

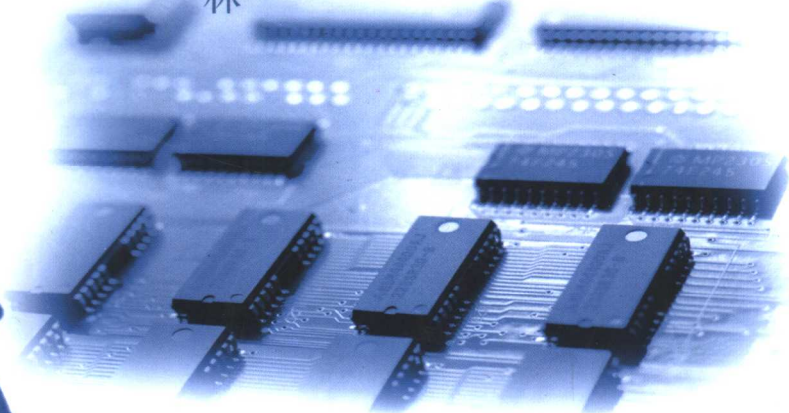
高职高专电子技术系列教材

单片机原理及应用

DANPIANJI YUANLI JI YINGYONG

主编 臧海河

副主编 唐颖 田邱林

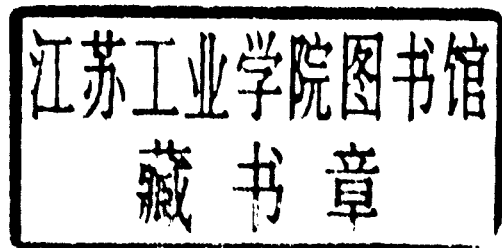


重庆大学出版社

单片机原理及应用

主 编 臧海河

副主编 唐 颖 田邱林



重 庆 大 学 出 版 社

内 容 简 介

本书结合单片机的发展,以 MCS-51 系列单片机为核心,从应用的角度出发,对教学内容进行了补充与整合,系统地介绍了单片机的原理与应用。在教学内容及教学体系上,按照以下顺序组织编排:单片机概述、MCS-51 系列单片机的总体结构、指令系统、定时器/计数器、串行口、中断系统、汇编语言程序设计、C51 程序设计、系统扩展、接口技术、单片机的开发与应用实例。本书内容深入浅出,阐述简洁,系统性强,注重学以致用和实践能力的培养。

本书可作为高职高专电气、信息类专业的教材,也可供从事单片机应用开发的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用/臧海河主编. —重庆:重庆大学出版社,2004.9

(高职高专电子技术系列教材)

ISBN 7-5624-3287-2

I. 单... II. 臧... III. 单片微型计算机—高等学校:技术学校—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 102284 号

单片机原理及应用

主 编 臧海河

副主编 唐 颖 田邱林

责任编辑:曾显跃 版式设计:曾显跃

责任校对:邹 忌 责任印制:秦 梅

*

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

重庆科情印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:14 字数:349 千

2004年9月第1版 2004年9月第1次印刷

印数:1—4 000

ISBN 7-5624-3287-2

定价:19.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有 翻印必究

前言

单片机作为微型计算机的一个重要分支,广泛应用于工业控制、智能仪器仪表、机电一体化、家用电器、航空航天、兵器工业等各个领域,“单片机原理及应用”是高职高专电气、信息类专业、机电类专业重要的技术基础课。

“单片机原理及应用”作为一门应用性很强的技术基础课,涉及的内容非常广泛,如何在有限的学时内使学生掌握单片机应用的基本原理和基本方法是本书探索的重点。本书重点突出,选材注重应用,在课程内容和教学体系的安排上力求符合教学规律。

在种类繁多的单片机大家族中,MCS-51 以其适用面广、开发手段齐备、配套资源丰富而得到最为广泛的应用,成为单片机的主流品种。本书以 MCS-51 为样机,非常适合初学者学习单片机技术,全书叙述简单明了,通俗易懂,每章之后附有小结、习题与思考题,便于教学和自学。

本书分为 11 章,按照单片机的基础知识、内部结构、指令系统、功能部件、程序设计、系统扩展、接口技术、应用实例的顺序编排内容。

程序设计作为单片机教学的主要内容之一,对于未学过微机原理和汇编语言程序设计的读者来说尤为重要,本书把汇编语言程序设计单独列为一章,目的是为了加强这方面的训练。把程序设计的内容置于功能部件之后,目的是为了突出单片机程序设计的特点。本书在介绍完汇编语言程序设计的内容之后,增加了“单片机的 C 语言程序设计”一章,符合单片机高级语言编程的发展趋势。

系统扩展和接口技术的内容不是简单罗列各种电路,而是有代表性地选取部分典型的器件;不是简单给读者介绍几种电路连接,注重使读者掌握系统扩展和接口的基本方法。

本书由田邱林编写第 1 章、第 6 章;王正万编写第 2 章、第 4 章;唐颖编写第 3 章;程菊花编写第 5 章;臧海河编写第 7

目 录

第 1 章 单片机基础知识	1
1.1 概述.....	1
1.2 单片机系统构成.....	5
1.3 MCS-51 单片机的时序	6
本章小结	9
习题与思考题	9
第 2 章 MCS-51 系列单片机的结构	10
2.1 MCS-51 系列单片机的基本组成.....	10
2.2 MCS-51 系列单片机的存储器结构.....	14
2.3 MCS-51 系列单片机的引脚功能.....	20
2.4 MCS-51 系列单片机的 I/O 口结构与外部 总线构成	22
本章小结.....	26
习题与思考题.....	26
第 3 章 MCS-51 系列单片机指令系统	27
3.1 指令与指令格式	27
3.2 MCS-51 的寻址方式.....	28
3.3 数据传送类指令	31
3.4 算术运算类指令	37
3.5 逻辑运算类指令	41
3.6 位操作类指令	45
3.7 控制转移类指令	47
本章小结.....	52
习题与思考题.....	53

第4章 定时器/计数器	56
4.1 MCS-51 定时器/计数器的结构及工作原理	56
4.2 定时器/计数器的方式寄存器和控制寄存器	58
4.3 定时器/计数器的工作方式	59
4.4 定时器/计数器的应用	62
本章小结	65
习题与思考题	65
第5章 串行接口	66
5.1 串行通信的基本概念	66
5.2 MCS-51 单片机串行口的结构与控制	68
5.3 MCS-51 单片机串行口的工作方式	70
5.4 MCS-51 单片机串行口的波特率设置	71
5.5 MCS-51 单片机串行口的应用实例	73
本章小结	79
习题与思考题	79
第6章 中断系统	80
6.1 中断的概念	80
6.2 中断系统结构	82
6.3 中断的处理过程	85
6.4 中断的汇编语言程序设计	90
本章小结	92
习题与思考题	93
第7章 汇编语言程序设计	94
7.1 汇编语言程序设计基础	94
7.2 MCS-51 汇编语言程序的结构	100
7.3 MCS-51 汇编语言程序设计的基本方法	110
本章小结	115
习题与思考题	116
第8章 单片机的C语言应用程序设计	117
8.1 KEIL/Franklin C51 概述	117
8.2 C51 数据类型及在 MCS-51 中的存储方式	118
8.3 C51 数据的存储类型	120
8.4 MCS-51 特殊功能寄存器(SFR)的 C51 定义	122
8.5 MCS-51 并行接口的 C51 定义	124

8.6 位变量的 C51 定义	124
8.7 C51 构造数据类型	125
8.8 模块化程序开发过程	130
8.9 MCS-51 内部资源的 C 语言编程	138
本章小结	146
习题与思考题	146
第 9 章 MCS-51 单片机的系统扩展	148
9.1 MCS-51 单片机的最小应用系统	148
9.2 程序存储器的扩展	149
9.3 数据存储器的扩展	154
9.4 并行 I/O 口的扩展	158
本章小结	167
习题与思考题	167
第 10 章 MCS-51 的接口技术	169
10.1 键盘接口	169
10.2 LED 显示器接口	176
10.3 微型打印机接口	181
10.4 数/模(D/A)转换	184
10.5 模/数(A/D)转换	189
本章小结	195
习题与思考题	195
第 11 章 单片机应用系统的开发	197
11.1 单片机应用系统的开发手段与开发过程	197
11.2 应用实例——交通信号灯控制系统	200
本章小结	207
习题与思考题	207
附 录	208
附录 A MCS-51 指令表	208
附录 B ASCII(美国标准信息交换码)表	214
参考文献	215

第 1 章

单片机基础知识

单片机是将一台完整的计算机所必需的 CPU、存储器、I/O 口以及各种功能部件集成在一块芯片上的微型计算机。本章介绍单片机的基础知识。

1.1 概 述

自从世界上第一台电子计算机问世以来,在短短的几十年里,计算机的组成元件已经由最初的电子管发展到今天的超大规模集成电路,运算速度则由每秒五千次提高到每秒数千亿次。近年来,计算机一方面向着高速、智能化的超巨型方向发展,另一方面向着高速度、高性能、高灵活性的微型机的方向发展。作为计算机的一个重要分支,单片机也在突飞猛进地发展,它的应用使传统的控制技术发生了质的变化,进而开创了现代控制技术的崭新领域。自从 1971 年微处理器 MPU (Micro Processing Unit) 研制成功后,不久就出现了单片微型计算机 (Single-Chip Micro computer)。单片机是单片微型计算机的简称,因常嵌入其他电子装置在线运行,故又称微控制器 MCU (Micro Controller Unit)。单片机是将微处理器 MPU、随机存取存储器 RAM (Random Access Memory)、只读存储器 ROM (Read Only Memory)、定时器/计数器 (Timer/Counter) 以及 I/O 接口 (Input/Output Interface) 等主要部件集成在一块芯片上的微型计算机。单片机属第四代电子计算机,是大规模集成电路技术发展的产物,因此,它延承了大规模集成电路的许多特点。

尽管微型计算机得到了最充分的发展,但微型机在结构上仍属于经典的计算机结构,即一台计算机是由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五个部分组成的,如图 1.1 所示。

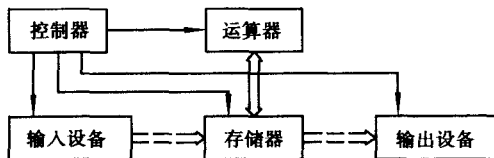


图 1.1 冯·诺依曼体系结构计算机组成框图

这种计算机结构是由计算机的开拓者之一,数学家约翰·冯·诺依曼最先提出来的,所以就称之为冯·诺依曼计算机体系结构。其核心思想是程序控制,因此必须预先存储程序。时至今日,计算机的发展已经经历了四代,仍然没有能够突破这种体系结构的框框。

1.1.1 单片机的特点及应用

单片机具有以下几个显著特点:

①体积小,功耗低,功能强,通用性好,以及性价比高;易于组装成机电仪一体化的各种智能控制设备和仪器、仪表。

②面向在线应用,能针对各类控制任务的简繁灵活配置,因而能获得最佳的费效比。

③易于实现模块化设计,避免不必要的二次开发过程,减少系统的研发费用,产品升级换代周期短。

④易于实现多机并行、主从分布式的集散控制,提高控制系统的效率。

⑤抗干扰能力强,适应温度范围宽,能在各种恶劣的环境下可靠地工作。

⑥指令精简、实用,系统设计灵活,易于推广应用。

单片机具有的这些优势,赢得了在自动化装置、智能化仪器仪表和家用电器等在线控制领域中日益广泛的应用。下面列举了一些典型的应用领域。

①工业集散控制。如:数控机床、工业机器人、过程控制、智能传感器、机电仪一体化等。

②仪器仪表。如:远传自动仪表、智能仪器、医疗器械等。

③电信技术。如:调制解调器、音像处理及传输、数字滤波、数字化通信设备等。

④计算机外部设备。如:智能终端、打印机、复印机、硬盘驱动器、数据流机等。

⑤汽车与安全、环保。如:电喷发动机、ABS 刹车系统、空气质量监测、交通流量控制等。

⑥导航与监控。如:智能雷达、武器制导、要地侦监、GPS、航空航天管制等。

⑦商用机器。如:自动售货机、电子柜员机、刷卡器、仓库管理系统等。

⑧家用电器。如:高级电子玩具、空调机、微波炉、洗衣机、音像录放机等。

1.1.2 单片机的发展与趋势

Intel 公司 1976 年推出了 MCS-48 单片机,MCS-48 单片机以其体积小、功能全、价格低等特点迅速赢得了广泛应用。在 MCS-48 成功应用的激励下,许多半导体公司和计算机公司及时跟进,竞相研发自己的单片机系列,到目前为止,已相继推出了具有各自特色的数十个系列的单片机产品,如:

- Intel 公司的 MCS-48、MCS-51、MCS-96、UPI-41、UPI-44、UPI-452 系列;
- Motorola 公司的 MC 6801、MC 6805、MC 68HCxx 系列;
- Zilog 公司的 Z8、Z-UPC、Super8、Z86ExxxPSC 系列;
- Rokwell 公司的 6501、6502 系列;
- NEC 公司的 μ PD7800、 μ PD78300 系列;
- NS 公司的 COP400、COP800、COP16040 系列;
- Mitsubishi 公司的 50700 系列;
- GI 公司的 PIC1600 系列;
- TI 公司的 TMS7000 系列;

- Fairchild 公司的 3870(F8) 系列;
- Texas 公司的 MSP 430 Fxx 系列;
- Microchip 公司的 16C5x/6x/7x/8x 系列。

不同单片机品种之间的区别,概括起来主要表现在如下几个方面:

①字长(或称为位宽):单片机的字长有 4 位、8 位和 16 位等,发展方向是 32 位。

②运行速度:振荡器的频率有 6 MHz、12 MHz、24 MHz、33 MHz、40 MHz 或更高。

③内部 RAM 和在片 ROM 容量:内部 RAM 容量有 32 B、64 B、128 B、256 B、512 B 或更高;在片(包括骑背式)ROM 容量有 0.5 KB、1 KB、2 KB、4 KB、8 KB、16 KB 和 32 KB 等,随着单片机字长的扩展,内部 ROM 容量可望超过 64 KB。

④在片 ROM 的形式:有 ROM(工厂掩模)型、FPROM(现场编程)型、UV-EPROM(紫外线擦除可编程)型、EEPROM(电擦除可编程)型及 FLASH(闪速编程)型。

⑤I/O 端口(接口)的种类和数量:除集成有常备的并行接口和串行接口外,是否还集成有定时/计数器、A/D(模/数)转换器、D/A(数/模)转换器、LED/LCD 驱动器、DMA(直接数据通道)控制器、PWM(脉宽调制输出)、PLC(锁相环控制)、PCA(逻辑阵列)和 WDT(看门狗)等;单一类型接口的数量通常为 1~4 个,少数达 8 个或以上。

⑥定时/计数器和 A/D、D/A 转换器的精度:有 8 位、10 位、12 位和 16 位等。

⑦中断源的数量:通常为 1~8 个,个别型号高达 15 个。

⑧制作工艺与功耗:采用的工艺有 CMOS、HMOS 和两者结合的 CHMOS;CMOS 工艺的功耗较低,适应的电压范围更宽(2.6~6 V),目前多采用综合性能较佳的 CHMOS 工艺。

⑨固化高级语言:部分近期型号固化有 BASIC、Forth 等语言和 DEBUG 语句。

上述几点概括,反映了各大半导体公司和计算机公司力图利用差别优势扩大市场份额的趋势,这种竞争趋势也奠定了单片机的发展趋势。引入大容量 EEPROM、FLASH 和固化高级语言、DEBUG 语句的结果,使单片机摆脱了离线编程的束缚,具有在系统编程(ISP)和在教育编程(IAP)的能力,无疑将进一步扩大以在线应用为主的单片机的适用范围。

面对可供选择的诸多型号,不必盲目追新求新,轻言某某型号过时并不可取,要把握一个原则:适用的才是最好的。系统论的忠告是:局部最佳不等于(系统)整体最佳。

1.1.3 MCS-51 单片机

尽管目前单片机品种繁多,但其中最典型的当属 Intel 公司在 MCS-48 基础之上,于 20 世纪 80 年代初研发的 MCS-51 系列。MCS-51 系列虽然仍是 8 位机,但它具有品种齐全、兼容性强、软硬件资料丰富等特点,现在仍不失为单片机中的主流机型。MCS-51 系列保持着最高的市场占有率,因此,除 INTEL 公司外,世界上许多 IC 生产厂家都研发或获得特许生产与 MCS-51 系列兼容的芯片,如 AMD、ATMEL、ISSI、LG、NEC、PHILIPS、SIEMENS、TEMIC、WIN-BOND 等知名的公司。如此众多公司的参与,是其他系列单片机均无法比拟的。到目前为止,MCS-51 系列已有数百个品种,并且还在不断推出功能更强的新产品。近年来,PHILIPS 公司又推出了指令和 MCS-51 兼容的 16 位单片机,这样就保证了 MCS-51 单片机持续的先进性。这就是本书选择 MCS-51 单片机作为教学首选机型的原因。

INTEL 公司 MSC-51 系列部分单片机性能见表 1.1。

表 1.1 MCS-51 系列单片机性能表

型 号	在片存储器			寻址 范围	I/O 端口		中断 源	定时/计数器		最高 振荡 频率	
	ROM	EPROM	RAM		并行口	串行口					
80(C)31	—		128 B	64 KB /64 KB	32/16	UART	5	2 × 16	—	24 MHz	
80(C)51	4 KB										
87(C)51		4 KB									
80(C)32	—		256 B				6	3 × 16	WDT	33 MHz	
80(C)52	8 KB										
87(C)52		8 KB									
80C58	32 KB										
87C54		16 KB									
87C58		32 KB									
80C51FA/B/C	—						5	2 × 16	—		
83C51FA/B/C	8/32 KB										
87C51FA/B/C		8/32 KB									
80C51RA/B/C	—		512 B				7	3 × 16	WDT	24 MHz	
83C51RA/B/C	8/32 KB										
87C51RA/B/C		8/32 KB									
80(C)252	—		256 B				5	2 × 16	—		
83(C)252	8 KB										
87(C)252		8 KB									
8344	—		192 B			HDLC /SDLC	5	2 × 16	—		
8044	4 KB										
8744		4 KB									

MCS-51 系列单片机采用两种半导体工艺生产。一种是高密度短沟道 MOS 工艺, 即 HMOS 工艺; 另一种是互补型 HMOS 工艺, 即 CHMOS 工艺。CHMOS 工艺是 CMOS 和 HMOS

工艺的结合,除保持了 HMOS 器件高速度和高密度的特点之外,还具有 CMOS 器件低功耗的特点。在便携式、手提式或野外作业的仪器设备上,通常都由电池供电,使用低功耗的 CHMOS 器件是非常有意义的。表 1.1 的芯片型号中凡带有字母“C”的为 CHMOS 芯片,否则为一般的 HMOS 芯片。MCS-51 系列单片机的功耗均为毫瓦(mW)级。

MCS-51 单片机的在片程序存储器有 FPROM、EPROM 和无三种配置形式。表 1.1 中属于 31 子系列的型号均无在片程序存储器,必须外接才能工作。当(31 子系列)外接或(51 子系列)扩充存储器之后,I/O 端口 P0、P2 被片外地址/数据总线占用,仅有 P1、P3 口(16 线)可以继续作为 I/O 端口使用。

由于单片机是面向在线应用的,因此,被赋予比任何其他计算机更强的抗干扰能力。但单片机通常是被“埋置”(即嵌入)在其他电子设备中,所处的电磁和温度环境实在不容乐观,对其抗干扰特性和温度特性,仍必须予以足够的重视。除了在使用时应根据需要进行选择外,降频使用也是保证工作稳定的措施之一,表 1.1 中列出了各型号的最高振荡频率,超频使用是以损害稳定性为代价的,实不足取。单片机的温度特性划分为三个等级(即:民用级 $0 \sim 70^{\circ}\text{C}$,工业级 $-40 \sim 85^{\circ}\text{C}$,军用级 $-65 \sim 125^{\circ}\text{C}$),可按所处的环境温度来选择。

1.2 单片机系统构成

从原理和结构上看,单片机是微型计算机的一个类别,单片机继承了微型计算机的许多技术与特点,它们之间并没有太大的差别,都是由硬件系统和软件系统构成。图 1.2 表示了(单片)微型计算机系统的基本构成。

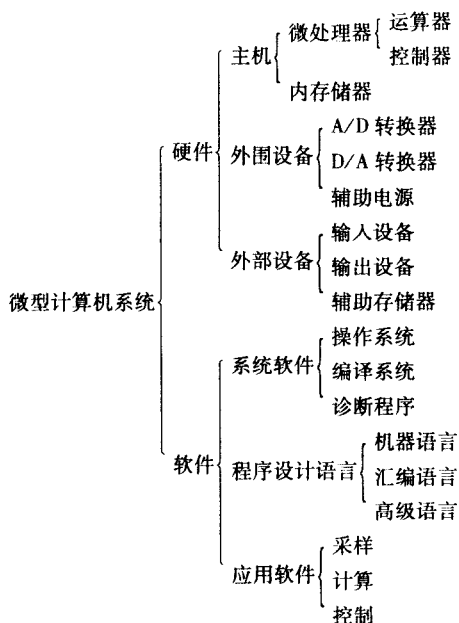


图 1.2 微型计算机系统构成

1.2.1 单片机的硬件系统

顾名思义,“单片机”是在一个尺寸有限的芯片上把运算器、控制器、一定容量的存储器以及输入/输出接口集成为一体的微型计算机。作为一个嵌入式的系统,被嵌入的设备就是它的输入/输出设备。鉴于使用的环境,单片机的设计必须十分精巧,考虑周全,以克服芯片尺寸有限所带来的许多制约。在制作方面,既要求高性能和结构简单灵活,又要求工作稳定可靠。

1.2.2 单片机的软件系统

硬件系统仅仅为计算机提供了物理实体,要使计算机有效地工作,还必须要有软件的支持。

计算机软件系统包括系统软件、应用软件和程序设计语言三个部分。系统软件是统管计算机系统资源调度,协调计算机正常运行的软件,主要面向计算机的硬件;应用软件是面向具体任务的软件,对控制机而言,主要解决源变量和反馈量的采集、转换、解算和控制量的发送;程序设计语言提供编制软件所需的代码、符号、格式和语法信息。需要特别说明的是,汇编语言和高级语言是一种翻译或编译程序,它们本身也是用机器语言编写的,计算机惟一能识别的只有机器语言(即二进制代码)。

单片机由于硬件支持能力和需要所限,系统管理不需要微型机那样复杂的操作系统,因而只使用简单的操作系统程序,通常称之为监控程序。大多数单片机不使用高级语言,单片机中通常使用汇编语言。但许多单片机并没有自己专用的汇编程序,用户的应用程序往往是在其他微型计算机上通过交叉汇编方法(离线编程)得到的二进制目标代码。因此,在单片机系统中,只有以目标代码形式存储的监控程序和应用程序。虽然单片机的在线编程正在发展中,但目前指令系统及汇编语言程序设计仍为学习单片机应用技术不可或缺的内容。

1.3 MCS-51 单片机的时序

MCS-51 单片机的基本时序单位有:

①振荡周期(T):由谐振晶体稳频的振荡器振荡周期(又称时钟周期),为最基本的时序单位。为了同步而采用外部时钟时,振荡周期即外部时钟周期。振荡周期为振荡频率的倒数,即 $T = 1/f_{osc}$ 。

②状态周期(S):振荡信号经单片机内的二分频器分频后,分为相位差为 1/2 的 P1、P2 两相,每个状态周期包含 P1、P2 两相各一个脉冲,即 2 个振荡周期。

③机器周期(MC):是计算机执行一种基本操作的时间单位。1 个机器周期包含 6 个状态周期或 12 个振荡周期。

④指令周期(IC):执行一条指令所需的时间。由于指令要求的操作简繁各异,为了提高运行速度,MCS-51 单片机采用了变长指令周期。在 MCS-51 单片机中,除了乘/除指令需要 4 个机器周期外,其余的都是只含 1、2 个机器周期的短周期指令。指令表中给出了指令执行所需的机器周期数,编程时应尽可能选用短周期指令,以提高单片机的运行速度。

图 1.3 表示 MCS-51 系列单片机访问外部存储器的操作时序。MCS-51 系列单片机访问外部存储器有 4 种类型:无外部存储器访问、读外部程序存储器、读外部数据存储器 and 写外部

数据存储器。

在图 1.3 中, (b) 为读外部程序存储器的操作时序 (即取指操作时序)。在每个机器周期内, 地址锁存信号 ALE 和外部程序存储器读选通信号 PSEN 均两次有效, 表示在一个机器周期内, 可连续进行两次取指操作。在无外部存储器访问期间, PSEN 无效, 以便随机访问外部数据存储器。读外部程序存储器并不用读信号 RD, 所以在读外部程序存储器期间, RD 始终保持无效状态。

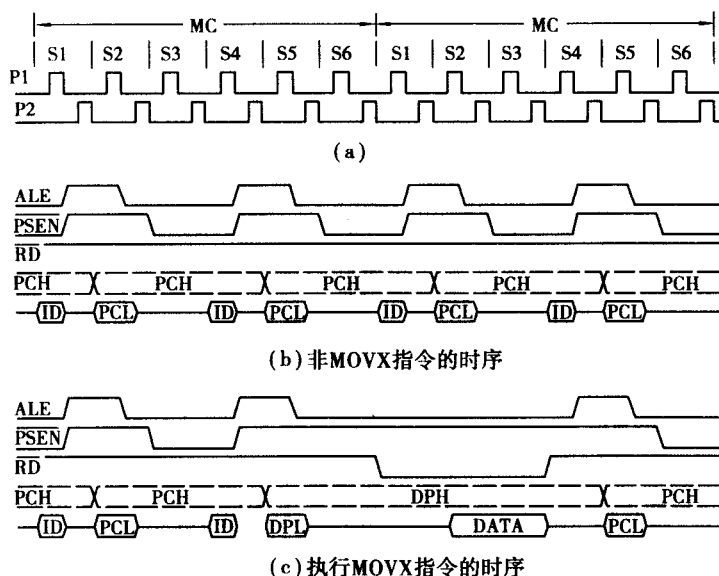


图 1.3 8051 外部存储器的操作时序

微型计算机内部有统一编址的大容量 RAM, 采用分段管理模式, 对 RAM 的访问在同一空间中进行, 因此, 无论读代码段 (CS) 还是读数据段 (DS), RD 始终都是有效的。MCS-51 系列单片机对存储器采用分区管理模式, 将存储器区分为程序存储器和数据存储器, 使用各自的寻址空间, 因此需要用 PSEN 和 RD 来加以区分。由于 MCS-51 系列单片机的指令直接取自 ROM, 只需少量 RAM 作为数据缓冲区即可, 程序也不会受病毒侵染 (所以可靠)。

图 1.3 中, (c) 为读外部数据存储器的操作时序 (即取数据的操作时序)。在第一个 MC 周期的 S5 周期送出访问地址, 第二个 MC 周期的 S1 周期读信号 RD 有效, 选通外部数据存储器, 稍后数据即出现在数据总线上, 供单片机输入。只要不是读外部程序存储器的操作, PSEN 就无效。出于对 RAM 电路 (较 ROM 复杂) 特性的考虑, 在访问期间取消了一个 ALE 信号, 以保证访问地址在一个 MC 周期内不被更新, 与 RAM 的读/写速度相匹配。

注意, 在第二个 MC 周期的 S5 周期, PC 已送出访问地址, 这样有利于提高取指速度, 进而提高单片机的运行速度。只要进行了一次有效取指操作, PC 立即加 1, 指向下一单元。若进行的是一次无效取指操作, 则 PC 不加 1, 仍指向这一未被有效读取的单元。所以, PC 中始终是下一个有效地址, 称为“下字址” (单字节字)。明白了 PC 的工作方式, PC 何以能够提前送出访问地址也就不足为奇了。

图 1.4 列举了 MCS-51 单片机 4 种有代表性的时序, 从上至下依次为:

①单字节单周期指令 INC A。惟一的操作数 A 为隐含寻址, 所以只有一个代码 (以字节

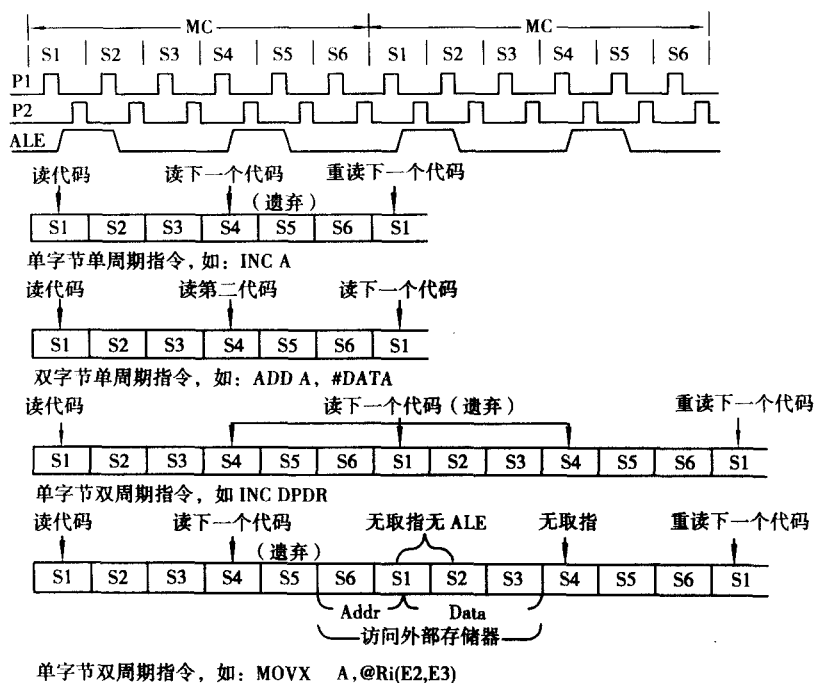


图 1.4 8051 典型的单机器周期和双机器周期指令的时序

计),第二次取指为无效操作。A+1 操作可在同一 MC 周期内完成。

②双字节单周期指令 ADD A, #DATA。目标操作数 A 为隐含寻址,源操作数 #DATA 为单字节立即数,指令代码有两个字节,需要两次取指。第一次取指译码后得知有第二代码,第二次取指取回的代码有效,立即在同一 MC 周期内完成 A + #DATA 操作。

③单字节双周期指令 INC DPTR。惟一的操作数 DPTR 为隐含寻址,所以只有一个代码,第二次取指为无效操作。操作数 DPTR 实际是两个 8 位寄存器,在同一 MC 周期内只能完成 DPL + 1, DPH + 1 + Cy 操作需占用下一个 MC 周期。第二个 MC 周期前半期执行内部操作,后半期不能再进行取指译码操作,因此放空,周期内两次取指操作均无效,并依例为下一个 MC 周期读取指令作准备。

上述三条指令都不涉及外部数据存储器的访问,采用图 1.3 中的(a)时序。最后一条单字节双周期指令 MOVX A, @Ri 涉及外部数据存储器的访问,采用图 1.3 中的(b)时序,也需要两个 MC 周期。与指令 INC DPTR 不同的是,指令 MOVX A, @Ri 访问外部数据存储器要占用外部数据总线,因此取消了两次无效的取指操作。

写外部数据存储器的操作时序与图 1.3 中的(b)类似,将 RD 换成 WR (波形相似),数据由单片机送出,数据出现在总线上时间更早一些。

本章小结

(1) 单片机是将微处理器 CPU、随机存取存储器 RAM(Random Access Memory)、只读存储器 ROM(Read Only Memory)、定时器/计数器(Timer/Counter)以及 I/O 接口(Input/Output Interface)等主要部件集成在一块芯片上的微型计算机。它具有体积小、功能强、性价比高等特点,可以作为常规的器件应用于各种智能化系统中。

(2) 单片机种类繁多,MCS-51 系列单片机以其品种齐全、兼容性强、软硬件资料丰富等特点成为单片机的主流机型。

(3) 单片机是微型计算机的一个类别,由硬件系统和软件系统构成。

(4) 在单片机系统中,振荡周期是最基本的时序单位,又称时钟周期,时钟是由谐振晶体稳频的振荡器产生的。机器周期是计算机执行一种基本操作的时间单位,1 个机器周期包含 12 个振荡周期。指令周期是执行一条指令所需的时间。

习题与思考题

- 1.1 单片机由哪些部分组成?
- 1.2 单片机发展的趋势如何?
- 1.3 目前流行的单片机有哪些品类?
- 1.4 单片机有些什么特点?
- 1.5 单片机都应用在哪些领域?
- 1.6 计算机是如何工作的?
- 1.7 计算机为什么要有程序?

第 2 章

MCS-51 系列单片机的结构

本章首先介绍 MCS-51 单片机的总体结构,然后从应用的角度出发重点介绍 MCS-51 单片机的引脚功能、存储器结构,最后简要介绍 MCS-51 单片机的外部总线构成。

2.1 MCS-51 系列单片机的基本组成

Intel 公司的 MCS-51 系列单片机包括两个子系列:51 子系列和 52 子系列。其中 51 子系列有三个型号:8031、8051 和 8751;52 子系列有两个型号:8032 和 8052。它们的结构基本相同,指令系统完全兼容。MCS-51 系列单片机的典型产品是 8051,下面以 8051 为例,介绍 MCS-51 的组成。

2.1.1 8051 单片机内部结构

8051 单片机内部主要包括以下功能部件:

- ① 8 位的 CPU。
- ② 4 K 字节的掩膜 ROM。
- ③ 128 字节的 SRAM。
- ④ 4 个 8 位的并行口。
- ⑤ 1 个全双工的串行口。
- ⑥ 2 个 16 位的定时器/计数器。
- ⑦ 5 个中断源,两个中断优先级的中断系统。
- ⑧ 内部振荡器。

其内部基本结构框图如图 2.1 所示。

由图 2.1 可以看出,单片机内部的各功能部件都连接到内部总线上,它们通过内部总线传送数据信息和控制信息,各功能部件分时使用总线,即所谓的内部单总线结构。

图 2.2 为 8051 单片机系统结构原理框图,下面对各功能部件的作用做简单的介绍。

中央处理器是单片机内部的核心部件,它决定了单片机的主要功能特性。它由运算部件和控制部件两大部分组成。与一般多片微机中的 CPU 不同,该 CPU 的运算器包含一个专门