

单片机基础

[修订版]

李广弟 朱月秀 王秀山 编著



A0956542

北京航空航天大学出版社
<http://www.buaapress.com.cn>

7P 362.1.43
L3/6(2)

内 容 简 介

随着单片机应用的日益广泛,学习和使用单片机者日渐增加,因此对单片机教材的需求也不断增加,本书就是为此目的而编写和修订的。

考虑到我国目前使用单片机的现状,本书以8位单片机MCS-51为主,以16位单片机MCS-96为辅,介绍单片机的基本原理和应用,主要包括:单片机芯片的硬件原理和结构、存储器扩展、I/O扩展、A/D及D/A转换、指令系统和汇编语言程序设计等内容。

为帮助读者学习,本书除介绍单片机的基本原理外,还列举了大量的应用实例,以及各种类型的练习题。

本书已被全国许多高校选作教科书、函授教材或短训班教材。此外,本书也可以作为工程技术人员及单片机爱好者的自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机基础/李广弟等编著. —2版(修订版)

北京:北京航空航天大学出版社,2001.7

ISBN 7-81077-082-9

I. 单... II. 李... III. 单片机微型计算机 基础理论 IV. TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第043288号

单片机基础[修订版]

李广弟 等编著

责任编辑 肖之中

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市学院路37号(100083) 发行部电话:82317024 传真:82328026

<http://www.buaapress.com.cn>

E-mail: pressell@publica.bj.cninfo.net

河北省涿州市新华印刷厂印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:22.75 字数:553千字

2001年7月第2版 2001年7月第1次印刷 印数:5000册

ISBN 7-81077-082-9/TP·042 定价:29.00元

修订版前言

本书自1994年出版以来,深受读者喜爱,被许多高校选为教材使用,先后印刷17次,总共印数133400多册。

此次修订,对原书作了精细地修改,改正了错误,删掉了一些次要内容,充实了许多新的知识,突出了80C51的重点地位,并增加了MCS-96的软硬件内容。从而形成了本书以8位单片机为主16位单片机为辅、注意与微型机基本原理结合、内容更加系统全面的特点。

此外,为了帮助读者深入地学习单片机的知识,本书还增加了练习题的分量,列出了包括问答题、判断题、填空题、选择题和编程题等多种类型的大量习题,并在书后给出了部分答案,可作为师生教学和学习的参考。

本书由李广弟任主编,李广弟、王秀山和朱月秀老师参加编写。其中李广弟编写了第一章及第五到第十章,王秀山编写了第二到第四章,朱月秀编写了第十一章和第十二章。在本书的编写和修订过程中得到了浙江大学朱仙寿老师的大力帮助,李铁庸、张金环、王玉民、李琳、郭昊、任丽华、张蕴颖、吴友等同志也做了许多具体工作,在此一并表示感谢。此外,本书在编写和修订时学习和参考了一些单片机教材和资料,使我们受益匪浅,特向其作者表示谢意。

鉴于本书作者水平有限,加之时间仓促,因此书中缺点错误在所难免,敬请各位新老读者批评指正。

目 录

1 单片机概述

1.1 单片机的概念	1
1.1.1 单片机的名称	1
1.1.2 通用单片机和专用单片机	1
1.1.3 单片机与单片机系统	2
1.1.4 单片机应用系统与单片机开发系统	2
1.1.5 单片机的程序设计语言和软件	3
1.2 单片机的发展	3
1.2.1 单片机发展概述	3
1.2.2 MCS-51 单片机系列	4
1.2.3 80C51 单片机系列	5
1.3 单片机的应用	6
1.3.1 单片机应用的特点	6
1.3.2 单片机的应用领域	8
练习题	8

2 单片机芯片的硬件结构

2.1 MCS-51 单片机的逻辑结构及信号引脚	11
2.1.1 MCS-51 单片机结构框图	11
2.1.2 MCS-51 单片机芯片内部逻辑结构	12
2.1.3 MCS-51 的信号引脚	14
2.2 MCS-51 单片机的内部存储器	17
2.2.1 内部数据存储器低 128 单元	17
2.2.2 内部数据存储器高 128 单元	19
2.2.3 MCS-51 的堆栈操作	23
2.2.4 内部程序存储器	25
2.2.5 MCS-51 单片机系统的存储器结构特点	25
2.3 MCS-51 单片机并行输入/输出口电路	26
2.3.1 P ₀ 口	27
2.3.2 P ₁ 口	28
2.3.3 P ₂ 口	29
2.3.4 P ₃ 口	29

2.3.5	MCS-51 口电路小结	30
2.4	MCS-51 单片机时钟电路与时序	30
2.4.1	时钟电路	31
2.4.2	时序定时单位	32
2.4.3	典型指令时序	32
2.5	MCS-51 单片机工作方式	34
2.5.1	复位方式和复位电路	34
2.5.2	程序执行方式	35
2.5.3	掉电保护方式	36
2.5.4	80C51 的低功耗方式	36
	练习题	37
3	MCS-51 单片机指令系统	
3.1	MCS-51 单片机指令格式和寻址方式	40
3.1.1	指令系统概述	40
3.1.2	MCS-51 单片机指令格式	40
3.1.3	MCS-51 单片机寻址方式	41
3.1.4	MCS-51 单片机寻址方式小结	45
3.2	MCS-51 单片机指令分类介绍	46
3.2.1	指令格式中符号意义说明	46
3.2.2	数据传送类指令	47
3.2.3	算术运算类指令	50
3.2.4	逻辑运算及移位类指令	57
3.2.5	控制转移类指令	59
3.2.6	位操作类指令	65
3.2.7	I/O 口访问指令使用说明	67
3.2.8	MCS-51 单片机指令小结	69
3.3	MCS-51 单片机指令汇总	70
	练习题	77
4	MCS-51 汇编语言程序设计	
4.1	汇编语言程序设计概述	82
4.1.1	汇编语言的特点及其语句格式	82
4.1.2	汇编语言程序设计的特点	83
4.2	单片机汇编语言程序的基本结构形式	84
4.2.1	顺序程序	84
4.2.2	分支程序	85
4.2.3	循环程序	85
		89

4.3	MCS—51 单片机汇编语言程序设计举例	90
4.3.1	算术运算程序	90
4.3.2	数制转换程序	96
4.3.3	定时程序	98
4.3.4	查表程序	100
4.3.5	数据极值查找程序	101
4.3.6	数据排序程序	102
4.3.7	数据检索程序	105
4.4	MCS—51 汇编语言的伪指令	108
4.5	单片机汇编语言源程序的编辑和汇编	111
4.5.1	手工编程和汇编	111
4.5.2	机器编辑和交叉汇编	111
	练习题	112
5	单片机存储器扩展	
5.1	MCS—51 单片机系统扩展及结构	115
5.1.1	系统扩展结构	115
5.1.2	系统总线及总线构造	115
5.2	MCS—51 单片机存储器扩展与编址技术	118
5.2.1	存储器扩展概述	118
5.2.2	单片机存储器系统	118
5.2.3	扩展存储器编址技术	118
5.3	MCS—51 单片机程序存储器扩展	121
5.3.1	只读存储器概述	121
5.3.2	程序存储器扩展用典型芯片	122
5.3.3	程序存储器扩展举例	125
5.4	MCS—51 单片机数据存储器扩展	126
5.4.1	随机存储器概述	126
5.4.2	数据存储器扩展用典型芯片	126
5.4.3	数据存储器扩展举例	127
5.5	存储器综合扩展	130
5.5.1	同时扩展程序存储器和数据存储器	130
5.5.2	扩展既可读又可写的程序存储器	130
5.6	MCS—51 单片机存储器系统的特点和使用	132
5.6.1	MCS—51 单片机存储器的复杂性	132
5.6.2	MCS—51 单片机存储器的使用	133
	练习题	135

6 单片机的中断与定时系统

6.1	MCS-51 单片机中断系统	137
6.1.1	单片机中断技术概述	137
6.1.2	中断源	138
6.1.3	中断控制	138
6.1.4	中断响应过程	141
6.1.5	中断请求的撤销	144
6.1.6	中断服务流程	145
6.1.7	MCS-51 的单步工作方式	146
6.2	MCS-51 单片机的定时器/计数器	147
6.2.1	定时方法概述	147
6.2.2	定时器/计数器的定时和计数功能	147
6.2.3	定时器/计数器的控制寄存器	148
6.2.4	定时工作方式 0	149
6.2.5	定时工作方式 1	151
6.2.6	定时工作方式 2	152
6.2.7	定时工作方式 3	155
6.3	MCS-51 单片机外部中断源的扩展	156
6.3.1	通过 OC 门线或实现	157
6.3.2	通过自身的定时器/计数器实现	158
6.4	定时器/计数器与中断综合应用举例	158
	练习题	162

7 单片机 I/O 扩展及应用

7.1	单片机为什么需要 I/O 扩展	166
7.1.1	I/O 口的直接使用	166
7.1.2	为什么要扩展 I/O 接口	168
7.1.3	I/O 扩展的相关技术	170
7.1.4	单片机 I/O 控制方式	173
7.2	单片机简单 I/O 扩展	174
7.2.1	简单输入口扩展	174
7.2.2	简单输出口扩展	177
7.3	8255A 可编程通用并行接口芯片	178
7.3.1	可编程 I/O 接口扩展概述	178
7.3.2	8255A 的逻辑结构和信号引脚	179
7.3.3	8255A 的工作方式及数据 I/O 操作	181
7.3.4	8255A 控制字及初始化编程	183

7.4	8155 带 RAM 和定时器/计数器的可编程并行接口芯片	184
7.4.1	8155 基本结构及工作方式	184
7.4.2	8155 与 MCS-51 单片机的连接	186
7.4.3	8155 的命令/状态寄存器	188
7.4.4	8155 的定时器/计数器	189
7.4.5	8155 初始化	190
7.5	8279 可编程键盘/显示器接口芯片	191
7.5.1	8279 的电路逻辑和信号引脚	191
7.5.2	8279 的寄存器	195
7.5.3	8279 的接口应用	198
7.6	MCS-51 单片机键盘接口技术	200
7.6.1	单片机键盘和键盘接口概述	200
7.6.2	单片机键盘接口和键功能的实现	200
7.6.3	使用 8155 作单片机键盘接口	203
7.6.4	使用 8279 作单片机键盘接口	206
7.7	MCS-51 单片机显示器接口技术	208
7.7.1	LED 显示器接口	208
7.7.2	LCD 显示器接口	213
7.8	MCS-51 单片机打印机接口技术	216
7.8.1	微型打印机简介	216
7.8.2	打印机接口和打印驱动程序	217
	练习题	219
8	单片机串行数据通信	
8.1	串行通信基础知识	222
8.1.1	串行通信基本原理	222
8.1.2	RS-232C 总线标准	226
8.1.3	串行接口电路	227
8.2	MCS-51 单片机的串行口及控制寄存器	227
8.2.1	串行口寄存器结构	228
8.2.2	串行通信控制寄存器	228
8.3	MCS-51 单片机串行通信工作方式	230
8.3.1	串行工作方式 0	231
8.3.2	串行工作方式 1	232
8.3.3	串行工作方式 2	236
8.3.4	串行工作方式 3	236
	练习题	237

9 单片机与数/模及模/数转换器接口

9.1 MCS-51 单片机与 D/A 转换器的接口和应用	239
9.1.1 D/A 转换器概述	239
9.1.2 典型 D/A 转换器芯片 DAC 0832	240
9.1.3 单缓冲方式的接口与应用	242
9.1.4 双缓冲方式的接口与应用	246
9.2 MCS-51 单片机与 A/D 转换器的接口与应用	248
9.2.1 典型 A/D 转换器芯片 ADC 0809	249
9.2.2 MCS-51 单片机与 ADC 0809 接口	251
9.2.3 应用举例	252
练习题	253

10 MCS-51 单片机应用及开发技术

10.1 单片机应用举例	255
10.1.1 单片机作息时间控制钟	255
10.1.2 单片机顺序控制	257
10.1.3 水塔水位控制	260
10.1.4 数字式热敏电阻温度计	263
10.1.5 交通信号灯模拟控制	267
10.2 单片机系统可靠性技术	273
10.2.1 接地技术	273
10.2.2 屏蔽技术	276
10.2.3 隔离技术	276
10.2.4 滤波技术	277
10.2.5 反电势干扰抑制技术	278

11 MCS-96 单片机结构

11.1 概 述	279
11.1.1 MCS-96 系列单片机的主要性能特点	279
11.1.2 MCS-96 系列单片机的芯片型号	280
11.2 MCS-96 单片机的组成和原理	281
11.2.1 内部结构	281
11.2.2 MCS-96 的信号引脚	281
11.2.3 CPU 与时钟信号	284
11.2.4 输入/输出及其控制和状态寄存器	286
11.3 存储器空间与总线控制	289
11.3.1 存储器空间分配	289

11.3.2	存储器控制器	292
11.3.3	系统总线	293
11.4	中断系统和定时器	296
11.4.1	中断系统	296
11.4.2	定时器	300
11.5	高速输入/输出和串行口	303
11.5.1	高速输入器 HSI	303
11.5.2	高速输出器 HSO	306
11.5.3	串行口	310
11.6	A/D 转换器和脉宽调制输出器 PWM	313
11.6.1	A/D 转换器	313
11.6.2	脉宽调制输出器 PWM	314
	练习题	316
12 MCS-96 指令系统		
12.1	概 述	319
12.1.1	操作数的类型	319
12.1.2	寻址方式	320
12.1.3	程序状态字	322
12.2	MCS-96 指令介绍	322
12.2.1	数据传送类指令	323
12.2.2	算术运算类指令	324
12.2.3	逻辑运算及移位类指令	327
12.2.4	控制转移类指令	328
12.2.5	专用控制指令、单寄存器指令、规格化指令	330
12.3	编程举例	330
12.4	MCS-96 单片机指令汇总	335
	练习题	344

附录 部分练习题答案

参考文献

1

单片机概述

1.1 单片机的概念

电子计算机的发展经历了从电子管、晶体管、集成电路到大(超大)规模集成电路共四个阶段,即通常所说的第一代、第二代、第三代和第四代计算机。现在广泛使用的微型计算机是大规模集成电路技术发展的产物,因此它属于第四代计算机,而单片机则是微型计算机的一个分支。从1971年微型计算机问世以来,由于实际应用的需要,微型计算机向着两个不同的方向发展:一个是向高速、大容量、高性能的高档微机方向发展;而另一个则是向稳定可靠、体积小和价格廉的单片机方向发展。但两者在原理和技术上是紧密联系的。

1.1.1 单片机的名称

单片机因其主要组成部分集成在一个芯片上而得名,具体说就是把中央处理器CPU(Central Processing Unit)、随机存储器RAM(Random Access Memory)、只读存储器ROM(Read Only Memory)、中断系统、定时器/计数器以及I/O(Input/Output)口电路等主要微型机部件,集成在一块芯片上。虽然单片机只是一个芯片,但从组成和功能上看,它已具有了计算机系统的属性,为此称它为单片微型计算机SCMC(Single Chip MicroComputer),简称单片机。

单片机主要应用于控制领域,用以实现各种测试和控制功能,为了强调其控制属性,也可以把单片机称为微控制器MCU(MicroController Unit)。在国际上,“微控制器”的叫法似乎更通用一些,而在我国则比较习惯于“单片机”这一名称,因此本书使用“单片机”一词。

由于单片机在应用时通常是处于被控系统的核心地位并融入其中,即以嵌入的方式进行使用,为了强调其“嵌入”的特点,也常常将单片机称为嵌入式微控制器EMCU(Embedded MicroController Unit)。在单片机的电路和结构中有许多嵌入式应用的特点。

1.1.2 通用单片机和专用单片机

根据控制应用的需要,可以将单片机分成为通用型和专用型两种类型。

通用型单片机是一种基本芯片,它的内部资源比较丰富,性能全面且适用性强,能覆盖多种应用需求。用户可以根据需要设计成各种不同应用的控制系統,即通用单片机有一个再设计的过程,通过用户的进一步设计,才能组建成一个以通用单片机芯片为核心再配以其它外围电路的应用控制系统。本书所介绍的都是通用型单片机的

内容。

然而在单片机的控制应用中,有许多时候是专门针对某个特定产品的,例如电度表和IC卡读写器上的单片机等。这种应用的最大特点是针对性强而且数量巨大,为此厂家常与芯片制造商合作,设计和生产专用的单片机芯片。由于专用单片机芯片是针对一种产品或一种控制应用而专门设计的,设计时已经对系统结构的最简化、软硬件资源利用的最优化、可靠性和成本的最佳化等方面都作了通盘的考虑和论证,所以专用单片机具有十分明显的综合优势。

今后,随着单片机应用的广泛和深入,各种专用单片机芯片将会越来越多,并且必将成为今后单片机发展的重要方向。但是应当说明,无论专用单片机在应用上有多么“专”,然而其原理和结构却是建立在通用单片机的基础之上。

1.1.3 单片机与单片机系统

单片机通常是指芯片本身,它是由芯片制造商生产的,在它上面集成的是一些作为基本组成部分的运算器电路、控制器电路、存储器、中断系统、定时器/计数器以及输入/输出电路等。但一个单片机芯片并不能把计算机的全部电路都集成到其中,例如组成谐振电路和复位电路的石英晶体、电阻、电容等,这些元件在单片机系统中只能以散件的形式出现。此外,在实际的控制应用中,常常需要扩展外围电路和外围芯片。从中可以看到单片机和单片机系统的差别,即:单片机只是一个芯片,而单片机系统则是在单片机芯片的基础上扩展其它电路或芯片构成的具有一定应用功能的计算机系统。

通常所说的单片机系统都是为实现某一控制应用需要由用户设计的,是一个围绕单片机芯片而组建的计算机应用系统。在单片机系统中,单片机处于核心地位,是构成单片机系统的硬件和软件基础。

在单片机硬件的学习上,既要学习单片机也要学习单片机系统,即单片机芯片内部的组成和原理,以及单片机系统的组成方法。

1.1.4 单片机应用系统与单片机开发系统

如前所述,单片机应用系统是为控制应用而设计的,该系统与控制对象结合在一起使用,是单片机开发应用的成果。但由于软硬件资源所限,单片机系统本身不能实现自我开发,要进行系统开发设计,必须使用专门的单片机开发系统。

单片机开发系统是单片机系统开发调试的工具。早期,人们曾把逻辑分析仪作为单片机应用系统的开发工具来使用,但由于功能有限,只能用于简单的单片机系统;对于复杂的单片机系统,可使用微型计算机来进行应用开发,人们把能开发单片机的微型计算机称为微型机开发系统MDS(Microcomput Development System);此外,还有专门的单片机开发系统,称为在线仿真器ICE(In Circuit Emulator),通过它可以进行单片机应用系统的软硬件开发和EPROM写入。

其实仿真器本身也是一个单片机系统,只不过它是一个用于设计系统的系统。当设

计单片机应用系统时,首先要根据所使用的单片机型号购买一台相应的在线仿真器,然后才能开展设计工作。目前国内市场上仿真器的型号较多,如:DICE、SICE、DP-852、KDC-51、SBC-51、EUDS-51等。

虽然仿真器要比一般的单片机系统复杂,但其规模和功能与微型计算机还无法相比。例如在仿真器中没有像微型机那样复杂的操作系统,而只使用称之为监控程序的简单管理程序;另外,绝大多数仿真器中也不具有汇编程序,用户的汇编语言应用程序要拿到其它微型计算机上通过交叉汇编,才能得到供单片机使用的二进制目标码程序。

1.1.5 单片机的程序设计语言和软件

这里谈到的单片机程序设计语言和软件,主要是指在开发系统中使用的。在单片机开发系统中使用机器语言、汇编语言和高级语言,而在单片机应用系统中只使用机器语言。

机器语言是用二进制代码表示的单片机指令,用机器语言构成的程序称之为目标程序。汇编语言是用符号表示的指令,汇编语言是对机器语言的改进,是单片机最常用的程序设计语言。虽然机器语言和汇编语言都是高效的计算机语言,但它们都是面向机器的低级语言,不便于记忆和使用,且与单片机硬件关系密切,这就要求程序设计人员必须精通单片机的硬件系统和指令系统。

为了避免这些缺点,单片机也开始尝试使用高级语言,其中编译型语言有 PL/M51、C-51、C、MBASIC-51等,解释型的有 MBASIC 和 MBASIC-52等。

单片机的应用程序设计有简单的一面,因为它们大多是控制程序,而且一般程序都不太长。但是单片机程序设计也有复杂的一面,因为编写单片机程序主要使用汇编语言,使用起来有一定的难度。而且由于单片机应用范围广泛,面对多种多样的控制对象、目标和系统,很少有现成的程序可供借鉴,这与微型机在数值计算和数据处理等应用领域中有许多成熟的经典程序可供直接调用或模仿有很大的不同。

对于简单的单片机应用系统,不需要有管理和开发功能,只要求有能为实现控制目的而直接执行的应用程序,即固化在其中的机器码目标程序就行了。但是对于复杂的单片机系统,特别是实时控制系统,就需要有监控程序甚至实时多任务操作系统,以便对多个对象同时进行实时控制,以最快的速度对控制要求作出响应。

1.2 单片机的发展

1.2.1 单片机发展概述

继 1971 年微处理器的研制成功不久,就出现了单片的微型计算机即单片机,但最早的单片机是一位。

1976 年 Intel 公司推出了 8 位的 MCS-48 系列单片机,它以其体积小、控制功能全、

价格低等特点,赢得了广泛的应用和好评,为单片机的发展奠定了坚实的基础,成为单片机发展史上的一个重要阶段。其后,在 MCS-48 成功的刺激下,许多半导体芯片生产厂商竞相研制和发展自己的单片机系列。到 80 年代末,世界各地已相继研制出大约 50 个系列 300 多个品种的单片机产品,其中有 Motorola 公司的 6801、6802, Zilog 公司的 Z-8 系列, Rockwell 公司的 6501、6502 等。此外,日本的 NEC 公司、日立公司等也不甘落后,相继推出了各自的单片机品种。

尽管目前单片机的品种很多,但是在我国使用最多的是 Intel 公司的 MCS-51 单片机系列。MCS-51 是在 MCS-48 的基础上于 80 年代初发展起来的,虽然它仍然是 8 位的单片机,但其功能较 MCS-48 有很大的增强。此外,它还具有品种全、兼容性强、软硬件资料丰富等特点,因此应用愈加广泛,成为比 MCS-48 更重要的单片机品种。直到现在, MCS-51 仍不失为单片机的主流系列。

继 8 位单片机之后,又出现了 16 位单片机,1983 年 Intel 公司推出的 MCS-96 系列单片机就是其中的典型代表。与 MCS-51 相比, MCS-96 不但字长增加一倍,而且在其它性能方面也有很大的提高,特别是芯片内还增加了一个 4 路或 8 路的 10 位 A/D 转换器,使其具有 A/D 转换功能。

纵观单片机近 30 年的发展历程,我们认为单片机今后将向多功能、高性能、高速度、低电压、低功耗、低价格、外围电路内装化以及片内存储器容量增加的方向发展。但其位数不一定会继续增加,尽管现在已经有了 32 位单片机,但使用的并不多。可以预言,今后的单片机将是功能更强、集成度和可靠性更高而功耗更低,以及使用更方便。此外,专用化也是单片机的一个发展方向,针对单一用途的专用单片机将会越来越多。

1.2.2 MCS-51 单片机系列

MCS-51 是一个单片机系列产品,具有多种芯片型号。具体说,按其内部资源配置的不同, MCS-51 可分为两个子系列和 4 种类型,如表 1-1 所示。

表 1-1 MCS-51 系列单片机分类

资源配置 子系列	片内 ROM 形式				片内 ROM 容量	片内 RAM 容量	定时器 /计数器	中 断 源
	无	ROM	EPROM	E ² PROM				
51 子系列	8031	8051	8751	8951	4KB	128B	2×16	5
52 子系列	8032	8052	8752	8952	8KB	256B	3×16	6

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 子系列则是增强型,以芯片型号的最末位数字的“1”和“2”作标志。

52 作为增强型子系列,由于资源数量的增加,使其芯片的功能也有所增强。例如片内 ROM 容量从 4 KB 增加到 8 KB,片内 RAM 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 个增加到 6 个等。

单片机内部程序存储器(ROM)的配置共有:不含有内部程序存储器(写为“无”或“ROM less”)、掩模型只读存储器(写为“ROM”或“Mask ROM”)、紫外线擦除可编程只读存储器(写为“EPROM”或“Otp ROM”)、电擦除可编程只读存储器(写为“E²PROM”或“Flash ROM”)4种类型,所对应的(51子系列)芯片名称依次为:8031、8051、8751和8951。

1.2.3 80C51 单片机系列

80C51单片机系列是在MCS-51系列的基础上发展起来的,早期的80C51只是MCS-51系列众多芯片中的一类,但是随着后来的发展,80C51已经形成独立的系列,并且成为当前8位单片机的典型代表。

1. 80C51 系列芯片

MCS-51的原生产厂商是Intel公司,最早推出80C51芯片的也是Intel公司,并且作为MCS-51的一部分,按原MCS-51芯片的规则命名,例如80C31、80C51、87C51和89C51,这样我们就能很容易地认识80C51的系列芯片。

但是后来有愈来愈多的厂商生产80C51的系列芯片,例如:PHILIPS、ATMEL、LG、华邦等公司。这些芯片都是以80C51为核心并且与MCS-51芯片兼容,但它们又各具特点。然而由于生产厂家多,芯片的类型也很多,使芯片的命名无法再遵循统一的规律,造成我们辨认上的困难。例如PHILIPS公司生产的80C51系列芯片名称分别为:80C×××(ROM Less型)、83C×××(Mask ROM型)、87C×××(Otp-ROM型)和89C×××(Flash ROM型);Siemens公司命名为C500系列,芯片型号以“C5”打头;而华邦公司则命名为W77C51系列和W78C51系列等等。

新一代80C51的兼容芯片,还在芯片中增加了一些外部接口功能单元,例如数/模转换器(A/D)、可编程计数器阵列(PCA)、监视定时器(WDT)、高速I/O口、计数器的俘获/比较逻辑等,有些还在总线结构上也作了重大改进,出现了廉价的非总线型单片机芯片,……。所有这些使新一代的兼容芯片已远非原来意义上的80C51了。

目前这些80C51的兼容芯片已开始在我国使用,其中尤以PHILIPS公司的同名芯片80C51及其派生产品最受欢迎,而ATMEL公司的闪速存储器(flash ROM)型单片机芯片AT89C51等更是后来居上,大有取代传统EPROM(Otp ROM)型芯片之势。

2. 80C51 与 8051 的比较

既然80C51系列是在MCS-51系列8051芯片的基础上发展起来的,因此兼容、改进和增强将是我们对80C51和8051进行比较的主要内容。

首先,与8051兼容是对80C51芯片的最基本要求,以确保8位单片机MCS-51系列的继续发展。兼容应包括指令、引脚信号、总线等多个方面,指令兼容能保证两者之间不存在指令障碍以维持软件的可移植性,而引脚信号和封装以及总线的兼容则确保两者在系统扩展和接口方面的一致性,有利于系统的开发和应用。

80C51的最大改进是在芯片的半导体工艺上。早期的MCS-51系列芯片采用

HMOS 工艺,即高密度短沟道 MOS 工艺,而 80C51 芯片则采用 CHMOS 工艺,即互补金属氧化物的 HMOS 工艺。CHMOS 是 CMOS 和 HMOS 的结合,除保持了 HMOS 高速度和高密度的特点之外,还具有 CMOS 低功耗的特点。例如 8051 芯片的功耗为 630 mW,而 80C51 的功耗只有 120 mW,这样低的功耗,用一粒纽扣电池就可以工作。低功耗对单片机芯片在便携式、手提式或野外作业的仪器仪表设备上使用十分有利。

80C51 在功能增强方面也做了许多工作。首先,为进一步降低功耗,80C51 芯片增加了待机和掉电保护两种工作方式,以保证单片机在掉电情况下,能以最低的消耗电流维持。

此外,在 80C51 系列芯片中,内部程序存储器除了 ROM 型和 EPROM 型之外,还有 E²PROM 型,例如 89C51 就有 4 KB E²PROM。并且随着集成技术的提高,80C51 系列片内程序存储器的容量也越来越大,目前已有 64 KB 的芯片了。另外,许多 80C51 芯片的存储器还具有程序存储器保密机制,以防止应用程序泄密或被复制。

最后说明,在我国除使用 MCS-51 系列单片机外,还有一些其它类型的单片机也在使用,主要有 Motorola 公司的单片机芯片,例如 MC68H11 系列等。Motorola(中国)公司已把本公司单片机芯片在中国的推广应用作为工作目标之一。

1.3 单片机的应用

1.3.1 单片机应用的特点

单片机的特点很多,我们仅从应用的角度讨论如下几个方面。

1. 控制系统在线应用

一提起单片机,大家会不约而同地联想到它的控制功能。实际上计算机的控制应用范围十分广泛,概括地可分为两个方面。

一是计算机在控制系统中的离线应用。计算机的离线应用包括利用计算机实现对控制系统总体的分析、设计、仿真及建模等工作,也可以把这类计算机应用称为控制系统的计算机辅助设计,或简称控制系统 CAD。离线控制应用是针对大型复杂的控制系统,对计算机性能要求较高,需要计算机的软硬件资源较多,因此常使用微型机或小型机实现。

二是计算机在控制系统中的在线应用。计算机的在线应用就是以计算机代替常规的模拟或数字控制电路,使计算机位于其中并成为控制系统、测试系统或信号处理系统的一个组成部分。通常把这种带计算机的控制系统称为计算机控制系统。

计算机控制系统由于计算机要身处其中,因此对计算机有体积小、功耗低、价格廉以及控制功能强等要求。为满足这些要求,应当使用单片机。

然而在线控制应用中由于单片机与控制对象联系密切,所以不但对单片机的性能要求高,而且对设计者的要求也很高,他们不但要熟练掌握单片机,而且还要了解控制

对象,懂得传感技术,具有一定的控制理论知识等。

2. 软硬件结合

虽然单片机的引入使控制系统大大“软化”,但与其它计算机应用问题相比,单片机控制应用中的硬件内容仍然较多,所以说单片机控制应用有软硬件相结合的特点。为此,在单片机的应用设计中需要软、硬件统筹考虑,设计者不但要熟练掌握汇编语言的编程技术,而且还要具备较扎实的单片机硬件方面的理论和实践知识。

3. 应用现场环境恶劣

通常单片机应用现场的环境比较恶劣,电磁干扰、电源波动、冲击震动、高低温等因素都会影响系统工作的稳定。此外,无人值守环境也会对单片机系统的稳定性和可靠性提出更高的要求。所以稳定和可靠在单片机的应用中具有格外重要的意义。

在单片机芯片方面,大规模系统集成和总线结构是单片机稳定可靠的根本保证。除此之外,为提高稳定性,单片机的允许电压变化范围很宽。通常单片机使用5V电压,但是有的单片机芯片能在2.2V甚至0.9V到1.2V的低电压下正常工作。至于单片机的温度特性,按能适应的环境温度范围划分为三个等级,即:

民用级	0~+70 °C
工业级	-40~+85 °C
军用级	-65~+125 °C

使用时应根据现场温度情况选择芯片。

在软件方面,软件固化也是系统可靠性的一个保证,因为固化的程序不能被修改,同时也可避免病毒的侵袭。

除了芯片本身的因素外,为提高单片机应用系统的稳定性和可靠性,还要在系统的设计和工艺中,有针对性地采用一些提高稳定性和可靠性的技术,例如接地技术、屏蔽技术、隔离技术、滤波技术以及抑制反电势干扰技术等。

4. 应用的广泛性及其重要意义

在生活和生产的各个领域,凡是有自动控制要求的地方都会有单片机的身影出现;从简单到复杂,从空中、地面到地下,凡是能想像到的地方几乎都有使用单片机的需求。现在,尽管单片机的应用已经很普遍了,但仍有许多可以用单片机控制而尚未实现的项目,因此,单片机的应用大有想像和拓展空间。

单片机的应用有利于产品的小型化、多功能化和智能化,有助于提高劳动效率,减轻劳动强度,提高产品质量,改善劳动环境,减少能源和材料消耗,保证安全等。

但是,单片机应用的意义绝不仅限于它的广阔范围以及所带来的经济效益上,更重要的意义还在于: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(编程序)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“软化”技术,称之为微控制技术。微控制技术是一种全新的概念,是对传统控制技术的一次革命。随着单片机应用的推广普及,微控制技术必将不断发展、日益完善和更加充实。