

应用电子学实验教程丛书（二）

MC68HC05
MC68HC11

单片机与开发应用

李哲英 编著

中国铁道出版社

MC68HC05
MC68HC11
单片机与开发应用

TP368.1

版社

384039

应用电子学实验教程丛书

MC68HC05

MC68HC11

单片机与开发应用

李哲英 编著

中 国 铁 道 出 版 社

1995年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 提 要

本书是北方交通大学电子电路实验中心所开设的“应用电子学实验教学系统”课程系列教材中的第二本。是电类学科高年级本科生和硕士研究生的单片机的应用开发课程的教材。本书较系统地介绍了 MC68HC05 和 MC68HC11 两大系列单片机的基本原理、操作特性、指令系统和单片机应用系统的设计和开发技术。同时还简要地介绍了几种单片机应用系统外围电路芯片、常用的单片机系统外围接口电路设计方法、单片机系统电源设计等。书中各章都附有一定数量的练习题,以供读者掌握基本内容之用。

本书既可以作为大专院校有关单片机课程的教材,也可以供工程技术人员自学之用。

应用电子学实验教程丛书

MC68HC05, MC68HC11 单片机与开发应用

李哲英 编著

中国铁道出版社出版发行

(北京市东单三条 14 号)

责任编辑 刘波 封面设计 赵敬宇

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:11.75 字数:286 千

1995 年 8 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:1—1000 册

ISBN7-113-01996-X/TP·208 定价:13.80 元

序 言

本书是北方交通大学电子电路实验中心所开设的“应用电子学实验教学系统”课程系列教材中的第二本。目的是为向电类学科的高年级本科生提供有关单片机的应用开发技术,同时也可以用于硕士研究生的单片机教学。

单片机应用技术已经成为工程技术人员必须掌握的基本技术,单片机开发应用能力也已成为一项工程技术人员必须掌握的基本技能。

本书根据国内学生的特点和我校新的实验教学体系对课程的安排,从应用系统设计的角度出发,着重介绍了 8 位单片机的芯片特性(如功能、管脚结构、指令系统、电气特性等)。之所以这样做,为的是使读者能脱离“微机”或“计算机”的概念,把单片机看成基本的集成电路芯片,从而使学生能在较短的时间内基本掌握单片机的结构、特点以及基本的应用开发技术。教学时应以实验为主,总学时在 20~36 学时之间。

全书内容安排如下:

第一章对单片机的基本结构和基本技术特征进行了较详细的论述。通过阅读这一章,初学者能对单片机的基本情况有一个较全面的了解,并学习、掌握单片机应用系统设计所必需的有关基本概念。

第二、三章较详细地介绍了 MC68HC05 和 MC68HC11 两大系列单片机的体系结构、操作方法、指令系统和使用时应注意的问题。

第四章介绍了几种常用单片机系统外围芯片的特性和使用方法。

第五章的内容是单片机应用系统中各种常用外围接口电路的设计技术。

第六、七、八章的内容是单片机开发的概念和开发工具的使用介绍。

在使用本书进行教学时,可以根据具体的教学情况对书中的各章进行取舍,总教学时数不超过 36 学时。建议围绕以下三个方面进行教学工作:

一、什么是单片机?

二、单片机能做些什么?

三、如何开发和使用单片机?

北方交通大学电子电路实验中心的同志们对本书的编写给予了热情支持,硕士研究生肖海桥提供了第八章的部分内容,编者在此表示衷心的感谢。

最后,编者向 MOTOROLA 公司(中国)的刘秋常先生、王翔先生以及梁天波先生表示诚挚的谢意,感谢他们的在本书编写过程中所给予的热情支持与帮助。

编 者

1994 年 10 月 15 日 于北方交通大学

目 录

第一章 单片机概述	1
§ 1.1 单片机硬件结构	1
§ 1.2 单片机的技术特性	4
§ 1.3 国际主流单片机的现状及发展	6
练习题	7
第二章 MC68HC05 系列单片机	8
§ 2.1 MC68HC05 的基本技术特征	8
§ 2.2 MC68HC05C8 的基本功能结构和管脚功能	9
2.2.1 基本功能结构框图	9
2.2.2 管脚功能	9
§ 2.3 电路操作方法与使用特点	11
2.3.1 CPU 的寄存器	11
2.3.2 存储器的分配与使用	12
2.3.3 同步串行外设接口 SPI 电路	12
2.3.4 异步串行通信接口 SCI	16
2.3.5 定时器 Timer	20
2.3.6 程序运行监视器 COP	22
2.3.7 中断处理	23
2.3.8 时钟电路	24
2.3.9 复位操作	25
2.3.10 低功耗模式	25
2.3.11 OTPROM/EPROM 的编程控制	26
§ 2.4 MC68HC05 源程序编写格式与指令系统	27
§ 2.5 电气特性	35
§ 2.6 MC68HC05 系列单片机的应用特点	36
练习题	36
第三章 MC68HC11 系列单片微机	38
§ 3.1 MC68HC11E 系列单片机的技术特征	39
§ 3.2 MC68HC11E 的功能结构和管脚功能	41
3.2.1 基本功能结构框图	41
3.2.2 管脚功能	42
§ 3.3 电路操作特性与方法	43
3.3.1 CPU 的寄存器	43

3.3.2	存储器的分配与使用	44
3.3.3	MC68HC11Ex 的初始化设置	46
3.3.4	I/O 口使用操作	52
3.3.5	A/D 转换电路	57
3.3.6	串行外部设备通信接口 SPI	59
3.3.7	异步串行通信接口 SCI	61
3.3.8	定时器 Timer	65
3.3.9	程序运行监视器 COP	74
3.3.10	中断处理	74
3.3.11	时钟电路	76
3.3.12	复位操作	76
3.3.13	低功耗模式	77
§ 3.4	MC68HC11 源程序编写格式与指令系统	77
§ 3.5	电气特性	87
§ 3.6	MC68HC05 系列单片机的应用特点	88
练习题		89
第四章	单片机的外围集成电路	91
§ 4.1	HCMOS 系列集成电路	91
§ 4.2	ECL 集成电路	93
§ 4.3	FACT 逻辑电路	94
练习题		96
第五章	单片机应用系统设计	97
§ 5.1	单片机应用系统设计的基本原则	97
§ 5.2	接口设计技术	98
5.2.1	总线技术和外部存储器接口	98
5.2.2	A/D、D/A 转换电路接口	102
5.2.3	键盘接口	103
5.2.4	数码显示接口	104
5.2.5	打印机接口	106
5.2.6	串行通信接口	108
5.2.7	单片机与 DSP 器件的接口电路	108
§ 5.3	PC 机总线接口介绍	110
5.3.1	PC 机的扩展总线	110
5.3.2	PC 机 I/O 口占用情况	111
5.3.3	PC 机并行和串行通信接口	112
§ 5.4	单片机电源设计技术	113
练习题		116
第六章	MC68HC05 单片机的开发系统	118
§ 6.1	单片机开发的概念	118

§ 6.2 MC68HC05 开发系统	120
§ 6.3 MC68HC05EVM 的技术特征与操作	121
6.3.1 技术特征	121
6.3.2 EVM 硬件操作	122
6.3.3 EVM 的支持软件	129
6.3.4 EVM 的使用操作	133
§ 6.4 MC68HC05EVM 系统实验板 BJSK 介绍	134
练习题	135
第七章 MC68HC11 单片机的开发系统	136
§ 7.1 MC68HC11EVM 的技术特征	136
§ 7.2 EVM11 硬件操作	137
§ 7.3 EVM11 的支持软件	141
§ 7.4 EVM11 系统实验板 BJSK11 介绍	145
§ 7.5 MC68HC11EVB 介绍	145
练习题	146
第八章 MC68EBLP11KIT 教学系统	147
§ 8.1 EBLP 的技术特征	147
§ 8.2 EBLP 硬件操作	147
§ 8.3 EBLP 的监控程序 BUFFALO	154
§ 8.4 EBLP 实验指导书	157
练习题	166
附录 MC68EBLP11KIT 的跑表程序清单	168

第一章 单片机概述

单片机是一种特殊的超大规模集成电路,在国际上被广泛地称为“微控制器”(MCU即 Microcontrollers)。它的内部含有微处理器(MPU),具有数据处理能力(如算术运算、逻辑运算、数据传送、中断处理等),可以实现复杂的软件功能。单片机内还有其它功能电路,如 A/D(模数转换)电路、定时器/计数器、SCI(串行通信接口电路)、PIO(并行接口电路)、显示器(LED或LCD)驱动电路、PWM(脉宽调制输出电路)、模拟多路转换开关电路、串行外设接口电路及通用 I/O 口等,这些电路能在软件控制下方便、可靠、迅速地完成任务。因此,单片机具有单片微处理器所不具备的功能,可以单独实现现代工业所要求的智能化控制功能,这是单片机(MCU)与微处理器(MPU)的最大区别。

对用户而言,单片机只不过是一种功能极强的超大规模集成电路芯片,而不是一种象单板机或 PC 机那样的微机系统。单片机的开发和应用技术与一般的单板机和微机开发及应用技术有着本质的区别。单片机的应用属于芯片级应用,需要用户用单片机芯片设计应用系统,要求用户掌握单片机的基本技术特征和基本系统结构,以及必要的集成电路应用技术和系统设计必需的基本理论及方法;微机的应用则属于系统工具级应用,用户即使不具备任何芯片和系统设计的技术和理论,也能从事某种开发和应用工作(特别是软件开发工作)。

所谓单片机的基本技术特征,是指单片机的硬件特性和软件特性。硬件特性包括单片机的功能特性(例如单片机中是否含有用户需要的功能电路及这些功能电路能否完全满足应用系统的技术指标要求等)、控制特性(单片机内各种电路的控制是否简单方便、对各种外部电路的控制是否安全快速等)以及电气特性(如电源电压、输入输出管脚工作条件、控制管脚时序、时钟频率等);软件特性则包括指令系统特性(如寻址特性、数据处理特性、输入输出控制特性、逻辑处理特性等)、开发方法,以及软件可移植特性等。基本系统结构是指组成单片机应用系统的基本电路及其联结技术。显然,用户只要掌握了单片机的基本技术特征和基本系统结构,就可以十分容易地根据实际需要设计、开发出自己的单片机应用系统。

本章介绍了单片机的基本硬件结构和技术特征,以使读者能建立起关于单片机的基本概念,为进一步学习单片机技术打好必要的基础。

§ 1.1 单片机硬件结构

单片机是根据不同的工程需要,把 A/D、D/A 转换电路和 MPU、RAM、EPROM、时钟电路、定时器/计数器、串行通信接口和部分 I/O 接口等有选择地集成在一个芯片上,而连接这些电路的地址、数据、控制三条总线以及系统电源线和地线也同样被集成在电路内部(需要时也可

以对用户开放)。这样做可以大大提高系统硬件可靠性,缩小系统面积、降低系统功耗和提高性能价格比。用户可以根据实际系统的需要通过软件对单片机的内部功能结构在一定的范围内进行调整,这为实现用户专用电路提供了基本保证。这就是为什么在微电子技术中把单片机技术称为 CSIC(Customer Specified Integrated Circuit)技术,单片机集成电路也叫做 CSIC 电路。

单片机内一般包括如下部分:

(1) 微处理器 MPU(MICROPROCESSOR),可以完成数据处理、逻辑运算、中断处理以及对其他电路的控制等功能,是单片机的核心部分。不同的单片机仅支持一种特定的汇编语言。所有的单片机中都含有 MPU。单片机的智能特点和功能开发也是通过 MPU 实现的。

(2) 片内程序存储器,用来存放 MPU 的运行程序,可以是 ROM(只读存储器)、PROM(只可写入一次的只读存储器)、EPROM(紫外线可擦除只读存储器)或 EEPROM(电可擦除只读存储器)。

(3) 内部数据存储器,即通常所说的 RAM(随机读写存储器),用于存放应用系统运行时所必需的数据,例如逻辑判别数据、A/D 转换结果等。

(4) 通用并行 I/O 接口和通用串行 I/O 口。通用并行 I/O 接口一般可用做数据/地址总线以及各种信号的输入及输出端,通用串行 I/O 口可用于串行—并行转换或实现与其他芯片简单通信之用。

(5) 定时、计数器。这是数字系统必不可少的电路。用来实现应用系统中的定时控制、记时等。

(6) 带有波特率发生器的异步串行接口 SCI,用于实现与其它单片机或设备之间的串行通信,一般为异步通信工作方式。

(7) 同步串行外围设备接口电路 SPI。这个接口能以很高的波特率进行单片机与系统中其它一些设备之间的同步通信。

(8) 特殊功能 I/O 口。特殊功能是用来满足特殊信号的输入和输出,例如 A/D 转换电路中多路模拟开关的输入口,LED(发光数码管显示器)、LCD(液晶显示器)和 VFD(荧光显示器)的驱动输出端口,实时时钟的输出端、脉冲宽度调制(PWM)输出端、中断信号输入端、I²C 方式的外设接口输入输出端系统控制信号(如读写信号、同步时钟信号等)输出端、脉冲累加器输入端等。

(9) A/D 转换和多路模拟开关电路,用来实现模数转换功能。

(10) 基本时钟电路,可通过外接晶体产生单片机所需要的工作时钟。

(11) 各种控制寄存器。MPU 通过这些寄存器实现对各种不同功能电路的控制。

(12) 输入捕捉电路(ICAP)和比较输出(OCMP)电路。输入捕捉电路是单片机的一个重要功能电路,在通信以及控制工程中有着广泛的应用。输入捕捉电路可以使单片机执行其他操作的同时对某些外部信号进行有效监视,因此对提高系统运行效率十分有利。

(13) 比较输出电路。比较输出电路与输入捕捉电路的作用基本相同,也是一种与单片机并行工作的电路,同样有利于提高单片机系统的运行效率。不同的是,比较输出电路是根据 CPU 的预先设置,经某些管脚向单片机外发出某种信号。

(13) 中断逻辑电路。中断处理是 MPU 必须具备的重要功能,也是串行计算机系统的基本特征之一。

(14) 软件监视电路。软件监视电路(WATCHDOG)用于监视单片机应用系统软件的执行

情况。当单片机执行软件由于某种原因出错而进入非正常状态时(例如进入死循环、非正常跳转等),软件监视电路可以在用户预先规定好的时间内使系统复位。有的单片机软件监视电路还具有非法地址监视能力,这种电路叫做指令地址监视器 COP,当系统软件由于某种原因指向的指令或数据存储地址超过单片机的最大地址空间或进入到单片机不允许使用的地址空间时,软件监视电路也会使单片机复位。

(15) 锁相环电路(PLL)。锁相环电路对通信、控制以及精密测量系统来说是十分重要的一种功能电路。单片机内部带有锁相环电路可以使工程设计大为简化,同时也避免了许多高频电路电磁兼容设计问题。

(16) 脉宽调制输出电路(PWM)。脉宽调制输出电路不仅可以解决控制系统的模拟输出和脉冲控制问题,而且还可以为通信或测量系统提供高集成度的功能电路(例如通信系统电源控制、测量系统输入电路的分时控制等)。

(17) 音调发生电路。音调发生电路使单片机不仅成为工业系统中高性能的基本元件,还使单片机成为消费电子产品的核心器件(例如语音玩具、音乐控制玩具、家用电器的人机界面等)。

(18) 数码显示输出电路。

(19) 液晶显示输出电路。

(20) 存储器直接访问电路 DMA。DMA 电路集成在单片机内使单片机成为了微机系统的重要组成部分,也为高集成度的工业电子系统提供了强大的系统保障。

(21) 通信协议电路。通信协议是现代通信系统和远程控制系统(例如铁路部门的信号系统、通讯交换网等大型系统)的基本设计和运行保障。把重要的通信协议集成在单片机内可以极大地简化系统、提高系统整体可靠性和安全性。

还有其他的功能电路正在不断地被用于单片机中,此处不再一一列举。

需要指出的是,上述所列举的功能电路并不是每一种型号的单片机中都会全部包括,不同型号的单片机中只是有选择地含有其中的一部分。此外,单片机中所能包含的功能电路也不止上述几种。

工程技术上还根据单片机中 MPU 的数据总线宽度,把单片机分成 8 位机、16 机和 32 位机三个不同的档次。档次的不同会对单片机的上述各功能电路特性有很大的影响。一般说来,单片机的档次越高,其性能越优越。同时,A/D 转换电路的数据输出位数也有 6 位、8 位、10 位等不同的字长。

由于微机系统的主要部分(包括数据总线、地址总线和控制总线)都已集成在芯片内,其具体电路和电路间的硬件连接对用户来说是透明的(用户不必关心),因此用户可以按自己的要求灵活使用单片机的大部分引脚。这就使单片机成为了一个功能强大、可编程控制的集成电路芯片。用户可不必关心其内部实际电路的连接形式,只要了解芯片的功能特性、电气特性、输入输出特性、指令特性,就能按自己的实际需要选择合适的单片机组成专用系统。这与使用一般的数字电路芯片几乎没有什么差别,只不过是芯片的控制采用了稍复杂的软件方法。

单片机的各种功能电路都是在相应的寄存器控制下运行的,单片机也是利用软件读写相应的寄存器实现对各种片内电路的操作。因此,学习使用单片机的关键就在于:

(1) 掌握存储器结构及设置方法。

(2) 掌握内部寄存器的使用操作。

§ 1.2 单片机的技术特性

单片机的技术特性中包括有应用系统设计时所必须的许多重要指标,例如 I/O 管脚的电压范围和驱动能力、指令执行速度、时钟频率范围、A/D 转换速度和位数、各种时序关系等。

单片机的一般技术特性包括如下几个方面:

一、芯片制造工艺

芯片制造工艺是指单片机的制造技术。半导体集成电路有不同的制造技术,例如 CMOS、PMOS、NMOS 及 HCMOS 等。

了解芯片制造工艺的另一个目的是为了使单片机应用系统的设计人员能正确地对全系统的逻辑电平进行匹配,以确保系统数字部分工作正常。例如,某系统选用的单片机是 HC 工艺芯片,而系统其它配套逻辑电路选用的 TTL 芯片,这样的系统是不能可靠工作的,因为 TTL 的输出高电平的下限低于 HC 电路要求输入高电平的下限,这很容易引起电路混乱。除此之外,单片机制造工艺是应用系统可靠性设计的基本依据之一。

不同制造工艺生产的芯片,其价格、使用条件(如使用温度)和外部电特性(如管脚逻辑电平、工作速度、带载能力、芯片功耗等)是不同的,这些都将对整个单片机应用系统的性能和技术指标产生相当大地影响,例如不同工作速度的单片机芯片对印刷电路板的布线会提出不同的要求,如果不能满足些特殊的要求,整个系统的抗干扰能力、电磁兼容特性以及可靠性都会受到严重地影响。

不同工艺生产的数字电路的逻辑电平可参考本系列教材的第一册。

二、电气特性

单片机芯片的电气特性包括电源电压范围、输入输出能力(输出或吸收电流的大小)、动作电平范围、芯片功耗、管脚电容以及工作频率、信号上升(下降)沿宽度、信号有效期宽度等。单片机的电气特性指标会直接影响整个系统的性能。这种影响的范围包括外围电路的配置和外围芯片选择、系统功能的实现、系统运行的可靠性以及维护特性等。

单片机的电气特性一般包括以下三项:

(1) 绝对最大范围(ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS)。绝对最大范围表示了保证单片机芯片正常工作(各个功能均正常)的一些基本条件,其目的是把单片机的基本使用条件(如环境条件、电源条件等)告诉用户。单片机应用系统的设计开发人员不仅在设计时必须严格遵守绝对最大范围的各项指标要求,就是在系统调试时也必须充分考虑的绝对最大范围的影响。

绝对最大范围的内容一般包括有芯片使用和保存的温度范围、各管脚的对地电压范围、最大功耗等。例如 87C51 的绝对最大范围如下:

Ambient temperature Under Bias.	-40 °C to +85 °C
Storage Temperature	-65 °C to +150 °C
Voltage on EA/Vpp Pin to Vss	-0.5 V to +21.5 V
Voltage on Any Other Pin to Vss	-0.5 V to +7 V
Power Dissipation	1.5 W

根据这些范围可知,这种芯片的使用温度范围从 -40 到 $+85^{\circ}\text{C}$,保存温度为 -65 到 $+150^{\circ}\text{C}$,片内 EPROM 写入电压输入管脚 EA/Vpp 的最大电压为 21.5V ,而其他管脚的对地电压为 -0.5V 到 $+7\text{V}$,这说明系统的电源电压最大不能超过 7V 。最后一项说明芯片自身最大功率耗散能力为 1.5W 。

(2) 直流特性。直流特性(DC CHARACTERISTICS)是运行时的基本直流电气技术指标及获得这些技术指标的测试条件,目的是为用户提供应用系统设计、调试时需要的数据。直流特性提供了各管脚逻辑电平的最大、最小值及在此电平条件下最大输出和吸收的电流值。另外,通过直流特性还可以了解到某些重要管脚的分布电容、输入电阻以及整个芯片运行时所需的最大电流。用户在系统设计时应充分了解这些特性及其测试条件,以保证系统工作正常。

直流特性表是单片机使用时的基本设计依据之一,同时也是单片机生产厂家提供的基本技术保证之一。一方面,要想使单片机应用系统正常可靠地工作,用户就必须按表中提供的数据进行应用系统设计;另一方面,只要单片机应用系统能保证满足特性表要求的测试条件,厂家就可以保证表中所提供的技术数据均能达到指标要求。

直流特性表还是用户挑选单片机的根据之一。用于不同场合、不同环境下的单片机应用系统,对单片机的要求和所能提供的系统运行条件不一定与直流特性表提供的技术保证完全吻合,这就要求用户根据实际情况和直流特性表提供的数据选择适当型号的单片机(当然还要考虑单片机的功能特性),以保证系统设计正确、运行正常可靠。

(3) 交流特性。交流特性(AC CHARACTERISTICS)为单片机用户提供了有关时序波形的频率和有效波形宽度的参数。例如单片机可用的时钟频率范围、读写信号的最小有效脉冲宽度等。

单片机交流特性是单片机应用系统特性设计的基本依据,也是系统其它芯片选择的基本依据。同时,交流特性和直流特性一样,不仅是厂家提供的基本技术保证,也是用户选择单片机的基本依据之一。

三、结构特性

所谓结构特性实际上是指单片机含有哪些功能电路(如前节所述的 A/D 转换电路、定时器/计数器、I/O 端口、通信电路等)和如何使用(控制)这些电路及单片机的管脚结构。结构特性包括功能说明和管脚说明两部分。功能说明既有结构框图又有文字说明,结构框图告诉用户单片机内含有哪些功能电路,文字说明告诉用户如何使用(即如何控制)各功能电路;管脚说明则详细的描述单片机各管脚的名称、用途和使用条件,同时还包括厂家提供的封装形式。

目前单片机的型号种类繁多,同一系列中不同型号的区别就在于所集成的功能电路不同,如果设计中选用芯片不当,就会造成性能价格比降低、硬件电路得不到充分利用、软件能力得不到发挥以及系统体积增加,也可能造成软硬件负担失衡,系统性能下降。

四、时序特性

由于单片机是一种特殊的逻辑电路,其基本工作方式是在系统时钟控制下的串行工作方式,即单片机在一个时刻内只能执行一条指令。这样,某一段时间内(即某几个系统时钟周期内),控制总线(包括一些状态寄存器和控制寄存器)、地址总线和数据总线上只能出现一组相应的信号,这组信号的内部结构严格地符合相应的逻辑关系和时间顺序。这种不同信号在时间

上的出现顺序就是所谓的时序特性。

单片机时序特性可分为内部时序特性和外部时序特性。

内部时序特性是指单片机内部 MPU 及各功能电路之间控制信号、地址信号及数据信号之间的时间关系。内部时序中还包括有某些重要寄存器的信号,这是因为这些信号是某些逻辑运算的条件。这部分时序特性是用户较容易忽视的特性,但也是单片机使用应用技术中的重要部分。

外部时序特性是指单片机各相关管脚信号之间的时间关系。外部时序特性中一部分是用户不能更改的,例如开放工作模式的读写时序。有些是由用户自行按排的,例如单片工作模式时,管脚功能是由用户定义的,因此其时序取决于应用系统的数字逻辑安排。

五、单片机的软件特性

单片机的软件特性是指单片机的指令系统特性,是评价单片机整体性能的重要方面,也是用户必须完全掌握的基本内容。

指令系统特性体现在如下几个方面:

(1) 指令(单片机使用的全部指令)是否丰富完备,例如是否有 16 位或 32 位操作指令,是否有多字节代数运算指令等。

(2) 寻址方式是否灵活多样。寻址方式实际上反映了单片机的硬件结构特点。灵活多样的寻址方式减少了对指令使用的限制,可以简化软件、提高软件运行速度。

(3) 指令时序(执行指令时的某些条件限制)。指令时序是指软件中不同指令之间在执行时的时序关系。有些指令的执行结果与单片机某些寄存器的状态有关,例如中断返回指令执行的结果与堆栈指针直接相关,循环移位指令执行的结果与进位标志直接相关等。一般说来,指令时序是一个比较容易被忽视的问题。应当指出的是,指令时序是指由单片机本身硬件决定的、软件设计人员无法更改并必须严格遵守的指令调用先后关系,并不包括不同的单片机应用系统对指令执行先后顺序的某些特殊要求。

(4) 相同系列单片机之间或不同系列单片机之间软件兼容性的多少。软件兼容对单片机应用系统设计工作十分重要。人们总是希望所编制的软件在不同型号、不同系列的单片机上都能使用(或稍加修改即能使用),这样可以节约大量的时间和精力。

上述五个特性就是单片机的基本技术特性,学习和使用单片机时必须认真对待。

§ 1.3 国际主流单片机的现状及发展

目前在国际上流行的单片机主要是 INTEL 公司的 MCS(如 MCS51 八位机和 MCS96 十六位机)和 MOTOROLA 公司的 M68(如 M6805, M68HC11)两大系列,其中 M68 系列的品种最多(有 200 多种类型)。此外还有如 PHILIPS、NEC、日立、东芝等公司的产品,但其专用性很强,因此一般仅用于各公司自己研制的系统和产品。

随着微电子技术的不断进步,单片机也在以极快的速度发展着。单片机目前正在朝着用户结构化的方向发展,变成了微电子工业的重要分支。所谓“用户结构化”,是指单片机的内部结构可以由用户通过软件编程的方式自由决定,换句话说,就是单片机生产厂家提供含有基本单元电路的芯片,用户通过编制软件设计出自己的单片专用系统。从生产技术上讲,世界上各生

产厂家正在不断改进单片机的制造工艺,以提高其数据处理能力和增加芯片应用灵活性,最大限度地提高集成度(一块芯片能含有更多的功能电路),改进内部结构降低工作电压和功耗(如M68系列的电源电压范围是3~6.5V,片内RAM和寄存器的数据保持电压仅为1V),提高总线速度,加强单片功能(如带LED驱动或LCD控制输出,增强通信协议处理能力,片内集成高级语言,如BASIC),减小体积和降低成本。这一切必将会使单片机得到更加广泛的应用。事实上,单片机已发展成为一种工业标准(如汽车工业)。超大规模的微处理器(及其外围器件)、嵌入式微处理器、单片机、可编程逻辑阵列(PLD)和数字—模拟混合集成电路已成为现代微电子器件工业的支柱产品,也是电子系统发展的技术基础。

练 习 题

- 1.1 什么样的集成电路叫做单片机?
- 1.2 微机系统与单片机的区别是什么?
- 1.3 使用单片机时要注意哪几方面的问题?
- 1.4 学习、掌握单片机的关键是什么?
- 1.4 设某控制系统中需要对一个随机信号进行监视(该随机信号是一个脉冲),试问如果该系统由单片机为核心控制器件时,单片机中应当包含什么功能电路?
- 1.5 设某通信系统要求该系统的终端设备具有DTMF等音调发生及输出功能,如果用单片机作终端设备的核心器件,试问应当选择有什么功能电路的单片机?
- 1.6 为什么说电气特性是单片机的基本技术特征之一?它的重要意义是什么?
- 1.7 为什么把单片机技术叫做CSIC技术?

第二章 MC68HC05 系列单片机

掌握单片机的技术特性和应用特点是设计单片机应用系统的关键。第一章中已经介绍了单片机的基本技术特征,本章与第三章将从应用的角度出发,对目前在各种设备、仪器中广泛使用的 M68 系列单片机进行较详细的介绍。目的在于帮助读者尽快掌握单片机应用的基本要领,达到实际应用的水平。

从系统的观点看,单片机应用系统不仅包含单片机,许多情况下还必须配备有其它有关的外围电路。此外,单片机还必须采用比较特殊的开发手段。不掌握必需的外围电路和一定的开发技术,单片机应用系统就不可能实现。

MC68HC05 是目前 MC68 单片机家族中型号最多的一个单片机系列。不同型号所包含的功能电路和管脚功能各不相同,但片内 CPU、指令系统、电路操作以及电气特性是完全相同的。

MC68HC05 的主要应用领域主要是家电和消费类电子产品。

为使读者能得到关于 MC68HC05 系列单片机的具体概念和时机使用操作方法,本章将先对 MC68HC05 系列单片机的一般特点加以介绍,然后以 MC68HC05C8 单片机为例,对 MC68HC05 系列单片机的性能和操作方法加以论述。

§ 2.1 MC68HC05 的基本技术特征

MC68HC05 系列单片机的基本技术特点如下:

- 高密度、高速度 CMOS 工艺芯片。
- 片内有 8 位 MPU, 8 位数据总线结构。
- 内部寄存器、程序存储器和数据存储器全部使用统一的地址空间,不同型号单片机的寻址空间不同,最大可达 64K 字节。
- 不同型号芯片的内部寄存器、片内存储器的地址空间分配相对固定。
- 可提供的片内功能电路有:
 - RAM 的多少与芯片的型号有关,最少的是 32 字节,最多的有 1K 字节
 - ROM 或 EPROM,根据型号的不同,一般为 0.5~32K 字节
 - 3~5 个中断源控制(含有软件中断能力)
 - 具有输入、输出捕捉能力的 16 位定时/计数器和实时时钟电路
 - 多个 8 位并行 I/O
 - 串行外设 I/O 和串行通信接口
 - 多模拟通道的 8 位 A/D 以及 LED 或 LCD 显示驱动电路
 - 系统运行监视 Watchdog
 - DTMF 及其他音调发生电路和其他功能电路

- 总线速度可达 2~4MHz。
- 只有单片工作模式,总线不向用户开放。
- 有芯片自检和保密功能。

§ 2.2 MC68HC05C8 的基本功能结构和管脚功能

由于片内含有的功能电路不同,不同型号的 MC68HC05 单片机的基本结构以及管脚功能和排列顺序都是不相同的。以下以 MC68HC05C8 为例,对 MC68HC05 的基本结构和管脚功能加以介绍。

2.2.1 基本功能结构框图

MC68HC05C8 的基本结构如图 2.1 所示。从图上可以看出,MC68HC05C8 单片机有输入捕捉和比较输出功能电路,但没有片内 A/D 转换电路。

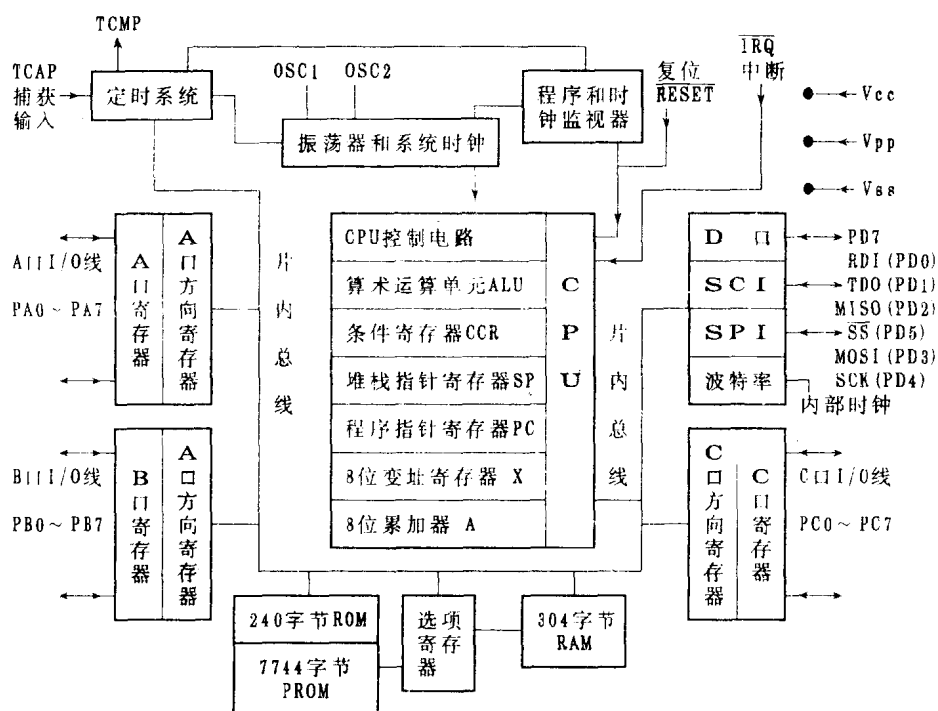


图 2.1 MC68HC05C8 的内部结构

2.2.2 管脚功能

MC68HC05C8 的两种管脚排列图如图 2.2 所示,表 2.2 是管脚名称和排列序号。

各管脚的功能说明如下:

Vcc:电源管脚,使用时直接接系统+5V 电源。

Vss:地线管脚,使用时直接接系统地线。

Vpp:OTPROM(一次性编程 ROM)或 EPROM 编程写入时的高电压输入端(PROM 时接 14.75V),正常使用时接 Vcc。要特别注意,此管脚不得接 Vss,否则会毁坏单片机。

OSC1、OSC2:片内时钟振荡电路控制输入端,可外接晶体、电阻或外部时钟信号。

TCAP:定时器输入捕捉电路的外部信号输入端。

TCMP:定时器定时输出电路的信号输出端。

$\overline{\text{RESET}}$:这是 MC68HC05C8 的一个特殊管脚,与 MC68HC05 系列其他单片机的 RESET 管脚有所不同。 $\overline{\text{RESET}}$ 是一个准双向控制信号管脚,低电平有效。输入低电平信号时使单片机复位,输出低电平信号时表示单片机执行程序的地址出错(来自程序监视器 COP)或定时监视电路(Watchdog)到时。

$\overline{\text{IRQ}}$:外部中断信号输入管脚,有效中断信号的形式(下降沿有效或下降沿与低电平有效)可通过编程决定。

PA0~PA7:通用 I/O 端口 A 的 8 个管脚,可通过指令控制为输入或输出管脚。

PB0~PB7:通用 I/O 端口 B 的 8 个管脚,可通过指令控制为输入或输出管脚。

PC0~PC7:通用 I/O 端口 C 的 8 个管脚,可通过指令控制为输入或输出管脚。

PD0~PD5、PD7:特殊 I/O 端口 D 的 7 个管脚(MC68HC05C8 中没有 PD6 管脚)。复位或上电后 PD 口被设置成输入。当使用单片机内的串行外设接口时要占用 PD2~PD5 四个管脚,其中:

MISO/PD2:主机输出、从机输入管脚。

MOSI/PD3:主机输入、从机输出管脚。

SCK/PD4:作主机时为同步时钟输出管脚,作从机时为同步时钟输入线。

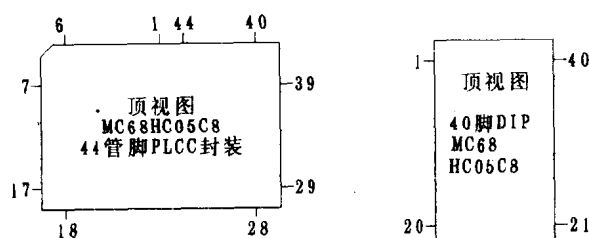


图 2.2 MC68HC05C8 双列直插 40 脚和方形直插(PLCC)44 脚管脚排列图

MC68HC05C8 脚管脚名称

表 2.2

管脚名称	40 脚 DIP	44 脚 PLCC	管脚名称	40 脚 DIP	44 脚 PLCC
RESET	1	1	V _{cc}	40	44
IRQ	2	2	OSC1	39	43
V _{pp}	3	4	OSC2	38	42
PA7	4	5	TCAP	37	41
PA6	5	6	PD7	36	39
PA5	6	7	TCMP	35	38
PA4	7	8	PD5/SS	34	37