

北京科海培训中心

·机·电·自动控制技术丛书

# MCS 单片机 应用系统实用指南

陈宝江 翟湧 编著  
张幽彤 杜庆柏

机械工业出版社

北京科海培训中心

• 机 • 电 • 自动控制技术丛书

# MCS 单片机应用系统实用指南

陈宝江 翟勇 张幽彤 杜庆柏 编著

机械工业出版社

JS144/02

## 内 容 提 要

本书全面系统地介绍了设计单片机应用系统所需的硬件、软件基础知识;详细阐述了 Intel 单片机新技术和相关的最新 IC 芯片技术。

全书由基础篇、应用篇和开发篇三部分构成。基础篇论述了 Intel 单片机的硬、软件原理、I/O 功能特点及功能程序设计基础。应用篇详细论述了设计单片机应用系统所涉及到的典型 IC 芯片技术、先进传感器技术、系统设计原理等,并且深入分析了 24 个应用实例。开发篇在论述开发单片机应用系统方法的基础上,较为全面地介绍了流行的 MCS-96/98/51 单片机开发系统和典型用户系统,最后扼要介绍了 PL/M 语言的特点及其应用原理。

全书为读者构筑了一个较为实用的单片机应用系统开发平台,因此,本书不仅可作为广大工程技术人员开发参考,也可作为大、中专院校相关专业的教学辅助教材。

## 图书在版编目(CIP)数据

MCS 单片机应用系统实用指南/陈宝江等编著. —北京:机械工业出版社,1997.7

• 机·电·自动控制技术丛书

ISBN 7-111-05826-7

I. M… II. 陈… III. 单片微型计算机-计算机系统 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 13454 号

出 版 人:马九荣 (北京市百万庄南街 1 号 邮政编码 100037)

责任编辑:科 培 责任校对:成 昊

北京市朝阳区科普印刷厂 • 新华书店北京发行所发行

1997 年 7 月第 1 版 • 1997 年 7 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16 • 44.625 印张 • 1085 千字

0 001—5 000 册

定价:54.00 元

## 前言

众所周知,数字技术和计算机技术已渗透到了工业、农业、商业、教育、医疗、军事、娱乐等每一个领域以及生活中的每一个角落,其应用的广度和深度已经到了令人无不为之咋舌惊叹的地步!当今,工程技术人员在设计开发一个系统或一个新产品的时候,首先考虑的是如何应用计算机技术以提高市场竞争能力。在读学生、科研人员,无论什么专业,计算机已经成为最重要的工具。

尽管 PC 机的应用已相当普遍,但是,在工控领域、在日益追求小而精,轻而薄的自动化控制器、自动化仪器仪表、家电产品等方面,PC 机仍有所不相适宜。而工业控制、仪器仪表、家电产品等市场广阔,要求 PC 机技术与之相适应。

在这种情况下,单片机应运而生了。单片机(Single Chip Microcomputer)以它的优异的控制功能,在工控领域、智能化仪器仪表系统等日益显示着强大的生命力。一小小的芯片(几个平方厘米)便具有了计算机的基本功能,从而使工控系统、仪器仪表、家电产品等向智能化方向产生了飞跃。也正是由于这种原因,从 80 年代以来,无论是教学科研领域,还是工程开发部门,学习单片机,应用单片机,新技术浪潮一浪高过一浪。单片机技术也由最初的 8 位发展到 16 位和 32 位(CPU 信息处理能力甚至超过了 PC 80286),功能也由单一型发展到了丰富实用型。

在这一过程中,Intel 公司扮演了重要角色。它由 70 年代的 MCS-48 系列发展到 80 年代的 MCS-51 系列,80 年代后期的 MCS-96/98 系列以及今天的 MCS-960 系列及各种 CMOS 系列高档机,使单片机技术日臻成熟和完善。值得一提的是 MCS-96 系列的子系列 MCS-98 单片机,由于它具有 8 位机价格,16 位机性能和强大的 I/O 控制功能,使得它面世伊始,便受到了广大科技人员的青睐,甚至在一个时期,国内许多 MCS-51 系列用户纷纷转向开发 8098 单片机。只是到了 1995 年 Philips 公司与 Intel 公司以技术使用权专利互换方式购买 80C51 技术内核,并在此基础上开发研制了 80C51XA,使 MCS-51 系列也有了 16 位机型。但 80C51XA 刚刚提出,其应用还需有一个认识和推广的过程。另一方面,16 位单片机在软硬件上具有某些相似之处,读者在掌握 MCS-96/98 原理基础上,会很容易深入使用(如果需要)80C51XA。同时,目前 Intel 在致力于推广 80C196/80C198 系列,此系列在软件上与 8096/98 基本兼容,硬件上也可互相参考。

本书虽以 8098 单片机为例讲解,但思想方法及大部分内容也完全适合于其他 16 位或 8 位机型的单片机应用系统,因此书名冠以《MCS 单片机应用系统实用指南》。全书共 12 章。第 1 章: Intel 单片机导引;第 2 章: 单片机硬件基础;第 3 章: 单片机软件基础;第 4 章: 单片机 I/O 功能特点剖析及其功能程序编制;第 5 章: 单片机系统常用接口芯片;第 6 章: 单片机系统设计;第 7 章: 单片机采控系统设计与技术基础;第 8 章: 单片机串行通信应用系统设计基础;第 9 章: 单片机应用实例;第 10 章: 单片机应用系统(产品)开发过程;第 11 章: 开发工具介绍;第 12 章: PL/M 语言。通过本书的学习,读者不仅较为全面地了解了 Intel 单片机技术,而且还掌握了构成任一单片机应用系统所需的典型的接口芯片和接口电路、传感

器及其应用技术。同时,本书的立意是从芯片到系统,从理论到应用,因此,读者还会充分了解当今流行的各种单片机开发系统和用户系统,使读者很快进入实践环节。

本书由北京理工大学自控系博士陈宝江主编,北京理工大学博士后张幽彤、讲师翟勇、郑州轻工学院杜庆柏博士参加了编写工作。清华大学博士后王向周也提供了一些很好的建议。

虽然在编写中尽了最大努力,但水平所限,本书还会有不尽人意之处,诚望读者来信指正。

通讯地址:北京海淀路 82 号科海培训中心

邮 编:100080

联系电话:(010)62569289

陈宝江

1997 年 4 月 28 日于北京科海

## 目 录

## 第 1 部分 基 础 篇

|                                      |             |
|--------------------------------------|-------------|
| <b>第1章 Intel 单片机导引 .....</b>         | <b>(1)</b>  |
| 1.1 单片机的定义、特点及种类 .....               | (1)         |
| 1.1.1 什么叫单片机 .....                   | (1)         |
| 1.1.2 单片机的特点 .....                   | (1)         |
| 1.1.3 单片机的种类 .....                   | (2)         |
| 1.2 Intel 系列单片机及其发展过程简介 .....        | (2)         |
| 1.2.1 概述 .....                       | (2)         |
| 1.2.2 MCS-48 系列 .....                | (3)         |
| 1.2.3 MCS-51 系列 .....                | (3)         |
| 1.2.4 MCS-96 系列 .....                | (6)         |
| 1.2.5 MCS-98 系列 .....                | (13)        |
| 1.2.6 MCS-960 系列 32 位单片机 .....       | (16)        |
| 1.2.7 Intel 单片机的发展方向 .....           | (17)        |
| <b>第2章 单片机硬件基础 .....</b>             | <b>(20)</b> |
| 2.1 8098 芯片基本结构 .....                | (20)        |
| 2.1.1 芯片管脚及其功能说明 .....               | (20)        |
| 2.1.2 芯片集成电路结构原理框图及其分析 .....         | (22)        |
| 2.2 8098 CPU 构成 .....                | (23)        |
| 2.2.1 CPU 总线 .....                   | (23)        |
| 2.2.2 特殊功能寄存器 SFR <sub>n</sub> ..... | (23)        |
| 2.2.3 CPU 寄存器阵列 .....                | (26)        |
| 2.2.4 CPU 寄存器算术逻辑单元 RALU .....       | (26)        |
| 2.3 CPU 操作同步时钟信号 .....               | (28)        |
| 2.3.1 内部时钟电路 .....                   | (28)        |
| 2.3.2 外部时钟电路 .....                   | (28)        |
| 2.3.3 内部定时和外部定时 .....                | (29)        |
| 2.3.4 振荡周期和状态周期 .....                | (29)        |
| 2.4 8098 存储空间及外部读写总线控制 .....         | (30)        |
| 2.4.1 存储空间编址及分配特点 .....              | (30)        |
| 2.4.2 外部总线控制 .....                   | (31)        |
| 2.4.3 准备就绪控制 .....                   | (33)        |
| 2.5 芯片复位控制与掉电 RAM 保护 .....           | (34)        |
| 2.5.1 复位机理与复位信号的产生方式 .....           | (34)        |
| 2.5.2 几种复位电路 .....                   | (34)        |
| 2.5.3 复位状态 .....                     | (35)        |

|                                         |              |
|-----------------------------------------|--------------|
| 2.5.4 掉电 RAM 保护 .....                   | (37)         |
| 2.6 8098 操作条件及电气指标要求 .....              | (38)         |
| 2.6.1 操作条件 .....                        | (38)         |
| 2.6.2 电气指标 .....                        | (39)         |
| 2.7 8XC198 原理及性能特点介绍 .....              | (42)         |
| 2.7.1 芯片外形 .....                        | (42)         |
| 2.7.2 结构原理 .....                        | (43)         |
| 2.7.3 8XC198 性能的特点 .....                | (43)         |
| 2.7.4 8XC198 存储空间及芯片配置寄存器 CCR .....     | (44)         |
| 2.7.5 管脚说明 .....                        | (45)         |
| 2.7.6 系统总线定时及时钟电路 .....                 | (46)         |
| 2.7.7 电气特性 .....                        | (47)         |
| <b>第3章 单片机软件基础 .....</b>                | <b>(50)</b>  |
| 3.1 CPU 程序状态字 PSW .....                 | (50)         |
| 3.1.1 PSW 的重要性 .....                    | (50)         |
| 3.1.2 PSW 的内容和意义 .....                  | (51)         |
| 3.2 8098 指令系统详解 .....                   | (52)         |
| 3.2.1 8098 指令系统特点 .....                 | (52)         |
| 3.2.2 操作数类型 .....                       | (52)         |
| 3.2.3 寻址方式 .....                        | (55)         |
| 3.2.4 指令类型概述 .....                      | (63)         |
| 3.2.5 学习指令要解决什么问题 .....                 | (63)         |
| 3.2.6 数据传送类指令 .....                     | (64)         |
| 3.2.7 算术运算指令 .....                      | (69)         |
| 3.2.8 比较指令 .....                        | (87)         |
| 3.2.9 逻辑操作类指令 .....                     | (89)         |
| 3.2.10 堆栈操作指令 .....                     | (94)         |
| 3.2.11 跳转指令和调用类指令 .....                 | (98)         |
| 3.2.12 条件转移指令 .....                     | (103)        |
| 3.2.13 位测试并跳转指令 .....                   | (111)        |
| 3.2.14 循环控制指令 .....                     | (113)        |
| 3.2.15 单操作数指令 .....                     | (113)        |
| 3.2.16 移位操作指令 .....                     | (119)        |
| 3.2.17 专用指令 .....                       | (125)        |
| 3.2.18 规格化指令 NORMAL .....               | (126)        |
| 3.2.19 80C198/80C196 增添指令 .....         | (126)        |
| <b>第4章 单片机 I/O 功能特点剖析及其功能程序编制 .....</b> | <b>(130)</b> |
| 4.1 I/O 功能实现的总体控制模式分析 .....             | (130)        |
| 4.1.1 I/O 功能总体控制模式 .....                | (130)        |
| 4.1.2 I/O 控制状态寄存器操作应注意的问题 .....         | (133)        |
| 4.2 中断系统的功能特点 .....                     | (134)        |
| 4.2.1 中断源 .....                         | (134)        |

|                                               |       |
|-----------------------------------------------|-------|
| 4.2.2 中断向量 .....                              | (136) |
| 4.2.3 中断系统的控制 .....                           | (140) |
| 4.2.4 中断处理过程 .....                            | (143) |
| 4.3 中断系统应用要点及功能程序编制 .....                     | (143) |
| 4.3.1 应用要点 .....                              | (143) |
| 4.3.2 中断系统功能程序编制 .....                        | (147) |
| 4.4 定时器/计数器功能特点 .....                         | (147) |
| 4.4.1 T1 .....                                | (149) |
| 4.4.2 T2 .....                                | (151) |
| 4.4.3 监督定时器(WATCHDOG TIMER) .....             | (151) |
| 4.5 定时器/计数器功能程序编制 .....                       | (151) |
| 4.5.1 应用要点 .....                              | (152) |
| 4.5.2 功能编程举例 .....                            | (158) |
| 4.6 高速输入 HSI 部件的功能特点及功能程序编制 .....             | (158) |
| 4.6.1 高速的含义及功能特点 .....                        | (158) |
| 4.6.2 HSI 硬件结构 .....                          | (160) |
| 4.6.3 HSI 使用与控制 .....                         | (164) |
| 4.6.4 HSI 功能程序编制 .....                        | (171) |
| 4.7 高速输出 HSO 部件的功能特点及功能程序编制 .....             | (171) |
| 4.7.1 HSO 的主要功能 .....                         | (171) |
| 4.7.2 HSO 硬件结构及工作原理 .....                     | (172) |
| 4.7.3 HSO 与 HSI 的主要区别 .....                   | (172) |
| 4.7.4 CAM .....                               | (173) |
| 4.7.5 HSO 的使用控制 .....                         | (177) |
| 4.7.6 HSO 功能程序编制 .....                        | (189) |
| 4.8 A/D 模数转换功能特点及功能程序编制 .....                 | (189) |
| 4.8.1 并行输入数字口 .....                           | (189) |
| 4.8.2 A/D 硬件结构及功能特点 .....                     | (189) |
| 4.8.3 A/D 使用方法 .....                          | (190) |
| 4.8.4 8098 A/D 功能程序编制举例 .....                 | (196) |
| 4.9 脉宽调制输出 PWM(D/A)功能特点及功能程序编制 .....          | (199) |
| 4.9.1 PWM 结构和工作原理 .....                       | (199) |
| 4.9.2 PWM 的控制 .....                           | (200) |
| 4.9.3 PWM 基本功能程序编制举例 .....                    | (200) |
| 4.9.4 有关 8098 PWM 或 HSO 部件实现 D/A 的讨论及举例 ..... | (201) |
| 4.10 全双工串行口功能特点及功能程序编制举例 .....                | (204) |
| 4.10.1 串行通信基本概念 .....                         | (204) |
| 4.10.2 串行口特征 .....                            | (205) |
| 4.10.3 串行口工作方式波特率 .....                       | (205) |
| 4.10.4 串行口使用控制 .....                          | (208) |
| 4.10.5 关于利用串行口实现多机通信 .....                    | (210) |
| 4.10.6 串行口功能程序编制举例 .....                      | (210) |



## 第2部分 应用篇

|                                    |              |
|------------------------------------|--------------|
| <b>第5章 单片机系统常用接口芯片 .....</b>       | <b>(228)</b> |
| 5.1 单片机系统 .....                    | (228)        |
| 5.2 存储空间扩展芯片 .....                 | (228)        |
| 5.2.1 存储器的一般原理 .....               | (228)        |
| 5.2.2 存储器分类 .....                  | (229)        |
| 5.2.3 只读存储器 ROM .....              | (229)        |
| 5.2.4 随机存储器 RAM .....              | (235)        |
| 5.2.5 存储器扩展 .....                  | (239)        |
| 5.2.6 新型存储器介绍 .....                | (241)        |
| 5.3 常用数据锁存/缓冲收发/驱动器 .....          | (248)        |
| 5.3.1 单片机扩展接口 IC 芯片认知准备 .....      | (248)        |
| 5.3.2 8 同相三态缓冲/线驱动器 74244 .....    | (251)        |
| 5.3.3 8 同相双向总线收发器 74245 .....      | (253)        |
| 5.3.4 8D 锁存器 74373 和 8D74273 ..... | (254)        |
| 5.3.5 串行、并行转换收发器 .....             | (256)        |
| 5.4 单片机系统常用控制逻辑芯片 .....            | (257)        |
| 5.4.1 译码器 .....                    | (257)        |
| 5.4.2 编码器 .....                    | (258)        |
| 5.4.3 多选 1 数据选择器 .....             | (259)        |
| 5.4.4 可编程阵列逻辑芯片 PAL 和 GAL .....    | (260)        |
| 5.5 可编程类 I/O 接口芯片 .....            | (266)        |
| 5.5.1 可编程并行 I/O 接口 8255A .....     | (266)        |
| 5.5.2 可编程 I/O 接口 8155 .....        | (277)        |
| 5.5.3 可编程键盘/显示器接口 8279 .....       | (281)        |
| 5.5.4 可编程定时器/计数器 8253 .....        | (291)        |
| 5.5.5 可编程中断控制器 8259A .....         | (302)        |
| <b>第6章 单片机系统设计 .....</b>           | <b>(312)</b> |
| 6.1 概 述 .....                      | (312)        |
| 6.1.1 单片机系统定义 .....                | (312)        |
| 6.1.2 I/O 空间寻址方法 .....             | (312)        |
| 6.2 基本的 8098 单片机系统设计 .....         | (315)        |
| 6.3 程序存储空间扩展设计 .....               | (316)        |
| 6.3.1 单片机存储空间扩展特点分析 .....          | (316)        |
| 6.3.2 程序存储空间扩展 .....               | (317)        |
| 6.4 单片机数据存储空间扩展设计 .....            | (319)        |
| 6.4.1 单片机与典型 SRAM 的连接 .....        | (320)        |
| 6.4.2 单片机与掉电保护 RAM 的连接 .....       | (321)        |
| 6.4.3 单片机与非易失性静态 RAM 的连接 .....     | (322)        |
| 6.5 单片机存储空间综合设计 .....              | (323)        |

|                                                |       |
|------------------------------------------------|-------|
| 6.6 单片机并行 I/O 扩展设计 .....                       | (323) |
| 6.6.1 8255 扩展单片机并行 I/O 口 .....                 | (323) |
| 6.6.2 8155 扩展单片机并行 I/O 口、外部数据存储器和定时器/计数器 ..... | (324) |
| 6.6.3 非可编程器件扩展单片机并行 I/O .....                  | (325) |
| 6.7 单片机串/并/串 I/O 扩展 .....                      | (326) |
| 6.7.1 单片机串/并输出 .....                           | (326) |
| 6.7.2 单片机并/串输入 .....                           | (327) |
| 6.8 单片机中断系统扩展设计 .....                          | (327) |
| 6.8.1 74LS348 扩展单片机外中断 .....                   | (328) |
| 6.8.2 8259 扩展单片机外中断 .....                      | (329) |
| 6.9 单片机定时器/计数器功能扩展设计 .....                     | (330) |
| 6.10 单片机键盘/显示接口扩展设计 .....                      | (331) |
| 6.10.1 单片机-8155-键盘系统设计 .....                   | (331) |
| 6.10.2 单片机数字显示系统设计 .....                       | (332) |
| 6.10.3 单片机-8279 专用键盘/显示系统设计 .....              | (338) |
| 6.10.4 液晶显示器及单片机-LCD 显示系统设计举例 .....            | (343) |
| 6.11 单片机与微型打印机的接口设计 .....                      | (345) |
| 6.11.1 打印机的一般原理简介 .....                        | (345) |
| 6.11.2 TPUP 系列微打介绍 .....                       | (346) |
| 6.11.3 单片机与 TPUP 并行微打接口设计 .....                | (346) |

## **第7章 单片机采控系统设计与技术基础 .....** (349)

|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| 7.1 概述 .....                   | (349) |
| 7.2 常用传感器及其应用技术 .....          | (350) |
| 7.2.1 光敏传感器 .....              | (350) |
| 7.2.2 声敏传感器 .....              | (356) |
| 7.2.3 气敏传感器 .....              | (359) |
| 7.2.4 温度传感器 .....              | (362) |
| 7.2.5 湿度传感器 .....              | (367) |
| 7.2.6 流量传感器 .....              | (369) |
| 7.2.7 线位移传感器 .....             | (371) |
| 7.2.8 角位移传感器 .....             | (374) |
| 7.2.9 速度传感器 .....              | (378) |
| 7.2.10 力敏传感器 .....             | (380) |
| 7.2.11 接近传感器 .....             | (383) |
| 7.3 D/A 转换器(DAC)及其数字接口设计 ..... | (383) |
| 7.3.1 D/A 转换器原理及分类 .....       | (384) |
| 7.3.2 D/A 转换器主要技术参数 .....      | (384) |
| 7.3.3 常用 DAC 及其数字接口与编程 .....   | (386) |
| 7.3.4 最新技术 D/A 转换芯片 .....      | (399) |
| 7.4 常用及最新 A/D 转换器芯片 .....      | (417) |
| 7.5 V/F 转换器 .....              | (450) |
| 7.5.1 V/F 转换器的特点 .....         | (451) |

|            |                                            |              |
|------------|--------------------------------------------|--------------|
| 7.5.2      | V/F 转换原理 .....                             | (452)        |
| 7.5.3      | V/F 转换器芯片介绍 .....                          | (453)        |
| 7.6        | 信号调理技术 .....                               | (455)        |
| 7.6.1      | 概述 .....                                   | (455)        |
| 7.6.2      | 信号接收调理技术简介 .....                           | (455)        |
| 7.6.3      | 信号放大调理技术 .....                             | (456)        |
| 7.6.4      | 滤波限幅调理技术 .....                             | (457)        |
| 7.6.5      | 信号隔离调理技术 .....                             | (457)        |
| 7.6.6      | 电气转换技术 .....                               | (460)        |
| 7.6.7      | 功率驱动 .....                                 | (462)        |
| 7.7        | 微型机应用系统抗干扰技术 .....                         | (463)        |
| 7.7.1      | 应用系统主要干扰源 .....                            | (463)        |
| 7.7.2      | 电源和接地系统的干扰与抗干扰措施 .....                     | (464)        |
| 7.7.3      | I/O 通道干扰与抗干扰措施 .....                       | (466)        |
| 7.7.4      | 空间干扰及抗干扰措施 .....                           | (469)        |
| 7.7.5      | 微机系统的布线设计 .....                            | (472)        |
| 7.7.6      | 软件的抗干扰设计 .....                             | (475)        |
| <b>第8章</b> | <b>单片机串行通信应用系统设计基础 .....</b>               | <b>(478)</b> |
| 8.1        | 计算机通信技术基础 .....                            | (478)        |
| 8.1.1      | 两种通信方式 .....                               | (478)        |
| 8.1.2      | 异步串行通信和同步串行通信 .....                        | (478)        |
| 8.1.3      | 波特率及时钟频率 .....                             | (479)        |
| 8.1.4      | 串行通信操作模式 .....                             | (480)        |
| 8.1.5      | 串行通信的调制/解调 .....                           | (480)        |
| 8.1.6      | 串行通信的校验 .....                              | (481)        |
| 8.1.7      | 串行通信接口电路介绍 .....                           | (481)        |
| 8.2        | 串行通信总线技术及标准 .....                          | (482)        |
| 8.2.1      | RS-232C(RS-232) .....                      | (483)        |
| 8.2.2      | RS-423/422/485 串行通信接口及其应用 .....            | (489)        |
| 8.2.3      | 20mA 电流环串行接口 .....                         | (494)        |
| 8.2.4      | 平衡型通信网可靠性措施 .....                          | (495)        |
| 8.3        | 单片机相互间的串行通信 .....                          | (496)        |
| 8.3.1      | 单片机双机串行通信接口设计 .....                        | (496)        |
| 8.3.2      | 单片机多机通信系统设计 .....                          | (497)        |
| 8.4        | 单片机与 PC 机串行通信 .....                        | (499)        |
| 8.4.1      | PC 兼容机串行通信功能及其实现 .....                     | (500)        |
| 8.4.2      | 单片机与 PC 兼容机串行通信接口技术 .....                  | (512)        |
| 8.5        | PC 机与 8098 单片机通信控制系统设计举例 .....             | (513)        |
| 8.5.1      | 一对一串行通信控制系统 .....                          | (513)        |
| 8.5.2      | 基于 RS-485 的 PC 机-8098 分布式(集散型)系统设计举例 ..... | (520)        |
| <b>第9章</b> | <b>单片机应用实例 .....</b>                       | <b>(521)</b> |
| 9.1        | F(频率)/V(电压)转换实例 .....                      | (521)        |

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| 9.2 电压控频-HSO 脉冲发生器实例               | (525) |
| 9.3 带通频率鉴别器实例                      | (529) |
| 9.4 能量检测器实例                        | (532) |
| 9.5 高速可编程控制器实例                     | (534) |
| 9.6 二维高速馈送切割操作的 HSO 实现             | (538) |
| 9.7 库存管理实例                         | (543) |
| 9.8 模拟销售终端实例                       | (547) |
| 9.9 驱动步进电机实例 1                     | (551) |
| 9.10 驱动步进电机实例 2                    | (557) |
| 9.11 温度控制实例                        | (561) |
| 9.12 远程闭环控制实例                      | (565) |
| 9.13 数字滤波器实例                       | (569) |
| 9.14 智能超声测距仪实例                     | (573) |
| 9.15 数模平滑实例                        | (577) |
| 9.16 X-Y 运动控制实例                    | (583) |
| 9.17 发动机数据采集系统实例                   | (587) |
| 9.18 PWM/PFM 电液控制系统实例              | (590) |
| 9.19 多机通信应用实例                      | (596) |
| 9.20 数字信号发生器实例                     | (602) |
| 9.21 马达控制实例(MOTOR CONTROL EXAMPLE) | (609) |
| 9.22 过程控制系统实例                      | (622) |
| 9.23 作业调度管理实例                      | (634) |
| 9.24 STD 总线式 8098 军用控制系统实例         | (636) |

### 第 3 部分 开 发 篇

|                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| <b>第10章 单片机应用系统(产品)开发过程</b> | <b>(650)</b> |
| 10.1 准备过程                   | (650)        |
| 10.1.1 市场调查                 | (650)        |
| 10.1.2 经验借鉴                 | (651)        |
| 10.1.3 可行性分析                | (651)        |
| 10.1.4 开发方案的确定              | (651)        |
| 10.2 设计研制过程                 | (652)        |
| 10.2.1 开发人员构成               | (652)        |
| 10.2.2 软件硬件参考资料的收集          | (652)        |
| 10.2.3 确定系统单片机机型            | (652)        |
| 10.2.4 根据系统功能和性能选择外设        | (653)        |
| 10.2.5 根据外设选择接口芯片           | (653)        |
| 10.2.6 硬件购置                 | (654)        |
| 10.2.7 系统设计                 | (654)        |
| 10.2.8 系统调试                 | (655)        |
| 10.3 开发总结过程                 | (655)        |

|                                     |              |
|-------------------------------------|--------------|
| 10.3.1 开发正反经验的总结 .....              | (655)        |
| 10.3.2 总结报告的撰写 .....                | (656)        |
| 10.4 单片机开发过程框图 .....                | (656)        |
| 10.5 系统商品化 .....                    | (656)        |
| <b>第11章 开发工具介绍 .....</b>            | <b>(658)</b> |
| 11.1 开发系统概述 .....                   | (658)        |
| 11.2 模拟开发单片机软件 SIM96 介绍 .....       | (660)        |
| 11.2.1 准备阶段 .....                   | (660)        |
| 11.2.2 SIM96 窗口 .....               | (662)        |
| 11.2.3 系统调试 .....                   | (663)        |
| 11.3 ECI 单片机开发系统介绍 .....            | (667)        |
| 11.3.1 ECI-CDW 介绍 .....             | (668)        |
| 11.3.2 准备和启动 .....                  | (668)        |
| 11.3.3 CDW 的多窗口功能 .....             | (671)        |
| 11.3.4 ECI 最新产品介绍 .....             | (673)        |
| 11.4 ATD 系列单片机开发系统介绍 .....          | (674)        |
| 11.4.1 ATD-96/98 开发工具介绍 .....       | (674)        |
| 11.5 通用单片机仿真器 SICE 介绍 .....         | (676)        |
| 11.5.1 SICE 概述 .....                | (676)        |
| 11.5.2 SICE 外部设备 .....              | (676)        |
| 11.5.3 SICE 软件特点 .....              | (677)        |
| 11.6 DVCC 系列单片机开发系统介绍 .....         | (678)        |
| 11.7 DICE-5928 超强型通用单片机开发系统介绍 ..... | (680)        |
| 11.8 U'MICE-51 通用开发系统介绍 .....       | (681)        |
| <b>第12章 PL/M 语言 .....</b>           | <b>(682)</b> |
| 12.1 PL/M 语言的特点 .....               | (682)        |
| 12.2 PL/M-96 语言与汇编语言、C 语言程序接口 ..... | (684)        |
| 12.2.1 PL/M-96 语言与汇编语言程序接口 .....    | (684)        |
| 12.2.2 PL/M-96 语言与 C 语言程序接口 .....   | (685)        |
| 12.3 PL/M-96 编程应用实例 .....           | (685)        |
| <b>参考文献 .....</b>                   | <b>(700)</b> |

## 第1部分 基础篇

### 第1章 Intel 单片机导引

#### 1.1 单片机的定义、特点及种类

##### 1.1.1 什么叫单片机

众所周知,微型计算机(Microcomputer)的基本结构是由中央处理器(Center Processing Unit)、存储器(RAM/ROM)和 I/O 设备(Input/Output Equipments)构成的。所谓单片机就是指将上述微型计算机 3 个单元的多个分体中的主要功能用 1 个集成电路芯片来实现,使该芯片具有一个微型计算机的基本功能。这种超大规模集成电路芯片即称为单片微型计算机(Single Chip Microcomputer),通常简称为单片机,如图 1-1 所示。

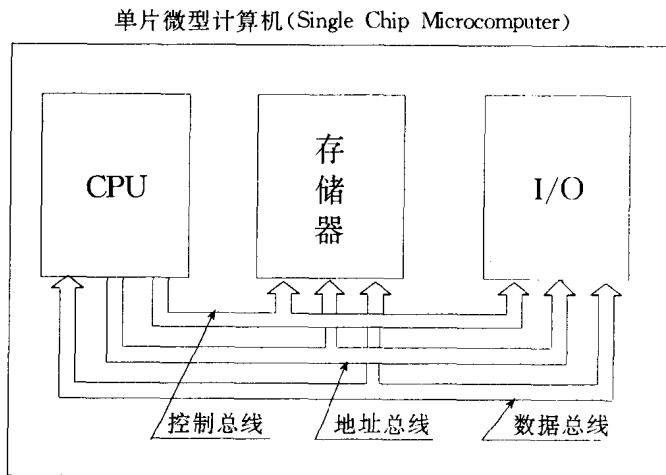


图 1-1 单片微型计算机构成示意图

实质上,单片机的出现是由两个方面的因素促成的。其一是人类生产的需要,如仪表的智能化、工业过程控制系统的智能化等都要求构成这些设备的核心部件具有“电脑”功能。而这种现场系统往往体积小、环境恶劣,因此,要求具有“电脑”功能的核心部件必须体积小、控制功能强、抗干扰等。正因如此,人们最初(并且现在仍在延用)把它称为微控制器(micro-controller)。另一方面,计算机技术和电子学技术的迅猛发展,使技术发达国家在 70 年代已具备了制造超大规模集成电路的能力,使得单片机可以被实现。

##### 1.1.2 单片机的特点

由上一节所述可知,单片机与微型计算机类似,具有三总线,可以进行算术运算和逻辑

运算,并通过控制逻辑由总线将运算结果输出到存储器和 I/O 设备等。但是,它与微型计算机在内在表现和外在表现方面又有许多差别。概括起来,单片机具有以下特点:

- 它是一种微控制器,主要面向工程控制领域。
- 应用注重现场工程,因此体积小。
- 内部存储量较小,I/O 功能控制性强,但具有局限性。
- 只能借助专门的开发系统进行开发。
- 功耗低。
- 价格低。以 1993 年的市场价为例,8031 的单价为人民币 20~30 元,8098 为 60~80 元,比 D/A 芯片价格便宜许多,并有逐年下降趋势。

由于上述特点和优越性能,单片机已在工业、民用、军用等工程领域得到广泛应用。值得一提的是,由于单片机是数字技术,而其应用又十分广泛,因此,它在很大程度上正在改变着传统设计方法。在软件和扩展接口支持下,单片机可以代替以往由模拟和数字电路实现的系统,而自动化、智能化程度、系统精度、系统功能变化等都是传统方法设计的系统不可比拟的。从控制工程现状看,具有一定水准的工业过程控制系统几乎抛弃了以往的模拟电子控制器,一般都使用数字控制器(Digital Controller)。Digital Controller 这个名字在控制工程领域已成了备受青睐的字眼。

### 1.1.3 单片机的种类

对于单片机的分类,目前还没有公认的方法。一般是根据生产厂家不同来归纳,本书也采用这种方式。但是,这种归纳是结合应用情况进行的,对于冷僻型单片机不予介绍。

不同厂家生产的单片机其共同特点是一致的,只是在个别功能性能上有些差异,指令系统有所不同。国际上比较流行的单片机有以下几种:

- Intel 系列(美国 Intel 公司生产);
- Motorola 系列(美国 Motorola 公司生产);
- NEC 系列(日本 NEC 公司生产);
- Philip 系列(美国 Philip 公司生产);
- NS 系列(美国国家半导体公司生产);
- Zilog 系列(美国 Zilog 公司生产);
- ATMEL 系列(美国 ATMEL 公司生产)。

本书主要介绍 Intel 单片机的应用,以后的论述主要是以 Intel 系列为例。

## 1.2 Intel 系列单片机及其发展过程简介

### 1.2.1 概述

如同生产微型计算机的微处理器一样,Intel 公司在单片机的研究和制造方面也堪称先锋。1976 年,Intel 公司发布了 8 位单片机 MCS-48 系列,1980 年又发布了高档 8 位单片机 MCS-51 系列,1983 年推出了 16 位单片机 MCS-96 系列,1988 年第一季度又隆重推出

MCS-96 系列的新产品——准 16 位单片机 MCS-98 家族,与 MCS-96/98 相对应,接着又发布了 MCS-C196/C198 机型。近年来,Intel 又研制成功 32 位单片机 MCS-960 系列,但目前国内市场还很少见。

Intel 单片机发展过程示意如图 1-2 所示。

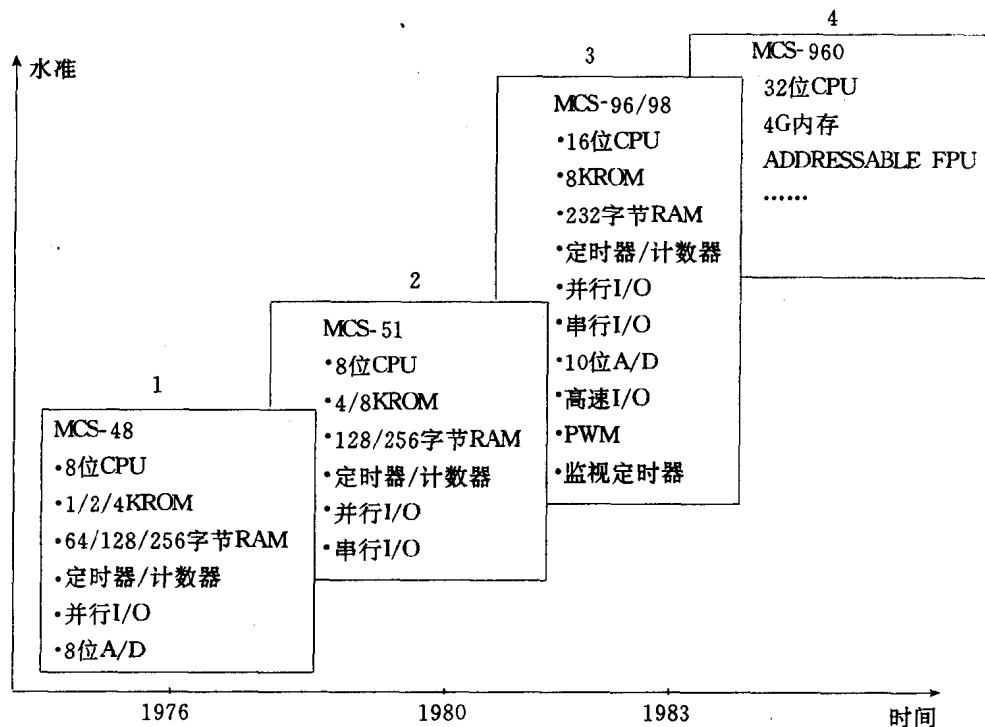


图 1-2 Intel 单片机的发展

### 1.2.2 MCS-48 系列

MCS-48 系列是 Intel 1976 年推出的第一代单片机。该系列由 3 个子系列构成:其一是带有可编程并可擦除 EPROM 电路的 8748H 和 8749H;其二是带有工厂掩膜 ROM 的 8048AH,8049AH 和 8050AH;其三是片内既无 EPROM 也无 ROM 的 8038AHL,8039AHL 和 8040AHL。

MCS-48 系列是 8 位单片机,CPU 运算采用累加器结构。芯片为 40 引脚双列直插封装结构,其管脚封装如图 1-3 所示。

MCS-48 系列单片机目前在工程上应用很少,本书不再详细介绍,有兴趣的读者可参阅 Intel 1984 年版的 Microcontroller Handbook。

### 1.2.3 MCS-51 系列

MCS-51 系列是 Intel 公司的第二代 8 位单片机,与 MCS-48 系列相比,其 I/O 功能和指令系统有很大改善和增强。目前,该系列在国内还有较为广泛的应用。

#### 1. MCS-51 系列成员

Intel MCS-51 系列单片机由 8051AH,8031AH,8751H,80C51,80C31,8052 和 80C32 组



成,详见表 1-1。

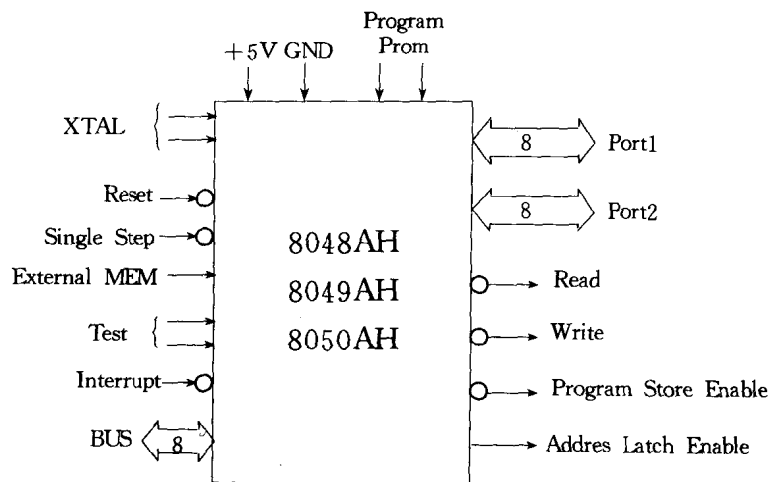


图 1-3 MCS-48 典型机型逻辑符号示意图

表 1-1 MCS-51 系列单片机

| 机型    | 集成工艺   | 片内 ROM/EPROM | 片内 RAM | 寻址范围   | I/O |     |     |     |
|-------|--------|--------------|--------|--------|-----|-----|-----|-----|
|       |        |              |        |        | 计数器 | 并行口 | 串行口 | 中断源 |
| 8051  | HMOS I | 4KB ROM      | 128    | 64KB×2 | 2   | 4   | 1   | 5   |
| 8731  | HMOS I | 4KB EPROM    | 128    | 64KB×2 | 2   | 4   | 1   | 5   |
| 8031  | HMOS I | 无            | 128    | 64KB×2 | 2   | 4   | 1   | 5   |
| 80C51 | CHMOS  | 4KB ROM      | 128    | 64KB×2 | 2   | 4   | 1   | 5   |
| 87C51 | CHMOS  | 4KB EPROM    | 128    | 64KB×2 | 2   | 4   | 1   | 5   |
| 80C31 | CHMOS  | 无            | 256    | 64KB×2 | 2   | 4   | 1   | 5   |
| 8052  | HMOS I | 8KB ROM      | 256    | 64KB×2 | 3   | 4   | 1   | 6   |
| 8752  | HMOS I | 8KB EPROM    | 256    | 64KB×2 | 3   | 4   | 1   | 6   |
| 8032  | HMOS I | 无            | 256    | 64KB×2 | 3   | 4   | 1   | 6   |
| 8DC52 | CHMOS  | 8KB ROM      | 256    | 64KB×2 | 3   | 4   | 1   | 7   |
| 87C52 | CHMOS  | 8KB EPROM    | 256    | 64KB×2 | 3   | 4   | 1   | 7   |
| 80C32 | CHMOS  | 无            | 256    | 64KB×2 | 3   | 4   | 1   | 7   |

## 2. MCS-51 的主要特性

- 8 位 CPU;
- 片内振荡器和时钟电路;
- 32 条 I/O 线;
- 外部数据存储器可寻址空间 64KB;
- 外部程序存储器可寻址空间 64KB;
- 2 个 16 位定时器/计数器(8052/8032 为 3 个);
- 带有 2 个中断优先级控制逻辑的 5 个中断源(8052/8032 为 6 个);
- 全双工串行口;
- 布尔位操作处理器。