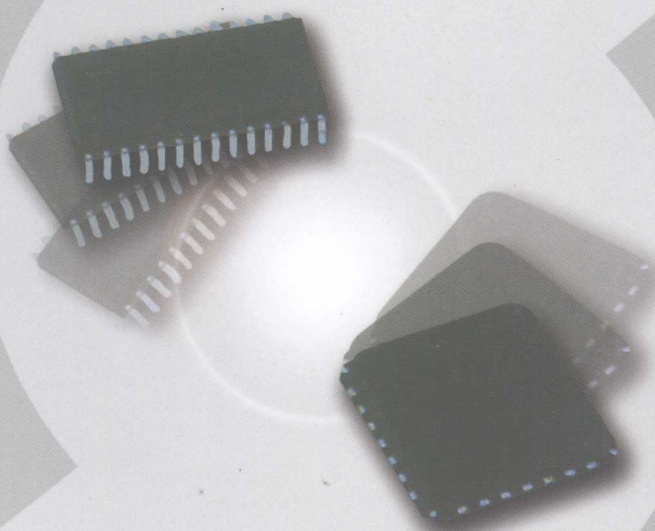


高职高专规划教材

单片机原理与接口技术

刘焕平 童一帆 编著



北京航空航天大学出版社

高职高专规划教材

单片机原理与接口技术

刘焕平 童一帆 编著

刘焕平 童一帆 著

童一帆 编著

北京航空航天大学出版社

北京市西城区学院路37号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

http://www.buaapress.com.cn E-mail:buaapress@263.net

北京市德胜门内大街5号 印刷厂:北京印刷厂

开本:787×1092 1/16 印张:18.5 字数:409千字

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

以 80C51 系列单片机为核心,系统介绍了其结构原理和应用技术。主要内容包括单片机的基础知识、结构与原理、指令系统、汇编语言程序设计、单片机内部并行口的应用、中断技术、定时计数技术、串行通信技术、系统扩展技术、A/D 和 D/A 转换器接口、单片机应用及开发技术等。

本书列举了大量的应用实例,所有实例都经过了验证,并在每章末配有习题,便于教学与自学。

本书既可作为高职院校机电类、电子类、通信类及计算机类专业的教学用书,也可作为单片机技术的培训教材,同时也可作为广大从事单片机应用开发的科研人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与接口技术/刘焕平、童一帆编著. —北京:
北京航空航天大学出版社,2007.7

ISBN 978-7-81124-065-8

I. 单… II. ①刘…②童… III. ①单片微型计算机—基
础理论②单片机微型计算机—接口 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 110809 号

单片机原理与接口技术

刘焕平 童一帆 编著

责任编辑 苏向鹏

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

http://www.buaapress.com.cn E-mail: bhpress@263.net

北京市松源印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:18.25 字数:409 千字

2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月第 1 次印刷 印数 4 000 册

ISBN 978-7-81124-065-8 定价:26.00 元

前言

随着电子技术和计算机技术的发展,单片机技术已成为计算机技术的一个独特分支,在民用和工业测控等领域得到了广泛的应用。单片机具有体积小、功能强、可靠性高、价格低、使用方便和系统设计灵活等特点。目前,单片机控制系统正以空前的速度取代着传统电子控制系统。学习单片机并掌握其设计使用技术已经成为当代大学生和一些工程技术人员必备的技能,很多企业迫切需要大量熟练掌握单片机技术,并能开发、应用和维护管理单片机控制系统的高级工程技术人员。为了适应这一人才培养目标,配合机电类、电子类、通信类及计算机类等相关专业的专业建设和教材改革的需要,我们编写了这本教材。

本书在介绍单片机时,是以 80C51 系列为例进行讲述的,而在介绍具体型号时,选用了 Atmel 公司的 AT89 系列产品。89 系列单片机源于经典的 MCS-51 系列,实际上属于 80C51 系列。考虑到教学的连续性及 89 系列单片机开发装置的普及性,本书的单片机芯片采用 89S51(因为 Atmel 公司的 AT89C51 已停产,取代 89C51 的产品是 89S51),在作一般性介绍时还是以 80C51 系列单片机为代表。

结合职业教育的特点,以“必需、够用”为原则,本书首先介绍单片机基础知识(第 1 章),并以 80C51 系列单片机为核心,系统介绍单片机的基本结构与原理(第 2 章)、指令系统(第 3 章)、汇编语言程序设计(第 4 章)、单片机内部并行口的结构及应用(第 5 章)、输入/输出与中断技术(第 6 章)、定时计数技术(第 7 章)、单片机串行数据通信(第 8 章)、单片机系统扩展技术(第 9 章)、A/D 和 D/A 转换器接口(第 10 章)、单片机应用系统设计实例(第 11 章)。

将单片机内部并行口的应用作为第 5 章,并在该章介绍常用外设及其与单片机的接口电路和驱动程序,符合单片机的发展趋势。因为随着芯片集成度的提高,单片机的功能越来越强大,直接将单片机与外部设备连接就可以构成符合要求的控制系统,而不需要扩展芯片。所以供初学者使用的单片机教材,应以单片机内部资源的应用为主,介绍单片机与各种外设的连接更符合单片机的发展趋势。另外,由于学习者在对单片机的应用有了一定了解之后,更容易学习中断技术与定时计数技术并能够学以致用,所以本教材将中断技术与定时计数技术放在单片机内部并行口的应用之后讲解。

本书力求紧密结合职业技术教育的特点,注重理论联系实际,特别对组成单片机控制系统的常用外设及其与单片机的接口电路和驱动程序等作了详细的介绍,重在突出实用性,加强实践能力的培养。

本书主要分两大模块:单片机内部资源的应用和单片机扩展技术。首先介绍单片机的内部资源及其应用,然后介绍单片机扩展技术,最后以单片机应用及开发技术结束。本书结构合理、内容全面、条理清晰、通俗易懂,列举了大量的应用实例,所有实例都经过了验证,并在每章末配有习题,便于教学与自学。

本书由石家庄职业技术学院的刘焕平和童一帆编写,并由刘焕平统稿。在编写过程中得到了王金斗、张武坤和李娟等同志的大力支持,在此表示诚挚的谢意。同时对所选用参考文献、参考资料的编著者及对出版本书提供帮助的诸多同志一并致谢。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏之处,恳请读者批评指正。

作 者

2007 年 2 月

目 录

第 1 章 单片机的基础知识	1
1.1 概 述	1
1.1.1 计算机、微型计算机与单片机的区别	1
1.1.2 单片机的组成及特点	2
1.1.3 微型机发展概况	3
1.1.4 单片机发展概况	4
1.1.5 单片机发展趋势	5
1.2 典型单片机产品简介	6
1.2.1 MCS-51 系列单片机	6
1.2.2 Atmel 公司单片机	7
1.3 单片机的应用	9
1.4 计算机中的数制与编码	10
1.4.1 数 制	10
1.4.2 各种数制之间的相互转换	11
1.4.3 计算机中数值数据的表示方法	13
1.4.4 计算机中的编码	15
1.5 计算机中数的运算方法	17
1.5.1 算术运算	17
1.5.2 逻辑运算	19
习 题	20
第 2 章 单片机的结构与原理	22
2.1 单片机的结构	22
2.1.1 单片机的逻辑结构	22
2.1.2 单片机的内部结构与工作原理	23
2.2 存储器	26
2.2.1 程序存储器 ROM	27
2.2.2 数据存储器 RAM	28
2.3 89S51 单片机的引脚及功能	34
2.3.1 电源引脚 V_{CC} 和 V_{SS}	35

2.3.2	时钟引脚 XTAL1 和 XTAL2	35
2.3.3	地址锁存允许/片内 EPROM 编程脉冲输入信号 ALE/ $\overline{\text{PROG}}$	35
2.3.4	外部 ROM 的读选通信号 $\overline{\text{PSEN}}$	35
2.3.5	外部程序存储器访问允许/固化编程电压输入信号 $\overline{\text{EA}}/\text{V}_{\text{PP}}$	35
2.3.6	复位信号/备用电源输入端 RST/ V_{PD}	36
2.3.7	输入/输出引脚	36
2.4	80C51 系列单片机的时序	37
2.4.1	时钟电路	37
2.4.2	时序的基本单位	38
2.4.3	典型时序分析	39
2.5	80C51 系列单片机的工作方式	41
2.5.1	复位方式	41
2.5.2	程序执行方式	42
2.5.3	低功耗方式	42
习 题		44
第 3 章	指令系统	47
3.1	指令系统简介	47
3.1.1	指令的组成	47
3.1.2	指令的书写方式	47
3.1.3	指令的字节数	48
3.2	寻址方式	48
3.2.1	立即寻址	49
3.2.2	直接寻址	49
3.2.3	寄存器间接寻址	50
3.2.4	寄存器寻址	51
3.2.5	变址寻址	51
3.2.6	相对寻址	52
3.2.7	位寻址	52
3.3	80C51 系列单片机的指令系统	53
3.3.1	数据传送类指令	54
3.3.2	算术运算类指令	59
3.3.3	逻辑操作类指令	62
3.3.4	位操作指令	65
3.3.5	控制转移类指令	66

习 题	75
第 4 章 汇编语言程序设计	79
4.1 概 述	79
4.1.1 程序设计语言	79
4.1.2 伪指令	81
4.2 程序设计举例	84
4.2.1 顺序程序	85
4.2.2 分支程序	91
4.2.3 循环程序	95
4.2.4 子程序	101
4.2.5 查表程序	104
习 题	106
第 5 章 单片机内部并行口及应用	111
5.1 80C51 系列单片机内部并行口的结构	111
5.1.1 P0 口结构	111
5.1.2 P1 口结构	112
5.1.3 P2 口结构	113
5.1.4 P3 口结构	113
5.2 80C51 系列单片机内部并行口的应用	114
5.2.1 直接作输出口	114
5.2.2 直接作输入口	117
5.3 七段 LED 显示器接口	119
5.3.1 数码管简介	119
5.3.2 单个七段 LED 数码管的接口	120
5.3.3 多个七段 LED 显示器接口	123
5.4 键盘接口	130
5.4.1 键盘类型	130
5.4.2 非编码键盘与单片机的接口	130
5.4.3 键盘应用	134
5.5 打印机接口	136
习 题	138
第 6 章 输入/输出与中断	140
6.1 输入/输出传送方式	140
6.1.1 无条件传送方式	140

6.1.2 查询传送方式	141
6.1.3 中断传送方式	142
6.2 中断概述	142
6.2.1 中断的定义与作用	142
6.2.2 中断源	143
6.2.3 中断系统的功能	143
6.3 89S51 单片机的中断系统	144
6.3.1 中断源	145
6.3.2 中断标志位	145
6.3.3 中断开放的控制	147
6.3.4 中断优先级的控制	148
6.3.5 中断优先级的结构	148
6.3.6 中断处理过程	149
6.3.7 中断响应时间	151
6.3.8 中断请求的撤除	151
6.3.9 中断系统的初始化	152
6.3.10 中断系统的应用	153
6.3.11 外部中断源的扩展	155
习 题	157
第 7 章 定时/计数技术	160
7.1 定时/计数技术概述	160
7.1.1 软件定时/计数器	160
7.1.2 不可编程的硬件定时/计数器	161
7.1.3 可编程的定时/计数器	161
7.2 89S51 单片机内部的定时/计数器	161
7.2.1 89S51 单片机内部定时/计数器的结构	161
7.2.2 与定时/计数器有关的特殊功能寄存器	162
7.2.3 定时/计数器的工作方式	164
7.2.4 定时/计数器的初始化	167
7.2.5 定时/计数器的应用	168
习 题	174
第 8 章 单片机串行数据通信	176
8.1 串行数据通信概述	176
8.1.1 串行通信的数据传送方式	176

8.1.2 串行通信的波特率	178
8.1.3 串行通信方式	178
8.2 89S51 系列单片机内部串行接口	178
8.2.1 串行接口的结构	178
8.2.2 串行接口的工作方式	180
8.2.3 串行接口的应用	182
习 题	190
第 9 章 单片机系统扩展技术	192
9.1 单片机系统扩展概述	192
9.1.1 单片机应用系统简介	192
9.1.2 单片机扩展原理	192
9.1.3 单片机系统扩展能力	194
9.2 程序存储器的扩展	195
9.2.1 程序存储器芯片简介	195
9.2.2 典型的 EPROM 扩展电路	195
9.3 数据存储器的扩展	201
9.3.1 数据存储器芯片简介	202
9.3.2 典型的 SRAM 扩展电路	202
9.3.3 程序存储器和数据存储器同时扩展	205
9.4 80C51 系列单片机并行口的扩展	207
9.4.1 不可编程并行口芯片的扩展	207
9.4.2 可编程并行口芯片的扩展	212
习 题	220
第 10 章 A/D 和 D/A 转换器接口	223
10.1 D/A 转换器及其与 80C51 系列单片机的接口和应用	223
10.1.1 D/A 转换器概述	223
10.1.2 典型 D/A 转换器芯片及其接口	224
10.1.3 D/A 转换器的应用	230
10.2 A/D 转换器及其与 80C51 单片机的接口和应用	234
10.2.1 A/D 转换器概述	234
10.2.2 典型 A/D 转换器芯片及其接口	235
10.2.3 A/D 转换器的应用	239
习 题	241
第 11 章 单片机应用系统设计实例	244

11.1	AT89C51 简介	244
11.2	喷泉控制器	244
11.2.1	设计方案	244
11.2.2	单片机系统设计	245
11.2.3	控制流程	246
11.2.4	参考程序	247
11.3	电子式弹簧秤	250
11.3.1	电子式弹簧秤工作原理	250
11.3.2	电路设计	251
11.3.3	程序流程	253
11.3.4	参考程序	254
11.4	步进电机控制器	257
11.4.1	步进电机工作原理	257
11.4.2	电路设计	259
11.4.3	程序设计	261
11.5	波形发生器	266
11.5.1	波形发生器设计方案	266
11.5.2	电路设计	266
11.5.3	程序流程	268
11.5.4	程序设计	269
附录 A	80C51 系列单片机指令表	274
参考文献		280

第 1 章 单片机的基础知识

电子计算机是一种能够对信息进行加工处理的电子设备,具有记忆、判断和运算等功能,简称为计算机。随着电子技术的发展,电子计算机经历了从电子管、晶体管、集成电路到大规模集成电路 4 个发展阶段,即通常所说的第 1 代、第 2 代、第 3 代和第 4 代电子计算机。微型计算机是大规模集成电路技术发展的产物,因此它属于第 4 代电子计算机。单片微型计算机是微型计算机发展中的一个重要分支,它以独特的结构广泛应用于工业控制、仪器仪表智能化和家用电子产品等各控制领域。

1.1 概 述

计算机按其规模大小和功能强弱可以分成五种:巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机。无论哪种计算机都由硬件系统(简称硬件,指计算机中看得见、摸得着的物理实体)和软件系统(为使计算机正常工作而设置的命令)共同构成。硬件只是使计算机具备了处理数据的可能,要使计算机脱离人的干预自动进行工作,还需要有软件的配合。硬件与软件相辅相成,缺一不可。

1.1.1 计算机、微型计算机与单片机的区别

从系统结构和基本工作原理来看,计算机、微型计算机与单片机应用系统并无本质区别,它们的硬件均由五部分组成:运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备。其中运算器和控制器合称为中央处理单元,简记为 CPU;而各种输入设备和输出设备统称为外部设备,简称为外设。计算机的基本结构框图如图 1.1 所示。

随着大规模集成电路的发展,运算器和控制器被集成在一块半导体芯片上,称之为微处理器;存储器由半导体存储器芯片组成;输入设备和输出设备通过输入/输出接口(简称 I/O 口)与各部件交换信息;CPU 芯片、存储器芯片和 I/O 口芯片通过数据总线(DB)、地址总线(AB)和控制总线(CB)交换信息,这就是微机的结构。微机的结构示意图如图 1.2 所示。

概括地说,微机分为通用型微型计算机和专用型单片微型计算机 2 大类。

通用型微型计算机就是将不同用途的外设接口设计为独立的适配卡作为微机的接口部件,并在微机内采用总线插槽的形式为外设提供总线接口的计算机。这样,在一台基本主机(CPU、存储器和基本 I/O 口)上就可以根据应用的要求,配置不同用途的外设。目前,通用微机以个人电脑为代表,大多数采用这种形式。

专用型单片微型计算机就是将组成微型计算机的 CPU、存储器、I/O 口等部件集成在一

个芯片上,并具备一套功能完善的指令系统的计算机。此芯片被称为“Single Chip Microcomputer”,简称 SCM,即单片微型计算机,简称为单片机。随着单片微型计算机在技术和体系结构上的不断进步,其控制功能不断扩展,时至今日,它的主要功能已经不是计算,而是控制了,所以国际上开始采用“Micro Controller Unit”,简称 MCU,即微控制器来称谓单片机。

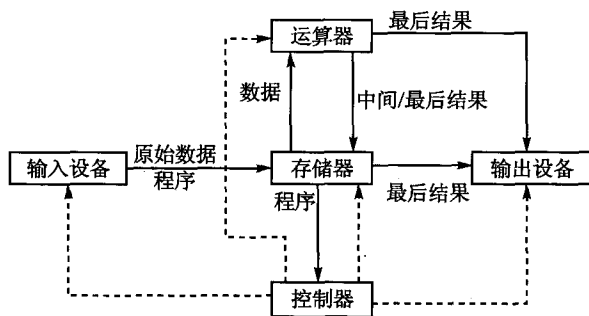


图 1.1 计算机组成框图

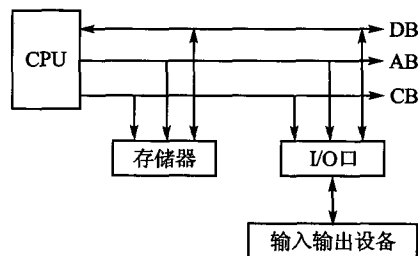


图 1.2 微型计算机结构示意图

单片机本身只是一个电子元件,只有当它与某些器件或设备有机地结合在一起才能构成单片机应用系统的硬件。

1.1.2 单片机的组成及特点

单片机是微型机的一个重要分支,它在结构上的最大特点是把 CPU、存储器、定时器、多种输入/输出接口等电路集成在一块超大规模集成电路芯片上,就其组成基本工作原理而言,1 个单片机芯片就是一台计算机。

(1) 单片机的组成

单片机内部组成如图 1.3 所示。

由图可见,单片机内部的各主要部件通过内部总线连接为一体,其内部总线包括地址总线、数据总线和控制总线。其中,地址总线的作用是在进行数据交换时提供地址,CPU 通过它们将地址输出到存储器或 I/O 接口;数据总线的作用是在 CPU 与存储器或 I/O 接口之间,或存储器与外设之间交换数据;控制总线则包括 CPU 发出的控制信号线和外部送入 CPU 的应答信号线等。

(2) 单片机的特点

由于单片机的上述结构形式及它所采取的半导体工艺,使其具有很多显著的特点,因而在

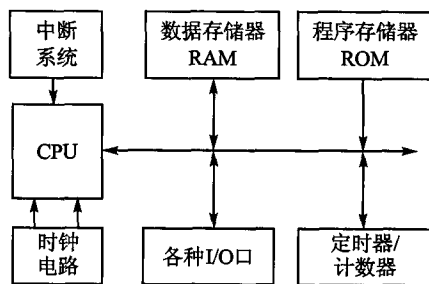


图 1.3 单片机内部组成框图

各个领域都得到了迅猛的发展。

单片机的主要特点如下:

- 有优异的性能价格比。单片机的设计和制作技术使其价格明显降低,而其功能却是全面和完善的。
- 集成度高、体积小、有很高的可靠性。单片机把各功能部件集成在一块芯片上,内部采用总线结构,减少了各芯片之间的连线,大大提高了单片机的可靠性与抗干扰能力。此外,由于其体积小,且易于采取屏蔽措施,因此特别适合于复杂、恶劣的工作环境。目前,单片机适用的环境温度划分为3个等级:民用级 $0 \sim +70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、工业级 $-40 \sim +85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、军用级 $-65 \sim +125\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。相比较而言,通用型微机一般只要求在室温下能够工作,抗干扰能力也较低。
- 控制功能强。为了满足工业控制的要求,一般单片机的指令系统中均有极丰富的转移指令、I/O口的逻辑操作以及位处理功能。单片机的逻辑控制功能及运行速度均高于同一档次的微机。
- 低功耗、低电压,便于生产便携式产品。
- 外部总线增加了 I²C(Inter-Integrated Circuit)及 SPI(Serial Peripheral Interface)等串行总线方式,进一步缩小了体积,简化了结构。
- 单片机的系统扩展和系统配置较典型、规范,容易构成各种规模的应用系统。

1.1.3 微型机发展概况

1946年美国宾夕法尼亚大学为了弹道设计的需要设计了世界上第一台数字电子计算机。它的运算速度不高,却是一个庞然大物,共使用了19000只真空管、6000多个继电器和发光二极管,耗电150 kW,耗资近百万美元,每秒能完成5000次加法运算。虽然它既大又贵,但却是现在各种计算机的先驱,为发展至今的数字电子计算机奠定了基础。

自第一台计算机问世以来,随着电子器件的不断发展、更新,计算机的发展日新月异,至今已经历了60多个春秋。按照所采用的电子器件的不同来划分,计算机已经渡过了4个不同时代。计算机发展历程见表1.1。

微型计算机属于计算机的第四代产品,是计算机技术和大规模集成电路技术相结合的产物。自1971年第一台微型计算机(Intel 4004)问世以来,随着大规模集成电路技术的不断发展,导致微型机向两个方向发展。

一是向高速度、大容量、多媒体和网络应用等方向发展:1971—1973年是4位机及低档8位机,代表产品为Intel公司的4004和8008;1973—1978年是中、高档8位机,典型产品是Intel公司的8080/8085, Motorola公司的M6800、MC6809, Zilog公司的Z80等;1978—1981年是16位机,代表产品是Intel 8086、Z8000、MC68000;1981—1993年是32位机,代表产品是In-

tel80386、MC68020 等;1993 年至今的代表产品是 Intel80586 等。

表 1.1 计算机发展历程

年 代	基本器件	应用范围
1946—1958	电子管	科研院校进行科学运算
1958—1964	晶体管	工矿企业、机关事务进行数据处理、工业控制
1964—1971	集成电路	出现了小型机
1971 年至今	LSI、VLSI	深入到社会的各个领域,出现了微机

另一个发展方向是向稳定可靠、体积小、功耗低、价格廉和专用型方向发展。在 20 世纪 70 年代中期,单片机诞生了,随着单片机的出现,人们将计算机嵌入到对象体系中,使完成对象智能化控制的希望成为可能,从此,计算机开始进入各种专用的智能化控制领域。

1.1.4 单片机发展概况

1975 年,美国德克萨斯公司推出世界上第一个 4 位 TMS-1000 型单片机,开创了单片机的历史。由于 4 位单片机具有较高的性价比,主要用于家用电器和电子玩具,如电视机、空调机、洗衣机和微波炉等。1976 年美国 Intel 公司首次推出了 8 位单片机 MCS-48 系列,从而进入了 8 位单片机时代。如果以 8 位单片机的推出作为起点,单片机的发展历史大致可分为四个阶段。

(1) 低性能单片机的探索阶段

这一时期的单片机以 Intel 公司的 MCS-48 系列为代表,单片机的功能较差,一般都没有串行 I/O 接口,几乎不带 A/D、D/A 转换器,中断控制和管理能力也较弱,并且寻址空间的范围小(小于 8KB)。此系列单片机的推出是在工业控制领域的探索。参与这一探索的公司还有 Motorola、Zilog 等,都取得了满意的效果。

(2) 单片机的完善阶段

随着集成工艺水平的提高,一些高性能 8 位单片机相继问世。这些单片机内部增加了通用串行通信控制,强化了中断控制功能,增加了定时器/计数器的个数,扩展了存储器的容量。如 Intel 公司推出的 MCS-51 系列,Zilog 公司的 Z8 系列等。

MCS-51 系列单片机在结构上的逐渐完善,奠定了其在这一阶段的领先地位,它曾经在世界单片机市场占有 50% 以上的份额,因而多年来,国内一直以 MCS-51 系列单片机作为教学的主要机型。在这一阶段 Motorola 公司的 M68 系列和 Zilog 公司的 Z8 系列也占据了一定的市场份额。随着单片机性能的提高,其应用领域也大为扩展。

(3) 单片机向微控制器发展的阶段

为了满足测控系统要求的各种外围电路与接口电路,突出其智能化控制能力,Philips 等

一些著名半导体厂商在 8051 基本结构的基础上,增加了外围电路的功能,突出了单片机的控制功能,并将一些用于测量控制系统的模数转换器、程序运行监视器和脉宽调制器等纳入单片机芯片中,体现了单片机的微控制器特征。

为了进一步缩小单片机体积,逐渐出现了满足串行外围扩展要求的串行总线及接口,如 I²C、SPI 和 MICROWIRE 等串行总线及接口,同时带有这些接口的外围芯片也应运而生。如存储器芯片、A/D 转换器芯片和时钟芯片等,出现了有较高性能的 16 位单片机。如 Intel 公司推出的 16 位 MCS-96 系列单片机。

在这一阶段 Intel 公司将其 MCS-51 系列单片机中 8051 的内核使用权以专利互换或出售形式转让给世界许多著名 IC 制造厂商,如 Philips、Atmel、NEC、SST 和华邦等,这些公司的产品都在保持与 8051 单片机兼容的基础上增强了 8051 的许多特性,在工艺上都采取了 CHMOS 技术。为了与 Intel 早期的 MCS-51 系列产品区别,后来统称为 80C51 系列,就这样 80C51 系列得到众多制造厂商的支持,继而发展成为上百个品种的大家族。80C51 单片机已成为单片机发展的主流。专家认为,虽然世界上的 MCU 品种繁多,功能各异,开发装置也互不兼容,但是客观发展表明,80C51 可能最终形成事实上的标准 MCU 芯片。

(4) 单片机的全面发展阶段

随着单片机在各个领域的广泛应用,不仅出现了高速、强运算能力的 8 位/16 位/32 位通用型单片机,也有小型廉价的专用型单片机,以适应不同领域的各种需求,单片机技术从此进入全面发展的阶段。例如英国 Inmos 公司的 IMST414 单片机、Intel 公司的 80960 单片机、日本 NEC 公司的 μ PD77230 单片机,可用于高速控制、图像处理、语音处理和数字滤波等领域。

1.1.5 单片机发展趋势

现在是单片机百花齐放、百家争鸣的时期,世界上各大芯片制造公司都推出了自己的单片机,从 8 位、16 位到 32 位,数不胜数,应有尽有,有与主流 MCS-51 系列兼容的,也有不兼容的,但它们各具特色,互成互补,为单片机的应用提供广阔的天地。

纵观单片机的发展过程,可以预示单片机的发展趋势,大致有以下几个方面:

(1) 低功耗 CMOS 化

MCS-51 系列的 8031 推出时的功耗达 630 mW,而现在的单片机普遍都在 100 mW 左右,随着对单片机低功耗的要求越来越高,现在的各个单片机制造商基本都采用了 CMOS(互补金属氧化物半导体工艺)。像 80C51 就采用了 HMOS(即高密度金属氧化物半导体工艺)和 CHMOS(互补高密度金属氧化物半导体工艺)。CMOS 虽然功耗较低,但其物理特征决定了其工作速度不够高,而 CHMOS 则具备了高速和低功耗的特点,这些特征更适合于在要求低功耗,如电池供电的条件下应用,所以这种工艺将是今后一段时期单片机发展的主要途径。

(2) 微型单片化

现在常规的单片机普遍都将中央处理器(CPU)、随机存取数据存储(RAM)、只读程序存储器(ROM)、并行和串行通信接口、中断系统、定时电路及时钟电路集成在一块单一的芯片上,增强型单片机还集成了如 A/D 转换器、PMW(脉宽调制电路)、WDT(看门狗),有些单片机将 LCD(液晶)驱动电路都集成在单一的芯片上,这样单片机包含的单元电路就更多,功能也更强大,单片机厂商甚至还可以根据用户的要求量身定做,制造出具有自己特色的单片机芯片。

此外,现在的产品普遍要求体积小、重量轻,这就要求单片机除了功能强和功耗低外,其体积还要更小。现在的单片机具有多种封装形式,其中 SMD(表面封装)越来越受欢迎,使得由单片机构成的系统正朝微型化方向发展。

(3) 主流与多品种共存

现在虽然单片机的品种繁多、各具特色,但以 80C51 为核心的单片机仍占主流,兼容其结构和指令系统的有 Philips 公司的产品,Atmel 公司的产品和中国台湾的华邦系列单片机,因此以 8051 为核心的单片机占据了半壁江山。而 Microchip 公司的 PIC 精简指令集(RISC)也有着强劲的发展势头,中国台湾的 Holtek 公司近年的单片机产量与日俱增,并以低价质优的优势,占据了一定的市场分额。此外还有 Motorola 公司的产品和日本几大公司的专用单片机。在一定的时期内,这种情形将得以延续,将不存在某个单片机一统天下的垄断局面,呈现的是依存互补、相辅相成、共同发展的局面。

1.2 典型单片机产品简介

自从单片机诞生至今,单片机已发展成为几百个系列的上万个机种。虽然单片机的品种很多,但无论从世界范围或从全国范围来看,使用最为广泛的应属 MCS-51 系列单片机。MCS-51 系列单片机以其典型的通用总线式体系结构、特殊功能寄存器的集中管理模式、位操作系统和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。

1.2.1 MCS-51 系列单片机

MCS-51 系列单片机是美国 Intel 公司于 1980 年推出的产品,典型产品有 8031、8051 和 8751 等通用产品,一直到现在, MCS-51 内核系列兼容的单片机仍是应用的主流产品,各高校及专业学校的培训教材仍以 MCS-51 系列单片机作为代表进行理论基础学习。

MCS-51 系列单片机分类如表 1.2 所列。

按资源的配置数量,MCS-51 系列分为 51 和 52 两个子系列。其中 51 子系列是基本型,而 52 子系列属于增强型,以芯片型号的最末位数字为标志。52 子系列作为增强型产品,由于资源数量的增加,使芯片的功能有所增强。如片内 ROM 的容量从 4 KB 到 8 KB,片内 RAM 的单元数从 128 字节增加到 256 字节,定时器/计数器的数目从 2 个增加到 3 个,中断源从 5