

世纪精品 · 计算机等级考试书系

单片机技术与应用



《单片机技术与应用》编委会 编
叶 绿 主编

浙江科学技术出版社

世纪精品 · 计算机等级考试书系

单片机技术与应用



《单片机技术与应用》编委会 编
叶 绿 主编

浙江科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

单片机技术与应用/叶绿主编;《单片机技术与应用》
编委会编. —杭州:浙江科学技术出版社,2010.1
(世纪精品·计算机等级考试书系)
ISBN 978-7-5341-3495-1

I. 单… II. ①叶…②单… III. 单片微型计算机—
水平考试—自学参考资料 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 143492 号

丛 书 名 世纪精品·计算机等级考试书系
书 名 单片机技术与应用
主 编 叶 绿

出版发行 浙江科学技术出版社
杭州市体育场路 347 号 邮政编码: 310006
联系电话: 0571-85152486
E-mail: ycy@zkpress.com

排 版 杭州大漠照排印刷有限公司
印 刷 浙江全能印务有限公司

开 本	787×1092 1/16	印 张	17.75
字 数	415 000		
版 次	2010 年 1 月第 1 版		2010 年 1 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5341-3495-1	定 价	29.80 元

版权所有 翻印必究

(图书出现倒装、缺页等印装质量问题,本社负责调换)

策划组稿	张祝娟	责任编辑	余春亚
封面设计	金 晖	责任校对	赵 艳
责任印务	李 静		

《单片机技术与应用》

编纂委员会

主任 胡维华

委员 (以姓氏笔画为序)

王让定 何钦铭 陈庆章

赵建民 胡维华 俞瑞钊

凌云 楼程富 鲍铁虎

主编 叶 绿

编著者 叶 绿 向 坚 许加兵

孙丽慧 陈寿法 陈芳妮

向桂山

前 言

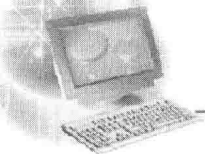
单片机是一类计算机,它是把智能赋予各种机械的微控制器,广泛用于如汽车电子、智能仪器、实时工控、通信设备、导航系统、家用电器等各个领域。单片机有体积小、功能强、功耗低、可靠性高和性价比高的特点,在过程控制、机电一体化产品、智能仪器、家用电器以及计算机网络与通信等方面得到了广泛的应用。单片机作为微型计算机的一个重要分支,它不是完成某一个逻辑功能的芯片,而是把一个计算机系统集成到一个芯片上。单片机及嵌入式系统开发的基础是单片机的理论与开发技术。本书能达到从入门到精髓、从理论到技能的渐进式学习效果,技术进步的速度正越来越快,作为单片机技术工程技术类的学生通过本书的学习将能不断地从书中挖掘理论知识和实践开发技术,并能转化为实际工作能力,对有志于跻身单片机领域技术行列的工作者会有很大帮助。

本书是针对目前最通用的单片机 8051 和目前最流行的程序设计语言 MCS - 51,以 Keil C51 编译器为工具来讲解单片机接口技术的教材。

全书分三个部分,共九章。第一部分(第一章、第二章)MCS - 51 基础篇,介绍 MCS - 51 单片机应用系统的基本语法和指令系统及程序设计等,其中第一章由浙江科技学院叶绿博士、向坚博士编写,第二章由浙江科技学院许加兵博士编写;第二部分(第三至第五章)单片机技术扩展篇,介绍单片机系统及其扩展技术、人-机界面、过程 I/O 通道等,其中第三章、第四章由浙江科技学院向坚博士编写,第五章由浙江科技学院陈寿法编写;第三部分(第六至第九章)提高篇,内容包括传感与驱动、单片机应用系统设计、常用单片机简介以及 MCS - 51 单片机 Keil 开发系统,通过实例来介绍 MCS - 51 的原理和使用方法,并给出了综合应用的例子,其中第六章由浙江科技学院向桂山博士编写,第七章、第八章由浙江科技学院孙丽慧编写,第九章由浙江科技学院陈芳妮博士编写。

本书结合了作者多年教学、科研实践所获取的经验,依据学习的认知规律来编排内容,充分体现了以人为本的指导思想。本书中实例较多,各章均配有习题,实用性强,既可作为高等院校、职业学校、电视大学等的教学用书,也可作为单片机应用的技术人员以及单片机爱好者自学单片机的自学参考用书。

在本书的编写过程中,杭州电子科技大学计算机学院的严义教授和浙江大学计算机学



院的陈天洲教授提供了许多宝贵的建议和意见,将他们在长期实践中积累的经验、体会和开发技术与技巧无私地奉献出来与广大读者分享。本书在编写过程中还得到浙江省计算机教学指导委员会、浙江省高校计算机教学研究会的指导与支持,曾先后多次召开提纲研讨会、书稿讨论会和审定会,并广泛征求不同层面的学者、专家的建议和意见,对于他们辛勤的劳动在此谨表示敬意和衷心的感谢!

希望本书能对单片机的教学、应用与推广起到一定的作用。由于本书内容覆盖面广,加上编者水平有限,书中难免有疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

《单片机技术与应用》编委会

2009年6月

目 录

第一篇 基础篇



第一章 MCS-51 单片机应用系统 1

第一节 概 述	1
第二节 MCS-51 系列单片机内部结构	10
第三节 中央处理器	13
第四节 MCS-51 存储器与存储空间	17
第五节 并行接口	20
第六节 最小应用系统	23
习 题	28



第二章 MCS-51 的指令系统及程序设计 29

第一节 指令格式	29
第二节 寻址方式	31
第三节 MCS-51 单片机指令系统	33
第四节 汇编语言及程序设计	48
第五节 程序设计举例	58
习 题	68

第二篇 扩展篇



第三章 单片机系统及其扩展技术 72

第一节 MCS-51 系统扩展原理	72
第二节 存储器扩展	74
第三节 扩展并行接口	81
第四节 串行通信	92



第五节 定时/计数器	105
第六节 中断系统	125
习 题	133



第四章 人-机界面 138

第一节 键盘接口	138
第二节 显示接口	148
第三节 微型打印机接口	156
习 题	161



第五章 输入/输出通道 163

第一节 模拟量输入通道	164
第二节 模拟量输出通道	178
习 题	183

第三篇 提高篇



第六章 传感与驱动 185

第一节 常见传感器简介	185
第二节 信号变送	187
第三节 输出驱动	189
第四节 MCS-51 的功率接口	192
习 题	208



第七章 单片机应用系统设计 209

第一节 总体设计	209
第二节 硬件设计	210
第三节 软件设计	214
第四节 单片机开发装置的使用与系统调用	218
第五节 程序固化与编程器的使用	219

第六节 应用举例	220
习 题	225



第八章 常用单片机简介 226

第一节 Intel MCS-96/98 系列单片机	226
第二节 PIC 系列单片机	231
第三节 Motorola 系列单片机	235
习 题	241



第九章 MCS-51 单片机 Keil 开发系统 244

第一节 MCS-51 单片机开发系统概述	244
第二节 μ Vision2 集成开发环境	244
第三节 Keil C51 开发基础	245
第四节 数组和指针	263
第五节 C51 预处理指令和条件编译	265
第六节 C 语言与汇编语言混合编程	267
习 题	267



主要参考文献 274

第一章 MCS-51 单片机应用系统

第一节 概 述

单片微型计算机简称单片机。由于它的结构及功能均按工业控制要求设计,因此其确切名称应是单片微控制器(Single Chip Micro-controller)。单片机是把微型计算机的各个功能部件,即中央处理器(CPU)、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、I/O 接口、定时/计数器以及串行通信接口等集成在一个芯片上,构成一个完整的微型计算机,故它又称为单片微型计算机(Single Chip Micro-computer)。

单片机又不同于单板机,在芯片没有开发前,它只是具备功能极强的超大规模集成电路,如果赋予它特定的程序,它便是一个最小的、完整的微型计算机控制系统。它与单板机或个人电脑(PC机)有着本质的区别,单片机的应用属于芯片级应用,需要用户了解单片机芯片的结构和指令系统以及其他集成电路应用技术与系统设计所需要的理论和技术,用这样特定的芯片设计应用程序,从而使该芯片具备特定的功能。

不同的单片机有着不同的硬件特征和软件特征,即它们的技术特征均不尽相同,硬件特征取决于单片机芯片的内部结构,若用户要使用某种单片机,必须了解该型产品是否满足需要的功能和应用系统所要求的特性指标。

一、单片机的产生、发展及应用

1. MCS-51 系列单片机发展简介

从最初的单片机发展到如今的新一代单片机,大致经历了三个年代。这三个年代的划分大致如下:

第一代:以 1976 年推出的 MCS-48 系列为代表。

其主要的技术特征是将 CPU 和计算机外围电路集成到了一个芯片上,当与通用 CPU 分道扬镳并构成新型工业微控制器取得了成功时,为单片机的进一步发展开辟了成功之路。

MCS-51 系列 8 位高档单片机是在总结 MCS-48 系列单片机的基础上,于 20 世纪 80 年代初推出的新产品。其主要的技术特征如下:

(1) 扩大了片内存储容量、外部寻址空间。程序存储器和外部数据存储器的寻址都增加为 64KB。4KB×8 ROM 作为内部程序存储器,用来存放系统程序、用户的专用程序

和固定常数。

在 MCS-51 系列单片机中,8031、8751 与 8051 的内部结构基本相同,其区别仅在于 8031 内部不含有程序存储器,必须由外部扩展。8751 内部程序存储器为可编程、可改写的只读存储器 EPROM,其内部程序由用户自行写入。

在片内数据存储器方面,采用 8 位地址,寻址范围为 256,其中 00H~7FH 为 128 字节的内部 RAM,用来存放用户的随机数;在 80H~FFH 范围内离散地分布着 21 个特殊功能寄存器,其中 11 个特殊功能寄存器具有位寻址能力。在内部 RAM 中,00H~1FH 可分为 4 个寄存器工作区。寄存器工作区由选择指令进行切换,从而有效地提高了 CPU 的现场保护能力和实时响应速度。20H~2FH 单元可进行位寻址。

(2) 增强了并行口、增设了全双工串行口 I/O。4 个 8 位并行 I/O 接口可用于地址和数据的传送,也可与 8243、8155 等连接,进行外部 I/O 接口的扩展。串行 I/O 接口是一个全双工串行通信口,可用于数据的串行接收和发送,这为构成串行通信网络提供了方便。

两个定时/计数器均为 16 位(比 8048 长 1 倍),且有 4 种工作方式,这样既提高了定时/计数范围,又使用户使用灵活、方便。

(3) 增强了中断系统。在 MCS-51 系列单片机中,设置有 2 级中断优先级,可接受 5 个中断源的中断请求,中断优先级别可由用户定义。这样,就使 MCS-51 系列单片机适用于数据采集与处理、智能仪器仪表和工业过程控制中。

(4) 具备较强的指令寻址和运算等功能。MCS-51 系列单片机有 111 条指令,可分为四大类,使用了 7 种寻址方式。这些指令 44% 为单字节指令,41% 为双字节指令,15% 为三字节指令。若用 12MHz 的晶体频率,50% 的指令可在 $1\mu\text{s}$ 内执行完毕,40% 的指令在 $2\mu\text{s}$ 内执行完毕。此外,还设有减法,比较和 8 位乘、除法指令。乘、除法指令的执行时间仅为 $4\mu\text{s}$,这样大大提高了 CPU 的运算与数据处理能力。

(5) 增设了颇具特色的布尔处理机。在 MCS-51 的指令系统中设置了位操作指令,可用于位寻址空间,这些位操作指令与位寻址空间一起构成布尔处理机。布尔处理机对于实时逻辑控制处理具有突出的优点。

可以看出,这一代单片机主要的技术特征是为单片机配置了完善的外部并行总线(AB、DB、CB)和具有多机识别功能的串行通信接口(UART),规范了功能单元的特殊功能寄存器(SFR)控制模式及适应控制器特点的布尔处理系统和指令系统,为发展具有良好兼容性的新一代单片机奠定了良好的基础。但是,第一代单片机未突破单片微机的内涵。

第二代:以 80C51 系列为代表。

Intel 公司于 1980 年推出的 MCS-51 奠定了嵌入式应用的单片微型计算机的经典体系结构,但不久就放弃了进一步发展计划,并实施了 8051 的技术开放政策。在 8051 实现开放后,Philips 公司作为全球著名的电器商以其在电子应用系统的优势,着力发展 80C51 的控制功能及外围单元,将 MCS-51 的单片微型计算机迅速地推进到 80C51 的 MCU 时代,形成了可满足大量嵌入式应用的单片机系列产品。

Flash ROM 的使用加速了单片机技术的发展,基于 Flash ROM 的 ISP/IAP 技术极大地改变了单片机应用系统的结构模式以及开发和运行条件;而在单片机中最早实现 Flash ROM 技术的是 Atmel 公司的 AT89CXX 系列。

我们习惯于将各厂家生产的与 51 兼容的形形色色的单片机系列称为 80C51 系列。它

们都采用 CMOS 工艺,并与 MCS-51 兼容。

80C51 系列单片机不仅包括了 Intel 公司发展 MCS-51 系列的新一代产品,如 8XC152、80C51FA/FB、80C51GA/GB、8XC451、8XC452,还包括了 Philips、Siemens、ADM、Fujitsu、OKI、Atmel 等公司以 80C51 为核心推出的大量各具特色、与 MCS-51 兼容的单片机。

80C51 系列单片机是在 MCS-51 的 HMOS 基础上发展起来的,它们具有 CHMOS 结构。80C51 系列单片机保留了 MCS-51 单片机的所有特性,内部组成基本相同。

80C51 系列单片机增设了两种可以用软件进行选择的低功耗工作方式:空闲方式和掉电方式。

87C51 单片机是 80C51 含 EPROM 的产品,89C51 单片机是 80C51 含 EEPROM 的产品。这种单片机有两级或三级程序存储器保密系统,用于保护 EPROM 或 EEPROM 中的程序,以防止非法拷贝。另外,87C51 单片机还可用智能编程法进行编程,使每个字节的编程时间由 50ms 减少到 4ms,其速度快,效率高。

新一代 80C51 系列单片机除了具有上述的结构特性外,其最主要的技术特点是向外部接口电路扩展,以实现微控制器(Micro-controller)完善的控制功能为己任。例如,为单片机配置了芯片间的串行总线如 I²C 总线,为单片机应用系统设计提供了更加灵活的方式。Philips 公司还为 80C51 系列 8XC592 单片机引入了具有较强功能的设备间网络系统总线——CAN(Controller Area Network BUS)等。这一系列的单片机为外部提供了相当完善的总线结构,为系统的扩展与配置打下了良好的基础。

在 80C51 系列产品中增加了一些外部接口功能单元,如 A/D、PWM、WDT(监视定时器)、高速 I/O 口、PCA(可编程计数器阵列)、计数器的捕获/比较逻辑等。

此外,由于 80C51 系列是采用 CMOS 技术制造而成的,较之 MCS-51 系列集成度高,速度快,功耗低。

第三代:单片机内核 SoC 化。

MCS-51 典型的体系结构以及极好的兼容性,对于 MCU 不断扩展的外围来说,形成了一个良好的嵌入式处理器内核的结构模式。当前,嵌入式系统应用进入 SoC 模式,从各个角度,以不同方式向 SoC 进军,形成了嵌入式系统应用热潮。在这个技术潮流中,8051 又扮演了嵌入式系统内核的重要角色。在 MCU 向 SoC 过渡的数、模混合集成的过程中,ADI 公司推出了 AD μ C8XX 系列,实现了向 SoC 的 C8051F 过渡;在 PLD 向 SoC 发展的过程中,Triscend 公司在可配置系统芯片 CSoC 的 E5 系列中便以 8052 作为处理器内核。

单片机从单片微型计算机向微控制器(MCU)发展,体现了单片机向 SoC 化的发展方向,按系统要求不断扩展外围功能、外围接口以及系统要求的模拟、数字混合集成。在向 SoC 发展的过程中,许多厂家引入 8051 内核构成 SoC 单片机。例如,ADI 公司引入 8051 内核后配置自己的优势产品——信号调理电路,构成了用于数据采集的 SoC。

Silabs 公司则为 80C51 配置了全面的系统驱动控制、前向/后向通道接口,构成了较全面的通用的 SoC(片上系统)型单片机——C8051F。这种 SoC 型单片机除了按系统要求扩展了外围功能、外围接口以及完成了系统要求的模拟、数字混合集成之外,还有如下一些特点:

(1) 采用 CIP-51 内核大力提升 CISC 结构运行速度。迄今为止,MCS-51 已成为 8 位机中运行最慢的系列。为了提升速度,Dallas 公司和 Philips 公司采用传统的改变总线速

度的办法,将机器周期从 12 个缩短到 4 个和 6 个,速度提升有限。Silabs 公司在提升 8051 速度上采取了新的途径,即设法在保持 CISC 结构及指令系统不变的情况下,对指令运行实行流水作业,推出了 CIP-51 的 CPU 模式。在这种模式中,废除了机器周期的概念,指令以时钟周期为运行单位,平均每个时钟可以执行完 1 条单周期指令,从而大大提高了指令运行速度。即与 8051 相比,在相同时钟下单周期指令运行速度为原来的 12 倍,整个指令集平均运行速度为原来的 9.5 倍,使 8051 兼容机系列进入了 8 位高速单片机行列。

(2) I/O 从固定方式到交叉开关配置。迄今为止,I/O 端口大多是固定为某个特殊功能的输入/输出口,可以是单功能或多功能,I/O 端口可编程选择为单向/双向以及上拉、开漏等。固定方式的 I/O 端口占用引脚多,配置不够灵活。为此,Scenix 公司在推出的 8 位 SX 单片机系列中,采取虚拟外设的方法将 I/O 的固定方式转变为软件设定方式。而在 Silabs 公司推出的 C8051F 中,则采用交叉开关以硬件方式实现了 I/O 端口的灵活配置。在这种 I/O 端口系统中,单片机内有输入/输出的电路单元,通过相应的配置寄存器控制的交叉开关配置到所选择的外部的通用 I/O 口,如 P_0 口、 P_1 口、 P_2 口和 P_3 口上。

(3) 从系统时钟到时钟系统。在早期的单片机中都是用 1 个时钟控制片内所有时序。进入 CMOS 时代后,由于低功耗设计的要求,出现了在一个主时钟下 CPU 运行速度可选择在不同的时钟频率下操作;或设置成高、低两个主时钟,按系统操作要求选择合适的时钟速度,或关闭时钟。而 Silabs 公司的 C8051F 则提供了一个完整而先进的时钟系统。在这个系统中,片内设置有一个可编程的时钟振荡器(无需外部器件),可提供 2MHz、4MHz、8MHz 和 16MHz 时钟的编程设定。外部振荡器可选择 4 种方式。当程序运行时,可实现内、外时钟的动态切换。

(4) 从传统的仿真调试到基于 JTAG 接口的在系统调试。C8051F 在 8 位单片机中率先配置了标准的 JTAG 接口(IEEE1149.1)。引入 JTAG 接口,将使 8 位单片机传统的仿真调试产生彻底的变革。在上位机软件支持下,通过串行的 JTAG 接口直接对产品系统进行仿真调试。C8051F 的 JTAG 接口不仅支持 Flash ROM 的读/写操作及非侵入式在系统调试,它的 JTAG 逻辑还为系统测试提供边界扫描功能。通过边界寄存器的编程控制,可对所有器件引脚、SFR 总线和 I/O 口的上拉功能实现观察和控制。

(5) 从引脚复位到多源复位。在非 CMOS 单片机中,通常只提供引脚复位一种方法。迄今为止的 80C51 系列单片机仍然停留在这一水平上。为了系统的安全和 CMOS 单片机的功耗管理,对系统的复位功能提出了越来越高的要求。Silabs 公司的 C8051F 把 80C51 单一的外部复位发展成多源复位。C8051 的多源复位提供了上电复位、掉电复位、外部引脚复位、软件复位、时钟检测复位、比较器 0 复位、WDT 复位和引脚配置复位。众多的复位源为保障系统的安全、操作的灵活性以及零功耗系统设计带来极大的好处。

(6) 最小功耗系统的最佳支持。C8051F 是 8 位机中首先摆脱 5V 供电的单片机,实现了片内模拟与数字电路的 3V 供电(电压范围为 2.7~3.6V),大大降低了系统功耗;完善的时钟系统可以保证系统在满足响应速度要求下,使系统的平均时钟频率最低;众多的复位源使系统在掉电方式下,可随意唤醒,从而可灵活地实现零功耗系统设计。因此,C8051F 具有极佳的最小功耗系统设计环境。

C8051F 虽然摆脱了 5V 供电,但仍可与 5V 电路方便地连接。所有 I/O 端口可以接收 5V 逻辑电平的输入,在选择开漏输出外加上拉电阻到 5V 后,也可驱动 5V 的逻辑器件。

2. 单片机的应用模式和应用领域

提起单片机的应用,首先应提到的是它的控制功能,即实现计算机控制。而在线控制应用方面,由于计算机身处系统之中,因此对计算机有体积小、功耗小、成本低、价格廉以及控制功能强等要求,要满足这些要求真可谓是非单片机莫属了。

按照所使用单片机的类型不同,单片机应用系统结构可分成总线方式和非总线方式。

在总线方式的应用系统中,单片机都具有完善的外部扩展总线,如并行总线(AB、DB、CB)、串行通信总线(如 UART),通过这些总线可方便地扩展外围单元、外设接口等。采用总线方式的应用系统多属较复杂的工控系统、智能仪表、监测系统,或满足这些应用而构成的多机与网络系统。

总线方式的单片机在不使用外部并行总线时,外部并行总线引脚可作为 I/O 口用。在掩膜用户程序时,还可要求将这些 I/O 口改造成具有各种驱动能力的 I/O 口。

非总线方式的应用系统(如 80C51 系列中的 83C751、87C751、83C752、WC752; Motorola 公司的 MC68HC05 系列中的许多产品)省去了外部并行总线,可构成各种小封装芯片,有限的引脚可为用户提供更多的用户 I/O 口,以使应用系统的芯片数量最少。非总线方式的应用系统多属小型控制器、测控单元、单元仪表等。

目前,单片机的应用日益广泛深入,诸如在智能仪器仪表、家用电器和军事设备的智能化以及实时过程控制等方面,单片机都扮演着越来越重要的角色,具有广阔的应用前景。以下大致介绍一些典型的应用领域和应用特点。

(1) 家用电器领域。目前,国内各种家用电器已普遍采用单片机控制系统取代传统的控制电路,如洗衣机、电冰箱、空调器、微波炉、电饭煲、电视机、录像机、手机、摄像机及其他视频音像设备的控制器,还有儿童玩具以及机器人控制等。

(2) 办公自动化领域。现代办公室中所使用的大量通信、信息产品多数都采用了单片机,如通用计算机系统中的键盘译码、磁盘驱动、打印机、绘图仪、复印机、电话、传真机、考勤机等。

(3) 商业营销领域。在商业营销系统已广泛使用的电子秤、收款机、条形码阅读器、仓储安全监测系统、商场安保系统、空气调节系统、冷冻保鲜系统中,目前已纷纷采用单片机构成专用系统,主要是由于这种系统有明显的抗病菌侵害、抗电磁干扰等高可靠性的优点。

(4) 工业自动化领域。如工业过程控制、过程监测、工业控制器及机电一体化控制系统等,这些系统除一些小型工控机之外,许多都是以单片机为核心的单机或多机网络系统。如工业机器人的控制系统是由中央控制器、感觉系统、行走系统、擒拿系统等节点构成的多机网络系统。

(5) 集成智能传感器传统的控制电路系统。目前,各种变送器、电气测量仪表普遍采用单片机应用系统替代传统的测量系统,使测量系统具有各种智能化功能,如存储、数据处理、查找、判断、联网和语音功能等。将单片机与传感器相结合可以构成新一代的智能传感器,它将传感器初级变换后的电量做进一步的变换、处理,输出能满足远距离传送、能与微机接口的数字信号。例如,将压力传感器与单片机集成在一起的微小型压力传感器可随钻机送至井下,以报告井底的压力状况。

(6) 汽车电子与航空航天电子系统。通常,在这些电子系统中的集中显示系统、动力监

测控制系统、自动驾驭系统、通信系统以及运行监视器(黑匣子)等都要构成冗余的网络系统。

单片机应用的意义不限于它的功能以及所带来的经济效益上,更重要的意义在于单片机的应用正从根本上改变着传统的控制系统设计思想和设计方法。从前必须由模拟电路或数字电路实现的大部分控制功能,现在已能使用单片机通过软件方法实现了。这种以软件取代硬件并能提高系统性能的控制技术,称之为微控制技术。这标志着一种全新概念的建立。随着单片机应用技术的推广与普及,微控制技术必将不断发展、日益完善,从而更加充实。

二、单片机的主要厂商及产品

目前,世界上单片机生产厂商有很多,如 Intel、Motorola、Zilog 等公司,其主流产品有几十个系列,共几百个品种。尽管名称各异,各具特色,但作为集 CPU、RAM、ROM(或 EPROM)、I/O 接口、定时/计数器、中断系统为一体的单片机,其原理大同小异。目前世界上的著名厂商及产品介绍如下:

1. Motorola 单片机

Motorola 是世界上最大的单片机厂商,品种全,选择余地大,新产品多,在 8 位机方面有 68HC05 和升级产品 68HC08,68HC05 有 30 多个系列、200 多个品种,产量超过 20 亿片。8 位增强型单片机 68HC11 有 30 多个品种,年产量 1 亿片以上,升级产品有 68HC12。16 位单片机 68HC16 有 10 多个品种。32 位单片机 683XX 系列也有几十个品种。近年来,以 PowerPC、Codfire、M. CORE 等作为 CPU,用 DSP 作为辅助模块集成的单片机也纷纷推出。目前 Motorola 仍是单片机的首选品牌。Motorola 单片机的特点之一是,在同样的速度下所用的时钟较 Intel 类单片机低得多,因而使得高频噪声低,抗干扰能力强,更适用于工控领域以及恶劣环境。Motorola 8 位单片机过去的策略是以掩膜为主,最近推出 OTP 计划,以适应单片机的发展;在 32 位机上,M. CORE 在性能和功耗上都胜过 ARM7。

2. Microchip 单片机

Microchip 单片机是市场份额增长最快的单片机。它的主要产品是 16C 系列 8 位单片机,CPU 采用 RISC 结构,仅 33 条指令,运行速度快,且以低价位著称,一般单片机价格都在 1 美元以下。Microchip 单片机没有掩膜产品,全部都是 OTP 器件(现已推出 Flash 型单片机)。Microchip 强调节约成本的最优化设计,是使用量大、档次低、价格敏感的产品。

3. Scenix 单片机

Scenix 单片机的 I/O 模块最有创意。I/O 模块的集成与组合技术是单片机技术不可缺少的重要方面。除传统的 I/O 功能模块如并行 I/O、URT、SPI、I²C、A/D、PWM、PLL、DTMF 等外,新的 I/O 模块不断出现,如 USB、CAN、J1850。最具代表性的是 Motorola 32 位单片机,它集成了包括各种通信协议在内的 I/O 模块。而 Scenix 单片机在 I/O 模块的处理上引入了虚拟 I/O 的概念。Scenix 单片机采用了 RISC 结构的 CPU,使 CPU 最高工作频率达 50MHz,运算速度接近 50MIPS。有了强有力的 CPU,各种 I/O 功能便可以用软件的办法模拟。单片机的封装采用 20/28 引脚。公司提供各种 I/O 的库函数,用于实现各种 I/O 模块的功能。用这些软件完成的模块包括多路 UART、多种 A/D、PWM、SPI、DTMF、

FSK、LCD 驱动等,这些都是通常用硬件实现起来相当复杂的模块。

4. NEC 单片机

NEC 单片机自成体系,以 8 位机 78K 系列产量最高,也有 16 位、32 位单片机。16 位单片机采用内部倍频技术,以降低外时钟频率。有的单片机采用内置操作系统。NEC 的销售策略注重服务大客户,并投入相当强的技术力量帮助大客户开发新产品。

5. 东芝单片机

东芝单片机从 4 位到 64 位,门类齐全。4 位机在家电领域仍有较大市场。8 位机主要有 870 系列、90 系列等。该类单片机允许使用慢模式,采用 32kHz 时钟,功耗低至 $10\mu\text{A}$ 数量级。CPU 内部多组寄存器的使用,使得中断响应与处理更加快捷。东芝公司的 32 位机采用 MIPS3000 ARISC 的 CPU 结构,面向 VCD、数字相机、图像处理市场。

6. 富士通单片机

富士通也有 8 位、16 位和 32 位单片机,但是 8 位机使用的是 16 位的 CPU 内核。也就是说,8 位机与 16 位机指令相同,使得开发比较容易。8 位机有名的是 MB8900 系列,16 位机有 MB90 系列。富士通注重服务大公司、大客户,帮助大客户开发新产品。

7. Epson 单片机

Epson 公司以擅长制造液晶显示器著称,故 Epson 单片机主要为该公司生产的 LCD 配套。其单片机的 LCD 驱动做得特别好,在低电压、低功耗方面也很有特色。目前,0.9V 供电的单片机已经上市,不久 LCD 显示手表将使用 0.5V 供电。

8. 8051 单片机

最早有 Intel 公司推出 8051/31 类单片机,也是世界上使用量最大的几种单片机之一。由于 Intel 公司将重点放在 186、386、奔腾等与 PC 类兼容的高档芯片开发上,8051 类单片机主要有 Philips、三星、华帮等公司接手。这些公司在保持与 8051 单片机兼容的基础上改善了 8051 的许多特点,从而提高了速度,降低了时钟频率,放宽了电源电压的动态范围,降低了产品价格。

9. 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,产品为 OTP 型。Z8 单片机的开发工具可以说是物美价廉。Z8 单片机以低价位的优势面向低端应用,以 18 引脚封装为主,ROM 为 0.5~2KB。最近,Zilog 公司又推出了 Z86 系列单片机,该系列内部集成廉价的 DSP 单元。

10. Atmel 单片机

Atmel 公司是世界上著名的高性能、低功耗、非易失性存储器和数字集成电路的一流半导体制造公司。Atmel 公司最令人瞩目的是它的 EEPROM 电可擦除技术、闪速存储器技术和质量可靠性高的生产技术。在 CMOS 器件生产领域中,Atmel 的先进设计水平、优秀的生产工艺及封装技术一直处于世界领先地位。这些技术用于单片机生产中,使单片机也具有优秀的品质,而且在结构性能和功能等方面都有明显的优势。Atmel 公司的单片机是目前世界上一种独具特色而性能卓越的单片机。它在计算机外部设备、通信设备、自动化工业控制、宇航设备、仪器仪表和各种消费类产品中都有着广泛的应用前景。其生产的 AT90 系列是增强型 RISC 内载 Flash 单片机,通常称为 AVR 系列。AT91M 系列是基于 ARM7TDMI 嵌入式处理器的 Atmel 16/32 微处理器系列中的一个新成员。该处理器用高

密度的 16 位指令集实现了高效的 32 位 RISC 结构,且功耗很低。另外,Atmel 的增强型 51 系列单片机目前在市场上仍然十分流行,其中 AT89S51 十分活跃。

11. TI 公司的 MSP430 系列单片机

MSP430 系列单片机是由 TI 公司开发的 16 位单片机。其突出特点是超低功耗,非常适合于各种功率要求低的场合。它有多个系列和型号,分别由一些基本功能模块按不同的应用目标组合而成。在流量计、智能仪表、医疗设备和安保系统等方面应用较典型。由于具有较高的性价比,其应用已日趋广泛。

12. NS(美国国家半导体)单片机

COP8 单片机是美国国家半导体公司的产品,该公司以生产先进的模拟电路著称,能生产高水平的数字模拟混合电路。COP8 单片机内部集成了 16 位 A/D,这在单片机中是不多见的。在 COP8 单片机内部使用了 EMI 电路,在“看门狗”电路以及 STOP 方式下的唤醒方式都有独到之处。此外,COP8 的程序加密也做得非常好。

13. STC 单片机

STC 单片机完全兼容 51 单片机,并有其独到之处,如抗干扰性强,加密性强,功耗超低,可以远程升级,内部有 MAX810 专用复位电路,价格也较便宜。这些特点使得 STC 系列单片机的应用日趋广泛。

14. 三星单片机

三星单片机有 KS51 和 KS57 系列 4 位单片机、KS86 和 KS88 系列 8 位单片机、KS17 系列 16 位单片机和 KS32 系列 32 位单片机。三星还为 ARM 公司生产 ARM 单片机,常见的有 S344b0 等。三星单片机为 OTP 型,且具备 ISP 在片编程功能。

15. 凌阳单片机

中国台湾凌阳科技股份有限公司(Sunplus Technology CO. LTD)致力于 8 位机和 16 位机的开发。SPMC65 系列单片机是凌阳的主推产品,采用 8 位 SPMC65 CPU 内核,并围绕这个通用的 CPU 内核,形成了不同的片内资源的一系列产品。在系列芯片中,相同的片内硬件功能模块具有相同的资源特点;不同型号的芯片只是对片内资源进行删减。其最大的特点就是超强的抗干扰能力。SPMC75 系列单片机内核采用凌阳科技拥有自主知识产权的 $\mu'nSP$ (Microcontroller and Signal Processor)16 位微处理器。SPMC75 系列单片机集成了多种功能模块,如多功能 I/O 口、串行口、ADC、定时/计数器等常用硬件模块,以及能产生电机驱动波形的 PWM 发生器、多功能的捕获比较模块、BLDC 电机驱动专用位置侦测接口、两相增量编码器接口等特殊硬件设备,主要用于变频马达驱动控制上。SPMC75 系列单片机具有很强的抗干扰能力,广泛应用于变频家电、变频器、工业控制等控制领域中。

16. 华帮单片机

华帮单片机属于 8051 类单片机,其 W78 系列与标准的 8051 兼容,W77 系列为增强型 51 系列,对 8051 的时序作了改进,在同样时钟下速度快了不少。在 4 位机上,华帮有 921 系列、带 LCD 驱动的 741 系列。在 32 位机上,华帮使用了惠普公司 PA-RISC 单片机技术,生产低位 32 位 RISC 单片机。

17. SST 单片机

美国 SST 公司推出的 SST89 系列单片机为标准的 51 系列单片机,包括 SST89E/