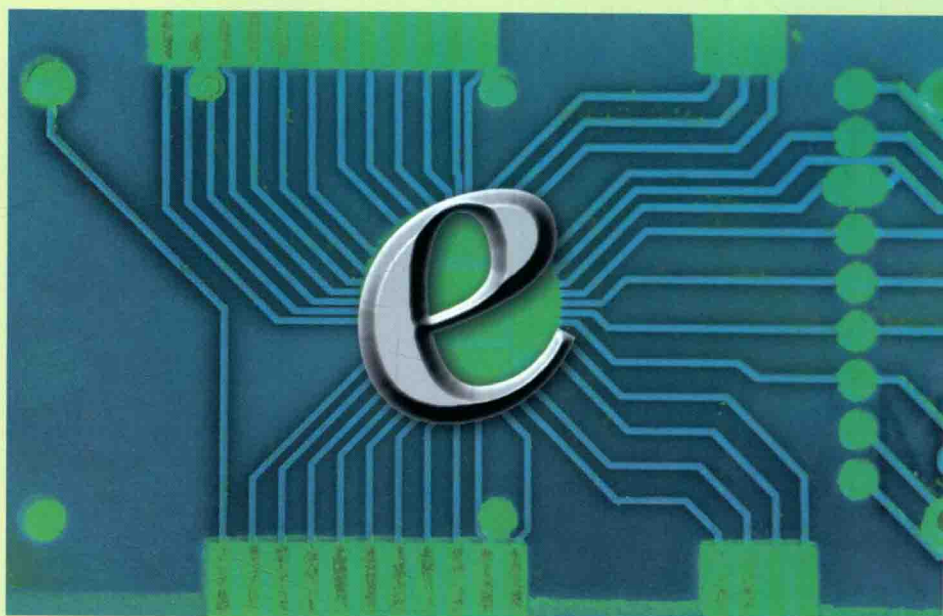


80C51 单片机 原理与应用技术

吴炳胜 等编著



冶金工业出版社

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

80C51 单片机原理与应用技术

吴炳胜 等编著

北 京
冶 金 工 业 出 版 社
2011

图书在版编目(CIP)数据

80C51 单片机原理与应用技术/吴炳胜等编著. —北京:
冶金工业出版社, 2003. 9 (2011. 8 重印)

ISBN 978-7-5024-3349-9

I. 8… II. 吴… III. 单片微型计算机, 80C51 系列
IV. TP368. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 073602 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjcbbs@cnmip.com.cn

责任编辑 于昕蕾 美术编辑 李 新 版式设计 张 青

责任校对 王永欣 李文彦 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-3349-9

北京百善印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2003 年 9 月第 1 版; 2011 年 8 月第 4 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 17.75 印张; 425 千字; 271 页

32.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100010) 电话:(010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

前 言

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。单片机的诞生标志着计算机正式形成了通用计算机系统和嵌入式计算机系统两大分支。通用计算机系统以发展海量高速数值计算为己任,而作为典型嵌入式计算机系统的单片机则以面向对象的实时控制为己任,不断增强控制功能。

单片机具有体积小、质量轻、应用灵活且价格低廉等特点,越来越得到广泛的应用。在全国高等工科院校中,已普遍开设单片机及相关课程。许多单片机类课程教材都是以 51 系列为基础来讲授单片机原理及其应用的,这是因为 MCS-51 系列单片机奠定了 8 位单片机的基础,形成了单片机的经典体系结构。可以预言,8 位单片机在今后相当长的时期内,在单片机应用领域中仍会占据主导地位。

本书是在《80C51 单片机原理与应用》(冶金工业出版社,2001)一书基础上重新编写的。作者根据读者的反馈信息及教学总结,对原书内容进行了适度增减。特别对有关接口技术方面的内容进行了较多的修改,补充了工程上广泛应用的液晶显示器,增加了高精度的 12 位 A/D 和 D/A 转换器以及串行 A/D 和 D/A 转换器。同时,考虑到 A/D 和 D/A 转换器的原理在有关数字电路的书中有介绍,本书不再赘述。在内容的编排上,本书保留了原书深入浅出、层次分明、重点突出、兼顾一般、通俗易懂、便于自学的特点;在内容的组织上,本书力求体现当前单片机发展的科学技术水平,增加新知识、新内容,使本书具备先进性、新颖性和实用性等特点。

本书主要内容以单片机应用系统中占主导地位的 8 位 51 系列单片机为基础进行讲述。第 1 章和第 2 章介绍了单片机基础知识,80C51 系列单片机的结构、原理及分析方法;第 3 章介绍了 80C51 系列单片机的指令系统;第 4 章介绍了单片机的汇编语言及应用程序设计方法;第 5 章介绍了 80C51 单片机基本功能单元结构、操作原理及应用(包括定时/计数器、串行接口和中断系统);第 6 章介绍了 80C51 单片机系统扩展;第 7 章介绍了 80C51 单片机的人-机联系接口技术;第 8 章介绍了过程 I/O 通道;第 9 章介绍了单片机应用系统的设计与开发。附录主要介绍了 51 系列单片机集成调试软件,供读者做单片机仿真实验时参考。

本书由吴炳胜担任主编,刘殿辉、张常全、赵裕民、吴开兴、于淑政担任副主编;第 2 章和第 7 章由吴炳胜编写,第 3 章和第 4 章的第 1、2、3 节由刘殿辉编写,第 4 章的第 4、5、6 节、第 9 章的第 3 节由张常全编写,第 5 章和第 8 章的第 1、2 节由赵裕民编写,第 1 章、第 6 章和第 9 章的第 1、2 节由吴开兴编写,第 8 章的第 3 节、第 9 章的部分实例和附录部分由于淑政编写;全书由吴炳胜负责统稿。

本书可作为高等院校机械设计制造及自动化、测控技术及仪器、电气工程、通信工程和计算机应用等专业的教材,也供从事单片机应用开发、研究设计的工程技术人员自学和参考。

书中疏漏和不足之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2003 年 8 月

目 录

1 绪论	1
1.1 嵌入式计算机系统	1
1.1.1 嵌入式计算机系统的概念	1
1.1.2 嵌入式计算机系统的种类	1
1.2 单片微型计算机	2
1.3 单片微型计算机的发展概况	2
1.4 80C51 单片微型计算机的特点	3
1.5 单片微型计算机的分类	3
1.6 单片微型计算机的应用	5
1.7 单片微型计算机的发展趋势	6
思考与练习题	6
2 80C51 系列单片机内部基本结构与工作原理	7
2.1 80C51 系列单片机简介	7
2.2 80C51 单片机内部基本结构及引脚功能	7
2.2.1 80C51 单片机内部基本结构	7
2.2.2 80C51 单片机的引脚功能	9
2.3 80C51 单片机 CPU 结构	11
2.3.1 运算器	11
2.3.2 控制器	12
2.4 80C51 时钟系统	13
2.4.1 时钟系统	13
2.4.2 CPU 时序	14
2.5 80C51 存储器结构	15
2.5.1 程序存储器	16
2.5.2 数据存储器	16
2.6 复位与复位电路	19
2.6.1 复位后各寄存器的初态	19
2.6.2 复位电路	20
2.7 输入/输出(I/O)端口	21
2.7.1 P0 口	21
2.7.2 P1 口	22
2.7.3 P2 口	22
2.7.4 P3 口	23
2.8 单片机的工作过程	23

2.9	80C51 的低功耗方式	25
2.9.1	电源控制寄存器 PCON	25
2.9.2	待机方式	25
2.9.3	掉电方式	26
	思考与练习题	26
3	80C51 指令系统	27
3.1	概述	27
3.1.1	指令系统与编程	27
3.1.2	汇编语言与机器语言	27
3.1.3	汇编语言格式	27
3.1.4	指令代码格式	28
3.1.5	指令中常用符号	29
3.2	80C51 单片机寻址方式	29
3.2.1	立即寻址	30
3.2.2	直接寻址	30
3.2.3	寄存器寻址	31
3.2.4	寄存器间接寻址	31
3.2.5	变址寻址	32
3.2.6	相对寻址	33
3.2.7	位寻址	34
3.3	80C51 指令系统	34
3.3.1	数据传送类指令(29 条)	34
3.3.2	算术运算指令(24 条)	37
3.3.3	逻辑操作指令(24 条)	40
3.3.4	控制转移指令(17 条)	42
3.3.5	位操作指令(17 条)	46
3.3.6	指令系统速解表	48
3.3.7	指令系统速查表	53
	思考与练习题	57
4	汇编语言程序设计	60
4.1	概述	60
4.1.1	汇编语言伪指令	60
4.1.2	汇编语言程序设计的基本步骤	61
4.2	顺序结构程序	62
4.3	分支结构程序	63
4.3.1	分支程序设计综述	63
4.3.2	无条件/条件转移程序	64
4.3.3	散转程序设计	65

4.4 循环结构程序	68
4.5 子程序结构	73
4.6 综合程序举例	75
4.6.1 查表程序	76
4.6.2 代码转换程序	77
4.6.3 运算类程序	80
思考与练习题	88
5 80C51 基本功能单元结构与操作原理	89
5.1 定时/计数器	89
5.1.1 定时/计数器工作方式及控制	90
5.1.2 定时/计数器的工作方式	91
5.1.3 定时/计数器应用举例	93
5.2 串行接口	96
5.2.1 串行口的结构和工作原理	96
5.2.2 串行通信的工作方式	98
5.2.3 串行口应用举例	101
5.3 中断系统	106
5.3.1 中断的概念	106
5.3.2 80C51 单片机中断系统	107
5.3.3 中断系统应用举例	111
思考与练习题	122
6 80C51 单片机系统扩展	123
6.1 程序存储器的扩展	123
6.1.1 扩展器件选择	123
6.1.2 程序存储器 EPROM 的扩展方法	124
6.1.3 用 E ² PROM 的扩展电路	125
6.2 数据存储器扩展	126
6.2.1 扩展器件选择	126
6.2.2 数据存储器的扩展方法	127
6.3 I/O 口的扩展	128
6.3.1 概述	128
6.3.2 简单 I/O 口扩展	131
6.3.3 用多功能芯片扩展 I/O 口	132
6.4 串行总线接口扩展	142
6.4.1 I ² C 总线	142
6.4.2 SPI 串行总线	144
思考与练习题	146
7 人-机联系接口技术	147

7.1 键盘接口	147
7.1.1 键盘种类及工作原理	147
7.1.2 键盘的工作方式	148
7.1.3 键盘管理中键输入与键操作	148
7.1.4 查询方式的键盘接口电路	148
7.2 显示器接口	150
7.2.1 LED 显示器	150
7.2.2 LCD 显示器	154
7.2.3 8279 可编程键盘显示器接口的扩展	159
7.3 打印机接口	171
7.3.1 TP μ P-40A 主要技术性能、接口要求与操作	172
7.3.2 TP μ P-40A 工作方式及打印命令	173
7.3.3 TP μ P-40A 打印机与 80C51 单片机接口	175
思考与练习题	176
8 过程 I/O 通道	177
8.1 开关量的输入输出	177
8.1.1 开关量输入	177
8.1.2 开关量输出	179
8.2 模拟量输入通道	179
8.2.1 A/D 转换器的主要技术指标	180
8.2.2 逐次逼近式 A/D 转换器	180
8.2.3 串行 A/D 转换器	186
8.3 模拟量输出通道	188
8.3.1 D/A 转换器的主要技术指标	188
8.3.2 并行 D/A 转换器	189
8.3.3 串行 D/A 转换器	194
思考与练习题	197
9 单片机应用系统的设计与开发	198
9.1 应用系统研制过程	198
9.1.1 总体设计	198
9.1.2 硬件设计	199
9.1.3 软件设计	201
9.2 开发工具和开发方法	202
9.2.1 单片机开发系统的功能	203
9.2.2 单片机应用系统的调试	205
9.3 应用系统实例	207
思考与练习题	243
附录	244

附录 I	MCS-51 系列集成调试软件简介	244
附录 II	ASCII(美国信息交换标准代码)表	266
附录 III	二进制逻辑单元图形符号对照表	268
术语索引		269
参考文献		271

1 绪 论

单片机的出现是计算机技术发展史上的一个重要里程碑,它使计算机从海量数值计算进入到控制领域。从此,计算机技术在两个重要领域——通用计算机领域和嵌入式(Embedded)计算机领域都获得了极其重要的发展。

1.1 嵌入式计算机系统

1.1.1 嵌入式计算机系统的概念

计算机是应数值计算要求而诞生的。通常我们将满足海量高速数值计算的计算机称为通用计算机系统;而将面对工控领域对象,嵌入到工控系统中,实现嵌入式应用的计算机称为嵌入式计算机系统,简称嵌入式系统(Embedded System)。

与通用计算机系统相比,嵌入式系统最显著的特点是面对工控领域的测控对象。工控领域的测量对象都是一些物理参量,如力、热、速度、加速度、位移等;控制对象都是一些机械参量,这些参量要求嵌入式计算机系统采集、处理、控制的速度是有限的,而要求控制方式与控制能力是无限的。与此相反,在通用计算机系统中,为了实现海量高速数值计算,对计算机运行速度的要求是无限的,而对计算机控制功能的要求是有限的。从典型嵌入式系统——单片机的“8位机现象”可以证实以上所述。从1976年8月单片机诞生以来,在单片机应用领域中一直以8位机为主流机型,预计这种现象还将持续下去。而通用计算机的CPU却迅速从8位过渡到16位、32位,并向64位发展。

1.1.2 嵌入式计算机系统的种类

嵌入式计算机系统通常有工控计算机、通用CPU模块、嵌入式微处理器(Embedded Processor)和嵌入式微控制器(Embedded Microcontrollers)。前两者是基于通用CPU的计算机系统;而后两者则是芯片形态的计算机系统。

1.1.2.1 工控机

工控机是早期嵌入式计算机系统常常采用的方式。大多将通用计算机系统进行机械加固、电气加固后构成。工控机适用于具有大空间嵌入应用的环境中,如舰船、大型试验装置、分布式测控系统等。

1.1.2.2 通用CPU模块

通用CPU模块是由通用CPU构成的各种形式的主机板系统。通用CPU模块与工控机相比体积较小,常用在需要进行大量数据处理及逻辑判断的系统中,如中、大型试验系统和收银机等。

1.1.2.3 嵌入式微处理器

早期的微处理器MPU(Micro Processor Unit)主要用来构成通用计算机系统,而后随着嵌入式应用的发展及其庞大的市场潜力,众多的MPU生产厂家开始发展嵌入式微处理器。

嵌入式微处理器是在通用微处理器 MPU 的基核上,添加 MPU 外围单元和满足对象测控要求的外围接口电路,构成一个嵌入式应用的单芯片形态计算机系统。嵌入式微处理器由于其总线、I/O 口地址与微处理器构成的 PC 机兼容,易于开发,有较好的操作系统支持,又是单片形态的嵌入式系统,因此在许多中小型嵌入式应用系统中被广泛使用。

1.1.2.4 单片机(微控制器)

在四种嵌入式系统中,单片机有专门为嵌入式应用设计的惟一的体系结构与指令系统,因此它最能满足嵌入式的应用要求。目前,国内外公认的标准体系结构是 Intel 公司的 MCS-51 系列,其中 8051 已被许多厂家作为基核,发展了许多兼容系列,所有这些兼容系列都统称为 80C51 系列。

单片机是发展最快、品种最多、数量最大的嵌入式系统。

1.2 单片微型计算机

单片微型计算机(Single Chip Microcomputer)简称单片机。它是在一块芯片上集成了中央处理器(CPU)、存储器(RAM,ROM)、定时/计数器和各种输入输出(I/O)接口等。随着计算机技术和集成电路技术的进步,它还可包含 A/D、D/A 转换器、DMA 通道、浮点运算等特殊功能部件。它的结构及功能均是按工业控制要求设计的,它已发展成 Microcontroller 的体系结构,目前国外已普遍称之为微控制器(Microcontrollers Unit)。本书因为主要介绍 80C51 系列的机器,它属于单片机的概念范畴,所以如果没有特殊说明,则一律用单片机这一提法。

1.3 单片微型计算机的发展概况

单片微型计算机虽然历史非常短暂,但发展十分迅猛。自 1971 年美国 Intel 公司首先研制出 4 位单片机 4004 以来,它的发展大致分为 5 个阶段:

第一阶段(1971~1976 年):属萌芽阶段,发展了各种 4 位单片机,多用于家用电器、计算器、高级玩具等。

第二阶段(1976~1980 年):为初级 8 位机阶段,发展了各种低档 8 位单片机。典型的如 Intel 公司的 MCS-48 系列单片机,这个系列的单片机在片内集成了 8 位 CPU、多个并行 I/O 口、一个 8 位定时/计数器、RAM 等,无串行 I/O 口,寻址范围不大于 4K。其功能可以满足一般工业控制和智能化仪器仪表的需要,这时将单片机推向市场,促进了单片机的变革。

第三阶段(1980~1983 年):高性能单片机阶段,发展了各种高性能 8 位单片机。以 MCS-51 系列为代表,这个系列的单片机均带有串行 I/O 口,具有多级中断处理系统,多个 16 位定时/计数器,片内 RAM 和 ROM 容量相对增大,且寻址范围可达 64K。这一阶段进一步拓宽了单片机的应用范围,使之能用于智能终端、局部网络的接口,并挤入个人计算机领域,所以该类单片机的应用领域极其广泛,又由于其优良的性价比,特别适合我国的国情,故在我国得到广泛的应用。

第四阶段(1983~1986 年):16 位微控制器阶段,发展了 MCS-96 系列等 16 位单片机。除了 CPU 为 16 位之外,片内 RAM 和 ROM 容量进一步增大,片内 RAM 增加为 232 字节,ROM 为 8K

字节,且片内带有高速输入输出部件、多通道 10 位 A/D 转换器,具有 8 级中断等。其网络通信能力提高,且可用于高速的控制系统。近年来,16 位单片机已进入实用阶段。

第五阶段(1986 年至今):1986 年英国 Inmos 公司推出 32 位 IMST414 单片机;1990 年 2 月美国推出 i80860 32 位超级单片机轰动了整个计算机界,它的运算速度为 1.2 亿次/秒,可进行 32 位整数运算,64 位浮点运算,同时片内具有一个三维图形处理器,可构成超级图形工作站,随着半导体技术的发展,巨型计算机单片化将成为现实。

目前国际市场上 8 位、16 位单片机系列已有很多,需用时可查阅其他资料。在国内使用较多的是 Intel 公司的产品。Intel 公司自 1976 年推出 8 位单片机 MCS-48 系列至今,相继推出了三个系列几十种产品,详见表 1-1。MCS-48 单片机已逐步趋于淘汰,MCS-51 系列单片机可以满足用户的一般要求,其用途极为广泛,MCS-96 系列单片机的应用也日趋增多。

1.4 80C51 单片微型计算机的特点

80C51 单片微型计算机的特点如下:

(1)体积小,重量轻,价格低,耗电少,电源单一。

(2)抗干扰能力强,可靠性高。芯片本身是按工业测、控环境要求设计的,其抗工业噪声干扰优于一般的通用 CPU;程序指令及常数、表格固化在 ROM 中,不易被破坏;许多信号通道均在一个芯片内。

(3)面向控制,控制功能强,运行速度快。其结构组成与指令系统都着重满足工控要求。指令系统中均有极丰富的条件分支转移指令,I/O 口的逻辑操作及位处理功能。一般来说,单片机的逻辑控制功能及运行速度均高于同一档次的微处理器。

(4)受集成度限制,片内存储器容量较小。一般 ROM 少于 8KB,RAM 少于 256 字节,但可在外部扩展,通常 ROM、RAM 可分别扩展至 64KB。

(5)开发应用方便,研制周期短。片内具有计算机正常运行所必须的部件,芯片外部有许多供扩展用三总线及并行、串行输入/输出管脚,很容易构成各种规模的计算机应用系统。

1.5 单片微型计算机的分类

根据发展情况,单片机可以分为以下几种:

(1)按适用范围划分为通用型与专用型。

通用型把可开发资源(如 ROM、I/O 口等)全部提供给使用者,如 80C51 属通用型,它并不是为某一种专门用途设计的单片机;专用型是针对某一类产品甚至某个产品需要而设计、生产的单片机。如为满足电子体温计的要求,在片内集成有热敏电阻、ADC 接口和段式液晶驱动器接口的温度计量控制用单片机以及录音机机芯控制器等。

(2)按是否提供并行总线分为总线型与非总线型。

总线型设置有 DB、AB、CB 三种引脚,用于扩展并行外围器件;非总线型的外围器件通过串行接口连接。

表 1-1 Intel 公司主要单片机系列

系 列	型 号	片内存储器		片内存储器直接寻址范围(字节)		I/O 口线		中 断 源	定时/计数器 (个×位)	晶振 /MHz	典型指令周期 /μs	封装 (DIP)	其 他
		ROM/ EPROM	RAM	RAM	EPROM	并行	串行						
MCS-48 (8 位机)	8048	1K/ /1K	64	256	4K	27		2	1×8	2~8	1.9	40	
	8748		64	256	4K	27		2	1×8	2~8	1.9	40	
	8035		64	256	4K	27		2	1×8	2~8	1.9	40	
	8049	2K/ /2K	128	256	4K	27		2	1×8	2~11	1.36	40	
	8749		128	256	4K	27		2	1×8	2~11	1.36	40	
MCS-51 (8 位机)	8039		128	256	4K	27		2	1×8	2~11	1.36	40	
	8051	4K/ /4K	128	64K	64K	32	UART	5	2×16	2~12	1	40	
	87511		128	64K	64K	32	UART	5	2×16	2~12	1	40	
	8031		128	64K	64K	32	UART	5	2×16	2~12	1	40	
	8052AH	8K/ /8K	256	64K	64K	32	UART	5	3×16	2~12	1	40	
	8752AH		256	64K	64K	32	UART	5	3×16	2~12	1	40	
	8032AH		256	64K	64K	32	UART	5	3×16	2~12	1	40	
	80C51BH	4K/ /4K	128	64K	64K	32	UART	5	2×16	2~12	1	40	CHMOS
	80C31BH		128	64K	64K	32	UART	5	2×16	2~12	1	40	
	87C51BH		128	64K	64K	32	UART	5	2×16	2~12	1	40	
	80C252	8K/ /8K	256	64K	64K	32	UART	7	3×16	2~12	1	40	
	87C252		256	64K	64K	32	UART	7	3×16	2~12	1	40	CHMOS,有脉冲调制输出, 高速输出
	83C252		256	64K	64K	32	UART	7	3×16	2~12	1	40	片内固化有 BASIC 解释程序
MCS-96 (16 位机)	8094		232	64K	64K	32	UART	8	4×16 软件	12	1~2	48	4×10A/D
	8095		232	64K	64K	32	UART	8	4×16 软件	12	1~2	48	
	8096		232	64K	64K	48	UART	8	4×16 软件	12	1~2	68	8×10A/D
	8097		232	64K	64K	48	UART	8	4×16 软件	12	1~2	68	
	8394	8K/ /8K	232	64K	64K	32	UART	8	4×16 软件	12	1~2	48	4×10A/D
	8395		232	64K	64K	32	UART	8	4×16 软件	12	1~2	48	
	8396	8K/ /8K	232	64K	64K	48	UART	8	4×16 软件	12	1~2	68	8×10A/D
	8397		232	64K	64K	48	UART	8	4×16 软件	12	1~2	68	8×10A/D
	8095BH		232	64K	64K	48	UART	8	4×16 软件	12	1~2	68	
	8096BH	8K/ /8K	232	64K	64K	48	UART	8	4×16 软件	12	1~2	68	8×10A/D
准 16 位机	8097BH		232	64K	64K	48	UART	8	4×16 软件	12	1~2	68	8×10A/D
	8098		232	64K	64K	32	UART	8	4×16 软件	12	1~2	48	4×10A/D

(3)按大致的应用领域分为工控型与家电型。

工控型满足工业控制用机;家电型多数为专用单片机。

(4)按含有的 ROM 形式分为以下几种类型:

内含厂家已用掩膜编好程序的 ROM(MaskROM 供应状态)。属专用单片机,ROM 内的程序已在出厂前固化好,不可改变。如较流行的 MCS-51 系列的 8051,MCS-96 系列的 8398,Philips 公司的 83C552 等。

内含 EPROM(EPROM 供应状态)。属通用型单片机,如 8751、87C552、MC68C05M4FN 等,芯片带有透明窗口,可通过紫外线擦除存储器中的程序代码。用户可将自己的程序写入其中。

无 ROM(ROMless 供应状态),需外接 EPROM 或 E²PROM,如 8031、80C31、8098 等。

OTP(One Time Programmable)ROM 供应状态。这是用户可一次性编程写入的程序存储器供应状态。用户可通过专用写入器将应用程序写入 OTPROM 中,但只允许写入一次。

FlashROM(MTPROM)供应状态。这是一种可由用户多次编程写入的程序存储器供应状态。与 EPROM 相比,不需紫外线擦除,成本低,开发调试十分方便,是目前大力发展的一种供应状态,有替代 EPROM 的趋势,能满足一般应用系统要求,如 AT89C51、AT89C52、P89C58 等。

1.6 单片微型计算机的应用

单片机具有体积小、使用灵活、成本低、易于产品化、抗干扰能力强、可在各种恶劣的条件下工作等特点。特别是它强大的面向控制的能力,使它在工业控制、智能仪表、外设控制、家用电器、机器人、军事装置等方面得到了广泛的应用。根据使用情况,大致可分为以下几类:

(1)单片机在智能仪器仪表中的应用。

在各类仪器仪表中,引入单片机使得仪器仪表数字化、智能化、微型化且功能大大提高,例如精密数字温度计、智能电度表、智能流速仪、微机多功能 PH 测试仪等等。

(2)单片机在工业测控中的应用。

用单片机可以构成各种工业测控系统、自适应控制系统、数据采集系统等,例如 MCS-51 单片机控制电镀生产线、温室人工气候控制、报警系统控制、IBM-PC/XT 和单片机组成的二级计算机控制系统等。

(3)单片机在计算机网络与通信技术中的应用。

MCS-51 系列单片机具有通信接口,为单片机在计算机网络与通信设备中的应用提供了良好的条件,例如 MCS-51 系列单片机控制的串行自动呼叫应答系统、列车无线通信系统、MCS-51 单片机无线遥控系统等。

(4)单片机在日常生活及家电中的应用。

单片机愈来愈广泛地应用于日常生活中的智能电器产品以及家电中。例如电子秤、银行计息电脑、电脑缝纫机、心率监护仪、电冰箱控制、彩色电视机、洗衣机控制等等。

机电一体化(Mechtronics)是机械工业发展的方向。它是通过机械技术与微电子技术、信息技术紧密结合而形成的一个新的学科领域。这种结合形成一种技术趋势,涌现了崭新的产

品及先进的制造技术,因而使整个机械、仪表、控制的产品结构发生根本变化。机电一体化产品是指集机械、微电子技术、机电转换技术、自动控制技术与计算机技术于一体,具有智能化特征的机电产品。采用单片机作为机电产品的控制器,可充分发挥其体积小、功能强、可靠性高、价格低、安装灵活方便等优点,提高产品的自动化、智能化水平。

1.7 单片微型计算机的发展趋势

近年来,单片机的发展速度很快,就其整体的发展趋势而言,应该说是大容量高性能化,小容量低价格化和外围电路内装化。

大容量高性能化是指 CPU 的功能强,内存容量大,多用于复杂控制的场合。CPU 功能强,主要体现在其数据处理速度快,精度高和系统控制的可靠性好等方面。目前单片机片内 ROM 可达 6~8KB, RAM 可达 128~256 字节。

小容量低价格化是指数字逻辑集成电路组成的控制电路单片化。这类单片机产品, CPU 多为 4 位, ROM 容量只有 0.5~1KB, 它借助于软件的灵活编程来实现单片机的多功能性, 是目前单片机发展的另一方向。

外围电路内装化旨在增加单片机的内部资源,以降低成本,提高系统的可靠性。如多路 8~10 位 A/D 转换器、DMA 通道、D/A 输出电路及系统故障监视器等都可封装在片内。

随着半导体集成工艺的进步,外围电路也将是大规模的,这样在应用时,可把所需的外围电路全部装入单片机内,可以预言,未来的单片机将会使系统单片化。

思考与练习题

1. 什么是嵌入式系统,它有哪些类型,为什么说单片机是典型的嵌入式系统?
2. 通用计算机系统与嵌入式(计算机)系统的主要区别在哪里?
3. 什么是单片机,为什么在未来较长一段时间内,8 位单片机仍是主流机型?
4. 简述单片微型计算机的发展概况。
5. 80C51 单片微型计算机特点是什么?
6. 单片机的类型有哪些?
7. 单片机的供应状态主要是指哪些技术状态,通常单片机有哪几种供应状态?
8. 单片机主要应用于哪些领域?
9. 单片机的主要技术发展方向是什么?

2 80C51 系列单片机内部基本结构与工作原理

本章首先简要介绍 80C51 系列单片机，然后重点以经典单片机 80C51 为例，介绍 80C51 系列单片机的基本结构与工作原理，并详细介绍 80C51 的 CPU 及 CPU 外围电路结构和应用原理。对于要使用大量汇编指令的基本功能单元结构及操作原理，放在第 5 章介绍。

2.1 80C51 系列单片机简介

80C51 单片机系列源于 MCS-51 系列。Intel 公司将 MCS-51 系列单片机实行技术开放政策后，许多公司，如 Philips、Dallas、Siemens、ATMEL、华邦、LG 等都以 MCS-51 中的基础结构 8051 为基核推出了许多各具特色、各具优越性能的单片机。这样，把所有厂家以 8051 为基核推出的各种型号 80C51 兼容型单片机统称为 80C51 系列。8051 是 MCS-51 系列中最基础的单片机型号，其供应状态有 8051 (MaskROM)、8751 (EPROM)、8031 (ROMless)。本书后面提到的 80C51 不是专指 MaskROM 供货状态的型号，而是泛指 80C51 系列中的基础结构。80C51 系列则是在 8051 基础结构上通过不同资源配置而推出的一系列 CHMOS 单片机。

80C51 系列中 80C51BH (80C51)、80C31BH (80C31)、87C51BH (87C51) 是 MCS-51 系列典型产品 8051、8031、8751 采用 CHMOS 工艺的产品。80C51 是 MaskROM 型，片内有 4K ROM；80C31 是 ROMless 型，片内无 ROM；87C51 是 EPROM 型，片内有 4K EPROM。除此之外，三者的内部结构及引脚完全相同。

2.2 80C51 单片机内部基本结构及引脚功能

2.2.1 80C51 单片机内部基本结构

80C51 是经典的单片机系列，具有典型的单片机结构体系，其基本结构如图 2-1 所示。它由 CPU 系统、CPU 外围单元、基本功能单元等组成，各组成部分通过内部单一总线相连。

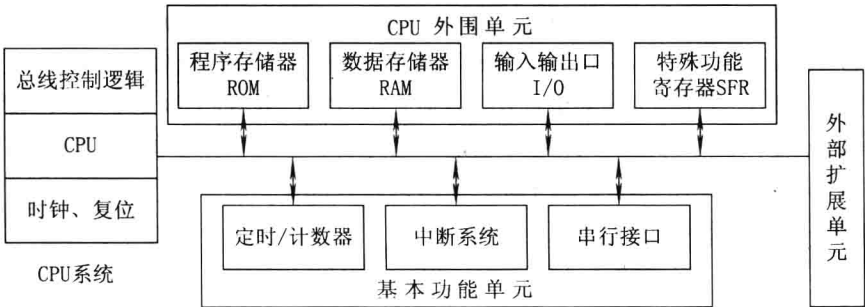


图 2-1 80C51 单片机内部结构

2.2.1.1 CPU 系统

CPU 系统是 80C51 单片机的核心部分, 它包括 CPU、时钟系统和总线控制逻辑。

(1) 80C51 的 CPU 是专门为面向测控对象、嵌入式应用特点而设计的, 有突出控制功能的指令系统。

(2) 时钟系统主要满足 CPU 及片内各单元电路对时钟的要求, 对 80C51 单片机还要满足功耗管理对时钟系统电路的可控要求。

(3) 总线控制逻辑主要用于管理外部并行总线的时序以及系统复位控制, 复位控制引脚为 RST, 高电平有效, 用于系统的复位; 外部总线控制引脚为 ALE、 $\overline{\text{EA}}$ 、 $\overline{\text{PSEN}}$, ALE 用于数据总线复用管理, $\overline{\text{EA}}$ 用于外部与内部程序存储器选择, $\overline{\text{PSEN}}$ 用于外部程序存储器的取指令控制。

2.2.1.2 CPU 外围单元

CPU 外围单元是与 CPU 运行直接相关的单元电路, 与 CPU 构成单片机的最小系统。它包括程序存储器 ROM、数据存储器 RAM、输入/输出 (I/O) 口、操作管理寄存器 SFR (特殊功能寄存器)。

(1) 80C51 的程序存储器 ROM, 其供应状态有 MaskROM、EPROM、ROMless。早期的 MCS-51 系列中的 8031 为 ROMless 型, 8751 为 EPROM 型, 8051 为 MaskROM 型。

(2) 80C51 的数据存储器 RAM 的寻址范围为 00H~7FH, 它包括通用寄存器区、位寻址区、用户 RAM 区。80H~FFH 为特殊功能寄存器区。

(3) 80C51 有 4 个 8 位 I/O 端口, 分别为 P0、P1、P2、P3 口。功能见本章 2.5 节。

(4) 特殊功能寄存器 (SFR) 位于 80H~FFH 中, 是单片机的重要控制、指挥单元。CPU 对所有片内功能单元的操作、控制都是通过对 SFR 访问实现的。

2.2.1.3 基本功能单元

基本功能单元是满足单片机测控功能要求的基本计算机外围电路, 是用来完善和扩大计算机功能的一些基本电路, 它包括定时/计数器、中断系统、串行通信接口等。

(1) 80C51 有两个 16 位定时/计数器, 分别为 T0 和 T1。定时/计数器可以作为内部定时器或外部脉冲计数器使用。作内部定时器时, 是靠对时钟振荡器的 12 分频脉冲计数方式实现定时的; 作为计数器时, 外部脉冲通过引脚 T0 (P3.4)、T1 (P3.5) 输入。

(2) 80C51 的中断系统中有 5 个中断源, 即两个外部中断源、两个定时/计数器 T0、T1 溢出中断源和一个串行通信发送/接收完毕的中断源。五个中断源有高级、低级两种优先状态。两个外部中断源由引脚 $\overline{\text{INT0}}$ (P3.2)、 $\overline{\text{INT1}}$ (P3.3) 输入。

(3) 80C51 的串行接口是一个带有移位寄存器工作方式的通用异步收发器 UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)。因此, 80C51 的串行接口 UART 不仅可用作串行通信, 还可以用于移位寄存器方式的串行外围扩展。串行接口 RXD (P3.0)、TXD (P3.1)。

上述 CPU 系统、CPU 外围单元和基本功能单元构成了 80C51 系列单片机的基核, 即 80C51。

80C51 内部结构展开图如图 2-2 所示。其结构特点如下:

8 位 CPU, 片内振荡器;

4K 字节 ROM, 128 字节 RAM;

21 个特殊功能寄存器;

32 根 I/O 口线;