

51单片机 编程基础 与开发实例详解

◎ 岂兴明 唐杰 赵沛 矫津毅 常春藤 等 编著

CD-ROM



■ 本书特点 ■

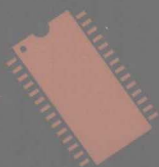
■ 本书采用“基础入门+典型实例+深入提高”的思路，非常有利于初中级读者学习提高

■ 本书作者的工程项目经验和教学经验丰富，本书实例均为实际项目的经验总结和提炼，参考价值大

■ 本书语言简洁，篇幅适中，价格适中，相比于较厚的“砖头书”，单页含金量更高



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



51单片机 编程基础 与开发实例详解

CD-ROM



封面设计：董福彬



分类建议：计算机 / 硬件技术
人民邮电出版社网址：www.ptpress.com.cn

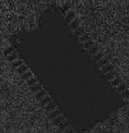
ISBN 978-7-115-18640-9



9 787115 186409 >

ISBN 978-7-115-18640-9/TN

定价：42.00 元(附光盘)



51单片机 编程基础 与开发实例详解

◎ 岂兴明 唐杰 赵沛 矫津毅 常春藤 等 编著

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

51 单片机编程基础与开发实例详解 / 岂兴明等编著.
北京: 人民邮电出版社, 2008.11
ISBN 978-7-115-18640-9

I. 5… II. 岂… III. 单片微型计算机—程序设计
IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 121408 号

内 容 提 要

本书系统讲解 MCS-51 单片机的原理及应用, 主要内容包括 MCS-51 单片机基础知识、C51 程序设计基础、单片机指令系统、Keil C51 简介及单片机软件程序设计过程、MCS-51 单片机程序开发流程、C51 应用系统设计, 以及极具实用参考价值的开发实例, 这些例子分别是数码显示管 LED、温度采集与控制、实时时钟、电子天平、步进电机驱动、液晶显示模块、串行通信、无线传输模块设计、热敏微型打印机设计、超声波测距、红外线遥控。

本书以经典的 MCS-51 系列单片机为平台, 按照“基础知识—实例操作—深入提高”的写作思路进行编写, 将基础知识与实例相结合, 读者可以边学边练, 在掌握基础知识的同时, 还能提高实际操作能力, 真正做到学以致用。

本书结构严谨、条理清晰、重点突出, 可以使初学者在较短时间内具备使用 MCS-51 系列单片机进行实际设计工作的基本能力。本书适合广大初、中级工程技术人员学习参考, 同时也可供高等院校电子信息类和计算机类相关专业教学参考。

51 单片机编程基础与开发实例详解

- ◆ 编 著 岂兴明 唐 杰 赵 沛 矫津毅 常春藤 等
责任编辑 王晓明
执行编辑 刘 洋
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鑫正大印刷有限公司印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 21.5
字数: 523 千字 2008 年 11 月第 1 版
印数: 1—4 000 册 2008 年 11 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-18640-9/TN

定价: 42.00 元 (附光盘)

读者服务热线: (010)67120142 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

FORWARD

前言

单片机就是功能简单化了的计算机。单片机又称单片微控制器,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。概括地讲,一块芯片就是一台计算机。单片机体积小、质量轻、集成度高、功能强、可靠性高、应用灵活、易于掌握、价格便宜,为学习、应用和开发提供了便利条件,在智能仪表、实时工控、通信设备、导航系统、家用电器等多方面得到广泛的应用。同时,学习使用单片机是理解计算机组成原理与结构的最佳选择。因此读者学习单片机的原理、结构及其应用技术是十分必要的。

目前单片机技术在不断发展,各种机型越来越多,功能也越来越强。在众多的单片机中,MCS-51 以其典型的结构和完善的总线专用寄存器的集中管理,众多的逻辑位操作功能及面向控制的丰富的指令系统,堪称为一代“名机”。正因为其优越的性能和完善的结构,使得许多厂商沿用或参考了其体系结构。

C 语言是一种结构化的计算机编程高级语言,它在单片机中编程的优点是可读性好,移植容易,是普遍使用的一种计算机语言。

本书以目前应用广泛的 MCS-51 单片机为讲解对象,介绍单片机的基本原理和 C 语言程序设计,并给出大量的具体电路和应用实例供读者参考。本书力求系统性强,内容实用,简单易懂。作者希望读者在学习过程中,结合本书内容,不断通过实践操作,逐步掌握单片机开发技术。本书配套光盘中收录了本书所有实例的完整源代码,以便于读者进行深入学习。

参与本书编写工作的有岂兴明、唐杰、赵沛、矫津毅、常春藤、刘明、曾强、胡令才、陈昕、刘吉昌、陈云等。本书在编写过程中,得到了清华大学和吉林大学许多师生的热情帮助和支持,在此一并表示感谢。

由于作者水平有限,加之时间仓促,书中错误之处在所难免,望广大读者朋友批评指正。读者可通过电子邮件(liuyang@ptpress.com.cn)与本书责任编辑交流。

作者

2008 年 8 月

CONTENTS

目 录

编程基础篇

第 1 章 单片机概述..... 3	2.4.2 数据存储器配置..... 22
1.1 单片机介绍..... 3	2.4.3 特殊功能寄存器..... 23
1.1.1 单片机的历史..... 3	2.5 MCS-51 单片机中断系统..... 23
1.1.2 单片机的应用..... 4	2.5.1 MCS-51 单片机的中断源..... 24
1.2 单片机的分类..... 5	2.5.2 中断控制的专用寄存器..... 25
1.2.1 按厂商分类..... 5	2.6 MCS-51 单片机定时器/计 数器..... 27
1.2.2 按位数分类..... 6	2.7 MCS-51 单片机串行口..... 29
1.3 MCS-51 单片机与 C 语言介绍..... 7	2.8 本章小结..... 31
1.4 本章小结..... 9	
第 2 章 MCS-51 单片机基础知识..... 10	第 3 章 C51 程序设计基础..... 32
2.1 MCS-51 单片机概述..... 10	3.1 基本概念..... 32
2.2 MCS-51 单片机结构原理..... 10	3.1.1 C 语言基本介绍..... 32
2.2.1 MCS-51 单片机的基本组成..... 10	3.1.2 MCS-51 的 C 语言编译器..... 33
2.2.2 MCS-51 单片机的内部 结构..... 11	3.1.3 C51 的程序结构..... 33
2.2.3 MCS-51 单片机的中央处理 单元..... 11	3.1.4 C51 的标识符和关键字..... 35
2.2.4 MCS-51 单片机的存储器 结构..... 13	3.1.5 常量与变量..... 37
2.2.5 MCS-51 单片机的输入/输出 接口..... 18	3.2 数据类型、运算符和表达式..... 41
2.3 MCS-51 单片机引脚描述..... 20	3.2.1 数据类型..... 41
2.3.1 外部引脚..... 20	3.2.2 运算符和表达式..... 42
2.3.2 片外总线结构..... 21	3.3 程序控制语句..... 46
2.4 MCS-51 单片机存储器组织..... 22	3.3.1 顺序结构..... 46
2.4.1 程序存储器配置..... 22	3.3.2 选择结构..... 47
	3.3.3 循环结构..... 49
	3.4 函数与程序结构..... 51
	3.4.1 函数的定义..... 52
	3.4.2 函数声明..... 53
	3.4.3 函数的调用..... 56

3.5	数组	62	5.1.1	Keil C51 软件简介	100
3.5.1	数组的基本概念	62	5.1.2	安装 Keil C51 软件	101
3.5.2	声明数组	63	5.1.3	Keil C51 uVision2 软件功能简介	103
3.5.3	将数组传递给函数	63	5.2	Keil C51 工程项目的编译及运行	107
3.5.4	数组的初始化	63	5.2.1	工程的建立	107
3.5.5	多维数组	64	5.2.2	工程的设置	108
3.5.6	指针数组	68	5.2.3	源文件的建立	111
3.6	指针	68	5.2.4	编译和链接项目	112
3.6.1	指针的变量声明与初始化	69	5.2.5	运行调试观察结果	113
3.6.2	指针运算符	69	5.3	Keil C51 调试技巧	113
3.6.3	指针常量	70	5.3.1	设置和删除断点的方法	113
3.6.4	指针的指针	70	5.3.2	查看和修改寄存器的内容	114
3.6.5	指针的运算	71	5.3.3	观察和修改变量	114
3.7	结构体与共用体	72	5.3.4	观察存储器区域	114
3.7.1	结构体	72	5.3.5	串行口的使用方法	115
3.7.2	共用体	76	5.3.6	定时器/计数器的使用方法	116
3.8	本章小结	78	5.3.7	外部中断的使用方法	116
第 4 章	单片机指令系统	79	5.4	本章小结	117
4.1	单片机编程语言概述	79	第 6 章	MCS-51 单片机程序开发流程	118
4.1.1	编程语言概述	80	6.1	编写一个简单的单片机程序	118
4.1.2	单片机使用的编程语言	80	6.1.1	目的	118
4.1.3	MCS-51 汇编语言的语句结构	80	6.1.2	工作原理	118
4.2	MCS-51 单片机指令系统	81	6.1.3	用汇编语言编写程序	119
4.2.1	数据传送指令	84	6.2	程序编写过程	122
4.2.2	控制转移指令	88	6.2.1	编写源程序	122
4.2.3	逻辑运算及移位指令	90	6.2.2	创建项目	123
4.2.4	算数运算指令	92	6.2.3	编译/汇编	123
4.2.5	布尔操作指令	95	6.2.4	输出文件	124
4.3	常用的伪指令	97	6.3	把目标文件写入单片机	124
4.3.1	伪指令与 MCS-51 指令的不同点	97	6.3.1	选择单片机型号	124
4.3.2	常用的伪指令	97	6.3.2	进行擦除	124
4.4	本章小结	99	6.3.3	写入文件	125
第 5 章	Keil C51 简介及单片机软件程序设计过程	100	6.4	使用实验板进行实验	126
5.1	Keil C51 概述	100	6.5	本章小结	127

开发实例篇

第7章 C51 应用系统设计..... 131	第9章 温度采集与控制..... 163
7.1 应用系统概述..... 131	9.1 实例分析..... 163
7.2 应用系统的硬件设计..... 132	9.2 设计思路分析..... 163
7.2.1 单片机系统的扩展部分 设计..... 133	9.2.1 DS18B20 温度传感器的 工作原理..... 164
7.2.2 各功能模块的设计..... 133	9.2.2 DS18B20 温度传感器的数据 处理与传输..... 165
7.2.3 工艺设计..... 133	9.3 硬件电路设计..... 165
7.3 最小系统板实例..... 133	9.3.1 DS18B20 内部结构..... 165
7.3.1 最小系统的构成..... 134	9.3.2 DS18B20 应用电路工作原理..... 169
7.3.2 电源组件..... 135	9.3.3 DS18B20 在温控系统中的 应用..... 171
7.3.3 RS-232 串口通信..... 135	9.4 软件程序设计..... 172
7.3.4 键盘组件..... 136	9.4.1 程序命令时序..... 173
7.3.5 8255 芯片..... 139	9.4.2 程序流程设计..... 175
7.3.6 键盘电路设计..... 141	9.4.3 参考程序..... 178
7.3.7 4 位 LED 数码管显示..... 144	9.5 本章小结..... 181
7.3.8 可编程的键盘和显示接口 芯片 8279..... 145	
7.4 本章小结..... 151	第10章 实时时钟..... 183
第8章 数码显示管 LED..... 152	10.1 实例说明..... 183
8.1 LED 显示器接口原理..... 152	10.2 设计思路分析..... 184
8.1.1 LED 显示器结构..... 152	10.2.1 电子钟程序设计..... 184
8.1.2 LED 显示器工作原理..... 153	10.2.2 基于 DS12C887 芯片的实时 日历时钟..... 187
8.1.3 8 段数码管的驱动..... 154	10.3 硬件电路分析..... 187
8.2 硬件电路设计..... 156	10.3.1 受控引脚及功能..... 187
8.2.1 CPU 输出端口控制的 4 位数码 显示电路..... 156	10.3.2 结构框图..... 189
8.2.2 基于 CD4511 芯片的数码显示 电路..... 156	10.3.3 电路原理及说明..... 189
8.3 软件流程..... 159	10.4 软件程序设计..... 190
8.4 程序设计..... 160	10.4.1 DS12C887 芯片的内存空间..... 190
8.4.1 CPU 输出端口控制的数码 显示程序..... 160	10.4.2 程序流程..... 194
8.4.2 基于 CD4511 芯片的数码 显示程序..... 161	10.4.3 参考程序..... 195
8.5 本章小结..... 162	10.5 设计总结..... 197
	第11章 电子天平..... 198
	11.1 实例说明..... 198

11.2 设计思路	199	13.4.1 功能说明及指令集	241
11.2.1 主要器件选取	199	13.4.2 程序设计流程	249
11.2.2 工作原理	199	13.4.3 字符代表码	249
11.3 硬件电路设计	200	13.4.4 参考程序	250
11.3.1 压力传感器与运放电路	200	13.5 设计总结	257
11.3.2 A/D 转换电路	202	第 14 章 串行通信	258
11.3.3 定标	204	14.1 实例说明	258
11.3.4 显示与键盘电路	205	14.2 设计思路分析	259
11.4 软件程序设计	207	14.2.1 串行通信简介	259
11.4.1 程序流程	207	14.2.2 上位机软件的选择	260
11.4.2 参考程序	207	14.2.3 LabVIEW 虚拟仪器 特点	260
11.5 设计总结	214	14.3 硬件电路设计	261
第 12 章 步进电机驱动	215	14.3.1 RS-232C 标准	261
12.1 实例分析	215	14.3.2 RS-232C 转换电路方案 选择	262
12.2 设计思路分析	216	14.3.3 采用 MAX3232 的 RS-232C 转换电路	263
12.2.1 步进电机工作原理	216	14.3.4 ADC0809 电路设计	264
12.2.2 步进电机的控制	217	14.4 软件设计	264
12.3 硬件电路设计	220	14.4.1 总体流程设计	264
12.3.1 一般步进电机驱动电路	220	14.4.2 单片机软件设计	265
12.3.2 基于 UCN5804 芯片的步进电 机驱动电路	222	14.4.3 上位机软件设计	267
12.3.3 基于 ULN2003 芯片的步进电 机驱动电路	226	14.5 本章小结	272
12.3.4 步进电机应用实例	229	第 15 章 无线传输模块设计	273
12.4 软件设计	229	15.1 实例说明	273
12.4.1 程序设计流程	229	15.2 设计思路	274
12.4.2 参考程序	231	15.2.1 无线传输模块选择	274
12.5 设计总结	234	15.2.2 无线通信芯片选取	275
第 13 章 液晶显示模块	235	15.2.3 无线传输模块特性	275
13.1 实例说明	235	15.3 硬件电路设计	276
13.2 设计思路分析	236	15.3.1 nRF401 芯片说明	276
13.2.1 液晶显示模块介绍	236	15.3.2 PTR2000 芯片说明	277
13.2.2 器件的选择	238	15.3.3 单片机接口电路设计	278
13.3 硬件电路分析	239	15.3.4 RS-232 电平转换电路 设计	279
13.3.1 液晶显示工作原理	239	15.4 软件设计	280
13.3.2 接口引脚功能	240		
13.4 软件程序设计	241		

15.4.1 通信协议	280	17.3.5 最小系统电路	311
15.4.2 程序设计流程	281	17.3.6 硬件的调试	312
15.4.3 参考程序	282	17.4 软件程序设计	312
15.5 本章小结	286	17.4.1 程序流程	312
第 16 章 热敏微型打印机设计	288	17.4.2 参考程序	313
16.1 实例说明	288	17.5 超声波测距的外界影响	317
16.2 设计思路	288	17.6 本章小结	318
16.2.1 工作原理	289	第 18 章 红外线遥控	319
16.2.2 主要器件选取	289	18.1 实例说明	319
16.3 硬件电路设计	289	18.2 红外线遥控系统	320
16.3.1 LTP1245 热敏打印头	290	18.2.1 红外线遥控系统的发射和接收部分	320
16.3.2 进纸步进电机控制	294	18.2.2 红外线遥控系统框图	320
16.3.3 电路原理图及设计说明	296	18.2.3 红外遥控信号编码原理	321
16.4 软件程序设计	297	18.2.4 红外线遥控编码芯片 LC7461	321
16.4.1 程序流程	297	18.3 硬件电路设计	325
16.4.2 字库的提取	299	18.3.1 硬件电路设计原理图与说明	325
16.4.3 参考程序	300	18.3.2 硬件电路检测程序	326
16.5 设计总结	304	18.4 软件程序设计	328
第 17 章 超声波测距	305	18.4.1 程序流程	328
17.1 实例说明	305	18.4.2 参考程序	329
17.2 超声波传感器	306	18.5 红外线遥控编码	331
17.2.1 T/R-40-XX 系列	306	18.5.1 NEC 编码标准	332
17.2.2 超声波测距原理及设计思路	307	18.5.2 Philips 的 RC-5 编码标准	332
17.3 硬件电路设计	308	18.5.3 其他编码类型	333
17.3.1 显示电路	309	18.6 本章小结	333
17.3.2 发射电路	309	参考文献	334
17.3.3 接收电路	309		
17.3.4 鉴相电路	311		

A decorative rectangular border with ornate, symmetrical floral and scrollwork patterns in black and white, framing the central text.

编程基础篇

CHAPTER 1

第 1 章 单片机概述

1.1 单片机介绍

单片机是指一个集成在一块芯片上的完整的计算机系统。单片机也被称为微控制器 (Micro Controller)，这是因为它最早被用在工业控制领域。单片机由芯片内仅有 CPU 的专用处理器发展而来。最早的设计理念是通过将大量外围设备和 CPU 集成在一个芯片中，使计算机系统更小，更容易集成进复杂而且要求严格的控制设备当中去。

1.1.1 单片机的历史

(1) 第一阶段 (1974~1976 年)。制造工艺落后，集成度低，而且采用了双片形式。典型的代表产品有 Fairchild 公司的 F8 系列。其特点是，片内只包括了 8 位的 CPU，64Byte 的 RAM 和两个并行口，需要外加一块 3851 芯片 (内部具有 1kB 的 ROM、定时器/计数器和两个并行口) 才能组成一台完整的单片机。

(2) 第二阶段 (1977~1978 年)。在单片芯片内集成 CPU、并行口、定时器/计数器、RAM 和 ROM 等功能部件，但性能低，品种少，应用范围也不是很广。典型的产品有 Intel 公司的 MCS-48 系列。其特点是，片内集成有 8 位的 CPU，1kB 或 2kB 的 ROM，64Byte 或 128Byte 的 RAM，只有并行接口，无串行接口，有一个 8 位的定时器/计数器，中断源有两个，片外寻址范围为 4kB，芯片引脚为 40 个。

(3) 第三阶段 (1979~1982 年)。8 位单片机成熟的阶段。其存储容量和寻址范围增大，而且中断源、并行 I/O 口和定时器/计数器个数都有了不同程度的增加，并且集成有全双工串行通信接口。在指令系统方面增设了乘除法、位操作和比较指令。其特点是，片内包括了 8 位的 CPU，4kB 或 8kB 的 ROM，128Byte 或 256Byte 的 RAM，具有串/并行接口，2 个或 3 个 16 位的定时器/计数器，有 5~7 个中断源，片外寻址范围可达 64kB，

芯片引脚为 40 个。代表产品有 Intel 公司的 MCS-51 系列, Motorola 公司的 MC6805 系列, TI 公司的 TMS7000 系列, Zilog 公司的 Z8 系列等。

(4) 第四阶段(1983 年至今)。16 位单片机和 8 位高性能单片机并行发展的时代。16 位机的工艺先进, 集成度高, 内部功能强, 运算速度快, 而且允许用户采用面向工业控制的专用语言, 其特点是, 片内包括了 16 位的 CPU, 8kB 的 ROM, 256Byte 的 RAM, 具有串/并行接口, 4 个 16 位的定时器/计数器, 有 8 个中断源, 具有看门狗(Watchdog)、总线控制部件, 增加了 D/A 和 A/D 转换电路, 片外寻址范围可达 64kB。代表产品有 Intel 公司的 MCS-96 系列, Motorola 公司的 M68HC16 系列, TI 公司的 TMS9900 系列, NEC 公司的 783××系列和 NS 公司的 HPC16040 等。然而, 由于 16 位单片机价格比较贵, 销售量不大, 大量应用领域需要的是高性能、大容量和多功能的新型 8 位单片机。

近年来出现的 32 位单片机, 是单片机的顶级产品, 具有较高的运算速度。代表产品有 Motorola 公司的 M68300 系列、Hitachi(日立)公司的 SH 系列和 ARM 等。

1.1.2 单片机的应用

单片机由于其功能简单、开发方便、尺寸小巧, 从而比专用处理器更适合应用于嵌入式系统, 因此它得到了最多的应用。可以说, 单片机是世界上数量最多的计算机。现代生活中几乎所有电子和机械产品中都集成有单片机。手机、计算器、家用电器、电子玩具、掌上计算机以及鼠标等计算机配件中都至少配有 1~2 个单片机。而个人计算机中也配置了为数不少的单片机。汽车上一般配备 40 多个单片机, 复杂的工业控制系统中甚至可能有数百个单片机在同时工作。据不完全统计, 目前世界上的单片机年销量已超过 10 亿片。

单片机已经渗透到人们生活的每一个领域。例如广泛使用的各种智能 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, 以及程控玩具、电子宠物等。而在工业领域的实时控制和数据处理、导弹的导航装置、飞机上各种仪表的控制和计算机的网络通信与数据传输都离不开单片机, 更不用说自动控制领域的机器人、智能仪表、医疗器械了。

单片机的应用大致可分如下几个方面。

1. 在智能仪器仪表上的应用

单片机具有体积小、功耗低、控制功能强、扩展灵活、微型化和使用方便等优点, 广泛应用于仪器仪表中, 结合不同类型的传感器, 可实现诸如电压、功率、频率、湿度、温度、流量、速度、厚度、角度、长度、硬度、元素、压力等物理量的测量。采用单片机控制使得仪器仪表数字化、智能化、微型化, 且功能比采用电子或数字电路的仪器仪表更加强大, 例如精密的测量设备(功率计、示波器、各种分析仪)。

2. 在工业控制中的应用

用单片机可以构成形式多样的控制系统、数据采集系统, 例如工厂流水线的智能化管理, 电梯智能化控制、各种报警系统, 与计算机联网构成二级控制系统等。

3. 在家用电器中的应用

可以这样说, 现在的家用电器基本上都采用了单片机控制, 从洗衣机、电冰箱、空调器、彩电到电子秤量设备, 单片机无处不在。

4. 在计算机网络和通信领域中的应用

现代单片机普遍具备通信接口,可以很方便地与计算机进行数据通信,为在计算机网络和通信设备间的应用提供了极好的物质条件,现代通信设备基本上都实现了单片机智能控制,如手机、电话机、小型程控交换机、楼宇自动通信呼叫系统、列车无线通信等。

5. 单片机在医用设备领域中的应用

单片机在医用设备中的用途也相当广泛,例如医用呼吸机、各种分析仪、监护仪、超声诊断设备及病床呼叫系统等。

此外,单片机在工商、金融、科研、教育、国防、航空航天等领域都有着十分广泛的用途。

1.2 单片机的分类

1.2.1 按厂商分类

(1) AVR 单片机。Atmel 公司的 AVR 单片机是增强型 RISC,在其内部载有 Flash 的单片机,芯片上的 Flash 存储器附在用户的产品中,可随时编程及再编程,使用户的产品设计变得更容易,更新换代更方便。AVR 单片机的高速处理能力基于其采用的增强的 RISC 结构,在一个时钟周期内可执行复杂的指令,每兆赫兹可实现 1MIPS (Million Instructions Per Second,每秒执行百万次指令)的处理能力。AVR 单片机工作电压为 2.7~6.0V,可以实现耗电的最优化设计。AVR 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、通信设备、家用电器、宇航设备等。

(2) Motorola 单片机。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,从 4 位、8 位、16 位到 32 位的单片机都能生产,其中典型的代表有 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,更适合于工控领域及恶劣的环境。

(3) MicroChip 单片机。MicroChip 单片机的主要产品是 PIC16C 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,工作电压低,功耗低,输入输出直接驱动能力较强,价格低,一次性编程,体积小。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所占份额逐年提高,发展迅速。

(4) Scenix 单片机。Scenix 公司推出的 8 位 RISC 结构 SX 系列单片机与 Intel 公司的 Pentium II 等一起被《Electronic Industry Yearbook 1998》评选为 1998 年世界十大处理器。在技术上有其独到之处: SX 系列具有双时钟设置,指令运行速度可达 50/75/100MIPS;具有虚拟外设功能、柔性化 I/O 端口,所有的 I/O 端口都可单独编程设定,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,如多路 UART、多路 A/D、PWM、SPI、DTMF、FS、LCD 驱动等;采用

EEPROM/Flash 程序存储器,可以实现在线系统编程;通过计算机 RS-232C 接口,采用专用串行电缆即可对目标系统进行在线实时仿真。

(5) EPSON 单片机。EPSON 单片机以低电压、低功耗和内置 LCD 驱动器等特点著名,尤其是 LCD 驱动独具特色,广泛用于工业控制、医疗设备、家用电器、仪器仪表、通信设备和手持式电子产品等领域。目前 EPSON 公司已推出 4 位单片机 SMC62 系列、SMC63 系列、SMC60 系列和 8 位单片机 SMC88 系列。

(6) 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 32kHz 时钟时功耗降至 $10\mu\text{A}$ 数量级。东芝的 32 位单片机采用 MIPS3000A RISC 的 CPU 结构,面向 VCD、数码相机、图像处理等市场。

(7) 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。

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

(9) 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 3 倍,工作频率最高可达 40MHz。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 位单片机带液晶驱动,可在线烧录,保密性高,操作电压低 ($1.2\sim 1.8\text{V}$)。

(10) 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,开发工具价廉物美。Z8 单片机因低价位而主要面向低端应用。

(11) 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,单片机在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。

1.2.2 按位数分类

当前流行的单片机按位数可分为 8 位机、16 位机、32 位机。

1. 8 位单片机

最具代表性的 8 位机是由 Intel 公司于 1980 年推出的 MCS-51 系列单片机。随着 HMOS 技术的发展,Intel 公司在总结了 MSC-48 系列的基础上,推出了 MCS-51 系列单片机,与 8048 相比,其功能增强了许多。就其指令和运行速度而言,也超过了 Intel 8085 的 CPU 和 Z80 的 CPU,成为当今工业控制系统中最理想的机种。但是目前依然有很多中低端 8 位单片机在广泛使用,因此有必要简单介绍一下它们的性能和特点。

(1) Intel 8051/8751/8031

这 3 个机种的区别仅在于片内程序存储器。Intel 8051 为 ROM, Intel 8751 为 EPROM, Intel 8031 片内无程序存储器,其他性能及结构一致。除了存储器容量、接口数量与种类都比

8048 强以外, 其指令系统的功能、位寻址能力都增强了, 更适合于位控制、位测试。系统寻址范围可达 64 位, 而全双工串行 I/O 口具有多机通信的控制功能, 其中 Intel 8031 价格便宜, 又易于开发。

(2) 8052AH/8032AH

8052AH 的 ROM 为 8kB, RAM 为 256B。8032AH 的 RAM 也为 256B, 这两种单片机比 Intel 8051/8031 增加了一个定时/计数器, 增加了一个中断源。

2. 16 位单片机

由于 32 位单片机的出现, 16 位单片机进入了普及阶段, 由于生产工艺的改进, 16 位单片机近几年来产量大增, 成为中端市场的主力, 典型代表是 MSC-96 系列单片机, Intel 8395/8396/8397 是 1983 年 Intel 公司推出的新 16 位 MSC-96 系列单片机。它在一块芯片上集成了约 13 万个晶体管, 性能较 Intel 8051 有较大改进: 片内包含 256B 的 RAM, 8kB 的 ROM, 8 路 (4 路) 10 位的 A/D 转换, 4 条高速触发输入线, 6 条高速脉冲输出线, 一个全双工串行 I/O 口, 寻址范围分别为 64kB, 它的部分指令可支持 32 位多字节处理。这种高性能的 16 位单片机, 特别适用于要求很高的实时控制场合。

3. 32 位单片机

32 位单片机是当前单片机的高端产品, 典型代表是 TMD320 系列单片机。TMD320 系列由美国德克萨斯仪器公司推出的单片数字信号处理器。第三代代表产品 TMS320C30 是全 32 位 CMOS 芯片, 它是功能齐全、运算能力强、精度高、速度快的单片信号处理器, 具有软硬件兼容的特点。TMS320C30 指令周期为 60ns, 每秒钟可完成 3 300 万次浮点指令操作, 指令宽度为 32 位, 乘法器可在单周期内完成整数与浮点乘法, 其乘数可为 32 位浮点数或 p24 位整数、算术逻辑单元 (ALU) 可完成 32 位整数、32 位逻辑及 40 位浮点单周期操作。内部 RAM 为 1kB×32 位、ROM 为 4kB×32 位; 32 位定时器/计数器具有两种信号方式及内部/外部时钟输入; 串行口每帧可传送 8 位、16 位、24 位及 32 位数, 其时钟也可由内部或外部提供, 内部具有分点器, 最大数据传输速率为 8Mbit/s。数据/程序、I/O 的存储空间为 16MB, ROM 和 RAM 都能在一个时钟周期内寻址两次。分开的程序存储器与数据存储器及 DMA 总线允许取指令、读/写及 DMA 操作并行进行; 片内 64×32 位指令缓存区保存经常重复使用的指令码, 这就可减少外指令的连写次数。

TMS6320C30 具有广泛的应用前景。它完成 256 抽头的 IIR 滤波器的采样速率可达 60kHz, 256 抽头的 IIR 自适应滤波器的采样速率可达 20kHz, 而完成一个 IIR 滤波器的二阶运算仅需 360ns。

1.3 MCS-51 单片机与 C 语言介绍

正因为 MCS-51 单片机优越的性能和完善的结构, 使得后来的许多厂商多沿用或参考了其体系结构, 世界许多大的电气厂商丰富和发展了 MCS-51 单片机, 像 Philips、Dallas、Atmel 等著名的半导体公司都推出了兼容 MCS-51 的单片机产品。MCS-51 以其典型的结构和完善的总线专用寄存器的集中管理, 众多的逻辑位操作功能及面向控制的丰富指令系统, 为以后的其他单片机的发展奠定了基础。