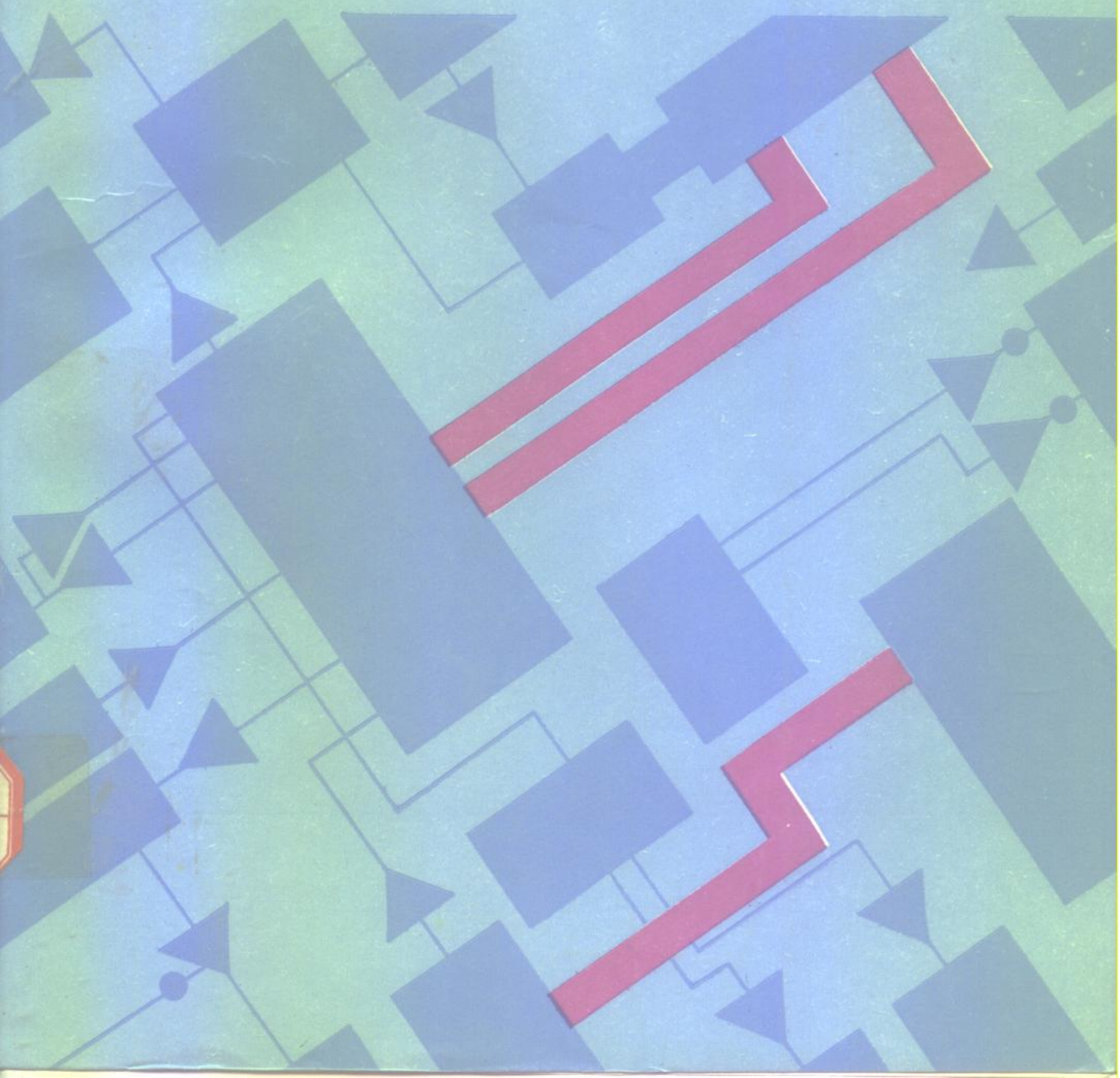


 **MOTOROLA** 单片机开发应用丛书

M68HC11

单片机原理、应用及技术手册

涂时亮 主编 ● 复旦大学出版社



Motorola 单片机开发应用丛书

M68HC11 单片机原理、 应用及技术手册

涂时亮 主编

复旦大学出版社

(沪)新登字 202 号

M68HC11 单片机原理、应用及技术手册

涂时亮 主编

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 常熟文化印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 26 字数 640,000

1992 年 11 月第 1 版 1992 年 11 月第 1 次印刷

印数 1—10,000

ISBN 7-309-00935-5/T·64

定价: 19.50 元

内 容 提 要

Motorola 公司的 M68HC11 是一种高性能 8 位 HCMOS 单片微机, 具有 16 位运算功能和极其丰富的片内资源, 在工业控制、仪器仪表和家用电器等方面得到了广泛的应用。本书介绍了 M68HC11 单片机的系统结构、指令系统、程序设计方法和片内存贮器, 并详细介绍了它的定时器系统、串行通讯口、串行外围接口、A/D、脉冲累加器、Watchdog 等各种 I/O 功能的结构和使用方法, 还介绍了 M68HC11 的扩展方法和常用的一些串行及并行接口扩展芯片, 及 M68HC11 的应用和开发方法。为了方便读者查阅, 书中列出了各种 M68HC11 芯片的技术手册。

本书可供从事工业控制、仪器仪表和家用电器等方面的工程技术人员阅读, 也可作为大专院校计算机专业的教学参考书。

JS159/12

前 言

M68HC11 是 Motorola 公司生产的一种高性能 HOMOS 8 位单片微机系列,包括几十种型号。它的 CPU 具有 16 位运算能力和强有力的寻址功能。M68HC11 有丰富的片内资源,包括 RAM、EEPROM、ROM(或 EPROM)存储器 and 多功能定时器系统、同步和异步串行口、A/D、脉冲累加器、实时中断及 Watchdog 等 I/O 功能。它的工作温度范围广、可靠性高、抗干扰能力强,在各种工业控制系统中得到了广泛的应用,是国际上的主流机型之一。最近, Motorola 公司又推出了适用于 M68HC11 的模糊控制软件,将更进一步促进它的推广使用。

为了方便国内用户的使用,在 Motorola 公司和香港南科电子有限公司的支持下,我们编写了《MC68HC11 单片机原理、应用及技术手册》一书。

本书共分十五章。第一章简单介绍了 Motorola 公司各种单片微机,包括与 M68HC11 向上兼容的 MC68HC16Z1 16 位单片微机。第二章以 MC68HC11A8 为例,介绍了 M68HC11 的基本结构。第三章和第四章介绍了 M68HC11 的 CPU、指令系统和汇编程序设计方法,并给出了算术运算、数制转换、数据处理等方面的几十个子程序。第五章介绍了 M68HC11 的系统设置和工作方式。第六章介绍了 M68HC11 的 ROM、RAM、EEPROM、EPROM 的结构和使用方法。第七章介绍了 M68HC11 的复位、中断功能和它的低功耗工作方式。第八章至第十二章介绍 M68HC11 的各种片内 I/O 功能,包括它的并行 I/O 口、同步串行外围扩展口(SPI)、异步串行通讯口(SCI)、多功能 16 位定时器、实时中断、脉冲累加器和 A/D 转换器,并介绍了它们的使用方法,给出了许多实用的子程序。第十三章介绍了 M68HC11 系统扩展方法,并简单介绍了可与 M68HC11 接口的一些 Motorola 扩展芯片。第十四章收集了到 1992 年 5 月为止的各种 M68HC11 的技术手册,供开发应用时查找。第十五章叙述了 M68HC11 的应用开发方法和它的各种开发工具,并给出了两个具体的应用实例。

本书由涂时亮编写,上海海运学院鲍敏中参加了第十五章的编写工作。全书由陈章龙审阅。香港 Motorola 公司的符俊超先生、胡义南先生、香港南科电子有限公司上海技术服务部顾全康先生、余维权先生和复旦大学计算机科学系徐君毅先生以及丁荣源、陆盛强先生为本书的出版做了大量的工作,在此特向他们表示感谢。

由于编者水平有限,书中可能有一些缺点和错误,恳请读者批评指正。

编 者

1992 年 5 月

目 录

前 言

第一章 Motorola 单片机简介

§ 1.1 发展概述	1
§ 1.2 Motorola 单片机的结构特点	2
1.2.1 存储器组织	2
1.2.2 CPU 结构	2
1.2.3 中断处理	2
1.2.4 并行 I/O 口	3
1.2.5 定时器系统	3
1.2.6 串行口	3
1.2.7 其他 I/O 功能	4
§ 1.3 Motorola 单片机系列	4
1.3.1 低档 8 位单片机	4
1.3.2 高档 8 位单片机 M68HC11	5
1.3.3 Motorola 模块化单片机	13

第二章 M68HC11 基本结构

§ 2.1 MC68HC11A8 结构和功能	19
§ 2.2 引脚功能和说明	22
2.2.1 电源脚(V_{DD} 和 V_{SS})	22
2.2.2 方式选择脚(MODB/ V_{STBY} 和 MODA/ $\overline{LIR}$)	22
2.2.3 晶振和时钟脚(EXTAL, XTAL 和 E)	24
2.2.4 复位脚($\overline{RESET}$)	25
2.2.5 中断脚($\overline{XIRQ}$, $\overline{IRQ}$)	26
2.2.6 A/D 参考电压输入和 PE 口脚(V_{REFL} , V_{REFH} , PE7~PE0)	27
2.2.7 定时器和 PA 口脚(PA7~PA0)	28
2.2.8 串行口和 PD 口脚(PD0~PD5)	28
2.2.9 PB、PO 口、STRA 和 STRB 脚	28
2.2.10 使用注意事项	29
§ 2.3 存储器组织	30

第三章 M68HC11 指令系统

§ 3.1 CPU 结构	36
--------------------	----

3.1.1	累加器(A、B 和 D)	37
3.1.2	变址寄存器(X 和 Y)	37
3.1.3	堆栈指针(SP)	37
3.1.4	程序计数器(PC)	38
3.1.5	条件码寄存器(CCR)	38
§ 3.2	寻址方式	39
3.2.1	立即(IMM)	39
3.2.2	扩展(EXT)	40
3.2.3	直接(DIR)	40
3.2.4	变址(INDX, INDY)	41
3.2.5	隐含(INH)	42
3.2.6	相对(REL)	42
§ 3.3	指令系统	43
3.3.1	数据传送指令	43
3.3.2	算术运算指令	47
3.3.3	逻辑运算指令	52
3.3.4	移位指令	54
3.3.5	转移指令	55
3.3.6	子程序和返回指令	56
3.3.7	位操作指令	57
3.3.8	控制指令	58

第四章 M68HC11 程序设计

§ 4.1	交叉汇编使用方法	61
4.1.1	汇编源程序格式	61
4.1.2	汇编伪指令	63
4.1.3	交叉汇编使用方法	65
§ 4.2	算术运算程序设计	67
4.2.1	多字节加减法	67
4.2.2	多字节无符号乘法	69
4.2.3	多字节无符号除法	71
4.2.4	补码乘法	73
4.2.5	补码除法	76
4.2.6	十进制加法运算	78
4.2.7	十进制减法运算	79
§ 4.3	数制转换	79
4.3.1	整数十翻二	79
4.3.2	小数十翻二	81
4.3.3	整数二翻十	82

4.3.4	小数二翻十	82
4.3.5	二进制数至 ASCII 码转换	83
§ 4.4	查表和散转	84
4.4.1	简单查表	84
4.4.2	线性插值查表	84
4.4.3	数组访问方法	87
4.4.4	简单散转	88
4.4.5	查表散转	89
4.4.6	命令字符串查表	90
§ 4.5	数据处理	92
4.5.1	算术平均值法	92
4.5.2	防脉冲干扰平均值法	93
4.5.3	低通数字滤波	95

第五章 M68HC11 系统设置和工作方式

§ 5.1	硬件方式选择	97
5.1.1	硬件方式选择脚	97
5.1.2	HPRIO 寄存器中的方式控制位	98
§ 5.2	系统设置	98
5.2.1	系统设置工作方式	99
5.2.2	CONFIG 寄存器	99
§ 5.3	受保护的寄存器位	101
5.3.1	INIT 寄存器	101
5.3.2	TMSK2 寄存器	102
5.3.3	OPTION 寄存器	102
5.3.4	BPBOT 寄存器	104
§ 5.4	正常 MCU 工作方式	104
5.4.1	单片方式	104
5.4.2	扩展方式	105
§ 5.5	特殊 MCU 工作方式	105
5.5.1	TEST1 寄存器	106
5.5.2	BAUD 寄存器的测试控制位	107
5.5.3	特殊测试方式	107
5.5.4	特殊自引导方式	108

第六章 M68HC11 片内存贮器

§ 6.1	片内 ROM	110
§ 6.2	片内 RAM	111
§ 6.3	片内 EEPROM	112

6.3.1	地址和组织	113
6.3.2	总线速度低于 2MHz 的 EEPROM 操作	113
6.3.3	PPROG 寄存器	113
6.3.4	编程和擦除方法	115
6.3.5	EEPROM 加密	117
6.3.6	EEPROM 使用方法	118
6.3.7	EEPROM 保护和 BPROT 寄存器	120
§ 6.4	片内 EPROM	121
6.4.1	MC68HC711E9 的 EPROM	121
6.4.2	MC68HC711D3 的 EPROM	123
6.4.3	MC68HC711J6 的 EPROM	124
6.4.4	MC68HC711G5 的 EPROM	126

第七章 M68HC11 复位和中断

§ 7.1	复位状态	128
§ 7.2	复位源	130
7.2.1	上电复位(POR)	130
7.2.2	OOP 监视定时器复位	131
7.2.3	时钟监视器复位	132
7.2.4	外部复位	132
§ 7.3	中断	134
7.3.1	中断源和中断向量	134
7.3.2	不可屏蔽中断	135
7.3.3	可屏蔽中断	136
7.3.4	中断优先级和 HPRI0 寄存器	138
7.3.5	中断响应过程	143
§ 7.4	低功耗工作方式	144
7.4.1	WAIT 方式	144
7.4.2	STOP 方式	145

第八章 M68HC11 并行 I/O 口

§ 8.1	MC68HC11E×/A× 并行 I/O 口	146
8.1.1	PA 口	147
8.1.2	PB 口	147
8.1.3	PC 口	147
8.1.4	PD 口	148
8.1.5	PE 口	148
§ 8.2	并行 I/O 和控制寄存器	148
§ 8.3	简单选通 I/O	149

8.3.1 选通输入 PC 口	149
8.3.2 选通输出 PB 口	150
§ 8.4 全应答并行 I/O	150
8.4.1 输入应答规程	150
8.4.2 输出应答规程	150
§ 8.5 并行 I/O 控制	151
8.5.1 并行 I/O 控制寄存器(PIOC)	151
8.5.2 STRA 和 STRB 使用方法	152
§ 8.6 其他 M68HC11 并行 I/O 口	153
8.6.1 MC68HC11D× 并行 I/O 口	153
8.6.2 MC68HC11F1 并行 I/O 口	153
8.6.3 MC68HC11L6 并行 I/O 口	154
8.6.4 MC68HC711J6 并行 I/O 口	154
8.6.5 MC68HC11G× 并行 I/O 口	155

第九章 同步串行外围接口(SPI)

§ 9.1 SPI 结构	156
9.1.1 SPI 传送格式	156
9.1.2 SPI 结构	157
9.1.3 SPI 引脚	158
§ 9.2 SPI 寄存器	159
9.2.1 PD 数据方向控制寄存器(DDRD)	159
9.2.2 SPI 控制寄存器(SPCR)	160
9.2.3 SPI 状态寄存器(SPSR)	161
9.2.4 串行外围数据 I/O 寄存器(SPDR)	162
§ 9.3 SPI 接口扩展芯片	162
§ 9.4 SPI 使用方法	165
9.4.1 硬件连接方法	165
9.4.2 软件编制方法	166
9.4.3 SPI 使用举例	167
9.4.4 软件 SPI 使用方法	170

第十章 异步串行通讯接口(SCI)

§ 10.1 SCI 功能	172
10.1.1 SCI 基本特性	172
10.1.2 数据格式	172
§ 10.2 SCI 结构	173
10.2.1 SCI 发送器	173
10.2.2 SCI 接收器	174

§ 10.3	SCI 寄存器和控制位	176
10.3.1	与 PD 口有关的控制位	176
10.3.2	波特率控制寄存器(BAUD)	177
10.3.3	SCI 控制寄存器 1(SCCR1)	179
10.3.4	SCI 控制寄存器 2(SCCR2)	179
10.3.5	SCI 状态寄存器(SCSR)	181
10.3.6	SCI 数据寄存器(SCDR)	183
§ 10.4	多机通讯规程	183
10.4.1	空闲线唤醒方式	183
10.4.2	地址位唤醒方式	184
§ 10.5	SCI 使用方法	184
10.5.1	硬件连接方法	184
10.5.2	软件编制方法	188

第十一章 M68HC11 定时器、实时中断和脉冲累加器

§ 11.1	定时器结构	191
11.1.1	定时器框图	191
11.1.2	计数器和溢出中断	191
11.1.3	输入捕捉	193
11.1.4	输出比较	193
§ 11.2	定时器寄存器	194
11.2.1	定时器数据寄存器	194
11.2.2	定时器控制寄存器	195
11.2.3	定时器中断和状态寄存器	196
§ 11.3	输入捕捉功能及使用方法	199
11.3.1	测量周期和频率	199
11.3.2	测量脉冲宽度	201
11.3.3	测量窄脉冲宽度	202
11.3.4	测量长的脉冲周期	202
11.3.5	其他使用方法	204
§ 11.4	输出比较功能及使用方法	205
11.4.1	方波发生器	205
11.4.2	脉冲宽度调制输出	206
11.4.3	OC1 的使用方法	207
11.4.4	实时时钟	210
§ 11.5	实时中断	213
§ 11.6	脉冲累加器	214
11.6.1	脉冲累加器的结构	214
11.6.2	脉冲累加器的寄存器	215

11.6.3	事件计数方式	216
11.6.4	门控计时累加方式	218
11.6.5	PAI 脚其他使用方法	219
§ 11.7	MC68HC11G × 定时器系统	219
11.7.1	主定时器系统	220
11.7.2	脉冲宽度调制定时器	224
11.7.3	事件计数器	229

第十二章 M68HC11 的 A/D 转换器

§ 12.1	M68HC11 的 A/D 转换器简介	237
12.1.1	A/D 转换原理	237
12.1.2	A/D 转换操作	237
12.1.3	A/D 转换时序	238
12.1.4	A/D 转换电源发生器的 RC 振荡器	238
§ 12.2	A/D 转换寄存器	239
12.2.1	A/D 转换控制/状态寄存器(ADCTL)	239
12.2.2	A/D 转换结果寄存器	240
§ 12.3	A/D 转换输入引脚	240
§ 12.4	省电方式下的 A/D 转换	241
§ 12.5	M68HC11 的 A/D 转换使用方法	241
12.5.1	具有滤波功能的 A/D 转换	241
12.5.2	定时 A/D 转换的采样	243
12.5.3	提高 A/D 转换的分辨率的方法	245
§ 12.6	MC68HC11G × A/D 转换器	248
12.6.1	简介	248
12.6.2	A/D 转换操作	248
12.6.3	A/D 寄存器和通道选择	249

第十三章 M68HC11 系统扩展方法

§ 13.1	M68HC11 总线时序	252
13.1.1	多路扩展总线	252
13.1.2	非多路扩展总线	253
§ 13.2	M68HC11 系统扩展方法	254
13.2.1	最小扩展系统	254
13.2.2	基本扩展系统	255
13.2.3	大容量 RAM 扩展系统	255
13.2.4	有片内程序存储器的扩展系统	258
§ 13.3	MC68HC11F1 扩展方法	258
13.3.1	片选功能	259

13.3.2 MC68HC11F1 扩展系统	263
§ 13.4 MC68HC11G $\times$ /J $\times$ 扩展方法	263
13.4.1 MC68HC11G $\times$ 扩展方法	264
13.4.2 MC68HC711J6 扩展方法	264
§ 13.5 I/O 扩展芯片	265
13.5.1 M68HC11 专用并行 I/O 扩展芯片	265
13.5.2 M68HC11 通用 I/O 扩展芯片	274

第十四章 M68HC11 技术手册

§ 14.1 MC68HC11A8/A7/A1/A0	230
§ 14.2 MC68HC11E9/E8/E1/E0	302
§ 14.3 MC68HC711E9	307
§ 14.4 MC68HC811E2	308
§ 14.5 MC68HC11F1	314
§ 14.6 MC68HC11D3/D0	320
§ 14.7 MC68HC711D3	328
§ 14.8 MC68HC11L6	329
§ 14.9 MC68HC711J6	335
§ 14.10 MC68HC11G5/G7	342
§ 14.11 其他 M68HC11 简介	358
14.11.1 MC68HC11K4	358
14.11.2 MC68HC11KA4	358
14.11.3 MC68HC11E20	359
14.11.4 MC68HC11M2	359
14.11.5 MC68HC11N4	359
14.11.6 MC68HC11P2	359

第十五章 M68HC11 开发和应用

§ 15.1 M68HC11 开发方法	360
15.1.1 M68HC11 应用系统设计方法	360
15.1.2 M68HC11 开发工具	369
§ 15.2 MC68HC811E2 在双向直流电机控制中的应用	374
15.2.1 无环流双重变流器及其控制原理	374
15.2.2 控制系统的硬件设计	375
15.2.3 控制系统的软件设计	377
15.2.4 系统功能扩展	378
§ 15.3 MC68HC711D3 在三相交流功率计中的应用	379
15.3.1 三相交流功率计简介	379
15.3.2 硬件结构	379

15.3.3 软件结构	382
附录 M68HC11 指令表	385
参考文献	398

第一章 Motorola单片机简介

Motorola 公司是最主要生产微处理器和单片机的厂商之一。Motorola 公司把微处理器称为 MPU (Microprocessor), 把单片机称为 MCU (Microcomputer 或 Microcontroller Unit)。本书将介绍 M68HC11 单片机原理及应用, 而有关 M6805 和 M68HC05 单片机可参阅《M6805 单片机原理、应用及技术手册》和《M68HC05 单片机原理、应用及技术手册》两书。

§ 1.1 发展概述

Motorola 公司在 1974 年开始推出 M6800 微处理机。在这以后, 它又推出了各种高性能处理机(MPU), 如 M6809 和 M68000 系列等。在生产微处理机的同时, Motorola 公司还推出各种单片微计算机(MCU)。单片机在一片芯片中集成了 CPU、ROM、RAM、I/O 口、定时器系统、串行口、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。这些单片机的性能各不相同, ROM 和 RAM 容量大小不一, I/O 功能也各有特色, 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。这使 Motorola 单片机在国际上得到了广泛的应用, 从各种简单的家用电器到复杂的工业控制设备, 都使用了从 M6804 到 M68HC11 各种单片微机。

M6800 是 Motorola MCU/MPU 的先驱。在它的基础上, 于 1979 年生产了 M6801 单片机, 它的 CPU 功能和指令系统与 M6800 向上兼容, 并集成有 ROM、RAM、I/O 口、多功能定时器、串行口等部件。M6801 的功能与 Intel 公司的 MCS-51 属于同一等级。在这同时, 为了适应各种简单的应用场合的需要, Motorola 公司又研制了功能较简单的 M6805 单片机, 它的 CPU 功能和指令系统比 M6800 简单, 但优于 Intel 公司的 MCS-48, 其价格很低, 特别适于家用电器等应用。Motorola 公司分别在这两个系列的单片机的基础上进行了开发。

在 M6801 的基础上, 在 1980~1983 年, 先后生产了片内带 EPROM 或/和有更强 I/O 功能、更多存贮器的 MC68701、MC6801U4 和 MC68701U4。接着又对 M6801 进行更新换代, 生产了 M68HC11 系列单片机。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。

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, 生产了 CMOS 的 M146805 系列, 并从 1983 年开始推出采用 HCMOS 技术的 M68HC05 系列。M68HC05 的速度比 M6805 快 3~4 倍, 扩展了乘法指令, 具有强有力的 I/O 功能, 包括多功能 16 位定时器系统、串行通讯口、串行外围口等各种 I/O 部件。它的功能达到 M6801 的水平。

自九十年代开始, Motorola 公司除了继续生产 M6805 系列外, 将大力发展 M68HC05 和 M68HC11 两种单片机系列。

除了8位机外, Motorola 公司从1979年开始推出16/32位微处理机M68000, 并继而推出M68010、M68020、M68030等32位和准32位微处理机。为了适应高性能控制器如机器人控制器等的要求, 在1990年开始推出了M68HC16 16位单片机和M68300系列32位单片机系列。

§ 1.2 Motorola单片机的结构特点

Motorola 的8位单片机的结构基本上与M6800相似, 采用HMOS/NMOS、CMOS或HCMOS技术制造, 后者的功耗较低, 而HCMOS则更具有速度快的特点。

1.2.1 存储器组织

Motorola 的多数单片机的存储器采用统一编址, 即程序存储器、数据存储器(包括片内RAM)和各种特殊功能寄存器都位于一个存储器空间。这种方法可方便寻址、简化指令系统。

它的特殊功能寄存器, 包括并行I/O及其控制寄存器、定时器、串行I/O、A/D等及它们的状态和控制寄存器, 其他系统控制寄存器, 都位于存储空间的开头(\$00-\$0F、\$00-\$1F、\$00-\$3F等)(有的具有可重位功能)。片内RAM容量一般为30字节至2K字节, 其中0页存储区(\$00-\$FF)中大部分为片内RAM, 因为Motorola单片机的CPU寻址该空间最为方便(可直接寻址)。存储空间最后为复位和中断向量区, 它存放复位和各种中断处理的程序的入口地址, 在复位或响应中断时, MCU能自动从该区域取出向量地址(16位), 然后转向指定的存储地址执行程序。

绝大多数Motorola单片机都具有片内ROM, 并且很多不能在外部扩展存储器, ROM的容量一般为0.5至32K, 这使它们成为真正的单片机。为了方便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。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型号的三分之二不到)、使用方便等特点, 特别适于小批量生产。除此之外, 还有许多型号内部含有EEPROM, 可现场擦除和写入, 可存放各种需经常修改、掉电后又不允许丢失的数据, 也可存放程序。

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、MCS-51类型的工作寄存器, 但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地址空间(可达64K), 方便编程。指令系统除了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, 特别适于控制使用。

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(一般位于存贮空间的最后),将它转到指定的入口执行中断服务程序。在响应中断时,能自动保护 CPU 的全部现场,包括程序计数器、累加器、变址寄存器、条件码寄存器等内容,把它们压入堆栈中。在执行中断返回指令时,可从栈中自动恢复被中断前的 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(置位中断禁止位)。

1.2.4 并行 I/O 口

Motorola 单片机的并行 I/O 口,一般既可用作输入,也可用作输出。它具有一个输出数据锁存口和一个数据方向寄存器。数据方向寄存器的每一位与该并行口的一位相对应,控制它作输入还是作输出。作输出时,输出锁存器的对应位数据从引脚上输出,这时读入该位 I/O 口得到的是输出锁存器的内容而不是引脚的值;作输入时,输出锁存器与引脚断开(但内容保持不变),读入该位 I/O 口得到的是引脚上的内容。

1.2.5 定时器系统

各种 Motorola 单片机具有各种定时器系统,其中用得最多和功能较强的为多功能 16 位定时器系统。它的核心为一个自由运行的 16 位定时计数器,复位后这定时器即处于不停的加 1 计数状态,程序只能读出它的内容,而不能对它写入改变其内容。以该定时器为核心,可完成三大功能:

- 定时溢出功能:在定时计数器溢出时,可产生定时器溢出中断,它可用作周期定时信号或扩展 16 位计数器用。

- 输出比较功能:定时器系统中有输出比较寄存器。允许后,硬件将随时把它的内容与自由运行定时器进行比较,一旦发现两者相同,从指定引脚输出一个信号(置 1 或清 0),并且可产生中断。该功能可用于输出各种脉冲和控制信号,也可产生定时中断。

Motorola 单片机的定时器系统一般有 1 至 7 个输出比较功能。

- 输入捕捉功能:定时器系统有输入捕捉寄存器。允许后,外部引脚上发生指定跳变(上跳或下跳)时,将把这时的自由运行定时器的值存放到输入捕捉寄存器中。该功能可用于测量输入脉冲的宽度或周期。

Motorola 单片机的定时器系统一般有 1 至 6 个输入捕捉功能。

1.2.6 串行口

Motorola 单片机有两类串行口。

一、串行通讯接口(SCI)

SCI 可完成异步串行数据通讯。它本身带有波特率发生器,其波特率可编程,字符长度可设置为 8 位或 9 位,有多种出错检测功能,并有两种多机通讯方式。

二、串行外围接口(SPI)

SPI 为 Motorola 单片机所独有的一种 I/O 功能,它采用同步串行传送方式,波特率可达 1~2 MHz。它既可用于双机或多机通讯,又可用于与各种串行 I/O 芯片接口,如 11 路 8 位或 10 位 A/D、4/6 路 6 位 D/A、实时时钟、EEPROM、并行 I/O 口、LED 和 LCD 驱动器。