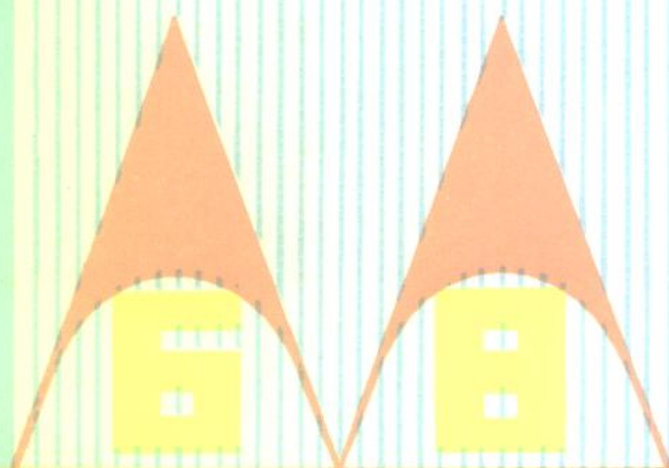


MOTOROLA 八位增强型单片机

M68HC11 原理与应用

刚寒冰 齐秋群 编著

MOTOROLA



北京理工大学出版社

MOTOROLA 8位增强型单片机

M68HC11 原理与应用

刚寒冰 齐秋群 编著



北京理工大学出版社

(京)新登字 149 号

内 容 简 介

M68HC11 系列单片机是功能最强的 8 位单片机。本书以 MC68HC11A8 为例介绍 M68HC11 系列单片机的工作原理、硬件结构、系统构成、工作模式、指令系统和程序设计方法。全面详细地介绍 M68HC11 的定时器、串行通讯接口、串行外围接口、脉冲累加器和 A/D 转换器的结构与应用。论述了 M68HC11 系列单片机各个管脚的内部电路和信号时序关系。并简要地介绍 M68HC11 系列其它型号的单片机的基本结构、特性及特点。最后叙述 M68HC11 的应用和开发技术。

本书内容丰富、图文并茂、注重实用、便于自学。可作为大专院校电类、自动控制类、微型计算机类等有关专业的本科生、大专生和研究生的教材。对科研人员和工程技术人员也有重要的参考价值。

JS/57/10

MOTOROLA 8 位增强型单片机
M68HC11 原理与应用

刚寒冰 齐秋群 编著

北京理工大学出版社出版发行
各地新华书店经售
清华大学印刷厂印刷

787×1092 毫米 16 开本 26.25 印张 649 千字
1993 年 2 月第一版 1993 年 2 月第一次印刷
ISBN 7-81013-629-1/TP·68
印数: 1-5000 册 定价: 19.00 元

前 言

在所有的 8 位单片机中, MOTOROLA 公司的 M68HC11 系列 8 位增强型单片机功能最强、性能最全面。MOTOROLA 公司是世界上最大的单片机生产厂家之一, 该公司的单片机在国际市场上占有极为重要的地位。据预测, 今后几年我国对单片机的需求将有大幅度增加, MOTOROLA 公司的单片机将成为主要的主流机型。由于 M68HC11 系列 8 位增强型单片机具有功能强、速度快、性能全面等许多优点, 不久它必将成为主流机型中的首选最佳型号。为了满足国内单片机开发与应用发展的需要, 我们将这本关于 M68HC11 系列单片机的书献给广大读者。我们希望、也坚信这本书一定能给广大的科技工作者和工程技术人员提供许多有益的帮助。

M68HC11 系列单片机是前几年 MOTOROLA 公司推出的增强型 8 位单片机, 它在 M6801 的基础上进行了改进, 吸取了 M6801 的优点, 并采用先进的 HCMOS 工艺, 具有高速 (总线速度 2.1MHz)、功能齐备、低功耗特点。它将 CPU、ROM、RAM、EPROM/EEPROM、I/O 口定时器、串行通讯接口 (SCI)、串行外围接口 (SPI)、脉冲累加器、A/D 转换器等多种功能封装于单一芯片上, 为用户的使用提供了极大的便利条件。

M68HC11 单片机可工作于两种基本模式: 单片模式和扩展模式。当 M68HC11 工作在单片模式时, 与 M6805 类似, 对外不提供地址线 and 数据线, 只有 I/O 口, 因此不能访问外部存储器; 当它工作在扩展模式时, 对外可提供 16 位地址线和 8 位数据线, 可访问外存储器, 这样当 M68HC11 工作在扩展模式时, 既可访问片内存储器又可访问片外存储器, 这一特点增加了 M68HC11 应用的灵活性和范围。M68HC11 内部还增加了电压变换电路, 用户不需要外加编程高电压就可对 EEPROM 进行编程和擦除, 有些型号的单片机还有 EEPROM 保密位, 可对 EEPROM 的内容进行保密, 防止被盗。M68HC11 不仅有 8×8 位整数乘法指令, 还增加了 16×16 位整数和浮点除法指令, 此外还增强了位操作指令和堆栈操作指令的功能。M68HC11 的串行同步外围接口 (SPI), 主机传送率最大可达 1.05MHz, 从机位传送率最大可达 2.1MHz。

M68HC11 主要用于智能化仪器仪表、家用电器、工业控制和通讯产品中, 特别在便携式仪器、智能化设备及自动控制系统中得到了更加广泛的应用。M68HC11 在欧美工业控制领域, 已销售了五亿多片, 在汽车业已成为一种工业标准。

本书以 MC68HC11A8 为例, 详细介绍 MC68HC11A8 的硬件结构、系统构成、工作模式、指令系统和它的定时器系统、串行通讯接口、串行外围接口、脉冲累加器和 A/D 转换器系统, 并给出了几十个实用的例题。最后对 M68HC11 系列其他型号的单片机进行了简单介绍, 并给出了各种单片机的电气特性和时序图。

本书的基本内容如下:

• 第一章: 简单介绍 MOTOROLA 单片机的发展概况、结构特点; 讨论

MOTOROLA 单片机的存储器组织、CPU 结构和各种外围子系统；最后概述了 MOTOROLA 增强型 8 位单片机——M68HC11 系列 MCU 的基本特性及其相应的各种外围子系统。

- 第二章：详细讨论 MC68HC11A8 的基本结构、四种工作模式和几种系统控制寄存器和定时保护寄存器，并给出了四种工作模式下的基本硬件电路连接图，同时讨论了 MCU 的并行 I/O 口功能和两种低功耗工作方式。

- 第三章：全面论述 MC68HC11A8 的片内存储器结构和各种存储器 (ROM、RAM、EEPROM) 的用途，讨论对 EEPROM 编程和擦除的方法、EEPROM 的保密特性与应用。

- 第四章：主要介绍 MC68HC11A8 的四种复位方式、复位后 MCU 的状态以及中断、中断处理过程和所有的中断源。

- 第五章：详细介绍 M68HC11 的寻址方式、指令系统和程序设计方法。给出了定点、浮点数的四则运算程序、查表程序等。以实例说明如何利用 M68HC11 指令系统编制实用程序。最后介绍 M68HC11 交叉汇编程序和 S-19 文件的格式。

- 第六章：详细介绍 MC68HC11A8 各个管脚的内部电路框图、内部信号时序关系，并讨论了所用管脚或不用管脚与外电路的连接，管脚保护等问题。初学者可以不阅读此章，但对于应用 MCU 进行实用系统设计的读者，该章的内容能给予您很重要的帮助。

- 第七章：主要介绍串行通讯接口 SCI 的基本特性，SCI 发送器、接收器结构和内部电路框图，讨论噪声对 SCI 系统的影响状况，多机通讯时的两种唤醒方式，与 SCI 有关的寄存器和 SCI 内部信号时序。

- 第八章：详细讨论串行外围接口 (SPI) 结构、工作过程，与 SPI 有关的寄存器和 SPI 系统内部信号时序。SPI 系统是 MOTOROLA 单片机特有的一种功能，利用 SPI 可进行各种系统扩展。

- 第九章：主要讨论 MCU 的 16 位可编程定时器和实时中断。详细论述了定时器的结构，与定时器有关的寄存器和定时器系统内部信号时序关系，最后给出了定时器的各种应用和实例。M68HC11 单片机，其定时器系统功能强、应用广，是当前 8 位单片机中功能较强的一种芯片。

- 第十章：详细讨论脉冲累加器结构、内部信号时序关系，并举例说明脉冲累加器的应用方法。

- 第十一章：主要介绍模数转换 (A/D) 系统的工作原理和与 A/D 系统有关的寄存器。

- 第十二章：对 M68HC11 系列各种型号单片机的技术性能进行了简介。简单介绍了 MC68HC11A0、MC68HC11A1、MC68HC11E9、MC68HC11E1、MC68HC11F1、MC68HC11D3、MC68HC11E2、MC68HC711E9S、MC68HC711E9、MC68HC711D3S、MC68HC711D3 的基本结构、特性和存储器组织，并给出了它们的电气特性和时序图。

- 第十三章：介绍了开发单片机的一般方法，并简介 MOTOROLA 公司生产的

一种开发板——M68HC11 EVM 板的各种命令和使用方法。

本书是以 MC68HC11A8 为对象来介绍上述内容的，但其基本结构、有些外围子系统也适用于其他型号的单片机。

在本书的编写过程中，北京理工大学电子工程系各位有关同志给予了许多帮助，曹名杨老师提供了一些有益的资料和软件，MOTOROLA 公司符俊超、刘秋常、王翔先生给予了大力的支持，并提供了大量的资料，作者向他们表示诚挚的谢意。北京理工大学电子工程系的各位领导、微机应用教研室的全体同志，系资料室的同志对作者的工作给予了热情的关怀和支持，借此机会向他们表示感谢。北京理工大学出版社在本书的出版过程中给予了大力支持，并付出了辛勤劳动，在此表示诚挚的感谢。

由于时间仓促，书中不足之处，恳请读者批评指正。

作者

1992 9

目 录

第一章 MOTOROLA 单片机简介

§1.1 发展概述	1
§1.2 MOTOROLA 8 位单片机的结构特点	2
1.2.1 存储器组织	2
1.2.2 CPU 结构	3
1.2.3 中断处理	3
1.2.4 I/O 口	4
§1.3 M68HC11 系列单片机简介	5
1.3.1 M68HC11 系列单片机的基本特性	5
1.3.2 M68HC11 系列单片机的命名规则	7

第二章 MC68HC11A 8 的基本结构和工作模式

§2.1 MC68HC11A 8 的基本结构	10
2.1.1 内部结构	10
2.1.2 CPU 结构	10
2.1.3 MC68HC11A 8 的引脚功能简介	15
§2.2 MC68HC11A 8 的工作模式	19
2.2.1 硬件模式选择	19
2.2.2 MCU 的工作模式	20
2.2.3 MCU 的几个控制寄存器	24
2.2.4 MCU 工作模式应用和举例	32
§2.3 并行 I/O 口	41
2.3.1 口数据寄存器 (PORT) 和口数据方向寄存器 (DDR)	41
2.3.2 通用 I/O 口 (PC 口和 PD 口)	42
2.3.3 固定方向 I/O 口 (PA、PB 和 PE 口)	43
2.3.4 简单选通 I/O 口	43
2.3.5 应答 I/O	44
2.3.6 并行 I/O 控制寄存器 PIOC	46
2.3.7 STRA 和 STRB 端的其他用法	47
§2.4 低功耗工作方式	47
2.4.1 等待方式	47
2.4.2 停止方式	49

第三章 片内存储器结构和使用

§3.1 存储器映射	50
§3.2 RAM 和 I/O 映射寄存器 INIT	54

3.3 ROM	54
§3.4 RAM	55
§3.5 EEPROM	55
3.5.1 EEPROM 编程控制寄存器 PPROG	56
3.5.2 编程和擦除步骤及举例	58
3.5.3 CONFIG 寄存器的编程和擦除	60
3.5.4 EEPROM 的保密特性与应用	61
3.5.5 EEPROM 的应用	62
3.5.6 EEPROM 的物理工作过程	64
3.5.7 延长 EEPROM 使用期限的软件方法	66

第四章 复位和中断

§4.1 MC68HC11A 8的四种复位方式	68
4.1.1 上电复位(POR)	69
4.1.2 外部复位	69
4.1.3 计算机正常操作监视系统复位	70
4.1.4 内部时钟监视系统复位	71
§4.2 复位后的 MCU 状态	72
§4.3 中断	75
4.3.1 中断处理过程	75
4.3.2 中断源	79

第五章 M68HC11 指令系统和程序设计

§5.1 寻址方式	83
5.1.1 立即寻址 (IMM)	83
5.1.2 直接寻址 (DIR)	84
5.1.3 扩展寻址 (EXT)	85
5.1.4 变址寻址 (INDX, INDY)	85
5.1.5 隐含寻址 (INH)	86
5.1.6 相对寻址 (REL)	86
§5.2 M68HC11 指令系统	87
5.2.1 与累加器和存储器有关的指令	87
5.2.2 与堆栈和变址寄存器有关的指令	103
5.2.3 与状态标志位有关的指令	106
5.2.4 控制指令	107
§5.3 汇编语言、伪指令和交叉汇编与连接	113
5.3.1 机器语言和汇编语言	113
5.3.2 汇编语言源程序格式	113
5.3.3 汇编伪指令	132
5.3.4 交叉汇编和交叉连接方法	135

§5.4 汇编语言程序设计和举例	142
5.4.1 定点数算术运算程序设计	142
5.4.2 浮点数的加减乘除四则运算程序设计	148
5.4.3 数制转换程序设计	156
5.4.4 查表和转移程序设计	158

第六章 管脚内部电路、内部时序关系和与外电路的连接

§6.1 电源管脚 (V_{DD} 和 V_{SS})	163
§6.2 模式选择端 ($MODB/V_{STBY}$ 和 $MODA/LIR$)	164
§6.3 中断端 ($XIRQ$ 和 IRQ)	165
§6.4 复位端 ($\overline{RESET}$)	166
§6.5 晶体振荡器输入、输出端和时钟端 ($EXTAL$, $XTAL$ 和 E)	167
§6.6 I/O 管脚	169
6.6.1 A 口各个管脚内部电路框图和 A 口时序	171
6.6.2 B 口管脚和 $STRB$ 管脚的内部电路框图和 B 口时序	175
6.6.3 C 口各管脚和 $STRA$ 管脚内部电路框图及 C 口时序	178
6.6.4 D 口各管脚内部电路框图和 D 口时序	184
6.6.5 E 口各管脚内部电路框图和 E 口时序	192
§6.7 未用管脚的连接	194
§6.8 管脚保护	194
6.8.1 数字输入管脚的内部保护电路	195
6.8.2 模拟输入管脚的内部保护电路	195
6.8.3 数字 I/O 管脚的内部保护电路	196
6.8.4 输出管脚的内部保护电路	197
6.8.5 输入/开路输出管脚的内部保护电路	197

第七章 串行通讯接口 (SCI)

§7.1 SCI 概述	198
7.1.1 基本特性	198
7.1.2 发送和接收数据格式	198
§7.2 SCI 发送器	199
7.2.1 SCI 发送器结构	199
7.2.2 TxD 端逻辑框图	201
§7.3 SCI 接收器	202
7.3.1 SCI 接收器结构	202
7.3.2 噪声干扰对起始位的影响	203
7.3.3 波特率不匹配的情况	206
§7.4 SCI 寄存器	207
7.4.1 PORTD DDRD 和 SPCR 寄存器	207
7.4.2 SCI 数据寄存器 SCDR	208
7.4.3 串行通讯控制寄存器 1 (SCCR1)	208

7.4.4	串行通讯寄存器 2(SCCR2).....	209
7.4.5	串行通讯状态寄存器SCSR	211
7.4.6	波特率寄存器BAUD.....	212
§7.5	多机通讯规程.....	214
7.5.1	空闲线唤醒方式	215
7.5.2	地址位唤醒方式	215
§7.6	SCI 时序	216
7.6.1	发送器允许时序	216
7.6.2	TDR 送数到串行发送移位寄存器的时序.....	216
7.6.3	发送完成时序	217
7.6.4	串行接收移位寄存器的数据传送到 RDR 的时序	217
§7.7	波特率发生器.....	217
§7.8	SCI 应用	218
7.8.1	硬件连接方法	218
7.8.2	软件编程方法	222
7.8.3	应用举例	222

第八章 串行外围接口 (SPI)

§8.1	SPI 简介	225
§8.2	SPI 结构	225
8.2.1	内部结构	225
8.2.2	SPI 引脚.....	227
8.2.3	SPI 数据与位时钟之间的各种时序关系.....	228
§8.3	SPI 的工作过程	229
§8.4	SPI 寄存器	230
8.4.1	串行外围控制寄存器 (SPCR)	230
8.4.2	串行外围状态寄存器 (SPSR)	231
8.4.3	串行外围数据读/写寄存器 (SPDR)	233
§8.5	SPI 系统时序	233
8.5.1	启动一次 SPI 传送时序	233
8.5.2	传送结束时序	234
§8.6	SPI 用于多机通讯	235
§8.7	SPI 系统与外围 I/O 接口芯片的连接.....	236
8.7.1	SPI 使用方法.....	237
8.7.2	SPI 使用举例.....	238

第九章 定时器及实时中断

§9.1	定时器结构和功能.....	247
9.1.1	定时器溢出功能	247
9.1.2	定时器输入捕捉功能	249
9.1.3	定时器输出比较功能	249

9.1.4	实时中断功能 (RTI).....	250
9.1.5	16 位自由运行计数器的旁路功能.....	252
§9.2	时钟链.....	252
§9.3	定时器寄存器.....	254
9.3.1	将定时器标志寄存器的各个控制位清零	254
9.3.2	定时器计数器 (TCNT)	255
9.3.3	输入捕捉寄存器 (TIC1~TIC3)	255
9.3.4	输出比较寄存器 (TOC1~TOC5)	256
9.3.5	定时器屏蔽寄存器 2 (TMSK2) 和定时器标志寄存器 2 (TFLG2)	257
9.3.6	定时器屏蔽寄存器1 (TMSK1) 和定时器标志寄存器1 (TFLG1)	259
9.3.7	输入捕捉边沿选择寄存器 (TCTL2)	259
9.3.8	输出比较控制寄存器TCTL1.....	260
9.3.9	OC1 输出通道屏蔽寄存器 (OC1M) 和OC1输出通道数据寄存器 (OC1D)	260
9.3.10	强迫输出比较控制寄存器 (CFORC)	261
§9.4	定时器时序.....	261
9.4.1	定时器复位时序	261
9.4.2	读 TCNT 时序	262
9.4.3	输入捕捉时序	263
9.4.4	输出比较符合时序	263
§9.5	定时器应用与举例.....	264
9.5.1	输入捕捉功能的应用与举例	265
9.5.2	输出比较功能的应用与举例	276

第十章 脉冲累加器

§10.1	脉冲累加器概述	286
§10.2	脉冲累加器框图	287
§10.3	脉冲累加器寄存器	288
§10.4	脉冲累加器的时序	290
§10.5	脉冲累加器的应用	292

第十一章 模数转换系统

§11.1	电荷再分配 A/D转换器工作原理.....	295
§11.2	MC68HC11A8中的A/D转换器.....	299
11.2.1	MC68HC11A 8 逐次逼近 A/D 转换器框图.....	299
11.2.2	A/D 直流电压变换电路和阻容 RC 振荡器.....	300
11.2.3	A/D 系统控制逻辑	301
§11.3	A/D 系统的寄存器.....	302
11.3.1	控制和状态寄存器 ADCTL	302
11.3.2	A/D结果寄存器 (ADR1~ADR4)	303
§11.4	A/D 管脚连接问题.....	304

第十二章 MC68HC11 系列单片机技术性能介绍

§12.1 MC68HC11A8	308
12.1.1 基本结构	308
12.1.2 基本特性	308
12.1.3 引脚说明	309
12.1.4 存储器组织	309
12.1.5 I/O 寄存器	309
12.1.6 外围子系统	309
12.1.7 电气性能和时序图	309
§12.2 MC68HC11A0	323
12.2.1 基本结构	323
12.2.2 基本特性	324
12.2.3 引脚说明	324
12.2.4 存储器组织	326
12.2.5 I/O 寄存器	326
12.2.6 电气性能和时序图	326
§12.3 MC68HC11A1	327
12.3.1 基本结构	327
12.3.2 基本特性	327
12.3.3 引脚说明	328
12.3.4 存储器组织	328
12.3.5 I/O 寄存器	328
12.3.6 电气性能和时序图	329
§12.4 MC68HC11E9	329
12.4.1 基本结构	329
12.4.2 基本特性	329
12.4.3 存储器组织	331
12.4.4 I/O 寄存器	331
12.4.5 电气性能和时序图	336
§12.5 MC68HC711E9S 和 MC68HC711E9	336
§12.6 MC68HC11E1	336
§12.7 MC68HC811E2	338
12.7.1 基本结构与特点	338
12.7.2 I/O 寄存器	338
12.7.3 电气特性和时序图	340
§12.8 MC68HC11D3、MC68HC711D3 和 MC68HC711D3S	340
§12.9 MC68HC11F1	346
§12.10 口替换单元(PRU) MC68HC24	347
12.10.1 概述	347
12.10.2 MC68HC24 的功能框图	347
12.10.3 管脚功能	347

12.10.4	输入输出 (I/O) 口	350
12.10.5	内部寄存器	354
12.10.6	系统设置	358
12.10.7	工作模式	359
12.10.8	M68HC11 MCU 与 MC68HC24 的区别	360
12.10.9	电气特性和时序图	360

第十三章 MC68HC11 单片机的开发

§13.1	M68HC11 应用系统的设计方法	367
13.1.1	M68HC11 应用特点	367
13.1.2	M68HC11 应用系统的设计和开发方法	368
§13.2	M68HC11 开发工具	369
13.2.1	M68HC11 EVM 开发装置的主要特性	370
13.2.2	EVM 系统设置与开关	370
13.2.3	EVM 存储器映射	380
13.2.4	M68HC11 EVM 的监控命令	381
13.2.5	MCU 片内 EEPROM 编程	395
13.2.6	汇编/反汇编过程	397
13.2.7	下卸过程	400
13.2.8	应用系统调试和仿真过程	402

第一章 MOTOROLA 单片机简介

§1.1 发展概述

MOTOROLA 公司是国际上著名的集成电路制造厂家,自1974年开始推出 MC6800 微处理器以后,先后又推出了各种性能的微处理器 MPU (Microprocessor Unit), 如 M6809、M68000 系列等。与此同时, MOTOROLA 公司还推出了各种单片微计算机 MCU (Microcomputer Unit), 简称单片机。单片机在一片芯片上集成 CPU、ROM、RAM、EPROM/EEPROM、I/O 口、定时器系统、串行通讯接口 (SCI)、串行外围接口 (SPI)、A/D 转换器、振荡电路等计算机的各种部件, 它的性能特别适于控制应用, 故又称为微控制器 MCU (Microcontroller Unit)。各种单片机的性能各不相同, ROM 和 RAM 容量大小不一, I/O 功能各有特色, 可适应不同的应用场合。但它们的 CPU 结构和指令系统基本相似, 可方便用户使用。因此, MOTOROLA 公司的单片机在国际市场上得到了广泛的应用, 从各种简单的家用电器到许多复杂的工业控制设备、通讯设备, 从民用设备到军用设备, 根据不同需求分别选用不同型号的单片机。据 1989 年统计资料表明, 单片机的销售量如图 1-1。由此可见, 8 位单片机的销售量占主导地位, 其次是 4 位单片机。对 8 位单片机, MOTOROLA 公司的单片机销售量占总销售量的 23.3%, 居各公司之首。

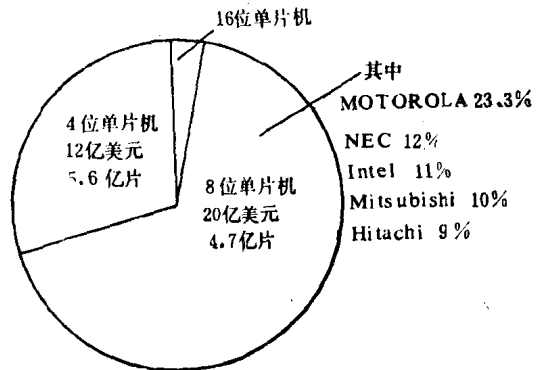


图 1-1 1989 年单片机的销售统计量
(来源: Dataquest)

图 1-2 是 MOTOROLA 公司 MCU/MPU 发展简图。可以看出, MC6800 是 MOTOROLA MCU/MPU 的先驱。在它的基础上, 先后又开发了 M6801、M6805 系列单片机。M6801 的 CPU 功能和指令系统与 M6800 向上兼容, 并与 Intel 公司的 MCS-51 属于同一等级。M6805 的 CPU 功能和指令系统比 M6800 简单, 但优于 MCS-48, 且价格低, 特别适于家用电器等应用。

之后, MOTOROLA 公司又分别在两个系列单片机的基础上进行了开发。在 M6801 的基础上, 生产出带 EPROM 或/和有更强 I/O 功能的芯片, 如 MC68701、MC6801U4 和 MC68701U4。接着又对 M6801 进行更新换代, 生产出 M68HC11 系列的单片机, 它采用 HCMOS 技术制造, 其 CPU 和 I/O 功能比 M6801 有大幅度提高, 是目前功能最强的 8 位单片机。与此同时, 在 M6805 的基础上, 一方面生产了功能更简单、价格更低的 M6804 单片机, 另一方面为适应低功耗的要求, 生产出 CMOS 的

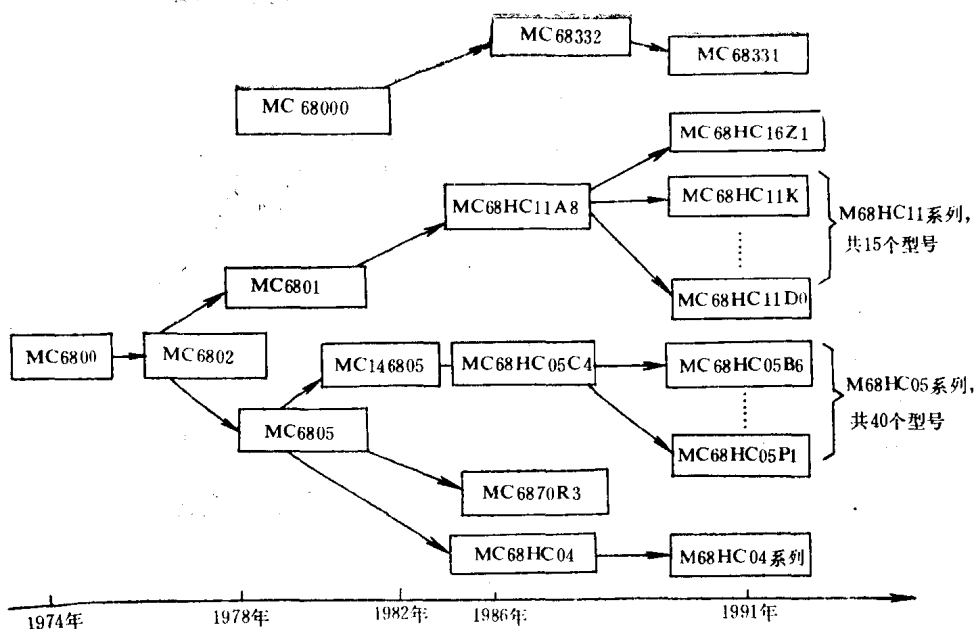


图 1-2 MOTOROLA MCU/MPU 发展简图

M146805 系列产品，并从 1983 年开始推出速度更快、价格更低、性能更强的 M68HC05 系列。从 1990 年开始，MOTOROLA 公司除了继续生产 M6805 系列外，将大力发展 M68HC11 和 M68HC05 系列的单片机。在 1991 年还推出了 16 位单片机 MC68HC16Z1。

另外在 16 位微机处理器 MC68000 的基础上，继而推出了 MC68010、MC68020、MC68030 等 32 位和准 32 位微处理器。为了适应高性能控制器，如机器人控制器等的要求，在 1990 年推出了与 M68000 系列 CPU 兼容的 MC68332，1991 年又推出了 MC68331，它们均为 32 位单片机。

MOTOROLA 公司在 1993 年将扩大 8 位和 32 位单片机的产量，压缩 4 位和 16 位 MCU 的产量。图 1-3 就是 MOTOROLA 公司 1993 年的单片机生产计划分配图。

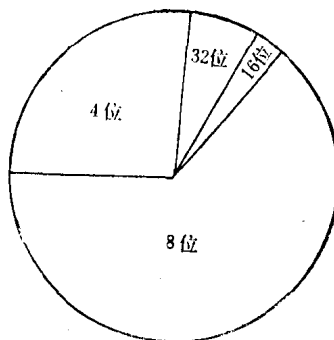


图 1-3 MOTOROLA 1993 年单片机生产计划分配图

§1.2 MOTOROLA 8 位单片机的结构特点

MOTOROLA 8 位单片机的结构基本上与 MC6800 相似，采用 HMOS/NMOS、CMOS 或 HCMOS 技术制造。后两者功耗较低，而 HCMOS 更具有速度快的特点。

1.2.1 存储器组织

MOTOROLA 公司的所有微控制器和微处理器的内部结构都是以存储器映射 I/O

原理为基础,即内部所有 ROM、RAM、寄存器以及其他功能硬件都具有一个唯一的地址,对所有地址的操作与对存储器单元的操作一样。这种方法可方便寻址,简化指令系统,对程序员来讲,不需要区分哪组指令用于存储器,哪组指令用于硬件接口。

存储器的类型有ROM、RAM、EPROM 和 EEPROM。绝大多数单片机都具有内部 ROM,ROM 的容量一般为 1K 至 32K。一般将具有特殊功能的寄存器定位在内部 RAM 区内,这些特殊寄存器包括:并行 I/O 口及其控制寄存器、定时器、串行 I/O 口、A/D 转换器的数据寄存器及它们的状态和控制寄存器。堆栈也设置在 RAM 中,还有复位后装入的部分用户程序也放入 RAM 中。RAM 的容量一般为 30 字节至 1.25K 字节。有些单片机将这部分 RAM 区固定在零页存储区(\$00~\$FF),这是因为 CPU 寻址该空间最为方便(可直接寻址)。有些单片机还能够用软件对 RAM 区进行重定位,这更加方便使用。在存储空间的最末,为复位和中断向量区,它存放复位和各种中断处理程序的入口地址。在复位或响应中断时,CPU 能自动从该区域取出向量地址(16 位),然后转向指定的存储器地址执行程序。

为了方便用户开发样机和小批量生产,另外有内部含 EPROM 和一次性编程的 EPROM (OTPROM) 的型号可供选用。OTPROM 采用塑料封装,无窗口,可由用户进行一次性编程,具有价格低(售价仅为 EPROM 型号的 2/3)、使用方便等特点,特别适用于小批量生产。除此之外,还有许多内部含大容量 EEPROM 的型号,可存放用户程序,并可随时擦除和重写,使开发更为方便。另外,有些型号内部含有可现场实时字节写入的 EEPROM,可存放各种需经常修改、掉电后又不允许丢失的数据。

M6805 系列、M68HC05 系列的单片机大部分不能在外部扩展存储器,这使它们成为真正的单片机。M6801 系列、M68HC11 系列的单片机可以工作在两种工作模式,使它们即可以工作在单片模式,又可以工作在扩展模式,不同之处在于后者可以对外部存储器寻址。

1.2.2 CPU 结构

MOTOROLA 单片机的 CPU 由 M6800 派生而成,采用单累加器或双累加器结构,没有 Intel 公司的 MCS—48 和 MCS—51 的工作寄存器,而有一个或两个变址寄存器,可用于变址寻址操作和各种存数、取数以及循环控制。寻址方式比较丰富,一般有直接、立即、扩展、间接、变址、相对等各种寻址方式,其中扩展、变址等可适用于访问全部地址空间(可达 64K),方便编程。指令系统除了有各种算术和逻辑运算功能外,还具有位处理能力,并有丰富的条件转移指令,特别适于控制应用。

1.2.3 中断处理

MOTOROLA 单片机的中断处理均采用向量方式。发生中断时,CPU 取出对应的中断向量(一般位于存储空间的最末),根据中断向量转向指定的入口,进而执行中断服务程序。在响应中断时,能自动保护 CPU 的全部现场,包括程序计数器(即断点地址)、累加器、变址寄存器、程序状态字等内容,并把它们压入堆栈中。在执行中断

返回指令时,可从堆栈中自动恢复中断前的 CPU 现场。这大大方便了用户程序的中断现场保护,加快了中断服务速度。另外,在响应中断时,还能自动禁止中断(设置中断禁止位)。在需要中断嵌套时,用户中断服务程序可重新允许中断,以允许在中断处理过程中响应优先级较高的其他中断。

1.2.4 I/O 口

MOTOROLA 单片机的 I/O 口一般可具有多种功能,既可以作为通用 I/O 并行口,又可以作为专用 I/O 口,如定时器系统,串行通讯接口 SCI,串行外围接口 SPI、A/D 转换器和其他 I/O 功能。型号不同,其 I/O 功能也不同。

一、并行 I/O 口

一般作为输入,也可作为输出。每个口都配有一个输出数据锁存器,有些口还有数据方向寄存器。数据方向寄存器的每一位与该并行口的一位相对应,控制它是输入还是输出。

二、定时器系统

多数 MOTOROLA 单片机具有定时器系统,其内部有一个向上加 1 的自由运行的 16 位定时器计数器。计数器一旦运行,就不能停止(除特殊情况),程序只能读出它的内容,不能对它进行修改。定时器主要具有三大功能:定时器溢出、输出比较和输入捕捉功能。一般来讲,MOTOROLA 单片机的定时器具有 1 至 5 个输出比较寄存器和 1 至 4 个输入捕捉寄存器。

三、串行通讯接口 SCI

SCI 可完成串行异步数据通讯。它本身带有可编程的波特率发生器,字符长度可置为 8 位或 9 位,有多种检错功能。

四、串行外围接口 SPI

SPI 采用串行同步传送方式,主机最大位传送波特率可达 1.05MHz,它既可用于双机或多机通讯接口,又可用于各种串行 I/O 芯片接口,包括 11 路 8 位和 10 位 A/D、4/6 路 6 位 D/A、实时时钟、RAM、EEPROM、并行 I/O 口、LED 和 LCD 驱动器等。对于总线不能在外部加以扩展的芯片,可通过 SPI 来扩展这些 MCU 的 I/O 功能或 RAM、EEPROM 等,SPI 是 MOTOROLA 单片机独有的一种 I/O 功能。

五、A/D 转换器

许多 MOTOROLA 单片机具有 A/D 转换功能,它们的分辨率均为 8 位,内部具有保持电路。