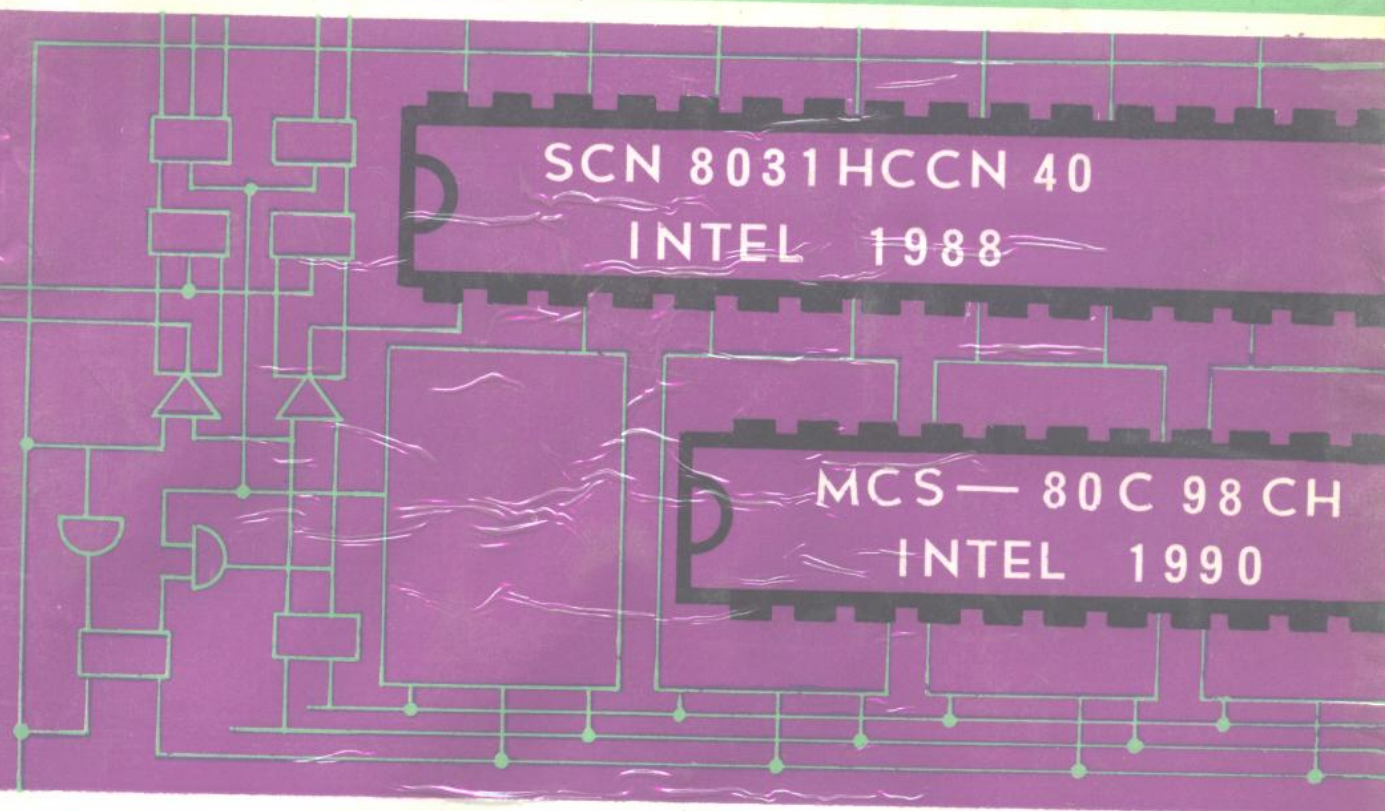


蒋智勇 戴立权——编译

单片微型计算机应用

戴立权



单片微型计算机 应用技术

39
2Y/1

辽宁科学技术出版社

TP39
J=7/1

单片微型计算机应用技术

蒋智勇 戴立权 编译



辽宁科学技术出版社

0022679

(辽)新登字 4 号

JS2766
单片微型计算机应用技术

Dān piàn Wēi xíng Jì suàn jī Yīng yòng Jì shù

蒋智勇 戴立权 编译

辽宁科学技术出版社出版、发行

(沈阳市和平区北一马路 108 号 邮政编码 110001)

朝阳新华印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:16.25 字数:400 000

1991 年 12 月第 1 版 1991 年 12 月第 1 次印刷

责任编辑:马 骏

版式设计:刘晓峰

封面设计:王绍英

责任校对:祝瑞琪

插图:宋荷梅

印数:1—4 000

ISBN 7-5381-1157-3/TP·13 定价:8.80 元

前 言

单片微型计算机的诞生是电子计算机发展史上一个新的里程碑。从 1971 年 INTEL 公司首次宣布生产出 4004 的 4 位微处理器起,在不到 20 年时间,全世界平均每 20 人就拥有一片单片机,西欧共同体成员国已达每人一片。预计到 2000 年单片机与人口的之比将会达到 5:1。随着单片机的档次不断提高,功能的不断完善,以及应用领域的日趋扩大,新课题的繁杂要求,两者的相互作用,使得单片机的应用成为工程技术多学科知识汇集的一个专门研究领域,其应用产生了极高的经济效益和社会效益。

单片机的最大特点是面向控制,由于它集成度高、运算速度快、体积小、运行可靠、价格低,因此在过程控制、数据采集、机电一体化产品、家用电器、智能化仪器、仪表以及网络技术中得到了广泛应用,倍受人们的注目。目前,有关单片机应用方面的著作和资料很少,本书根据国内外的应用资料,特别是汇集分析了近几年来引进国外各种生产线中的单片机应用实例,加上编者开发应用 INTEL 公司单片机的体会,奉献给读者。目的是为了推广应用单片机提供一些基础知识和索引性的资料,使广大科技人员系统的了解单片机在各行各业中的应用现状,以达到开阔眼界、启迪思维、交流技术、并在实际工作中加以应用。单片机的每一种应用都有其特殊性,因而本书按着计算机工程规范分别介绍一些在各个领域应用的实例。

本书在编译过程中,翻译了美国 INTEL 公司 MCS48、51、96 系列单片机的原文资料。参阅了国内外一些书刊的内容,从中引取了一些应用实例,在此对原作者特表感谢。本书第一、三、六、七、十章由蒋智勇编写,第二、四、八、九、十一章由戴立权编写,第五章和附录由戴立权、蒋智勇编写。机械电子工业部教育司司长任跃先教授、沈阳工业大学计算机学院院长郑重教授、沈阳工业大学祝瑞琪教授、辽宁大学王树仁教授、赖翔飞研究员和沈阳工业学院李新教授对本书进行了认真细致的审阅,在此一并致以热忱谢意。

由于编者的水平有限,加上时间仓促,纰漏与错误在所难免,恳请读者不吝指教,以便改正。

编 者

一九九一年四月

目 录

第一章 单片微型计算机概述	1
第一节 单片机的特点及发展概况.....	1
一、单片机与一般计算机的区别	1
二、单片机的发展过程和单片机的特点	2
三、单片机的应用与发展趋向	4
第二节 Intel 公司的单片机	5
一、Intel 公司系列单片机的优势	5
二、Intel 公司单片机的特点	6
第三节 常用单片机系列.....	8
一、6801 单片机	9
二、6805 单片机	10
三、Zilog 公司单片机产品	11
四、Super8 单片机	12
五、F8 (3870) 单片机产品	13
六、其他单片机系列	15
第四节 MCS-51 系列单片机	16
一、MCS-51 结构	18
二、定时器/计数器	20
三、中断系统	22
四、MCS-51 指令格式和寻址方式	25
五、MCS-51 指令系统	28
第五节 单片机和单片机开发系统的选择	35
一、单片机存储容量、接口能力、软件设计的考虑	35
二、单片机功率的选型要求	36
三、单片机开发系统的选择	36
第二章 单片机应用程序设计与技巧	38
第一节 结构化程序设计与技巧	38
一、N 种分支的转移程序 N-JMP	38
二、128 种分支转移程序 JNP-128	39
三、256 种分支转移程序 JMP-256	39
四、大于 256 的分支转移程序 JMP-N	40
第二节 算法程序设计与技巧	41
一、16 位数加 1 子程序 ADD1	41
二、多精度无符号数加法子程序 ADD2	41

三、多精度无符号数减法子程序 SUB1	42
四、双精度无符号数乘法子程序 MUL1	42
五、双精度无符号数乘法子程序 MUL2	44
六、双精度带符号数乘法子程序 MUL3	44
七、双精度无符号数除法子程序 DIV1	46
八、双精度带符号数除法子程序 DIV2	47
九、双精度数取补子程序 CPL1	48
十、多字节数取补子程序 CPL2	49
十一、4 字节左移子程序 RLC4	49
十二、4 字节数装载子程序 LOAD4	50
第三节 字符函数程序与设计技巧	50
一、8 位二进制数转换为 BCD 数子程序 BINBCD1	50
二、多字节二进制数转换为 BCD 数子程序 BINBCD2	51
三、16 进制数转换为 ASC11 码子程序 HEXASC1	52
四、多位十六进制数转换为 ASC11 码子程序 HEXASC2	52
五、多位十六进制转换为 ASC11 码子程序 HEXASC3	53
第四节 端口程序设计与技巧	54
一、I/O 端口程序之一	54
二、I/O 端口程序之二	56
第五节 堆栈传送参数程序设计与技巧	57
一、通过堆栈传送参数的方法之一	57
二、通过堆栈传送参数的方法之二	58
第三章 单片机的扩展技术	60
第一节 单片机扩展的技术基础	60
一、特殊的接口结构与一线多用的引脚	60
二、外部程序存储器读周期	61
三、外部数据存储器读/写周期	61
第二节 程序存储器扩展	63
一、可擦写只读存储器 EPROM	63
二、8031 程序存储器扩展	64
三、实用的程序存储器设计	64
第三节 外部数据存储器扩展	66
一、RAM 存储器电路	66
二、实用的数据存储器电路	67
三、程序存储器和数据存储器的合用	69
第四章 单片机应用系统的组成及接口技术	70
第一节 显示器及接口电路	70
第二节 采用串行口的键盘、显示电路	71
第三节 打印机及接口电路	72

一、8031 与 TPUP-40 微型打印机的接口	72
二、8031 与 LASERPP40 的接口电路	73
第四节 智能终端接口电路	76
一、RS232C 电平转换器	73
二、准 RS232C 电平转换器	74
三、MCS-51 和终端的接口	74
第五节 D/A 电路接口技术	75
一、D/A 芯片的特性和选择方法	75
二、8 位数模电路 DAC0832	76
三、10 位 D/A 转换器 AD7520	78
第六节 A/D 电路接口技术	80
一、A/D 转换器的特性与选择方法	80
二、5G14433 和 MCS-51 的接口	81
三、逐次逼近法 A/D 转换器原理	83
四、0816A/D 转换器	84
五、0809 和 MCS-51 的接口方法	87
第五章 单片机应用系统的设计、研制与调试技术	88
第一节 应用系统的研制规律	88
一、确定任务	88
二、总体设计	88
三、硬件设计方法	89
四、软件设计方法	90
第二节 智能仪器及智能设备的设计	92
一、智能仪器及智能设备的特点	92
二、智能仪器和智能设备的设计	94
三、智能仪器和智能设备的功能部件	96
第三节 8051 的串行接口应用与设计	102
一、串行通讯的原理	102
二、RS-232 接口的标准	104
三、8051 串行口的应用	105
四、关于 Intel8044 单片机与 BITBUS 位总线	114
第四节 单片机应用的关键—信号的传感与转换技术	118
一、传感器的示容变量和示强变量	118
二、与信号有关的变量与误差有关变量的区别	118
三、能量变换型和能量控制型传感器的区别	118
四、传感器的工程应用线性化	119
五、由多种传感器组成的单片机应用系统实例	119
第五节 单片机的开发工具	124
一、以 PC 机为主的开发工具	124

二、SICE 多功能单片机开发系统	125
三、SICE 软件辅助设计功能	126
四、SICE 仿真功能	127
五、单片机应用系统的调试	128
第六节 单片机应用系统的抗干扰措施	131
一、干扰源及其传播途径	131
二、电网对单片机系统的干扰	133
三、单片机及外围电路的抗干扰措施	134
四、输入/输出通道的抗干扰措施	139
第六章 单片机的机电一体化应用	142
第一节 单片机在橡胶硫化机中的应用	142
一、基本原理	142
二、设计思想	143
第二节 单片机在气体压缩机控制中的应用	145
一、系统硬件	146
二、系统软件	147
第三节 可编程温控仪	148
一、硬件结构特点	149
二、软件设计	150
第七章 单片机在过程控制中的应用	151
第一节 单片机温度控制系统	151
一、硬件系统	151
二、软件设计	153
第二节 水泥生料配制单片机控制系统	155
一、硬件系统	155
二、软件设计	157
第三节 分室反吹风袋滤式除尘器单片机控制系统	158
一、计算机控制系统的设计	158
二、除尘器微机控制系统程序特点	161
第四节 单片机在电动机调速系统中的应用	162
一、直流电动机调速系统	162
二、结定速度与速度反馈	162
三、电机调速系统电气原理图	163
四、程序流程	164
第五节 单片机在电梯控制系统中的应用	165
一、控制系统硬件电路	165
二、到站的控制及站控容量的计算	167
三、计算机控制系统的可靠性及抗干扰性措施	167

第八章 单片机在数据通讯和分布系统中的应用	168
第一节 BITBUS 分布式控制系统	168
第二节 多单片机处理系统并行通讯	170
一、多单片机处理系统并行通讯的硬件接口	170
二、多单片机处理系统并行通讯的软件设计	172
第三节 PC 机和单片机的多机通讯原理及应用	173
一、单片机的多机通讯	173
二、PC 机和单片机实现多机通讯的原理	174
三、应用	175
第四节 分布式单片机浆纱监控系统	177
一、主从结构的分布式控制系统	177
二、系统的硬件构成	177
三、系统的软件构成	179
四、系统工作原理	179
第九章 单片机在仪器仪表中的应用	180
第一节 单片机在多通道风速风向测量仪中的应用	180
一、多风仪的组成	180
二、测风原理和方法	181
三、测量技术分析	182
第二节 单片机在超声波测位仪中的应用	183
一、原理	183
二、单片机处理数据方法	184
三、硬件	184
四、软件	185
第三节 单片机在 RLC 自动数字电桥中的应用	186
第十章 单片机在家用电器中的应用	188
第一节 单片机在全自动洗衣机上的应用	188
一、控制器功能	188
二、硬件	189
三、软件	189
第二节 单片机在电磁灶中的应用	190
第三节 单片机在电子钟中的应用	193
一、系统硬件结构	194
二、系统软件设计	194
第四节 单片机控制的除湿机	196
一、控制器组成原理	197
二、按键功能的软件、硬件支持	198
三、输入信号的数据采集	198
四、监控程序流程	198

第十一章 8096 十六位单片机及其应用	200
第一节 8096 单片机性能与原理	200
一、MCS—96 系列概况	200
二、8096 中央处理器与存储器	201
三、中断结构	202
四、I/O 功能部件	202
五、8096 指令系统特点	204
六、HSO 部件举例	206
第二节 8098 单片机在数据采集及通讯系统中的应用	207
一、硬件	207
二、软件	208
第三节 8098 单片机组成的脉冲测定仪	210
一、和高速输入通道 HSI 有关的寄存器	210
二、高速输入通道 HSI 的组成与工作原理	211
三、软件设计	213
附录 I MCS—48 指令表	217
附录 II MCS—51 指令表	223
附录 III MCS—51 指令编码表	228
附录 IV MCS—96 指令表	235
附录 V MCS—96 指令操作码与状态时间表	238
附录 VI 常用芯片引脚	242
附录 VII 各种集成电路及其应用在本书中的页码	247
参考书目	249

第一章 单片微型计算机概述

第一节 单片机的特点及发展概况

单片微型计算机 (Single—Chip Microcomputer 或 One—Chip Microcomputer) 简称为单片机。它是在一块芯片上集成中央处理部件的 (CPU)、存贮器 (RAM、ROM 或 EPROM) 和各种输入/输出接口 (定时器/计数器、并行 I/O 或串行 I/O 以及 A/D 转换接口等), 这就构成一台计算机的基本组成。由于它常常是针对工业控制以及与控制有关的数据处理而设计的, 因而又称为微控制器 (Micro—controller)。

单片机按其 CPU 的字长, 可以分为 1 位机、4 位机、8 位机和 16 位机。但被工业界广泛应用的微控制器通常是指 8 位和 16 位机, 目前应用最广的是 8 位单片机。据市场预测, 8 位单片机在 1986 年达到 2.1 亿片, 销售金额为 8.66 亿美元, 到 1990 年已达 7.11 亿片, 销售金额达到 26 亿美元。在 2.1 亿片产量中, 全世界平均每 5.9 人就拥有一片单片机, 美国及西欧共同体各国已达每人 4 片, 预计 2000 年单片机与人口之比将会达到 1:3。目前美国 INTEL 公司的单片机系列产品占全世界总产量的 65%。

一、单片机与一般计算机的区别

单片机在一块芯片上集成了中央处理单元 CPU、随机存贮器 RAM、只读存贮器 ROM、定时/计数器和多种功能输入/输出 I/O 及 A/D 转换等。就其组成而言, 一片单片机就是一台计算机。那么单片机有那些特点呢? 通常是根据以下几条来衡量的。

结构上采用 Harvard 结构。就是数据存贮空间与程序存贮空间相互分隔开来。而目前一般计算机常用的是 VonNeumann 结构, 即数据与程序合用一个存贮空间。采用 Harvard 结构主要是考虑到单片机大多用于控制上, 需要较大的程序存贮器用来固化已调试好的控制程序和较小的数据存贮器用以存放少量的数据。小容量数据存贮器能以高速寄存器形式集于单片机内, 以加快单片机的运算速度。

单片机的功能是通用的。单片机虽然主要作控制器用, 但是它的功能还是通用的, 并不是功能单一的专用芯片。

单片机内 RAM 的作用是数据存贮器。它用来存放需要处理的随机数据, 而不是当作高速数据缓冲器来用, 这是同一般计算机的重要区别。程序存贮器只存放程序与常数或表格, 所以无论什么芯片, 都是“只读”的存贮器。从控制信号上讲, 询问外部程序时 PSEN 信号有效, 访问外部数据存贮器时 WR 或 RD 信号有效, 从而保证了这两类存贮严格分开。

这里应该说明的是从1980年起国际上有许多数据信号处理机DSP (Digital Signal Processing), 它作为一门新兴的高科技技术被广泛应用于雷达、语音、通讯、机器人等方面, 典型产品为TMS32010、TMS32020、TMS320C25。TI公司1982年推出的TM320单片信号处理机, 指令时间短, 90%以上的指令只要 $200\mu\text{S}$, 有专用的 16×16 乘法器, 用它来完成64点的快速富里叶变换只要 $580\mu\text{S}$ 。严格的讲, 单片信号处理机也属于单片计算机范畴。

二、单片机的发展过程和单片机的特点

单片机作为微型计算机的一个重要的分支, 应用面很广, 发展也很快, 1971年Intel公司首次宣布4004的4位微处理器, 1974年12月仙童(Fairchild)公司即推出8位单片机F8 (需另加一块3851芯片, 还不能真正称得上为单片机)。随后, Mostek公司和仙童公司一起推出了与F8兼容的3870单片机系列。Intel公司在1976年9月推出了MCS-48单片机系列 (包括8048/8748/8035等); GI (General Instrument Corp) 公司在1977年10月宣布了PIC1650单片机系列; 在1978年Rockwell公司也推出了R6500/1系列 (与6502微处理器兼容)。这些单片机都有8位CPU、若干个并行I/O、8位定时器/计数器、容量有限的RAM和ROM, 以及简单中断处理等功能。Motorola公司和Zilog公司的单片机问世稍晚一些, 但产品性能较高, 单片机还有串行I/O、多级中断处理等功能, 片内的RAM和ROM容量较大, 有的还带有A/D转换接口。Motorola公司在1978年下半年宣布了与6800微处理器兼容的6801单片机 (在此之前, 先推出了双片式的6802); Zilog公司在同年10月也推出了Z8单片机系列; Intel公司在原MCS-48基础上, 于1980年推出了高性能的MCS-51系列 (包括8051/8751/8031等)。到1982年, Mostek公司和Intel公司先后推出了16位单片机MK68200 (与68000微处理器兼容) 和MCS-96系列。1987年Intel公司又推出了性能是8096的2.5倍新型单片机80296。

综上所述, 可以把单片机的发展划分四个阶段:

第一阶段 (1974开始): 单片机初级阶段。因工艺限制, 单片机采用双片的形式; 而且功能比较简单, 如仙童公司的F8实际上只包括了8位CPU、64字节RAM和2个并行I/O口, 因此, 还需加一块3851 (由1K ROM、定时/计数器和2个并行I/O构成) 才能组成一台完整微型计算机。

第二阶段 (1976年开始): 低性能单片机阶段。以Intel公司的MCS-48为例, 采用了单片结构。即在一块芯片内就含有8位CPU、并行I/O口、8位定时/计数器、RAM和ROM等, 但无串行I/O, 中断处理也较简单, 片内RAM和ROM容量较小, 且寻址范围有限, 一般都不大于4K字节。

第三阶段 (1978开始): 高性能单片机阶段。这一类单片机带有串行I/O, 有多级中断处理, 定时/计数器为16位, 片内的RAM和ROM相对增大, 且寻址范围可达64K字节, 有的片内还带有A/D转换接口。这类单片机有Intel公司的MCS-51, Motorola公司的6801和Zilog公司Z8等。由于这类单片机应用的领域较广, 目前还在不断改进和发展着。

第四阶段 (1982开始): 16位单片机阶段。16位单片机除了CPU为16位外, 片内RAM和ROM容量进一步增大, 实时处理的能力更强。如Intel公司的MCS-96, 其集成度已为120000管子/片, 主振为12MHz, 片内RAM为232字节, ROM为8K字节, 中断处理为八级, 而且片内带有多通道10位A/D转换和高速输入/输出部件(HSIO), 实时处理的能力很

强。

根据 1989 年 5 月份的统计, 包括单片信号处理机在内, 单片机以有 70 几个系列 463 个机种。

单片机有两种结构: 兼容型单片机和独立型单片机。所谓兼容型单片机, 即与相应的微处理器相兼容, 也就是把该系列的接口芯片都集成在一块芯片上。如 Motorola 公司的 6801 可以看作由 MC6800 系列的 6875 (时钟) + 6800 (μP) + 6810 (128 字节 RAM) + 2×6830 (1KROM) + 0.5×6821 (并行 I/O) + $1/3 \times 6840$ (定时器) + 6850 (串行 I/O) 所组成。属于这类单片机的还有 Rockwell 公司的 R6500/1 (与 6502 微处理器兼容), Mostek 公司的 MK68200 (与 68000 微处理器兼容)。

大多数单片机采用独立型结构, 为了适合控制之用, 指令被设计为面向控制的高效控制指令。为了提高实时执行的速度, 片内的 RAM 的存取类同于寄存器间的数据传送。如 Intel 公司的 MCS-48, TI 公司的 TMS7000 和 GI 公司的 PIC1650 等。这类单片机比兼容型结构紧凑, 执行的效率也要高得多。

单片机的典型结构如图 1-1 所示。

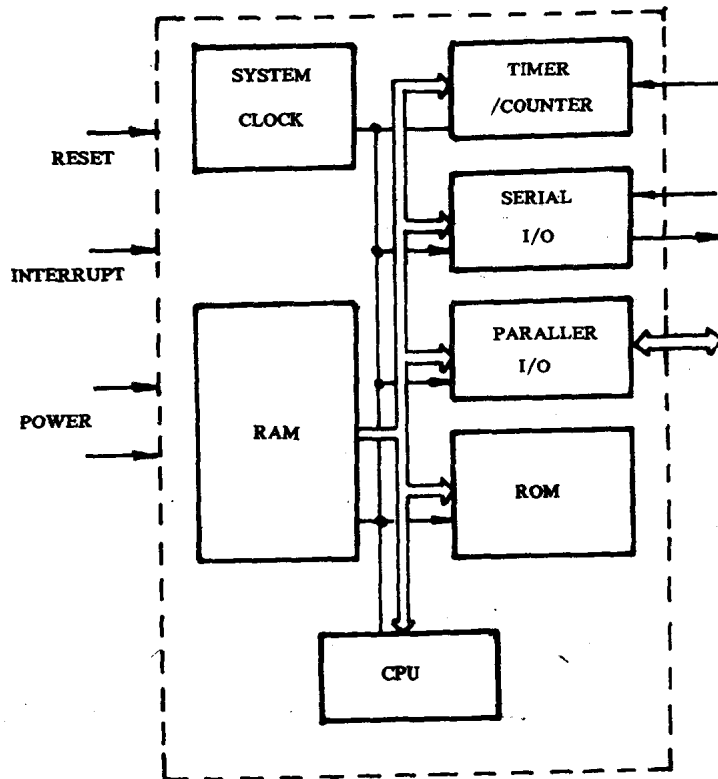


图 1-1 单片机的典型结构

它采用 Harvard 的结构, 即数据存储器与程序存储器相互分离开来 (Harvard Aiken 在 1944 年为 IBM 公司推出的 Mark1, 提出了该结构思想)。这同目前常用的数据和程序合用同一存储空间的结构有所不同。如 Intel 公司的 MCS-51, 把数据存储空间与程序存储空间分离开来, 采用不同的寻址方式, 并用了两个不同的存储器地址指针, PC 指向程序存储空间, DPTR 则指向数据存储空间。采用这种方式主要是考虑到控制应用的特点, 即需要较大的程序存储空间

和较小的随机存取数据存贮空间。

单片机的特点可以归纳为以下几个方面：

(1) 在一块芯片上集成了构成一台微型计算机所需的 CPU、存贮器和输入/输出部件，即一块芯片就是一台完整的微型计算机。

(2) 片内的 RAM 采用完整的寄存器结构形式，这样可提高随机存取的速度。

(3) 指令采用紧凑的格式，尽可能以单字节的形式出现。如 Intel 公司的 MCS-48 的 70% 指令长度仅为一个字节，且 50% 以上的指令为单周期指令。

(4) 片内有完善的输入输出部件。

根据这些特点，兼容形的还称不上真正的单片机，它仅仅是把原有的微处理器系列中几块芯片集成在一块芯片内，因此，真正单片机是指独立型的结构，这类单片机因而也称为微控制器。

单片机的工艺多数采用 NMOS，目前正转向 CMOS 化，这就增强了单片机的应用活力。片内的 RAM 从早期的 64 字节增大到 256 字节以上；片内 ROM 也越来越大，已达 8K 字节，ROM 的形式也多样化，可为片内掩模式 ROM 或 EPROM，也可外接 EPROM 方式，有的单片机还采用 Piggyback 形式（芯片背上带有 EPROM 的插座），这实际上是把片内 EPROM 与外接 EPROM 的形式结合起来，使应用更为方便。片内的输入/输出部件的功能也越来越强，从早期的只带并行 I/O 发展到可带有串行 I/O 和 A/D 转换等接口，在 16 位单片机中开始引入了通道的概念。

在芯片的结构上，各公司开始采用由 TI 公司提出的“条状芯片”SCAT (StripChipArchitecture) 结构，控制单元、寄存器、存贮器和 I/O 都为独立的条状硅片模块，然后再按用户要求封装在一块芯片内，这样很容易地设计出各种专用单片机。这种结构首先在 TI 公司的 TMS7000 单片机实施，并取得较好的效果。

单片机实际上是将软件进行硬化，这似乎兜了一个圈子，又回到了早期的计算机结构，但不同的是现在全部都集成在一块芯片上，这是计算机发展的又一个飞跃。

目前市场上单片机的应用有 4 位机、8 位机和 16 位机。在 1983 年前，单片机的市场主要是 4 位机；到 1985 年，8 位机的销售量已经与 4 位机不相上下了；16 位单片机在 1986 年才开始打开市场，并将在 1987 年产生飞跃，到 90 年代初期，这三种单片机已维持在同一数量级上。

三、单片机的应用与发展趋向

最近的单片机的发展趋势将是：大容量、高性能化；小容量、低价格化和外围电路内装化三个方面发展。

大容量、高性能化：片内存贮器大容量化，以往的单片机内的 ROM 为 1—4K 字节，RAM 为 64—128 字节。因此，在需要复杂控制的场合，存贮容量不够，不得不外接扩充。为了适应这种领域的要求，运用新的工艺，使片内存贮器大容量化。目前，单片机片内的 ROM 可为 6—8K 字节，RAM 可达 128—256 字节。

单片机的高性能化，主要是加快指令运算的速度和提高系统控制的可靠性。指令的速度以达 $1\mu s$ ，并加强了位处理的功能，充实了中断和定时控制的能力。同时，为了提高可靠性，片内装有时间监视定时器和低电压检出电路。时间监视器是用于检出因干扰等原因使程序乱

套的一种计数器；低电压检出电路则用来保证单片机不因掉电或电源电压下降而使整个系统崩溃。

小容量、低价格化：与上述的相反，以4位机为中心的小容量、低价格化也是最近发展动向之一。这类产品内ROM容量只有0.5—1K字节，芯片引脚为16—28脚。这类单片机的用途是把以往用数字逻辑集成电路组成的控制电路单片机化。

由于单片机占用的空间较小，而且只需变更相应的软件就可适应不同的应用要求。所以，为了降低价格，即使采用了功能有限的单片机，借助于软件的灵活性，也可能得到广泛的应用。

外围电路内装化：这也是单片机发展的主要动向。把液晶显示或荧光显示的驱动器装入4位机早已产品化。把外围电路装入单片机内，降低系统成本，也是目前单片机发展动态之一。

作为通用的单片机，已把A/D转换器集成到片内。对专用的单片机，把电话用的双音多频发生器，彩电、磁带录像机用的锁相电话也装入片内。

随着集成工艺的不断发展和完善，能装入片内的外围电路也可以是大规模的。这样，在应用时，可把所需的外围电路全部装入单片机内。系统的单片机化倾向预计今后将会进一步发展。

第二节 Intel 公司的单片机

Intel 公司的单片机有MCS—48、MCS—51和MCS96三大系列，目前应用较广的是MCS—48和MCS—51的8位单片机，16位单片机的MCS—96于1985年才真正开始得到应用，专家预测MCS—51系列单片机将有较长时间的应用期。

一、Intel 公司系列单片机的优势

Intel公司于1976年开始推出8位单片机和MCS—48系列中8748/8048/8035，并按需要研制了改进型8749/8049/8039（即把片内的RAM和ROM都扩大了一倍）和8750/8050/8040（把片内的RAM和ROM都再扩大了一倍），在1980年推出了高档8位MCS—51系列中的8751/8051/8031，不久也研制了改进型的8752/8052/8032，MCS—51系列单片机是目前性能较强的8位单片机，它的应用范围正日益在扩大。在1982年Intel公司宣布了16位单片机MCS—96系列。在1984年、1985年以推出了介于MCS—51系列和MCS—96系列之间的CHMOS83C252/87C252/80C252，它们的指令与MCS—51系列完全兼容，并具有MCS—96系列高速输入输出（HSIO）功能，同时，还有两级程序保密和智能编程的特性。在1987年Intel公司又推出性能是目前16位单片机8096的2.5倍的单片机80296。

Intel单片机每一类芯片往往有三种形式：片内带掩模式ROM、片内带EPROM和片外接EPROM的方式。如8048为片内带掩模式ROM，8748为片内带EPROM，8035为外接EPROM方式（片内无ROM/EPROM）。片内带掩模式ROM适合定型的大批量应用产品的生产，成本低；片内带EPROM适合于研制产品样机，允许设计者不断给予改进；片外接EPROM的方式则适合于研制新产品。在我国由于应用的面还不够广，研制片内带掩模式ROM，至少一次投片要在一万片以上，推出片内带掩模式ROM的单片机条件还不具备；而片内带EPROM则需要较复杂的工艺和较高的成本；因此应用最多的还是片外接EPROM方式。Intel公司已宣布即将推出片内带有电可改写的E²PROM的单片机。

Intel 单片机大多数是采用 NMOS 或 HMOS (高性能的 NMOS) 工艺。目前正 CMOS 化, 如 8049 的 CMOS 型号为 80C49。同时, 为了广泛适用于工业控制应用, 专门开发了 Automotive-grade 的工艺, 它采用的是 HMOS 工艺, 塑料封装。温度范围可为 $-40^{\circ}\text{C} \sim 110^{\circ}\text{C}$ 。如 8049 这一档产品型号为 P80A49H (Plastic package Automotive grade HMOS)。

在 MCS-48 系列中, 8020、8021 和 8022 是低档型号, 它们的指令只是 8048 指令中的一个子集, 速度也比 8048 慢。其中 8022 是带有 2 个通道的 8 位 A/D 转换 (转换时间约 $40\mu\text{s}$) 适合于简单的智能仪器。这类单片机是 Intel 公司的早期产品, 已不向用户推荐了。

在 MCS-48 系列中有 8041/8741/和 8042/8742 的 I/O 处理单片机, 是通用的外设接口, 有时把它们划到 UPI-41 (Universal Periphery Interface) 系列, 但内部结构基本类同于 8048/8747, 指令也与其兼容, 因此, 也归入 MCS-48 系列的范畴里。8041 大量用于打印机、键盘等外设。如日本产的 DP822 打印机, 就是 8041 控制打印头, 使打印机的控制线路大为简化; Intel 的 MDS-230 开发系统中 I/O 模板就用一块 8041; IEEE-488 接口芯片 8291、8292 和 8293 中的 8292 就是固化的 8041。

Intel 单片机一个很突出的特点是把 VLSI 工艺技术与用户的要求紧密的结合在一起, 也就是随着集成电路工艺的发展不断推出高集成度的单片机, 同时又根据用户的需要研制各种高性能的单片机。如 8049/8749/8039 和 8050/8750/8040 分别把原先的 8048/8748/8035 的片内 RAM 和 ROM 增大 2 倍与 4 倍; MCS-51 系列中的 8052/8032 也把 8051/8031 的片内 RAM 和 ROM 增大 2 倍, 同时, 把 16 位计数器增为 3 个。这些改进型产品一方面是根据当时集成电路工艺的许可, 但主要还是采纳用户应用后的反馈信息加以研制的。随着应用的深入, 对单片机的要求也更高了。如高性能的 8 位单片机 8051 也只适用于速率为 300 波特的电机和每秒 100 至 200 个字符的打印机操作。因而 Intel 公司 1982 年宣布了 16 位单片机 8096, 它可对速率为 2400 波特的新型电机进行数字信号处理, 把打印机的速度提高一倍以上 (达每秒 200 至 400 个字符)。对于温彻斯特硬盘驱动器的控制和录像机, 只有 16 位单片机 8096 才能胜任。在目前单片机的应用中, 高性能的 8 位单片机 MCS-51 系列占据很大的市场。MCS-51 系列单片机基本上能满足用户一般应用的要求。为了进一步提高输入/输出的功能, Intel 公司又推出了 83C252/87C252/80C252CSOM 单片机, 把 16 位单片机 8096 中的高速输入/输出部件 (HSIO) 移植到 MCS-51 系列中的 8052 上。

在 MCS-51 系列中还有类似于 8041 的 I/O 处理单片机 8044/8744/8344。其片内的串行接口为 HDLC/SDLC 方式。在 Intel 公司新进推出的分布式控制的 BITBUS 中, 每一个控制节点都采用了带有 iDCM (分布式控制模块) 固件的 8044。

二、Intel 公司单片机的特点

Intel 公司的单片机特点概述如下:

1. 单片机的存储器

芯片内带有 RAM 和 ROM 存储器是单片机的一个特点。Intel 的各单片机片内的 RAM 和 ROM 根据工艺的许可和用户的要求, 有各种不同的配置。

早期的 MCS-48 系列中的 8048 片内的 RAM 只有 64K 字节, ROM 也只有 1K 字节; 而 MCS-96 系列中的 8096 片内的 RAM 为 232 字节, ROM 达 8K 字节。使单片机成为名副其实的计算机。单片机的 ROM 形式, 按照应用的对象不同, 采用片内掩模式 ROM、片内 E-

PROM 和外接 EPROM 三种形式。这是 Intel 公司的首创, 现已成为单片机的统一规范。

单片机的寻址能力也是影响单片机应用范围的一个因素。MCS-48 系列的单片机主要是用于简易的仪表和家用电器上, 应用程序都比较少、所处理的数据也比较少。因此程序存贮器的寻址范围只有 4K 字节, 片外直接寻址的数据存贮器最大为 256 字节, 它限制了单片机应用范围。MCS-51 系列的单片机除了扩大片内 RAM 和 ROM 的大小外, 还把片外程序存贮器和数据存贮器的寻址范围都扩大到 64K 字节。MCS-96 系列单片机也是如此。这样, MCS-51 和 MCS-96 系列的单片机可以象其他通用的微处理器那样, 不受限制编写程序和进行数据处理。

MCS-48 和 MCS-51 系列单片机的存贮器, 采用 Harvard 结构, 把数据存贮器与程序存贮器相互分离开来。采用这种结构的理由已在前一节中谈到。在它们主要应用的控制领域, 需较大的程序存贮空间和较小的数据存贮空间, 以适应紧凑和快速运算的需要, MCS-96 系列的单片机, 则又把程序存贮空间和数据存贮空间合而为一, 仍采用 VonNeumann 结构。这是由于 MCS-96 系列已具有较强的数据处理能力, 即不仅能胜任控制方面的应用, 还能进行数据处理。单片机在数据处理领域的渗透可能突破单片机只能用于控制领域的框框。

2. 高速运算能力

单片机要有实时处理的功能, 就要具有高速运算的能力。这是单片机一个重要的特性。单片机工作时钟可达 12MHz, 这是其它微处理器不可比拟的。

片内 RAM 可以看作是一组通用寄存器, 因此, 可使数据在存取如同寄存器之间的数据传送, 单片机指令的执行速度大大快于一般的微处理器。

在 MCS-51 系列单片机中, 还有一个专门的布尔处理器, 以适应快速的布尔处理。同时, 为了保证指令的高速执行, 在时序上使得在一个机器周期内, 能二次访问存贮器, 缩短指令执行的时间。

在 MCS-96 系列的单片机中, 中央处理部件采用了双总线结构。D 总线 (16 位数据总线) 和 A 总线 (8 位地址总线)。D 总线只能在 RALU 与寄存器组或特殊功能寄存器 SFR 之间传送数据; A 总线可用作传送数据的地址, 或作为存贮器的地址/数据总线, 从而达到高速运算的目的。如在 $1\mu\text{s}$ 内能完成 16 位加法, 在 $6.5\mu\text{s}$ 内实现 16 位 $\times$ 16 位乘法运算或 32 位 $\div$ 16 位的除法运算。

3. 多功能的 I/O 接口

单片机片内带有多功能 I/O 口, 是单片机具有生命力的一个重要标志。

在早期 MCS-48 系列的单片机中, 就具有并行 I/O 接口和 8 位定时/计数器的功能。在 MCS-51 系列的单片机中, 还增加了串行 I/O 接口, 定时/计数器有 2 至 3 个, 位数为 16 位。在 MCS-96 的单片机中, 不但增加了多通道的 10 位 A/D 转换接口, 还采用了大型计算机的“通道”结构, 把有关的输入/输出组成高速输入/输出部件 (HSIO)。这样, 能提供分辨率为 $2\mu\text{s}$ 的外部事件的四个高速触发输入信号; 提供多至 6 个的高速脉冲发生器, 能在预定时间下触发外部事件; 高速输出部件还能同时运行四个 16 位软件定时器。

单片机的中断处理能力也很强。MCS-48 系列单片机可处理二个中断。MCS-51 系列单片机有二个中断优先级, 可处理 5 至 7 个中断源。MCS-96 系列的单片机则有八个中断优先级和一个软件中断。这些强有力的中断处理功能, 使得单片机在实时控制中大显神通。

实时处理的要求和单片机片内 ROM 容量的限制, 使单片机的指令要具有紧凑格式和快