 分支程序设计	103
3.4.3 循环程序设计	104
3.4.4 子程序设计	106
3.4.5 应用举例	109
习题	116
第4章 存储器设计	120
4.1 存储器概述	120
4.1.1 存储器类型	120
4.1.2 存储器主要技术指标	121
4.2 随机存储器 RAM	122
4.2.1 静态随机存储器 SRAM	122
4.2.2 动态随机存储器 DRAM	125
4.3 只读存储器 ROM	126
4.3.1 掩膜型 ROM 和可编程 ROM	126
4.3.2 可编程可擦除 ROM	127
4.3.3 电可擦除可编程 ROM	129

4.3.4 闪存	130
4.4 存储器系统设计	131
4.4.1 存储器地址译码	131
4.4.2 地址译码电路设计	135
习题	136

第二篇 基本接口

第5章 输入/输出接口	141
5.1 I/O 接口概述	141
5.1.1 I/O 接口的主要功能	141
5.1.2 CPU 与 I/O 设备之间的接口信息	142
5.1.3 I/O 接口的典型结构	143
5.1.4 I/O 编址方式	143
5.1.5 I/O 寻址方式	144
5.2 CPU 与外设数据传送方式	144
5.2.1 程序控制方式	144
5.2.2 中断方式	148
5.2.3 直接存储器存取方式	148
习题	149
第6章 中断系统	150
6.1 中断基本概念	150
6.1.1 中断的基本概念	150
6.1.2 中断的分类	151
6.2 8086 中断系统	152
6.2.1 中断系统	152
6.2.2 中断向量表	155
6.2.3 中断响应过程	156
6.3 可编程中断控制器 8259A	158
6.3.1 内部结构引脚	158
6.3.2 工作方式	160
6.3.3 编程及应用举例	162
习题	167
第7章 常见外围可编程接口芯片	168
7.1 定时器/计数器接口 8253	168
7.1.1 8253 的结构和功能	168

7.1.2	8253 初始化编程	171
7.1.3	8253 的工作方式	172
7.1.4	定时器的应用	174
7.2	并行接口 8255A	177
7.2.1	8255A 的结构和功能	177
7.2.2	8255A 的控制字	179
7.2.3	8255A 的工作方式和 C 口状态字	181
7.2.4	8255A 的应用	187
7.3	串行通信及串行通信接口 8251A	191
7.3.1	串行通信基本概念	192
7.3.2	8251A 的结构和功能	194
7.3.3	8251A 初始化编程	201
7.3.4	EIARS-232C 串行口和 8251A 应用举例	206
7.4	DMA 控制接口 8237A	210
7.4.1	8237A 的内部结构和引脚	210
7.4.2	8237A 的工作周期和时序	216
7.4.3	8237A 的工作方式和传送类型	217
7.4.4	8237A 的软件命令	218
7.4.5	8237A 的应用	219
习题		220
第 8 章	数模转换接口	222
8.1	A/D 转换	222
8.1.1	A/D 转换器的基本概念	222
8.1.2	典型 A/D 转换器 ADC0808/0809	224
8.1.3	A/D 转换器的应用	226
8.2	D/A 转换	227
8.2.1	D/A 转换器的基本概念	228
8.2.2	典型 D/A 转换器 ADC0832	229
8.2.3	D/A 转换器的应用	232
习题		234

第三篇 典型应用

第 9 章	微型计算机应用系统设计	239
9.1	项目开发流程	239
9.1.1	概述	239
9.1.2	需求分析	239

9.1.3 总体设计	239
9.2 硬件电路设计	240
9.2.1 PCB 设计原则	240
9.2.2 最小系统电路焊接与检查	241
9.3 软件开发	242
9.3.1 开发过程	243
9.3.2 项目构建与程序调试	243
9.4 程序存储器编程	244
9.4.1 程序存储器编程方法	244
9.4.2 在线编程	245
9.4.3 程序下载	245
9.5 综合调试	245
习题	246
第 10 章 微型计算机应用系统举例	247
10.1 步进电机控制系统设计	247
10.1.1 系统总体方案	247
10.1.2 硬件电路设计	247
10.1.3 程序设计	249
10.2 十字路口交通灯控制系统设计	252
10.2.1 系统总体方案	252
10.2.2 硬件电路设计	253
10.2.3 程序设计	253
10.3 人体阻抗测量系统设计	257
10.3.1 系统总体方案	258
10.3.2 阻抗测量电路设计	258
10.3.3 程序设计	266
习题	270
附录 ASCII 码表	271

第一篇 基本原理

第1章 微型计算机概述

本章学习目标

- 了解微型计算机发展;
- 掌握微型计算机组成与结构;
- 熟练掌握计算机中数的表示和编码。

本章首先概述微型计算机及微处理器的发展,再介绍微型计算机组成、结构、层次与性能指标,最后介绍计算机中数的表示与编码。

1.1 微型计算机发展概述

微型计算机发展概述包含以下方面:

- 微型计算机发展概述;
- 微处理器发展概述。

1.1.1 微型计算机发展概述

1946年2月,在美国宾夕法尼亚大学的莫尔学院,由物理学博士莫克利(J. W. Mauchly)和电气工程师埃克特(J. P. Eckert)领导的小组研制成了世界上第一台数字式电子计算机ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Calculator)。

1944年夏,著名数学家冯·诺依曼(Von Neumann)偶然获知ENIAC的研制。在以后的10个月里,他参加了为改进ENIAC而举行的一系列专家会议,研究了新型计算机的系统结构,在由他执笔的报告里,提出了采用二进制计算、存储程序并在程序控制下自动执行的思想。按照这一思想,新机器将由5个部件构成,即运算部件、控制部件、存储部件、输入部件以及输出部件。以后,这种模式的计算机被称为“冯·诺依曼机”。

迄今为止,电子计算机的发展已经历了4代,虽然在某些方面有一些突破,但其基本结构没有大的变化。这4个发展阶段以硬件进步为主要标志,但也包括了软件技术的发展。

第一代(1946—1957年)——采用电子管为逻辑部件,以超声波延迟线、阴极射线管、磁芯和磁鼓为存储手段;软件上采用机器语言,后期采用汇编语言。

第二代(1957—1965年)——采用晶体管为逻辑部件,用磁芯、磁盘作内存和外存;软件上广泛采用高级语言,并出现了早期的操作系统。

第三代(1965—1971年)——采用中小规模集成电路为主要部件,以磁芯、半导体存储器和磁盘为内、外存储器;软件上广泛使用操作系统,出现了分时、实时等操作系统和计算机网络。

第四代(1971—)——采用大规模集成电路(LSI)、超大规模集成电路(VLSI)为主要部件,以半导体存储器和磁盘为内、外存储器;在软件方法上产生了结构化程序设计和面向对象程序设计的思想。本书将要介绍的微型计算机(Microcomputer)和微处理器(Microprocessor)也在这一阶段诞生并获得飞速发展。

微型计算机以大规模集成电路为主要部件,以控制器和运算器的微处理器为核心,具有体积小、重量轻、可靠性高、结构配置灵活、价格低廉等优点。近年来微型计算机发展迅猛,接下来让我们来回顾微型计算机的发展历史。

1971年,世界上第一台微型计算机诞生于美国。其诞生的经过是:1969年,一个日本的制造商要求美国的Intel公司为其高性能的可编程器设计一组芯片。设计人员将原方案由多个专用芯片修改为一个通用逻辑装置,该装置从半导体存储器中检出应用指令进行工作,于是世界上第一个微处理器芯片4004诞生。该芯片字长4位,集成了约2300个晶体管,每秒可进行6万次运算。以它为核心组成的MCS-4计算机是世界上第一台微型计算机。对于微型计算机的发展,一般以字长和典型的微处理器芯片作为划分标志。将微型计算机的发展划分成5个阶段。

(1) 第一个阶段(1971—1973年)主要是字长为4位的微型机和字长为8位的低档微型机。

(2) 第二个阶段(1974—1977年)主要是字长为8位的中、高档微型机。

(3) 第三个阶段(1978—1982年)主要是字长为16位的微型机。

(4) 第四个阶段(1983—1992年)主要是字长为32位的微型机。这一阶段的微处理器芯片有: Intel公司的80386/486/Pentium/Pentium II/Pentium III/Pentium 4等。

(5) 第五个阶段(1993—)出现了字长为64位的微处理器芯片。主要是面向服务器和 workstation等一些高端应用场合。

1.1.2 微处理器发展概述

从1971年以来,在短短的几十年内,微处理器的发展已经历了4代,并出现了第五代。

1. 第一代微处理器(1971—1973年)

4位和8位微处理器,典型产品为:

1971年 Intel 4004

1972年 Intel 8008

Intel 4004芯片采用PMOS工艺,集成度为2300只晶体管,时钟频率小于1MHz,平均指令执行时间为10~15 μ s,采用机器语言编程。这种微处理器为内嵌式处理器,又称灵巧型处理器(Smart),主要用在控制设备中,如现金计数器、交通灯控制等。

2. 第二代微处理器(1974—1977年)

8位处理器,典型产品为:

1974年 Intel 8080

1974年 Motorola MC6800

1975年 Zilog Z80

1976年 Intel 8085

Intel 8080微处理器采用NMOS工艺,集成度达4500只晶体管,时钟频率2MHz,平均指令执行时间1~2 μ s,寻址64KB内存空间。用它构成的微型计算机在结构上已具有计算机的体系结构,有中断和DMA等功能,指令系统较为完善,软件上也配备了汇编语言、BASIC和FORTRAN语言,使用单用户操作系统。

3. 第三代微处理器(1978—1982年)

16位微处理器,典型产品为:

1978年 Intel 8086

1979年 Zilog Z8000

1979 年 Motorola 6800

1982 年 Intel 80286、Motorola 68010

Intel 8086 微处理器采用 HMOS 工艺,集成度达 29 000 万只晶体管,时钟频率有 5MHz、8MHz、10MHz,平均指令执行时间 $0.5\mu\text{s}$ 。具有丰富的指令系统,采用多级终端、多重寻址方式、有段寄存器结构,配有磁盘操作系统、数据库管理系统和多种高级语言,性能超过了 20 世纪 70 年代的中低档小型机水平。

4. 第四代微处理器(1983—1992 年)

32 位微处理器,典型产品为:

1983 年 Zilog Z80000

1984 年 Motorola 68020

1985 年 Intel 80386

1989 年 Intel 80486、Motorola 68040

Intel 80386 CPU 采用 CHMOS 工艺,集成度高达 27.5 万只晶体管,时钟频率为 16~33MHz,平均指令执行时间小于 $0.1\mu\text{s}$ 。寻址能力高达 4GB,采用段页式存储器管理机制,提供带有存储器保护的虚拟存储,可管理 64TB 的虚拟存储空间。Intel 80486,集成度达 120 万只晶体管,主频有 25MHz、33MHz、50MHz。80486 不仅将浮点运算集成进芯片之内,又增加了 8KB 的片内高速缓存(Cache),内部数据总线宽度为 64 位。

5. 第五代微处理器(1993—)

典型产品为:

1993 年 Pentium

1995 年 Pentium Pro

1997 年 Pentium II

1999 年 Pentium III

2000 年 Pentium 4

2006 年 Core

随着人们对图形图像、实时视频处理、语音识别、CAD/CAM、大规模财务分析、大流量客户机/服务器应用等的需求日益迫切,第五代微处理器应运而生。

1) Pentium

1993 年 3 月 Intel 公司推出了当时最新微处理器 Pentium,主频为 60MHz(Pentium 系列主频有 66MHz、75MHz、90MHz、100MHz、120MHz、133MHz、150MHz、166MHz 和 200MHz),Pentium 应用亚微米的 CMOS 制造工艺,集成度高达 310 万只晶体管。Pentium 采用了全新的体系结构和超标量流水线设计。

2) Pentium Pro

Intel 公司于 1995 年推出 Pentium Pro,时钟频率有 150MHz、166MHz、180MHz、200MHz。Pentium Pro 内部集成了 550 万只晶体管,除了有内部 16KB 的一级高速缓冲存储器(L1)外,它使二级高速缓存 L2(256KB 或 512KB)同 CPU 紧密耦合在一个封装内,两级缓存器芯片之间用高频宽的内部通信总线互连。

3) Pentium II

1997 年 5 月,Intel 发布了基于新体系结构的微处理器 Pentium II (P II),带来了 CPU 的一次新的飞跃,主频分为 233MHz、266MHz、300MHz、333MHz、350MHz、400MHz 和 450MHz,其内部集成了 750 万只晶体管,采用深 $0.35\mu\text{m}$ 加工工艺,核心工作电压为 2.8V。

4) Pentium III

1999 年 2 月,Intel 公司发布了 Pentium 微处理器。这种微处理器采用 $0.25\mu\text{m}$ 工艺制造,内部集成 950 万只晶体管。这种微处理器具有以下新特点:主频为 450MHz,系统总线频率为 100MHz,双重独立总线,一级缓存 L1 为 32KB(16KB 指令缓存和 16KB 数据缓

存),二级缓存 L2 为 512KB,采用 SECC2 封装形式,增加了能够增强音频、视频和 3D 图形效果的 SSE(Streaming SIMD Extensions,数据流单数据多指令扩展)指令集(共 70 条新指令),工作电压 1.6V,能同时处理 4 个单精度浮点变量,提供全新的“处理器分离模式”。

5) Pentium 4

2000 年,Intel 发布了 Pentium 4,主频为 1.5~3.6GHz,采用了 Intel 公司的 Net-Burst 架构,流水线深度最大达到 31 级,从而极大地提高了 P4 CPU 的性能和频率。

6) Core 系列

2006 年,Intel 公司发布了新的处理器 Core(酷睿)系列。Core 处理器采用了 65nm 制造工艺,先进的双核架构,将两个处理器内核封装在一起,共享二级缓存和系统总线,可根据工作负载情况,将共享二级高速缓存动态分配到每个处理器内核。

7) 多核系列

自从 AMD 推出 64 位处理器后,Intel 公司就发起了多核处理器方案。2005 年 4 月,Intel 仓促推出简单封装双核的 Pentium D 和 Pentium 4 至尊版 840,AMD 在之后也发布了双核皓龙(Opteron)和速龙(Athlon)64X 和处理器。但真正的“双核元年”,则被认为是 2006 年,目前 CPU 多核发展迅速,内核数量增长较快,目前,已经出现四核、八核以及更高核数的处理器,CPU 的内核数目需要根据实际情况而定。

以 Intel 微处理器为代表,表 1.1 给出了微处理器性能的演进过程。

表 1.1 Intel 微处理器性能的演进表

性能 芯片	地址 总线	数据 总线	存储器寻 址空间	一级缓存	二级缓存	三级缓存	工作频率(Hz)	集成度 (只/片)
8080	16	8	64KB				2M	4 500
8088	20	8	1KB				5M	29 000
8086	20	16	1KB				5M、8M、10M	29 000
80286	24	16	16KB				12M、20M、25M	13.4 万
80386SX	24	16	16KB				16M、25M、33M	27.5 万
80386DX	32	32	4GB				16M、33M、40M	27.5 万
80486DX	32	32	4GB	8KB			25~100M	120 万
Pentium	32	64	4GB	16KB			66~200M	310 万
Pentium MMX	32/36	64	64GB	16KB			200~300M	450 万
Pentium Pro	36	64	64GB	16KB	256KB		150~200M	550 万
Pentium II	36	64	64GB	32KB	512KB		233~450M	750 万
Pentium II Xeon	36	64	64GB	32KB	512KB		350~450M	750 万
Pentium III	36	64	64GB	32KB	512KB		450M~1.4G	950 万
Pentium 4	36	64	64GB	32KB	256KB~2MB		1.3~3.8G	1.25 亿
Core	36	64	64GB	64KB	2~8MB		1.8~3.0G	2.91 亿
Core Xeon	40	64	1024GB	64KB	2~12MB		1.6~3.0G	8.2 亿
双核	64				512KB	6MB	1.7~3.7G	
四核	64				1MB	8MB	1.7~4.2G	
八核	256					16MB	1.7~4.7G	

1.1.3 Intel 和 AMD 的区别

酷睿 2 系列处理器与 AMD 的处理器一直以来都是内置内存控制器,所以对主板芯片组要求要低一些,不过现在 Intel 1 系列处理器也内置内存控制器,另外内置睿频加速功能, I5 和 I7 都是具备超线程技术,可以虚拟到 8 个核心同时多路执行,效率更高。AMD 高端产品具备 Turbo CORE 智能加速功能,和酷睿加速一样,都具备节电降频技术。但 AMD 制程工艺不如 Intel,现在 Intel 高端产品已经使用 32nm 制造工艺的处理器,在发热控制上和频率提升上都有很大优势,AMD 才刚刚挺近 45nm 制程,另外 K8 制程的 65nm 处理器(AM2 接口)无法使用 DDR3 内存。

1.2 微型计算机组成与结构

微型计算机系统包括硬件和软件两大部分。硬件(Hardware)是指构成计算机的实在的物理设备,是看得见、摸得着的物体,就像人的躯体。软件(Software)一般是指在计算机上运行的程序(广义的软件还包括由计算机管理的数据和有关的文档资料),是指示计算机工作的命令,就像人的思想。微型计算机主要是指微型计算机的硬件系统,当然其核心是处理器。微型计算机组成与结构包含以下方面:

- 冯·诺依曼计算机结构。
- 微型计算机的硬件结构。
- 计算机系统的层次结构。
- 计算机的性能指标。

1.2.1 冯·诺依曼计算机结构

1. 组成部件

冯·诺依曼计算机由五大部件组成:控制器、运算器、存储器、输入设备和输出设备。控制器是整个计算机的控制核心;运算器是对信息进行运算处理的部件;存储器用来存放数据和程序;输入设备将数据和程序转换成计算机内部所能识别和接收的信息方式,并顺序地把它送入存储器中;输出设备将计算机处理的结果以人们或其他机器能接受的形式送出。

原始的冯·诺依曼计算机在结构上是以运算器为中心的,但演变到现在,数字电子计算机已经转向以存储器为中心,如图 1.1 所示。由图 1.1 可知,计算机各部件之间的联系是通过两种信息流实现的。虚线代表数据流,实线代表控制流。数据由输入设备输入,存入存储器中;在运算过程中,数据从存储器读出,送到运算器进行处理;处理的结果存入存储器,或经输出设备输出;而这一切则是由控制器执行存于存储器中的指令实现的。

现代计算机在很多方面都对冯·诺依曼计算机结构进行了改进,例如,在现代计算机中,五大部件成为 3 个硬件子系统:处理器、存储系统和输入/输出系统。处理器(中央处理单元,CPU)包括运算器和控制器,是信息处理的中心部件。存储系统由寄存器、高速缓冲存储器、主存储器和辅助存储器几个层次构成。处理器和存储系统在信息处理中起主要作用,是计算机硬件的主体部分,通常被合称为主机。输入(Input)设备和输出(Output)设备

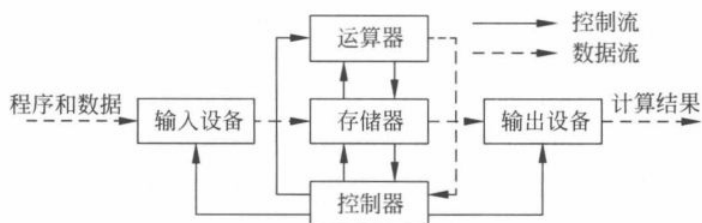


图 1.1 冯·诺依曼计算机结构

统称为外部设备,简称为外设或 I/O 设备。输入/输出系统的主体是外设,还包括外设与主机之间相互连接的接口电路。

2. 二进制编码

冯·诺依曼计算机采用二进制形式表示数据(Data)和指令(Instruction)。这说明现实中的一切数据(信息),包括控制计算机操作的指令,在计算机中都是一串 0 和 1 数码。这串数码是按照一定规律(即二进制编码规则)组合起来的。不同信息用不同的数码表示,同样的信息也可以按照不同的编码规则用不同的数码表示,以便计算机进行不同的处理。

指令是控制计算机操作的命令,是处理器不需要翻译就能识别(直接执行)的“母语”,即机器语言。程序虽然可以用 C、C++ 或 Java 等高级语言编写,但需要由编译程序或解释程序翻译成指令,才可以由处理器执行,所以程序是由指令构成的。

指令的二进制编码规则形成了指令代码格式,指令由操作码和地址码组成。指令操作码(Opcode)表明指令操作,例如,数据传送、加法运算等基本操作。操作数(Operand)是参与操作的数据,主要以寄存器或存储器地址形式指明数据的来源,所以也称为地址码。例如,数据传送指令的原地址和目的地址,加法指令的加数、被加数及和值,它们都是操作数。

3. 存储程序和程序控制

存储程序是把指令以代码的形式事先输入到计算机的主存储器中,这些指令按一定的规则组成程序。程序控制是指当计算机启动后,程序会控制计算机按规定的顺序逐条执行指令,自动完成预定的信息处理任务。因此,程序和数据在执行前需要存放在主存储器中,在执行时才从主存储器进入处理器。

主存储器是一个很大的信息存储库,被划分成许多存储单元。为了区分和识别各个存储单元,并按指定位置进行存取,给每个存储单元编排一个唯一的编号,称为存储单元地址(Memory Address)。在现代计算机中,主存储器是字节可寻址的(Byte Addressable),即主存储器的每个存储单元具有一个地址,保存一个字节(8 个二进制位)的信息。对存储器的基本操作是按照要求向指定地址(位置)存进(即写入,Write)或取出(即读出,Read)信息。只要指定位置就可以进行存取的方式,称为随机存取。

处理器的主要功能是从主存储器读取指令(简称取指),翻译指令代码(简称译码),然后执行指令所规定的操作(简称执行)。当一条指令执行完以后,处理器会自动地去取下一条将要执行的指令,重复上述过程直到整个程序执行完毕。处理器就是在重复进行“取指-译码-执行”周期(Fetch-Decode-Execute Cycle)的过程中完成了一条条指令的执行,实现了程序规定的任务。

处理器中包含一个程序计数器(Program Counter, PC)。处理器利用它确定下一条要