

Danpianji yuanli ji Yingyong jishu



高等学校“十五”规划教材

单片机原理及应用技术

主 编 余发山

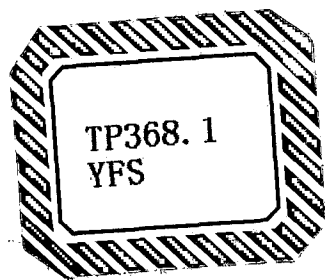
中国矿业大学出版社

高等学校“十五”规划教材

单片机原理及应用技术

主 编 余发山

副主编 王福忠



中国矿业大学出版社

内 容 简 介

本书以 MCS—51 系列单片机为主要对象,从系统组成和工程实践角度出发,详细介绍了 MCS—51 系列单片机的结构、指令系统、程序设计、系统扩展以及单片机各功能部件的组成,并对应用系统设计、开发、调试以及开发工具的使用做了较深入的讨论。

本书可作为高等学校电气、电子、信息及自动化等专业的“单片机原理及应用”课程教材,亦可供从事工业测控、智能仪器仪表及各种电子产品开发等工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用技术/余发山主编. —徐州:中国矿业大学出版社, 2003.12

ISBN 7 - 81070 - 794 - 9

I. 单... II. 余... III. 单片微型计算机—高等学校—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 096523 号

书 名 单片机原理及应用技术

主 编 余发山

责任编辑 何 戈

责任校对 杜锦芝

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 淮阴新华印刷厂

经 销 新华书店

开 本 787×960 1/16 印张 20.25 字数 386 千字

版次印次 2003 年 12 月第 1 版 2003 年 12 月第 1 次印刷

印 数 1~3300 册

定 价 24.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

本书是高等学校“十五”规划教材之一。单片机的出现是近代计算机技术发展史上的一个重要里程碑。近年来,随着电子技术和微型计算机的迅速发展,单片机的档次不断提高,其应用领域也在不断扩大,已在工业测控、尖端科学、智能仪器仪表、家用电器、汽车电子系统、办公自动化设备、个人信息终端及通信产品中得到了广泛应用,成为现代电子系统中最重要的智能化核心部件。

为了尽快推广单片机应用技术,为科技人员在单片机软件、硬件的开发与应用方面打下良好的基础,特编写此书作为教材和自学参考书。

在品种众多的单片机中,MCS—51 系列单片机具有系统结构完整、特殊功能寄存器规范化以及指令系统的控制功能强等特色,使其成为单片机中的主流机型。因此,本书以 MCS—51 系列单片机作为主线来进行单片机介绍。在详细介绍 MCS—51 系列单片机的结构、工作原理、指令系统、接口电路、单片机各功能部件的组成及应用和开发等内容的基础上,以大量的典型电路及应用实例,侧重于介绍单片机的外部特性和单片机应用与开发的基本方法和技巧。

本书是以编者多年来从事单片机课程教学和应用系统开发的经验与体会为基础,并参阅了大量的同类书籍编写而成的。大量的实例简单易懂,适应性强,软、硬件齐全,使读者能够在软件和硬件两个方面相结合的基础上更加深入地掌握其技术,以达到举一反三的目的,为掌握 MCS—51 硬软件使用的技巧、单片机的开发和应用以及学习其他单片机打下坚实的基础。

本书主要以大学本科、专科学生为主要讲授对象,可作为高等学校电气、电子、信息及自动化等专业的“单片机原理及应用”课程教材,亦可供从事工业测控、智能仪器仪表及各种电子产品开发等工作的工程技术人员参考。本书共分八章:第一章主要介绍了单片机的特点、发展以及产品种类特性和应用领域;第二章、第四章介绍了单片机的 CPU 和特殊功能寄存器等硬件;第三章介绍了单片机的指令系统和使用汇编语言的软件设计;第五章、第六章介绍了单片机系统扩展及其接口电路的设计;第七章、第八章介绍了单片机应用系统的设计和开发装置的使用。

本书由焦作工学院电气工程系余发山教授担任主编,王福忠教授担任副主编。第一章、第二章由余发山编写;第三章由胡伟编写;第四章由张治斌编写;第五章由杨凌霄编写;第六章由贾宗璞编写;第七章由王福忠编写;第八章由李璟

延编写。整个书稿由王福忠整理统稿。

在编写本书的过程中,闰有运对本书提出了许多修改意见,焦作工学院王莉、刘建娟、李娜等帮助录入部分文稿和整理部分图稿,中国矿业大学出版社编辑部为本书微机排版和微机绘图付出了辛勤劳动,在此一并表示衷心的感谢。同时对本书所用参考文献的作者表示诚挚的谢意。

由于编写时间仓促和水平有限,错漏和不妥之处在所难免,恳请各位读者批评指正。

作 者

2003年8月2日

目 录

第一章 单片机技术及其发展	(1)
第一节 概述	(1)
一、单片机的基本概念	(1)
二、单片机的产生与发展	(2)
三、单片机技术的发展方向	(5)
四、单片机的应用领域	(7)
五、单片机系统的扩展和配置	(9)
第二节 <u>单片机产品及性能介绍</u>	(10)
一、概述	(10)
二、4 位单片机	(11)
三、8 位单片机	(13)
四、16 位单片机	(16)
五、32 位单片机	(18)
六、模糊单片机	(20)
思考与练习	(20)
第二章 <u>MCS—51 单片机的基本结构及工作原理</u>	(21)
第一节 MCS—51 单片机的基本结构	(21)
一、MCS—51 单片机内部结构	(21)
二、CPU	(22)
三、输入/输出端口的结构	(26)
四、端口负载能力和接口要求	(31)
五、MCS—51 引脚及功能	(31)
第二节 MCS—51 的存储器结构	(33)
一、存储器空间分布	(33)
二、程序存储器	(33)
三、数据存储器	(34)
第三节 专用功能寄存器 SFR	(37)

第四节 单片机的工作方式与最小应用系统	(40)
一、单片机的工作方式	(40)
二、单片机最小应用系统设计	(45)
思考与练习	(48)
第三章 MCS—51 单片机指令系统及编程举例	(50)
第一节 指令系统简介	(50)
一、指令概述	(50)
二、指令格式	(50)
第二节 MCS—51 的寻址方式	(51)
一、立即寻址	(51)
二、直接寻址	(51)
三、寄存器寻址	(52)
四、寄存器间接寻址	(52)
五、基址加变址寻址	(52)
六、相对寻址	(53)
七、位寻址	(53)
第三节 指令系统及应用举例	(54)
一、指令分类及符号说明	(54)
二、数据传送类指令	(55)
三、算术运算类指令	(60)
四、逻辑运算类指令	(65)
五、位(布尔变量)操作类指令	(68)
六、控制转移类指令	(70)
第四节 伪指令	(75)
一、标号定义伪指令	(76)
二、数据说明伪指令	(76)
三、存储区说明伪指令(DS)	(77)
四、程序段说明伪指令(ORG)	(77)
五、汇编结束伪指令	(77)
第五节 综合编程举例	(78)
一、汇编程序设计方法	(78)
二、算术运算程序	(79)
三、分支程序设计	(86)

四、循环程序设计	(90)
五、数制转换程序	(92)
思考与练习	(95)
第四章 MCS—51 单片机的典型功能部件结构及工作原理	(98)
第一节 中断系统	(98)
一、中断系统的基本组成	(98)
二、中断控制部分的功能	(100)
三、中断处理过程	(103)
四、外部中断扩充方法	(105)
五、中断系统的应用举例	(111)
第二节 定时器/计数器	(112)
一、定时器/计数器的结构与工作原理	(112)
二、定时器/计数器的控制	(114)
三、定时器/计数器的初始化	(117)
四、应用举例	(118)
第三节 单片机串行口及其应用	(121)
一、串行口的结构	(121)
二、串行通信过程	(122)
三、串行口控制及帧格式	(122)
四、各种方式波特率的设置	(125)
五、串行口各工作方式的应用	(126)
思考与练习	(135)
第五章 MCS—51 系统扩展技术	(138)
第一节 概述	(138)
一、单片机外部总线的结构	(138)
二、MCS—51 单片机扩展时的地址译码规则	(140)
三、MCS—51 单片机扩展时的地址译码方法	(140)
四、常用的地址锁存器	(143)
第二节 程序存储器的扩展技术	(145)
一、访问外部程序存储器的时序	(145)
二、EPROM 简介	(146)
三、扩展方法	(150)

四、EEPROM 及其与单片机的接口	(154)
第三节 数据存储器的扩展	(158)
一、RAM 简介	(158)
二、片外数据存储器扩展时的读、写操作时序	(160)
三、数据存储器的扩展方法	(162)
第四节 I/O 口的扩展技术	(164)
一、简单的 I/O 口扩展	(165)
二、可编程 I/O 接口电路的扩展	(166)
三、并行 I/O 接口 8255A 的扩展	(167)
四、带有 I/O 接口和计时器的静态 RAM8155	(175)
思考与练习	(183)
第六章 单片机的典型外围接口技术	(185)
第一节 键盘接口	(185)
一、键盘工作原理和扫描方式	(185)
二、矩阵式键盘接口设计	(187)
第二节 显示接口	(192)
一、LED 接口技术	(193)
二、LCD 接口技术	(198)
第三节 A/D、D/A 的扩展	(201)
一、A/D 转换器扩展接口	(202)
二、D/A 转换器扩展接口	(209)
思考与练习	(216)
第七章 单片机应用系统的设计	(218)
第一节 概述	(218)
一、单片机应用系统的类型	(218)
二、组成单片机应用系统的基本方法	(219)
三、应用系统研制过程	(220)
第二节 模拟量输入系统设计	(225)
一、模拟量输入数据采集系统设计原则	(226)
二、模拟输入数据采集系统的结构配置	(226)
三、数据采集系统控制方式	(228)
四、模拟量输入数据采集系统设计中应注意的问题	(229)

五、电压形成回路的组成	(231)
六、采样保持(S/H)电路和模拟低通滤波器(ALF)	(231)
七、模拟多路转换器	(233)
八、A/D 转换器的选择和使用应注意的事项	(235)
第三节 模拟量输出通道设计	(237)
一、D/A 功能转换单元的设计	(238)
二、D/A 转换器与仪表设备的连接	(247)
三、手动/自动切换与手动控制	(247)
第四节 模块化软件设计	(249)
一、模块化结构的基本组成	(249)
二、各模块数据缓冲区的建立	(250)
三、模块化程序设计(编程)方法	(252)
四、系统监控程序设计	(252)
第五节 单片机应用系统举例	(254)
一、单片机温度检测系统	(254)
二、渗碳过程集散控制系统	(262)
思考与练习	(269)
第八章 单片机开发系统与仿真	(270)
第一节 单片机的开发系统	(270)
一、单片机开发系统的基本组成	(270)
二、单片机开发系统的功能	(271)
第二节 伟福(WAVE)仿真器简介	(274)
一、WAVE 的功能和特点	(274)
二、仿真器及仿真头	(276)
第三节 伟福(WAVE)仿真器的使用	(278)
一、软件的安装	(278)
二、开发环境	(280)
三、应用举例	(303)
附录 常用芯片及引脚	(310)
参考文献	(314)

第一章 单片机技术及其发展

第一节 概 述

一、单片机的基本概念

单片机是一种特殊的计算机,它是在一块半导体芯片上集成了 CPU、存储器 RAM、ROM 以及输入与输出接口电路,这种芯片习惯上被称为单片微型计算机,简称单片机。单片机一词是早期 Single Chip Microcomputer(SCM)的直译,它忠实地反映了早期单片机的形态和本质。随后,按照面向对象、突出控制功能的要求,在片内集成了许多外围电路及外设接口,如定时器/计数器、串行通信控制器等,部分单片机还集成有 A/D、D/A 转换器和 PWM 功能。在硬件结构、指令系统和 I/O 等设计上充分考虑了控制的需要,为控制提供了有效的手段,突破了传统意义上的计算机结构,发展成 Micro-controller 的体系结构,因此,目前国外已普遍称之为微控制器 MCU(Micro-controller Unit),并以此与微处理器相区别。1987 年以后,它又被一些大的半导体器件公司命名为嵌入式控制器(Embedded Controller)。因采用嵌入技术,即在一块芯片上除了集成 CPU 外,还嵌入了 RAM/ROM 或各种 I/O 功能。在国内,由于单片机一词已约定俗成,仍沿用至今,但应将单片机的“机”理解成微控制器而不是微计算机,微型计算机的硬件部分是由 CPU、存储器、定时器/计数器、并行输入/输出接口电路、中断控制器等大规模 IC 芯片安装在一个电路板上,加上键盘、显示器等构成的。典型单片机的结构如图 1-1 所示。

由于单片机的集成度高、功能强、通用性好,特别是它具有体积小、重量轻、能耗低、价格便宜、可靠性高、抗干扰能力强和使用方便等独特优点,使单片机迅速得到了推广应用,目前已成为测量控制应用系统中的优选机种和新电子产品的关键部件。世界各大电气厂商、测控技术企业、机电行业,竞相把单片机应用于产品更新,作为实现数字化、智能化的核心部件。随着性能的提高和功能的增强,单片机已不仅仅局限于小系统的概念,现已广泛应用于家用电器、机电产品、办公自动化产品、机器人、儿童玩具、航天器等领域。

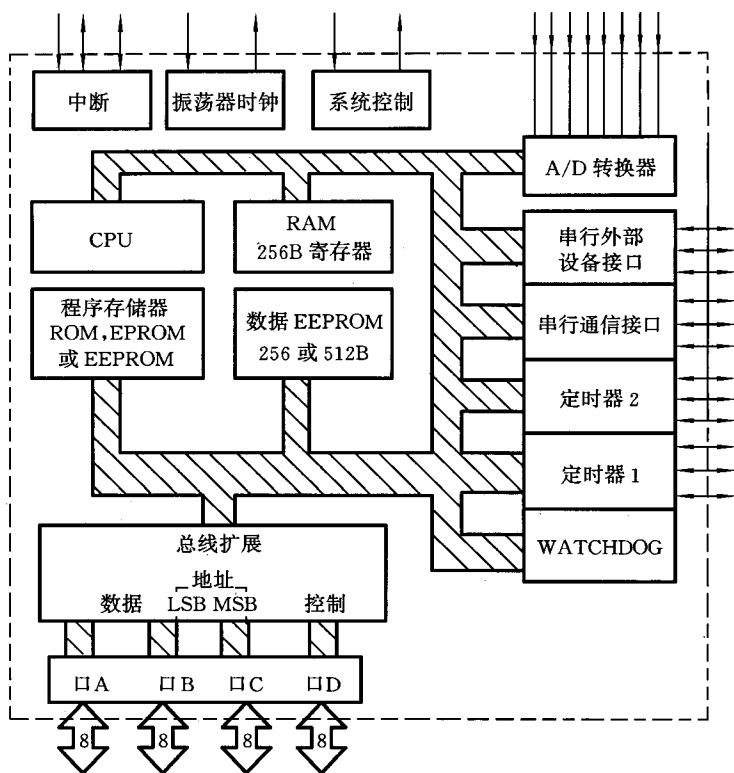


图 1-1 典型单片机的结构

二、单片机的产生与发展

单片机是应工业测控系统数字化、智能化的迫切要求而提出的。超大规模集成电路的出现,通用 CPU 及其外围电路技术的发展成熟,为单片机的诞生和发展提供了可能。单片机的发展完全从工业测控对象、环境、接口等特点出发,不断增强其控制功能,保证在工业测控环境中的可靠性,其接口界面也是按照能灵活、方便地构成工业测控用计算机系统而设计的。它的出现标志着计算机技术在工业领域中的应用开始走向完善与成熟。

8 位单片机从 1976 年面世至今,其技术已有了巨大的发展,目前乃至将来仍是单片机的主流机型。其发展阶段大致分为单片机探索阶段、单片机完善阶段、MCU 形成阶段和 MCU 完善阶段。

(一) 单片机探索阶段

探索阶段始于1974年,该阶段的任务是探索计算机的单芯片集成。由于工控领域对计算机提出了嵌入式应用要求,即要实现单芯片形态的计算机,以满足构成大量中小型智能化测控系统的要求。

在计算机单芯片集成体系结构的探索中有两种模式,即通用CPU模式和专用CPU模式。

(1) 通用CPU模式。采用通用CPU和通用外围单元电路的集成方式,这种模式以 Motorola 的 MC6801 为代表。它将通用CPU、增强型的6800⁺和6875(时钟)、6810(128 B RAM)、2×6830(1 kB ROM)、1/2 6821(并行 I/O)、1/3 6840(定时器/计数器)、6850(串行 I/O)集成在一个芯片上,采用6800CPU的指令系统。

(2) 专用CPU模式。专门为嵌入式系统而设计,采用CPU与外围电路的集成方式。这种专用方式以 Intel 公司的 MCS—48 为代表,其CPU、存储器、定时器/计数器、中断系统、I/O口、时钟以及指令系统都是按嵌入式系统要求专门设计的。

这一阶段的目的在于探索单片形态计算机的体系结构。事实证明,这两种方式都是可行的。专用CPU模式能充分满足嵌入式应用的要求,成为后来单片机发展的主要体系结构模式;通用CPU模式则与通用CPU构成的通用计算机兼容,应用系统开发方便,成为后来嵌入式微处理器的发展模式。

在这一阶段中还有一些公司推出性能各异的单片机。计算机单芯片集成探索成功,并正式命名为单片微型计算机(Single Chip Microcomputer)。

(二) 单片机完善阶段

计算机的单芯片集成探索,特别是专用CPU型单片机探索取得成功,肯定了单片机作为嵌入式系统应用的广阔前景。随后的任务是如何完善单片机的体系结构,如何充分体现出嵌入式应用的特点。作为这一阶段的典型特征是 Intel 公司将 MCS—48 迅速向 MCS—51 系列的过渡。MCS—51 是完全按照嵌入式应用而设计的单片机,在以下几个重要技术方面完善了单片机的体系结构。

(1) 面向对象、突出控制功能,满足嵌入式应用的专用CPU及CPU外围电路体系结构。

(2) 寻址范围规范为16位和8位的寻址空间。

(3) 特殊功能寄存器(SFR)的集中管理模式。

(4) 设置位地址空间,提供位寻址及位操作功能。

(5) 指令系统突出控制功能。有位操作指令、I/O管理指令及大量的转移指令。

(6) 规范的总线结构。有8位数据总线、16位地址总线以及多功能的异步串

行接口 USART(Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter)。

单片机的完善,特别是 MCS—51 系列对单片机体系结构的完善,奠定了它在单片机领域的经典地位。时至今日,许多半导体厂家以 MCS—51 中的 8051 为核心,派生出许多新一代的 80C51 单片机系列,具有旺盛的生命力。

(三) 微控制器形成阶段

单片机完善阶段标志了作为单片机形态、嵌入式应用的计算机体系结构的完善。但要面向测控对象,不仅要求有完善的计算机体系结构,还要求有许多面向测控对象的接口电路,如 ADC、DAC、高速 I/O 口、计数器的捕捉与比较等,保证程序可靠运行的 WDT(程序监视定时器),保证高速数据传输的 DMA(直接存储器存取)等。这些为满足测控要求而设置的外围电路,大多数已超出了一般计算机的体系结构。为了满足测控系统的嵌入式应用要求,这一阶段单片机技术的主要发展方向是在片内增强了满足测控对象要求的电路,从而形成了不同于 Single Chip Microcomputer 特点的微控制器。

这一阶段的代表机型为 80C51 系列,是许多半导体厂家以 MCS—51 系列中 8051 为基核发展起来的满足各种嵌入式应用的各种型号单片机。除此以外,还有许多知名的其他单片机系列。

这一阶段微控制器技术发展的主要方面有:

(1) 外围功能集成。满足模拟量输入的 ADC,满足伺服驱动的 PWM,满足高速 I/O 口以及保证程序可靠运行的程序监视定时器 WDT。

(2) 出现了为满足串行外围扩展要求的串行扩展总线及接口,如 SPI、I²C BUS、Microwire、1-Wire 等。

(3) 出现了为满足分布式系统、突出控制功能的现场总线接口,如 CAN BUS(Controller Area Network BUS)等。

(4) 在程序存储器方面则迅速引进 OTP(One Time Programmable)供应状态,为单片机应用创造了良好的条件,随后 Flash ROM 的推广,为最终取消外部程序存储器扩展奠定了良好的基础。

(四) 微控制器百花齐放

当前生产的单片机称为第四代单片机,其显著特征是百花齐放、技术创新,以满足日益增长的需求。

(1) 电气商、半导体商的普遍投入。今天,世界上大的电气公司、半导体公司无不介入单片机产业,如飞利浦、西门子、三菱、东芝等,均介入了单片机产业,并从中获取了丰厚利润。

(2) 满足各种要求的微控制器层出不穷。单片机面向最底层的电子技术应用,从玩具、小家电、工程控制单元到机器人、智能仪表、过程控制、个人信息终端

等,面对不同对象,推出适合不同领域要求的单片机系列。

(3) 大力发展专用型单片机。早期单片机以通用型为主,随着市场的扩大、单片机设计、生产周期的缩短和成本的下降,推动了专用单片机的发展。专用单片机具有成本低、资源有效利用率高、系统外围电路少、可靠性高等特点,是未来单片机发展的一个重要方向。

(4) 致力于提高单片机综合品质。由于所有大电气公司、半导体公司的投入,形成了十分激烈的竞争局面,使单片机的综合品质,如成本、性能、体系结构、开发环境、供应状态等,都有了长足的进步。

三、单片机技术的发展方向

第四代单片机的几个重要技术特点已展示了单片机的发展方向。从半导体集成技术以及微电子技术的发展趋势,也可以预见到未来单片机技术的发展趋势。

(一) 主流机型发展趋势

在未来较长一段时期内,8 位单片机仍是主流机型,许多厂家还会不断改进与完善 8 位机,使 8 位机不断保持其活力;在满足高速数字处理方面,32 位机发挥重要作用;16 位机空间有可能被 8 位机、32 位机挤占。据有关资料表明,单片机未来将淘汰 16 位机,而 8 位单片机将与 32 位机共存。

(二) 全盘 CMOS 化趋势

全盘 CMOS 化是指在 HCMOS 基础上的 CMOS 化。CMOS 工艺很早就已出现,它具有十分优异的性能,只是因运行速度慢而长期被冷落。HCMOS 工艺出现后,HCMOS 器件得到了飞速的发展。如今,数字逻辑电路、外围器件都已普遍 CMOS 化。

单片 CMOS 化给单片机技术发展带来了广阔天地,最显著的变革是有极宽的工作电压范围、本质低功耗和低功耗管理技术的飞速发展。

(三) RISC 体系结构的大发展

早期单片机大多是 CISC(Complex Instruction Set Computer)结构体系,指令复杂,指令代码、周期数不统一,指令运行很难实现流水线操作,大大阻碍了运行速度的提高。例如,传统的 MCS—51 系列单片机,时钟速度 12 MHz 时,单周期指令速度仅 1 MIPS。虽然单片机对运行速度的要求远不如通用计算机系统或数字信号处理(DSP)高,但速度的提高会带来许多好处,能拓宽单片机应用领域。如果采用 RISC(Reduced Instruction Set Computer)体系结构,精简指令后绝大部分成为单周期指令,而且通过增加程序存储器的宽度(例如从 8 位增加到 10 位、12 位、14 位等),实现一个地址单元存放一条指令。在这样的体系结构中,

很容易实现并行流水线操作,其结果是大大提高了指令运行速度。目前在一些 RISC 结构的单片机中已实现了一个时钟周期执行一条指令。与传统的 MCS-51 系列单片机相比,在相同的 12 MHz 外部时钟下,单周期指令运行速度可达 12 MIPS。这一方面可获得很高的指令运行速度;另一方面,在相同的运行速度下,可大大降低时钟频率,有利于获得良好的电磁兼容效果。

(四) 大力发展专用型单片机

专用单片机是专门针对某一类产品系统要求而设计的,使用专用单片机可最大限度地简化系统结构,提高资源利用效率。在大批量使用时有可观的经济效益。如用于电机控制的单片机 80C196KR/KT(为 16 位单片机),该芯片上具有控制马达的三相波形发生器 WFG。

(五) OTP ROM、Flash ROM 成为主流供应状态

早期程序存储器的供应状态主要是 ROM(掩膜)、EPROM 和 ROM Less 三种形式。掩膜 ROM 用户不能更改存储内容;EPROM 型的芯片成本高;ROM Less 型的系统电路复杂。目前绝大多数单片机系列都可提供 OTP ROM 形式,其价格逐渐逼近掩膜 ROM。OTP ROM 可由用户编程,软件升级、修改方便;Flash ROM 则由于可多次编程,系统开发阶段使用十分方便,在小批量用户系统中得到广泛应用。

(六) ISP 及基于 ISP 的开发环境

Flash ROM 的发展,推动了在系统可编程 ISP(In System Programmable) 技术的发展。在 ISP 技术基础上,首先实现了目标程序的串行下载,促使模拟仿真开发方式的重新兴起;在单时钟、单指令运行的 RISC 结构单片机中,可实现 PC 机通过串行电缆对目标系统的仿真调试。基于上述仿真技术,今后有可能实现远程调试,以及对原有系统方便地更新软件、修改软件和对软件进行远程诊断。

(七) 单片机中的软件嵌入

目前单片机只提供了程序空间,没有任何驻机软件。目标系统中的所有软件都是系统开发人员开发的应用系统。随着单片机程序空间的扩大,会有许多空闲空间,在这些空间上可嵌入一些工具软件,这些软件可大大提高产品开发效率,提高单片机性能。单片机中嵌入软件的类型主要有:

(1) 实时多任务操作系统 RTOS(Real Time Operating System)。在 RTOS 支持下,可实现按任务分配规范化设计应用程序。

(2) 平台软件。可将通用子程序及函数库嵌入,以供应用程序调用。

(3) 虚拟外设软件包。用于构成软件模拟外围电路的软件包,可用来设定虚拟外围功能电路。

(4) 用于系统诊断、管理的软件等。

(八) 实现全面功耗管理

采用 CMOS 工艺后,单片机具有极佳的本质低功耗和功耗管理功能。全面低功耗技术包括:

(1) 单片机低功耗运行方式,即休闲方式(IDle)、掉电方式(Power Down)。

(2) 双时钟技术。配置有高速(主时钟)和低速(子时钟)两个时钟系统。在不需要高速运行时,转为子时钟控制,以节省功耗。

(3) 高速时钟下的分频或低速时钟下的倍频控制运行技术。虽然只设置一个时钟,但可根据指令运行速度要求,通过分频、倍频来控制总线速度,以降低功耗。

(4) 外围电路的电源管理。对集成在片内的外围电路实行供电管理,在该外围电路不运行时,关闭其电源。

(5) 低电压节能技术。CMOS 电路的功耗与电源有关,降低供电电压能大幅度减少器件功耗。单片机的低电压技术除了不断降低单片机电源电压外,有些单片机内部还有不同的电压供给,在可以使用低电压的局部电路中,采用低压供电。

低功耗是便携式系统重要的追求目标,是绿色电子的发展方向。低功耗的许多技术措施会带来许多可靠性效益,也是低功耗技术发展的推动力。低功耗应是一切电子系统追求的目标。

(九) 推行串行扩展

目前,外围器件接口技术发展的一个重要方面是串行接口的发展。采用串行接口可大大减少引脚数量,简化系统结构。采用串行接口虽然较之并行接口数据传输速度慢,但由于串行传输速度的不断提高,加之单片机面向的对象有限制速度的要求,使单片机应用系统的串行扩展技术有了很大发展。随着外围电路串行接口的发展,单片机串行扩展接口(移位寄存器接口、SPI、I²C BUS、Microwire、1-Wire)设置的普遍化、高速化,在采用 Flash ROM 时不需外部并行扩展 EPROM,使得单片机的并行接口技术已日渐衰弱。目前许多原带有并行总线的单片机系列,推出了许多删去并行总线的单片机。

(十) ASMIC 技术的启动与发展

ASMIC (Application Specific Micro-controller Integrated Circuit) 是以 MCU 为核心的专用集成电路(ASIC)。与传统 ASIC 相比,由于是基于 MCU 的系统集成,所以有较好的柔韧性,是单片机应用系统实现系统集成的重要途径。

四、单片机的应用领域

单片机是应工业测控需要而产生的,最能反映其功能及形态的名称是