

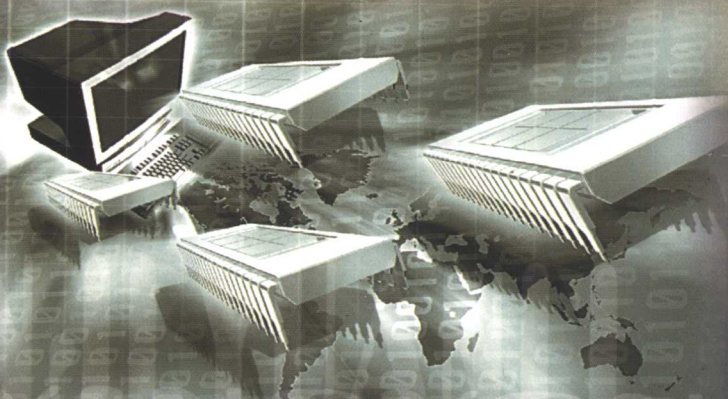
电子信息工程专业本科系列教材

DIANZI XINXI GONGCHENG ZHUANYE BENKE XILIE JIAOCAI

单片机原理及应用

DANPIANJI YUANLI JI YINGYONG

1001101001001001010010110010101010000111101010101001011000100101000
1001101001001001010010101010000111101010101001011000100101000
1001101001001001010010110010101010000111101010101001011000100101000
1001101001001001010010110010101010000111101010101001011000100101000
10011010010010010101010010110010101000100101000100101000



主 编 万文略
副主编 赵 利
蔡静之



重庆大学出版社

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

单片机原理及应用

主 编 万 文 略
副主编 赵 利 蔡静之
参 编 谢 敏

重庆大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用/万文略主编. —重庆:重庆大学出版社,2004.3(2007.8重印)
(电子信息工程专业本科系列教材)

ISBN 978-7-5624-2841-1

I. 单... II. 万... III. 单片微型计算机—高等学校—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 007814 号

单片机原理及应用

主编 万文略

副主编 赵 利 蔡静之

责任编辑:姚正坤 彭 宁 版式设计:彭 宁

责任校对:廖应碧 责任印制:张 策

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(市场营销部)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:16.25 字数:405 千

2004 年 3 月第 1 版 2007 年 8 月第 3 次印刷

印数:8 001—11 000

ISBN 978-7-5624-2841-1 定价:21.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

信息化是 21 世纪的主要时代特征,实现信息化的技术核心是计算机技术。单片机技术作为计算机技术的一个重要分支,由于具有集成度高、处理能力强、可靠性高、结构简单、成本低等特点,因而被广泛地应用于工业控制、智能仪器仪表、机电一体化产品、电子信息产品、家用电器及军事应用等各个领域。

MCS—51 单片机是目前最具代表性的单片机,它在我国拥有众多的用户,应用也极为广泛。预计在今后相当长的时间内这种单片机仍然是面向测量和控制的主流机型。除 Intel 公司外,国内外许多公司都在生产以 MCS—51 单片机为内核的单片机微控制器(Microcontroller)或 SOC(System of Chip),这些芯片有各种各样的封装以及内含各种实用接口,并为各个领域所广泛采用,尤其是国内许多高校大量使用以 MCS—51 单片机作为教学机型和实验装置,这也是本教材以 MCS—51 单片机为例讲述单片机的原理与应用的重要原因。

本教材是重庆大学出版社组织编写的电子信息工程专业系列教材之一,它所面向的读者主要是电子信息工程专业的本科学生,因而在教材内容的安排上充分考虑了这些学生的特点,做到本课程与先修课及后续课的无缝衔接,避免教学内容的重复,为今后实际应用打下良好的基础;同时也兼顾其他专业的教学要求,使本教材适合各类高校非计算机专业的学生学习,并可供广大工程技术人员在进行 MCS—51 单片机应用系统设计时参考。

本教材在编写上也充分考虑教学内容的实用性、通用性、先进性,综合了目前单片机教材的优点,淘汰了陈旧过时的内容。在教材中介绍了当前广为流行的芯片,所列举的实例也来源于实践,对通用的硬软件接口进行标准化、规范化设计,使书中的实例可以直接应用于实际系统设计,使读者完全可以使用本书的资源直接进行系统集成,简化并加快系统设计,十分有利于学生完成课程设计、毕业设计。教材同时注重编写格式、软硬件设计、图表、文字、技术用语的标准性、规范性,做到叙述

深入浅出,突出重点,讲清难点和疑点。每章还安排了适量的习题,便于读者自学。

单片机原理与应用是一门实践性较强的课程,忽视了实践环节,学生不可能学好单片机。对初学者而言,学好单片机技术要靠扎实的实践环节做保证。实践环节的安排不能单纯地依靠在实验系统上的简单的实验,学生必须亲手做一个完整单片机应用系统的软硬件设计才能更好地掌握单片机的应用。为此本教材安排了一个典型系统为例子,全面详实地介绍单片机应用系统的开发过程及设计方法,使学生能方便地对实例进行仿制,掌握系统的整个设计过程。

本教材由万文略担任主编、赵利、蔡静之担任副主编,谢敏参编。本书第1章、第2章、第3章、第4章第1至6节;第5章由蔡静之编写;第6章、第7章、第8章由赵利编写;第9章、第10章由谢敏编写;万文略编写了第4章第7节、第11章,并绘制了前5章的部分插图,同时负责全书的统稿。

在本教材的编写中吸纳了许多现行教材的宝贵经验,没有先贤们的创造性工作,本书难以完成。在此谨向这些作者表示诚挚的感谢。由于编者水平有限,加之时间仓促,书中的错误及疏漏之处在所难免,敬请读者、同行批评指正。

编 者

2003年5月

目 录

第1章 单片机应用系统概述	1
1.1 单片机的发展概况	1
1.2 单片机的特点和应用领域	3
1.3 基于 MCS—51 内核的单片机简介	4
思考题与习题	6
第2章 MCS—51 单片机的硬件结构	7
2.1 MCS—51 单片机的组成和内部结构	7
2.2 MCS—51 单片机的存储器配置	9
2.3 MCS—51 单片机的并行 I/O 接口	15
2.4 MCS—51 单片机的引脚	17
2.5 MCS—51 单片机的时钟电路与时序	19
2.6 复位及复位电路	20
思考题与习题	22
第3章 MCS—51 单片机的指令系统	23
3.1 MCS—51 单片机的寻址方式	23
3.2 数据传送指令	26
3.3 算术运算指令	30
3.4 逻辑运算指令	33
3.5 控制转移指令	36
3.6 位操作指令	42
思考题与习题	43
第4章 单片机程序设计	45
4.1 汇编语言源程序的格式及伪指令	45
4.2 分支与查表程序设计	49
4.3 循环程序设计	57
4.4 定点数运算程序	60
4.5 码制转换程序	64
4.6 子程序设计	68
4.7 C 语言程序设计	75
思考题与习题	82

第5章 MCS—51 单片机的中断系统和定时/计数器	83
5.1 中断系统结构	83
5.2 定时/计数器	88
思考题与习题	94
第6章 存储器接口设计	95
6.1 MCS—51 系列外部总线结构以及存储器编址	95
6.2 程序存储器的扩展	99
6.3 数据存储器的扩展	105
6.4 存储器的综合扩展	113
思考题与习题	114
第7章 常用 I/O 芯片接口设计	115
7.1 常用 I/O 芯片接口技术及简单的 I/O 接口扩展	115
7.2 MCS—51 单片机与 8155 接口	119
7.3 MCS—51 单片机与 8255 接口	126
7.4 MCS—51 单片机与 8253 接口	133
思考题与习题	139
第8章 人机接口设计	141
8.1 LED 显示器	141
8.2 键盘接口原理	147
8.3 8279 键盘/显示接口	153
8.4 液晶显示器接口	165
思考题与习题	170
第9章 串行口及串行通信技术	171
9.1 串行通信的基础知识	171
9.2 MCS—51 单片机的串行接口	182
9.3 利用串行口扩展键盘/显示接口	190
9.4 SPI 和 I ² C 总线接口	198
思考题与习题	202
第10章 MCS—51 单片机与 A/D, D/A 接口设计	203
10.1 典型的 D/A 转换器	204
10.2 MCS—51 单片机与 D/A 转换器接口	207
10.3 典型 A/D 转换器	214
10.4 MCS—51 单片机与 A/D 转换器接口	218
10.5 采用串行接口的 D/A, A/D 接口	227
思考题与习题	233

第 11 章 MCS—51 单片机的开发过程	234
11.1 开发工具	234
11.2 单片机应用系统的一般形式	235
11.3 单片机应用系统开发过程	237
11.4 开发实例	242
参考文献	250

第 1 章

单片机应用系统概述

单片微型计算机(Single Chip Microcomputer)简称单片机,它是在一片硅片上集成了中央处理器(CPU)、存储器(RAM,ROM)和各种输入输出接口(I/O、定时器/计数器、串行口、A/D转换器、D/A转换器等)。这样一块芯片因具有一台计算机的功能,故称作单片微型计算机。由于单片机主要用于实时控制,并通常作为其他系统的组成部分使用。所以又称做嵌入式控制器(Embedded Controller)。

1.1 单片机的发展概况

1.1.1 单片机的发展历史

自20世纪70年代中期美国仙童(Fairchild)公司推出第一台F8单片机以来,单片机作为微型计算机的一个重要分支,经历了4个阶段的发展过程:

第一阶段(1974—1976年)为单片机的初级阶段。因半导体工艺限制,单片机采用双片的形式其功能比较简单。例如,仙童公司生产的F8单片机,实际上只包括了8位CPU、64个字节RAM和两个并行口。因此,还必须加1块3815(由1K ROM、定时器/计数器和2个并行I/O口构成)才能组成一台完整的计算机。

第二阶段(1976—1978年)为低性能单片机的推出期,其代表是INTEL公司的MCS—48个系列单片机,它只集成有8位CPU、并行I/O口、8位定时器、RAM,ROM等,寻址范围在4K字节以内,并且无串行口,中断处理比较简单。

第三阶段(1978—1983年)为高性能单片机推出期。在这一阶段所推出的单片机普遍带有串行口,并有多级中断处理系统和16位定时器/计数器。片内RAM,ROM容量加大,寻址范围可达64K字节,有的片内还带有A/D转换器接口。其代表机型是Intel公司的MCS—51系列、Motorola公司的6801系列和Zilog公司的Z8等。由于这类单片机的性价比较高,故仍然是目前运用得最广泛,使用得最多的单片机。

第四阶段(1983年—当今)为8位单片机改进提高,并向16位单片机、32位单片机发展的阶段。此阶段的主要特征是一方面发展16位单片机、32位单片机及专用型单片机;另一方面

不断完善高档 8 位单片机,改善其结构,以满足不同的用户需要。16 位单片机的典型产品如 Intel 公司的 MCS—96 系列。

1.1.2 单片机的发展趋势

近几年来单片机的发展速度很快,纵观当前各系列单片机的特性可以看出,单片机正朝着高性能化、存储器大容量化和外围电路内装化的方向发展。

(1) 单片机的高性能化

这主要是指进一步改进 CPU 的性能,增加 CPU 的字长或提高时钟频率以提高 CPU 的数据处理能力和运算速度。目前 CPU 的字长已有 8 位、16 位甚至 32 位,时钟频率高达 40 MHz 的单片机也已出现。由于指令运算的速度和系统控制的可靠性已得到大大的提高,位处理功能、中断和定时控制功能有进一步的增强;由于采用流水线结构,指令以队列形式出现在 CPU 中,从而获得很高的运算速度。例如,有的单片机采用了多流水线结构,这类单片机的运算速度要比标准的单片机高出 10 倍以上;单片机内部采用双 CPU 结构也能大大提高处理能力,如 Rockwell 公司的 R6500/21 和 R65C29 单片机。由于片内有两个 CPU 能同时工作,可以更好地处理外围设备的中断请求,克服了单 CPU 在多重高速中断响应时的失效问题;同时,由于双 CPU 可以共享存储器和 I/O 接口的资源,因此,还可更好地解决信息通讯问题。如 Intel 公司的 8044,它的内部实际上是 8051 和 SIU 通信处理机组成,由 SIU 来管理 SDLC 的通信。这样既加快了通信的速度,同时,还减轻了 8051 的处理负担。

(2) 存储器大容量化

以往单片机内部的 ROM 仅为 1~4 KB, RAM 仅为 64~128 字节。当运用于某些复杂的领域时,存储器容量不够,不得不外接扩充。为了适应这种领域的要求,必然要运用新的工艺,使片内存储器大容量化。目前,单片机的 ROM 已达 16 K 字节, RAM 达 256 字节。

另外,片内 EPROM 开始 EE PROM 化。早期单片机内 ROM 有的采用可擦式的只读存储器 EPROM,然而 EPROM 必须要高压编程、紫外线擦除,给使用带来不便。近年来,推出的电擦除可编程只读存储器 EEPROM 可在正常工作电压下进行读写,并能在断电的情况下,保持信息不丢失。使用 EEPROM 或 FLASH RAM 的单片机采用在系统可编程技术 (ISP, In System Programable) 大大方便了系统的调试及应用程序的升级。

(3) 更多的外围电路内装化

加强片内输入输出接口的种类和功能,这也是单片机发展的主要动向。最初的单片机,片内只有并行输入/输出接口、定时器/计数器。在实际应用中往往还要外接特殊的接口以扩展系统功能,增加了应用系统结构的复杂性。随着集成度的不断提高,把更多的各种外围功能器件集成在片内已成可能。这不仅大大提高了单片机的功能,提高了系统的可靠性,并且使应用系统的总体结构也大大简化了,降低了系统的成本。例如,有些单片机的并行 I/O 口,能直接输出大电流和高电压,可直接用以驱动荧光显示管 (VFD)、液晶显示管 (LCD) 和七段码显示管 (LED) 等,进而减少了应用系统中的驱动器;再如有些单片机,片内含有 A/D 转换器,则在实时控制系统中可省掉外部 A/D 转换器。目前,在单片机中已出现的各类新颖接口有数十种:如 A/D 转换器、D/A 转换器、DMA 控制器、CRT 控制器、LCD 驱动器、LED 驱动器、正弦波发生器、声音发生器、字符发生器、波特率发生器、锁相环、频率合成器、脉宽调制器等等。

单片机的另一个发展趋势是加强 I/O 的驱动能力。有的单片机可输出大电流和高电压,

直接驱动荧光显示管(VFD)、液晶显示管(LCD)和七段数码显示管(LED)等;对于片内的定时/计数器,有些增加了时间监视器(Watchdog)功能;还有的单片机具有锁相环(PLL)控制、正弦波发生器和发声等特殊功能,如 Motorola 公司的 6805T2 就带有 PLL 逻辑;GI 公司的 PIC1600 系列内部含有 8 位实时时钟计数器和 Watchdog 定时器。

(4) 单片机在工艺上的提高

单片机的制造工艺直接影响其性能。早期的单片机采用 PMOS 工艺,随后逐渐采用 NMOS、HMOS 和 CMOS 工艺。目前,8 位单片机中有二分之一产品已 CMOS 化,16 位单片机也已开始推出 CMOS 型产品。如 68HC200、80C196 等。为了进一步降低功耗,目前新推出的单片机大多设有等待(Wait)和停止(Stop)两种工作方式。等待方式时,振荡器工作,CPU 停止,存储器的内容则不变,但由于此时 CPU 已停止工作,使得单片机的总功耗大为下降;停止方式时,振荡器和 CPU 都停止工作,存储器和寄存器内容也保持不变。停止方式时,则单片机的功耗为最小。低功耗单片机因为可用电池供电,所以非常适合野外作业的工控设备。

1.2 单片机的特点和应用领域

1.2.1 单片机的结构特点

与一般的微型计算机相比,单片机的具有以下特点:

- (1) 小巧灵活,成本低,易于产品化;
- (2) 可靠性高,抗干扰能力强,适应温度范围宽;
- (3) 易扩展,很容易构成各种规模的应用系统;
- (4) 控制功能强,具有位处理指令,有很强的逻辑操作功能;
- (5) 容易实现多机和分布式控制。

1.2.2 单片机的应用领域

按照单片机的特点,单片机既可单机应用也可多机应用。

(1) 单机应用

在一个应用系统中,只使用一台单片机,这是目前应用最多的方式,单片机应用的主要领域有:

1) 测控系统

用单片机可构成各种工业控制系统、自适应控制系统、数据采集系统等。以达到测量与控制的目的。例如:温室人工气候控制、水闸自动控制、电镀生产自动控制、汽轮机电液调节系统、车辆检测系统等。

2) 智能仪表

用单片机改造原有的测量、控制仪表,能推动仪表向数字化、智能化、多功能化、综合化发展。如温度、压力、流量、浓度显示、控制仪表等。通过采用单片机软件编程技术,使长期以来测量仪表中的误差修正、线性化处理等用硬件电路难以实现的难题迎刃而解。

3) 机电一体化产品

单片机与传统的机械产品结合,使传统机械产品结构简化、控制智能化,进而构成新一代的机、电一体化产品。例如在电传打字机的设计中采用单片机可提高可靠性及增强功能,降低控制成本。

4) 智能接口

在计算机系统,特别是较大型的工业测控系统中,如果用单片机进行接口的控制与管理,使单片机与主机并行工作,可大大提高系统的运行速度。例如,在大型数据采集系统中,用单片机对模/数转换接口进行控制,不仅可提高采集速度,还可对数据进行预处理(如数字滤波、线性化处理、误差修正等)。

(2) 多机应用

单片机的多机应用系统可分为功能集散系统、并行多机处理及局部网络系统。

1) 多功能集散系统

它是为了满足工程系统多种外围功能要求而设置的多机系统。例如一个加工中心的计算机系统由多个单片机构成,每个单片机完成工件运行控制、对刀系统、坐标系统、刀库管理、状态监视、伺服驱动等各个独立功能的控制。

2) 并行多机控制系统

并行多机控制系统主要解决工程应用系统的快速问题,以便构成大型实时工程应用系统。

3) 局部网络系统

单片机网络系统的出现使单片机的应用达到了一个新的水平。目前单片机构成的网络系统主要是分布式的测控系统。单片机主要用于系统中的通信控制,以及构成各种测、控用的子级系统。

1.3 基于 MCS—51 内核的单片机简介

MCS—51 系统单片机是 INTEL 公司在 MCS—48 系列单片机的基础之上推出的高性能 8 位单片机。它基本上可以满足用户的一般要求,是工业过程控制、智能化仪器、数控机床、总线分布式控制以及通信系统的优选机种。1983 年 INTEL 公司又推出了 16 位 MCS—96 系列单片机。

1.3.1 MCS—51 系列单片机的主要品种

(1) 按照功能划分

1) 基本型(又称 51 子系列) 有 8031, 8051, 8751, 80C31, 80C51, 87C51 等。8031 与 80C31 不同点在于前者采用了 HMOS 工艺制造,后者采用了 CHMOS 工艺制造。

2) 增大内部存储器的基本型(又称 52 子系列) 有 8032, 8052, 8752, 80C32, 80C52, 87C52 等。此种单片机的内部 ROM 和 RAM 容量比基本型的增大了一倍。

3) 低功耗基本型 有 80C31BH, 80C51BH, 87C51 等。这类型号带有“C”字的单片机是采用 CHMOS 工艺制造的,CHMOS 是 CMOS 和 HMOSD 的结合,既保持了 HMOS 高速的和高密度的特点,又具有 CMOS 低功耗的特点。低功耗基本型采用了两种掉电工作方式:一种是软件启动空闲方式,也就是 CPU 停止工作,其他部分仍继续工作;另一种是软件启动掉电方式,即除

片内 RAM 继续保持数据外,其他工作都停止。87C51 还有两级程序存储器保密系统,能防止非法拷贝程序。

4) 高级语言型 如 8052AH—BASIC 芯片内固化有 MCSBASIC52 解释程序。BASIC52 语言能和汇编语言混用。

5) 可编程计数阵列 (PCA) 型 如 83C51FA, 80C51FA, 87C51FA, 83C51FB, 80C51FB, 87C51FB。这些产品都是 CHMOS 器件,并具有两个特点:一个特点是有 5 个比较/捕捉模块,每个模块可执行 16 位捕捉正跳变触发、16 位捕捉负跳变触发、16 位捕捉正负跳变、16 位软件定时器、16 位高速输出以及 8 位脉冲宽度调制等 6 种功能;另一个特点是有一个增强的多机通讯串行接口。因此,此种单片机可以实现帧错误检测、自动地址识别(主机只有收到它自己的地址时 CPU 才被中断,并一次可同两个从机通讯)、增加 PCA 和 T2 两个中断等功能。

6) A/D 型 如 83C51GA, 80C51GA, 87C51GA 等,这类单片机是 83C51BH 的增强型,具有下述新增加功能:带有 8 路 8 位 A/D;半双工同步串行接口;拥有 16 位监视定时器(WDT);振荡器失效检测;扩展了 A/D 中断和串行口中断,使中断源达 7 个。

7) DMA 型 一类是 DMA, GSC 型,如 83C152JA, 80C152JA, 80C152JB, 83C152JC, 80C152JD。这类单片机由新的特殊功能寄存器支持,具有 DMA 目的地址、DMA 源地址、DMA 字节计数等 58 个特殊功能寄存器。它们除了具有局部串行通道 LSC 外,还有一个全局串行通道 GSC(多规程、高性能的串行接口);另一类是 DMA, FIFO 型,如 83C452, 80C452, 87C452P。此类单片机新增加的功能是:128 字节的双向先进先出(FIFO)RAM 阵列,采用环形指针管理读和写;有两个相同的 DMA 通道,允许从一个可写入的存储器到另一个可写入存储器的高速数据传送;特殊功能寄存器增至 34 个;增加先进先出从机接口、DMA0 和 DMA1 三个中断源。

8) 多并行口型 如 83C451, 80C451 等类型的单片机是在 80C51 的基础上,新增加了和 P1 口相同的 8 位准双向口 P4 和 P5 口,而且还增加一个特殊的内部具有上拉电路的 8 位双向口 P6 口。它既可作为标准的输入/输出口,也可进行先选通方式操作(新增 4 位控制线)。

(2) 按照存储器配置状态划分

1) 片内 ROM 型 如 8051AH, 8052A, 80C51BH, 83C51BH, 83C51FA 和 83C51GA 等,这类单片机内部存储器带有掩膜 ROM,使用者无法将程序写入片内。只有在大批量生产产品时才考虑使用这种类型的单片机。调好的程序是由生产芯片的厂家用掩膜工艺固化到片内 ROM 中去的。

2) 片内 EPROM 型 如 8751BH, 8752BH, 87C51, 87C51FA 和 87C51GA 等。使用者可以自行将程序固化到片内 EPROM 中。它可以作为片内 ROM 单片机的代用芯片。但由于价格较贵,这种类型的单片机使用还不广泛。

3) 外接 EPROM 型 如 8031BH, 8732BH, 80031BH, 80C51FA 和 80C51GA 等。使用这种单片机时,必须在外部扩展程序存储器 EPROM 或 EEPROM。扩展的容量可以根据需要灵活掌握。这种类型的单片机目前国内使用最广泛。

由于 MCS—51 系列属高档 8 位单片机,近年来各公司在提高该系列产品性能方面做了不少工作,并相继推出了不少新产品。

对 80C51 系列的改进而推出的一些新产品,主要是从定时器/计数器阵列、高速 I/O 口、ADC、PWM、WDT 以及低电压、低功耗、电磁兼容、串行扩展总线、控制网络总线等方面去改善

单片机的控制功能。

ATMEL 公司研制的 89C $\times\times$ 系列是将 flash Memory 集中在 80C51 中,作为用户程序存储器,并不改变 80C51 的结构和指令系统。

Philis 公司的 83/87C7 $\times\times$ 系列不改变 80C51 的结构、指令系统,省去了并行扩展总线,属于非总线的廉价型单片机,特别适合于家电类产品。

Dallas 公司推出了 8 $\times$ C320、8 $\times$ C520、8 $\times$ C530 系列。产品也没有改变 80C51 的基本结构和指令系统,而主要对以下方面进行了局部改进:① 提高总线速度,每个机器周期占用 4 个时钟周期,速度比 80C51 提高 3 倍;② 两个全双工串行口;③ 两个数据指针 DPTR;④ 增加电源管理功能。电源失效复位、早期失效告警中断和可编程时钟源;⑤ 可编程选择 MOVX 指令速度。从两个机器周期提高到 9 个机器周期。

进入 20 世纪 90 年代,Intel 公司和 Philips 公司合作制定了改造 80C51 的 ZX 计划,目前已形成 MCS—251 和 80C51 $\times$ A 两个系列。MCS—251 对 80C51 的结构和指令作了根本性改变。但与 80C51 保持有良好的兼容性。80C51 $\times$ A 对 80C51 的结构和指令系统改变最大,被称之为 16 位的 80C51 系列单片机。

1988 年 INTEL 公司又推出了介于 MCS—51 系列和 MCS—96 系列之间的新型 CHMOS83C252/87C252/80C252 系列单片机。它们的结构、引脚和指令均与 MCS—51 系列完全相同,但同时具有 MCS—96 系列高速输入/输出(HSIO)功能、脉宽调制(PWM)、上/下限定时期/计数器,还有两级程序保密系统。80C252 系列采用高可靠性的 CHMOS 工艺,比 80C51 功能更强。它增加了 128 字节片内 RAM、一个 16 位定时器/计数器、一个可编程计数器阵列,并具有适用于串行接口的场错误检测和自动地址识别功能。它们是 MCS—51 系列的新产品——高性能的 C252 系列

综上所述,除 MCS—251 和 80C51 $\times$ A 两个系列外,其他各系列的指令系统与 80C51 完全相同,MCS—251 保留了原 80C51 的指令集。因此,目前,国内使用最多的仍是 MCS—51 系列及 51 子系列单片机和 8098 单片机,它们的结构和指令系统很具有代表性。

思考题与习题

- 1.1 什么是单片机?它与一般微型计算机在结构上有什么区别?
- 1.2 在各种系列的单片机中,片内 ROM 的配置有几种形式?用户根据什么原则来选用?
- 1.3 单片机的发展大概可分几个阶段?各阶段的单片机功能特点如何?
- 1.4 为了更好地适应“面向控制”的应用特点,MCS—51 单片机具有哪些独特的功能?
- 1.5 单片机主要应用在哪些领域?

第 2 章

MCS—51 单片机的硬件结构

本章介绍 MCS—51 单片机的硬件结构、复位电路和时钟电路。读者通过本章的学习要从总体上了解 MCS—51 单片机具有哪些功能,为用户提供了哪些资源,以便为合理应用这些资源打下良好的基础。

2.1 MCS—51 单片机的组成和内部结构

2.1.1 8051 单片机的组成

MCS—51 单片机系列有 51,52 两个子系列。51 系列有 8031,8051,8751 三种机型,它们的指令系统和引脚完全相同,而其差别在于片内有无 ROM 或 EPROM。8031 内部无 ROM,8051 内部有 4 K ROM,8751 内部有 4 K EPROM;52 系列有 8032,8052,8752 三种机型,51 系列与 52 系列的指令系统及引脚与 51 系列相同,但 52 系列有 3 个 16 位定时/计数器,6 个中断源、片内有 256 字节的 RAM。8032 内部无 RAM,8052 内部有 8 K ROM,8752 内部有 8 K EPROM。

8051 单片机内部总体结构框图如图 2.1 所示,其主要包含下列硬件资源:

- 面向控制的 8 位 CPU;
- 片内振荡器及时钟电路;
- 4 K 字节程序存储器 ROM;
- 128 字节数据存储器 RAM;
- 两个 16 位定时器/计数器;
- 可寻址 64 K 外部数据存储器 and 64 K 外部程序存储器空间的控制电路;
- 32 条可编程的 I/O 线(四个 8 位并行 I/O 端口);
- 一个可编程全双工串行口;
- 具有 5 个中断源、两级中断优先级;
- 有位寻址功能、适于布尔处理的位处理机。

图中各功能部件由内部总线联接在一起。为了进一步说明 8051 的内部结构和工作原理,

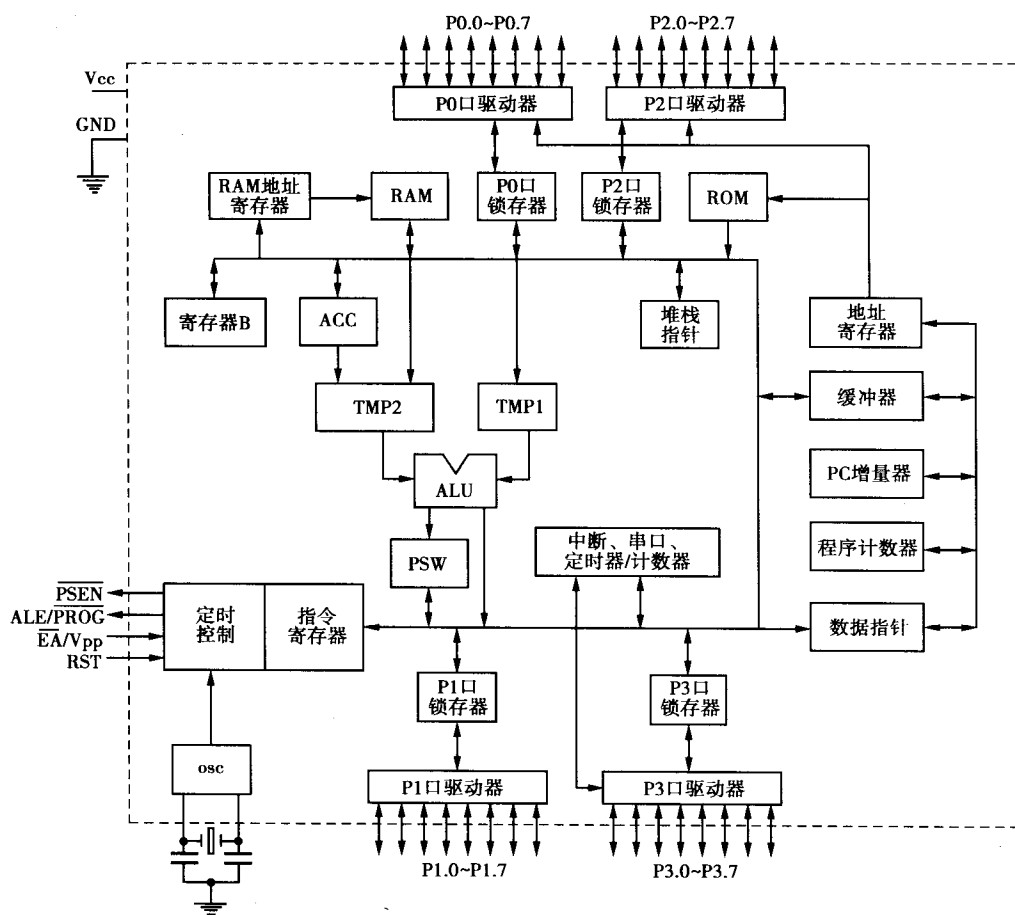


图 2.1 MCS—51 单片机总体结构框图

本书将图中硬件资源功能单元分为 6 个部分介绍,即 CPU、存储器、并行 I/O 端口、中断系统、定时器/计数器、串行通讯口。本章介绍前 3 部分内容,其他在后面各章分别介绍。

2.1.2 CPU 结构

CPU 是单片机内部的核心部件。MCS—51 单片机的 CPU 由运算器、控制器以及位处理器(布尔处理器)组成。

(1) 运算器

运算器包括算术逻辑单元、累加器 A、寄存器 B、暂存器以及程序状态寄存器 PSW 等。运算器的功能是进行算术运算和逻辑运算。可以对半字节(4 位)、单字节等数据进行操作。例如能完成加、减、乘、除、加 1、减 1、BCD 码十进制调整、比较等算术运算和与、或、异或、求补、循环等逻辑操作,操作结果的状态信息送至程序状态寄存器。

(2) 控制器

控制器是控制单片机的神经中枢,它包括程序计数器 PC、指令寄存器 IR、指令译码 ID、数据指针 DPTR、堆栈指针 SP、RAM 地址寄存器、时钟发生器、定时控制逻辑等。控制器以主振频率为基准发出 CPU 的控制时序,从程序存储器取出指令,放在指令寄存器寄存,然后对指令

进行译码,并通过定时和控制逻辑电路,在规定的时刻发出一定序列的微操作控制信号,协调 CPU 各部分的工作,以完成指令所规定的操作。其中一些控制信号通过芯片的引脚送到片外,如 ALE,EA,PSEN 等。

(3) 位处理器(布尔处理机)

MCS—51 有一个功能强大的位处理器,它实际上是一个完整的位处理微计算机,设有一些特殊的硬件逻辑,如位处理器的累加器 CY。CPU 能按位操作,有自己的位寻址空间。位处理功能在开关决策、逻辑电路仿真和实时控制方面非常有效。MCS—51 指令系统中有 17 条位操作指令,构成了布尔处理机的指令集。

2.2 MCS—51 单片机的存储器配置

MCS—51 系列单片机存储器结构的主要特点是采用程序存储器和数据存储器寻址空间分开的哈佛结构。对 MCS—51 系列(8031 和 8032 除外)而言,有 4 个物理上相互独立的存储器空间,即内、外程序存储器和内、外数据存储器,如图 2.2 所示。

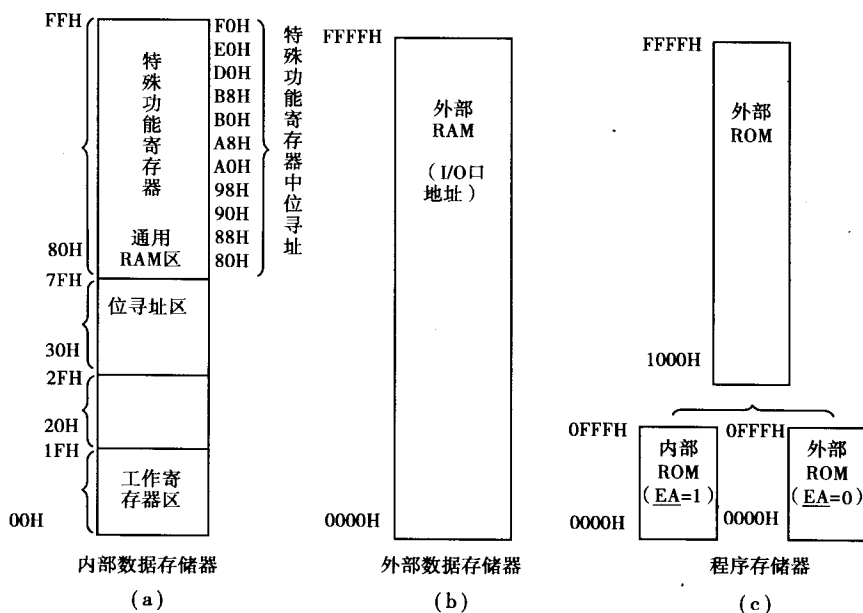


图 2.2 MCS—51 单片机存储器配置图

从用户编程使用的角度来看,存储器可划分为 3 个逻辑地址空间:①片内外统一编址的 64 KB(0000H~0FFFFH)的程序存储器地址空间;②256 B(00H~0FFH)的内部数据存储器地址空间(其中 128 B 的专用寄存器地址空间仅有部分字节是有实际定义的);③64 KB(0000H~0FFFFH)的外部数据存储器地址空间。为了区分不同的存储器地址空间,采用不同的指令来分别访问这 3 个不同的逻辑空间。

下面分别介绍程序存储器和数据存储器的具体配置特点。