

工业控制标准总线

微型计算机原理及应用

王耀荣



電子工業出版社

工业控制标准总线 微型计算机原理及应用

王 耀 荣

电 子 工 业 出 版 社

(京)新登字 055 号

内 容 简 介

本书融 STD 总线(工业控制标准总线)微型计算机原理和应用为一体,以符合工业控制标准总线的 CMOS 高级微处理器 HD64180 为主体,论述了微型计算机硬件、软件基础理论,荟萃了国内外工业控制标准总线微型计算机的最新技术,并收集了丰富的应用实例。

本书共分十三章,内容丰富、系统性强,既论述了工业控制标准总线微型计算机的基础理论,又融进了多年科研和教学内容的总结。

本书可作为高等院校微型计算机原理教材,也可作为高等教育自学教材和科技人员学习的参考书。

工业控制标准总线 微型计算机原理及应用

王耀荣

责任编辑 阎德明

*

电子工业出版社出版

北京市海淀区万寿路 173 信箱 (100036)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

原子能出版社印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 18.5 字数: 447 千字

1995 年 9 月第一版 1995 年 9 月第一次印刷

印数: 3000 册 定价: 20.00 元

书号: ISBN7-5053 2685-6/ TP·839

前 言

自 80 年代以来,微型计算机以异乎寻常的速度发展,它广泛应用于科学计算、信息处理、过程控制、仪器仪表、事务管理及家庭电器等各个领域。日本工业界流行一句名言:“没有电脑的产品,不算真正的产品”,当今日本的电气产品风靡世界,其原因正是如此。具有计算机功能的各类产品,正以潮水涌来之势占领世界产品市场。

计算机的普及和应用推广,使计算机技术越来越成为人们必备的知识,尤其对科技人员和大中专院校的学生,已经成为他们必须掌握的专业基础知识。

当前,“微型计算机原理”教材有两类,一类是以 Z80 微处理器为主的 8 位微机,另一类是以 8088/8086 微处理器为主的 16 位以上微机。目前,80286、80386、80486 等 16 位以上微机的使用日趋广泛,显然,随着技术的发展,高等院校的计算机教学内容,也应以 16 位以上微机技术作为重点,这是计算机不断发展的需要。

但还应注意,工业控制标准总线(STD BUS)的微型计算机和单片微型计算机,在智能仪表和中、小型控制系统中,依然广泛使用;8 位微型计算机在某些场合下,功能足够,外围支持芯片齐全,软、硬件费用小,仍有广泛的应用前景。

从教学实践看,如果学生学完电子技术之后,不学 8 位微型计算机,直接学 16 位以上微机,即使对重点高等院校的本科生和研究生,也存在一定的困难,其结果是较难完成这种断层的逾越,教学效果不够理想。那么,在教学上,应如何根据实际情况改革,才能适应计算机技术迅速发展的需要?笔者从实践中体会到,在学完电子技术之后,以精炼的内容、最少的学时,讲授 8 位微型计算机基础理论,然后讲授 16 位以上的微型计算机系统原理和接口技术,可在基本不增加学时或增加较少学时前提下,使学生系统、全面地掌握计算机原理及应用技术。

STD BUS(工业控制标准总线)是美国 Pro-log 公司 1978 年研制并推出的 STD BUS 标准,1987 年 12 月被国际电气电子工程师协会(IEEE)认定为 IEEE-961 标准,成为国际上公认的微机标准总线。通用性和高度模块化是 STD BUS 的独特结构,可根据控制对象要求方便地组成所需要的计算机控制系统,可构成单机、多机和分布式计算机控制系统,适用于巡回检测、模拟调节、状态监测、数据采集、过程控制等,广泛应用于工业控制领域。

经过多年努力,我国工业控制计算机的开发和应用已有长足进步,但从整体看,依然进展缓慢,有待于今后加速推广和研究探索。为了推动我国工业控制计算机的发展,最近北京华胜工控工程公司、北京康拓工业电脑公司、北京工业大学电子集团、北京工控计算机厂等联合成立中国计算机学会工控机委员会,工控机的应用势潮将更加高涨。

CMOS 8 位高级微处理器 HD64180 符合 STD BUS 标准,HD64180 对 Z80 向下兼容,性能优越,是当前最高级的 8 位微处理器。STD BUS 的各种功能模板已有 100 多种,可直接插在总线母板上,组成各种工业控制系统。STD BUS 通过功能模板可直接与键盘、显示器、磁盘驱动器、打印机等多种外设连接,通过监控程序和 DEBUG,可直接在机器上进行编辑、汇编、运行和调试;用户设计的接口模板也可直接插在机器母板上运行和调试。因此,它是系统、全面地微型计算机硬、软件基础理论,进行理论教学和实验教学的理想机型。

本书重点论述微型计算机硬、软件基础理论，力求系统性强，内容精炼。本教材约用 46 学时讲授，接着讲授 16 位微型计算机系统原理和接口，再配合实验和课程设计，学生可系统、全面地掌握从 8 位到 16 位以上微型计算机基础理论和应用技术。

由于本人水平有限，不足之处，恳请同行和读者不吝赐教。

作者

1995 年 2 月于北京

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 微型计算机基本概念	(1)
一、计算机	(1)
二、微处理器	(1)
三、微型计算机	(1)
四、微型计算机系统	(1)
第二节 微型计算机进展概况	(2)
一、计算机的出现	(2)
二、半导体技术的发展	(2)
三、半导体集成电路新技术和发明新器件的进展情况	(3)
四、微型计算机进展概况	(4)
第二章 计算机基础知识	(5)
第一节 计算机中使用的数制、码制及其运算	(5)
一、数制	(5)
二、数制的转换方法	(6)
三、码制	(6)
四、二进制数的运算	(8)
第二节 计算机中数的定点表示和浮点表示	(9)
一、数的定点表示	(9)
二、数的浮点表示	(10)
第三节 带符号数的表示及运算	(11)
一、机器数与真值	(11)
二、原码	(11)
三、反码	(12)
四、补码	(12)
五、原码、反码、补码之间的关系	(13)
六、补码的加减法运算	(13)
第四节 计算机语言	(15)
一、计算机语言的概念	(15)
二、机器语言	(15)
三、汇编语言	(16)
四、高级语言	(17)
第三章 微型计算机系统结构和工作原理	(19)
第一节 模型计算机的结构	(19)
一、中央处理单元 (CPU)	(19)
二、存储器 (MEMORY)	(21)
三、总线 (BUS)	(22)

第二节 模型计算机的扩充	(24)
一、堆栈 (STACK)	(24)
二、数据通道 (Data Chennal)	(24)
三、三态缓冲器	(25)
第三节 程序编制和执行的过程	(27)
一、指令系统简介	(27)
二、程序编制和执行的过程	(27)
第四章 HD64180/Z64180 微处理器	(33)
第一节 概述	(33)
第二节 HD64180 CPU 的结构	(35)
一、运算器	(35)
二、寄存器阵列	(37)
三、控制器	(38)
四、地址缓冲器 AR 和数据缓冲器 DR	(38)
第三节 HD64180 微处理器的引脚及其功能	(39)
一、HD64180 CPU 芯片的引脚	(39)
二、多功能引脚	(43)
第四节 HD64180 CPU 总线时序	(43)
一、取指令操作码时序	(43)
二、读/写操作数时序	(45)
三、读/写 I/O 时序	(45)
四、基本指令时序	(45)
五、复位 (RESET*) 时序	(46)
六、总线请求/总线答应 (BUSREQ*/BUSACK [®]) 的总线交换时序	(47)
第五节 HD64180 CPU 的等待状态	(48)
一、WAIT* 输入插入的等待状态	(48)
二、可编程插入的等待状态	(49)
第六节 HD64180 CPU 的暂停、休眠和低功耗操作方式	(50)
一、暂停 (HALT) 操作方式	(50)
二、休眠 (SLEEP) 操作方式	(51)
三、IO 停止 (IOSTOP) 操作方式	(51)
四、系统停止 (SYSTEM STOP) 操作方式	(51)
第七节 HD64180 内部 I/O 寄存器	(52)
第五章 工业控制标准总线 (STD BUS)	(55)
第一节 总线结构和常用微型计算机总线	(55)
一、总线结构	(55)
二、底板总线结构	(56)
三、常用的微机总线	(56)
四、各种总线的应用概况及其趋势分析	(58)
第二节 STD 总线标准	(59)
一、STD 总线引脚的定义	(59)
二、STD 总线引脚功能描述	(61)
三、STD 总线时序	(63)

四、STD 总线特性	(65)
第三节 STD 总线支持多种微处理器	(67)
一、8 位微处理器的 STD 总线	(67)
二、16 位微处理器的 STD 总线	(68)
三、32 位微处理器的 STD32 总线	(69)
四、单片机的 STD 总线	(70)
第六章 HD64180 的指令系统	(72)
第一节 指令的基本格式	(72)
第二节 HD64180 指令的寻址方式	(72)
一、立即寻址	(72)
二、直接寻址	(72)
三、寄存器直接寻址	(73)
四、寄存器间接寻址	(73)
五、寄存器隐含寻址	(74)
六、变址寻址	(74)
七、相对寻址	(74)
八、I/O 寻址	(75)
第三节 HD64180 的指令系统	(76)
一、数据传送和交换类指令	(76)
二、数据块传送和搜索类指令	(80)
三、数据处理类指令	(82)
四、循环和移位类指令	(88)
五、位操作类指令	(90)
六、程序控制类指令	(92)
七、输入输出类指令	(94)
八、中断控制类指令	(95)
第七章 汇编语言和汇编程序	(96)
第一节 汇编语言源程序的规范	(96)
一、汇编语言源程序中的语句格式	(96)
二、伪指令(汇编指令)	(98)
第二节 宏指令和条件汇编	(102)
一、宏指令	(102)
二、条件汇编(IF 语句)	(107)
第三节 汇编程序	(108)
一、汇编程序的功能	(108)
二、汇编程序的类型	(108)
三、汇编程序的汇编过程	(109)
第四节 使用汇编器	(115)
第八章 汇编语言程序设计	(116)
第一节 基本程序结构	(116)
一、顺序程序结构	(116)
二、分支程序结构(判定程序结构)	(117)
三、循环程序结构	(121)

四、子程序结构	(122)
五、排序程序结构 (分类程序结构)	(125)
六、查表 (搜索) 程序结构	(127)
第二节 代码转换程序设计	(129)
一、BCD 码 $\rightarrow$ ASCII 码转换	(129)
二、ASCII 码 $\rightarrow$ BCD 码转换	(130)
三、十六进制码 $\rightarrow$ ASCII 码转换	(130)
四、ASCII 码 $\rightarrow$ 十六进制码转换	(131)
五、BCD 码 $\rightarrow$ 二进制码 (十六进制码) 转换	(132)
六、二进制码 $\rightarrow$ BCD 码转换	(132)
七、BCD 码 $\rightarrow$ 7 段码转换	(134)
第三节 算术运算程序设计	(137)
一、加减法运算程序	(137)
二、乘法运算程序	(138)
三、除法运算程序	(141)
第九章 存储器	(146)
第一节 存储器的分类及其特点	(146)
一、存储器的分类	(146)
二、外存储器和内存存储器	(146)
三、半导体存储器	(147)
第二节 随机存储器 RAM	(147)
一、随机存储器的电路结构及其工作原理	(147)
二、随机存储器 RAM 的结构	(150)
三、随机存储器 RAM 芯片	(152)
第三节 只读存储器 ROM	(154)
一、可擦抹可编程只读存储器 EPROM 的电路结构及其工作原理	(154)
二、可擦抹可编程只读存储器 EPROM 芯片	(155)
三、电可擦抹可编程只读存储器 E ² EPROM 的电路结构及其工作原理	(157)
四、电擦抹可编程只读存储器 E ² EPROM 芯片	(158)
第四节 存储器与 CPU 的连接	(161)
一、存储器与 CPU 的连接方法	(161)
二、存储器与 CPU 的连接	(161)
第十章 微型计算机的输入和输出	(163)
第一节 HD64180 微处理器的 I/O 指令	(163)
一、CPU 与 I/O 口之间数据传送	(163)
二、CPU 与内部 I/O 寄存器之间数据传送	(164)
第二节 HD64180 CPU 与外设的数据传送方式	(164)
一、无条件传送方式	(164)
二、查询传送 (条件传送) 方式	(167)
三、中断传送方式	(171)
四、直接存储器存取 (DMA) 方式	(172)
第三节 HD64180 微处理器的 DMA 控制器	(173)
一、HD64180 CPU 中的 DMA 寄存器及其地址分配	(174)

二、HD64180 CPU DMA 传送的程序设计	(177)
第十一章 微型计算机的中断系统	(179)
第一节 中断概念	(179)
第二节 微型计算机的中断处理功能	(179)
一、故障处理	(179)
二、分时操作	(180)
三、实时处理	(180)
第三节 HD64180 微处理器的中断源	(180)
一、中断源的概念	(180)
二、HD64180 CPU 的中断源	(180)
第四节 HD64180 微处理器的中断控制寄存器和触发器(标志)	(182)
一、INT/TRAP 控制寄存器 ITC	(182)
二、中断矢量寄存器 I	(183)
三、中断矢量低位字节寄存器 IL	(183)
四、中断允许触发器(标志位) IFF1 和 IFF2	(184)
第五节 CPU 处理中断的过程	(185)
一、CPU 查询中断请求的过程	(185)
二、中断源请求中断和 CPU 响应中断的过程	(185)
三、执行中断服务程序和由中断返回的过程	(188)
第六节 HD64180 CPU 中断方式	(188)
一、可屏蔽中断方式 0	(189)
二、可屏蔽中断方式 1	(192)
三、可屏蔽中断方式 2	(193)
第七节 可编程定时器 PRT	(195)
一、定时器 PRT 内部寄存器	(195)
二、定时器 PRT 中断及其程序设计	(198)
第八节 HD64180 微处理器 DMA 中断	(201)
第九节 中断优先权和中断嵌套	(203)
一、软件判别中断优先权	(203)
二、硬件优先排队电路	(204)
三、中断嵌套	(205)
第十二章 微型计算机的接口技术	(207)
第一节 接口的概念	(207)
一、接口的作用	(207)
二、接口的分类	(207)
三、接口的特点	(207)
第二节 可编程并行 I/O 接口 8255A	(208)
一、8255 芯片的引脚说明	(208)
二、8255 芯片的内部结构	(208)
三、8255 工作方式选择	(209)
四、HD64180 CPU 与 8255 的连接	(212)
第三节 串行 I/O 接口	(213)
一、串行通信的基本概念	(213)

二、串行通信基本技术	(215)
第四节 HD64180 微处理器的串行通信接口	(218)
一、异步串行通信接口 ASCII	(218)
二、同步串行 I/O 口 CSIO	(226)
第五节 STD 总线微型计算机的显示接口	(229)
一、CRT 显示控制器 CRT MC6845	(230)
二、STD 总线微型计算机 CRT 显示程序设计	(236)
第六节 STD 总线微型计算机的键盘接口	(237)
一、可编程串行通信接口 SIO	(238)
二、STD 总线微型计算机键盘输入程序设计	(243)
第七节 STD 总线微型计算机的 A/D 和 D/A 转换接口	(244)
一、D/A 转换接口	(244)
二、A/D 转换接口	(246)
第十三章 工业控制微型计算机系统	(250)
第一节 系统概述	(250)
一、硬件系统	(250)
二、软件系统	(252)
第二节 软件的设计与调试	(252)
一、程序设计的步骤	(252)
二、程序设计方法概述	(253)
三、程序的测试和调试	(253)
四、程序布局	(254)
五、程序文件	(254)
六、程序的优化	(255)
第三节 系统的评价	(255)
附录一 ASCII (美国信息交换标准代码) 表	(256)
附录二 HD64180 (Z64180) 指令表中使用的缩写符号	(257)
附录三 HD64180 (Z64180) 指令系统	(259)
附录四 HD64180 内部 I/O 寄存器编程速查表	(273)
参考文献	(282)
STD BUS 的 HD64180 CPU 主机板的电气原理图	

第一章 概述

第一节 微型计算机基本概念

一、计算机

大多数人对计算机这个名字并不陌生，但是计算机的含义究竟是什么？几乎没有一种说法能准确地概括计算机的含义，只能从某些有实际意义的侧面去理解计算机的概念。从应用角度，可以把计算机理解为一种懂得“语言”的设备（机器）；或从计算机的功能上，把它理解为一种能存储并处理信息的设备（机器）。它不仅可以作为计算工具，进行高速、复杂的科学计算，还广泛应用于数据通信、人工智能、过程控制以及办公、教学、娱乐、家庭服务等，几乎是无处不用。

计算机的功能和用途，不只取决于计算机硬件本身的电路结构，还取决于其软件。相比之下，硬件的功能是固定有限的，计算机一经出厂之后，硬件就基本固定了，扩充的范围很小。而软件的功能则是灵活的，扩充能力是无限的。衡量计算机应用者的能力，一般不大在乎他买了什么样的计算机，而是视其硬件扩充，更着重其软件开发的能力。

二、微处理器

把微型计算机的核心电路部件——运算器和控制器集中做在一块大规模集成电路芯片上，芯片面积只有几十平方毫米，厚度只有几微米。这块集成电路芯片具有执行算术、逻辑运算功能，并可按计算机程序的要求，控制计算机自动地、协调地完成各种操作，将这块集成电路芯片称其为微处理器（microprocessor）。它是计算机的心脏，又称其为中央处理单元 CPU（Central Processing Unit）。

三、微型计算机

以微处理器为核心，配上能存储程序 and 数据的存储器、I/O 接口电路及相应的辅助电路，并通过总线把它们连接在一起所构成的逻辑电路部件，称为微型计算机。有的直接把微处理器、存储器、I/O 接口电路和总线集中做在一块集成电路芯片上，称这块大规模集成电路芯片为单片微型计算机，简称单片机。

四、微型计算机系统

根据用户的不同用途，选择某种微型计算机，配上相应的接口电路（适配器）和外部设备（键盘、鼠标器、显示器、打印机和绘图仪等），再配上完成特定操作的计算机软件，就构成了满足用户特定需要的微型计算机系统。由此可见，所谓计算机系统是指计算机硬件和软件的某种组合。

从上述讨论可得出以下结论：

(1) 微型计算机具有组成灵活、应用广泛的特点。

(2) 所谓微型计算机的概念是指逻辑电路部件,只不过是一种没有实际应用价值的裸机。只有当它配上相应的计算机软件之后,才具有实际应用功能。

第二节 微型计算机进展概况

半导体技术和半导体工艺的迅速发展,尤其是微电子技术的迅速发展,使电子器件和电子电路趋向微型化和集成化,相继出现了集成电路、大规模集成电路、超大规模集成电路,乃至极大规模集成电路。集成电路的出现导致微型计算机问世。

微电子技术 with 微型计算机技术始终互相渗透、互相促进,下面扼要回顾两者的发展历史。

一、计算机的出现

1946 年美国宾夕法尼亚大学莫尔实验室的 J. W. Mauchley 和 J. P. Eckert 研制出世界上第一台由程序控制的电子数字计算机 ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator)。ENIAC 是美国海军指挥部为野战炮弹道计算而设计的,根据炮身仰角、风向、气流等数据,确定炮弹的射程和落点。进行这种计算,一位能干的工程师最快也要花 20 小时,交给 ENIAC 不到半分钟就准确地计算出来。ENIAC 的字长 12 位,运算速度 5×10^3 次/秒,共用了 18800 个电子管,1500 个继电器,占地 150 米²,重 30 吨,耗电 150kw,投资 100 万美元。尽管它是如此笨重的庞然大物,但它为计算机的未来奠定了基础。从此,人们对计算机的准确和高效率充满了向往和追求。

二、半导体技术的发展

1947 年 12 月 23 日美国贝尔实验室宣布:威廉·肖克莱,约翰·巴丁和沃尔特·布雷登三人共同发明了半导体三极管。由于此项发明的巨大应用价值,于 1956 年获得了诺贝尔物理奖。从此电子技术进入了一个新的时代——半导体时代。其后,不少有远见的厂商纷纷转向电子工业投资,促使半导体材料和半导体工艺的迅速发展。电子元件和电子器件不断向小型化、微型化和高度集成化方向发展。不久,美国罗伯特·斯诺博士在一块单晶硅片上刻出了一个完整的电路,这便是世界上第一块半导体集成电路。

小型化微型化过程经历了半导体分立元件,小规模集成电路 (small scale integration)、中规模集成电路 (medium scale integration),大规模集成电路 (large scale integration),超大规模集成电路 (very large scale integration) 和极大规模集成电路 (ultra-large scale integration) 阶段,微型计算机的成就标志着这种发展的结晶。

表 1-1 给出了不同的半导体集成电路的集成度 (芯片内的元件数目)。

表 1-1 半导体集成电路的集成度

集成电路规模	集成度
小规模集成电路	2~64
中规模集成电路	64~ 2×10^3
大规模集成电路	$2 \times 10^3 \sim 6.4 \times 10^4$

续表

集成电路规模	集成度
超大规模集成电路	$6.4 \times 10^4 \sim 2 \times 10^6$
极超大规模集成电路	$2 \times 10^6 \sim 6.4 \times 10^7$

由图 1-1 可以纵观半导体集成电路的发展历史。

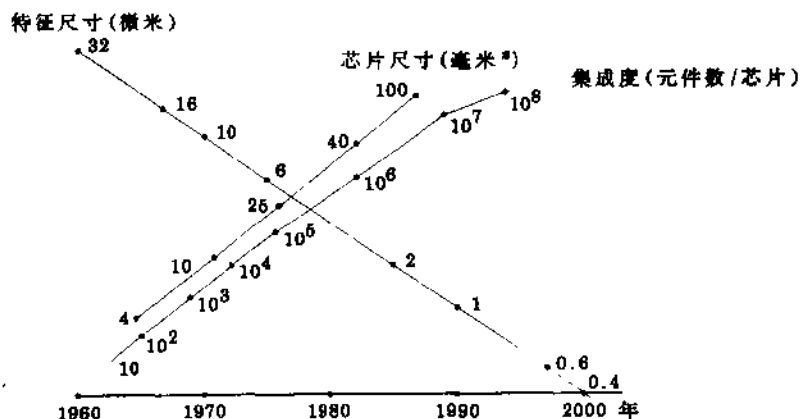


图 1-1 半导体集成电路进展年代图

从图 1-1 看出，用集成度描述集成电路的进展水平是不精确的，因为随着集成度提高芯片尺寸也随之加大。一般情况下，常常用集成电路的特征尺寸描述集成电路的进展水平，特征尺寸表示可以在硅片上刻出线的最小宽度（微米）。目前生产的集成电路芯片的特征尺寸约为 1 微米左右。如将特征尺寸外推，将在 2000 年特征尺寸达到最小极限值，接近于 0。这表明，为了取得集成电路未来的继续发展，必须开发集成电路制作的新技术和发明新的器件。

三、半导体集成电路新技术和发明新器件的进展情况

据 1992 美国报界透露，美国 IBM、日本东芝、德国西门子三家公司已缔结了三角联盟，共同开发新的随机存储器（RAM），已经批量生产 16MB 的动态随机存储器（DRAM），准备 1995 年正式投产 64MB 的动态随机存储器，现正在设计 256MB 的动态随机存储器，在单晶硅片上刻出线宽 0.25 微米、集成度 6×10^8 元件数目/芯片的芯片，计划 2000 年投产。开发 256MB 动态随机存储器，并非易事，估计再花五年时间，才能离开实验室研究。开发 256MB 动态随机存储器，IBM 已投资近 20 亿美元，美国加州大学教授伯克莱预计，至少要花上百亿美元。

据日本报导，日本富士通公司在巴基球微芯片研究中获得突破性进展。科学家钟情巴基球，是因为它具有许多优于半导体的极不寻常的特性，研究人员正致力于探求生产更大块的晶体。不久将来，巴基球半导体集成电路有可能问世。

据《NEWS WEEK》透露：美国匹兹堡卡内基米伦大学分子电子中心主任罗伯特·勃齐使用碳基生物分子材料，在液氮温度下（ -320°F ），在实验室做出了具有逻辑和记忆功能的生物分子集成电路。生物分子集成电路的材料取自于生长在旧金山湾附近盐碱沼泽地里的一种具有感光性能的细菌颜料，只有一个分子厚，它的运算速度比硅芯片快 1000 倍，功耗仅为 1 微

瓦,是硅芯片的十万分之一。现在广泛使用的半导体集成电路,在下一个世纪有可能被生物分子集成电路取代,这意味着电子器件和计算机的面貌可能会发生一场异乎寻常的变革,人们的手表、戒指、钮扣、项链等,很可能就是一台完整的计算机系统。

四、微型计算机进展概况

集成电路、微电子技术和光学技术的发展,推动了微型计算机的高速发展。

1971年11月美国Intel(Integrated Electron)公司的M.E.霍夫曼博士设计出世界上第一个4位微处理器芯片4004,同年12月Intel公司又推出8位微处理器芯片8008,并生产出世界上第一台微型计算机MCS-4,1972年又生产出(8位)微型计算机MCS-8。

微型计算机的出现标志着电子计算机进入一个新的时代——微型计算机时代。

微处理器和微型计算机的发展速度异乎寻常,大约每2~4年换代一次。1973年Intel公司推出了8位微处理器8080,1976年推出了8位微处理器8085。此时Intel公司遇到了强有力的对手,Zilog公司推出了8位微处理器Z80和Z80A,Motorola公司推出了8位微处理器6800,MOS技术公司推出了8位微处理器6502。对手们的竞争迫使Intel公司极力想摆脱8位微处理器的纠缠,将目标转向16位微处理器的开发,1978年Intel公司成功地推出了16位微处理器8088和8086,并生产出16位微型计算机IBM PC和IBM PC/XT,1982年推出了16位微处理器80186和80286,生产出IBM PC/AT,1985年推出了80386,后来又先后推出80486和Pentium。短短24年中,微处理器已从4位发展到64位,芯片集成度由2300发展到超过 10^7 。

据日本NEC公司统计,全世界微机已超过2300种,微机总数超过90亿台,达到平均每人1.5台的水平。

第五代计算机正在实验室研究阶段。美国和日本首先意识到第五代计算机的意义,1983年美国IBM公司投资30亿美元研究开发此项计划,次年美国国防部海军总部出面资助这项计划,日本则由政府直接投资,法、英、德等国家正在拟定此项计划,就整个欧洲仍然处在起跑线上。

多数科学家认为,人工智能机、巨型机和并行多处理机都属于第五代计算机。

第五代计算机在局部领域已经有较大进展,并进入商品化应用阶段,美国和日本已生产出CDC250D,Cray1M,Crayx-MP,Cray-2和Cray等巨型机,最近美国Couvex公司又推出砷化镓巨型机C3800。

第六代计算机也已局部进入实验室研究阶段。1990年1月,美国电话电报公司贝尔实验室研制成功世界上第一台光学计算机,它使用砷化镓光学开关,靠光脉冲完成信息处理,比目前计算机的速度至少快1000倍;7月,日本三菱电机公司研制出模仿人脑的构造,联结左脑和右脑两个神经块的光神经线路芯片;8月,日本日立制作所研制出新型激光装置和半导体光增幅器。11月,日本电气公司研制出光再生中继器。……光学计算机的进展神速,令人兴奋不已。光学计算机的出现揭开了第六代计算机的序幕。

第二章 计算机基础知识

本章阐述计算机中使用的数制和码制,基本电路单元及计算机语言知识。对已有这些知识的读者,本章将起到复习和系统化作用。对于不具有这些知识的读者,本章内容是必要的计算机入门知识,它是学习以后各章内容的基础。

第一节 计算机中使用的数制、码制及其运算

一、数制

计算机中经常涉及到的数制是十进制、二进制、八进制和十六进制。

数制中所使用的数码称为基,数制中各位所具有的值称为权。

1. 十进制 (Decimal System)

十进制是逢十进一,所以它所使用的基(数码)是 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9,各位的权是以 10 为底的幂。

[例 2.1] $(3652.08)_{10}$:

基	—	3	6	5	2	.	0	8
权	—	10^3	10^2	10^1	10^0		10^{-1}	10^{-2}

2. 二进制 (Binary System)

二进制是逢二进一,所以它所使用的基是 0 和 1,各位的权是以 2 为底的幂。

[例 2.2] $(11001.011)_2$:

基	—	1	1	0	0	1	.	0	1	1
权	—	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0		2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}

3. 八进制 (Octal System)

八进制是逢八进一,所以它所使用的基是 0、1、2、3、4、5、6、7,各位的权是以 8 为底的幂。

[例 2.3] $(6072.4)_8$:

基	—	6	0	7	2	.	4
权	—	8^3	8^2	8^1	8^0		8^{-1}

4. 十六进制 (Hexadecimal System)

十六进制是逢十六进一,所以它所使用的基是 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F,各位的权是以 16 为底的幂。

[例 2.4] $(E40D.C3)_{16}$:

基	—	E	4	0	D	.	C	3
权	—	16^3	16^2	16^1	16^0		16^{-1}	16^{-2}

在微型计算机中,这些数制都能用到,但最常使用的是二进制和十六进制。熟练地使用数制,对学习计算机是必要的。

二、数制的转换方法

我们习惯用十进制数,在研究讨论问题时,总是用十进制数来描述。但对计算机来说,只有把二进制数送到计算机中才能处理,处理后的结果仍是二进制数。所以只有把二进制数再转换成十进制数,才能以十进制形式把结果显示出来,这就要求熟悉数制之间的转换方法。

1. 其它进制数转换成十进制数的方法

某进制数转换成相应的十进制数等于某进制数各位基与权的乘积之和。例如:

对二进制数 $(101101)_2$:

$$1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 45$$

对八进制数 $(7052)_8$:

$$7 \times 8^3 + 0 \times 8^2 + 5 \times 8^1 + 2 \times 8^0 = 3626$$

对十六进制数 $(3CB5)_{16}$:

$$3 \times 16^3 + 12 \times 16^2 + 11 \times 16^1 + 5 \times 16^0 = 15541$$

2. 十进制数转换成其它进制数的方法

十进制数转换成二进制数的方法是:用2除该十进制数得商和余数,此余数为二进制数最低有效位。再用2除该商又可得新的商和余数,此余数为二进制数的次最低有效位。用同样方法一直除下去,直到商为0时止,便可得到该十进制数的相应二进制数。例如:将十进制数45转换成二进制数,其过程如下:

	0	 (余)1	
2	$\overline{1}$	 (余)0	
2	$\overline{2}$	 (余)1	
2	$\overline{5}$	 (余)1	
2	$\overline{11}$	 (余)0	
2	$\overline{22}$	 (余)1	
2	$\overline{45}$		

(由上向下读,便从左至右写出二进制数)

由上向下读余数101101,即为转换成的二进制数。

模仿上述方法,可将十进制数转换成其它进制数。其它数制之间的相互转换都可依照上述方法进行。也可以将一种进制数先转换成十进制数,然后再由十进制数转换成另一种进制数。请读者自己练习掌握。

三、码制

在第一章中已提及,计算机是一种能存储和处理信息(数据)的设备。计算机中的数是以电路状态(高电平或低电平)表示的,故计算机只能直接识别用“0”和“1”(低电平和高电平)表示的二进制数。因此,在计算机中所遇到的数字、字母、符号、功能等都必须用特定的二进制数表示,这就是所谓的二进制编码。