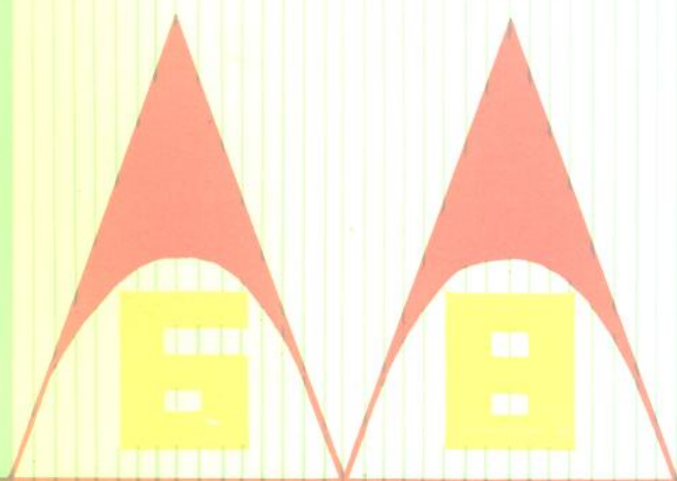


MOTOROLA 单片机

# M68HC05 原理与 应用大全

刚寒冰 主 编  
齐秋群 副主编

MOTOROLA



北京理工大学出版社

7-68.1  
12-2

379527

# MOTOROLA 单片机 M68HC05 原理与应用大全

刚寒冰 齐秋群 主编



北京理工大学出版社

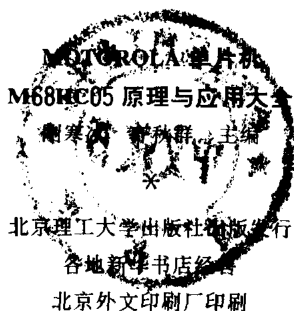
(京)新登字 149 号

### 内 容 简 介

本书介绍国际上最流行的 MOTOROLA M68HC05 系列单片机的硬件结构、指令系统与工作原理。系统讨论 M68HC05 系列单片机的定时器、串行外围接口(SPI)、串行通讯接口(SCI)、A/D 转换器、液晶显示(LCD)驱动器、屏幕显示(OSD)驱动器、双音多频(DTMF)接收/发生器、脉冲宽度调制(PWM)、实时时钟等 I/O 功能的结构和使用方法。详细论述汇编程序的设计方法,包括大量实用程序。全面介绍 M68HC05 系列中最常用的几十种型号单片机的性能。最后重点介绍 M68HC05 系列单片机的开发和应用方法,给出大量具体应用的实例。

本书内容丰富、注重实用,是内容最全面、实际应用例子最多的参考资料和技术手册。本书适于电类、计算机类、自控类等方面的工程技术人员和高等院校师生阅读,是开发与应用单片机的必备资料。

JS 5-10



※

787×1092 毫米 16 开本 64 印张 1579 千字 插页 1

1994 年 6 月第一版 1994 年 6 月第一次印刷

ISBN 7-81013-912-6/TP·100

印数:1—5000 册 定价:53.00 元

# 前言

MOTOROLA 单片机(MCU)是目前国际上应用最广泛、销量最大、功能最丰富的单片机,其国际市场占有率在 30%以上,目前仍为上升趋势。而 M68HC05 系列单片机是 MOTOROLA 公司中最主要的一个系列,具有功能全面、性能价格比高、系统电路与软件设计简单、使用方便、功耗低等许多特点,特别适合于家用电器、通讯、仪器仪表、自动控制、汽车等领域。随着电子产品小型化和智能化的发展,将单片机应用于各类产品中,提高产品的性能与档次是必然的趋势。无论从功能方面还是从价格方面考虑,M68HC05 系列都是首选最佳机型。

M68HC05 系列单片机片内除具有 RAM、ROM/EPROM/OTPROM(一次可编程 ROM)或 EEPROM、多功能定时器、低功耗工作方式、并行 I/O 口外,还具有许多特殊功能,例如,A/D 转换器、串行通讯接口(SCI)、串行外围接口(SPI)、液晶显示驱动器(LCD)、屏幕显示驱动器(OSD)、荧光显示驱动器(VFD)、LED 显示驱动器、脉冲宽度调制输出(PWM)、双音多频(DTMF)发生/接收器、实时时钟(RTC)、键盘中断、H 桥驱动器等。M68HC05 系列有几十种型号,可根据应用场合,方便地选用片内具有所需功能的型号的单片机。

对于 M68HC05 单片机构成的系统,由于用单片机内部的硬件完成所需的功能,因此系统所需的外接元件少、硬件电路简单,故系统可靠性高、成本低、体积小、使用与调试方便,并且与外围功能有关的软件程序设计也大大简化。

全书分为十章,各章内容如下:

- 第一章概述 M68HC05 系列单片机的主要特点和功能。
- 第二章介绍 M68HC05 系列单片机的基本构成、CPU 结构、存储器、I/O 口、复位、中断、片内振荡器、WAIT/STOP 低功耗工作方式和数据保存方式等,这些内容对所有型号都基本相同。
- 第三、四章论述 M68HC05 系列的寻址方式、指令系统和汇编程序设计,给出大量实用程序。
- 第五章讨论具有输入捕捉/输出比较/溢出功能的 16 位多功能定时器和 15 位多功能定时器,通过实例说明输入捕捉和输出比较功能的使用方法。
- 第六章详细论述串行通讯接口(SCI)及其硬件接口方法和软件设计方法,同时举例说明。
- 第七章详细论述串行外围接口(SPI),通过大量实例说明 SPI 的硬件接口和软件设计方法。
- 第八章详细全面地介绍 M68HC05 系列中常用的几十个型号的具体性能与结构。可作为技术手册,方便读者查阅。
- 第九章介绍 M68HC05 系列单片机的开发工具和开发方法。

• 第十章列举出十几个 M68HC05 单片机应用的实例,详细具体地讨论硬件与软件设计技术,并给出程序清单,读者可直接采用。

本书由刚寒冰、齐秋群主编,参加编写的有刚寒冰、齐秋群、刚励韬、边萌、李宇任、姜洪福、刘颖、高京斋、姜鹏、齐达巍。在本书的编写过程中,得到了 MOTOROLA 公司的关大理先生、林金盛先生、符俊超先生、刘秋常先生、王翔先生的支持,香港龙跃电子有限公司的刘世勇先生和香港南科电子有限公司的王小明先生也提供了一些资料,在此特向他们表示衷心的感谢。

书中不足和谬误之处,恳请读者批评指正。联系地址:北京理工大学五系刚寒冰或齐秋群收(邮编 100081)

作者

1993 年 10 月

# 目 录

## 第一章 M68HC05 系列单片机简介

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 1.1 概述 .....                    | (1) |
| 1.2 结构特点 .....                  | (2) |
| 1.3 I/O 功能的特点 .....             | (3) |
| 1.4 M68HC05 系列各种型号单片机性能简介 ..... | (5) |

## 第二章 M68HC05 的基本结构与性能

|                                           |      |
|-------------------------------------------|------|
| 2.1 基本特性 .....                            | (12) |
| 2.2 基本结构、引脚及其基本连接方法 .....                 | (13) |
| 2.3 CPU 结构及其寄存器 .....                     | (15) |
| 2.4 片内存储器与存储器映像 .....                     | (17) |
| 2.5 I/O 口 .....                           | (20) |
| 2.5.1 双向并行 I/O 口 .....                    | (20) |
| 2.5.2 固定输入并行 I/O 口 .....                  | (21) |
| 2.5.3 串行 I/O 口 .....                      | (21) |
| 2.6 复位 .....                              | (21) |
| 2.6.1 上电复位(POR) .....                     | (21) |
| 2.6.2 外部复位 .....                          | (22) |
| 2.6.3 计算机操作正常(COP)监视定时器复位 .....           | (23) |
| 2.6.4 时钟监视器复位 .....                       | (26) |
| 2.6.5 非法地址复位 .....                        | (27) |
| 2.6.6 低压复位 .....                          | (27) |
| 2.6.7 复位后的状态 .....                        | (27) |
| 2.7 中断 .....                              | (28) |
| 2.7.1 中断的处理过程 .....                       | (28) |
| 2.7.2 软件中断(SWI) .....                     | (29) |
| 2.7.3 外部 $\overline{\text{IRQ}}$ 中断 ..... | (29) |
| 2.7.4 定时器中断与实时中断 .....                    | (30) |
| 2.7.5 SCI 中断 .....                        | (31) |
| 2.7.6 SPI 中断 .....                        | (31) |
| 2.7.7 其它中断源 .....                         | (31) |
| 2.8 低功耗方式 .....                           | (31) |
| 2.8.1 WAIT 方式 .....                       | (32) |
| 2.8.2 STOP 方式 .....                       | (32) |
| 2.8.3 HALT 方式 .....                       | (33) |
| 2.9 数据保持方式 .....                          | (34) |
| 2.10 振荡器 .....                            | (35) |

|      |                                         |      |
|------|-----------------------------------------|------|
| 2.11 | 自检方式/自引导方式 .....                        | (35) |
| 2.12 | 片内 EPROM(OTPROM)与 EEPROM 的擦除和写入方法 ..... | (36) |
| 2.13 | 特殊 I/O 功能 .....                         | (36) |

### 第三章 M68HC05 指令系统

|       |                     |      |
|-------|---------------------|------|
| 3.1   | 寻址方式 .....          | (38) |
| 3.1.1 | 隐含寻址方式 .....        | (38) |
| 3.1.2 | 立即寻址方式 .....        | (39) |
| 3.1.3 | 扩展寻址方式 .....        | (39) |
| 3.1.4 | 直接寻址方式 .....        | (39) |
| 3.1.5 | 变址寻址方式 .....        | (40) |
| 3.1.6 | 相对寻址方式 .....        | (41) |
| 3.1.7 | 位置位/清零寻址方式 .....    | (41) |
| 3.1.8 | 位测试转移寻址方式 .....     | (41) |
| 3.2   | 指令系统 .....          | (42) |
| 3.2.1 | 与寄存器/存储器有关的指令 ..... | (42) |
| 3.2.2 | 读/修改—写类指令 .....     | (43) |
| 3.2.3 | 相对转移类指令 .....       | (44) |
| 3.2.4 | 控制类指令 .....         | (44) |
| 3.2.5 | 指令系统简表 .....        | (45) |

### 第四章 M68HC05 汇编语言程序设计

|       |                            |      |
|-------|----------------------------|------|
| 4.1   | AS5 交叉汇编程序 .....           | (51) |
| 4.1.1 | AS5 汇编语言格式 .....           | (52) |
| 4.1.2 | 各字段说明 .....                | (52) |
| 4.1.3 | 汇编伪指令 .....                | (54) |
| 4.1.4 | 汇编输出 .....                 | (56) |
| 4.1.5 | 交叉汇编程序 AS5 使用方法 .....      | (57) |
| 4.2   | IASM05 交叉集成汇编程序 .....      | (58) |
| 4.2.1 | IASM05 汇编语言格式 .....        | (58) |
| 4.2.2 | 各字段的说明 .....               | (58) |
| 4.2.3 | 汇编伪指令 .....                | (60) |
| 4.2.4 | 汇编命令 .....                 | (60) |
| 4.2.5 | 列表命令 .....                 | (63) |
| 4.2.6 | 汇编输出 .....                 | (63) |
| 4.2.7 | 汇编错误信息 .....               | (64) |
| 4.2.8 | 交叉集成汇编程序 IASM05 使用方法 ..... | (65) |
| 4.2.9 | S 记录 .....                 | (72) |
| 4.3   | 汇编程序设计 .....               | (74) |
| 4.3.1 | 简单程序设计 .....               | (74) |
| 4.3.2 | 简单循环程序的设计 .....            | (78) |
| 4.3.3 | 字符编码程序设计 .....             | (82) |
| 4.3.4 | 算术运算程序设计 .....             | (87) |

|       |             |       |
|-------|-------------|-------|
| 4.3.5 | 代码和数制转换程序设计 | (96)  |
| 4.3.6 | 查表与排序       | (114) |
| 4.3.7 | 数据处理        | (127) |

## 第五章 多功能定时器系统及其应用

|       |                     |       |
|-------|---------------------|-------|
| 5.1   | 定时器概述               | (133) |
| 5.2   | 16 位多功能定时器          | (133) |
| 5.2.1 | 定时器结构与功能            | (133) |
| 5.2.2 | 定时器计数器              | (134) |
| 5.2.3 | 输入捕捉寄存器(ICR)及其操作    | (135) |
| 5.2.4 | 输出比较寄存器(OCR)及其操作    | (136) |
| 5.2.5 | 定时器控制寄存器(TCR)       | (136) |
| 5.2.6 | 定时器状态寄存器(TSR)       | (137) |
| 5.2.7 | WAIT 和 STOP 模式下的定时器 | (138) |
| 5.3   | 15 位多功能定时器          | (138) |
| 5.3.1 | 定时器结构与功能            | (138) |
| 5.3.2 | 定时器状态与控制寄存器(TSCR)   | (139) |
| 5.3.3 | 定时器计数器寄存器(TCNTR)    | (140) |
| 5.3.4 | WAIT 和 STOP 模式下的定时器 | (140) |
| 5.4   | 输出比较功能的应用           | (140) |
| 5.5   | 输入捕捉功能的应用           | (145) |

## 第六章 串行通讯接口(SCI)及其应用

|       |                           |       |
|-------|---------------------------|-------|
| 6.1   | SCI 特性                    | (148) |
| 6.2   | SCI 数据格式                  | (148) |
| 6.3   | SCI 结构及其操作                | (149) |
| 6.3.1 | SCI 发送器结构及其操作             | (149) |
| 6.3.2 | SCI 接收器结构及其操作             | (150) |
| 6.3.3 | STOP 和 WAIT 期间的 SCI       | (152) |
| 6.4   | SCI 寄存器                   | (152) |
| 6.4.1 | SCI 数据寄存器(SCDR)           | (152) |
| 6.4.2 | SCI 控制寄存器 1(SCCR1)        | (152) |
| 6.4.3 | SCI 控制寄存器 2(SCCR2)        | (153) |
| 6.4.4 | SCI 状态寄存器(SCSR)           | (154) |
| 6.4.5 | SCI 波特率寄存器(BAUD)          | (155) |
| 6.5   | 串行通讯接口标准与硬件接口电路           | (157) |
| 6.5.1 | RS-232 标准接口与连接方法          | (158) |
| 6.5.2 | RS-422 和 RS-423 标准接口与连接方法 | (161) |
| 6.5.3 | RS-485 标准接口与连接方法          | (163) |
| 6.5.4 | 20mA 电流环路串行接口与连接方法        | (164) |
| 6.6   | 串行通讯系统                    | (165) |
| 6.6.1 | 多机通讯规程                    | (165) |
| 6.6.2 | 系统硬件连接方法                  | (166) |

|                    |       |
|--------------------|-------|
| 6.6.3 软件程序设计 ..... | (168) |
| 6.7 SCI 应用举例 ..... | (169) |

## 第七章 串行外围接口(SPI)及其应用

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| 7.1 SPI 性能简介 .....                 | (171) |
| 7.2 SPI 结构与管脚 .....                | (171) |
| 7.3 SPI 操作 .....                   | (173) |
| 7.3.1 数据传输过程 .....                 | (173) |
| 7.3.2 串行时钟极性与相位 .....              | (173) |
| 7.3.3 SPI 错误状态 .....               | (174) |
| 7.3.4 STOP 和 WAIT 期间的 SPI .....    | (174) |
| 7.4 SPI 寄存器 .....                  | (175) |
| 7.4.1 SPI 控制寄存器(SPCR) .....        | (175) |
| 7.4.2 SPI 状态寄存器(SPSR) .....        | (176) |
| 7.4.3 SPI 数据寄存器(SPDR) .....        | (176) |
| 7.5 MC68HC05C9 的 SPI .....         | (176) |
| 7.6 简单的串行 I/O 口(SIOP) .....        | (177) |
| 7.6.1 SIOP 结构与操作 .....             | (177) |
| 7.6.2 SIOP 管脚 .....                | (177) |
| 7.6.3 SIOP 寄存器 .....               | (179) |
| 7.7 SPI/SIOP 多机通讯 .....            | (180) |
| 7.8 SPI/SIOP 系统的硬件连接方法 .....       | (182) |
| 7.8.1 SPI/SIOP 多机系统的连接方法 .....     | (182) |
| 7.8.2 SPI/SIOP 与外围器件的连接方法 .....    | (183) |
| 7.9 SPI/SIOP 程序设计方法 .....          | (184) |
| 7.10 利用 SPI 扩展 I/O 功能 .....        | (185) |
| 7.10.1 A/D 转换器 .....               | (185) |
| 7.10.2 D/A 转换器 .....               | (188) |
| 7.10.3 并行输入 74HC165/166/589 .....  | (189) |
| 7.10.4 并行输出 74HC164/299/595 .....  | (191) |
| 7.10.5 LED 驱动器 .....               | (192) |
| 7.10.6 LCD 驱动器 .....               | (198) |
| 7.10.7 存储器容量的扩展 .....              | (201) |
| 7.10.8 实时时钟 .....                  | (206) |
| 7.11 SPI 应用举例 .....                | (211) |
| 7.11.1 扩展并行输出 .....                | (211) |
| 7.11.2 SPI 扩展 A/D 和 D/A 转换器 .....  | (214) |
| 7.12 软件模拟 SPI 扩展 I/O 功能的方法 .....   | (216) |
| 7.12.1 硬件接口方法 .....                | (216) |
| 7.12.2 软件模拟 SPI 的程序设计 .....        | (216) |
| 7.12.3 由软件模拟 SPI 来扩展 MCM2814 ..... | (219) |

## 第八章 M68HC05 系列各种型号 MCU 主要特性与特殊功能

|                      |       |
|----------------------|-------|
| 8.1 MC68HC05A6 ..... | (221) |
|----------------------|-------|

|       |                                                                                                                                                       |       |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 8.1.1 | 主要特性 .....                                                                                                                                            | (221) |
| 8.1.2 | 结构、引脚与存储器映象 .....                                                                                                                                     | (221) |
| 8.1.3 | EEPROM .....                                                                                                                                          | (223) |
| 8.1.4 | 复位、中断与低功耗方式 .....                                                                                                                                     | (225) |
| 8.1.5 | 16 位多功能定时器 .....                                                                                                                                      | (225) |
| 8.1.6 | 串行外围子系统 SCI 和 SPI .....                                                                                                                               | (225) |
| 8.1.7 | 自检方式 .....                                                                                                                                            | (225) |
| 8.1.8 | 电气特性 .....                                                                                                                                            | (226) |
| 8.2   | <b>MC68HC05 B 子系列</b> .....                                                                                                                           | (230) |
| 8.2.1 | MC68HC05B6 .....                                                                                                                                      | (230) |
|       | 主要特点(230) 基本结构与特性(232) 中断(236) 定时器(236) SCI 串行通讯接口(240) 片内 EEPROM 的使用方法(242) 脉宽调制(PLM)D/A 转换器(244) A/D 转换器(245) MC68HC05B6/B4 自测试/自引导方式(247) 电特性(251) |       |
| 8.2.2 | MC68HC05B4 .....                                                                                                                                      | (259) |
| 8.2.3 | MC68HC05B8 .....                                                                                                                                      | (259) |
| 8.2.4 | MC68HC705B5 .....                                                                                                                                     | (260) |
|       | 主要特性与 EPROM 使用方法(260) 自引导方式(262) EPROM 电气特性(267))                                                                                                     |       |
| 8.2.5 | MC68HC805B6 .....                                                                                                                                     | (267) |
|       | 主要特性与 EPROM 使用方法(267) 自引导方式(270) 仿真局限性(275) EEPROM 电气特性(275)                                                                                          |       |
| 8.2.6 | MC68HC05B16 .....                                                                                                                                     | (276) |
| 8.3   | <b>MC68HC05 C 子系列</b> .....                                                                                                                           | (276) |
| 8.3.1 | MC68HC05C4 .....                                                                                                                                      | (276) |
|       | 主要特性(276) 结构、引脚与存储器映象(277) 复位、中断与低功耗方式(278) 16 位定时器(279) 串行通讯接口(SCI)和串行外围接口(SPI)(280) 自检方式(280) 电气特性(281)                                             |       |
| 8.3.2 | MC68HC05C8 .....                                                                                                                                      | (290) |
| 8.3.3 | MC68HSC05C4/C8 .....                                                                                                                                  | (290) |
| 8.3.4 | MC68HCL05C4/C8 .....                                                                                                                                  | (292) |
| 8.3.5 | MC68HC805C4 .....                                                                                                                                     | (292) |
|       | HC05C4 的结构与功能(292) EEPROM(294) 硬件断点寄存器(295) HC05C4 的仿真(296)                                                                                           |       |
| 8.3.6 | MC68HC705C8 .....                                                                                                                                     | (298) |
|       | 主要特性(298) 结构、引脚与存储器映象(299) EPROM/OPTROM(301) 复位与中断(205) 16 位定时器、串行通讯接口(SCI)和串行外围接口(SPI)(306) 电气特性(306)                                                |       |
| 8.3.7 | MC68HC05C9 .....                                                                                                                                      | (307) |
| 8.3.8 | MC68HC705C9 .....                                                                                                                                     | (314) |
| 8.3.9 | MC68HC05C5 .....                                                                                                                                      | (314) |
|       | 主要特性(314) 结构、引脚与存储器映象(314) 复位与中断(317) 16 位定时器(317) 串行 I/O 口(SIOP)(318) EEPROM(319)                                                                    |       |
| 8.4   | <b>MC68HC05 D 子系列</b> .....                                                                                                                           | (321) |

|       |                                                                                                                                                                                         |       |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 8.5   | MC68HC05 E 子系列 .....                                                                                                                                                                    | (322) |
| 8.5.1 | MC68HC05E0 .....                                                                                                                                                                        | (322) |
|       | 主要特性(322) 封装与引脚(323) 复位、中断与低功耗方式(324) 存储器与存储器映像(327) 地址译码与系统扩展(329) 并行 I/O 口及其特殊功能(330) 定时器与实时中断(332) 串行接口(SI)(335) 电气特性(339)                                                           |       |
| 8.5.2 | MC68HC705E1 .....                                                                                                                                                                       | (342) |
|       | 主要特性(342) 结构与存储器映像(343) 复位与中断(343) 多功能定时器与 COP 定时器(344) 锁相环(PLL)频率合成器(346) EPROM(347) 自引导 ROM(348)                                                                                      |       |
| 8.6   | MC68HC05 F 子系列 .....                                                                                                                                                                    | (349) |
| 8.6.1 | MC68HC05F5 .....                                                                                                                                                                        | (349) |
|       | 主要特性(349) 结构、引脚与存储器映像(350) 中断、复位与低功耗方式(352) 15 位多功能定时器和 COP 定时器(354) 双音多频(DTMF)接收器(355) 自检方式(358) 电气特性(359)                                                                             |       |
| 8.6.2 | MC68HC05F6 .....                                                                                                                                                                        | (362) |
|       | 主要特性(362) 结构、引脚与存储器映像(363) 系统总线时钟和定时器时钟的选择(366) 复位、中断与低功耗方式(367) 16 位多功能定时器(369) 双音多频(DTMF)/音调发生器(369) 串行外围接口(SPI)(373) 自检方式(374) 电气特性(375)                                             |       |
| 8.6.3 | MC68HC705F6 .....                                                                                                                                                                       | (377) |
|       | 主要特性(377) EPROM 编程(377) 自引导方式(379)                                                                                                                                                      |       |
| 8.6.4 | MC68HC05F2 .....                                                                                                                                                                        | (380) |
|       | 主要特性(380) DTMF 发生器(284)                                                                                                                                                                 |       |
| 8.6.5 | MC68HC05F8 .....                                                                                                                                                                        | (386) |
|       | 主要特性(386) 结构、引脚与存储器映像(386) 系统总线时钟(E 时钟)和定时器 A 预分频(389) 复位、中断与低功耗方式(390) 定时器 A(393) 定时器 B(394) COP 系统(395) Manchester 编码/译码器(MANCD)(396) DTMF/音调发生器(DMG)(403) 串行外围接口(SPI)(403) 电气特性(403) |       |
| 8.6.6 | MC68HC705F8 .....                                                                                                                                                                       | (403) |
|       | 主要特性(403) EPROM 编程(405) 自引导方式(405)                                                                                                                                                      |       |
| 8.7   | MC68HC05 G 子系列 .....                                                                                                                                                                    | (406) |
| 8.7.1 | MC68HC05G1 .....                                                                                                                                                                        | (406) |
|       | 主要特性(406) 结构与引脚(407) 存储器映像与特殊功能的控制寄存器(409) 复位、中断与低功耗方式(410) 16 位多功能定时器与 SPI(412) 实时时钟(RTC)与锁相环(PLL)(413) A/D 转换器(415) 自检方式(416) 电气特性(418)                                               |       |
| 8.7.2 | MC68HC705G1 .....                                                                                                                                                                       | (418) |
|       | EPROM(418) 自引导方式(420)                                                                                                                                                                   |       |
| 8.8   | MC68HC05 H 子系列 .....                                                                                                                                                                    | (421) |
| 8.8.1 | MC68HC705H2 .....                                                                                                                                                                       | (421) |
|       | 主要特性(421) 结构、引脚和存储器映像(422) 中断与复位(425) 15 位多功能定时器和 COP 定时器(426) SIOP 串行口(426) 脉冲宽度调制器(426) 电压比较器(429) 功率驱动器(430) EPROM/OTPROM 编程(437) 电气特性(440)                                          |       |
| 8.8.2 | MC68HC05H2 .....                                                                                                                                                                        | (443) |

|        |                                                                                                                                                                                              |       |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 8.9    | MC68HC05 J 子系列                                                                                                                                                                               | (443) |
| 8.9.1  | MC68HC05J1                                                                                                                                                                                   | (443) |
|        | 主要特性(443) 结构与存储器映像(444) 复位、中断与低功耗方式(444) 15 位<br>多功能定时器(444) 自检方式(446) 电气特性(446)                                                                                                             |       |
| 8.9.2  | MC68HC705J2                                                                                                                                                                                  | (448) |
|        | 主要特性(448) EPROM(450) 自引导方式和掩膜选择寄存器(MOR)(450)<br>MC68HC05J1 仿真模式(452) 电气特性(452)                                                                                                               |       |
| 8.10   | MC68HC05 K 子系列                                                                                                                                                                               | (453) |
| 8.10.1 | MC68HC05K0/K1                                                                                                                                                                                | (453) |
|        | 主要特性(453) 结构、引脚与存储器映像(454) 并行 I/O 口(456) 中断、复位<br>与低功耗方式(457) 15 位定时器和 COP 定时器(460) 用户 EPROM(462)<br>电气特性(464)                                                                               |       |
| 8.10.2 | MC68HC705K1                                                                                                                                                                                  | (468) |
|        | 主要特性(468) 掩膜选择寄存器(MOR)(468) EPROM/OTPROM(470)                                                                                                                                                |       |
| 8.11   | MC68HC05 L 子系列                                                                                                                                                                               | (470) |
| 8.11.1 | MC68HC05L1                                                                                                                                                                                   | (471) |
|        | 主要特性(471) 结构、引脚与存储器映像(472) 复位、中断与低功耗方式(475)<br>16 位多功能定时器(477) A/D 转换器(479) LCD 驱动器(479) 自检方式<br>(482) 电气特性(483)                                                                             |       |
| 8.11.2 | MC68HC705L1                                                                                                                                                                                  | (484) |
| 8.11.3 | MC68HC05L5                                                                                                                                                                                   | (485) |
|        | 主要特性(485) 结构、引脚与存储器映像(487) 选择存储器映像(491) I/O<br>口(492) 复位、中断与低功耗方式(497) 时钟分布与控制(500) 定时器 1<br>(504) 定时器 2(506) LCD 驱动器(511) 串行外围接口(514)                                                       |       |
| 8.11.4 | MC68HC705L5                                                                                                                                                                                  | (518) |
|        | 主要性能(518) 自引导方式(519) EPROM 编程(523) 电气特性(524)                                                                                                                                                 |       |
| 8.11.5 | MC68HC05L6                                                                                                                                                                                   | (527) |
|        | 主要特性(527) 结构、引脚与存储器映像(527) 复位、中断与低功耗方式(529)<br>16 位多功能定时器(530) 串行外围接口(532) LCD 驱动器和音调发生器<br>(530) 自检方式(535) 电气特性(539)                                                                        |       |
| 8.11.6 | MC68HC05L9                                                                                                                                                                                   | (542) |
|        | 主要性能(542) 结构、引脚与存储器映像(543) 控制与状态寄存器(545) 复<br>位、中断与低功耗方式(548) 16 位多功能定时器(549) 串行通讯接口(SCI)<br>(549) LCD 驱动器(550) 实时时钟(552) 锁相环(554) 自检方式(554)<br>电气特性(557) MC68HC68L9(560) MC141510(562)      |       |
| 8.11.7 | MC68HC05L7                                                                                                                                                                                   | (563) |
| 8.11.8 | MC68HC05L10                                                                                                                                                                                  | (567) |
|        | 主要性能(567) 结构、引脚与存储器映像(567) 控制寄存器(570) 复位与中<br>断(572) 16 位定时器(573) 串行通讯接口(SCI)和串行外围接口(SPI)(573)<br>LCD 驱动器(573) 实时时钟和锁相环(575) 存储器管理单元(MMU)(577)<br>自检方式(580) 电气特性(583) LCD 段驱动器 MC141511(585) |       |
| 8.11.9 | MC68HC05L11                                                                                                                                                                                  | (589) |
|        | 主要性能(589) 结构、引脚与存储器映像(589) 控制寄存器(593) 复位、中断                                                                                                                                                  |       |

|        |                                                                                                                                                                                       |       |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|        | 与低功耗方式(594) 16 位定时器(595) 串行通讯接口(SCI)和串行外围接口(SPI)(597) LCD 驱动器(597) 实时时钟(RTC)和锁相环(PLL)(602) 音调发生器(602) 大系统存储器管理单元(MMU)和小系统可编程片选端(604) 自检方式(607) 电气特性(607) LCD 段驱动器(609) LCD 后板驱动器(614) |       |
| 8.12   | <b>MC68HC05 M 子系列</b> .....                                                                                                                                                           | (615) |
| 8.12.1 | MC68HC05M4 .....                                                                                                                                                                      | (615) |
|        | 主要特性(615) 结构与存储器映象(616) 复位与中断(619) 定时器(619) A/D 转换器(622) 荧光显示(VFD)驱动器(624) 自检方式(626) 电气特性(627)                                                                                        |       |
| 8.12.2 | MC68HC05M6 .....                                                                                                                                                                      | (628) |
| 8.13   | <b>MC68HC05 P 子系列</b> .....                                                                                                                                                           | (628) |
| 8.13.1 | MC68HC05P1 .....                                                                                                                                                                      | (629) |
|        | 主要特性(629) 结构、引脚与存储器映象(629) 复位与中断(631) 16 位多功能定时器(631) 自检方式(632) 电气特性(633)                                                                                                             |       |
| 8.13.2 | MC68HC05P2 .....                                                                                                                                                                      | (635) |
|        | 主要特性(635) 结构、引脚与存储器映象(635) 复位与中断(638) 12 位多功能定时器(638) 固定从机 M—Bus 接口(SOMB)(639)                                                                                                        |       |
| 8.13.3 | MC68HC05P4 .....                                                                                                                                                                      | (643) |
|        | 主要特性(643) 结构、引脚与存储器映象(643) 复位与中断(647) 16 位定时器(647) 串行 I/O 口(SIOP)(647) 自检方式(647) 电气特性(648)                                                                                            |       |
| 8.13.4 | MC68HC05P6 .....                                                                                                                                                                      | (650) |
|        | 主要特性(650) A/D 转换器(ADC)(653)                                                                                                                                                           |       |
| 8.13.5 | MC68HC05P7 .....                                                                                                                                                                      | (656) |
| 8.13.6 | MC68HC05P8 .....                                                                                                                                                                      | (656) |
|        | 主要特性(656) 结构、引脚与存储器映象(657) 复位与中断(659) 片内 EEPROM(660) 15 位定时器(662) A/D 转换器(662) 自检方式(663) 电气特性(664)                                                                                    |       |
| 8.13.7 | MC68HC05P9 .....                                                                                                                                                                      | (668) |
| 8.13.8 | MC68HC705P9 .....                                                                                                                                                                     | (669) |
|        | 主要特性(669) 结构、引脚与存储器映象(670) 复位、中断与低功耗方式(673) EPROM/OTPROM、自引导方式和掩膜选择寄存器(673) 16 位定时器(675) 串行 I/O 口(SIOP)(675) A/D 转换器(ADC)(675) 电气特性(675)                                              |       |
| 8.14   | <b>MC68HC05 SC 子系列</b> .....                                                                                                                                                          | (677) |
| 8.15   | <b>M68HC05 T 子系列</b> .....                                                                                                                                                            | (677) |
| 8.15.1 | MC68HC05T1 .....                                                                                                                                                                      | (677) |
|        | 主要特性(677) 基本结构与存储器映象(678) 复位与中断(682) 脉宽调制 D/A 转换器(683) 输入捕捉/输出比较定时器(683) A/D 转换器(683) 屏幕显示(OSD)(684) 串行口 SIOP(691)                                                                    |       |
| 8.15.2 | MC68HC05T2 .....                                                                                                                                                                      | (693) |
| 8.15.3 | MC68HC05T3 .....                                                                                                                                                                      | (694) |
| 8.15.4 | MC68HC705T3 .....                                                                                                                                                                     | (694) |
| 8.15.5 | MC68HC05T4 .....                                                                                                                                                                      | (694) |
|        | 主要特性(694) 结构与存储器映象(695) 复位、中断与低功耗方式(698) 16                                                                                                                                           |       |

|        |                                                                                                                                                   |       |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|        | 位定时器和脉冲累加器(700) OSD 驱动器(701) A/D 转换器(709) D/A 转换器(710) 自检方式(711) 电气特性(713)                                                                        |       |
| 8.15.6 | MC68HC705T4 .....                                                                                                                                 | (714) |
|        | EPROM(714) 自引导方式(715)                                                                                                                             |       |
| 8.15.7 | MC68HC05T10 .....                                                                                                                                 | (716) |
|        | 主要性能(716) 结构与存储器映象(718) 复位、中断与 WAIT 低功耗方式(722) 16 位定时器与实时时钟(RTC)(725) M-Bus 串行通讯接口(725) OSD(732) 脉冲宽度调制 DAC(732) A/D 转换器(732) 自检方式(733) 电气特性(734) |       |
| 8.15.8 | MC68HC05T7 .....                                                                                                                                  | (735) |
| 8.15.9 | MC68HC705T10 .....                                                                                                                                | (735) |
|        | EPROM(736) HC05T10/T7 仿真(738)                                                                                                                     |       |

## 第九章 M68HC05 单片机的开发

|       |                                     |       |
|-------|-------------------------------------|-------|
| 9.1   | M68HC05 应用系统的设计和开发方法 .....          | (740) |
| 9.2   | M68HC05 开发工具 .....                  | (742) |
| 9.2.1 | CDS8 开发系统 .....                     | (742) |
| 9.2.2 | HDS 开发系统 .....                      | (744) |
| 9.2.3 | EVM 性能评估模块/EVS 性能评估系统 .....         | (744) |
| 9.2.4 | HQEVm 开发工具 .....                    | (747) |
| 9.3   | M68HC05 EVM .....                   | (747) |
| 9.3.1 | M68HC05 EVM 的主要特性 .....             | (747) |
| 9.3.2 | EVM 系统设置与开关 .....                   | (749) |
| 9.3.3 | EVM 存储器映射 .....                     | (759) |
| 9.3.4 | M68HC05 EVM 的监控命令 .....             | (762) |
| 9.3.5 | MCU 片内 OTPROM/EPROM/EEPROM 编程 ..... | (774) |
| 9.3.6 | 汇编/反汇编过程 .....                      | (777) |
| 9.3.7 | 下卸过程 .....                          | (779) |
| 9.3.8 | 应用系统调试和仿真过程 .....                   | (780) |
| 9.3.9 | 窗口式 EVM05 仿真调试软件 .....              | (781) |

## 第十章 M68HC05 MCU 综合应用举例

|        |                             |       |
|--------|-----------------------------|-------|
| 10.1   | MC68HC705C8 在恒温控制中的应用 ..... | (785) |
| 10.1.1 | 设计步骤 .....                  | (785) |
| 10.1.2 | 控制器线路 .....                 | (786) |
| 10.1.3 | 软件程序设计 .....                | (787) |
| 10.2   | MC68HC05B6 在电机控制中的应用 .....  | (809) |
| 10.3   | MC68HC05B6 单片机监控程序 .....    | (812) |
| 10.3.1 | 硬件环境 .....                  | (812) |
| 10.3.2 | 监视器操作 .....                 | (812) |
| 10.3.3 | 监控命令 .....                  | (813) |
| 10.3.4 | 断点和中断 .....                 | (814) |
| 10.3.5 | 程序结构分析与程序清单 .....           | (815) |

|         |                                              |       |
|---------|----------------------------------------------|-------|
| 10.4    | MC68HC05B4 射频频率合成器 .....                     | (832) |
| 10.4.1  | 硬件电路及其原理 .....                               | (833) |
| 10.4.2  | 软件设计与调试 .....                                | (837) |
| 10.5    | 多个单片机利用串行外围接口进行通讯 .....                      | (853) |
| 10.5.1  | 串行外围接口(SPI) .....                            | (853) |
| 10.5.2  | 显示电路的设计 .....                                | (853) |
| 10.5.3  | 用 A/D 转换器监视温度 .....                          | (854) |
| 10.5.4  | MCU 通讯操作 .....                               | (855) |
| 10.5.5  | 软件 SPI 主机编程 .....                            | (855) |
| 10.5.6  | 软件 SPI 从机编程 .....                            | (856) |
| 10.5.7  | 调试 .....                                     | (857) |
| 10.5.8  | 程序清单 .....                                   | (857) |
| 10.6    | 用 MC68HC05 B4 和 MC14489 测量和显示温度 .....        | (870) |
| 10.6.1  | 温度测量 .....                                   | (870) |
| 10.6.2  | 温度显示 .....                                   | (872) |
| 10.6.3  | 硬件电路 .....                                   | (873) |
| 10.6.4  | 程序清单 .....                                   | (873) |
| 10.7    | MC68HC05T1 的屏幕显示(OSD)在 TV 中的应用 .....         | (882) |
| 10.7.1  | 中断程序 .....                                   | (883) |
| 10.7.2  | 主程序 .....                                    | (883) |
| 10.7.3  | 该例中 OSD 程序的特点 .....                          | (883) |
| 10.7.4  | 程序清单 .....                                   | (884) |
| 10.8    | MC68HC05T7 红外遥控解码器 .....                     | (906) |
| 10.8.1  | 遥控协议 .....                                   | (906) |
| 10.8.2  | 设计考虑 .....                                   | (906) |
| 10.8.3  | 程序清单 .....                                   | (907) |
| 10.9    | MPX5100 压力传感器与 MC68HC05B5 构成的压力测量系统 .....    | (921) |
| 10.9.1  | 硬件电路设计 .....                                 | (922) |
| 10.9.2  | 软件设计 .....                                   | (923) |
| 10.10   | MPX2000 系列压力传感器与 MC68HC705B5 构成的压力测量系统 ..... | (932) |
| 10.10.1 | 硬件电路 .....                                   | (932) |
| 10.10.2 | 操作过程 .....                                   | (933) |
| 10.10.3 | 设计考虑 .....                                   | (934) |
| 10.10.4 | 软件设计 .....                                   | (936) |
| 10.11   | 用 MC68HC05 MCU 产生脉冲的方法 .....                 | (949) |
| 10.11.1 | 短脉冲 .....                                    | (949) |
| 10.11.2 | 长脉冲 .....                                    | (950) |
| 10.12   | 利用 MC68HC05 的输入捕捉功能检测脉冲宽度 .....              | (955) |
| 10.12.1 | 短脉冲 .....                                    | (955) |
| 10.12.2 | 长脉冲 .....                                    | (957) |
| 10.12.3 | 有噪声的脉冲 .....                                 | (957) |
| 10.12.4 | 长脉冲检测程序清单 .....                              | (957) |
| 附录A     | MC68HC05 指令系统详解 .....                        | (962) |

|                                    |        |
|------------------------------------|--------|
| <b>附录B 习题与答案</b> .....             | (987)  |
| B.1 习题(对于 MC68HC05C8) .....        | (987)  |
| B.2 习题答案 .....                     | (991)  |
| <b>附录C MOTOROLA 各系列单片机简介</b> ..... | (994)  |
| C.1 M6805 系列单片机 .....              | (994)  |
| C.2 M68HC11 系列单片机 .....            | (995)  |
| C.3 M68300 系列 32 位单片机 .....        | (1000) |
| C.3.1 MC68332 主要性能 .....           | (1001) |
| C.3.2 CPU32 简介 .....               | (1002) |
| C.3.3 定时处理器单元(CPU) .....           | (1002) |
| C.3.4 串行队列模块(QSM) .....            | (1002) |
| C.3.5 系统集成模块(SIM) .....            | (1003) |
| C.3.6 RAM 模块 .....                 | (1003) |
| C.4 M68HC16 系列 16 位单片机 .....       | (1003) |
| C.5 M6804/M68HC04 系列单片机 .....      | (1004) |
| C.6 M6801 系列单片机 .....              | (1004) |
| <b>附录D MOTOROLA 单片机命名规则</b> .....  | (1005) |
| <b>附录E ASCII(美国标准信息交换码)表</b> ..... | (1006) |

# 第一章 M68HC05 系列单片机简介

## 1.1 概述

MOTOROLA 公司是美国最大的半导体产品制造商,以生产优质半导体产品而闻名于世,产品种类多达几万种。其中主要的一项产品就是单片机(即单片微型计算机——MCU),由于单片机主要应用在各种控制领域,又称微控制器。MOTOROLA 单片机具有性能优异、功能齐全、可靠性强、品种繁多、性能价格比高、使用方便等许多显著特点,在家用电器、仪器仪表、汽车工业、通讯和智能化控制领域得到了广泛应用。MOTOROLA 单片机在国际市场上的销售量始终名列前茅,目前 MOTOROLA 8 位单片机国际市场占有率已超过 30%,远远超过国际上其他任何一家公司,其他大公司 8 位单片机国际市场占有率只有 10%左右。

MOTOROLA 8 位单片机主要有三大系列,它们是 HMOS 工艺制造的 M6805 系列、HCMOS 工艺制造的高速低功耗 M68HC05 系列、HCMOS 工艺制造的高档 8 位单片机 M68HC11 系列。每个系列都有许多种型号,以满足各种不同应用场合的需要。尽管 MOTOROLA 各个系列的品种繁多,但它们的基本结构是相同的,只是 I/O 功能和存储器容量有所不同,只要掌握一种 MCU 的应用方法,就能应用整个系列的产品。

MOTOROLA 8 位单片机中的 M6805 和 M68HC05 这两个主要系列大都是内部总线结构,总线不向外开放。一块单片机就构成一个最小系统进行应用,是真正的单片机。这种结构的单片机具有下列显著特点:抗干扰能力强、外围电路简单、成本低、保密性好、易于小型化,尤其适合量大面广的家电消费类产品。例如,彩电可选用 MC68HC05T1/T2/T3/T4/T7/T10 等;空调可选用 MC6805R3、MC68HC05P8/P9、MC68HC05L1 等;空调 LCD 遥控器可选用 MC68HC05C4、MC68HC05L1/L5 等;电话可选用 MC68HC05P1、MC68HC05C4/C8、MC68HC05F6 等;冰箱可选用 MC6805R3、MC68HC05P8/P9、MC68HC05L1 等;洗衣机可选用 MC68HC05C4、MC68HC05P1/P6 等;电风扇可选用 MC68HC05J1、MC68HC05P1 等;电饭煲可选用 MC68HC05P1/P9、MC6805R2 等。

MOTOROLA MCU 在结构上具有下列特点:

- 存储器采用统一编址,所有 ROM、RAM、以及并行 I/O、串行 I/O、A/D、定时器等都在同一存储区作为一个存储单元来寻址。从而使得寻址方便、指令系统简化。
- 片内具有不同容量的 ROM、RAM、EPROM,可满足不同用户需要。
- 寻址方式丰富、位处理能力强、条件转移指令丰富,这些特点可使有限的片内 ROM 发挥其最大功效,特别适于控制应用场合。
- 中断处理采用向量方式。响应中断时,能自动保护现场,中断执行完毕后又自动将现场恢复,这样处理大大方便了用户编程,还能节省 ROM 空间。
- 每个系列的 CPU 结构都相同,在同一个系列中单片机互换容易。
- 工作速度高,M68HC05 总线速度最高达到 4MHz。
- 功耗低,M68HC05 工作电流只有几毫安,STOP 操作方式时只有几微安。