

MCS 96 MC 68

单片机原理与应用

李哲英 肖海桥 余文龙 编著



清华大学出版社

MCS96 MC68 单片机原理与应用

李哲英 肖海桥 余文龙 编著

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书从应用的角度出发,系统地介绍了 MCS96 和 MC68 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与开发技术,其中包括单片机应用系统外围电路芯片、各种常用外围接口电路的设计调试技术、高频电路设计技术、单片机系统可靠性设计、单片机电源设计、不同系列单片机应用系统的常用程序等。书中还分别介绍了单片机在通信、控制以及自动测试领域中的一些应用实例。书中各章均附有一定数量的思考题与练习题。

本书可作为大专院校有关单片机课程的教材,也可供工程技术人员自学使用。

©版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得进入销售。

图书在版编目(CIP)数据

MCS96 MC68 单片机原理与应用/李哲英等编著. —北京:清华大学出版社,1995
ISBN 7-302-01805-7

I. M… II. 李… III. 单片式计算机 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 02857 号

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学校内,邮编 100084)

印刷者: 北京昌平环球印刷厂

发行者: 新华书店总店北京科技发行所

开 本: 787×1092 1/16 印张: 18.25 字数: 430 千字

版 次: 1995 年 5 月第 1 版 1995 年 5 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-01805-7/TP·804

印 数: 0001—8000

定 价: 16.00 元

序 言

在当今世界上,单片微机的应用范围几乎已经覆盖了人类生活的各个方面。从宇航工业到儿童玩具,各行各业的产品中都能找到单片微机的踪影。目前世界上单片微机的年产量已达数亿片之多(1992年是5亿片),而且其品种和产量还在日益增加,可见其应用的规模是多么广大。近年来新研制的通信、控制设备和测试仪器(特别是进口的仪器设备),如集群通信系统、数字通信系统、多媒体通信接口、电话设备、工业控制机、铁路调度集中设备、区间信号设备等,都是以单片微机为基础的。可以说,离开了单片机就谈不上国民经济的发展,就谈不上科学技术的现代化。

单片机技术引入我国已有十几年了,但在实际应用方面还不尽如人意,距国际上现有的应用水平差距较大。作者认为,产生这种现象的原因之一是国内过分强调单片机的“微机性”而忽视了它的“功能性和器件性”,使从事一般工程实际工作的工程技术人员难以很快地掌握单片机的应用特性,一直把单片机的应用看成是高科技工作,从而限制了单片机的大量和大规模的推广使用,因为谁也不会想到把一台“微机”用在一件普通的产品上(例如儿童玩具)。强调单片机“微机性”的另一个直接后果,是使人们对单片机的开发技术认识不足。同时,传统的计算机软硬件分工的概念也无形中成了单片机推广使用的一个障碍。实际上,单片机的“计算机特性和微处理器特性”早已被“器件特性和微控制器特性”所取代。单片机的研究制造虽属于高精技术,单片机的应用却是普通技术,单片机的种类与型号早已超过了TTL等逻辑电路的种类和数量。因此,国际上一般把单片机叫做“微控制器”。对于使用者来说,单片机只不过是一种可开发性好、功能极强的超大规模集成电路芯片而已。单片机使用者的任务就是根据所掌握的有关技术资料,通过编制软件实现对单片机的控制。使用者,特别是初学者,只需要了解单片机的基本结构(如包括哪些功能电路、管脚的功能与排列顺序等)和技术特性(如电气特性、管脚的输入输出特性、芯片开发特性等)即可,而不必在单片机内部详细的电路原理、电路构造或CPU电路的计算机原理上花费过多的时间。

值得指出的是,作为单片机应用系统的设计者,仅仅掌握单片机的基本应用特性还是不够的,要想设计出满足工程需要的单片机应用系统,还必须牢固树立系统概念。在单片机应用系统中,单片机是做为系统的核心部件,系统中还会含有其它一些电路(如各种外围电路和专用电路,不过随着微电子技术的发展,这些电路正在逐步地被集成进单片机的内部)。单片机是在软件控制下,通过与其它电路的紧密配合来实现各种预定的系统功能的。系统是否能可靠工作、能否充分发挥单片机的功能,与这些电路的使用有极大的关系。这就要求单片机应用系统的设计人员必须掌握其它一些基本的电子电路系统设计、调试技术,这些技术包括单片机开发技术、高频电路设计与调试技术、可靠性设计技术、电磁兼

容技术等。

本书从应用系统设计的角度出发,着重介绍了单片机的芯片特性(如功能、管脚结构、指令系统、电气特性等),其目的是使初学者和一般的系统设计人员能脱离“微机”或“计算机”的概念,把单片机看成基本的集成电路芯片,尽快掌握单片机的结构、特点以及应用开发技术。

为实现这一目的,本书的内容包括以下三个方面:

- 一、什么是单片机?
- 二、单片机能做什么?
- 三、如何使用单片机?

书中以 8 位单片机为主,介绍了 MCS 和 MC68 两大系列单片机的应用特点(包括芯片特性和开发技术)、实际应用电路以及不同系列单片机应用系统的一些常用程序(如简单监控程序、算术运算程序等)。

本书的内容安排如下:

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。

第二章到第四章较详细地介绍 MCS96 和 MC68 两大系列单片机的硬件结构、操作方法、指令系统和使用时应注意的问题。

第五章简单地介绍与单片机应用有关的几种微处理器芯片,目的在于使读者能了解一些与单片机应用系统设计有关的微处理器知识。

第六章介绍几种常用单片机系统外围芯片的特性和使用方法。

第七章的内容是单片机开发技术的概念和开发工具的简单介绍。

第八章介绍单片机应用系统设计技术,其中包括各种常用外围接口电路的设计调试、高频电路设计、单片机系统可靠性设计、单片机系统电源设计等与单片机应用系统设计、开发有关的实用技术。

第九、第十和第十一章分别介绍并分析单片机在通信、控制以及自动测试领域中的应用实例。读者可以通过这些单片机应用实例进一步了解、掌握单片机应用系统的具体设计技术。在选取应用实例时,作者力求启发性、实用性以及新颖性。因此,这些应用实例可以做为读者实际应用的参考,其中使用的电路大部分是 1991 年以后的新型集成电路。

第十二、十三章介绍单片机应用系统中的一些常用程序。初学者可以通过阅读、分析这些程序较快地学会单片机编程技术。同时,作者也希望能为读者提供设计单片机应用系统的有价值的软件参考。

附录收集了一些常用单片机的简明技术数据,以备读者参考。

本书的基本内容是根据作者 1989 年以来的教学经验、科研成果和所掌握的最新(1994 年 6 月之前)技术资料整理而成的。希望它能对读者(特别是初学者)尽快掌握单片机应用技术有所帮助。本书的第十一章由余文龙编写,第十二和十三章由肖海桥编写,其余各章由李哲英编写。全书由李哲英主编。

宋开礪教授对本书的编写工作给予了大力支持和热情关怀,仔细地审阅了全书,提出

了许多宝贵意见和建议。北方交通大学电子电路实验中心的同志们也对本书的编写给予了热情支持。编者在此表示衷心的感谢。

最后,编者向 MOTOROLA(中国)公司的王翔先生、INTEL 中国公司的候勃先生表示诚挚的谢意,感谢他们在本书编写过程中所给予的热情支持与帮助。

作 者

1994 年 6 月 20 日 于北方交通大学

目 录

第一章 单片机的基本技术特征	(1)
1.1 单片机硬件结构.....	(2)
1.2 单片机的技术特性.....	(7)
1.3 国际主流单片机的现状及发展.....	(15)
思考与练习	(16)
第二章 MCS 系列单片机	(17)
2.1 MCS51 系列单片机	(17)
2.2 MCS96 系列单片机	(19)
2.3 80C196KC 的基本技术特征	(20)
2.4 80C196KC 的功能结构	(21)
2.5 电路操作特点与方法	(26)
2.5.1 CPU 结构、内部 RAM 与存储器组织	(26)
2.5.2 CPU 中的寄存器和特殊功能寄存器的使用	(28)
2.5.3 I/O 口使用操作	(38)
2.5.4 外接存储器方法	(39)
2.5.5 定时/计数器	(40)
2.5.6 串行通信接口	(41)
2.5.7 高速单元	(42)
2.5.8 中断管理	(45)
2.5.9 外部处理服务器 PTS	(45)
2.5.10 A/D 转换电路	(47)
2.5.11 Watchdog 电路操作	(48)
2.5.12 脉宽调制器 PWM	(48)
2.5.13 时钟电路	(49)
2.5.14 复位操作	(49)
2.6 80C196KC 源程序编写格式与指令系统	(50)
2.7 80C196KC 的电气特性	(55)
2.8 MCS96 系列单片机的使用特性	(56)
思考与练习	(57)
第三章 MC68HC05 系列单片机	(58)
3.1 MC68HC05 的基本技术特征	(59)

3.2	MC68HC05B6 的功能结构	(60)
3.3	电路操作特点与方法	(63)
3.3.1	CPU 的寄存器	(63)
3.3.2	存储器的分配与使用	(63)
3.3.3	异步串行通信接口 SCI	(64)
3.3.4	定时器 Timer	(72)
3.3.5	A/D 转换电路	(75)
3.3.6	脉冲长度调制输出通道	(77)
3.3.7	选项寄存器 OPTR 与多用寄存器 MR	(77)
3.3.8	程序运行监视器 COP	(79)
3.3.9	中断处理	(79)
3.3.10	时钟电路	(80)
3.3.11	复位操作	(81)
3.3.12	低功耗模式	(81)
3.3.13	OTPROM/EPROM 的编程控制	(82)
3.4	MC68HC05 源程序编写格式与指令系统	(83)
3.5	MC68HC05B6 的电气特性	(93)
3.6	MC68HC05 系列单片机的应用特点	(95)
	思考与练习	(95)
第四章	MC68HC11 系列单片微机	(97)
4.1	MC68HC11F1 的基本技术特征	(98)
4.2	MC68HC11F1 的功能结构	(100)
4.3	电路操作特点与方法	(102)
4.3.1	CPU 的寄存器	(102)
4.3.2	存储器的分配与使用	(104)
4.3.3	MC68HC11F1 的初始化设置	(109)
4.3.4	I/O 口使用操作	(116)
4.3.5	A/D 转换电路	(120)
4.3.6	串行外部设备通信接口 SPI	(122)
4.3.7	异步串行通信接口 SCI	(126)
4.3.8	定时器 Timer	(130)
4.3.9	程序运行监视器 COP	(139)
4.3.10	中断处理	(140)
4.3.11	时钟电路	(142)
4.3.12	复位操作	(142)
4.3.13	低功耗模式	(143)
4.4	MC68HC11 源程序编写格式与指令系统	(143)
4.5	MC68HC11F1 的电气特性	(158)

4.6 MC68HC11 系列单片机的应用特点	(159)
思考与练习	(160)
第五章 微处理器芯片介绍	(161)
5.1 INTEL 系列微处理器	(161)
5.2 68K 系列微处理器	(164)
5.2.1 M68000 微处理器	(165)
5.2.2 M68020 微处理器	(165)
5.2.3 M68030 微处理器	(165)
5.2.4 M68040 微处理器	(165)
5.2.5 M68060 微处理器	(166)
5.3 PC 机总线接口介绍	(166)
5.3.1 PC 机的扩展总线	(166)
5.3.2 PC 机 I/O 口占用情况	(168)
5.3.3 PC 机并行和串行通信接口	(169)
思考与练习	(170)
第六章 单片机应用系统的外围集成电路	(171)
6.1 HCMOS 系列集成电路	(171)
6.2 ECL 集成电路	(173)
6.3 FACT 逻辑电路	(174)
思考与练习	(175)
第七章 单片机开发系统	(176)
7.1 单片机开发的概念	(176)
7.2 MCS51 开发系统	(177)
7.3 MCS96 开发系统	(178)
7.4 MC68HC05 开发系统	(180)
7.5 MC68HC11 开发系统	(182)
思考与练习	(184)
第八章 单片机应用系统设计及开发技术	(185)
8.1 单片机应用系统设计的基本原则	(186)
8.2 接口设计技术	(187)
8.2.1 总线技术和外部存储器接口	(187)
8.2.2 A/D、D/A 转换电路接口	(192)
8.2.3 键盘接口	(193)
8.2.4 数码显示接口	(195)
8.2.5 打印机接口	(198)
8.2.6 串行通信接口	(199)
8.2.7 单片机与 DSP 器件的接口电路	(200)
8.3 单片机高频电路设计技术	(201)

8.4	单片机系统的电磁兼容设计	(203)
8.5	单片机系统可靠性设计技术	(206)
8.5.1	可靠性的定量估计与计算	(206)
8.5.2	硬件可靠性设计	(207)
8.5.3	软件容错技术	(209)
8.6	单片机电源设计技术	(210)
8.7	系统开发技术	(215)
8.7.1	CSIC 电路的概念	(215)
8.7.2	开发设备原理及开发环境	(217)
8.7.3	开发技术	(218)
	思考与练习	(219)
第九章	单片机在通信系统中的应用	(221)
9.1	通信系统的特点及其对单片机的一般要求	(221)
9.2	单片机为核心的 PABX	(222)
9.3	数字电话机	(226)
9.4	多媒体接口电路设计	(226)
9.5	时分交换控制电路	(229)
9.6	空分交换控制电路	(230)
9.7	交换设备的集群接口电路	(231)
9.8	调度电话设备	(232)
	思考与练习	(233)
第十章	单片机在控制系统中的应用	(235)
10.1	控制系统的特点及其对单片机的要求	(235)
10.2	多点温度控制系统	(237)
10.3	步进电机控制电路	(239)
10.4	自适应控制器	(241)
10.5	直流电机转速控制器	(242)
10.6	照明系统节能控制电路	(243)
10.7	过程控制系统	(244)
10.8	防盗保安系统	(245)
10.9	铁路电动转辙机控制单元	(246)
10.10	微机调度集中系统的节点控制器	(247)
10.11	铁路区间信号控制器	(247)
10.12	压力控制电路	(249)
10.13	程控电源控制电路	(249)
10.14	UPS 电源控制电路	(250)
	思考与练习	(251)
第十一章	单片机在自动测试系统中的应用	(252)

11.1	测试系统与单片机	(252)
11.2	高精度万用表	(253)
11.3	自动测试系统设计	(254)
11.4	多点数据采集监测系统	(258)
	思考与练习	(259)
第十二章	MCS 单片机通用程序	(260)
12.1	查表插值程序	(260)
12.2	利用高速输出输出多路脉宽调制(PWM)信号	(262)
	思考与练习	(263)
第十三章	MC68 系列单片机通用软件	(264)
13.1	无符号双字节二进制乘法	(264)
13.2	双字节有符号数乘法	(266)
13.3	双字节有符号纯小数乘法	(267)
13.4	无符号数除法	(267)
13.5	液晶显示和键盘扫描程序	(270)
13.5.1	68HC05 的 LCD 显示接口检查程序	(270)
13.5.2	键盘扫描检测程序	(272)
13.6	MC68HC11F1 EEPROM 编程程序	(275)
	思考与练习	(276)
附录	MC68HC05 系列单片机一览表	(277)

第一章

单片机的基本技术特征

单片机是一种特殊的超大规模集成电路。它的内部含有微处理器(MPU),因此单片机具有数据处理能力(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。同时,其内部又带有其它功能电路,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、I²C(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。这使得单片机又具有单个微处理器所没有的功能,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。因此,单片机在国际上被广泛地称做“微控制器”(MCU,即 Microcontrollers)。单片机的“微控制器”特性使系统设计者能十分方便地按自己的要求设计出高性能价格比、高可靠性的智能化系统。这些智能化系统可以是复杂的工业控制系统(如数控机床的坐标控制系统、程控交换机的控制核心、自动测试系统等),也可以是只用一片单片机的儿童玩具。

从单片机(MCU)与微处理器的差别可以看出,对用户来说,单片机仅仅是一种集成电路芯片——一种功能极强的集成电路,而不是一种象单板机或PC那样的微机系统。如果说单片机也是一种微机系统的话,则只能说单片机是一种芯片级的集成系统。实际上,今天的单片机已经发展成为一种“用户开发的专用超大规模集成电路芯片”。用单片机可以组成不同的应用系统(包括组成专用或通用的微机系统)而无需附加众多的系统电路和芯片。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,因而用户必须掌握集成电路的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)。因此,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。从应用的角度看,最重要的是单片机用户应当掌握单片机的基本技术特征和基本系统结构。人们最终关心的是单片机应用系统能否完全满足实际工程的需要(即满足工程实际提出的功能及性能、所能容许的体积或面积、性能价格比等要求)。这要求用户具有在种类、型号繁多的单片机中选择出合适的单片机的能力。如果不掌握单片机的基本技术特征和基本系统结构,就不可能获得最佳的芯片选择和应用系统设计。

所谓单片机的应用技术特征,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。

学习单片机应用技术就是学习单片机的应用技术特征和基本系统结构。为使读者能快捷地掌握单片机的应用技术,本章主要介绍单片机的基本硬件结构和技术特征,以使读者能迅速建立起关于单片机的基本概念,并为如何根据实际需要选择单片机的型号打好必要的基础。

1.1 单片机硬件结构

为能清楚地了解单片机的硬件结构,这里首先简单地介绍一下微机系统。

所谓微机(又称为微机系统)是 70 年代提出的技术概念,专指以集成化微处理器(MPU)为核心,以其它中、大规模集成电路为基本元件制造的单用户计算机。这种计算机之所以被称为“微机”,就是因为采用了“微处理器”。

微机系统一般分通用和专用两大类。

一、通用系统

通用系统是指不受行业和专业限制的微机系统,例如 IBM PC 及其兼容机、苹果机、工作站等。图 1.1 是 PC 机的系统组成框图。

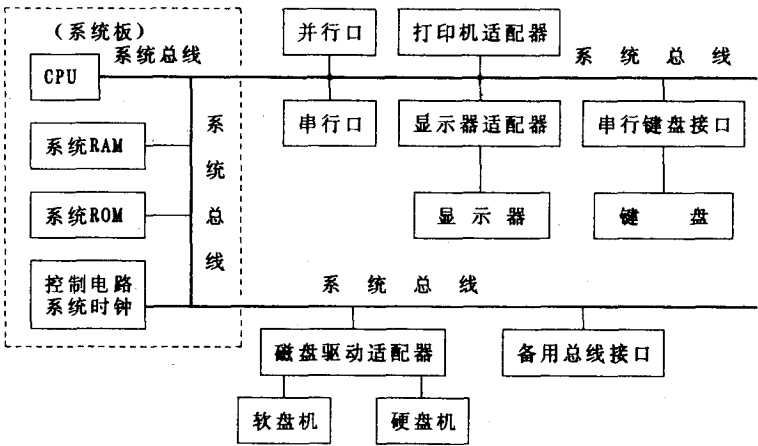


图 1.1 PC 机系统框图

图 1.1 中的系统总线包括三部分:传送地址信号的地址总线,传送数据的数据总线,控制系统时序关系的控制总线(控制总线中还包括一些输入输出信号线)。总线不仅仅是有关信号线排列的概念,而且是一种规则和电路实体,因此,一般还会有相应的总线信号

生成电路(例如 RAM 的读写控制信号、输入输出信号等)和总线驱动电路,以满足总线对信号的要求以及保证总线信号的正常传输。图中略去了有关的总线信号生成和驱动电路。

通用系统一般有如下功能:

(1) 完全对用户开放的系统总线(如 PC 机的用户插槽)。用户可以通过系统总线开发系统功能。

(2) 完善的操作系统软件。

(3) 支持多种程序语言。

(4) 强大的中断处理能力。

(5) 软件控制下的大规模存储设备。如软盘、硬盘、光盘及磁带等。

(6) 完备的输入输出控制电路(包括串行、并行 I/O 口)和设备。其中包括键盘、图形显示器、激光打印机等。

(7) 通信电路和设备,用于远程通信和计算机联网。

(8) 良好的电磁兼容特性。这是系统正常运行的基本保证。

通用系统的优点不仅在于系统功能(包括硬件和软件两个功能)完备,还在于其系统功能具有良好的可开发性。通用系统的用户通过在开放式总线上附加不同的硬件电路,再配之以相应的软件,就能十分方便地组成不同的专用系统。例如,在图 1.1 中加上一个外接摄像机的图象采集板,就可以组成图象处理系统。若改为外接多通道数据采集板和信号输出变换板,就能成为工业控制系统(如纺纱机控制系统、生产自动线控制系统、火炮群控制系统、多功能防盗报警系统等)的控制核心。不过,对某些应用场合来说(例如系统功能固定、单一,应用空间(系统体积)受限制,或系统专用性极强、产品批量大而必须降低成本,或系统使用环境恶劣等),通用微机系统一般就显得价格较高或体积较大而失去使用价值。

二、专用系统

专用系统是指为某一行业或专业领域的特殊用途而专门设计的微机系统,例如专用的数据采集系统,工业控制机(工业 PC),PABX 控制,专用测试仪表等。专用系统一般都具有性能价格比高、体积小、专业功能强、控制特性好等特点,但其互换性和功能更改性一般较差。

专用微机系统的一般系统组成如图 1.2 所示。其中目标系统是用户所要控制或测量的对象(也称为目标),如 PABX 的用户接口和交换网络、机器人动作电路、随动系统控制电路、铁路电动转辙机、车站或区间信号机等。前置电路是专用微机系统的信号输入电路,可以是模拟的也可以是数字的。模数转换(A/D)电路的任务是把经前置电路输入的模拟信号转换成微机能处理的数字信号(或叫做数据),数模转换(D/A)电路可以根据需要把微机系统传送给目标系统的数字信号转换成适当的模拟信号,后向输出电路是把数模转换的输出信号变成目标系统可接受的信号(即进行信号调整,例如实现电平匹配、功率匹配、功率放大等),以实现对目标系统(例如电机的励磁控制系统、继电器绕组的电源开关、汽车发动机喷油控制电路等)的有效控制。

从图 1.2 看到,微处理器(MPU)、程序存储器(EPROM 或 EEROM、ROM)、数据存

存储器 RAM、控制及总线合成电路(包括必要的译码电路、片选控制电路及信号驱动电路等)、定时/计数器、I/O 扩展接口以及外部设备 I/O 接口(可以包括串行数据通信接口电路、并行数据通信接口电路等)等共同组成了专用微机系统。

图 1.2 所示的微机系统实际上也可以代表通常所说的单板机应用系统。这样的系统由许多独立的集成电路芯片组成。同时,把若干个图 1.2 所示的专用微机系统按一定方式连接后,还可以组成多微处理器的分层微机应用系统。

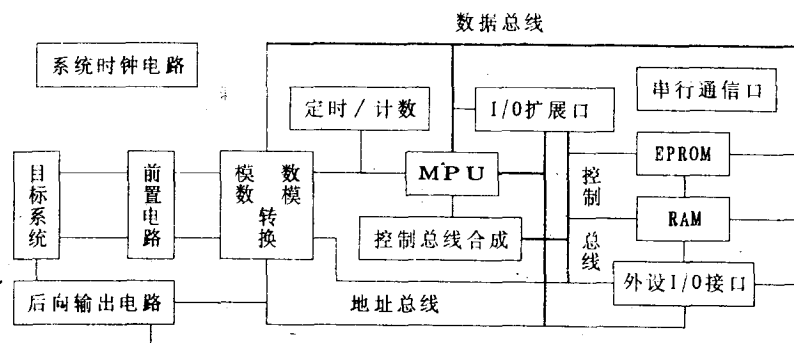


图 1.2 专用微机系统的基本组成框图

不同的专用微机系统对图 1.2 所示各个部分的要求,尤其是对前置电路、后向电路和 I/O 设备的要求(例如可处理信号的种类、电压范围、处理速度以及联机通信方式等)会存在很大的差别,其原因是前置电路和后向电路一般多是模拟信号电路或某种特殊的数字信号电路(如滤波器、调制器、逻辑信号整形输入电路、功率输出等),其工作条件、信号处理方式、电路结构、技术指标等很难统一或实现在较大的应用范围内兼容。因此这些部分的硬件对不同的用途一般是不能通用的。例如,专用语音处理系统和专用图象处理系统对前置电路(语音信号输入电路或图象输入电路)和 I/O 设备(语音 I/O 设备或图象 I/O 设备)的要求就存在着相当大的差别。但另一方面,图 1.2 中的 A/D、D/A 转换电路和微机(数字)部分却比较容易做到在一定的应用范围内兼容,这是因为一般工程应用系统所要处理的信号,其幅度可以调整,带宽范围有限;同时,对微机部分的要求则容易做到较大范围内的兼容。

此外,专用微机系统的总线可以是对用户开放的(用户可以通过总线修改或扩展系统功能),也可以是不开放的内部总线(不允许用户更改系统功能)。

三、单片机

单片机实际上就是根据不同的工程需要,把图 1.2 中的 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)。这样做不仅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,更主要的是使计算机应

用领域扩大到了人类生活的各个方面。

现代微电子技术把单片机技术称为 CSIC (Customer Specified Integrated Circuit) 技术, 单片机集成电路也叫做 CSIC 电路。之所以把单片机技术叫做 CSIC 技术, 不仅仅因为单片机能为用户提供所需要的各种电路, 主要原因是为用户提供了按需要控制单片机内部电路功能结构的手段。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。

单片机的基本结构如图 1.3 所示。

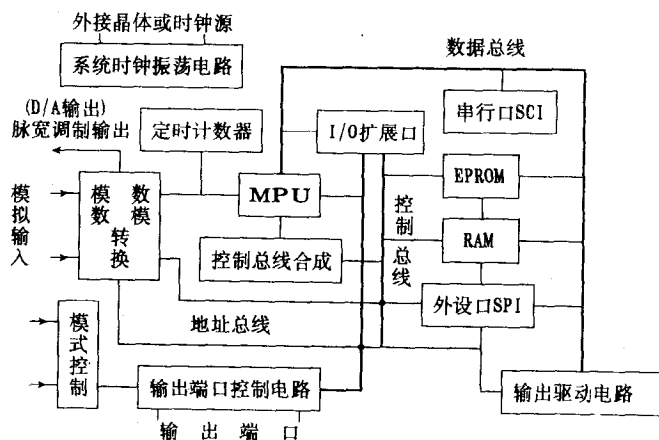


图 1.3 单片机的基本结构框

单片机的内部一般会含有如下部分:

(1) 微处理器 MPU (microprocessor), 可以完成数据处理、逻辑运算、中断处理以及其它电路的控制等功能, 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它芯片简单通信之用。

(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、计时等。

(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。这是两个对提高单片机运行效率、完成某些实时任务十分有用的特殊电路。当某个外部事件(信号)发生时(信号有效),输入捕捉能够自动地将其发生的时间(此时定时器的内容)保存起来并用中断方式通知 CPU,这就是输入捕捉功能;如果事先为比较输出电路设置一个计数值,则当定时器的内容与这个初值相同时,比较输出电路会通知 CPU 或直接通过规定的管脚发出某种信号。

(13) 中断逻辑电路。中断处理是 MPU 必须具备的重要功能。

(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的电磁兼容设计问题。

(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(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微机系统的重要组成器件,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、提高系统的整体可靠性和安全性。

还有其它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。