



电气与信息学科精品课程系列教材

MCS-51单片机原理及应用

MCS-51 DANPIANJI YUANLI JI YINGYONG

秦实宏 徐春辉 / 主编



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

电气与信息学科精品课程系列教材

MCS-51 单片机原理及应用

主 编	秦实宏	徐春辉
副主编	苏文静	陈忠斌
	易先军	江卫华

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 简 介

本书为单片机学习的入门教材。

全书共 11 章。第 1 章介绍单片机的概念和作用;第 2 章介绍 MCS-51 单片机的硬件工作原理;第 3 章介绍 MCS-51 单片机的指令系统;第 4 章介绍汇编语言程序设计方法;第 5 章至第 7 章介绍单片机基本资源使用方法及应用设计;第 8 章介绍 MCS-51 单片机系统扩展方法;第 9 章介绍典型接口及新接口扩展方法;第 10 章介绍单片机的抗干扰方法;第 11 章简要介绍单片机 C 语言程序设计。

本书的参考学时为 36~48 学时,教师可根据实际情况,对相关内容进行取舍和扩充。

图书在版编目(CIP)数据

MCS-51 单片机原理及应用/秦实宏 徐春辉 主编. —武汉:华中科技大学出版社, 2010. 6
ISBN 978-7-5609-6330-3

I. M… II. ①秦… ②徐… III. 单片微型计算机 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 113485 号

MCS-51 单片机原理及应用

秦实宏 徐春辉 主编

策划编辑:谢燕群

责任编辑:姚同梅

封面设计:刘 卉

责任校对:刘 竣

责任监印:熊庆玉

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:武汉佳年华科技有限公司

印 刷:湖北新华印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:18

字 数:434 千字

版 次:2010 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:29.80 元



华中科技大学

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换

全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务

版权所有 侵权必究

电气与信息学科精品课程系列教材

编审委员会

主 任 尹项根

副主任 秦实宏

委 员 (按姓氏笔画排列)

毛 哲 吴文辉 宋玉阶 李忠明 李德俊

殷小贡 容太平 唐永奇 梅秋燕 谭文群

前 言

单片机被称为信息产业三大支柱的“大脑”之一。它具有形小、体轻、稳定、可靠的特点，其应用正在使传统的仪器、设备以及控制系统经历一场巨大的变革。

工科信息大类学生，应逐步熟悉和掌握单片机的使用方法及单片机系统的设计技术，具有扎实的工程实践能力以及一定的创新意识和能力。为了实现这一教育目标，我们编写了此书。

作为单片机学习的入门教材，本书有如下几个方面的特色。

(1) 着重介绍单片机的应用，让读者清楚地知道学习单片机可用来做什么。

(2) 强调原理和应用的有机结合。本书首先详细地介绍了 MCS-51 单片机的硬件原理和指令系统，在此基础上详细介绍了 MCS-51 单片机的基本应用方法。

(3) 简化单片机学习，突出系统性，并适当地增加了典型实用性例题。学生可在学习单片机的相关知识的同时，通过实例进一步掌握单片机的应用技术，为单片机系统的设计与开发及后续相关课程的学习奠定较好的基础。

(4) 介绍了最新的接口技术，内容新颖。

全书共 11 章。第 1 章介绍单片机的概念和作用；第 2 章介绍 MCS-51 单片机的硬件工作原理；第 3 章介绍 MCS-51 单片机的指令系统；第 4 章介绍汇编语言程序设计方法；第 5 章至第 7 章介绍单片机基本资源使用方法及应用设计；第 8 章介绍 MCS-51 单片机系统扩展方法；第 9 章介绍典型接口及新接口扩展方法；第 10 章介绍单片机的抗干扰方法；第 11 章简要介绍单片机 C 语言程序设计。

本书的参考学时为 36~48 学时，教师可根据实际情况，对相关内容进行取舍和扩充。

武汉工程大学的秦实宏教授和华东交通大学的徐春辉副教授担任本书主编，完成了全书的统稿工作；武汉工程大学的苏文静老师、华东交通大学的陈忠斌老师、武汉工程大学的易先军老师和江卫华老师担任本书副主编，共同完成了全书的主要编写工作。本书得到了湖北省教学研究项目(项目编号:2009238)的支持。

由于编者知识水平和经验有限，编写工作时间仓促，书中错误和不当之处在所难免，敬请各位读者和专家批评指正。

编 者

2010 年 5 月

目 录

第 1 章 单片机概述	(1)
1.1 单片机概述	(1)
1.1.1 单片机及其应用	(1)
1.1.2 单片机与嵌入式系统的关系	(3)
1.2 单片机的发展与分类	(4)
1.2.1 单片机的发展	(4)
1.2.2 单片机的分类	(5)
1.2.3 目前我国主流的单片机系列	(7)
1.3 单片机的开发与学习	(8)
1.3.1 单片机应用系统的构建	(8)
1.3.2 单片机产品的设计过程	(9)
练习题	(11)
第 2 章 MCS-51 单片机的硬件结构与工作原理	(12)
2.1 MCS-51 单片机的片内结构	(12)
2.2 MCS-51 单片机的封装与引脚	(13)
2.2.1 MCS-51 单片机的封装形式	(13)
2.2.2 MCS-51 单片机的引脚功能	(14)
2.3 MCS-51 单片机的 CPU	(16)
2.3.1 MCS-51 单片机 CPU 的组成	(16)
2.3.2 指令执行的基本过程	(16)
2.4 MCS-51 单片机最小系统	(17)
2.4.1 MCS-51 单片机最小系统的电路和制作	(17)
2.4.2 MCS-51 的时钟电路与时序	(19)
2.4.3 复位电路	(21)
2.5 MCS-51 单片机的存储器结构	(23)
2.5.1 程序存储器	(25)
2.5.2 内部数据存储器	(26)
2.5.3 特殊功能寄存器	(28)
练习题	(31)
第 3 章 MCS-51 指令系统	(34)
3.1 汇编语言概述	(34)

3.2	汇编语言格式	(35)
3.2.1	MCS-51 汇编语言格式	(35)
3.2.2	指令系统常用符号和含义	(35)
3.3	寻址方式	(36)
3.3.1	寻址的含义	(36)
3.3.2	多种寻址方式	(37)
3.4	指令系统	(39)
3.4.1	数据传送类指令	(40)
3.4.2	算术操作类指令	(43)
3.4.3	逻辑运算与移位类指令	(44)
3.4.4	控制转移类指令	(45)
3.4.5	位操作类指令	(47)
3.5	伪指令	(48)
	练习题	(49)
第4章	MCS-51 汇编语言程序设计	(51)
4.1	汇编语言编程概述	(51)
4.2	汇编语言程序的基本结构	(51)
4.2.1	顺序结构	(51)
4.2.2	分支结构	(53)
4.2.3	循环结构	(57)
4.2.4	子程序	(62)
4.3	汇编语言实用程序设计	(65)
4.3.1	延时程序	(65)
4.3.2	查表程序	(65)
4.3.3	散转程序	(68)
4.3.4	码制转换程序	(68)
4.3.5	布尔处理程序	(70)
4.3.6	定点数运算程序	(71)
	练习题	(74)
第5章	MCS-51 单片机 I/O 接口的简单应用设计	(75)
5.1	I/O 接口概述	(75)
5.2	I/O 接口的功能和内部结构	(76)
5.2.1	P0 口的内部结构及功能	(77)
5.2.2	P1 口的内部结构及功能	(79)
5.2.3	P2 口的内部结构及功能	(80)
5.2.4	P3 口的内部结构及功能	(81)
5.3	I/O 接口的编程	(82)

5.3.1	I/O 接口的编程操作方式	(82)
5.3.2	I/O 接口编程实例:发光二极管的控制	(83)
5.4	单片机与 LED 数码管的接口	(84)
5.4.1	LED 数码管的结构	(84)
5.4.2	LED 数码管的工作原理	(86)
5.4.3	数码管的应用	(89)
5.5	单片机与键盘的接口	(90)
5.5.1	按键	(90)
5.5.2	键盘的分类	(91)
5.5.3	键盘防抖	(92)
5.5.4	键盘接口	(92)
	练习题	(98)
第 6 章	MCS-51 单片机的中断和定时/计数原理及应用	(99)
6.1	中断的相关概念	(99)
6.2	MCS-51 单片机的中断系统	(102)
6.2.1	MCS-51 单片机中断系统的结构	(102)
6.2.2	中断相关寄存器	(103)
6.2.3	中断处理的过程	(106)
6.3	中断程序的设计及实例	(110)
6.3.1	中断程序的设计	(110)
6.3.2	中断程序设计实例	(113)
6.4	MCS-51 单片机的定时器/计数器	(116)
6.4.1	定时器/计数器概述	(116)
6.4.2	定时器/计数器的结构	(116)
6.4.3	定时器/计数器的相关寄存器	(118)
6.4.4	定时器/计数器的四种工作方式	(120)
6.5	定时器/计数器的编程实例和应用	(126)
6.5.1	实例 1 方波的产生	(126)
6.5.2	实例 2 测量脉冲宽度	(128)
6.5.3	实例 3 实时时钟的设计	(128)
	练习题	(131)
第 7 章	MCS-51 单片机串行口应用设计	(133)
7.1	通信方式与串行接口概述	(133)
7.2	串行口的编程操作	(135)
7.2.1	MCS-51 单片机串行口的结构	(135)
7.2.2	MCS-51 串行口的工作方式	(136)
7.2.3	串行口的使用方法	(141)
7.3	常用标准串行通信接口	(143)

7.3.1	RS-232C 接口	(144)
7.3.2	RS-422A 接口	(145)
7.3.3	RS-485 接口	(146)
7.3.4	20 mA 电流环串行接口	(146)
7.4	MCS-51 串口编程实例	(147)
7.4.1	实例 1 PC 机与 MCS-51 单片机双机通信设计	(147)
7.4.2	实例 2 多单片机通信设计	(150)
7.4.3	实例 3 PC 机与多单片机通信设计	(155)
	练习题	(157)
第 8 章	MCS-51 系统扩展	(158)
8.1	MCS-51 单片机的总线结构	(158)
8.2	MCS-51 存储器的扩展	(159)
8.2.1	片外程序存储器的扩展	(160)
8.2.2	片外数据存储器的扩展	(163)
8.3	MCS-51 单片机扩展 I/O 接口	(168)
8.3.1	简单 I/O 接口的扩展	(169)
8.3.2	用 8255A 扩展单片机的并行 I/O 接口	(169)
8.3.3	用 8155H 扩展单片机的并行 I/O 接口	(174)
8.4	MCS-51 单片机扩展外部中断源	(181)
	练习题	(184)
第 9 章	单片机接口技术	(185)
9.1	A/D 转换接口扩展	(185)
9.1.1	A/D 转换器概述	(185)
9.1.2	A/D 转换器 ADC0809 与 MCS-51 单片机接口电路	(187)
9.2	D/A 转换器接口扩展	(191)
9.2.1	D/A 转换器的主要技术指标	(191)
9.2.2	DAC0832 与 MCS-51 单片机接口	(191)
9.3	I ² C 接口扩展	(195)
9.3.1	I ² C 总线介绍	(195)
9.3.2	I ² C 接口串行 E ² PROM 的应用	(197)
9.3.3	I ² C 串行 A/D 转换器 MAX1169 的接口应用	(201)
9.4	SPI 接口扩展	(205)
9.4.1	SPI 总线介绍	(205)
9.4.2	SPI 串行 A/D 器件 TLC1543 的接口	(206)
9.5	USB 接口扩展	(211)
9.5.1	USB 总线介绍	(211)
9.5.2	USB 器件 FT245BM 的接口开发	(215)
	练习题	(220)

第 10 章 单片机系统的抗干扰设计	(221)
10.1 干扰的来源	(221)
10.2 硬件抗干扰措施	(222)
10.2.1 电源噪声的抑制	(222)
10.2.2 过程通道干扰抑制	(223)
10.2.3 接地技术	(227)
10.3 软件抗干扰措施	(229)
10.3.1 状态信号输入/输出中的抗干扰措施	(229)
10.3.2 CPU 抗干扰技术	(230)
10.3.3 数字滤波	(234)
练习题	(236)
第 11 章 Keil 软件与单片机 C 语言	(237)
11.1 Keil C51 软件使用简介	(237)
11.1.1 Keil C51 软件概述	(237)
11.1.2 Keil C51 操作入门	(237)
11.1.3 在 Keil C51 下调试程序	(241)
11.2 单片机 C 语言程序设计及实例	(243)
11.2.1 单片机 C 语言概述	(243)
11.2.2 单片机内部资源的 C 语言编程实例	(253)
11.2.3 汇编语言和 C 语言的混合编程	(256)
11.3 液晶模块 C 语言驱动	(259)
练习题	(265)
附录 A 指令速查表	(266)
附录 B Proteus 仿真软件简介	(271)
参考文献	(275)

第 1 章 单片机概述

1.1 单片机概述

1.1.1 单片机及其应用

单片机是对早期“single chip microcomputer”的直译,这一名称忠实地反映了早期单片机的形态和本质,如图 1-1 所示。随后,单片机按照“面向对象、突出控制功能”的思路,在片内集成了许多外围电路及外设接口,突破了传统意义上的计算机结构,发展成 microcontroller 的体系结构,目前国外普遍称之为微控制器(MCU,micro controller unit)。鉴于它完全做嵌入式应用,故又称为嵌入式微控制器(embedded microcontroller)。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。

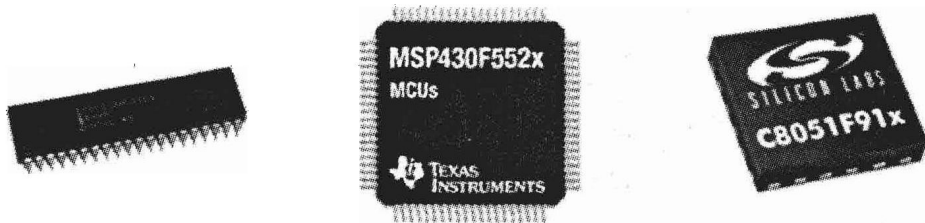


图 1-1 几款单片机

目前,单片机从体系结构到指令系统都是按照嵌入式应用特点专门设计的,它只能嵌入到对象环境、结构体系中,作为其中的一个智能化控制单元。由于它能很好地满足面向控制对象、应用系统的嵌入、现场的可靠运行以及非凡的控制品质等要求,因而已渗透到如导弹的导航装置,飞机上各种仪表的控制装置,计算机的网络通信与数据传输装置,工业自动化过程的实时控制和数据处理系统,各种智能 IC 卡、民用豪华轿车的安全保障系统,录像机、摄像机、全自动洗衣机的控制系统等装置与系统,以及程控玩具、电子宠物等领域中,自动控制领域、智能仪表、医疗器械领域也是其用武之地。2008 年嵌入式系统会议(ESC)得出结论:如果说 20 年前 2% 的处理器专注于桌面应用,其他 98% 是嵌入式设计,那么从现在起 20 年内,这个比例将是 1:99,如图 1-2 所示。

由单片机构成的各种嵌入式应用电路系统称为单片机应用系统。单片机应用系统包括了满足对象要求的全部硬件电路和应用软件。单片机应用系统结构通常包括图 1-3 所示的三个层次,即单片机、单片机系统、单片机应用系统。

1. 单片机

单片机通常是应用系统的主机。设计单片机应用系统时,要根据任务要求,选择合适的单片机。

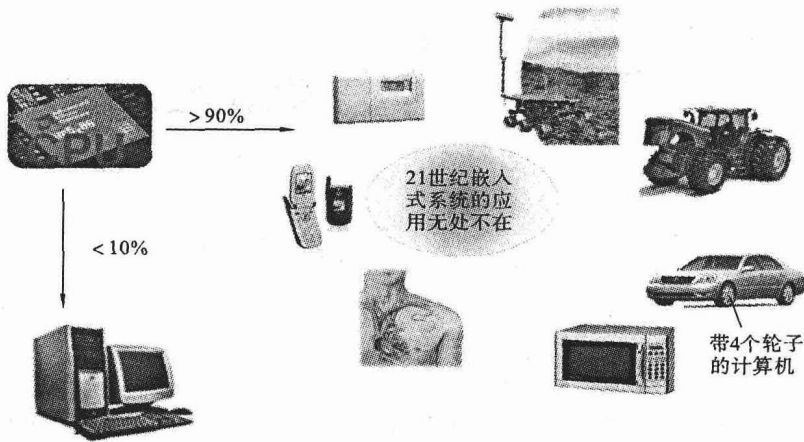


图 1-2 嵌入式系统的应用

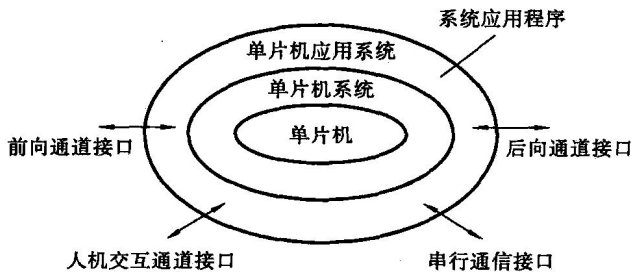


图 1-3 单片机应用系统结构

2. 单片机系统

单片机系统是按照所选择的单片机、单片机的技术要求,以及嵌入对象对单片机的资源要求构成的电路。按照单片机要求在外围配置单片机运行所需要的时钟电路、复位电路等,构成最小的单片机系统;在单片机的外围电路不能满足嵌入对象功能要求时,可在单片机外部扩展一些外围电路,如存储器、定时计数器、中断源等,从而构成能满足具体嵌入应用要求的计算机系统。

3. 单片机应用系统

单片机应用系统是满足嵌入式对象要求的全部电路系统,它是在单片机系统的基础上配置面向对象的接口电路而构成的。在单片机应用系统中,面向对象的接口电路有四种。

1) 前向通道接口电路

前向通道接口电路是应用系统面向检测对象的输入接口电路,通常是各种物理量的传感器、变换器输入通道。电量输出信号的类型(如小信号模拟电压、大信号模拟电压、开关信号、数字脉冲信号等)不同,其接口电路也不同,通常有信号调理器、模/数(A/D)转换器(ADC)、开关输入、频率测量接口等。

2) 后向通道接口电路

后向通道接口电路是应用系统面对控制对象的输出接口电路。根据伺服控制要求,通

常有数/模(D/A)转换器(DAC)、开关输出、功率驱动接口等。

3) 人机交互通道接口电路

人机交互通道接口电路是满足应用系统人机交互需要的电路,如键盘、显示器、打印机、码盘等输入/输出接口电路。

4) 串行通信接口电路

串行通信接口电路是满足远程数据通信或构成多机网络系统的接口电路,如标准的 RS232C、RS422/485 以及现场总线 CAN BUS 等。

随着单片机技术的发展,单片机功能的不断增强、集成度的提高,以及系统集成技术的应用,单片机逐渐向外层扩展。最明显的变化是单片机资源的扩展,外围接口电路进入片内,最终向单片机应用系统集成发展。

单片机应用系统是最终产品的目标系统,除了硬件电路外,还须嵌入系统应用程序。

下面举个单片机应用的简单例子来说明单片机的一般应用方式。

图 1-4 所示的是个简易的智能循迹小车。该小车在机械车架部件中配备了单片机应用系统,包括嵌有控制程序的单片机板、传感器板、驱动板、舵机、电动机、电池等。该小车通过前面的传感器电路检测赛道的黑白信息,单片机板运行内嵌的编制程序采集此信息,进行赛道形状判断和处理,并根据一定的控制策略输出舵机及电动机所需的 PWM 控制信号,经驱动板的电路控制电动机、舵机,从而控制小车的转向和速度,达到智能循迹目的。

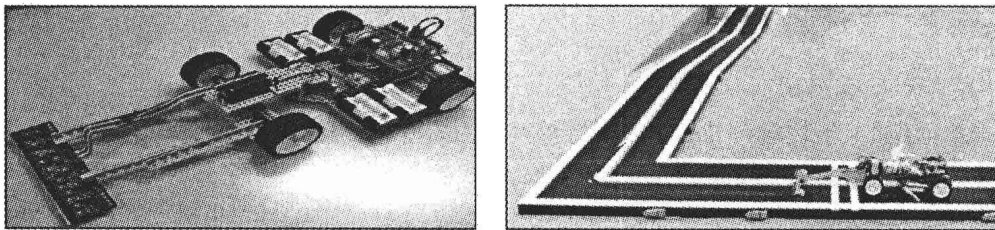


图 1-4 简易智能循迹小车

1.1.2 单片机与嵌入式系统的关系

20 世纪 70 年代微型机表现出的智能化水平引起了控制专业人士的兴趣,他们希望将微型机嵌入到一个对象体系中,实现对对象体系的智能化控制。例如,将微型机经电气、机械加固,并配置各种外围接口电路,安装到大型舰船中构成自动驾驶仪或轮机监测系统。这样一来,微型机便失去了原来的形态和通用功能。为了区别于原有的通用计算机系统,把嵌入到对象体系中、实现对象体系智能化控制的计算机称为嵌入式计算机系统,简称嵌入式系统。嵌入式系统的本质是将一个计算机嵌入到一个对象体系中去,这是理解嵌入式系统的基本出发点。

由于嵌入式计算机系统要嵌入到对象体系中,实现的是对象的智能化控制,所以嵌入式系统的技术发展方向是实现与对象系统密切相关的嵌入性能、控制能力与控制的可靠性,这就形成了嵌入式系统的单芯片发展道路,即开创了单片机的发展时代。

在单片机最初发展的时代,嵌入式系统以器件形态迅速进入到传统电子技术领域中,它

的研发主体是电子技术应用工程师,电子技术应用工程师以其惯用的电子技术应用模式从事单片机的应用开发。这种应用模式最重要的特点是:①软、硬件的底层性;②对象系统专业技术的密切相关性;③缺乏计算机工程设计方法。

随后 PC 时代的到来,网络、通信技术得以发展;同时,嵌入式系统软、硬件技术有了很大的提升,为嵌入式系统应用开辟了广阔天地。计算机专业人士的介入使嵌入式应用模式带有明显的计算机工程应用特点。计算机专业人士囿于对象专业知识,其对嵌入式系统的应用集中在网络、通信、多媒体、电子商务等领域,不可能替代原来电子工程师在控制、仪器仪表、机械电子等领域的作用。因此,客观上两种应用模式会长期并存下去,在不同领域相互补充。

现在,人们谈到嵌入式系统时,往往将其理解为计算机专业领域的基于 32 位嵌入式处理器网络、通信、多媒体等的应用。单片机与嵌入式系统形成了嵌入式系统中常见的两个独立名词。由于单片机是典型的、独立发展起来的嵌入式系统,从学科建设角度出发,故把它统一成嵌入式系统。考虑到原来单片机的电子系统底层应用特点,可以把嵌入式系统应用分成高端和低端两种,把原来的单片机应用理解成嵌入式系统的低端应用。

1.2 单片机的发展与分类

1.2.1 单片机的发展

1. 单片机的发展史

从 20 世纪 70 年代单片机出现至今,单片机技术有了巨大的发展。单片机的发展历史大致可分为以下四个阶段。

1) 单片机探索阶段(1974—1978 年)

1974 年,工控领域对计算机提出了嵌入式应用要求,首先是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要求。在计算机单芯片的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。通用 CPU 模式采用通用 CPU 和通用外围单元电路的集成方式构成(以 Motorola 公司的 MC-6801 为代表);专用 CPU 模式采用专门为嵌入式系统设计的 CPU 与外围电路集成的方式构成(以 Intel 公司的 MCS-48 为代表)。事实证明,这两种方式都是可行的。专用 CPU 方式能充分满足嵌入式应用的要求,成为今后单片机发展的主要体系结构模式;通用 CPU 方式则与通用计算机兼容,应用系统开发方便,成为后来嵌入式微处理器的发展模式。

2) 单片机完善阶段(1978—1982 年)

Intel 公司在 MCS-48 的基础上推出了完善的、典型的单片机系列 MCS-51。它在以下几个方面奠定了典型的通用总线型单片机体系结构。

(1) 完善的外部总线。MCS-51 设置了经典的 8 位单片机的总线结构,包括 8 位数据总线、16 位地址总线、控制总线及具有多机通信功能的串行通信接口。

(2) CPU 外围功能单元的集中管理模式。

(3) 体现工控特性的位地址空间及位操作方式。

(4) 指令系统趋于丰富和完善,并且增加了许多突出控制功能的指令。

3) 微控制器形成阶段(1982—1990 年)

单片机面对测控对象,不仅要有完善的计算机体系结构,还要有许多面对测控对象的接口电路,如将用于测控系统的模/数转换器、程序运行监视器、脉宽调制器等纳入片中,体现了单片机的微控制器特征。这阶段的代表系列为 80C51 系列,它是许多半导体厂商以 MCS-51 中的 8051 为基核发展起来的满足各种嵌入式应用的单片机系列。

4) 微控制器成熟阶段(1990 年至今)

这阶段各大电气公司、半导体公司都介入到单片机产业中,推出适合不同领域要求的单片机系列,并致力于提高单片机综合品质,如成本、性能、体系结构、开发环境等。专用型单片机也成为单片机发展的一个重要方向。

2. 单片机的发展方向

1) 单一架构体系单片机优势凸现

目前电子产业面临市场和成本双重压力,电子企业在使用和选择单片机的时候,不仅要考虑电子元器件材料成本,还要考虑研发成本。单一架构可以帮助企业降低风险,提高系统的可靠性和减少成本。因此,8 位单片机、8051 依然是主流的选择,目前有市场迹象表明中高端单片机正在向着 ARM、X86 SoC 主流计算平台的方向发展。

2) 低功耗单片机成为新宠

低功耗单片机成为新宠,原因就是工业产品正在走向消费化和便携化。在技术层面,实现单片机的低功耗可采用超低电压供电、内置 DC/DC 电压转换器和 LDO(low dropout regulator)转换器、超低功耗的休眠模式和关机模式。此外,嵌入式系统领域里创新的动态功耗控制方式(在工作模式下,能通过编程设置工作电压和工作频率来降低功耗(DVFS)的方式)也开始在单片机中使用。低功耗的实现技术和工具是关键,采用先进的 SoC、IP 和 EDA 技术使得在低功耗的前提下实现高集成度成为可能。

3) 面向应用的高集成度单片机

高集成度一直是单片机发展的趋势。长期以来通用功能的集成化是 MCU 的主要发展方向,现在则更多的是面向应用的集成化,主要表现在两个方面:第一,人机界面技术和单片机的结合越来越多,开始是在中高端的单片机产品上,现在已经延伸到中低端的单片机上了,如 AVR、PIC 8/16 位单片机都支持 LCD、触摸传感功能等;第二,伴随互联网广泛应用和智能化装置的普及,各种无线和有线的通信方式和单片机的结合越发紧密,CAN、USB 和 Ethernet 已经成为 32 位单片机基本部件和 8/16 位单片机可选配置。可以预测,随着工业无线应用走向标准化、节能化,智能化无线单片机将是未来的发展趋势。

1.2.2 单片机的分类

目前,单片机尚无统一的分类标准,通常根据位数、总线类型、应用模式、生产厂商等简单区分。

1. 按数据总线宽度区分

按单片机数据总线的宽度,可将单片机分为 4、8、16、32 位机。

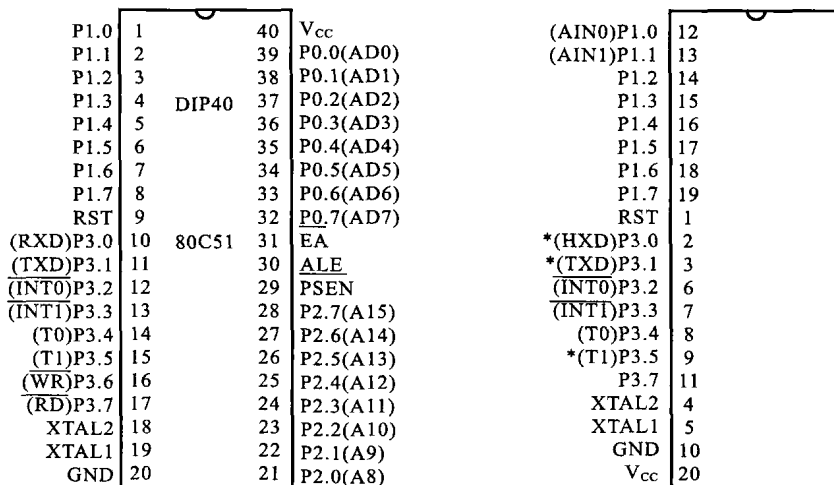
4 位单片机适用于各种规模较小的家电类消费产品,如电冰箱、洗衣机、微波炉等家电的控制系统。

8 位单片机是目前品种最为丰富、应用最为广泛的单片机,目前主要分为 MCS-51 系列及其兼容机型和非 MCS-51 系列单片机。MCS-51 兼容产品因开发工具及软、硬件资源齐全而占主导地位,非 MCS-51 系列单片机在我国应用较广的有 Motorola 68HC05/08 系列、Microchip 的 PIC 单片机以及 Atmel 的 AVR 单片机。8 位单片机在自动化装置、智能仪器仪表、过程控制、通信、家用电器等许多领域得到了广泛应用。16 位单片机的操作速度及数据传输能力与 8 位机相比有较大提高。16 位单片机目前以 Intel 的 MCS-96/196 系列、TI 的 MSP430 系列及 Motorola 的 68HC11 系列为主,主要应用于工业控制场合及智能仪器仪表、便携式设备等中。8 位、16 位单片机主要用在一般的控制领域中,通常不使用操作系统。

32 位单片机是单片机的发展趋势,随着技术的发展及开发成本和产品价格的下降,其将会与 8 位单片机并驾齐驱。随着移动通信、网络技术、多媒体技术等高科技产品进入家庭,32 位单片机应用得到了迅猛的发展。由于 32 位单片机主要应用于网络操作、多媒体处理等复杂处理的场合,一般要采用嵌入式操作系统。

2. 按总线结构分

按总线结构,单片机可分为总线型和非总线型两种。总线型单片机是指配置有完整并行总线的单片机,如图 1-5(a)所示的 80C51 单片机。该单片机的引脚提供了 P0 口的 8 位并行数据总线,P2、P0 口的 16 位地址总线以及相应的控制线 \overline{WR} 、 \overline{RD} 、ALE、 \overline{PSEN} 、 \overline{EA} 等。图 1-5(b)所示的是与 80C51 相同系列的非总线型单片机,可以看出,非总线型单片机由于省去了并行总线,外部封装引脚减少,芯片成本下降,故其又称为廉价型单片机。非总线型单片机无法扩展外部并行接口器件,需要扩展外围器件时可选择串行扩展方式来实现。



(a) 总线型单片机

(b) 非总线型单片机

图 1-5 总线型与非总线型单片机

3. 按通用性分

按通用性,单片机可分为通用型和专用型两大类。

通用型单片机的用途很广泛,使用不同的接口电路及编制不同的应用程序就可实现不同的功能。小到家用电器、仪器仪表,大到机器设备和整套生产线,都可用通用型单片机来实现自动化控制。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。

专用型单片机针对某一类产品甚至某个产品的需要而设计,用途比较专一,出厂时程序已经一次性固化好,不能再修改。例如,来电显示电话中所配的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。

4. 按厂商分

iSuppli 公司(一家全球领先的针对电子制造领域的市场研究公司)把全球 MCU 市场划分为三个地理区域:美国和欧洲地区,日本和韩国,以及我国的大陆与台湾地区。日本和韩国企业拥有系统设计与制造专门技术,因此在消费电子领域非常强大。美国和欧洲厂商在工业控制和汽车电子方面比较成功。我国大陆和台湾地区厂商专注于低端消费电子产品领域的开发。

1.2.3 目前我国主流的单片机系列

1. 80C51 系列

Intel 公司 MCS-51 系列单片机以其典型的结构、完善的总线、特殊功能寄存器(SFR)集中管理模式、位操作系统和面向控制功能的丰富指令系统,为单片机的发展奠定了良好的基础。其典型芯片是 80C51(CHMOS 型的 8051)。随后 Intel 公司将 80C51 内核的使用权以专利或互换方式出让给世界许多著名 IC 制造厂商,这些公司在保持与 80C51 单片机兼容的基础上,融入了自身的优势,扩展了针对满足不同测控对象要求的外围电路,开发出上百种功能各异的新品种。这样 80C51 单片机就变成了众多芯片制造厂商支持的“大家族”,统称为 80C51 系列单片机。目前,80C51 已成为 8 位单片机的主流,成了事实上的标准 MCU 芯片。

2. PIC 系列

PIC 单片机系列是 Microship 公司的产品,是当前市场份额增长最快的单片机之一。其 CPU 采用 RISC 结构,仅有 30 多条指令,采用 Harvard 双总线结构,具有较快的运行速度、低工作电压、低功耗、较大的输入/输出直接驱动能力,且价格低、一次性编程、体积小,适用于用量大、档次低、价格弹性大的产品。但该系列单片机的特殊功能寄存器并不像 80C51 系列那样都集中在一个固定的地址区间内,而是分散在四个地址区间内,在编程过程中,要使用专用寄存器,并反复选择对应的存储体,使编程较麻烦。

3. AVR 系列

AVR 系列单片机是 Atmel 公司推出的较为新颖的单片机,其显著的特点为高性能、高速度、低功耗。AVR 系列的 I/O 脚类似 PIC,它也有用来控制输入/输出的方向寄存器,输