

8096/8098 单片机 原理及应用

朱晓强 姚志石 编著



复旦大学出版社

8096/8098单片机原理及应用

朱晓强 编著
姚志石

复旦大学出版社

内 容 简 介

MCS-96 是美国 Intel 公司推出的 16 位单片机,具有丰富的软硬件支持。可进行高速数字运算和频繁的输入/输出处理,对解决高速和复杂的实时控制任务特别有效。在航天航海、汽车、过程控制、机电控制、智能仪器、数据处理和高档家电自动化方面,都可以进行广泛的应用。

本书系统地介绍了 8096 BH、8098 和 80C196、80C198 单片机的系统结构、指令系统、程序设计,以及 A/D 转换、定时器、串行口、PWM、HSIO 和 80C196/C198 单片机的 PTS、HOLD/HLDA、省电方式等特殊功能;同时也介绍了 8096 等单片机的扩展接口的方法。本书还附有各种芯片的技术数据,并介绍了 8096 等单片机的开发与应用方法,列举了大量实例。

本书叙述深入浅出,可读性好。可作大专院校的教科书或短训班的教材,也可作科技和工程技术人员的参考书及技术手册。

(沪)新登字202号

责任编辑 陆盛强

责任校对 陆宏光

8096/8098 单片机原理及应用

朱晓强 姚志石 编著

复旦大学出版社出版

(上海国权路 579 号)

新华书店上海发行所发行 复旦大学印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 25.875 字数 640,000

1993 年 5 月第 1 版 1993 年 5 月第 1 次印刷

印数 1—10,000

ISBN7-309-00989-4/T·66

定价: 17.80 元

前 言

Intel 公司的 8096/80 C 196 是当前功能最强的 16 位单片机之一,它在一块芯片上集有 16 位 CPU、8 KB(16 KB)ROM、256~512 字节的内部 RAM、全双工串行口、多通道 10 位 (8 位)A/D 转换、HSIO、PTS 服务器及省电方式等多种功能。为了使 16 位单片机 8096/80 C 196 能更好地在国内推广和应用,我们编著了这本书。

本书是一本实用性教科书和技术参考书,从应用设计的角度出发,详细地介绍了 8096、8098、80 C 196 和 80 C 198 的系统结构,各功能部件的应用和程序设计方法。全书共分八章。第一章介绍了 8096/8098 的系统结构;第二章是 8096 的指令系统;第三章介绍了 8096 的中断系统;第四章详细地介绍了 8096/8098 的特殊功能寄存器、高速输入/输出、定时器、A/D 转换和串行口等部件的结构和应用方法。第五章以大量实例介绍了 8096/8098 四则运算程序设计。第六章以多种 I/O 扩展方法介绍了 8096/8098 硬件、软件设计的实例。第七章介绍了 80C196/80C198 新一代 16 位单片机,详细地叙述了这类芯片在 8096/8098 基础上新增加的各种功能及特点。

本书由复旦大学计算机科学系朱晓强、姚志石主编。全书由陈章龙、徐君毅审阅。于玉、龚美玲和庄美玲参加了本书的整理和出版工作。在编写过程中,我们力求深入浅出,精练流畅。但由于水平有限,错误和不妥之处敬请读者批评指出。

编 者

1992 年 6 月

05 12 05

目 录

前 言

第一章 8096/8098 单片机系统结构	1
§ 1.1 概述	1
§ 1.2 系统结构	3
1.2.1 基本功能	4
1.2.2 中央处理器(CPU)	5
1.2.3 存储器及芯片组构造字节	7
1.2.4 I/O 功能部件概述	17
1.2.5 系统复位及振荡时序	21
1.2.6 引脚及封装	24
第二章 8096/8098 指令系统	35
§ 2.1 操作数类型	35
§ 2.2 寻址方式	36
§ 2.3 程序状态字	39
§ 2.4 指令系统详解	40
2.4.1 数据传送指令	43
2.4.2 算术运算指令	53
2.4.3 逻辑运算指令	73
2.4.4 堆栈操作指令	78
2.4.5 无条件转移和调用指令	83
2.4.6 条件转移指令	89
2.4.7 单寄存器指令	92
2.4.8 移位指令	94
2.4.9 特殊控制指令	96
第三章 8096/8098 单片机的中断系统	98
§ 3.1 中断结构	98
3.1.1 中断优先级	98
3.1.2 中断登记寄存器与中断屏蔽寄存器	101
3.1.3 中断控制处理过程	102
§ 3.2 外部中断的使用	103
3.2.1 EXTINT 中断	103

3.2.2	ACH.7 作外部中断	103
3.2.3	HSI.0 作外部中断	105
§ 3.3	软件产生中断	106
§ 3.4	中断优先级的改变	107
3.4.1	中断优先级改变的过程	107
3.4.2	中断优先级改变实例	108
§ 3.5	改变中断的返回地址	110
§ 3.6	NMI 和 TRAP 的使用	112
第四章	8096/8098 单片机 I/O 功能部件	113
§ 4.1	特殊功能寄存器 SFR	113
§ 4.2	A/D 转换部件	113
4.2.1	A/D 转换的结构特性	114
4.2.2	A/D 转换的命令寄存器和结果寄存器	115
4.2.3	A/D 转换应用方法	116
§ 4.3	PWM 脉宽调制输出	119
4.3.1	PWM 的结构与原理	120
4.3.2	PWM 的应用方法	121
§ 4.4	定时器	125
4.4.1	定时器 T1	125
4.4.2	定时器 T2	127
4.4.3	定时器的中断	130
§ 4.5	监视定时器 WDT	132
§ 4.6	高速输入 HSI 部件	133
4.6.1	HSI 的结构与原理	133
4.6.2	HSI 的中断方式	136
4.6.3	HSI 的编程及应用	136
§ 4.7	高速输出 HSO 部件	141
4.7.1	HSO 的结构与原理	141
4.7.2	HSO 的使用与中断	144
4.7.3	HSO 的编程及应用	145
§ 4.8	串行口	155
4.8.1	工作方式	155
4.8.2	与串行口有关的 SFR	157
4.8.3	串行口编程及使用要点	159
4.8.4	串行口的应用	159
第五章	应用系统的扩展设计方法	173
§ 5.1	存储器地址译码与 I/O 口	173

5.1.1	存储器读/写	173
5.1.2	P3、P4口重建	174
5.1.3	P1口的编程要求及硬件考虑	175
5.1.4	噪声防止措施	175
§ 5.2	8096单片机系统设计	176
5.2.1	最基本的硬件逻辑	176
5.2.2	最小外接 EPROM 系统	176
5.2.3	实用的 EPROM 系统	177
5.2.4	外接 RAM/EPROM 系统	177
5.2.5	8096 单片机外围扩展应用系统	181
§ 5.3	8098 单片机系统设计	187
5.3.1	最基本的 8098 硬件逻辑	187
5.3.2	EPROM/RAM 扩展	188
5.3.3	外围扩展应用系统	189
§ 5.4	809×BH 单片机系统设计	191
5.4.1	8 位数据总线扩展系统	191
5.4.2	16 位数据总线扩展系统	192
5.4.3	8 位外部数据总线串行口驱动	192
§ 5.5	I/O 扩展应用系统	192
5.5.1	PP40 的应用	192
5.5.2	8279 可编程键盘/显示接口应用	199
5.5.3	8250 可编程串行接口应用	204
5.5.4	ICL7135 四位半 A/D 转换器应用	211
5.5.5	8096/8098 单片机与 CRT 显示器字形显示通信	220
第六章	8096/8098 的应用	226
§ 6.1	中断的应用方法	226
6.1.1	外部中断和 HSI.0 产生中断	226
6.1.2	软件产生 EXFINT 和 HSI.0 中断	230
6.1.3	HSI.0 中断与 HSI 数据有效中断	232
§ 6.2	A/D 转换应用方法	233
6.2.1	多路 A/D 转换应用	234
6.2.2	50 周快速实时采样程序	236
6.2.3	10 路十位 50 周的 A/D 转换	236
6.2.4	11 位 A/D 实现方法	242
§ 6.3	高速输入 HSI 应用方法	243
6.3.1	高速输入 HSI 检测事件	243
6.3.2	脉冲宽度的测量	245
6.3.3	脉冲周期的计算	246

6.3.4	脉冲周期和频率测量	248
6.3.5	脉冲频率测量	250
6.3.6	转速测量	253
§ 6.4	高速输出 HSO 应用方法	255
6.4.1	软件定时器作电子时钟	255
6.4.2	HSO 进行 PWM 输出应用	257
6.4.3	高速可编程控制器	259
6.4.4	可变电压控制 HSO 脉冲发生器	262
6.4.5	实时时钟	263
6.4.6	D/A 转换	268
§ 6.5	串行口应用方法	269
6.5.1	串行口初始化程序	269
6.5.2	字符串输入程序	269
6.5.3	字符串输出程序	271
6.5.4	不用串行口的串行通信	272
6.5.5	多机通信的应用	277
6.5.6	串行口与 IBM-PC 机的通信	287
§ 6.6	键盘和显示应用方法	292
6.6.1	通用七段显示器及键盘硬件结构	292
6.6.2	可编程键盘和显示	296
第七章	80C196/80C198 十六位单片机	300
§ 7.1	基本功能特性	300
§ 7.2	80C196/80C198 中央处理器(CPU)	301
7.2.1	CPU 控制	301
7.2.2	RALU	301
7.2.3	内部时钟	302
§ 7.3	80C196/80C198 PSW 和增加的指令	303
7.3.1	PSW 状态位	303
7.3.2	增加的指令	303
§ 7.4	80C196/80C198 存储器空间	306
7.4.1	寄存器文件	307
7.4.2	80 C 196 KB/80 C 198 的 SFRS	307
7.4.3	80 C 196 KC 的 SFRS	311
7.4.4	特殊功能寄存器 SFRS 说明	313
7.4.5	中断矢量单元及芯片组构字节	314
7.4.6	其他存储空间	316
§ 7.5	80 C 196/80 C 198 中断	316
7.5.1	中断矢量及优先级	316

7.5.2	中断控制	317
7.5.3	中断时间	319
7.5.4	特殊中断	320
§ 7.6	80 C 196/80 C 198 定时器	320
7.6.1	定时器 T 1	320
7.6.2	定时器 T 2	320
7.6.3	定时器中断	322
§ 7.7	80 C 196/80 C 198 高速输入 HSI	322
7.7.1	HSI 的方式和状态	323
7.7.2	HSI 的中断	323
7.7.3	HSI 输入采样	324
7.7.4	HSI 初始化	324
§ 7.8	80 C 196/80 C 198 高速输出 HSO	324
7.8.1	HSO 命令寄存器	324
7.8.2	HSO 有关的状态寄存器	325
7.8.3	HSO 锁定内容	326
7.8.4	HSO 实现 PWM 输出	326
7.8.5	清除 HSO 和锁定输入内容	329
7.8.6	HSO 使用中的注意情况	329
§ 7.9	80 C 196/80 C 193 PWM 脉宽调制输出	329
§ 7.10	80 C 196/80 C 198 串行口	330
7.10.1	串行口状态和控制	330
7.10.2	波特率设置	331
7.10.3	串行口中断	332
§ 7.11	80 C 196/80 C 198 A/D 转换	332
7.11.1	80 C 196 KB/80 C 198 A/D 转换器	333
7.11.2	80 C 196 KC A/D 转换器	333
§ 7.12	80 C 196/80 C 198 省电方式	335
7.12.1	Idle 方式	335
7.12.2	Powerdown 方式	336
7.12.3	ONCE 和测试方法	337
§ 7.13	80 C 196/80 C 198 芯片组构寄存器	337
§ 7.14	$\overline{\text{HOLD}}/\overline{\text{HLDA}}$	339
§ 7.15	80 C 196/80 C 198 外围事务服务器	342
7.15.1	PTS 控制	343
7.15.2	PTS 方式	345
§ 7.16	80 C 196/80 C 198 I/O 口	350
7.16.1	P 1 和 P 2 口	351
7.16.2	输入口	351

7.16.3 输出口.....	351
7.16.4 准双向 I/O 口.....	351
7.16.5 P3 和 P4 口	352
§ 7.17 电源与复位.....	353
7.17.1 电源.....	353
7.17.2 振荡器与内部时钟.....	353
7.17.3 复位和复位状态.....	353
§ 7.18 80 C 196/80 C 198 基本硬件连接.....	356
§ 7.19 其他一些说明.....	358
7.19.1 80 C 198	358
7.19.2 80 C 196 KA	359
7.19.3 80 C 196 KB 对 8096 BH 的兼容性.....	359
7.19.4 80 C 196 KC 对 80 C 196 KB 的兼容性	359
§ 7.20 80 C 196/80 C 198 芯片封装及引脚	359
7.20.1 80 C 198 封装.....	359
7.20.2 80 C 196 KB/KC 封装	361
附录 A MCS-96/196 指令系统	366
附录 B 8096/8098 特殊功能寄存器一览表	377
附录 C 8096/8098 电气性能指标	385
附录 D 80 C 196/80 C 198 电气性能指标	393

第一章 8096/8098 单片机系统结构

§ 1.1 概 述

八十年代中期,单片机的应用进入了 16 位单片机的时代。在目前已投放市场的几种 16 位单片机中,Intel 公司的 MCS-96 系列单片机功能最强,应用最广。

Intel 公司的 16 位单片机 8096 虽然不是第一个公布于世的 16 位单片机 (Mostek 公司的 68200 是第一个推出的 16 位单片机),但却是目前性能最强、应用最为广泛的 16 位单片机。近年来,在我国各个领域,特别是航天和高技术工业控制方面应用相当广泛。其他一些公司如美国国家半导体公司 (NS) 和日本的 NEC 公司也分别推出了 16 位单片机 HPC 16040 和 783×× 系列。表 1-1 是目前已公布于世的几种 16 位单片机的性能比较。

8096 单片机不断发展,逐渐形成系列。1987 年推出了 80 C 196,其速度是 8096 的两倍,如 16 位×16 位乘法仅为 2.3 μs。图 1-1 是 MCS-96 单片机系列的发展示意图。据统计 1987 年 8096 单片机的产量已达到 20 万片,约占当年 16 位单片机市场的 90%。16 位单片机目前发展很快,据预测,到九十年代末 16 位单片机将达到 8 位单片机同样的产量。

Intel 公司自 1984 年推出了 8096, 1985 年底又推出了改进型 8096 BH。它与 8096 相比,10 位 A/D 转换器带有采样和保持电路,中断源增至 20 个,有专用的波特率发生器,可以动态地重新组合 8 位或 16 位数据总线,EPROM 可在运行时编程并带有各种安全措施,具有灵活可变的 READY 控制。1988 年 Intel 公司又推出了 8 位机的价格 16 位机性能的 8098 单片机,它类似于 8088 微处理器,内部的 CPU 寄存器都为 16 位,对外数据通路为 8 位,这样更便于应用和推广。

表 1-1 16 位单片机性能表

公 司	型 号	片 内		中断源	串行口	A/D	PWM 输出	watch- dog 定时器	定时/ 计数	高速 I/O	DMA
		RCM	RAM								
Thomson (Mostek)	68200	4 KB	256 B	15	异/同步	无	有	有	3×16位	无	无
Intel	8096	8 KB	232 B	8	异步	8×10 位	有	有	2×16位	HSIO	无
NS	HPC16040	4 KB	256 B	8	异步	8×8 位	有	有	8×16位	有	2 个
NEC	783××	8 KB	156 B	15	异步	4×8 位	有	有	2×16位	有	8个宏 通道

80 C 196/80 C 198 是 Intel 公司目前推出的性能最强的 CMOS 芯片。其保留了 8096 BH/8098 的功能外,还增加了许多内部 I/O 功能和指令功能。晶振频率达 16 MHz,其速度相当于 8096 BH/8098 的两倍。80 C 196/80 C 198 同样具备 16 位数据总线和 8 位数据总

线。使其在高层次的应用中有很大的前景。

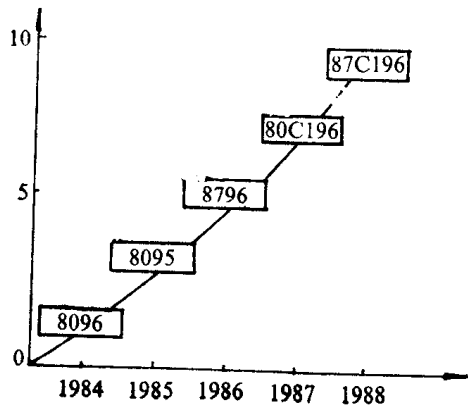


图 1-1 MCS-96 单片机的发展

196 是 1987 年推出的最新独立型在线仿真器。8096 单片机除了配备 ASM-96 汇编语言

表 1-2 介绍了 8097、8097 BH、8098、80 C 196 和 80 C 198 各类芯片的基本功能 (8097 和 8097 BH 是 8096 和 8096 BH 带 A/D 的芯片)。

为了更好地开发和应用 8096 单片机, Intel 公司先后推出了 SBE-96、VLSICE-96 和 ICE-196 仿真器。SBE-96 是简易型的单板式仿真器, 它可以在 Intelec 开发系统和 IBM-PC 微机上开发; VLSICE-96 是独立型在线仿真器, 可以通过 RS-232 串行口直接在 IBM-PC 微机支持下进行开发; ICE-

表 1-2 芯片功能一览表

型 号	片 内		中断 优先级	串行口	A/D	PWM	WDT	定时器	HSIO	SFR	省电方式
	ROM	RAM									
8097	8 K	256 B	8	有	8×10位	1	有	2×16(读)	有	读或写	无
8097 BH	8 K	256 B	8	有	8×10位(S/H)	1	有	2×16(读)	有	读或写	无
8098	8 K	256 B	8	有	4×10位(S/H)	1	有	2×16(读)	有	读或写	无
80C196 KB	8 K	256 B	16	有	8×10位(S/H)	1	有	2×16(读/写)	有	读写	有
80C196 KC	16K	512 B	16	有	8×(10位) 8位 (S/H)	3	有	2×16(读/写)	有	读写	有
80 C 198	8 K	256 B	16	有	4×10位(S/H)	1	有	2×16(读/写)	有	读写	有
80C 196 KR	16K	768 B	37	异步, 同步	8×10位(S/H)	EPA	有	2×16(读/写)	EPA	读写	有
80C 196 MC	16K(OTP)	488 B	18	有	12×(10位) 8位 (S/H)	3	有	2×16(读/写)	EPA	读写	有

型 号	晶振(最高)	T 状态时间	T2 捕捉	T2加/ 减计数	8位/16位总线	NOLD/ HLDA	PTS	非法指令 中断	NMI \口
8097	12 MHz	250 ns	无	无	仅 16 位	无	无	无	0000H
8097 BH	12 MHz	250 ns	无	无	有	无	无	无	0000H
8098	12 MHz	250 ns	无	无	8 位	无	无	无	0000H
80C196 KB	12 MHz	187 ns	有	无	有	有	无	有	203EH
80C196 KC	16 MHz	125 ns	有	有	有	有	有	有	203EH
80 C 198	12 MHz	167 ns	无	无	8 位	无	无	有	203EH
80C196 KB	16 MHz	125 ns	10个 (捕捉/比较)	有	有	有	有	有	203EH
80C196 MC	16 MHz	125 ns	EPA	有	有	有	有	有	203EH

外,还配备 PL/M-96 和 C-96 高级语言;和其他的微处理器一样,8096 单片机也配备了实时多任务执行软件 DCX-96(即 iRMX-96)。

8096 是高性能的单片机,特别适合应用于要求很高的实时控制场合,如工业控制、仪器仪表和计算机的智能外设。如 8096 已成功地应用于汽车上,用于点火和燃料等控制;温式硬盘驱动器和光盘控制器也是 8096 单片机应用的主要对象。表 1-3 列出了 8096 单片机的应用范围。

表 1-3 8096 的应用范围

工业方面:	导航与控制方面:
电机控制	导弹制导
工业机器	鱼雷制导控制
离散与连续过程控制	智能武器装置
数字控制	航天导航系统
智能传感器	数据处理方面:
仪器仪表方面:	图形终端
医疗器械	彩色与黑白复印机
液体和气体色谱仪	温式硬盘驱动
示波器	磁带机驱动
消费品方面:	打印机
录像机	汽车方面:
激光盘驱动	点火控制
高级电视游戏	变速器控制
电讯方面:	燃料控制
调制解调器	防滑刹车
智能线路控制	排气控制

§ 1.2 系 统 结 构

MCS-96 系列产品,从目前国内市场使用的程度来看,主要有三档芯片,8×9×、8×9×BH 和 8098。

8×9× 芯片是比较早期的芯片。这类芯片的品种有 8×96、8×97、8×94 和 8×95,其中 8× 又分成 83(带 ROM)、87(带 EPROM)和 80(外部扩展存贮器),芯片内部含有存贮器空间达 8K 字节(2000H~3FFFH)。在外接存贮器时,芯片都是面向 16 位数据总线。其运算速度平均每条指令为 1~2 μs。16 位乘以 16 位的乘法运算和 32 位除以 16 位的除法运算达 6.5 μs。A/D(8 路 10 位)转换器不带采样保持器,每次转换时间约 42 μs(12 MHz 晶体振荡)。芯片封装采用 PGA 或 PLCC(68 引脚,8×96 和 8×97)和 DIP(48 引脚,8×94 和 8×95)。

8×9×BH 芯片是继 8×9× 以后由 Intel 公司又推出的一种新颖的品种。8×9×BH 芯片与 8×9× 芯片比较而言,从速度上和功能上都有所增加。16 位乘以 16 位的乘法运算和

32 位除以 16 位的除法运算为 $6.25\ \mu\text{s}$ 。A/D 转换器带采样保持电路,采样时间 $1\ \mu\text{s}$,每次转换时间为 $21\ \mu\text{s}$ 。 $8\times 9\times \text{BH}$ 芯片的最大改进是数据总线不仅可面向 16 位,还可面向 8 位。这使用户使用这类芯片有更多的选择。若选用 8 位数据总线,其硬件逻辑结构同 8 位单片机的结构基本相同。 $8\times 9\times \text{BH}$ 的芯片型号,存储器空间和封装同 $8\times 9\times$ 芯片一样。这使得 $8\times 9\times \text{BH}$ 芯片不仅具有自己的特色,还可兼容 $8\times 9\times$ 芯片。

与 $8\times 9\times \text{BH}$ 芯片同一档的又一种芯片为 $8\times 9\times \text{JF}$ 。这类芯片较之 $8\times 9\times \text{BH}$ 的功能又有所增加。其主要增加的功能有:增加了 256 个 XRAM;芯片内部存储器空间达 16K 字节(2000 H~5 FFFH);具有 OTP 功能。

XRAM 是 JF 芯片所特有的存储器。其地址空间为 100 H~1 FFFH。在这一地址空间里不仅可存取数据,而且还可以存放指令。也就是说,程序计数器指向 100 H~1 FFFH 这一地址空间时,运行的是 XRAM 中的程序。当芯片外接存储器时,程序计数器指向这一地址空间时仍为 XRAM。XRAM 对数据的存取方法也不同于内部 RAM(00 H~FFFH),8 位直接寻址将不能访问这一地址空间。

8×98 芯片是目前较受欢迎的一种准 16 位单片机。 8×98 芯片的主要特点是面向 8 位数据总线,但其内部总线仍为 16 位。这使得 8×98 芯片运算不仅具有 $8\times 9\times \text{BH}$ 的速度,由于 8 位数据总线结构使外围硬件逻辑结构更趋于简单。而且 8×98 芯片较之上述芯片的价格要便宜得多。 8×98 芯片采用 48 引脚 DIP 封装。其功能同 8095 BH 芯片。

30 C 196/80 C 193 芯片采用 CMOS 工艺,无论芯片功能还是运算速度都大大优于 8096/8098 芯片。有关 80 C 196/80 C 193 的详细介绍见第 3 章。

由上所述可了解到 MCS-96 芯片的基本概况,这将有利于理解后面要介绍的内容。本书将以 8096($8\times 9\times$ 芯片的典型产品)和 8098 为典型芯片来重点介绍 MCS-96 系列的单片机。

1.2.1 基本功能

8096/8098 单片机由强功能的 16 位 CPU 组成,CPU 与程序存储器,数据存储器以及多种 I/O 功能部件有机地紧密相连并集成在一块硅片上。

CPU 支持位、字节、字操作。指令系统支持 32 位的双字长操作。在 12 MHz 输入频率下可实现 16 位加法运算($1\ \mu\text{s}$),16 位 $\times$ 16 位乘法运算或 32 位 $\div$ 16 位的除法运算($6.25\ \mu\text{s}$),指令执行时间一般平均为 $1\sim 2\ \mu\text{s}$ 。

4 个高速触发输入用于记录外部事件发生的时间,6 个高速脉冲发生器输出用于在预定的时间下触发外部事件。高速输出部件同时还有定时功能,多至 4 个 16 位软件定时器能同时工作。

芯片内部 A/D 转换器具有 4 个(8098)或 8 个(8096)10 位模拟输入通道。A/D 转换功能仅在 8×95 和 8×97 等芯片中具备,其余芯片都为数字型输入口。芯片还提供一个串行口,一个脉宽调制输出器及一个监视跟踪定时器。表 1-4 为 8096/8098 系列芯片的特性一览表。

表 1-4 8096/8098 系列功能特性一览表

功 能	特 性
16 位 CPU	使芯片功能更强,具有高速的处理能力
8 K 字节 ROM	为更复杂更庞大的程序提供大的程序空间
232 字节 RAM	大型的片内寄存器文件
硬件乘、除运算	提供更强的数学运算能力(在 12 MHz 下,6.25 μ s 内能完成 16 位 $\times$ 16 位的乘法运算或是 32 位 $\div$ 16 位的除法运算)
5 种寻址方式	使编程和数据处理有更大的灵活性
高速 I/O 部件(4 条专用 I/O 线,4 条可编程 I/O 线)	能测量和产生高分辨率的脉冲(在 12 MHz 下为 μ s)
10 位 A/D 转换器	读外部模拟输入
串行 I/O 接口	为其他处理器或系统提供异步串行通信
可扩展至 40 个 I/O 口	提供与 TTL 兼容的数字式 I/O 接口,包括具有标准的 8 位或 16 位外设的系统扩展
可编程的 8 级优先权中断系统	响应异步事件
脉宽调制输出	提供一组能改变脉冲宽度的可编程脉冲串。同时往往产生模拟输出
监视跟踪定时器	能够对软件故障或硬件失灵进行恢复
48 脚式(DIP)和 68 脚式(扁平引脚、格栅阵列式引脚)	提供各种封装形式以供选择,更好地满足那些需要考虑 I/O 数量和集成块尺寸的特殊场合。

1.2.2 中央处理器(CPU)

8096/8098 的 CPU 由若干部分组成,其中主要部分是寄存器文件(也称寄存器堆, Register File)和寄存器算术逻辑运算单元(RALU)。CPU 既可以通过特殊功能寄存器组(SFR)又可通过存贮控制器(Memory Controller)与外部进行数据传送。RALU 未采用其他类型 CPU 中的累加器,而是直接在组成寄存器文件的 256 个字节寄存器空间(包括特殊功能寄存器 SFR)里进行操作。这些寄存器都具有累加器的特殊功能,使 CPU 可对运算前后的数据进行迅速变换,同时提供高速的数据处理能力和频繁的输入/输出访问能力,而不存在使用累加器时出现的“瓶颈现象”。通过特殊功能寄存器组(SFR)还可直接控制 I/O,使之高效率地运行。

1. CPU 总线

CPU 内部的一个控制单元和两条总线把寄存器文件和 RALU 连接起来。图 1-2 画出了 CPU 内部两条总线的连接情况。这两条总线是:8 位地址总线(A 总线)和 16 数据总线(D 总线)。D 总线只能在 RALU 与寄存器文件或特殊功能寄存器组(SFR)之间传送数据。A 总线作为数据传送的地址总线或者作为连接到存贮控制器的多重地址/数据总线,无论是对内部 ROM 还是外部存贮器的任何访问,都是通过存贮器操作进行的。在 8096/8098 的存贮器中,不像 MCS-48 和 MCS-51 序列那样有程序存贮器和数据存贮器之分。在 8096 存贮控制器里设有一个跟踪 CPU 程序计数器(PC)的从程序计数器(Slave PC),使大多数程序可从程序计数器取出指令地址,从而节省了 CPU 执行操作时间。

2. 寄存器算术逻辑运算单元(RALU)

RALU 完成 8096/8098 单片机的大多数运算。送 RALU 的指令从 A 总线上取得,并暂存在指令寄存器中。控制单元对指令进行译码,产生一组准确的信号序列,使 RALU 去执行所指定的功能。RALU 的结构示于图 1-3 中。它包括一个 17 位的算术逻辑单元(ALU),

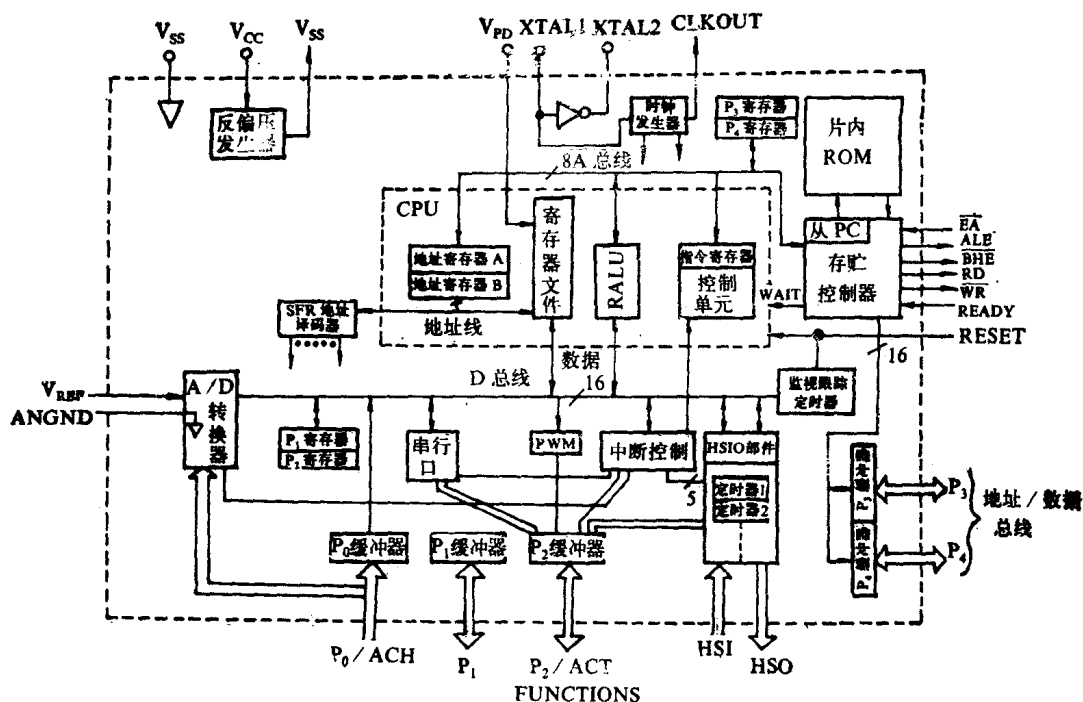


图 1-2 内部结构逻辑图

程序状态字(PSW), 程序计数器(PC), 一个循环计数器, 以及三个暂存寄存器。所有寄存器都是 16 位或 17 位(16 位加符号扩展位)的。有的寄存器还能脱离 ALU 而单独进行一些简单的操作, 如为程序计数器设置的增量器。程序的转移必须受到 ALU 的控制。两个暂存寄存器自带移位逻辑, 用于需要进行逻辑移位的那些操作中, 如规格化、乘、除操作。低字寄存器仅在双字长数据移位时才使用, 而高字寄存器只要进行移位时就要用到, 或作为许多指令的暂存器。循环移位时, 通过 5 位循环计数器进行循环计数。第三个暂存寄存器用于存放两操作数指令的第二个操作数, 如乘法运算的乘数和除法运算的除数。在执行减法运算时, 这个寄存器存放的减数经过变补后才送入 ALU 的 B 输入端。

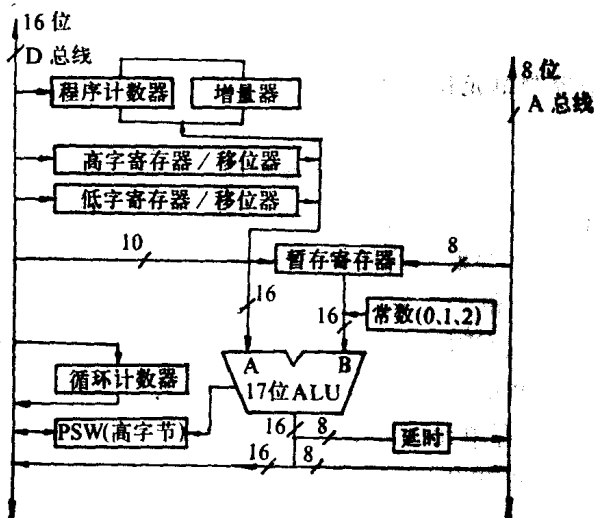


图 1-3 RALU 逻辑框图

延时环节用于把 16 位总线上的数据转换成 8 位总线上的数据。所有地址和指令送到 8 位 A 总线上时,都需要用到这个环节。此外,有几个常数(0、1 和 2)存放在 RALU 中,以用于加速某些运算,如地址自动增量,求 2 的补码,执行加 1 或减 1 指令,等等。

所以, CPU 在运算速度上比起一般的 CPU 要快得多。通常 8096 执行 16 位乘 16 位乘法或 32 位除以 16 位除法需 6.5 μ s。而 8096 BH 和 8098 仅需要 6.25 μ s。在执行 16 位加 16 位的加法运算时,这些芯片都仅需 1 μ s 时间(12MHz)。

1.2.3 存储器及芯片结构字节

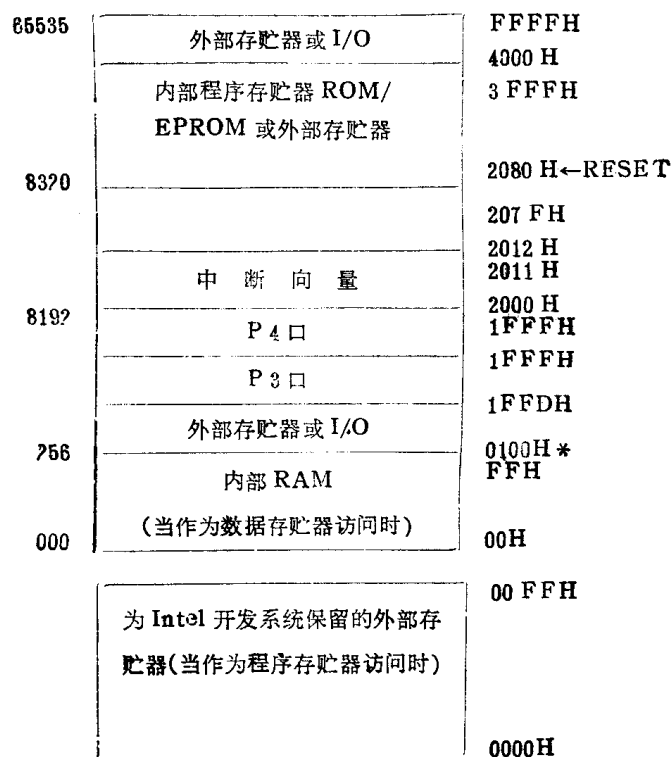
8096/8098 单片机可寻址的存储空间有 64 K 字节,其中大部分作为用户的程序存储器和数据存储器使用。而有一小部分存储单元具有特殊用途。8096、8096 BH 及 8098 这三类芯片,它们之间还有一些不同的地方。

1. 存储器空间分布基本结构

图 1-4 给出的是 8096/8098 存储器基本分布结构。

根据图 1-4,我们按地址分块来说明存储器空间的分布。

00H~FFH: 在 8096/8098 单片机中,芯片已固有一组内部数据存储器空间,又称为内部 RAM,总共 256 个单元。在内部 RAM 中,又分成特殊功能寄存器(SFR)和通用寄存器。特殊功能寄存器用于对芯片内部 I/O 功能控制及状态寄存器等多种用途。通用寄存器主要用来存放数据等信息(详见后面介绍)。所以,内部 RAM 也可称作内部寄存器文件。当指令对 00 H~FFH 这一地址空间寻址时,总是针对内部 RAM 地址空间。



* 8096 JF 芯片中 0100H~01 FF 为 XRAM

图 1-4 存储空间分布结构