



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

计算机组成原理 及汇编语言

张思发 吴让仲 樊俊青

(第二版)



高等教育出版社

TP303/157

2007

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

计算机组成原理 及汇编语言

(第二版)

张思发 吴让仲 樊俊青

高等教育出版社

内容简介

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本书是为高等职业教育学生设计的教材,主要介绍 8086/8088(16 位)和 80x86(32 位)宏汇编语言程序设计的方法、技术以及计算机系统的体系结构和工作原理。第 1 章介绍计算机系统的基础知识;第 2 章讲述运算方法和运算器的基本工作原理;第 3 章说明存储系统组成结构及原理;第 4 章阐述 8086/8088(16 位)和 80x86(32 位)的寻址方式及指令系统;第 5 章叙述计算机的核心组成部件中央处理器(CPU)的结构及原理;第 6 章讲解 8086/8088(16 位)和 80x86(32 位)宏汇编语言的循环、分支、子程序在汇编程序中的应用及汇编语言程序设计技术;第 7 章讲授计算机系统中常见的总线技术;第 8 章介绍微型计算机接口技术及中断系统;第 9 章简要讲述计算机系统的常见外围设备及其应用。全书提供了大量实例,每章前面有本章学习目标,章后附有习题,并配有多媒体讲义及学习指导书,便于教师的教学及学生的自学与复习。

本书可以作为应用性、技能型人才培养的各类教育相关专业的教学参考用书,也可供各类培训、计算机从业人员和爱好者参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

计算机组成原理及汇编语言/张思发,吴让仲,樊俊青. —2 版. —北京:高等教育出版社,2007. 12

ISBN 978 - 7 - 04 - 022708 - 6

I. 计… II. ①张…②吴…③樊… III. ①计算机体系结构 - 高等学校 - 教材②汇编语言 - 程序设计 - 高等学校 - 教材 IV. TP303 TP313

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 166593 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010 - 58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 高等教育出版社印刷厂

开 本 787 × 1092 1/16
印 张 22.5
字 数 550 000

购书热线 010 - 58581118
免费咨询 800 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2003 年 7 月第 1 版
2007 年 12 月第 2 版
印 次 2007 年 12 月第 1 次印刷
定 价 28.10 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 22708 - 00

前 言

本书的第一版(2003年)经过几年的使用,已得到了读者的一致认可。编者一直在教学一线从事该课程的教学实践,对课程的教学改革进行了深入研究,同时也收集了同行的许多宝贵建议和意见。随着计算机技术的迅速发展,第一版的内容已显陈旧。本书是第二版。作为“十一五”国家级规划教材,本书共9章,建议安排90学时(包括上机)。本书较第一版作了相应的改动,吸收了近年来“计算机组成原理及汇编语言”课程体系中的新知识,保留了原书的特色和风格,删除了一些陈旧内容,增加了部分新内容,以适应时代发展的要求。

编写教材最难处理的就是取舍,当前计算机技术迅速发展,新技术、新方法、新标准不断涌现,如何将最为重要的知识传授给学生呢?经验说明,最重要的就是把计算机的基本原理讲清楚,删除陈旧的或与其他课程重叠的内容,同时增加新的内容,并注重理论与实际相结合,充分反映新理论、新技术、新标准,但是新的尚未成熟的内容则不宜写入教材。

多年来,编者通过教学工作的体验,在本书中以16位的指令系统和寻址方式为基础,增加了32位的指令系统和寻址方式、中央处理器CPU的新技术、微型CPU的发展和封装。在汇编程序设计部分,压缩了16位汇编的内容,增加了32位宏汇编的内容,相应的接口技术也补充了32位寻址方式。编者感到将这些内容加以系统地介绍十分必要。因此,它们也就成为修订时增加内容的重要部分,也是本书修订的特色。

第二版的修订主要由张思发、吴让仲及樊俊青完成。陈刚教授对全书进行了细致的审稿,刘斌舫副教授也对本书提出了许多建设性意见,同时得到了许多读者和同仁的关注和建议,特在此表示感谢!

由于编者的水平有限,书中难免还存在一些缺点和错误,恳请广大读者批评指正。

编 者

2007年7月

第一版前言

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材,由从事过多年“计算机组成原理”和“IBM 宏汇编语言程序设计”教学的教师及从事该方面研究的科研人员编写,语言通俗易懂,内容新颖,体系结构完整。高职高专教育有自身的特点,正如“振兴计划”中指出的:高等职业教育必须面向地区经济建设和社会发展,适应就业市场的实际需要,培养生产、服务、管理第一线需要的适用人才,真正办出特色。培养出符合国家建设需要的高素质应用性人才是高职高专发展的根本目的。

本书特色:本书始终贯彻 1 条红线和 3 条辅线。

红线:以适用、实用、会用、通用,符合社会的实际需要,方便学生自学,培养学生的动手能力为红线,贯彻整本书。本书编写中密切联系社会的实际发展需要,培养学生的动手能力。本书编写中,内容符合当前行业的新知识、新技术及新方法,学生上岗后能将所学的知识应用于实践中。本书适合高职高专计算机类及电子类、自控类、会计电算化等专业使用,也可作为技术学院、师范学院及职业大学等各类高等院校相关专业的教材。

辅线 1:语言通俗易懂、密切联系实际。本书语言通俗易懂,尽可能将专业名词和专业术语用平常语言来阐明,让学生学起来有亲切感,不吃力,适当的地方补充插图。

辅线 2:完整的知识体系结构。本书的编写中,省略了与其他课程重复的知识点,或者简要概括而过,补充一些本学科所需的知识点,使整个知识体系结构完整。学生通过学习,能对该学科有较全面的理解,并道出其所以然。本书另有配套的多媒体课件及相关的习题集、学习指导书,可方便学生自学及交互式教学。

辅线 3:联系学科前沿及边缘学科发展。在本书的编写过程中,体现目前的新技术、新知识、新方法,密切联系目前该学科国内外学术的发展方向,添加一些新的知识和边缘学科知识,拓宽学生的知识面,为学生以后的深造打下良好的基础。

本书共 9 章,建议安排 90 学时(包括上机)。本书由张思发、吴让仲担任主编,负责统编全稿。第 1、2 章由杨敏编写,第 3 章由许鸿文编写,第 4 章由吴让仲、许鸿文合编,第 5 章由吴让仲编写,第 6 章由樊俊青编写,第 7 章由侯强编写,第 8 章由樊俊青、侯强合编,第 9 章由常虹编写,附录由沈永珞编写。杨娟副教授给予了大力支持和帮助,在此表示衷心感谢!

由于编者水平有限,书中不妥或错误之处在所难免,殷切希望广大读者批评指正。

编 者

2002 年 8 月

目 录

第 I 章 计算机系统概论	1	1.7.3 光子计算机	24
1.1 计算机的发展状况	1	习题 1	24
1.1.1 计算机的发展	1		
1.1.2 微处理器的发展	2	第 2 章 运算方法和运算器	25
1.2 计算机的类别、特点及应用	3	2.1 数据与字符的机内表示	25
1.2.1 计算机的分类	3	2.1.1 数值数据在机内的表示	25
1.2.2 计算机的特点	4	2.1.2 非数值数据在机内的表示	29
1.2.3 计算机的应用	5	2.2 定点加法、减法运算	29
1.3 计算机系统的组成	7	2.2.1 补码加法运算	29
1.3.1 计算机硬件系统	7	2.2.2 补码减法运算	31
1.3.2 计算机软件系统	9	2.2.3 溢出概念及检测方法	31
1.3.3 计算机硬件系统和软件系统的 关系	9	2.2.4 基本的十进制加法/减法器	32
1.3.4 冯·诺依曼体系结构计算机 系统	10	2.2.5 十进制加法器	35
1.4 计算机系统结构	10	2.3 定点乘法运算	36
1.4.1 计算机系统的层次结构	10	2.3.1 原码 1 位乘法	37
1.4.2 软件与硬件的逻辑等价性	11	2.3.2 补码 1 位乘法	39
1.5 80x86 宏汇编语言的基础知识 ..	11	2.3.3 阵列乘法器	41
1.5.1 进位计数制及相互转换	11	2.4 定点除法运算	44
1.5.2 Intel 8086/8088 微处理器简介	13	2.4.1 原码 1 位除法	44
1.5.3 主存储器和堆栈	16	2.4.2 补码 1 位除法	48
1.5.4 32 位指令运行环境	17	2.4.3 阵列除法器	49
1.6 80x86 CPU 的工作模式	18	2.5 逻辑运算	53
1.6.1 保护模式概述	19	2.6 定点运算器的组成和结构	53
1.6.2 虚拟 8086 模式	22	2.6.1 多功能算术逻辑单元	53
1.7 非冯·诺依曼体系结构的 计算机	23	2.6.2 内部总线	58
1.7.1 神经网络计算机	23	2.6.3 定点运算器的基本结构	60
1.7.2 生物计算机	23	2.7 浮点运算方法和浮点运算器	61
		2.7.1 浮点加、减法运算	61
		2.7.2 浮点乘、除法运算	62
		2.7.3 浮点运算器	64

2.8 分布式计算	67
习题 2	70

第3章 存储系统

3.1 存储器概述	72
3.1.1 存储器的分类	72
3.1.2 存储器的分级结构	73
3.1.3 主存储器的技术指标	74
3.2 半导体读写存储器	74
3.2.1 静态 MOS 存储器	74
3.2.2 动态 MOS 存储器	80
3.2.3 双极型存储器	83
3.3 半导体只读存储器	83
3.3.1 掩模式只读存储器(ROM)	83
3.3.2 可编程的只读存储器(PROM)	83
3.3.3 可擦可编程的只读存储器 (EPROM)	84
3.4 高速存储器	85
3.4.1 双端口存储器	86
3.4.2 多体交叉存储器	86
3.4.3 相联存储器	88
3.5 高速缓冲存储器	89
3.5.1 Cache 的功能与基本原理	89
3.5.2 Cache 的地址映射	90
3.5.3 替换策略	91
3.6 虚拟存储器	92
3.6.1 虚拟存储器的基本概念	92
3.6.2 页式虚拟存储器	93
3.6.3 段式虚拟存储器	95
3.6.4 段页式虚拟存储器	95
3.6.5 替换算法	96
3.7 存储保护	96
3.7.1 存储区域保护	97
3.7.2 访问方式保护	98
3.8 存储器的发展	99
习题 3	101

第4章 80x86 寻址方式及指

令系统	103
4.1 80x86 寻址方式	103
4.1.1 操作数种类	104
4.1.2 与数据有关的寻址方式	105
4.1.3 与转移地址有关的寻址方式	109
4.2 跨段及寻址综合举例	111
4.2.1 跨段的有关问题	111
4.2.2 寻址的综合举例	112
4.3 80x86 指令系统	113
4.3.1 数据传送指令	114
4.3.2 算术运算指令	119
4.3.3 逻辑指令	123
4.3.4 串处理指令	126
4.3.5 控制转移指令	129
4.3.6 处理机控制指令	137
4.4 8086/8088 伪指令	138
4.4.1 8086/8088 宏汇编语句格式	138
4.4.2 数据定义及存储器分配 伪指令	141
4.4.3 表达式赋值伪指令 EQU	143
4.4.4 段定义伪指令	143
4.4.5 程序开始和结束伪指令	144
4.5 上机操作过程	146
4.5.1 汇编语言的工作环境	146
4.5.2 建立 ASM 文件	146
4.5.3 用 MASM 程序产生 OBJ 文件	146
4.5.4 LINK 程序产生 EXE 文件	147
4.5.5 程序的执行	148
习题 4	148

第5章 中央处理器 CPU

5.1 CPU 的功能和结构	151
5.1.1 CPU 的功能	151
5.1.2 CPU 的基本组成	152
5.1.3 操作控制器与时序产生器	154

5.2 指令的执行过程和指令周期 155	6.2 分支程序设计 201
5.2.1 指令周期的基本概念 156	6.2.1 分支程序设计概述 201
5.2.2 非访问内存指令的指令周期 157	6.2.2 分支程序设计 202
5.2.3 直接访问内存指令的指令周期 159	6.3 循环程序设计 203
5.2.4 间接访问内存指令的指令周期 160	6.3.1 循环程序设计概述 203
5.2.5 程序控制指令的指令周期 161	6.3.2 循环程序设计 205
5.2.6 用方框图语言表示指令周期 162	6.4 子程序设计 209
5.3 时序信号产生器和控制方式 163	6.4.1 子程序设计概述 209
5.3.1 时序信号的作用和体制 163	6.4.2 子程序程序设计 210
5.3.2 时序信号产生器 164	6.5 宏汇编 212
5.3.3 控制方式 167	6.5.1 宏的定义 212
5.4 微程序设计技术和微程序控制器 168	6.5.2 宏的调用和展开 213
5.4.1 微程序设计技术 168	6.6 32 位宏汇编 214
5.4.2 微程序控制器 177	6.6.1 32 位编程基础知识 214
5.5 硬布线控制器与门阵列控制器 180	6.6.2 一个简单的 32 位汇编语言程序 216
5.5.1 硬布线控制器 180	习题 6 219
5.5.2 门阵列控制器 183	
5.6 CPU 的基本常识及 Intel 系列 CPU 185	第 7 章 总线系统 221
5.6.1 CPU 的基本常识 185	7.1 概述 221
5.6.2 Intel 系列 CPU 简介 187	7.1.1 总线的基本概念 221
5.7 CPU 新技术 189	7.1.2 总线标准 223
5.7.1 流水 CPU 189	7.1.3 总线信息传输方式 223
5.7.2 RISC CPU 192	7.1.4 总线仲裁 224
5.7.3 多媒体 CPU 193	7.1.5 总线通信协议 226
5.8 微型 CPU 实例 194	7.1.6 总线负载能力 228
5.8.1 微型 CPU 的发展 194	7.2 系统总线和局部总线 228
5.8.2 微型 CPU 的封装 194	7.2.1 ISA 总线 228
习题 5 197	7.2.2 EISA 总线 231
	7.2.3 VESA 总线 231
	7.2.4 PCI 总线 231
	7.2.5 AGP 总线 235
	7.3 外部通信总线 236
	7.3.1 RS-232C 串行通信总线 236
	7.3.2 通用串行总线 USB 237
	7.3.3 1394 接口 240
第 6 章 汇编程序设计及高级汇编语言技术 200	7.4 总线控制和通信 241
6.1 顺序程序设计 200	7.4.1 总线控制 241



7.4.2 总线通信	243	9.1 外围设备概述	297
习题 7	244	9.2 显示设备	298
第 8 章 输入/输出及中断系统	246	9.2.1 显示设备的分类及有关概念	298
8.1 输入/输出接口概述	246	9.2.2 显示技术中的有关术语	298
8.1.1 概述	246	9.2.3 字符显示器	300
8.1.2 信息交换方式	247	9.2.4 图形和图像显示器	302
8.2 PC 机 I/O 端口布局	248	9.2.5 IBM PC 的视频显示原理	302
8.2.1 I/O 端口寻址方式	248	9.2.6 液晶显示器	306
8.2.2 I/O 端口地址的分配	249	9.3 输入设备与打印设备	309
8.3 中断系统	251	9.3.1 输入设备	309
8.3.1 中断的基本概念	251	9.3.2 打印设备	315
8.3.2 中断向量表	253	9.4 磁盘子系统	319
8.3.3 中断处理过程	254	9.4.1 硬盘系统	319
8.3.4 8259A 中断控制器	256	9.4.2 软盘存储器	324
8.4 DMA 控制器	261	9.4.3 磁盘系统操作原理	329
8.4.1 DMA 的基础知识	261	9.5 磁带存储设备	342
8.4.2 8237A-5 DMA 控制器	262	9.5.1 磁带机的分类	342
8.4.3 8237A-5 芯片编程举例	263	9.5.2 磁带机的结构	342
8.5 可编程接口芯片及应用	271	9.5.3 磁带机的发展动向	343
8.5.1 定时/计数器接口芯片 8253 及其应用	271	9.6 光盘存储设备	344
8.5.2 串行接口芯片 8251A 及其应用	280	9.6.1 光盘存储器的种类	345
8.5.3 并行接口芯片 8255A 及其应用	286	9.6.2 光盘存储器的工作原理	346
习题 8	295	9.6.3 磁光盘存储器	346
		9.6.4 光盘存储器的组成	347
		习题 9	348
第 9 章 常见外围设备及其应用	297	附录 8086 ASCII 码表	349
		参考文献	350

计算机系统概论

本章学习目标

本章将对计算机的发展、应用和特性进行概述,并简要地讨论计算机系统的两大组成部分,即硬件系统和软件系统。还将介绍计算机系统的层次结构模型以及各部件间的关系,使读者能从计算机整体看局部,从计算机系统看各组成部件,为以后各章的学习建立一个总体概念与认识。



1.1 计算机的发展状况

计算机是一种能够进行计算的机器(工具),包括机械计算机、电子模拟计算机和电子数字计算机。由于科学技术的发展,人们现在见到的基本上都是电子数字计算机,简称计算机。电子数字计算机是一种能够自动、快速、准确地实现信息存储、数值计算、数据处理和过程控制等多种功能的电子机器。世界范围的信息革命在蓬勃发展,信息技术的基础就是电子计算机。电子计算机是 20 世纪科学技术最卓越的成就之一,它的出现引起了当代生产技术和生活、生活的划时代变化。下面首先介绍一下计算机的发展背景。

1.1.1 计算机的发展

自从 1946 年 2 月世界上第一台数字电子计算机 ENIAC 问世以来,计算机科学与技术得到了日新月异的飞速发展,性能价格比不断降低,应用领域也越来越广。计算机的发展过程一般可分为下列几个阶段:

第一代计算机是电子管计算机,发展年代为 1946—1958 年。在这一阶段计算机的逻辑元件采用电子管,存储器采用磁鼓和磁芯。软件主要使用机器语言,也开始使用汇编语言。应用领域



主要局限于科学计算。这一代计算机的运算速度每秒只有几千次至几万次,体积大、功耗大、价格昂贵且可靠性差。**第二代计算机是晶体管计算机**,发展年代为1958—1964年。计算机的逻辑元件采用晶体管,主存储器仍采用磁芯,外存储器已开始采用磁盘。软件也有较大发展,出现了各种高级语言和操作系统。第二代计算机的运算速度已达到每秒几万次至几十万次。**第三代计算机是集成电路计算机**,发展年代为1964—1971年。计算机的逻辑元件开始采用中小规模集成电路(Integrated Circuit, IC),使体积、功耗均显著减小,可靠性大大提高;运算速度已达每秒几十万次至几百万次;主存储器仍采用磁芯。**第四代计算机是在大规模集成电路高速发展之后的产物**,是1972年以后发展起来的。由于大规模集成电路的体积小、耗电量少、可靠性高,因而促使微型计算机以很快的速度向前发展。此代计算机采用中、大及超大规模集成电路,主存储器采用半导体存储器,运算速度从MIPS(每秒 10^6 条指令)级提高到GIPS(每秒 10^9 条指令)级乃至TIPS(每秒 10^{12} 条指令)级水平。大规模并行处理系统、分布式系统、计算机网络的研究和实施进展迅速;在软件方面,可扩充语言、数据库和网络软件得到迅速发展,微型计算机和计算机网络的应用使计算机更普及,并深入到社会生活的各个方面。微型计算机和巨型计算机同时得到发展。**第五代计算机是人工智能计算机**,它是综合计算机科学和控制论而发展的一门新技术,它能模拟人的智能,如识别图形、语言、物体等,它将对社会的发展带来不可估量的影响,目前第五代计算机仍处于研究之中。

总之,从1946年计算机诞生以来,大约每隔5年计算机的运算速度就提高10倍,可行性提高10倍,成本降低10倍,体积缩小10倍,遵循摩尔定理。当前计算机的发展向两个极端发展:一是研制运算速度极高、功能极强的大型和巨型计算机;二是研制价格低廉的微型计算机。

1.1.2 微处理器的发展

微型计算机是第四代计算机的典型代表。构成微型计算机的核心部件是微处理器(Micro-Processor Unit, MPU),也称为中央处理器(Central Processing Unit, CPU)。

1. 第一代微处理器

第一代微处理器的代表是1971年由Intel公司研制的4位4004微处理器以及改进后的4040微处理器和1972年研制的8位8008微处理器。

2. 第二代微处理器

1973年Intel公司在8008微处理器的基础上推出了改进的Intel 8080微处理器,它与Motorola公司和MOS Technology公司分别推出的MC6800、6501和6502一起,将微处理器推进到第二代。这时的微处理器的指令系统比较完善,已经有了典型的计算机体系结构以及中断、存储器直接存取(DMA)功能。支持它们的语言有汇编、BASIC、FORTRAN和PL/M等,特别是在后期开始配备CP/M操作系统。

3. 第三代微处理器

1978年,在超大规模集成电路(VLSI)研制成功的基础上,Intel公司率先推出了第三代微处理器,即16位的Intel 8086,它的数据总线为16位,地址总线增加到20位,直接存储器的寻址范围达到1MB。1982年Intel公司研制出高档16位微处理器80286,与之同档次的微处理器有Motorola公司的68010。它们的数据总线仍然是16位的,但地址总线增加到24位。同时,出现

了以 80286 为核心的 IBM PC/AT 微型计算机。

4. 第四代微处理器

1985 年, Intel 公司推出了第四代微处理器, 即 32 位的 80386。它与 8086 向上兼容, 具有 32 位数据总线和 32 位地址总线。在虚拟地址保护模式下可寻址 4 GB(2^{32}) 物理地址和 64 TB(2^{46}) 虚拟地址空间。1989 年, Intel 公司推出了更高性能的 32 位微处理器 80486。在其中集成了一个 80386 主处理器、一个与 80387 兼容的数字协处理器和一个 8 KB 的高速缓冲存储器(Cache)。80486 微处理器还采用了部分 RISC(Reduced Instruction Set Computer, 精简指令集计算机) 技术、突发(Burst) 总线技术和时钟倍频技术, 使处理速度大大提高。同期的 32 位微处理器还有 MC68040 和 V80。

5. 第五代微处理器

1993 年, Intel 公司推出了全新一代的微处理器 Pentium(奔腾, P5)。Pentium 仍然是 32 位微处理器, 具有 5 级超标量结构、64 位数据总线和 32 位地址总线。它采用分支预测、指令固化、双 8 KB Cache、CISC 和 RISC 相结合等技术。1996 年, Intel 公司推出了 Pentium 的改进型 32 位微处理器 Pentium MMX(多能奔腾), 增加 57 条 MMX(多媒体扩展指令集), 指令采用新的数据类型和 SIMD(单指令流多数据流) 技术, 片内 Cache 也分别增到 16 KB, 提高了对多媒体数据的处理能力。

6. 第六代微处理器

1995 年, Intel 公司推出了 32 位的微处理器 P6, 1996 年下半年命名为 Pentium Pro(高能奔腾)。它具有 64 位数据总线和 36 位地址总线, 可寻址 64 GB(2^{36}) 物理地址和 64 TB 虚拟地址空间。Pentium Pro 将一个 256 KB 的 L2 Cache(二级 Cache) 封装到了芯片内, 还实现了动态执行技术, 可将已经形成的指令先行执行。1997 年 5 月和 1999 年 2 月, Intel 公司先后发布了 Pentium II(奔腾二代) 和 Pentium III(奔腾三代)。它们都采用 P6 的核心技术, 属于 32 位微处理器, 性能进一步增强。类似的微处理器有 AMD 公司的 K7。

7. 第六代之后的微处理器

2000 年底, Intel 公司推出了非 P6 核心结构全新的 32 位微处理器 Pentium 4。2001 年 5 月, Intel 公司推出了 64 位微处理器 Itanium。

计算机的类别、特点及应用

现代科学的发展使不同类型的计算机进入到人类生活的各个领域。计算机能得到广泛的应用是与它的特殊性能相关的, 这些特性是其他工具所不具备的。本节主要介绍现代计算机的分类、特点及其在社会各领域中的应用。

1.2.1 计算机的分类

从不同的角度, 计算机具有不同的分类方法。



1. 按信息的形式和处理方式分

电子计算机从总体上来说可分为**数字计算机**、**模拟计算机**以及**数字模拟混合计算机**。在数字计算机中,信息处理的形式是采用二进制运算,其特点是解题精度高,便于存储信息,是通用性很强的计算工具,能胜任科学计算、数据处理、过程控制、计算机辅助设计、计算机辅助制造以及人工智能等方面的工作。通常所说的电子计算机就是指数字计算机。

模拟计算机中处理的信息是连续变化的物理量,如温度、压力、距离等。其基本运算部件是由运算放大器配以电阻、电容、二极管等电子元件等构成的反向器、加法器、函数运算器、微分器、积分器等运算电路。模拟计算机的运算速度极快,但精度不够高,且每做一次运算需要重新设计和编排线路,故通用性不强,且信息存储困难。这种计算机主要用于解数学方程或自动控制模拟系统的连续变化过程。由于数字计算机的速度有了很大提高,模拟计算机的应用越来越让位于数字计算机。

混合电子计算机取两种计算机之长,既有数字量又有模拟量,既能高速运算,又便于存储,但这种计算机设计困难,造价昂贵。

2. 按计算机的用途分

按计算机的用途可分为**通用计算机**和**专用计算机**。专用和通用计算机是根据计算机的效率、速度、价格、运行的经济性和适应性来划分的。通用计算机根据不同的计算机系统配有一定的存储容量和一定数量的外围设备,还配有多种系统软件,如数据库管理系统、操作系统等。这种计算机通用性强,功能全。现在一般讲的计算机就是指通用计算机。

专用计算机功能单一,是专为解决某些特定问题而设计的计算机,因此可靠性高,成本低,结构往往比较简单,如银行系统的计算机、军事系统的某些计算机等。

3. 按计算机的规模分

按计算机的规模又可分为**巨型计算机**、**大型计算机**、**中型计算机**、**小型计算机**、**微型计算机**和**单片机**6类,这种划分是综合了计算机的运算速度、字长、存储容量、输入输出性能、价格、体积等指标划分的。一般来说,巨型计算机结构复杂,运算速度快,存储量大,价格昂贵。而单片机是只用一片集成电路制成的计算机,体积小,结构简单,性能指标较低,价格便宜。介于巨型计算机和单片机之间的是大型计算机、中型计算机、小型计算机和微型计算机,它们的结构规模和性能指标依次递减。

1.2.2 计算机的特点

计算机能得到广泛的应用是与它的特殊性能相关的。这些特性是其他工具所不具备的。

1. 快速性

电子计算机的快速性基于两方面因素:首先它采用了高速电子器件,这是快速处理信息的物质基础。另外,电子计算机采用了存储程序的设计思想,即将要解决的问题和解决的方法及步骤预先存入计算机。存储程序,是指将用指令序列描述的计算过程与原始数据一起存储到计算机中。计算机只要一启动,就能自动地取出一条条指令并执行,直至程序执行完毕,得到计算结果为止,此过程不需要人的干预。

2. 通用性

计算机处理的信息不仅是数值数据,也可以是非数值数据。非数值数据的内涵十分丰富,如语言、文字、图形、图像、音乐等,这些信息都能用数字化编码表示。由于计算机具有基本运算和逻辑判断功能,因此,任何复杂的信息处理任务都能分解成基本操作,编制相应的程序,通过执行程序,进行判断或运算,最终完成处理任务。

3. 准确性

计算机运行的准确性包括两方面的含义:一是计算精度高;二是计算方法科学。由于计算机中的信息采用数字化编码的形式,因此,计算精度取决于运算中数的位数,位数越多越精确。通常,计算机有一个基本的运算位数,即计算机字长。对精度要求高的用户,还可提供双倍或多倍字长的计算。当然,计算精度还与计算方法有关,如果计算方法不当,仍保证不了准确性。计算方法由程序体现。一个算法正确且优质的程序,再加上高位数的计算功能,才能确保计算结果的准确性。

4. 逻辑性

逻辑判断与逻辑运算是计算机的基本功能之一。计算机内部有一个能执行算术逻辑运算的部件,通过执行能体现逻辑判断和逻辑运算的程序,使整个系统具有逻辑性。例如,计算机运行时,可以根据当前运算的结果或对外设现场测试的结果进行判断,从而从多个分支的操作中自动地选择一个分支,继续运行下去,直至得到正确的结果。

上述的四大特性是从计算机的外部角度来认识的,它们与计算机内部的固有特点相关,图 1.2.1 给出了两者之间的联系。

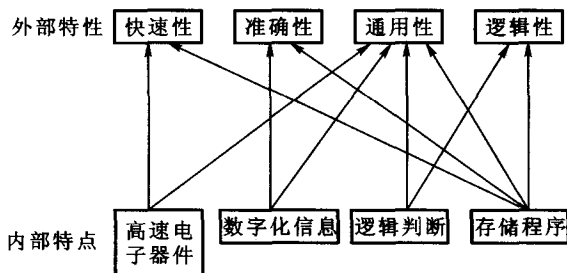


图 1.2.1 计算机外部特性和内部特点的对对应关系

1.2.3 计算机的应用

按照计算机加工信息的方式和处理信息的特点,计算机的应用一般分为两大类——数值计算和非数值应用,而且非数值应用的范围已远远超过了数值计算的范围。目前,计算机的应用范围几乎涉及人类社会的所有领域:从国民经济部门到个人家庭生活,从军事部门到民用部门,从科学教育到文化艺术,从生产领域到消费娱乐,无一不是计算机应用的天下。

1. 科学计算

最早应用计算机的领域是科学计算领域,第一台计算机 ENIAC 就是用于计算弹道计算表



的。数学、化学、原子能物理学、天文学、地球物理学、生物学等基础科学的研究以及航天飞行、飞机设计、桥梁设计、水力发电、地质勘探等方面的大量计算都离不开大型的高速计算机。利用计算机进行数值计算,不仅减轻了大量烦琐的计算工作量,可以节省大量时间、人力和物力,更重要的是,一些以往无法解决、无法及时解决或无法精确解决的问题得到了圆满的解决。

2. 实时控制

计算机在工业测量和控制方面的应用已十分成熟和广泛,例如:大型化工企业的自动采集各项工艺参数,进行检验、比较,以控制工艺流程;大型冶金企业的高炉炼铁控制、钢材轧制控制、数控机床控制、电炉温度闭环控制;国防工业中的导弹检测控制、坦克火炮控制、飞机和舰艇的分布式控制等。

3. 信息处理

计算机应用最广泛的领域还是信息处理领域。信息处理又称为数据处理,是指将计算机用于处理生产活动、经济活动、社会活动和科学研究中获得的大量信息。

4. 计算机辅助技术

计算机辅助技术包含计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助测试(CAT)、计算机辅助教学(CAI)等。

计算机辅助设计(CAD)是指利用计算机来帮助设计人员进行设计。其中有机械CAD、建筑CAD、服装CAD以及电子电路CAD等。使用这种技术能提高设计工作的自动化程度,节省人力和时间。

计算机辅助制造(CAM)是指利用计算机进行生产设备的管理、控制和操作的过程。例如,工厂在制造产品的过程中,用计算机来控制机器的运行,处理制造中所需的数据,控制和处理材料的流动,以及对产品进行测试和检验等。

CAM与CAD密切相关。CAD侧重于设计,CAM侧重于产品的生产过程。现在通常把CAD和CAM放在一起,形成CAD/CAM一体化,如图1.2.2所示。

计算机辅助测试(CAT)是指利用计算机帮助人们进行各种测试工作。

计算机辅助教学(CAI)是指利用计算机帮助教师和学生进行课程内容的教学和测验。

5. 办公自动化

办公自动化系统(OA)是一个信息系统,它以支持办公自动化为目的,如日程管理、电子邮政、电子会议、文档管理、统计报表等,并能辅助管理和决策。

6. 家用电器

计算机不仅在国民经济各领域发挥越来越大的作用,而且已进入日常生活,特别是家用电器领域中。

7. 人工智能

人工智能又称为智能模拟,简单地讲,就是要使计算机能够模仿人的高级思维活动。人工智能的研究课题是多种多样的,例如计算机学习、计算机证明、景物分析、模拟人的思维过程、机器

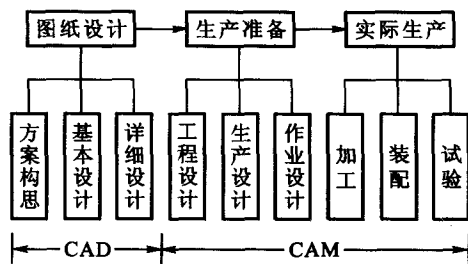


图 1.2.2 CAD/CAM 系统

人等,内容很多。

计算机系统的组成

实际应用的计算机系统是由计算机硬件系统、软件系统以及通信网络系统组成的一个整体系统。硬件与软件的结合,才能使计算机正常运行,发挥作用。因此,对计算机的理解不能仅局限于硬件部分,应该看做一个系统,即计算机系统。计算机系统中,硬件和软件都有各自的组成体系,分别称为硬件系统和软件系统。

1.3.1 计算机硬件系统

计算机硬件系统是指构成计算机的所有实体部件的集合,通常这些部件由电路(电子元件)、机械等物理部件组成,它们都是看得见摸得着的,故通常称为硬件,它是计算机系统的物质基础。

计算机有巨型计算机、大型计算机、中型计算机、小型计算机和微型计算机之分,每种规模的计算机又有很多机种和型号,它们在硬件配置上差别很大。但是,绝大多数计算机都是根据冯·诺依曼计算机体系结构的思想来设计的,故具有共同的基本配置:由五大部件组成,即主机部分由运算器、控制器、存储器组成,外设部分由输入设备和输出设备组成,其中核心部件是运算器。这种硬件结构也可称为冯·诺依曼结构,如图 1.3.1 所示。

1. 运算器

运算器是完成二进制编码的算术或逻辑运算的部件。运算器由累加器(用符号 A 表示)、通用寄存器(用符号 B 表示)和算术逻辑单元(用符号 ALU 表示)组成,其结构如图 1.3.2 所示,其核心是算术逻辑单元。通用寄存器 B 用于暂存参加运算的一个操作数,此操作数来自总线。现代计算机的运算器有多个寄存器,称为通用寄存器组。累加器 A 是特殊的寄存器,它既能接收来自总线的二进制信息作为参加运算的一个操作数,向算术逻辑单元 ALU 输送,又能存储由 ALU 运算得到的中间结果和最后结果。算术逻辑单元 ALU 由加法器及控制门等逻辑电路组成,以完成 A 和 B 中的数据的各种算术与逻辑运算。

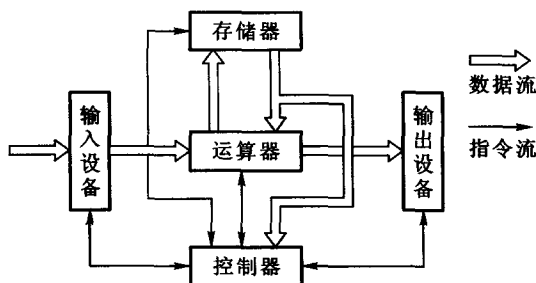


图 1.3.1 计算机硬件的基本组成

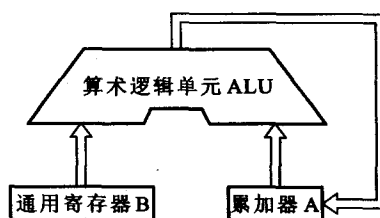


图 1.3.2 运算器的结构示意图

运算器一次运算二进制数的位数,称为字长。它是计算机的重要性能指标。常用的计算机字长有8位、16位、32位及64位。通用寄存器、累加器的长度应与算术逻辑单元的字长相等。

2. 存储器

存储器的主要功能是存放程序和数据。程序是计算机操作的依据,数据是计算机操作的对象。不管是程序还是数据,在存储器中都用二进制的形式表示,统称为信息。

目前,计算机采用半导体器件来存储信息。一个半导体触发器具有两个稳定状态,用它们分别代表0和1,可记忆一个二进制代码。人们把一个二进制代码称为位(bit),它是数字计算机的最小信息单位。通常,CPU向存储器送入或从存储器取出信息时,不能存取单个的“位”,而是用B(字节)和W(字)等较大的信息单位来工作。一个字节由8位二进制位组成,而一个字则由一个以上的字节组成。通常把组成一个字的二进制位数称为字长。在存储器中把保存一个字节的8位触发器称为一个存储单元。存储器是由许多存储单元组成的。每个存储单元对应一个编号,用二进制编码表示,称为存储单元地址。图1.3.3为存储器的结构示意图。

存储器所有存储单元的总数称为存储器的存储容量,通常用单位KB、MB(1B=8bit)来表示,如64KB、128MB。存储容量越大,表示计算机记忆存储的信息就越多。

半导体存储器的存储容量毕竟有限,因此计算机中又配备了存储容量更大的磁盘存储器和光盘存储器,称为外存储器。相对而言,半导体存储器称为内存储器,简称内存。

3. 控制器

控制器是整个计算机的指挥中心,它控制各部件动作,使整个计算机连续地、有条不紊地运行。控制器工作的实质就是解释程序。程序是指令的有序集合,通常按顺序执行,所以这些指令是顺序存放在存储器里的。每条指令的内容由两部分组成:操作码和地址码。前者说明操作的性质,即进行何种操作;后者指出操作数的地址,即要从存储器的哪个单元取操作数。

控制器每次从存储器中读取一条指令,经过分析译码,产生一串操作命令,发向各个部件,进行相应的操作。接着从存储器取出下一条指令,再执行这条指令,以此类推。通常把取指令的一段时间称为取指周期,而把执行指令的一段时间称为执行周期。因此,控制器反复交替地处在取指周期与执行周期之中,直至程序执行完毕。

指令和数据全部放在内存中。取指周期中从内存读出的信息是指令,它流向控制器;而在执行周期中从内存读出的信息是数据,它由内存流向运算器。

4. 输入和输出设备

输入设备是变换输入信息形式的部件。它将人们的信息变换成计算机能接收并识别的信息形式。目前常用的输入设备是键盘、鼠标、数字扫描仪和模数转换器等。

输出设备是变换计算机输出信息形式的部件。它将计算机运算结果的二进制信息转换成人类或其他设备能接收和识别的信息形式,如字符、文字、图形、图像、声音等。目前广为使用的输

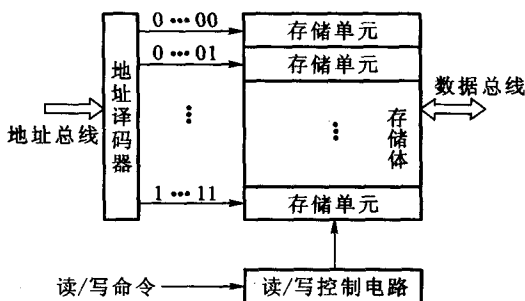


图 1.3.3 存储器的结构示意图