

51单片机 开发与应用



◎ 主编 赵丽清

中国石油大学出版社

51单片机开发与应用

主 编 赵丽清

副主编 殷元元

主 审 刘立山 龚丽农

中国石油大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

51 单片机开发与应用/赵丽清主编. —东营:中国石油
大学出版社,2009.8

ISBN 978-7-5636-2892-6

I. 5… II. 赵… III. 单片微型计算机—基本知识
IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 138854 号

书 名: 51 单片机开发与应用

作 者: 赵丽清

责任编辑: 宋秀勇 满云凤(电话 0546—8392139)

封面设计: 赵志勇

出 版 者: 中国石油大学出版社(山东 东营, 邮编 257061)

网 址: <http://www.uppbook.com.cn>

电子信箱: yibian8392139@163.com

印 刷 者: 东营石大博雅印务有限公司

发 行 者: 中国石油大学出版社(电话 0546—8391809)

开 本: 185×260 印张: 17.125 字数: 437 千字

版 次: 2009 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

定 价: 26.00 元

前言

PREFACE

单片机在工业控制、机电一体化、智能仪表、通信、家用电器等方面得到了广泛应用,显著提高了机电设备的技术水平和自动化程度。因此,机电类专业的学生需要掌握单片机软件和硬件的设计以及接口和应用技术,“单片机原理与接口技术”已经成为理工院校机电类专业的重要课程之一。

本书针对机电类专业学生的学习需要和知识基础,并照顾到高职高专学生的特点,结合编者长期教学和科研的经验与体会编写而成。

本书的内容遵循由浅入深、循序渐进、精练、全面的原则,通过常用的 MCS-51 系列单片机介绍了计算机的基础知识、MCS-51 系列单片机的结构及原理、寻址方式和指令系统、汇编语言程序设计、定时/计数器、串口通信、中断系统、存储器的扩展、单片机的接口技术和单片机应用系统的设计与开发及抗干扰技术等内容,使读者不仅能够在较少的课时内掌握单片机原理,而且能够了解较多的接口技术方面的知识。

本书的创新点主要有以下两方面:

第一是全新的绪论内容。本书的绪论内容完全不同于其他的单片机教材。其不但涵盖了 51 单片机的简介,而且对 PIC、AVR、ARM 等均作了介绍。让学生能够对单片机有整体的概念把握,而且在对比中理解什么是 MCS-51 系列单片机。

第二是课后增加的阅读部分。将嵌入式系统的概念作为课后阅读,在一定程度上弥补了教材滞后于科技发展的现状。

全书由赵丽清主编,副主编为殷元元。其中,刘立山老师作为主审对该书的编写提出了很多宝贵的意见,龚丽农老师也为该书的出版发行给与了大力的支持。在本书的后期制作中王克义、驰世浩、王超等都为本书的出版付出了努力。在此一并表示感谢。

由于作者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在不足之处,恳请读者批评指正。

编者

2009 年 5 月

目 录

CONTENTS

第 1 章 绪论	(1)
1.1 单片机的产生和发展	(1)
1.1.1 什么是单片机	(1)
1.1.2 单片机技术发展的四个阶段	(1)
1.1.3 单片机的发展趋势	(3)
1.1.4 单片机的应用范围	(3)
1.1.5 MCS-51 系列单片机的家族简介	(4)
1.1.6 主要单片机芯片厂商	(5)
1.1.7 国内常用 8 位单片机	(6)
1.2 关于 PIC、AVR、ARM	(7)
1.2.1 什么是 PIC 单片机	(7)
1.2.2 什么是 AVR 单片机	(7)
1.2.3 什么是 ARM	(7)
思考题与习题	(8)
课后阅读资料	(9)
第 2 章 MCS-51 系列单片机的结构及原理	(13)
2.1 MCS-51 系列单片机的内部结构	(13)
2.2 MCS-51 系列单片机的引脚功能	(15)
2.2.1 MCS-51 系列单片机引脚简介	(16)
2.2.2 三总线结构	(18)
2.3 单片机的存储器	(18)
2.3.1 程序存储器	(18)
2.3.2 数据存储器	(19)
2.3.3 特殊功能寄存器(SFR)	(20)
2.4 并行 I/O 口	(23)
2.4.1 P0 口的结构	(24)
2.4.2 P1 口的结构	(25)
2.4.3 P2 口的结构	(25)
2.4.4 P3 口的结构	(25)



2.5 时钟电路与复位	(26)
2.5.1 振荡器和时钟电路	(26)
2.5.2 CPU 的时序及有关概念	(27)
2.5.3 单片机的复位状态	(27)
2.5.4 单片机的复位电路	(28)
2.6 掉电保护和低功耗设计	(30)
2.6.1 掉电保护	(30)
2.6.2 80C51 的低功耗设计	(31)
思考题与习题	(31)
第 3 章 MCS-51 系列单片机的寻址方式和指令系统	(33)
3.1 指令系统简介	(33)
3.1.1 指令概述	(33)
3.1.2 汇编语言指令格式	(34)
3.1.3 机器码的三种格式	(34)
3.1.4 指令中常用符号说明	(35)
3.2 寻址方式	(35)
3.2.1 立即寻址	(35)
3.2.2 直接寻址	(36)
3.2.3 寄存器寻址	(36)
3.2.4 寄存器间接寻址	(36)
3.2.5 变址寻址	(37)
3.2.6 相对寻址	(37)
3.2.7 位寻址	(37)
3.3 数据传送类指令	(38)
3.3.1 内部 RAM 数据传送指令	(38)
3.3.2 访问外部 RAM 的数据传送指令	(40)
3.3.3 程序存储器向累加器 A 传送数据指令	(40)
3.3.4 数据交换指令	(41)
3.3.5 堆栈操作指令	(42)
3.4 算术运算类指令	(42)
3.4.1 加法指令	(43)
3.4.2 带进位加法指令	(43)
3.4.3 带借位减法指令	(44)
3.4.4 加 1 指令	(45)
3.4.5 减 1 指令	(45)
3.4.6 乘、除法指令	(45)
3.4.7 十进制调整指令	(46)
3.5 逻辑运算及移位类指令	(48)
3.5.1 逻辑与运算指令	(48)
3.5.2 逻辑或运算指令	(48)



3.5.3 逻辑异或运算指令	(49)
3.5.4 累加器清零、取反指令	(49)
3.5.5 循环移位指令	(49)
3.6 控制转移类指令	(50)
3.6.1 无条件转移指令	(50)
3.6.2 条件转移指令	(52)
3.6.3 子程序调用及返回指令	(55)
3.6.4 空操作指令	(57)
3.7 位操作类指令	(57)
3.7.1 位变量传送指令	(57)
3.7.2 位置位、清零指令	(58)
3.7.3 位逻辑运算指令	(58)
3.7.4 位控制转移指令	(58)
思考题与习题	(59)
第4章 汇编语言程序设计	(63)
4.1 程序设计概述	(63)
4.1.1 程序设计语言简介	(63)
4.1.2 汇编语言程序设计步骤	(64)
4.2 汇编语言源程序的编辑和汇编	(64)
4.2.1 伪指令	(65)
4.2.2 源程序的编辑和汇编	(66)
4.3 汇编语言程序设计	(67)
4.3.1 顺序程序设计	(68)
4.3.2 分支程序设计	(69)
4.3.3 循环程序设计	(71)
4.3.4 子程序设计	(78)
4.4 其他程序设计方法	(83)
4.4.1 查表程序设计	(83)
4.4.2 散转程序设计	(87)
4.5 实用于程序举例	(91)
4.5.1 代码转换类子程序	(92)
4.5.2 运算类子程序	(97)
4.5.3 数据比较类子程序	(102)
思考题与习题	(108)
第5章 定时/计数器	(110)
5.1 定时/计数器 0 和 1	(110)
5.1.1 定时/计数器的结构及功能	(110)
5.1.2 定时/计数器 0 和 1 的控制和状态寄存器	(111)
5.1.3 T0 和 T1 的 4 种工作模式	(113)



5.2 定时/计数器 2	(115)
5.2.1 T2 控制寄存器 T2CON	(115)
5.2.2 定时/计数器 T2 的工作方式	(116)
5.3 定时/计数器的应用	(117)
5.3.1 定时/计数器模式 0 的应用	(118)
5.3.2 定时/计数器模式 1 的应用	(118)
5.3.3 定时/计数器模式 2 的应用	(119)
5.3.4 定时/计数器门控位 GATE 的应用	(119)
5.3.5 运行中读定时/计数器	(120)
思考题与习题	(120)
第 6 章 串行接口	(122)
6.1 串行通信概述	(122)
6.1.1 串行通信的实现	(122)
6.1.2 串行通信的通信方式	(123)
6.1.3 串行通信的传输方式	(125)
6.2 MCS-51 系列单片机的串行接口	(125)
6.2.1 MCS-51 系列单片机串行口的结构	(126)
6.2.2 MCS-51 单片机串行口的控制	(126)
6.2.3 波特率设计	(128)
6.3 串行口工作模式	(129)
6.3.1 模式 0	(129)
6.3.2 模式 1	(130)
6.3.3 模式 2	(131)
6.3.4 模式 3	(131)
6.4 串行通信应用举例	(131)
6.4.1 串行口在模式 0 时的应用	(131)
6.4.2 串行口在模式 1 时的应用	(133)
6.4.3 串行口在模式 2 和模式 3 时的应用	(135)
6.5 MCS-51 系列单片机实用通信技术	(137)
6.5.1 单片机双机通信技术	(137)
6.5.2 单片机多机通信技术	(143)
6.5.3 单片机与 PC 机通信设计	(150)
思考题与习题	(153)
第 7 章 中断系统	(155)
7.1 中断的基本概念	(155)
7.1.1 什么是中断	(155)
7.1.2 中断服务程序与调用子程序的区别	(156)
7.2 中断源和中断标志	(156)
7.2.1 中断源	(156)
7.2.2 中断请求标志	(157)



7.3	中断控制	(158)
7.3.1	中断允许控制寄存器 IE	(158)
7.3.2	中断优先级控制寄存器 IP	(158)
7.4	中断处理过程	(159)
7.4.1	中断响应	(159)
7.4.2	中断处理	(160)
7.4.3	中断返回	(160)
7.4.4	中断请求的撤除	(161)
7.4.5	中断响应时间	(161)
7.5	中断功能的应用实例	(161)
	思考题与习题	(169)
第 8 章	存储器的扩展	(171)
8.1	概述	(171)
8.1.1	MCS-51 系列单片机的片外总线结构	(171)
8.1.2	MCS-51 系列单片机的系统扩展能力	(172)
8.1.3	MCS-51 系列单片机扩展常用存储器芯片	(173)
8.2	地址的锁存	(174)
8.2.1	锁存的作用	(174)
8.2.2	地址锁存器	(174)
8.2.3	地址译码	(175)
8.3	外部存储器的扩展方法	(178)
8.3.1	外部存储器扩展的内容和步骤	(178)
8.3.2	程序存储器的扩展	(179)
8.3.3	数据存储器的扩展	(186)
	思考题与习题	(189)
第 9 章	单片机的接口技术	(190)
9.1	单片机接口技术的基本方法	(190)
9.1.1	MCS-51 单片机的接口信号和编址方法	(190)
9.1.2	单片机与外设的数据交换方式	(191)
9.1.3	I/O 指令与编程方法	(192)
9.2	并行接口技术	(193)
9.2.1	简单并行 I/O 接口扩展	(193)
9.2.2	8155 可编程 I/O 接口及扩展技术	(194)
9.2.3	8255 可编程接口电路的扩展	(199)
9.3	单片机键盘接口技术	(203)
9.3.1	键的识别	(203)
9.3.2	键盘接口和程序设计	(205)
9.4	数码显示器接口电路	(207)
9.4.1	单片机与 LED 显示器接口技术	(208)
9.4.2	单片机与液晶显示器接口技术	(210)



9.5 A/D 与 D/A 转换接口技术	(212)
9.5.1 D/A 转换接口技术	(212)
9.5.2 A/D 转换接口技术	(215)
思考题与习题	(217)
第 10 章 单片机应用系统的设计与开发	(219)
10.1 单片机应用系统设计的一般方法	(219)
10.1.1 硬件设计及制作的一般方法	(219)
10.1.2 软件设计的一般方法	(219)
10.2 交通信号灯的单片机控制	(220)
10.2.1 交通信号灯的定时控制	(220)
10.2.2 干支线路口的交通信号灯控制	(221)
10.2.3 特种车辆优先的交通信号灯控制	(222)
10.3 步进电机的单片机控制	(224)
10.3.1 步进电机的控制原理	(224)
10.3.2 步进电机的单片机控制	(224)
10.4 单总线	(228)
10.4.1 单总线简介	(228)
10.4.2 DS18B20 构成的单总线测温系统	(228)
10.5 I ² C 串行总线扩展技术	(236)
10.5.1 I ² C 串行总线概述	(237)
10.5.2 I ² C 总线的数据传送	(238)
10.5.3 I ² C 总线数据传送的模拟	(242)
10.5.4 I ² C 总线应用程序设计实例	(248)
10.6 单片机与光电耦合器	(249)
10.6.1 光电耦合器工作原理	(249)
10.6.2 单片机与光电耦合器的接口	(250)
10.6.3 光电耦合器接口程序设计	(251)
10.7 倒计时器的设计	(252)
10.7.1 实时日历时钟芯片 DS12C887 简介	(252)
10.7.2 倒计时器的硬件电路设计	(255)
10.7.3 倒计时器的软件设计	(255)
思考题与习题	(257)
附录	(258)
参考文献	(264)



第 1 章 绪 论

1.1 单片机的产生和发展

1.1.1 什么是单片机

所谓单片机,就是把中央处理器 CPU(Central Processing Unit)、存储器(Memory)、定时器、I/O(Input/Output)接口电路等一些计算机的主要功能部件集成在一块电路芯片上的微型计算机。虽然,单片机只是一个芯片,但从组成和功能上看,它已具有微型计算机系统的含义。中文“单片机”的称呼由英文名称“Single Chip Microcomputer”直接翻译而来。单片机把微型计算机的各主要部分集成在一块芯片上,大大缩短了系统内信号的传送距离,从而提高了系统的可靠性及运行速度。在工业测控领域中,单片机系统是最理想的控制系统。所以,单片机是典型的嵌入式系统,是嵌入式系统低端应用的最佳选择。

1.1.2 单片机技术发展的四个阶段

单片机的发展经历了探索、完善、MCU 化、百花齐放四个阶段。

1. 芯片化探索阶段

20 世纪 70 年代,美国的 Fairchild(仙童)公司首先推出了第一款单片机 F-8,随后 Intel 公司推出了影响面更大、应用更广的 MCS-48 系列单片机。MCS-48 系列单片机的推出,标志着工业控制领域进入到智能化嵌入式应用的芯片形态计算机的探索阶段。参与这一探索阶段的还有 Motorola、Zilog 和 TI 等大公司,它们都取得了令人满意的成果,确立了在 SCMC 嵌入式应用中的地位。这就是“Single Chip Microcomputer”的诞生年代,单片机一词即由此而来。这一时期的特点是:

- ◆ 嵌入式计算机系统的芯片集成设计;
- ◆ 少资源、无软件,只能保证基本的控制功能。

2. 结构体系的完善阶段

在 MCS-48 系列单片机探索成功的基础上很快推出了完善的、典型的 MCS-51 系列单片机。MCS-51 系列单片机的推出,标志着“Single Chip Microcomputer”体系结构的完善。它在以下几个方面奠定了典型的通用总线型单片机的体系结构。这时期的特点为:

(1) 完善的总线结构:

- ◆ 并行总线:8 位数据总线、16 位地址总线及相应的控制总线,两个独立的地址空间;
- ◆ 串行总线:通信总线,扩展总线。

(2) 完善的指令系统:

- ◆ 具有很强的位处理功能和逻辑控制功能,以满足工业控制等方面的需要;
- ◆ 功能单元的 SFR(特殊功能寄存器)集中管理。



(3) 完善的 MCS-51 系列单片机成为 SMC 的经典体系结构。此后,许多电气商在 MCS-51 系列单片机的内核和体系结构的基础上,又生产出了各具特色的单片机。

3. 从 SMC 向 MCU 化的过渡阶段

Intel 公司推出的 MCS-96 系列单片机,将一些用于测控系统的模数转换器(ADC)、程序运行监视器(WDT)、脉宽调制器(PWM)、高速 I/O 口等纳入片中,体现了单片机的微控制器特征。MCS-51 系列单片机向各大电气商广泛扩散,许多电气厂商竞相使用 80C51 内核,将许多测控系统中使用的电路技术、接口技术、可靠性技术应用到单片机中。随着单片机内外围功能电路的增强,强化了智能控制器特征。微控制器(Microcontrollers)成为单片机较为准确表达的名词。其特点如下:

- (1) 满足嵌入式应用要求的外围扩展,如 WDT、PWM、ADC、DAC、高速 I/O 口等;
- (2) 众多计算机外围功能集成,如提供串行扩展总线(SPI、I2C、1-Wire),配置现场总线接口;CAN BUS;
- (3) CMOS 化,提供功耗管理功能。

4. MCU 化的百花齐放阶段

单片机发展到这一阶段,表明单片机已成为工业控制领域中普遍采用的智能化控制工具。为满足不同的要求,出现了高速、大寻址范围、强运算能力和多机通信能力的 8 位、16 位、32 位通用型,小型廉价型,外围系统集成的专用型,以及形形色色各具特色的现代单片机。可以说,单片机的发展进入了百花齐放的时代,为用户的选择提供了空间。这一时期的特点如下:

(1) 电气商、半导体商的普遍介入。MCS-48 的成功,刺激了许多半导体公司竞相研制和发展自己的单片机系列。到目前为止,世界各地厂商已相继研制出大约 50 个系列 300 多个品种的单片机产品。其中,较有代表性的有 Motorola 公司的 6801、6802, Zilog 公司的 Z-8 系列, Microchip 公司的 PIC 系列等。此外, NEC 公司、日立公司也都推出了各自具有特色的单片机品种。

(2) 大力发展专用型单片机。通用型与专用型是按某一型号单片机适用范围区分的。例如,80C51 是通用型单片机,它并不是为某一种专门用途设计的单片机;而专用型单片机是针对某一类产品甚至某个产品需要而设计、生产的单片机。例如,来电显示电话中配有液晶驱动器接口的单片机和全自动洗衣机中的微控制器,都是专用单片机;特别是小家电、玩具领域的单片机,因为小封装、价格低廉、外围器件、外设接口集成度高,多数为专用单片机。

(3) 提高综合品质。在体系结构(RISC)、电磁兼容性(EMC)、开发环境(高级语言支持 ISP、IAP 等)、功耗管理等诸方面得到了提高。根据控制单元设计的方式与采用的技术不同,目前市场上的这些单片机可区分为两大类型:繁杂指令集结构(CISC 架构)和精简指令集结构(RISC 架构)。繁杂指令集结构(CISC)的特点是指令数量多,寻址方式丰富,较适合初学者系统学习,如 INTEL 的 80C51 或 80C196、MC68K;而精简指令集结构(RISC)具有较少的指令与寻址模式,结构简单,成本较低,执行程序的速度较快,成为单片机的后起之秀,如 PIC、EM78XXX 和 Z86HCXX。ISP(In System Programming)和 IAP(In Application Programming)方式是两种先进的实时在线开发方式。它们无须传统的开发装置,借助计算机和单片机的高性能,实现了真正的在线仿真。

(4) C 语言的广泛支持:

- ◆ 单片机普遍支持 C 语言编程,为后来者学习和应用单片机提供了方便;
- ◆ 高级语言减少了选型障碍,便于程序的优化、升级和交流。



(5) 多种选择下的选择原则:

- ◆ 寻求最简化的单片机应用系统;
- ◆ 尽可能选择专用单片机;
- ◆ 综合考虑下进行合理的选择。

1.1.3 单片机的发展趋势

1. 制作工艺 CMOS 化

出于对低功耗的普遍要求,目前各大厂商推出的各类单片机产品都采用了 CHMOS 工艺。80C51 系列单片机采用两种半导体工艺生产:一种是 HMOS 工艺,即高密度短沟道 MOS 工艺;另外一种 CHMOS 工艺,即互补金属氧化物的 HMOS 工艺。CHMOS 是 CMOS 和 HMOS 的结合,除保持了 HMOS 的高速度和高密度的特点之外,还具有 CMOS 低功耗的特点。例如,8051 的功耗为 630 mW,而 80C51 的功耗只有 120 mW。在便携式、手提式或野外作业仪器设备上低功耗是非常有意义的。因此,在这些产品中必须使用 CHMOS 的单片机芯片。

2. 尽量实现单片化

尽管我们常说,单片机是将中央处理器 CPU、存储器和 I/O 接口电路等主要功能部件集成在一块集成电路芯片上的微型计算机,但由于工艺和其他方面的原因,很多功能部件并未集成在单片机芯片内部。于是,用户通常的做法是根据系统设计的需要在外围扩展功能芯片。随着集成电路技术的快速发展和“以人为本”思想在单片机设计上的体现,很多单片机生产厂家充分考虑到用户的需求,将一些常用的功能部件,如 ADC(模/数转换器)、DAC(数/模转换器)、PWM(脉冲产生器)以及 LCD(液晶)驱动器等,集成到芯片内部,尽量做到单片化。同时,用户还可以提出要求,由厂家量身定做(SOC 设计)或自行设计。

3. 共性与个性共存

如今的市场为我们提供了丰富多彩的单片机产品。从宏观上讲,有 RISC 和 CISC 两大类型;从微观上说,有 Intel、Motorola、Philips、Microchip、EMC、NEC 等公司的相关产品。在未来相当长的时间内,都将维持这种群雄并起、共性与个性共存的局面。究其原因,主要有以下两点。首先,以 80C51 为代表的单片机的基础地位不会动摇。这是因为 80C51 的架构和指令系统为后来的单片机提供了参考基准和强大支持,凡是学过 80C51 单片机的人再去学习其他类型的单片机易如反掌。其次,个性化的产品如专用单片机等在满足用户需求方面得到了大家的认可,在应用领域大有后来赶上的架势;它们由于先天的优势,在 80C51 的基础上扬长避短,以用户需要为根本,在市场上很受欢迎。

1.1.4 单片机的应用范围

在说单片机应用之前,首选来谈谈我们使用的电脑(PC 机),现在个人电脑的性能比以前已经得到了极大的提高,普通 PC 机的运行速度就已经达到了 3 GB 以上。

相比之下,单片机的硬件配置就没有通用计算机那么高了,单片机运算速度一般只有几兆至几十兆,如 51 单片机常用的晶振频率有 6 MHz、11.059 2 MHz 和 24 MHz 等;单片机内部程序空间也比较小,一般在几千字节到几万字节;单片机内存 RAM 一般几百字节。虽然,单片微型计算机的性能无法和电脑相比,但是,单片机具有高可靠性、体积小、智能性、实时性、可塑性强(只要写入不同的程序,同一片单片机能够完成不同的工作)等诸多特点,而且价格低



廉,如一片 89S51 单片机才几块钱。正是这些特点,使单片机成为工程师们开发嵌入式应用系统和小型智能化产品的首选。

举个单片机应用的典型例子,如老式洗衣机采用机械式定时控制器,功能单一,而故障频繁。要开发家用智能化洗衣机,采用性能强大的通用计算机(PC 机)固然能够轻易实现,但是这样就大材小用了,而且其成本太高,体积庞大,最佳的解决方案就是采用廉价单片机。采用“单片机+控制程序+接口电路+执行机构”的智能化洗衣机控制方案后,洗衣机就具有智能化的特性,能够自动进行控制整个洗涤过程,从注水、加洗衣粉、洗涤、漂洗、脱水、烘干等一系列工作过程,甚至能够自动判断洗衣量及衣服材质而采用最佳的洗涤方式等,并且有多种不同的洗涤程序(方式)给你选择,你只需把衣服放进去后洗衣过程就由单片机自动控制下完成了,洗涤完后你拿出来就已经烘干可以穿了,实实在在的全自动,智能化,这样极大地降低了我们的劳动强度。

从上面的简单例子中,我们看到了单片机应用的现实意义了。单片机凭借其极高的可靠性、微型性和智能性(我们只要编写不同的程序单片机就能够完成不同的控制工作)已成为工业控制领域中普遍采用的智能化控制工具,深深地渗入到我们的日常生活当中。小到玩具、家电行业,大到车载、舰船电子系统,遍及计量测试、工业过程控制、机械电子、金融电子、商用电子、办公自动化、工业机器人、军事和航空航天等领域,都可见到单片机的身影。以下是一些应用举例。

(1) 智能产品。单片机微处理器与传统的机械产品相结合,使传统机械产品结构简单化、控制智能化,构成新一代的机电一体化的产品。例如,传真打字机采用单片机可以取代近千个机械器件,缝纫机采用单片机控制,可执行多功能自动操作、自动调速、控制缝纫花样的选择。

(2) 智能仪表。用单片机微处理器改良原有的测量、控制仪表,能使仪表数字化、智能化、多功能化、综合化。而测量仪器中的误差修正、线性化等问题也可迎刃而解。

(3) 测控系统。用单片机微处理器可以设计各种工业控制系统、环境控制系统、数据控制系统。如温室人工气候控制、水闸自动控制、电镀生产线自动控制、汽轮机电液调节系统等。

(4) 数控型控制机。在目前数字控制系统的简易控制机中,采用单片机可提高可靠性,增强其功能,降低成本。例如,在两坐标的连续控制系统中,用 8051 单片机微处理器组成的系统代替 Z-80 组台系统,在完成同样功能的条件下,其程序长度可减少 50%,提高了执行速度。

(5) 智能接口。电脑系统,特别是较大型的工业测控系统中,除外围装置(打印机、键盘、磁盘、CRT)外,还有许多外部通信、采集、多路分配管理、驱动控制等接口。这些外围装置与接口如果完全由主机进行管理,势必造成主机负担过重,降低执行速度,如果采用单片机进行接口的控制与管理,单片机微处理器与主机可并行工作,大大地提高了系统的执行速度。例如,在大型数据采集系统中,用单片机对模/数转换接口进行控制不仅可提高采集速度,还可对数据进行预处理,如数字滤波、线性化处理、误差修正等。在通信接口中采用单片机,可对数据进行编码译码、分配管理、接收/发送控制等。

1.1.5 MCS-51 系列单片机的家族简介

虽然目前单片机的品种很多,但其中最具代表性的当属 Intel 公司的 MCS-51 系列单片机。MCS-51 以其典型的结构、完善的总线、特殊功能寄存器(SFR)的集中管理模式和位操作系统以及面向控制功能的丰富的指令系统,为单片机的发展奠定了良好的基础。MCS-51 系列的典型芯片是 80C51(CHMOS 型的 8051)。为此,众多的厂商都介入了以 80C51 为代表的



8 位单片机的发展,如 Philips、Siemens(Infineon)、Dallas、ATMEL 等公司,我们把这些公司生产的与 80C51 兼容的单片机统称为 80C51 系列。特别是在近年来,80C51 系列又有了许多发展,推出了一些新产品,主要是改善单片机的控制功能,如内部集成了高速 I/O 口、ADC、PWM、WDT 以及低电压低功耗、电磁兼容、串行扩展总线、控制网络总线性能等。

ATMEL 公司研制的 89CXX 系列是将 Flash Memory(E²PROM)集成在 80C51 中,作为用户程序存储器,并不改变 80C51 的结构和指令系统。Philips 公司的 83/87C7XX 系列不改变 80C51 的结构和指令系统,只是省去了并行扩展总线,属于非总线的廉价型单片机,特别适合于家电产品。Infineon(原 Siemens 半导体)公司推出的 C500 系列单片机在保持与 80C51 兼容的前提下,增强了各项性能,尤其是增强了电磁兼容性能,增加了 CAN 总线接口,特别适用于工业控制、汽车电子、通信和家电领域。

1.1.6 主要单片机芯片厂商

ATMEL 公司的 AVR 单片机,是增强型 RISC 内载 Flash 的单片机,芯片上的 Flash 存储器附在用户的产品中,可随时编程、再编程,使用户的产品设计容易,更新换代方便。AVR 单片机采用增强的 RISC 结构,使其具有高速处理能力,在一个时钟周期内可执行复杂的指令,每 MHz 可实现 1MIPS 的处理能力。AVR 单片机工作电压为 2.7~6.0 V,可以实现耗电最优化。AVR 的单片机广泛应用于计算机外部设备,工业实时控制,仪器仪表,通讯设备,家用电器,宇航设备等各个领域。

Motorola 是世界上最大的单片机厂商。从 M6800 开始,开发了广泛的品种,4 位、8 位、16 位、32 位的单片机都能生产。其中,典型的代表是:8 位机 M6805、M68HC05 系列,8 位增强型 M68HC11、M68HC12,16 位机 M68HC16,32 位机 M683XX。Motorola 单片机的特点之一是在同样的速度下所用的时钟频率较 Intel 类单片机低得多,因而使得高频噪声低,抗干扰能力强,更适用于工控领域及恶劣的环境。

MicroChip(微芯)单片机:MicroChip 单片机的主要产品是 PIC 的 16C 系列和 17C 系列 8 位单片机,CPU 采用 RISC 结构,分别仅有 33、35、58 条指令,采用 Harvard 双总线结构,运行速度快,低工作电压,低功耗,较大的输入输出直接驱动能力,价格低,一次性编程,小体积。适用于用量大、档次低、价格敏感的产品。在办公自动化设备、消费电子产品、电讯通信、智能仪器仪表、汽车电子、金融电子、工业控制不同领域都有广泛的应用,PIC 系列单片机在世界单片机市场份额排名中逐年提高,发展非常迅速。

MDT20XX 系列单片机:Micom 公司生产的工业级 OTP 单片机,与 PIC 单片机管脚完全一致。海尔集团的电冰箱控制器、TCL 通信产品、长安奥拓铃木小轿车功率分配器就采用这种单片机。

EM78 系列 OTP 型单片机:台湾义隆电子股份有限公司生产,可直接替代 PIC16CXX,管脚兼容,软件可转换。

Scenix 单片机:Scenix 公司推出的 8 位 RISC 结构 SX 系列单片机,在技术上,其独到之处在于 SX 系列是双时钟设置,指令运行速度快。

EPSON 单片机:EPSON 单片机以低电压、低功耗和内置 LCD 驱动器等特点著称于世,尤其是 LCD 驱动部分做得很好。广泛用于工业控制、医疗设备、家用电器、仪器仪表、通信设备和手持式消费类产品等领域。目前,EPSON 已推出 4 位单片机 SMC62 系列、SMC63 系列、SMC60 系列和 8 位单片机 SMC88 系列。



东芝单片机:东芝单片机门类齐全,4 位机在家电领域有很大市场,8 位机主要有 870 系列、90 系列。该类单片机允许使用慢模式,采用 32 kHz 时钟时,功耗降至 10 μ A 数量级。东芝的 32 位单片机采用“MIPS 3000A RISC”的 CPU 结构,面向 VCD、数字相机、图像处理等市场。

8051 单片机:8051 单片机最早由 Intel 公司推出,其后,多家公司购买了 8051 的内核,使得以 8051 为内核的 MCU 系列单片机在世界上产量最大,应用也最广泛,有人推测 8051 可能最终形成事实上的标准 MCU 芯片。

LG 公司生产的 GMS90 系列单片机,与 Intel MCS-51、Atmel 89C51/52、89C2051 等单片机兼容,采用 CMOS 技术,高达 40 MHz 的时钟频率,广泛应用于多功能电话、智能传感器、电表、工业控制、防盗报警装置、各种计费器、各种 IC 卡装置、DVD、VCD、CDROM 等产品。

华邦单片机:华邦公司的 W77、W78 系列 8 位单片机的脚位和指令集与 8051 兼容,但每个指令周期只需要 4 个时钟周期,速度提高了三倍,工作频率最高可达 40 MHz。同时增加了“Watchdog Timer”,6 组外部中断源,2 组 UART,2 组“Data pointer”及“Wait state control pin”。W741 系列的 4 位单片机带有液晶驱动,可以在线烧录,保密性高,操作电压(1.2~1.8 V)低。

Zilog 单片机:Z8 单片机是 Zilog 公司的产品,采用多累加器结构,有较强的中断处理能力。Z8 单片机以低价位面向低端应用。

NS 单片机:COP8 单片机是 NS(美国国家半导体公司)的产品,内部集成了 16 位 A/D,这是不多见的,在看门狗多路及 STOP 方式下单片机的唤醒方式上都有独到之处。此外,COP8 的程序加密也做得比较好。

1.1.7 国内常用 8 位单片机

关于 51 系列的单片机的介绍,可以安装一个开发软件 Keilc。其中,有一个芯片选择页,介绍了各厂商绝大部分 51 单片机的性能。目前,国内比较常用的 8 位单片机有以下几种。

(1) 基于 Intel 的 8031 内核结构的 51 系列单片机,目前流行的有 Atmel 的 89S5X 和 89C51XX 系列,NXP 的 P87、P89 等,SST 公司的 89E5XX 系列等,其次,台湾华邦的 51 单片机在计算机主板的 BIOS 中也很常见。

(2) 51 系列单片机的升级产品,如 C8051 和 AVR 等系列的 8 位机,目前在市场上也很活跃。

(3) 微芯公司的 PIC 单片机,凭借抗干扰强,封装向下兼容,资源丰富,在业界久负盛名。台湾许多 MCU 公司都是从抄袭它而发展的。

(4) TI 的 MSP430 在低功耗和数据处理上面的优势,在仪器和手持设备上业是业界的首选。但它是 16 位的单片机。

(5) 飞思卡尔(以前的摩托罗拉)HC 系列单片机,在国内也推广的比较多,但目前使用的人不是很广。

(6) 国产的一款 STC 系列的 51 单片机,凭借低价位,兼容传统 51 单片机,也被大家叫好,算是传统 51 单片机的改进型。

如今,8 位机正处在一个百花齐放的时代。但对于技术人员来说,只要先掌握好了其中的一种,就可以轻松掌握其他型号的。特别是对于用 C 编程的开发人员来说,一般只要一两周



的时间就可以快速的掌握另一种型号的单片机。

1.2 关于 PIC、AVR、ARM

1.2.1 什么是 PIC 单片机

PIC 系列单片机是美国 Microchip 公司推出的 8 位单片机。其中, PIC16C5X 是低价商用单片机, 内部有程序存储器(0.5~2 KB)、工作寄存器(32~80 个)、33 条精简指令, 具有内部看门狗(WDT)、时钟/脉冲计数器 RTCC、双向可编程 I/O 口(12~20 个), PIC 的 OTP(一次性可编程)型芯片特别适合商品化的开发生产。PIC 系列单片机与 MCS-51 系列单片机的区别有以下三个方面:

(1) 总线结构: MCS-51 的总线结构是冯-诺依曼型, 计算机在同一个存储空间取指令和数据, 两者不能同时进行; 而 PIC 的总线结构是哈佛结构, 指令和数据空间是完全分开的, 一个用于指令, 一个用于数据, 由于可以对程序和数据同时进行访问, 所以提高了数据吞吐率。正因为 PIC 系列单片机中采用了哈佛双总线结构, 所以与常见的微控制器不同的一点是程序和数据总线可以采用不同的宽度。数据总线都是 8 位的, 但指令总线位数分别位 12、14、16 位。

(2) 流水线结构: MCS-51 的取指和执行采用单指令流水线结构, 即取一条指令, 执行完后取下一条指令; 而 PIC 的取指和执行采用双指令流水线结构, 当一条指令被执行时, 允许下一条指令同时被取出, 这样就实现了单周期指令。

(3) 寄存器组: MCS-51 需要两个或两个以上的周期才能改变寄存器的内容; 而 PIC 的所有寄存器, 包括 I/O 口, 定时器和程序计数器等都采用 RAM 结构形式, 而且都只需要一个指令周期就可以完成访问和操作。

1.2.2 什么是 AVR 单片机

1997 年, 由 ATMEL 公司挪威设计中心的 A 先生与 V 先生利用 ATMEL 公司的 Flash 新技术, 共同研发出 RISC 精简指令集的高速 8 位单片机, 简称 AVR。ATMEL 公司的 AVR 单片机, 是增强型 RISC 内载 Flash 的单片机, 芯片上的 Flash 存储器附在用户的产品中, 可随时编程, 再编程, 使用户的产品设计容易, 更新换代方便。AVR 单片机采用增强的 RISC 结构, 具有高速处理能力, 在一个时钟周期内可执行多个复杂的指令, 1 MHz 可实现 1 MIPS 的处理能力。AVR 单片机工作电压为 2.7~6.0 V, 可以实现耗电最优化。AVR 的单片机广泛应用于计算机外部设备、工业实时控制、仪器仪表、通讯设备、家用电器、宇航设备等各个领域。AVR 大部分型号的性价比较高, 性价比表现突出的型号有 atmega48、atmega8、atmega16、atmega169P。通用型号的 AVR 供货较为稳定, 非常规型号的 AVR 样品及供货仍存在问题。目前, AVR 的市场占有率还是不如 PIC 与 MCS-51, 但 AVR 的优点使得 AVR 的市场占有一直在扩展, AVR 的年用量也一直在上涨。

1.2.3 什么是 ARM

ARM 即 Advanced RISC Machines 的缩写, 既可以认为是一个公司的名字, 也可以认为是对一类微处理器的通称, 还可以认为是一种技术的名字。