

8098

单片机原理及应用

王培东 李兰英 董怀国 崔永庆 编著

石广范 主审



哈尔滨工业大学出版社

JS86/05

8098 单片机原理及应用

王培东 李兰英 编著
董怀国 崔永庆

石广范 主审

哈尔滨工业大学出版社

内 容 介 绍

本书以十六位 MCS-8096 系列单片机 8098 为核心,系统地介绍了组成结构、硬件特性和指令功能。深入论述了 8098 单片机的基本应用系统(时钟、复位、存储器扩展和各种接口电路等)设计方法、在片接口应用和典型应用系统(测量及分析仪表、工业过程控制和数字化计算机外围设备等)设计实例。

书中的内容均以多年来对 8098 单片机开发应用的实践经验为基础,以实际应用成果为例,对 8098 的硬件特性给予确切的说明,各种举例力求在应用时可直接参照,以实用为宗旨。

本书内容叙述深入浅出,可读性好,例题丰富,各章节均配有习题和思考题,可作为大中专院校《工业控制微机系统及应用》、《微机系统接口设计》等计算机应用课程的教学用书,也可作为从事 8098 单片机应用系统设计的工程技术人员参考书。

8098 单片机原理及应用

8098 Danpianji Yuanli ji YingYong

王培东 李兰英 编著
董怀国 崔永庆

*

哈尔滨工业大学出版社出版
新华书店首都发行所发行
东北农业大学印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 24.375 字数 561 千字

1996 年 1 月第 1 版 1996 年 1 月第 1 次印刷

印数 1—7000

ISBN 7-5603-1117-2 /TP·80 定价 24.00 元

前 言

8098 是 MCS-96 系列一种很实用的单片微型计算机,目前,在我国市场较为流行。由于它有很高的性能价格比和良好的工业应用特性,越来越受到广大微机用户的重视。

8098 在工业应用方面有许多明显的优点,它具有灵活方便的八位总线外围支援器件扩展功能,而在数据处理方面又有十六位微机的快速功能。由于它的高度集成化已把许多常用的输入检测与输出控制通道都制作在同一块硅片上,大大地减少了外部连线,增强了系统的稳定性,非常适合于工业环境下安装使用,是今后面向复杂多微机控制系统应用不可缺少的前置控制处理微机。

为了使广大用户对 8098 性能有更深入的理解,并为完成深层次应用开发创造条件,我们把多年从事单片机应用的科研成果和实际经验进行了系统总结,并结合应用实例将 8098 的特性、应用功能和具体使用方法,分别进行了详细介绍。使具有一定微机原理基础的读者,在阅读本书之后能较好的完成应用系统开发设计。

全书内容共分八章,第一章概论,介绍了单片机的发展过程、性能特点、一般的应用和基本的开发方法;第二章介绍硬件/软件结构,使读者在深入学习 8098 单片机具体特性功能之前对其整体功能有所了解;第三章系统硬件特性,侧重介绍 8098 单片机硬件的组成原理和系统组成特点;第四章详细介绍 8098 单片机指令的语句格式、寻址方式、数据类型和指令操作功能,按功能分类方式逐条地给出每种基本指令的操作、汇编语言和机器码指令格式、指令的执行时间及结果标志状态,并分别给出了两种语句对照举例,便于读者深入理解指令功能和在机器中的存在形式,为手工汇编创造了条件;第五章介绍用 8098 汇编语言完成通用程序设计的基本方法,主要包括定点算术运算和浮点算术运算程序设计方法及实例分析。关于应用控制程序贯穿在应用实例中介绍;第六章结合使用举例,详细分析介绍 8098 单片机全部在片接口通道的硬特性和扩展使用的方法;第七章介绍单片机在应用系统设计时常遇到的几种人机交互接口扩展设计方法,其中包括显示器接口(LED、LCD 和 CRT 显示器等)、键盘接口、打印机接口、软磁盘机接口和通用用户板等,为了方便多微机系统设计,使单片机在复杂系统中得以更好的应用,在本章结束时介绍了单片机与常用 PC 机进行互连通讯的设计方法;第八章应用系统设计实例介绍,结合典型应用系统设计,详细介绍了应用系统设计的全过程,包括任务要求、总体结构设计、系统硬件扩展和应用软件设计等。目的是让读者通过几个较完整的应用系统设计实例,更好地理解 and 掌握 8098 单片机的整体特性及其使用方法,为能独立完成 8098 单片机应用系统设计奠定基础。

本书第一、二、三、四章由王培东撰写,第六、八章由李兰英撰写,第七章由董怀国撰写,第五章及附录由崔永庆撰写,全书经王培东统稿后由黑龙江大学电子工程研究所石广范教授完成审阅。在编写过程中,我们力求语言简炼,概念陈述准确。但由于水平有限,错误不妥之处敬请读者批评指正。

编著者

1995 年 10 月

第一章 概 述

第一节 单片微型计算机（单片机）的发展过程

在当今高新科学技术飞速发展的年代里，微型计算机的应用已越来越受到人们的重视。它在国民经济的各个领域起着越来越重要的作用。

二十世纪末是信息革命的高潮，而信息时代的重要标志是计算机的应用技术。这门技术之所以能向更深更广的领域迅速发展，其很大的原因是出现了微型计算机、微型计算机网络和单片计算机。目前，微型计算机的应用已遍及全世界各个领域。我国在政府机关和企事业单位的行政管理方面；在通信、银行、交通等重要经济部门的调控、运营方面；乃至家用电气的更新换代等应用领域都发挥着越来越重要的作用，极大的推进了科学技术现代化的步伐。

从1971年第一台微处理器（Intel4004）的问世到1976年MCS-48系列单片机的推出仅隔五年时间。在促进微型计算机发展方面美国Intel公司作出了突出贡献。该公司从1971年以来相继开发了4004、8008四位微处理器，时钟为1MHz，2000TTL/片；8080八位微处理器，时钟2MHz，5000TTL/片；8086、80286、80386十六位和三十二位微处理器，时钟在6MHz以上，450000TTL/片以上；1989年以后又推出80486、80586时钟在30MHz以上，由于采用了1微米工艺，在片容纳120万TTL以上；1995年还将继续推出80786，时钟在250MHz，运算速度将在100MIPS以上。这样，人们梦寐以求的桌上亿次微型计算机会在本世纪内实现。单片机产品有MCS-48系列8位，时钟在4MHz；MCS-51系列增强型8位，时钟在6MHz；MCS-96系列16位，时钟12MHz，120000TTL/片；80960系列32位，时钟50MHz增加有DMA通道更适应高速数据处理和工业过程实时控制应用，从硬件上为用户提供了设计多微型机并行处理系统的条件。上述的产品Intel公司均生产出了相应的开发工具投放市场。目前，我国大部分微机和单片机产品是引进Intel公司，并在开发应用研究过程中也相继研制出了适合我国应用需求的廉价型开发工具和各种应用系统。

1976年Intel公司首先推出了MCS-48系列单片机，在世界单片机应用市场上处于主导地位。在此之后该公司的产品不断更新换代，芯片的工作能力不断提高，80年代推出MCS-51，96系列单片机。90年代又推出了精简指令系统的80960系列单片机（32位嵌入式控制器），该单片机力求指令系统简单，降低单条指令的执行时间，减少指令执行过程中的译码延迟，与流水线结构相联系。其特点是，有几十兆字节的寻址能力，时钟50MHz（指令速度大于7.5MIPS），快速的数据处理能力（内部含有标准的80位浮点运算部件）、嵌有4路DMA通道，支持HLL（高级语言硬化功能）和实时多任务操作系统

固件（在控制器内嵌入 IRK960 实时核）。Intel 公司在单片机设计方面的一个发展趋势，即增加硬件方面的功能以提高系统的并发处理能力，使原来许多要由 CPU 完成的任务，现在改为由内部的专门化硬件完成，这可大大地提高实时处理能力和响应速度，更适应复杂控制应用系统的要求。

第二节 单片微型计算机的应用特点

所谓单片微型计算机就是在一片硅片上把 CPU、ROM、RAM、中断控制、CTC、PIO、DMA 和 A/D、D/A 转换部件及相应的逻辑控制电路均集成在一起的数字部件，只需外接电源和时钟电路就能工作。单片机设计的本意是面向控制应用，则又称微控制器（Micro controller）。由于单片机体积小、重量轻、可靠性高、价格低廉、使用方便。因此，广泛用于仪器、仪表、实时工业过程控制、数字化终端、通信设备、导航系统、机电一体化产品、智能机器人及家用电器等，作为核心控制器使用，从而大大提高产品的性能和质量，缩短新产品的开发周期，加速产品的更新换代，在科技高速发展的今天单片机应用越来越受到人们的重视。

根据我国目前工业微机应用现状，选用 MCS-96 系列（见表 1-1 所示）中的 8098 单片机是较理想的举措，其原因有：

（1）目前我国处于简单系统应用时期，比如重点进行数字化仪器仪表改造、检测执行部件的数字化、各种家电产品的更新换代等工作占目前单片机应用的很大比例。

（2）在实际应用时容易选择外围扩展器件，因 8098 单片机为准十六位机（内部直接十六位数据处理，外部进行八位数据交换），接口扩展时可延用原八位 CPU 的外围扩展接口芯片（Intel 公司的并行 I/O 接口、串行 I/O 接口、定时/计数器、中断扩展控制器、存储器和 DMA 器件等）。

（3）系统设计简单，可明显地降低硬件成本（8098 单片机内具有模拟 I/O 处理硬件，可减少 A/D、D/A 硬件电路的扩展），稳定性好并且速度快（8098 片内已排除单累加器引起的瓶颈效应，有多字节的算术运算指令，内部各种接口控制器均可与 CPU 并行工作等）。

（4）8098 单片机对开发环境要求相对简单，可选用国产的各种仿真开发工具，建立低成本的开发环境。

表 1-1 MCS-96 系列单片机

内部接口与存储器选择		8096		8098
		68 脚	48 脚	48 脚
数字量 I/O	无 ROM	8096	8094	
	有 ROM (8KB)	8396	8394	
模拟量与数字量 I/O	无 ROM	8097	8095	8098
	有 ROM/EPROM (8KB)	8397	8395	8398/8795BH

第三节 8098 单片机的一般应用

这是 8098 单片机比较典型的应用领域。此种应用可充分利用单片机在片提供的各种数字 I/O 或模拟 I/O 通道, 实现对测量对象的数据检测。在检测器和计算机之间无需增加接口通道, 用户可根据需要直接选择在片通道。应用系统硬件设计时要集中精力进行人-机交互设备的适配器选用与设计(显示输出、键盘输入和打印机输出等)和外程序或数据存贮器的扩展。

```

graph LR
    Display[显示器] --> KDA[键盘和显示器适配器]
    Keyboard[键盘] --> KDA
    KDA <--> 8098
    8098 <--> EPROM_RAM[EPROM/RAM]
    8098 --> PDA[打印机适配器]
    PDA --> Printer[打印机]
    CRP[时钟复位电源] --> XTAL
    8098 -- RESET --> CRP
    8098 -- XTAL --> CRP
    8098 -- Vcc --> CRP
    8098 -- P2 --> KDA
    8098 -- P3 --> EPROM_RAM
    8098 -- ACH --> ASD[模拟信号检测器]
    8098 -- HSI --> DSD[数字信号检测器]
  
```

二、在测量控制方面的应用

在系统设计过程中,硬件方面主要是扩展外存储器;对检测器(传感器)、变送器(信号的调理)、控制器(各种可控阀等)进行选择。软件方面主要完成应用程序设计

(算法处理、检测和控制等程序设计)。在图 1-2 中给出应用系统的基本框图。

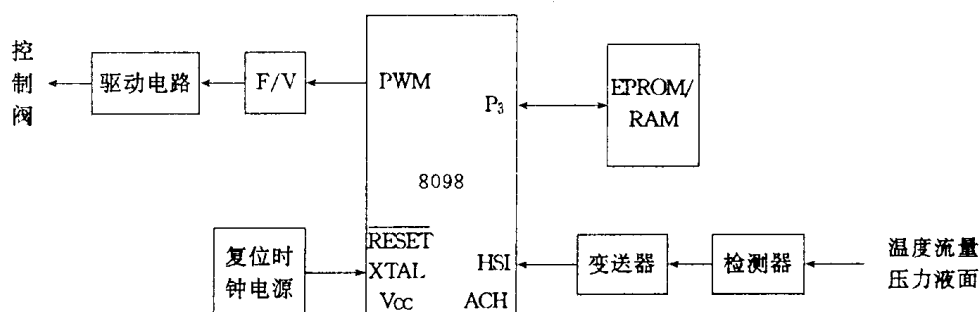


图1-2 测量控制系统应用框图

三、紧耦合的多单片机应用

多处理机的定义是,在集中控制下采用两个或两个以上处理部件的一种计算机系统。紧耦合的多单片机应用系统,实质上是一种在物理上紧凑的多微计算机系统,以共享存储器为标志,实际是共享存储器和总线的结合。在系统结构上又分异构和同构两种,实际应用中异构系统较实用,但设计复杂(异构系统的定义是系统中的每个单片机都有它自己的专门用途和固定功能,用来执行不同的任务),同构系统设计相对简单(同构系统定义是由功能完全相同的单片机,但各自的资源是独立的不可分配)。

在复杂控制系统中,多单片机的应用可确保系统工作稳定可靠,控制对象专一,信号量清楚。可构成核心部件冗余,控制任务分散的先进集散式控制系统,用并行工作方式提高检测与数据处理的速度。

多单片机应用系统中常用结构,有串行通信总线互连构成的主-从结构和并行总线互连构成的存储器共享分布式结构。下面分别对上述两种形式的多单片机系统做简要介绍:

1. 串行通信总线互连的主-从系统

主-从单片机系统的硬件设计比较简单。可直接利用 8098 单片机提供的串行通信接口的 TXD 和 RXD 端完成互连,单片机之间通信(主单片机与多从单片机之间的数据通信)规则采用 8098 单片机串行通信方式 2、3 来完成。基本过程是当主单片机与从单片机进行具体数据交换之前,首先要发中断请求到串行总线,要求所有连在总线上的从单片机响应中断(从单片机在系统初始化时应均设定为方式 2 并处在开中断状态)并进入到各自的中断服务处理程序,当确认了已被主单片机所寻址,则被寻址的从机可保持原方式 2,以查询方式完成数据交换,或改变为方式 3,以中断方式完成数据交换。而主单片机则始终处在方式 2,用可编程第 9 位数据状态来确定地址帧通信还是数据帧(或命令帧)通信。通信结束后恢复总线的初始状态,没有被选中的从单片机仍保持在方式 2 中断允许状态。

主-从式工作原理简单,许多单片机系统使用的软件都可运行在这种工作方式下。主要特点是监控程序始终在同一个主单片机执行,从单片机的任务分配完全由主单片机负责。

由于主-从式要求系统具备一个主单片机和多个从单片机,缺乏灵活性,在控制和利

用全部系统资源方面效率较低,而且会由于主单片机故障导致整个系统停机。在图 1-3 中给出主-从多单片机系统框图。

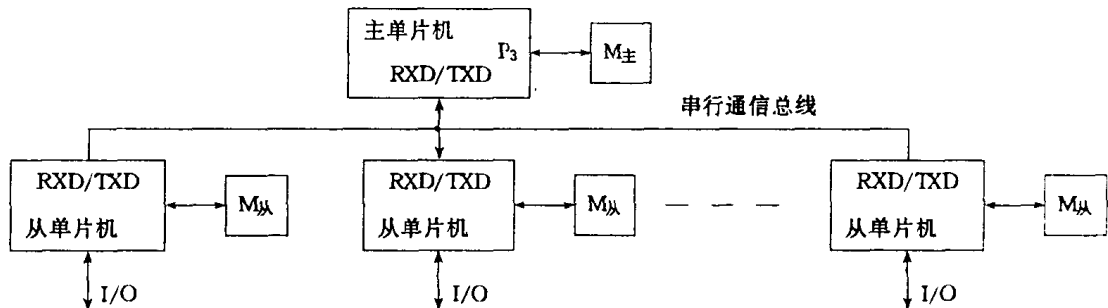


图1-3 主-从式多单片机系统

2. 并行总线互连的分布式系统

并行总线多单片机分布式系统设计要比主-从式设计复杂。但此方式可最大限度的利用各个单片机资源,提高多单片机系统整体处理能力。此方式有共享存贮器和I/O通道。每个单片机都可执行监控程序,并且可多个单片机同时执行,不存在固定的主-从关系。实际上监控程序的执行权是浮动的。当现行任务被中断或已完成时接收新任务的监控调度都由各个单片机分别完成,显然有利于加快系统响应时间,提高系统处理能力。

采用这种方式容易实现故障状态下的降级运行,实现真正的冗余处理提高了系统的利用率,使系统的资源得到充分利用。

当然,多个单片机同时执行监控程序,必然要求监控程序可重入,于是存在发生访问监控状态和各种控制表格的冲突问题,为此需要对各处理机事先分配动态优先权,对各种控制表格的存取也要采取互斥的方法加锁,系统应允许由于加锁带来的延时。总之并行总线的分布式多单片机系统工作方式优点较多,但设计比较复杂,它具有明显的多微机系统特点。在图 1-4 中给出并行总线互连的分布式多单片机系统结构框图。

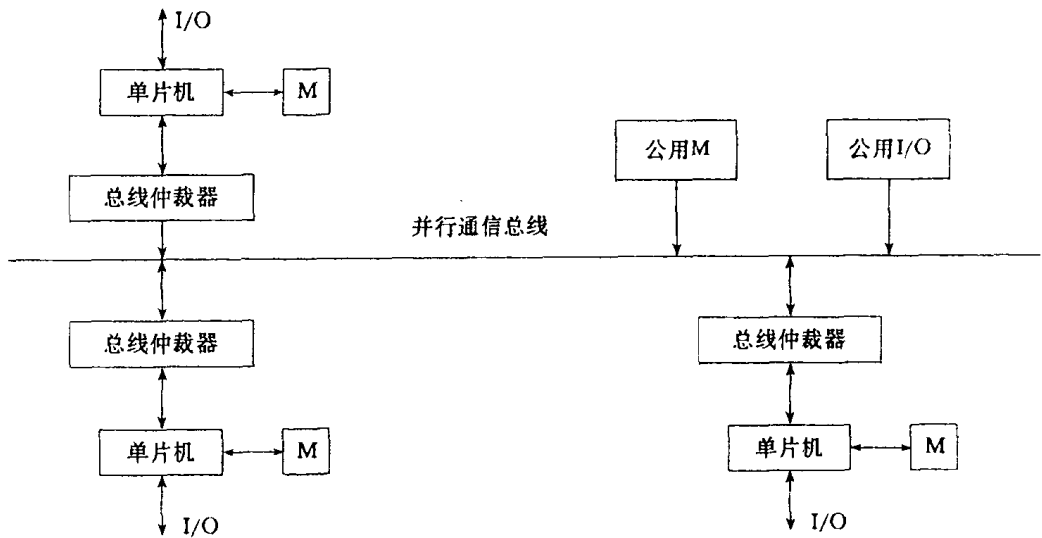


图1-4 多单片机并行总线系统

第四节 单片机应用系统软件硬件开发方法

由于单片机自身并无开发能力，它的应用必须借助于开发工具完成。因此，单片机应用系统的软件、硬件设计开发的手段主要依靠高质量的开发工具。就开发工具而言我们把要进行开发设计的应用系统称目标系统，通常用户在进行目标系统设计时，必须进行以下几步工作：

(1) 目标系统的硬件电路设计（总体结构、组合/时序逻辑设计和集成电路与线性电路的筛选等）、硬件的焊接、组装与调试。

(2) 系统软件设计（主要是监控程序设计）、应用程序的编制（构造数据结构、建立逻辑/算术运算关系、绘制流程图）、调试。

(3) 系统、应用程序连接调试。

(4) 完成系统、应用程序的固化，安装到目标机上运行。

上述步骤中的每一步都要在开发机上进行调试、验证和完成正确结果的硬化工作。应要求开发工具一定要具有以下几种基本功能：

(1) 能对设计出的应用系统硬件电路进行诊断与检查（利用简单的功能说明程序分别对各个部分电路进行检查）。

(2) 能完成对用户开发编制的源程序进行输入、修改和存放。

(3) 能运行和调试用户编制的程序（具有单条指令运行、断点运行和对运行结果状态的查询）。

(4) 把最终通过的用户程序固化到 EPROM 中去。

先进的开发工具还应配制较强的开发用系统软件，即汇编程序和高级语言编译程序（例如 8098 宏汇编、PL/M98、C-98 等编译程序）、针对高级语言语句的动态跟踪调试程序、反汇编程序、通用子程序库（浮点子程序库）等。

先进的硬件仿真调试功能表现在，开发机本身占用用户的资源少（使系统用的设备不直接占用单片机在片的 I/O 接口，例如显示器、键盘、打印机和系统存储器等设备用口），可完成 8098 目标机 64KB 扩展存储器仿真（把目标机的 64KB 空间作为开发机在开发调试过程中使用空间）。上述技术是采用动态重叠处理，在仿真过程中开发机和目标机之间对争用的接口地址进行了动态的切换控制，这些重叠与切换技术的实现是采用了大规模可编程逻辑阵列器件，进行逻辑开发设计和硬化处理工作完成，否则没有这些新型的器件支持很难实现这种全仿真技术。目前市场上可买到的可编程门阵列器件：有可编程阵列逻辑器件(PAL)、通用阵列逻辑器件(GAL)、现场通用阵列逻辑器件(FGAL)等。

一、单片机应用系统硬件设计原则

应用系统（目标机系统）硬件电路设计主要包含两部分内容，一部分是系统扩展，即在单片机的内部所提供的功能（例如存储器容量、I/O 接口数量、定时/计数器和中断源等）不能完全满足应用系统要求时需要在片外进行扩展；另一部分是系统配置，建立支持目标系统自身工作的硬件电路（例如键盘、显示器、打印机等专用接口硬件电路）。

对上述两部分硬件电路的设计应遵循下列原则：

(1) 在设计时应尽可能选择通用逻辑器件和标准系列化的接口通道（可选择单片机

生产厂家生产的外围支援芯片,例如 8098 单片机的外围芯片可选 Intel 公司生产的各种接口芯片)。

(2) 硬/软件的设计要整体考虑,硬件结构与软件设计相互之间是紧密配合的,其原则是用软件能实现的功能尽量用软件实现,以便于简化硬件电路设计(当然,用软件实现的硬件功能,其响应时间要比直接由硬件实现慢,一定在应用许可的情况下采用以软带硬的方法),用软替硬的好处很多,可降低成本、减少由硬件复杂带来的各种致命的干扰等。

(3) 在应用系统中各相关器件尽可能要做到性能的匹配(例如单片机在选用了上限的时钟振荡器时,要考虑到对存贮器的读/写时间要求,则应选择适应此时间要求的存贮器芯片。当选用的单片机是 CMOS 型时,那么与之有关系的外围芯片也应选择低功耗的产品)。

(4) 可靠性设计是单片机应用系统设计不可缺少的环节。其内容包括芯片器件选择(对所采用的器件应严格挑选、测试与老化处理);电源的选择应考虑到容量的覆盖、具有去耦功能、纹波小等优点;前向通道输入信号的滤波、隔离;后向通道的隔离;印刷电路板设计要考虑线间寄生电容的处理;外总线的驱动能力(由于单片机外扩电路较多,它们都要和总线连接,若驱动能力不够,系统工作不可靠。提高总线驱动能力的办法可从两个方面考虑,一方面提高总线自身的驱动能力增加总线驱动器件,另一方面要尽量降低总线的负载,选择各种低功耗的外围芯片)。

二、应用软件设计

应用系统软件的设计是根据系统的功能要求进行的,它应可靠地实现系统要求的各种功能。由于应用系统种类很多,则应用软件本身也各不相同,但对一个优秀软件来讲应具备如下的一些特点:

(1) 软件结构清晰,流程合理。

(2) 各功能程序模块化,子程序化,有利于开发调试、移植。

(3) 数据结构合理,节约存贮器空间,方便操作使用。

(4) 运行状态应实现标志化管理,各个程序模块的激活与呆滞、子程序的参数给定与返回完全由标志进行管理,这有利于复杂程序设计(实时多任务与并行处理)。

(5) 抗干扰程序设计,防止程序运行时的跑飞、死锁等现象发生。应有自诊断处理特性,在系统程序运行前应先运行自诊断程序,检查系统中状态和参数是否正常。对应用程序防止跑飞和死锁设计时应考虑采用 8098 单片机提供的 watchdog 技术(此技术的核心就是使用由 CPU 可定时复位的计数器,若在程序运行过程中不能按要求时间内进行复位,那么在它计满溢出时就要对系统进行复位,迫使 CPU 检查与调整系统的工作状态,从头开始运行程序。设置此项功能后其定时计数器的工作是与 CPU 工作并行的、可动态测试应用程序的执行,对防止程序跑飞和死锁是非常有效的。

思 考 题

1. 不同阶段问世的单片机主要在哪几个性能指标上有明显的差别和增强,请总结一下目前 Intel 公司的单片机已推出几个系列,它们各有什么变化和提高?
2. 8098 单片机主要在哪几个领域内应用?
3. 在单片机应用系统设计时,主要进行哪些设计工作?叙述基本设计步骤。

第二章 8098 单片机结构及硬/软件组成

为了尽快地了解 and 掌握 8098 单片机的性能, 首先应对它有一个整体组成结构的认识。8098 单片机的总体硬件结构是由微型计算机系统种的各种通用功能部件组成, 它在物理上把微机系统的几个基本部件 (CPU、RAM/ROM、时钟电路、中断控制电路、复位电路和各种 I/O 接口电路等) 集成到一块硅片上, 在结构和工艺上都和微处理器有很大区别。内部 CPU 在结构上没有采用习惯的累加器结构, 而采用的是寄存器—寄存器结构, CPU 的操作直接面向 256B 的寄存器空间, 消除了一般 CPU 结构中的累加器瓶颈效应, 大大提高了操作速度和数据吞吐能力。

第一节 8098 单片机的结构及功能部件

请参看图 2-1 总体结构框图, 在 8098 单片机总体结构中包含有 14 个基本部件, 下面分别介绍各个功能部件的基本功能。

(1) 中央处理单元——该单元由三个核心部件组成, 即运算器、控制器和内部存贮器 (232 个寄存器文件和 24 个特殊功能寄存器)。

(2) 地址寄存器单元——主要由两个 8 位寄存器组成 (寄存器 A 和 B)。A 寄存器用于选择寄存器文件 (地址在 18H~0FFH 内部存贮器空间), B 寄存器用于选择特殊功能寄存器 (地址在 00H~17H 内部存贮器空间)。

(3) 特殊功能寄存器 (SFR) 的地址译码器——对地址寄存贮器 B 的内容进行译码后选择相应的特殊功能寄存器。注意, 特殊功能寄存器不在 CPU 内, 而寄存器文件在 CPU 内。

(4) 存贮器控制器 (MCR) 和从程序计数器 (SPC) 单元——MCR 是作为 CPU 在使用片外存贮器时, 实现控制和管理部件。SPC 是用于加速取指令的速度而设置的 (为了避免重复用 8 位内地址总线从中央处理单元取指令地址), 当然 CPU 内部还有一个主 PC, 工作时主 PC 和从 PC 是自动同步的 (有些特殊指令地址还需将主 PC 内容复制到 SPC, 例如跳转和子程序调用指令), 每次取指令后 SPC 都自动的增量 (增量的步长取决于指令本身的字节数)。

(5) P_3 和 P_4 端口——8098 单片机有两种类型, 即片内无 ROM/EPROM 和片内有 8KB ROM/EPROM, 前者在应用时一定要外扩展存贮器 (程序/数据存贮器), 把需外扩展存贮器的系统称为多片系统, 在这种系统里 P_3 和 P_4 用作地址/数据总线 $AD_0 \sim AD_7$, $A_8 \sim A_{15}$, 不能再作为 I/O 口用。为了在多片系统里重构 P_3 和 P_4 口, 可利用 1FFEh 和 1FFFh 两个单元, 使这两地址成为系统重构 P_3 和 P_4 口的存贮器映象单元。重构的具体实现方案在系统存贮器及使用方法一节中进行介绍。后者在应用时不一定扩展存贮器,

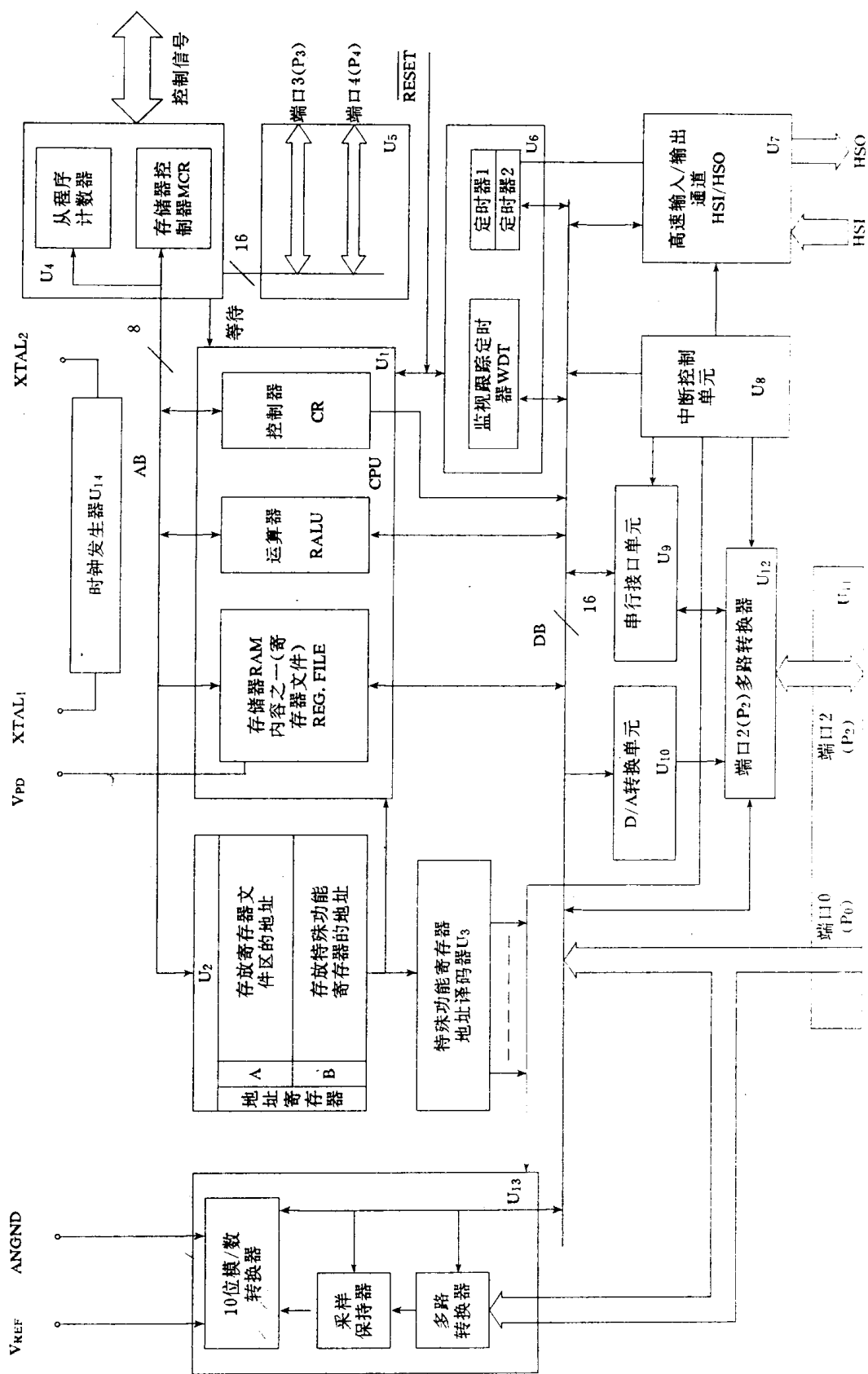


图2-1 8058单片机硬件总体框图

把不需扩展存贮器的系统称为单片系统,在这种系统里 P_3 和 P_4 口可作为一般的 I/O 口使用,而 1FFE_H 和 1FFF_H 两个单元可和其它存贮单元一样使用。

(6) 定时器—— T_1 和 T_2 是系统提供的两个 16 位定时器单元, T_1 在系统中作为实时时钟使用,系统运行时,不停的循环计数。 T_2 是根据外部引脚的触发信号进行计数,实际上 T_2 是一个外部事件计数器。WDT 是一个 16 位专用定时器(监视定时器),为解脱软件故障而设计的一种专用定时器。一旦它启用后,其值每状态周期增 1,因此,若不能及时的在其计满溢出前将它清零,则会引起 8098 硬件复位。用户可根据实际应用选择 WDT(不是一定要使用它)。

(7) 高速输入/输出(I/O)通道——8098 单片机为用户提供 2 个高速输入,4 个高速输出和 2 个高速输入/输出通道。高速输入通道可以相对于内部定时器产生的实时时钟,记下某个外部事件发生的时刻,在 T_1 增量的间隔内可记录 8 个外部事件;高速输出通道可以按规定的时刻去触发某一事件,任何时刻都可以悬挂 8 个事件,除了触发外部事件外,还能启动 A/D 转换、复位定时器和作软件定时器用。“高速”意味着这些功能是“自动地”(相对于定时器)实现,不需 CPU 的干预。高速 I/O 功能特别适用于测量和产生分辨率高达 $2\mu s$ (主振采用 12MHz)脉冲信号。

(8) 中断控制单元——该单元完成 8098 单片机中断系统的控制与管理,其内部包含有中断请求信号的检测电路、登记电路、屏蔽控制电路、优先级选择控制电路和中断产生电路等,可同时对 8 个中断源进行检测,产生 8 个中断矢量地址,而有些矢量又对应多个中断事件(中断源),对这些中断源的选择可通过各种控制字进行,这样 8098 单片机的中断请求源实际上对应 20 种中断请求事件。

(9) 串行接口单元——8098 单片机具有与 MCS-51 兼容的全双工串行接口,此串行接口有四种操作方式。使它能方便的用于 I/O 扩展、与 CRT 等终端设备进行通信以及实现多单片机通信。

(10) D/A 转换单元——本单元具有将数字信号转换成周期一定而占空比可变的频率信号功能,其单元输出分辨率为 1/256(8 位二进制数转换)的脉冲宽度调制(PWM)信号。8098 单片机还可利用高速输出(HSO)通道提供分辨率为 1/65536 的 PWM 信号。若想用 8098 单片机 D/A 输出 0~5V 的模拟控制信号,还需在片外增加对 PWM 信号的调整变换电路,调变电路的原理框图如图 2-2 所示。

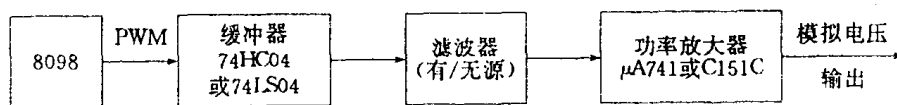


图2-2 8098单片机D/A调变电路框图

(11) P_0 和 P_2 端口——在 8098 单片机中这两个端口均有四根线给用户使用,又都为双定义端口。 P_0 端口为双功能口,可作为四个 A/D 输入通道($ACH_4 \sim ACH_7$)或 4 位输入口($P_{0.4} \sim P_{0.7}$)使用,应用时可通过特殊功能寄存器的设定选择其中某一种功能。 P_2 端口为双定义多功能口(即每个引脚有二种功能,但就 P_2 口来讲,它具有多种 I/O 功能),它具有全双工串行口、外扩展中断输入口、D/A 输出口和数字量 I/O 口功能,其工作方式的确定也要通过特殊功能寄存器来选择。

(12) 片内多路转换器单元——该单元负责对 P_2 口（多功能 I/O 口）进行 I/O 通道选择，实现 P_2 口的多功能工作特性。

(13) A/D 转换单元——对由 P_0 口送进的模拟信号进行具体模/数转换的单元。它由多路转换器、采样保持器和 ADC 组成，转换器类型为 10 位逐次逼近型，转换时间为 168 个状态周期（主频 12MHz 时，转换时间为 $0.249\mu s \times 168 \approx 42\mu s$ ），由于内部有采样保持电路则可保证多路（4 路）快变信号的采样，确保在 168T 之间输入模拟信号无超范围的变化（上述转换时间是针对 BH 型芯片而言）。

(14) 时钟发生器——它由内部振荡器电路和三相时钟发生电路组成。三相时钟发生电路的输入信号可由两种方式产生，一种是由片外的晶体振荡器与片内的振荡器电路配合，构成内时钟电路，产生稳定的时钟源输入信号；另一种是直接由外部时钟源（外部时钟电路）提供输入信号，送至三相时钟电路，经三分频与三相波发生电路，在输出端可得到 A、B、C 三相时钟，作为单片机内部的专用时钟信号。

第二节 8098 单片机引脚介绍

8098 单片机采用 48 引脚双列直插式封装结构，其管脚配置见图 2-3。

下面分别说明 48 脚的基本功能：

V_{CC} （38 脚）——芯片主电源（+5V）电压正端。

V_{SS} （11、37 脚）——数字电路地（0V），有两个 V_{SS} 端，在使用时必须同时接地。

V_{PD} （46 脚）——片内 RAM 备用电源（+5V），此电源在正常工作期间一定存在。在掉电状态下 V_{CC} 降至小于规定值之前（ V_{PD} 继续保持在正常工作时的范围），使 $\overline{RESET}$ 有效，则内部寄存器文件（F0H~FFH）保持不变。在掉电期间， $\overline{RESET}$ 应一直有效，直至 V_{CC} 恢复到正常工作范围并且振荡器达到稳定时为止（此引脚是提供掉电保护电源端，若用户需要此功能时，应在此脚接 +5V 干电池的正端，同时此干电池还要为掉电复位电路提供工作电源，在掉电时能正确给出复位信号 $\overline{RESET}$ ）。

V_{REF} （45 脚）——片内 A/D 转换器的参考电源 +5V 端。为了保证较高的转换精度， V_{REF} 与 V_{CC} 最好分开供电，若一定要在一起供电也要分开引线，在 V_{REF} 与 ANGND（44 脚）之间应外接一个旁路电容。

ANGND（44 脚）——A/D 转换器的参考电源地（0V），通常应与 V_{SS} 电位相同。

V_{PP} （12 脚）——为芯片内含有 EPROM 的 96 系列芯片提供编程电压，此端在 8098 应用时可不预考虑（悬空或接 +5V）。

XTAL₁（36 脚）——内部时钟电路的输入端。当由内时钟方式，为三相时钟发生电路提供输入信号时，该端接外晶体振荡器的一端；当由外时钟方式为三相时钟发生电路提供输入信号时，该端接外时钟电路的输出端。

XTAL₂（35 脚）——内部时钟电路的输出端，当由内时钟发生电路，为三相时钟发生电路提供输入信号时，该端接外晶体振荡器一端；当由外时钟电路方式，为三相时钟发生电路提供输入信号时，该端悬空。

$\overline{\text{RESET}}$ (48脚) —— 复位输入端。复位时至少要保持两个状态周期的低电平, 升高后 8098 将执行 10 个状态周期的内部复位序列, 在此期间 PSW 被清除, 2018H 单元的内容装载到芯片配置寄存器 (CCR), 最后控制转向 2080H 单元。单片机正常运行时此引脚为高电平, 引脚内部具有上拉电阻。

$\overline{\text{EA}}$ (39脚) —— 存储器选择输入端。当 $\overline{\text{EA}}=0$, 选中片外存储器; $\overline{\text{EA}}=1$, 选中片内 ROM/EPROM 存储器 (无论选中片外还是片内存储器, 其被选中的地址范围均在 2000H~3FFFH 即 8KB 空间)。该引脚内部具有下拉电阻, 无外部驱动时, 它总保持为低电平, 8098 应用时应重复接地。

$\text{ALE}/\overline{\text{ADV}}$ (34脚) —— 地址锁存允许或地址有效输出, 仅供访问外部存储器时使用。两种输出控制信号那种有效, 由 CCR 寄存器选择, 它们都是提供一个锁存信号, 以便把地址从地址/数据 AD_i ($i=0\sim7$) 总线上分离出来。当作为 ALE 引脚, 输出信号由正变负时, 总线上 (AD_i) 的地址有效, 可作为地址锁存允许控制信号 (标准总线控制方式)。当作为 $\overline{\text{ADV}}$ 引脚, 在总线周期结束时, 此引脚变高, 可直接作为外部存储器的片选信号 (地址有效写选通方式)。

$\overline{\text{RD}}$ (33脚) —— 对外部存储器的读输出控制信号, 低电平有效。

$\overline{\text{WR}}$ (14脚) —— 对外部存储器的写输出控制信号, 低电平有效。

READY (16脚) —— 准备就绪输入信号, 由外部慢速存储器或接口设备的控制器发出请求信号, 请求 CPU 等待, 目的是延长 CPU 对片外存储器或设备的读/写周期, 以便与慢速存储器或设备接口。CPU 是在指令周期的第二个时钟周期对 READY 采样, 若此时的采样值为低电平, 则 CPU 进入等待状态, 否则将认为片外存储器或设备已就绪。在一个读/写周期内最多可插入三个等待周期, 使读/写周期延长到 $1.25\mu\text{s}$ (主频为 12MHz 时)。READY 引脚有内部上拉电阻, 除非有等待请求将其拉低, 否则为高电平。插入的状态周期数由 CCR 寄存器确定。

HSI (3、4、5、6脚) —— 高速输入通道的信号输入端。HSI 引脚有 4 个, 即 $\text{HSI}_0\sim\text{HSI}_3$, 其中 HSI_2 、 HSI_3 与高速输出通道的两个信号输出端合用形成两个高速 I/O 端, 他们的选用由 SFR (特殊功能寄存器) 的 I/O 控制寄存器 0 实现。

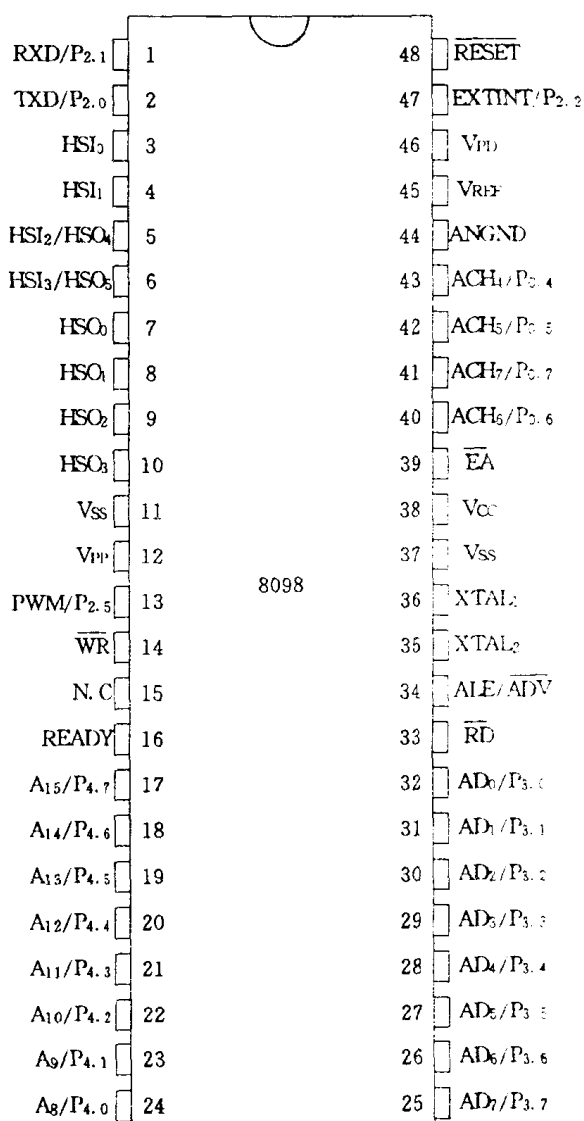


图2-3 8098单片机管脚配置图

HSO (5、6、7、8、9、10 脚) —— 高速输出通道的信号输出端。HSO 引脚有 6 个, 即 HSO₀~HSO₅, 其中 HSO₄、HSO₅ 与 HSI 通道合用, 应用时的选择由 SFR 的 I/O 控制寄存器 0 实现。

P₀ (40、41、42、43 脚) —— 四位高阻抗输入口, 可作为数字输入口, 也可作为模拟输入口 (ACH₄~ACH₇)。它们的应用分别通过对 P₀ 口寄存器、A/D 命令寄存器和 I/O 控制寄存器 1 的设置来实现。

P₂ (1、2、13、47 脚) —— 四位多功能接口。它们的应用要通过对 P₂ 口寄存器、I/O 控制寄存器 1 和串行口控制寄存器的设置来实现。

P₃ (25、26、27、28、29、30、31、32 引脚) —— 具有漏极输出的 (线或逻辑提高负载能力) 8 位双向口。内部有很强上拉作用, 用作多路复用的地址/数据总线。

P₄ (17、18、19、20、21、22、23、24 引脚) —— 具有漏极输出的 8 位双向口。内部有很强上拉作用, 用作地址总线的高 8 位 (A₈~A₁₅)。

第三节 8098 单片机基本软件功能

本节将对 98 单片机提供给用户的基本软件设计信息作以概要说明 (更详细的信息将在后面的章节中结合应用陆续介绍), 目的是使读者在对 8098 单片机进行系统学习之前, 能较快地建立起完整的功能概念, 为后面的学习奠定基础。所谓的基本软件功能, 就是用户在编写应用程序时必须知道的一些信息, 它包括操作数的类型、寻址方式、程序状态字、指令系统和一些用于系统接口通道工作方式控制的可编程设定的特殊功能寄存器 (SFR)。下面分别对上述的信息作以介绍。

一、操作数类型

8098 单片机指令系统中有较丰富的数据类型, 它包括有字节、字、双字、短整型数、整型数、长整型数和位 (其中字节、字和双字分别为无符号 8 位、16 位和 32 为操作数) 操作数类型。编程使用较多的数据类型是字和整型数。

二、寻址方式

8098 单片机有 6 种基本操作数寻址方式, 包括有寄存器直接寻址、间接寻址、自动增量的间接寻址、立即寻址、短变址寻址和长变址寻址。当这些基本寻址方式与一些特殊功能寄存器, 如零 (ZERO) 寄存器和堆栈指针 (SP) 相结合时, 还可构成其它几种有用的寻址方式。在指令系统中最常用的是寄存器直接寻址。

三、程序状态字

在 8098 单片机中的程序状态字 (PSW) 为字寄存器组成, 其中高 8 位为条件标志, 这些标志受某些指令的执行结果影响。由条件跳转指令测试这些标志以控制程序的执行方向。这些标志分别是零标志 (Z)、负标志 (N)、溢出标志 (V)、溢出陷阱标志 (VT)、进位标志 (C)、中断标志 (I)、粘位标志 (ST), 低 8 位属于 SFR 中的中断屏蔽