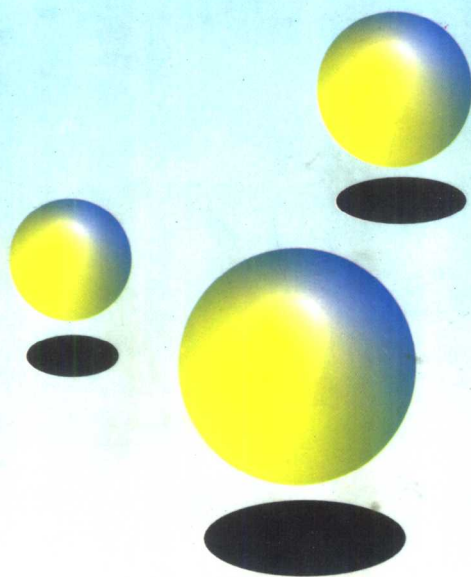


Motorola

单片机原理及 应用技术

赵中奇 (主编)
柳惠萍 李 鹏



西安电子科技大学出版社

Motorola 单片机原理 及应用技术

赵中奇(主编) 柳惠萍 李 鹏

西安电子科技大学出版社

1997

TP36

(陕)新登字 010 号

内 容 简 介

本书以 Motorola MC68HC705C8、MC68HC11E9 典型的 MCU 为例,介绍了 M68HC05 及 M68HC11 MCU 的组织结构、指令系统、程序设计,给出了程序库及典型的 LED 显示器、键盘、D/A、串行 EEPROM 及实时日历时钟等实用电路。全书软件及硬件接口电路均经过实际检验,可作为科研和工程技术人员的参考资料,也可作为大专院校的教学和实验参考书。

Motorola 单片机原理

及应用技术

赵中奇(主编) 柳惠萍 李 鹏

责任编辑 霍小齐 叶德福

西安电子科技大学出版社出版发行

空军电讯工程学院印刷厂印刷

各地新华书店经销

开本 787×1092 1/16 印张 15 10/16 字数 367 千字

1997 年 8 月第 1 版 1997 年 8 月第 1 次印刷 印数 1—6 000

ISBN 7 - 5606 - 0524 - 9 /TP · 0256

定价: 20.50 元

前 言

单片机, 又称微控器(Micro Controller Unit, 简称 MCU), 是在一块芯片上集成有 CPU、RAM、ROM(或 EPROM)、并行和串行接口、定时计数器、A/D 转换器等多种功能部件的微型计算机。它以体积小、重量轻、抗干扰能力强、对环境要求不高、价格低廉、可靠性高、灵活性好、易于开发、易于实现机电一体化等优点, 广泛应用于检测、控制、智能仪器仪表以及生产设备的自动化、家用电器、通信等领域。Motorola 单片机家族庞大, 种类繁多, 性能各异, 用户可根据自己开发任务的需要, 选择最佳配置的 MCU, 以便提高产品性能、降低成本。Motorola 8 位机 MC68HC05、M68HC11 是 Motorola 公司大力发展的系列产品, M68HC05 系列 MCU 已达一百多种, M68HC11 系列也有几十种, 其 8 位机销售量占世界单片机总销售量的 23.3%。而目前在我国单片机应用市场中占主导地位的 Inter MCS-51 系列, 其 8 位机仅占 11%。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。

Motorola 单片机种类多、选择余地大、集成度高、中断源数目多, 其 M68HC11 系列有高达 18 个中断源、片内资源丰富, 有 EPROM 存储器、灵活的 I/O 口功能(许多 I/O 口及内存存储单元都可进行位操作)、8×8 位 A/D 转换器、脉冲宽度调制 PWM 输出、串行通信接口 SCI、串行外围接口 SPI、定时器输出比较功能、输入捕捉功能及 LED、LCD、VFD 驱动等, 控制能力增强, 非常适合于控制应用领域。

Motorola MCU 有两种低功耗方式: STOP 方式和 WAIT 方式。应用低功耗工作方式, 可使 MCU 工作电流降低至 mA 及 μ A 级。它还可分为单片和扩展两种方式, 而 M68HC05 系列 MCU 仅有单片方式, 无扩展方式, 总线不外引, 易学易用, 是名副其实的“单片机”。

Motorola MCU 还具有各种 OTP 型, 它为用户提供了低成本小批量试生产及试销售的有效途径, 可减小用户一次性投资制作掩膜芯片的风险, 缩短开发研制、生产销售的运转周期。

Motorola MCU 以其优良的内在性能及 Motorola 公司的外在努力(在我国知名的高等院校设立巨额奖学金; 建立研究开发中心; 支持高等院校开设 Motorola 单片机原理课程; 赠送开发设备及资料; 举办 Motorola 单片机开发应用大赛等), 使全国高校掀起了学习、应用 Motorola 单片机的热潮, 它将进一步推动我国单片机应用的深入发展。可以预言, 今后几年 Motorola 单片机在我国必将成为主流机型的首选型号。为适应这一形势, 我们在教学和科研工作的基础上编写了本书。其基本内容如下:

第 1 章介绍了 Motorola 单片机概况、命名规则及分类, 列出了各种类型 MCU 的内部资源及特点, 便于用户选择适合于自己产品的 MCU, 在最后给出了 M68HC11 系列 MCU 的选择原则。

第 2、6 章分别介绍了 M68HC05、M68HC11 系列的典型 MCU 器件 MC68HC705C8 及

275 66/08

MC68HC11E9 的原理、结构和编程。

第 3、7 章分别介绍了 M68HC05、M68HC11 指令系统,对典型指令给出了大量例子,并详细列出了指令系统使用表、使人们对各种寻址方式和用法一目了然。用户可十分方便地查找指令。

第 4、8 章分别给出了 M68HC05、M68HC11 程序设计的大量典型例题,并附有流程图、程序及详细说明。所有典型例子均上机检验通过。

第 5、9 章给出了 M68HC05、M68HC11 应用程序库,该程序库中包含了算术运算、数制转换、定时器、A/D 转换等子程序,用户可直接参照应用。

第 10 章重点介绍了 Motorola 单片机典型接口电路,包括 LED 显示器、键盘、D/A、实时日历时钟、串行 EEPROM 等接口电路,为用户掌握 Motorola 单片机提供了非常实用的电路及软件编程参考。

第 11 章介绍了 Motorola 仿真系统的使用,包括编辑调试等实际操作,给出了大量例子。

本书第 1、6、7、8 章由赵中奇同志编写,第 2~5 章由柳惠萍同志编写,第 11 章由李鹏同志编写,第 9、10 章由赵中奇、李鹏同志编写。全书由赵中奇统编、校验及定稿。参加编写的还有傅艺、王晨莉、杨丽萍同志,她们在资料收集、编写及应用程序库设计与调试中做了大量的工作。对他们的大力支持表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中不足和错误之处,恳请读者批评指正。

编 者

1996 年 12 月

目 录

第 1 章 Motorola 单片机概述	1	3.1.3 CPU 控制	59
1.1 Motorola 单片机的发展历史	1	3.2 寻址方式	59
1.2 Motorola 单片机的命名规则	2	3.2.1 立即寻址	60
1.3 Motorola 单片机的分类介绍	3	3.2.2 直接寻址	60
1.3.1 M6801 单片机	3	3.2.3 扩展寻址	60
1.3.2 M6804 单片机	4	3.2.4 相对寻址	61
1.3.3 M6805 单片机	5	3.2.5 无偏移量变址	61
1.3.4 M68HC05 系列单片机	5	3.2.6 8 位偏移量变址	61
1.3.5 M68HC08 单片机	8	3.2.7 16 位偏移量变址	62
1.3.6 M68HC11 单片机	25	3.2.8 位置位/清零	62
1.3.7 模块化单片机	27	3.2.9 位测试和转移	62
1.4 Motorola 单片机的选取原则	38	3.2.10 隐含寻址	63
1.4.1 选择步骤	38	3.3 指令系统	63
1.4.2 选择标准	39	3.3.1 数据存取类指令	64
1.4.3 选择时需要考虑的几个因素	39	3.3.2 算术运算类指令	65
1.4.4 CSIC 单片机	40	3.3.3 逻辑运算类指令	69
第 2 章 MC68HC705C8 基本结构	41	3.3.4 移位指令	71
2.1 引脚功能和说明	42	3.3.5 无条件转移类指令	73
2.1.1 基本引脚说明	42	3.3.6 条件转移类指令	75
2.2 编程	45	3.3.7 位操作指令	77
2.2.1 通用 I/O 口	45	3.3.8 控制类指令	79
2.2.2 固定输入口编程	46	3.3.9 其它指令	79
2.2.3 SCI 和 SPI 口编程	46	第 4 章 M68HC05 程序设计	81
2.3 存储器组织	46	4.1 顺序程序	81
2.4 复位	54	4.1.1 写出双字节补码加法程序	81
2.4.1 上电复位	54	4.1.2 编写无符号双字节乘法程序	81
2.4.2 外部输入复位	54	4.2 分支程序	83
2.4.3 计算机工作正常(COP)监视 (Watchdog)定时器复位	54	4.2.1 编程实现双字节补码整数 乘法程序	83
2.4.4 时钟监视复位 (Clock Monitor Reset)	56	4.3 循环程序	86
第 3 章 M68HC05 指令系统	57	4.3.1 编写一个 n 位十进制整数转换成 双字节二进制整数的程序	86
3.1 CPU 结构	57	4.3.2 编程实现双字节无符号除法	88
3.1.1 CPU 寄存器	57	4.3.3 编程实现对一组数按 递增关系排序	90
3.1.2 算术/逻辑单元(ALU)	59		

4.4 子程序调用	92	6.10 串行通信接口(SCI)	143
4.4.1 编写一子程序,将用分离BCD码 表示的十进制数转换成双字节的 十六进制数	92	6.11 串行外围接口(SPI)	148
4.4.2 用四取二防脉冲平均值法 编写一子程序	94	第7章 M68HC11 指令系统	151
4.5 定时器	97	7.1 CPU 结构	151
4.5.1 计数器	98	7.2 寻址方式	153
4.5.2 输出比较寄存器	98	7.3 指令系统	157
4.5.3 输入捕捉寄存器	98	7.3.1 数据传送类指令	157
4.5.4 定时器控制寄存器	99	7.3.2 算术运算类指令	163
4.5.5 定时器状态寄存器	100	7.3.3 逻辑运算类指令	170
4.5.6 WAIT 方式下的定时器	100	7.3.4 移位指令	171
4.6 串行外围接口(SPI)	101	7.3.5 转移指令	174
4.6.1 功能描述	101	7.3.6 子程序调用和返回	175
4.6.2 信号描述	102	7.3.7 中断处理指令	177
4.6.3 SPI 寄存器	103	7.3.8 位操作指令	178
4.7 串行通信接口(SCI)	105	7.3.9 控制指令	182
4.7.1 功能描述	105	第8章 M68HC11 程序设计	184
4.7.2 数据格式	107	8.1 伪指令和交叉汇编	184
4.7.3 接收数据	107	8.1.1 汇编语言源程序的格式	184
4.7.4 发生帧错误时起始位的检测	107	8.1.2 汇编伪指令	185
4.7.5 输出数据	107	8.2 顺序程序	186
4.7.6 SCI 寄存器	108	8.3 分支程序	187
4.8 低功耗方式	112	8.4 循环程序	188
4.8.1 STOP	112	8.5 子程序的调用	191
4.8.2 WAIT	113	第9章 M68HC11 应用子程序库	193
4.8.3 数据保存方式	114	9.1 算术运算类子程序	193
第5章 M68HC05 应用子程序库	115	9.2 数据处理类子程序	194
5.1 算术运算类子程序	115	9.3 数制转换类子程序	196
5.2 数制转换类子程序	117	9.4 定时器应用	197
5.3 数据处理类子程序	119	9.5 A/D 转换	198
5.4 定时器应用类子程序	122	第10章 Motorola 单片机典型 接口电路	199
第6章 MC68HC11E9 原理	123	10.1 LED 显示器接口电路	199
6.1 工作方式	124	10.1.1 LED 显示器的结构与原理	199
6.2 MC68HC11E9 管脚简述	124	10.1.2 LED 静态与动态显示	200
6.3 输入/输出口	126	10.1.3 LED 显示器接口实例	201
6.4 存储器	128	10.2 键盘电路接口实例	207
6.5 中断	132	10.3 D/A 转换器与 MCU 接口电路实例	210
6.6 低功耗方式	134	10.3.1 D/A 转换器主要性能指标	210
6.7 定时器	135	10.3.2 DAC1231 转换器与 MCU 接口电路	211
6.8 脉冲累加器	139	10.4 串行 EEPROM 接口电路	213
6.9 EEPROM 的编程	140	10.4.1 串行 EEPROM 简介	213
		10.4.2 串行 EEPROM 芯片介绍	214

10.4.3 串行 EEPROM 93C06/93C46		第 11 章 Motorola 仿真系统	231
性能介绍	215	11.1 概述	231
10.4.4 串行 EEPROM 在 32 路温度巡检系统		11.2 系统安装软件 IASMINST.EXE	
的应用	224	的功能及使用	231
10.5 实时日历时钟 MSM5832 与		11.3 系统集总编辑器 IASM05.EXE	
MCU 接口电路	225	的功能及使用	234
10.5.1 MSM5832 的基本性能	226	11.4 系统调试软件 EVM05.EXE	
10.5.2 时序分析	227	的功能及使用	235
10.5.3 硬件接口电路	228	参考文献	241
10.5.4 实时时钟程序	228		

第 1 章 Motorola 单片机概述

单片微型计算机的概念,最初是由美国仙童(Fairchild)公司提出,并率先研制出 F8 双片微型机。随着大规模集成电路的出现,把 CPU 和外围芯片,如存储器、串行接口、定时/计数器、A/D 转换器以及高级语言的编译程序等集成在一块芯片上,就具有了一台电子计算机的全部功能。这样的集成电路芯片称为单晶片微型计算机(Single chip microcomputer 简称单片机)。由于它们常用于控制装置,因此,这类芯片也称为微控制器(micro-controller)。Motorola 公司把单片机称为 MCU(Microcomputer 或 Microcomputer unit)。由于单片机具有全电脑功能、体积小、售价便宜等优点,再加上单片机虽是高技术产品,但简单易学,因而被得以广泛应用。

Motorola 公司作为世界上著名的半导体生产厂家,而且也是最主要的生产微处理器和单片机的厂商之一,它所生产的 8 位单片机在国际市场上销量第一,对推动单片机技术的发展有着不可估量的作用及影响。

1.1 Motorola 单片机的发展历史

Motorola 公司于 1974 年开始推出 M6800 微处理机,在其基础上,于 1979 年推出真正的单片机 M6801。它采用 NMOS 工艺,内含 25 000 个管子,它的 CPU 功能和指令系统与 M6800 向上兼容,为进一步降低成本,广泛应用于家用电器等消费领域, Motorola 公司又推出了功能较为简单的 HMOS 工艺的 M6805 单片机。

在 M6805 的基础上,1980 年, Motorola 公司推出了 CMOS 型的 MC146805 系列,以适应低功耗的需要。1982 年又推出了结构更为简单的 MC6804 单片机。它采用内部串行结构和动态 RAM 技术,使得单片机成本大大下降。满足当时低档控制应用领域的需要,1983 年开始推出采用 HCMOS 技术的 M68HC05 系列,其速度比 M6805 快 3~4 倍,扩展了乘法指令,具有更强的 I/O 功能,由于采用 HCMOS 工艺制造,功耗较低,可工作于 3~5.5 V (有些规格可工作于 1.8 V),并有等待和停止两种低功耗工作方式。它的功能达到了 M6801 的水平,是目前世界上销量最高的 8 位机(约占世界总销量的三分之一)。

在 M6801 单片机的基础上,1984 年,推出了高性能的 8 位单片机 M68HC11。它亦采用 HCMOS 工艺制造,其 CPU 和 I/O 功能比 M6801 有了大幅度提高,由于全部采用静态半导体技术设计,故使它的速度可低至直流,从而进一步降低功耗, M68HC11 单片机是目前世界上功能最强的 8 位单片机。

除 8 位机以外, Motorola 公司也生产研制 16 位及 32 位单片机, Motorola 公司从 1979 年开始推出 16/32 位微处理机 M68000,继而推出 M68010, M68020, M68030 等 32 位和准

32 位微处理机, 在 M68000 微处理机基础上进行了发展, 于 1989 年推出 32 位单片机 M68300 系列, 以适合智能机器人、激光打印机等高技术的应用。在 1991 年, Motorola 公司推出了 16 位单片机 M68HC16Z1, 它采用 HCMOS 工艺, 由连接于内部模块总线 (Intermodule Bus, 简称 IMB) 上的各种标准模块组成。

值得一提的是, 自 90 年代起, Motorola 公司采用新的模块化设计技术, 通过一条内部模块总线, 接有 CPU 系统集成模块、存储器模块、定时器模块、串行接口模块、A/D 模块等, 只需改变各个模块及它们的组合, 就可以形成各种 16 位和 32 位单片机。

1.2 Motorola 单片机的命名规则

Motorola 8 位单片机的编号一般包括如下八部分:

× ×	6 8	× ×	×	× ×	× ×	×	× ×
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)

每部分含义如下:

第一部分有四种情形:

- M——Motorola 某系列产品;
- MC——Motorola 某一特定产品;
- PC——工程样品;
- XC——正在测试的产品。

第二部分“68”为数字命令符, 它表示 Motorola 68 系列产品。

第三部分有三种情形:

- HC——采用 HCMOS 工艺制造 ($V_{DD}=5.0\pm0.5\text{ V}$);
- L——采用 HCMOS 工艺制造 ($V_{DD}=3.0\sim5.5\text{ V}$);
- 无——采用 HMOS, NMOS 或 CMOS 工艺制造。

第四部分有四种情形:

- 无——片内带有掩膜 ROM 或无 ROM;
- 7——片内带有 EPROM/OTPROM;
- 8——片内带有 EEPROM;
- 9——片内带有 Flash EEPROM。

第五部分有六种情形:

- 01——6801 系列;
- 05——6805, 68HC05 系列;
- 08——68HC08 系列;
- 11——68HC11 系列;
- 16——68HC16 系列;
- 3××——32 位单片机系列, 如 68HC331, 68HC332 等。

第六部分表示 Motorola 单片机系列品种, 其种类比较多, 如 A0、A1、A8、E0、D3、F1 等。

第七部分有四种情形,它表示单片机工作的温度范围:

- 无——(0~70)℃;
- C——(-40~85)℃;
- V——(-40~105)℃;
- M——(-40~125)℃。

第八部分表示单片机封装类型:

- FN——44/52/68/84 - PIN PLCC;
- FS——44/52/68/84 - PIN CLCC;
- FU——64/80 - PIN QFP;
- FB——44 - PIN TQFP;
- PU——80/100 - PIN TQFP;
- PB——52 - PIN TQFP;
- P——40/48 - PIN DIP;
- S——48 - PIN SDIP。

注:

PLCC (Plastic Leaded Chip Carrier)塑料包衬的芯片支座;

CLCC (Ceramic Leaded Chip Carrier)陶瓷包衬的芯片支座;

QFP (Quad Flat Pack)扁平方形封装;

TQFP (Thin Quad Flat Pack)薄方形扁平封装;

DIP (Dual - in - Plastic)塑料双列直插封装;

SDIP (Shrink Dual - in - Plastic)塑料双列直插间隙压缩封装。

1.3 Motorola 单片机的分类介绍

Motorola 公司生产的单片机有4位、8位、16位及32位四种类型。其中,4位单片机已经淘汰,这里不予以介绍。其8位单片机在国际市场上被得以广泛应用,是该公司主张大力生产的单片机,它主要包括以下几个系列:M6801系列(包括M68HC11),M6805系列(包括M68HC05),M6804系列(包括M68HC04)。其16位单片机有M68HC16系列,32位单片机有M68300系列。以下各节将依次介绍 Motorola 各系列单片机的性能特点。

1.3.1 M6801 单片机

M6801 单片机是 Motorola 公司于 1979 年推出的第一种单片机系列。它的微处理器 MPU 是 M6800+, 与原 M6800 相比,增加了 16 位累加器 D(由 M6800 中累加器 A 与 B 连接而成)。M6801 具有 P1、P3、P4 三个 8 位 I/O 口和 P2 一个 5 位 I/O 口,每个 I/O 口有一个数据寄存器和一个数据方向寄存器,还有一个 16 位定时/计数器;具有三种功能,包括输出比较功能 OC(Output Compare)。输入捕捉功能 IC(Input Capture)和定时溢出中断功能;具有不可屏蔽中断、外部中断、定时器中断、串口中断、并行通信握手中断、软件中断等多种中断源。

M6801 保持了 M6800 的完整性, 其指令系统完全兼容, 且增加了 10 条新指令, 包括有 8×8 乘法指令, 具有位取数和加、减运算指令, 寻址方式丰富。

表 1-1 列出了 M6801 及 M6803 系列单片机性能特点。

表 1-1 M6801 及 M6803 系列单片机性能特点

型 号	ROM (B)	RAM (B)	EEPROM (B)	定时器	串行 I/O	A/D	I/O	封装	总线速度 (MHz)
MC6801	2 048	192	0	16 位 1 IC, 1 OC	SCI	NO	29	40P	0.5~2.0
MC68701	0	128	2 048	16 位 1 IC, 1 OC	SCI	NO	29	40P	0.5~2.0
MC6803	0	192	0	16 位 1 IC, 1 OC	SCI	NO	13	40P	0.5~2.0
MC6801U4	4 096	256	0	16 位 2 IC, 3 OC	SCI	NO	29	40P	0.5~1.25
MC68701U	0	128	4 096	16 位 2 IC, 3 OC	SCI	NO	29	40P	0.5~1.25
MC6803U4	0	256	0	16 位 2 IC, 3 OC	SCI	NO	13	40P	0.5~1.25

注: IC(Input Capture)输入捕获; OC(Output Compare)输出比较。

1.3.2 M6804 单片机

M6804 单片机是 Motorola 公司 1982 年推出的, 其目的是为当时低档控制应用领域提供更廉价的器件。

M6804 单片机采用 11 MHz 高速时钟, 每个机器周期仍可达 $4.36 \mu\text{s}$ 。系统结构上采用 X、Y 双间接寄存器形式, 指令的功能和执行速度可以满足低档系统控制应用的需要。其所有功能都可用 M6805/M68HC05 单片机取代, 现在已不再推荐使用。

M6804 单片机品种较少, 基本上只有 J 和 P 两种, 表 1-2 列出 M6804 单片机系列性能特点。

M68HC04 是在 M6804 基础上采用 HCMOS 工艺推出的单片机, 在此一并列出。

表 1-2 M6804 系列单片机

型 号	ROM (B)	RAM (B)	EPROM (B)	I/O				中 断 源	引 脚	总线速度 (kHz)	备注
				定时/计数器	并行 I/O	串行 I/O	A/D				
6804P2	1088	30	—	8 位	20	—	—	1	28	83~299	
68704P2	—	30	1 088	8 位	20	—	—	1	28	83~299	
6804J1	576	30	—	8 位	12	—	—	1	20	83~299	
6804J2	1 072	30	—	8 位	12	—	—	1	20	83~299	
68HC04P4	3 816	156	—	8 位	20	—	—	2	28	0~445	

续表

型 号	ROM (B)	RAM (B)	EPROM (B)	I/O				中 断 源	引 脚	总线速度 (kHz)	备注
				定时/计数器	并行 I/O	串行 I/O	A/D				
68HC704P4	—	124	3 812	8 位	20	—	—	2	28	0~445	
68HC04J2	1 072	32	—	8 位	12	—	—	2	20	0~445	
68HC04J3	1 744	32	—	8 位	12	—	—	2	20	0~445	

1.3.3 M6805 单片机

M6805 单片机是 Motorola 公司采用 HMOS 技术制造(大多数引脚为 28 脚),其目的是为了进一步降低单片机成本,使之更广泛应用于消费类领域而推出的。它简化了 M6801 的结构,减少了一个累加器,省去了串行 I/O 口(有些产品上仍加以保留),减少了存储容量及寻址范围,简化了 I/O 功能。但增加了位操作功能。

M6805 单片机内存储器容量都比较小,一般为 2 K 字节和 4 K 字节,无法外接存储器,而且其片内 I/O 采用存储器映像(Memory Mapped I/O)寻址方式,即片内 I/O 作为特定的存储单元来寻址。另外, M6805 单片机片内 RAM 和 ROM 为同一存储区域统一寻址,这些特点说明 M6805 单片机适合于量大、面广的家用消费类应用。

M6805 单片机一般都有 PA、PB、PC 三个端口,有的型号还有 PD 端口。PD 端口往往作为输入,在带 A/D 的单片机中与 A/D 模拟输入共用。

M6805 单片机都有一个 8 位计数器 TDR(Timer Data Register), 7 位预分频器和 8 位定时器控制器 TCR(Timer Control Register)。

M6805 系列单片机的基本分类如下:

P 型: 28 引脚基本型;

R 型: A/D 型;

U 型: 无 A/D 的 R 型;

S 型: 带 A/D、SPI、16 位计数器的多功能型;

T 型: PLL(Phase Lock Loop)锁相环型;

K 型: EEPROM 型。

表 1-3 列出了 M6805 系列单片机性能特点。

M146805 系列是在 M6805 基础上推出的 CMOS 型单片机,在此一并列出。

1.3.4 M68HC05 系列单片机

M68HC05 系列单片机是目前世界上销量最高的八个单片机之一。Motorola 公司采用了 CSIC(Customer-Specified Integrated Circuit)的设计方法,不断推出新的 M68HC05 单片机品种,目前已达近 200 种,广泛应用于家用电器自动控制等领域。应用形式多为“单片”方式,一般都不是以外扩总线方式来扩展存储器及 I/O,但可以 SPI(Serial Peripheral Interface)的串行方式来扩展相应的存储器及外设接口。

1. CPU 结构

CPU 结构包括:

表 1-3 M6805 系列单片机

型 号	ROM (B)	RAM (B)	EEPROM (B)	定时器	串行 I/O	A/D	I/O	封装	总线速度 (MHz)	EPROM 或 EEPROM 型号	备 注
MC6805P2	1 K	64	0	8 位	—	NO	20	28-P 28-FN	0.1~1.0	705P3	低电压禁止, 电压 可选(LVI option)
MC6805P6	2 K	64	0	8 位	—	NO	20	28-P	0.1~1.0	705P3	低电压禁止, 电压 可选
MC6805R2	2 K	64	0	8 位	—	Yes	32	40-P 44-FN	0.1~1.0	705R3	低电压禁止, 电压 可选
MC6805R3	4 K	112	0	8 位	—	Yes	32	40-P 44-FN	0.1~1.0	705R3	7 位预分频器, 低 电压禁止, 电压可选
MC6805R6	4 K	112	0	8 位; WDDG	—	Yes	32	40-P 44-FN	0.1~1.0	705R3	7 位预分频器, 低 电压禁止, 电压可选
MC6805S2	1 K	64	0	8 位; 16 位	SPI	Yes	16	28-P	0.1~1.0	705S3	15 位预分频器, 低 电压禁止
MC6805S3	4 K	104	0	2×8 位; 16 位	SPI	Yes	21	28-P	0.1~1.0	705S3	内含两个 8 位定时 器, 一个 16 位定时器
MC6805U2	2 K	64	0	8 位	—	NO	32	40-P 44-FN	0.1~1.0	705U3	低电压禁止, 电压 可选
MC6805U3	4 K	112	0	8 位	—	NO	32	40-P 44-FN	0.1~1.0	705U3	7 位预分频器, 低 电压禁止, 电压可选
MC146805E2		112		8 位	—	NO	16	40-P	0~1.0		可外部扩展, CMOS
MC146805F2	1 K	64		8 位	—	NO	20	28-P	0~1.0		CMOS
MC146805H2	2 K	112		8 位	—	NO	28	40-P	0~1.0		Watchdog 音响发 生器 CMOS
MC146805G2	2 K	112		8 位	—	NO	32	40-P	0~1.0	705G2	CMOS

- 8 位累加器 A；
- 8 位变址寄存器 X；
- 程序计数器 PC：13~16 位；
- 堆栈指针 SP：13 位，高 7 位为 0000011；
- 条件码寄存器 CCR。

2. 存储器组织

一般来说，M68HC05 单片机的存储空间可划分为以下几部分：

1) 控制寄存器及 I/O 端口

单片机片内的并行 I/O、串行 I/O、A/D、定时器和各种控制寄存器都位于该区域。除了并行 I/O 端口外，由于 M68HC05 系列中各种单片机性能不同，故该区域的具体内容也有所不同。

2) 片内 RAM

M68HC05 单片机片内 RAM 容量大小不同，最小的只有 32 字节(M68HC05K)，最大的可为 1 024 字节(M68HC705G4)。

3) 片内 ROM

M68HC05 单片机片内 ROM 一般为 2~8 K 字节，最小的为 0.5 K 字节(M68HC05K)，最大的为 32 K 字节(M68HC05D32)。此外，有些型号单片机片内带有 EPROM 或 EEPROM。

4) 其它

如 M68HC05 单片机的中断向量位于最高存储器地址单元，自检用的 ROM 也在该部分之中。

另外，系统在存储器中开辟了若干保留单元，供以后发展之用。

3. 片内 I/O

M68HC05 单片机片内 I/O 功能比较强，有并行 I/O、串行 I/O、定时/计数器、A/D 转换器、PWM(Pulse-Width Modulation)脉冲宽度调制输出和实时时钟 RTC 等功能；另外，M68HC05 单片机还能直接驱动 LED、LCD 和 VFD 显示器。

1) 并行 I/O 口

M68HC05 单片机大多数都有 PA、PB、PC 和 PD 并行 I/O 口。PA、PB、PC 端口是可输入/输出的 I/O 端口，各位的输入/输出由相应的方向寄存器 DDR 的各位来确定；PD 端口则为固定输入端口，它往往用作 A/D、SCI 和 SPI 等双功能端口。

2) 串行通信接口 SCI

大多数 M68HC05 单片机都有一个全双工异步串行通信 I/O 接口，其通信有地址唤醒的多机通信和空闲线唤醒方式的多机通信。

3) 定时/计数器

M68HC05 单片机一般都有一个多功能的 16 位定时/计数器，具有输入捕捉和输出比较的功能；有的则具有更多更强的功能。

4) A/D 转换接口

有些 M68HC05 单片机具有 A/D 转换接口，这些 A/D 转换都是 8 位逐步逼近式 A/D，一般有四至八通道。

5) PWM 脉冲宽度调制输出

有些单片机具有 PWM 脉冲宽度调制输出, 输出脉冲占空比可以程序控制; 利用该功能可以方便地实现 D/A 转换的功能。

6) 实时时钟 RTC

M68HC05 的有些型号 MCU 片内含有一个实时时钟 RTC, 时钟脉冲为 32.768 kHz。即使在单片机掉电时, 实时时钟 RTC 仍能正常运行。

7) 串行外围接口 SPI

大多数 M68HC05 单片机有串行外围接口 SPI, 它允许单片机与各种外围接口, 这些外围接口包括 LCD 驱动、A/D 转换、D/A 转换、存储器等。一些简易型的 M68HC05 单片机虽无 SPI 接口, 但有串行 I/O 外围接口 SIOP(Simple Serial I/O Port)。它的功能类似于 SPI, 但比 SPI 简单。

4. 中断和复位

M68HC05 单片机具有外中断 $\overline{\text{IRQ}}$ 、软件中断 SWI、定时器中断和相应的 I/O 中断(如 SCI, SPI 中断等)。中断向量入口地址都位于存储器的最高存储单元区。

M68HC05 单片机除了具有上电复位 POR 和外部 RESET 复位外, 还具有内部计算机工作正常监视 COP(Computer Operating Properly)的 Watchdog 定时器复位、内部时钟监视复位和非法地址取址复位等功能。

5. 指令系统

M68HC05 单片机指令系统有 65 条指令。其中, 多数指令具有立即寻址、直接寻址、扩展寻址、变址寻址等多种寻址方式, 并有乘法和低功耗控制指令, 机器周期为 $0.5 \mu\text{s}$ (4 MHz 晶振时), 指令周期为 $1 \sim 3 \mu\text{s}$ (乘法指令为 $5.5 \mu\text{s}$)。

表 1-4 列出了 M68HC05 系列单片机的性能特点。

表 1-5 列出了具有 OTP 型号的 M68HC05 系列单片机的性能特点。

1.3.5 M68HC08 单片机

M68HC08 系列单片机把高速, 低功耗, 增强型的处理性能结合在一起。它的目标代码与世界主流 8 位单片机向上兼容。M68HC08 更加有效地利用存储器及寄存器空间, 加快了指令执行速度。其 CPU08 包括 78 条新指令, 一个 16 位变址寄存器及增强型堆栈指针操作(用于支持高级语言编译程序)。M68HC08 单片机完善的指令系统及更高的总线速度, 使其性能大大超过 M68HC05 单片机。

M68HC08 单片机采用模块化结构设计, 它包括 CPU08 模块, 系统控制模块 SCM 及各种专用模块, 如 DMA08、TIM08 等。它的这种模块化结构, 可以提供具有不同特性的控制系统, 为用户需求提供了更大的灵活性。为嵌入控制应用领域, 将来的 M68HC08 产品, 将把特殊的技术, 如模糊逻辑(Fuzzy Logic)和数字信号处理 DSP(Data Signal Processing)技术应用到单片机上。

M68HC08 单片机的主要特点:

- (1) 增强型 8 位 CPU;
- (2) 8 MHz 总线速度, 产生 125 ns 的最小指令周期;
- (3) 具有 16 位堆栈;
- (4) 16 位变址寄存器;

表 1-4 M6805 系列 MCU 性能特点

型 号	ROM (KB)	RAM (B)	EEPROM (B)	定时器	串行 I/O	A/D	PWM	显示器 驱动	I/O	COP	总线速度 (MHz)	封 装	注 释
MC68HC05B4	4	176	—	16 位 2 IC, 2 OC	SCI	8×8	2×8	—	24 I/O 81 2 O	✓	0~2.1	56 SDIP - B 52 PL - CCFN	
MC68HC05B6	6	176	256	16 位 2 IC, 2 OC	SCI	8×8	2×8	—	24 I/O 81 2 O	✓	0~2.1	56 SDIP - B 52 PLCC - FN 64 QFP - FU	芯片(上的)充电泵 EEPROM 写保护
MC68HC05B8	7.25	176	256	16 位 2 IC, 2 OC	SCI	8×8	2×8	—	24 I/O 81 2 O	✓	0~2.1	56 SDIP - B 52 PLCC - FN	芯片(上的)充电泵 EEPROM 写保护
MC68HC05B16	15	352	256	16 位 2 IC, 2 OC	SCI	8×8	2×8	—	24 I/O 81 2 O	✓		52 PLCC - FN 64 QFP - FU	芯片(上的)充电泵 键盘中断(8 引线) EEPROM 写保护
MC68HC05C4	4	176	—	16 位 1 IC, 1 OC	SCI SPI	—	—	—	28 I/O 3I	—	0~2.1	40 DIP - P 44 PLCC - FN 44 QFP - FB 42 SDIP - B	高速选择 HSC05C4 低功耗选择 HCL05C4
MC68HC05C5	5	176	128	16 位 1 IC, 1 OC	SIOP	—	—	—	32 I/O	✓	0~2.1	40 DIP - P 44 PLCC - FN	8 个强电流引脚 (10 mA 吸收电流) 低电压程序禁止 芯片(上的)充电泵
MC68HC05C8	8	176	—	16 位 1 IC, 1 OC	SCI SPI	—	—	—	28 I/O 3I	—	0~2.1	40 DIP - P 44 PLCC - FN 44 DFP - FB 42 SDIP - B	高速选择 HSC05C8 低功耗选择 HCL05C8