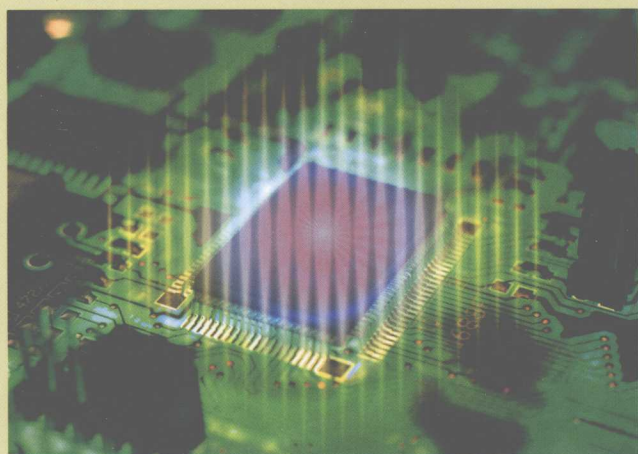


单片机原理 及接口技术

DANPIANJI YUANLI
JI JIEKOU JISHU



■ 黄劼 编著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

单片机原理及接口技术

黄 劼 徐晓秋 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书在介绍 MCS-51 单片机内部结构的基础上,分章节介绍了单片机的指令系统、内部功能部件、常规扩展技术及与 PC 机的串/并行接口技术。根据目前实际应用中多采用主从式控制模式(即单片机多作为底层控制器,而将系统机作为主机)的特点,本书专门用一章介绍了单片机与 PC 机的接口技术,详细介绍了并行和串行接口方法,这是同类教材都没有介绍的问题,对提高学生应用单片机的能力大有裨益。

本书可作为机械、电子、电气、计算机及相关专业的本、专科和研究生的教材和参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及接口技术/黄劭,徐晓秋编著. —北京:
国防工业出版社,2008.6
ISBN 978-7-118-05643-3

I. 单... II. ①黄... ②徐... III. ①单片机微型计算机—基
础理论②单片微型计算机—接口 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 047050 号

※

国防工业出版社出版发行
(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)
北京诚信伟业印刷有限公司印刷
新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 12 字数 274 千字
2008 年 6 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 25.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422 发行邮购:(010)68414474
发行传真:(010)68411535 发行业务:(010)68472764

前 言

MCS-51 单片机早在 20 世纪 80 年代初率先进入我国市场,时至今日,其应用已遍及从生产到生活的众多领域,市场占有率是其它机型不能望其项背的。虽然近年来涌现了大量其它类型的单片机,但 MCS-51 系列也有了长足的发展,一方面,Intel 公司开发了大量不同配置的新型号,以满足不同应用对象的要求;另一方面,众多知名芯片制造商(Atmel、PHlips、MAxim、LG、ADI 公司等)购买了 MCS-51 内核技术,开发了大量全兼容机型,使得 MCS-51 单片机的系列更完善,应用面更广。因此,在 IT 技术飞速发展的今天,MCS-51 系列单片机历经 20 余年仍然长盛不衰,牢牢占据着主流机型的地位。

由于应用广泛及技术先进两方面的原因,“MCS-51 单片机原理”是国内高校大部分工科专业都要开设的课程,相关教材自然非常多,但大部分教材存在这样那样的不足。主要体现在以下方面:①对 MCS-51 单片机存储器的体系结构介绍不够深入透彻,使读者不易掌握,而存储器体系结构既是 MCS-51 单片机技术的难点又是重点,直接关系到对指令系统和扩展技术的理解;②在章节安排上完全依照 Intel 公司技术手册的顺序,这种顺序对于有经验的开发者是恰当的,但对于初学者却有相当难度,这是因为技术手册中介绍指令时即对复杂的时序进行了介绍,而此时绝大部分初学者对单片机的硬件结构尚不熟悉,对于复杂的时序只能如读“天书”了;③在介绍内部功能模块时,将中断系统放在最后,使得对定时/计数器和串口的理解与中断系统脱节,很难在实际应用中正确、灵活地将各功能部件有机地结合使用。

编者根据 10 余年从事单片机教学和技术开发的经验,在本书的编写过程中进行了多处有别于其它同类教材的变动:①深入介绍了 MCS-51 单片机系统的存储器体系结构,从根本上说明了程序存储器/数据存储器与 EPROM/RAM 的关系,使读者在学习指令系统和存储器扩展时不致因概念不清而张冠李戴;②将时序问题延后至系统扩展部分讲解,通过对时序和扩展的对比分析、介绍,使读者明白时序图的作用,以及存储器、I/O 接口扩展时,相关信号线相连的依据,同时从根本上理解系统扩展(不仅限于 MCS-51 单片机系统)的实现方法,从而能掌握单片机及其它微型机的接口电路设计方法;③对功能部件的介绍按照定时/计数器、中断系统和串口的顺序进行,使读者能以定时/计数器为具体部件,理解中断概念、编写中断程序,然后再在串口学习过程中,加深对中断概念的理解。另外,本书还有如下特点:①在讲解指令系统时,给出

了大量示例程序,这些程序段既可加深对指令的理解,又可作为实际系统的子程序使用;②在介绍存储器扩展的章节中,除了介绍扩展 RAM/EPROM 等传统芯片的方法,还介绍了扩展时下流行的 Flash 存储器的方法,这对大存储容量系统的设计极具参考价值;③深入介绍了接口技术研究的内容和地址译码的目的和方法,使读者能理解和掌握一个具体的接口电路如何设计和为什么要这样设计;④针对 PC 机加单片机的主从式控制模式在实际系统中广泛应用的情况,本书还专门介绍了通过并口或串口与 PC 机通信,从而构建主从式系统的方法,并给出了应用实例。

本书可作为本、专科“MCS-51 单片机原理及接口技术”的教材,也可作为研究生和工程技术人员的参考书。

本书编撰过程中,参考了大量同类书籍和网上资料,由于网上有的资料无法查找到准确来源和作者,因而未在参考文献中列出,在此一并致谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中错误在所难免,恳请各位读者指正!

本书配有完整 PPT 课件,若需要,可发邮件至 Tm_huang@163.com 索取。

编者

2008 年 2 月于四川大学

目 录

第1章 绪论	1
1.1 单片机与微型计算机的区别	1
1.2 单片机的发展历史和趋势	1
1.3 MCS-51 单片机的特点和型号体系	2
1.4 MCS-51 单片机的应用领域	3
复习思考题	4
第2章 MCS-51 单片机硬件组成	5
2.1 MCS-51 单片机内部资源	5
2.2 MCS-51 系列单片机的中央处理器	6
2.3 MCS-51 单片机存储器体系结构	7
2.3.1 微型计算机存储器的配置方式	7
2.3.2 MCS-51 系列单片机存储器的体系结构	7
2.4 MCS-51 单片机的并行 I/O 接口	15
2.4.1 P0 口内部结构	15
2.4.2 P1 口内部结构	16
2.4.3 P2 口内部结构	17
2.4.4 P3 口内部结构	18
2.4.5 并行 I/O 口小结	18
2.5 MCS-51 单片机引脚介绍	19
2.6 MCS-51 单片机时序基本概念	20
2.7 MCS-51 单片机的复位方式及初始状态	21
复习思考题	23
第3章 MCS-51 单片机指令系统	24
3.1 MCS-51 单片机指令系统的特点	24
3.2 MCS-51 指令系统的汇编语言格式及机器码表示方法	25
3.2.1 指令系统的汇编语言格式	25
3.2.2 指令系统的机器码表示方法	25
3.2.3 指令中的符号标识	26

3.3	MCS-51 单片机指令系统的寻址方式	26
3.3.1	寄存器寻址	27
3.3.2	直接寻址	27
3.3.3	立即寻址	28
3.3.4	寄存器间接寻址	28
3.3.5	变址寻址	29
3.3.6	相对寻址	30
3.3.7	位寻址	31
3.4	MCS-51 指令系统分类介绍	31
3.4.1	数据传送类指令	32
3.4.2	算术运算类指令	36
3.4.3	逻辑操作类指令	38
3.4.4	控制转移类指令	40
3.4.5	位操作指令	44
	复习思考题	46
第4章	MCS-51 汇编语言程序设计基础	48
4.1	常用伪指令	48
4.2	汇编语言程序基本结构	51
4.3	编程举例	55
	复习思考题	61
第5章	MCS-51 单片机定时/计数器原理及其应用	63
5.1	定时/计数器基本原理	63
5.2	定时/计数器工作方式	65
5.3	定时/计数器应用举例	67
	复习思考题	70
第6章	MCS-51 单片机中断系统	71
6.1	中断的概念	71
6.2	MCS-51 单片机的中断源	72
6.3	中断允许和中断优先级	73
6.4	中断响应过程和响应时间	75
6.4.1	中断响应条件及过程	75
6.4.2	中断响应时间	76
6.5	中断服务程序编写和中断嵌套	77
6.5.1	中断服务程序编写	77
6.5.2	中断嵌套	77

6.6	中断系统小结	78
	复习思考题	79
第7章	MCS-51 单片机串行口及其应用	80
7.1	串行通信基本概念	80
7.2	MCS-51 串行口基本原理	83
7.2.1	与串口操作有关的特殊功能寄存器	83
7.2.2	串行口的工作方式	85
7.2.3	波特率计算	88
7.3	串行口应用举例	89
7.3.1	利用串行口实现单片机之间通信	89
7.3.2	多机通信的实现	91
7.3.3	单片机系统串口扩展	92
	复习思考题	94
第8章	接口技术基础	95
8.1	接口技术研究的内容	95
8.1.1	逻辑层次的连接	95
8.1.2	电气层次的连接	95
8.1.3	物理层次的连接	96
8.2	地址译码目的和译码方法	96
8.2.1	地址译码的目的	96
8.2.2	地址译码方法	97
8.2.3	地址译码原理小结	100
8.3	线选译码法	100
8.4	全地址译码法	101
8.5	MCS-51 单片机存储器扩展技术	106
8.5.1	外部程序存储器扩展方法	106
8.5.2	数据存储器扩展	113
8.5.3	存储器综合扩展	116
8.5.4	Flash 存储器扩展	117
	复习思考题	121
第9章	MCS-51 单片机 I/O 接口技术	123
9.1	I/O 接口的功能和作用	123
9.2	用通用芯片扩展 I/O 口	125
9.2.1	8155 接口芯片及其应用	125
9.2.2	8255 接口芯片及其应用	132

85	9.2.3 8279 接口芯片及其应用	137
95	9.3 用 74/54 系列中小规模芯片扩展 I/O 口	145
98	9.4 常用外围设备接口技术	146
98	9.4.1 键盘接口技术	146
98	9.4.2 LED 显示器接口技术	153
98	复习思考题	160
	第 10 章 MCS-51 单片机与 PC 机接口技术	161
88	10.1 PC 机 ISA 总线简介	161
98	10.2 基于 ISA 总线的 PC/MCS-51 接口技术	163
98	10.2.1 PC 机 I/O 接口的地址译码	163
10	10.2.2 PC 机与 MCS-51 单片机 I/O 接口实例	165
10	10.3 MCS-51 单片机与 PC 机串行接口技术	170
10	10.3.1 PC 机串口与 MCS-51 单片机串口的逻辑电平转换	170
22	10.3.2 PC 机与 MCS-51 单片机的串行通信接口电路	170
22	复习思考题	171
	附录 1 MCS-51 单片机指令汇总表	172
	附录 2 常用芯片引脚图及逻辑框图	178
	参考文献	184

第1章 绪论

1.1 单片机与微型计算机的区别

1946年美国宾夕法尼亚大学的 J. W. Mauchley 和 J. P. Eckert 等人合作研制成功了世界上第一台电子计算机 ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Calculator), 标志着人类进入了电子计算机时代。经过 60 多年的发展完善后, 现在计算机的应用已遍及从生活到生产、从民用到军事的各个领域, 并粗略地分为了巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机等几类, 其中又尤以微型计算机的发展最为迅速。种类繁多的微型计算机虽然外观、功能和作用各不相同, 但有着共同的本质特点, 即作为一个具有最基本功能的微机系统至少应该包含有中央处理器(CPU)、存储器(RAM/ROM/EPROM)、输入/输出接口(I/O 接口)等功能部件, 稍微完善一点的系统还应该具有定时/计数、串行接口和中断系统等部件, 微型计算机通过印制电路板和电缆把上述功能部件有机地连接在一起, 以“系统”的形式出现, 在软件配合下, 实现一系列的计算和控制功能。

而单片机则是把构成一台微型计算机所必需的功能部件集成到一个芯片内, 以“芯片”的形式出现, 在软件配合下, 实现计算和控制功能。当然, 这些部件在容量、性能或者数量等方面比通常意义上的微型计算机要小或者少一些。因此单片机在本质上仍然是一种冯·诺依曼结构的数字式微型电子计算机, 其全称是单片微型计算机(Single chip computer), 又称为微控制器(Micro controller)。微型计算机的基本理论和有关概念同样适用于单片机系统。

不难看出, 单片机和微型计算机虽然体系结构一样, 都具有最基本的计算和控制功能, 但它们的设计目的和适用场合是不一样的。一般地讲, 微型计算机多用于科学计算和事务处理等方面, 计算复杂且要求计算速度快, 存储容量大, 单片机则很难满足这些要求; 但单片机的长处在于集成度高、体积小、功耗低、便于汇编编程、对外部信号的采集和处理速度快、实时处理能力强, 因而特别适合工业控制领域使用。工业控制现场一般需处理的数据量较小, 但输入输出信号较多且具有较高的实时性要求, 单片机则正是针对这些要求开发的。

所以, 单片机和微型计算机的区别不在本质上, 而在于针对性及适用对象的不同。

1.2 单片机的发展历史和趋势

第一阶段(1974—1978) 单片机形成阶段

1976年, Intel 公司推出了 MCS-48 系列单片机: 8 位 CPU、1KB ROM、64B RAM、27 根 I/O 线和 1 个 8 位定时/计数器。

特点:存储器容量较小,寻址范围小(不大于4KB),无串行接口,指令系统功能不强。

第二阶段(1978—1983) 性能完善提高阶段

1980年,Intel公司推出了MCS-51系列单片机:8位CPU、4KB ROM、128B RAM、4个8位并口、1个全双工串行口、两个16位定时/计数器。寻址范围64KB,并有布尔处理器。

MCS-51系列单片机结构体系完善,性能大大提高,面向控制的特点进一步突出。现在,MCS-51是公认的单片机经典机种。在我国,MCS-51系列单片机应用最为广泛,但不是因为它功能最强,性能最先进,而是由于它进入我国最早!

第三阶段(1983—1990) 16位单片机和高性能8位机并行发展

1982年,Intel推出MCS-96系列单片机。芯片内集成:16位CPU、8KB ROM、232B RAM、5个8位并口、1个全双工串行口、2个16位定时/计数器。寻址范围64KB。片上还有8路10位ADC、1路PWM输出及高速I/O部件等。

特点:片内面向测控系统外围电路增强,使单片机可以方便灵活地用于复杂的自动测控系统及设备。

第四阶段(1990—)

1990年2月,i800860超级单片机问世,运算速度为1.2亿次/s,可进行32位整数运算和64位浮点运算,片内具有3维图形处理器。

这类单片机的实质是将大型计算机单片化,可完成更为复杂的控制功能。

1.3 MCS-51 单片机的特点和型号体系

单片机作为微型计算机的一个重要分支,应用广泛,发展也非常快。自20世纪70年代以来,先后有Intel、Fairchild、GI(General Instrument)以及Rockwell等公司开发的不同字长、不同型号的单片机。

MCS-51系列单片机是Intel公司在原MCS-48系列单片机的基础上,于1980年推出的高性能8位单片机系列,最初包含8051/8751/8031三种型号,经过20多年的发展,MCS-51系列单片机已增至近百个型号,这些型号的单片机有的是Intel公司开发,也有其它公司(如Atmel、Philips公司)开发的。总的说来,不同型号的MCS-51单片机基本功能相同且指令系统完全兼容,不同之处在于制造工艺不同、封装形式不同、存储器容量不同以及所集成的功能部件的数量不同,这使得MCS-51系列单片机在面对不同的控制任务时具有更大的选择余地,这也是MCS-51系列单片机虽已问世20多年,但时至今日仍得到广泛应用的原因之一。

MCS-51系列单片机早在20世纪80年代初期即被引进到国内,因为它功能丰富、价格低廉和开发方便等一系列优点,迅速得到广泛的应用,并牢牢占据了国内单片机市场80%以上的份额,成为当之无愧的主流机型,以至于“单片机”仅是MCS-51系列单片机的简称或代名词。

在众多厂家开发的不同系列的单片机中,MCS-51系列单片机在我国成为单片机的主流机型,这固然与其功能强大、型号众多以及开发方便等一系列优点有直接关系,但最早进入中国市场,被广大工程技术人员所接受,这一原因对奠定MCS-51系列单片机的主流机型地位也至关重要。

MCS-51 系列单片机虽然型号众多,但都是在最初的 3 个基本型号 8031、8751 和 8051 基础上发展起来的,这 3 个基本型号的差异在于:8051 片内有 4KB 的 ROM 作为程序存储器;8751 片内有 4KB 的 EPROM 作为程序存储器;而 8031 没有片内程序存储器,其它功能部件完全一样,指令和引脚也完全兼容,这三个基本型号在设计上主要针对不同的应用领域和应用规模。

因此,参照这三个基本型号,可以将 MCS-51 系列单片机众多的不同型号归纳为几个子系列。

(1) 基本系列:8051 子系列:包括 8031/8751/8051 三个具体型号;

(2) 增强系列:8052 子系列:包括 8032/8752/8052 三个具体型号,比基本系列多一个定时/计数器,片内数据存储器多 128 个单元;

(3) COMS 基本系列:包括 80C31/87C51/80C51 三个具体型号,采用 COMS 工艺制造。

上述子系列也只是对 MCS-51 系列单片机众多型号的一个大致分类,而且新的型号不断涌现,远不是上述几个子系列所能囊括的,但万变不离其宗,不同型号只是针对不同的应用场合在内部功能部件(如定时/计数器、串行通信口、AD 转换器等)配置的数量上不同或内部存储器容量上有所区别,只要掌握 MCS-51 系列单片机的指令系统和一种典型型号的内部结构就可较好地使用 MCS-51 系列单片机,对于新的型号只需熟悉其新增部件的功能和作用即可,因此本书在后续章节中都以 8031 或 AT89C51 为代表进行讲述。

近年来,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。除了 Intel 公司外,其它公司也相继推出了众多 MCS-51 兼容机型,使用较广泛的有:

(1) ATMEL 公司融入 FLASH 存储器技术的 AT89 系列,芯片上的 Flash 存储器,可随时编程,再编程次数达万次以上,使用户的产品设计容易,更新换代方便,另外 ATMEL 公司还推出了简化的 AT892051 子系列,只有 20 个引脚,体积更小,尤其适合于简单控制系统;

(2) Philips 公司的 80C51、80C552 系列;

(3) 华邦公司的 W78C51、W77C51 高速低价系列,每个指令周期只需要 4 个时钟周期,速度提高了三倍,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 引脚。W741 系列的 4 位单片机带液晶驱动,在线烧录,保密性高,操作电压低(1.2V ~ 1.8V);

(4) ADI 公司的 AD μ C8xx 高精度 ADC 系列;

(5) LG 公司的 GMS90/97 低压高速系列,采用 CMOS 技术,时钟频率高达 40MHz;

(6) Maxim 公司的 DS89C420 高速(50MIPS)系列;

(7) Cygnal 公司的 C8051F 系列高速 SOC 单片机。

1.4 MCS-51 单片机的应用领域

MCS-51 单片机的开发初衷是应用于工业控制领域,自 20 世纪 80 年代初 MCS-51 单片机问世以来,这一目标得到了充分的实现。即使在今天,MCS-51 系列单片机仍然是控

制领域应用最为广泛的机型。随着微电子技术的发展, MCS-51 系列单片机品种越来越多, 而价格越来越低, 其应用范围已不再局限于工业领域, 概括地讲, MCS-51 系列单片机已在以下领域得到了广泛的应用:

(1) 工业过程实时控制: 最早采用单片机控制的领域之一, 单片机面向控制的设计特点在实时控制中得到充分展现;

(2) 数据采集与处理: 完成数据实时采集和智能化处理, 减轻主计算机的任务;

(3) 机电一体化产品: 替代传统的分离元件, 使产品可靠性和性价比大幅度提高;

(4) 办公自动化设备: 现代办公室使用的大量通信和办公设备多数嵌入了单片机。如打印机、绘图机、传真机、复印机、电话以及通用计算机中的键盘译码、磁盘驱动等;

(5) 智能仪器: 采用单片机的智能化仪表大大提升了仪表的档次, 强化了数据处理和存储、故障诊断以及联网等功能;

(6) 家电控制: 全自动洗衣机、空调、电视机、微波炉、电冰箱、电饭煲以及各种视听设备等家电设备都普遍采用单片机智能化控制代替传统的电子线路控制, 升级换代, 提高档次;

(7) 汽车电子产品: 现代汽车的集中显示系统、动力监测控制系统、自动驾驶系统、通信和定位系统以及运行监视器(黑匣子)等都离不开单片机;

(8) 商业营销设备: 在商业营销系统中广泛使用的电子称、收款机、条形码阅读器、LED 显示屏、IC 卡刷卡机、出租车计价器以及仓储安全监测系统、商场保安系统等都采用了单片机控制;

(9) 高档玩具。

复习思考题

1. 单片机和微处理器有什么区别? 它们各有什么特点?
2. MCS-51 单片机可用于哪些领域?
3. MCS-51 单片机各具体型号的差别主要在哪些方面? 它们指令是否兼容?
4. 什么叫计算机字长? MCS-51 单片机是几位机?

第 2 章 MCS-51 单片机硬件组成

本章将介绍 MCS-51 单片机的基本组成;单片机存储器的组织结构;I/O 接口的结构和工作原理;单片机的基本工作方式以及单片机的基本时序。通过本章的学习,应该对单片机的整体结构和工作原理有全面的了解,上述内容是学习和使用单片机指令系统以及设计单片机控制系统的基础。

2.1 MCS-51 单片机内部资源

MCS-51 单片机内部集成了构成一台微型计算机所必需的功能部件,以 8051 为例,片内包括以下具体部件:

- (1) 1 个由运算器和控制器组成的 8 位微处理器(CPU);
- (2) 128B 片内数据存储器(RAM);
- (3) 4KB 片内程序存储器(ROM);
- (4) 有 21 个专用寄存器,实现对内部功能部件的控制和数据运算;
- (5) 4 个 8 位并行 I/O 接口(P0、P1、P2、P3),实现与外部设备的输入输出;
- (6) 两个 16 位的定时/计数器;
- (7) 一个全双工的串行口(利用 P3 口的两个引脚 P3.0 和 P3.1);
- (8) 一套完善的中断管理和处理系统。

MCS-51 单片机内部组成如图 2-1 所示。

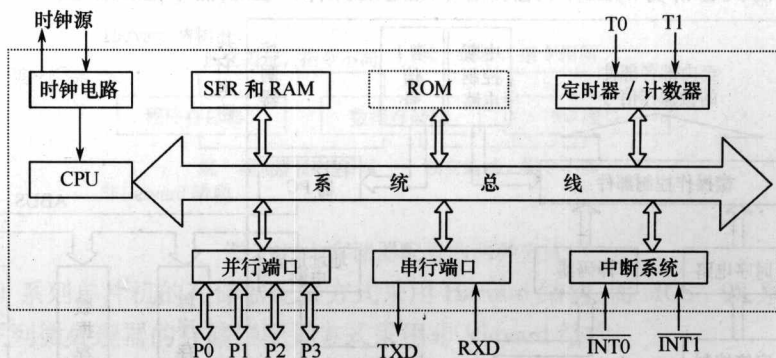


图 2-1 MCS-51 单片机内部组成

不同型号的差别在于 8051 的片内程序存储器使用 ROM 器件,8751 使用 EPROM,而 8031 内部没有程序存储器。近期还推出了内部集成 Falsh 存储器作为程序存储器的型号,如 AT89C51 等。

另外,MCS-51 单片机的 P0、P2 和 P3 并行接口在 CPU 控制下,可构成地址、数据和控

制总线,用于外部设备扩展,因此 MCS-51 单片机可以扩展:

- (1)片外数据存储器单元和 I/O 接口地址共 64KB;
- (2)64KB 片外程序存储器。

下面首先介绍 MCS-51 单片机的中央处理单元(CPU)。

2.2 MCS-51 系列单片机的中央处理器

MCS-51 系列单片机的 CPU 字长为 8 位,即对数据的处理、传输均按 8 位二进制数(一个字节)进行。CPU 的字长决定了数据总线的宽度和寄存器的字长,一般按 CPU 的字长将一个处理器或一台微机称为几位机,因此 MCS-51 系列单片机是 8 位机。和一般的微处理器类似,MCS-51 系列单片机的 CPU 由运算器、控制器及相应的专用寄存器组成。

1. 运算器

运算器以算术/逻辑部件(ALU)(Arithmetic Logic Unit)为核心,加上累加器 ACC(Accumulator)、暂存寄存器、程序状态字寄存器 PSW 以及布尔处理器、BCD 码运算调整电路等构成。

运算器的功能包括算术运算、逻辑运算和位操作。

- (1)算术运算:加、减、乘、除、加 1、减 1、比较、BCD 码十进制调整等;
- (2)逻辑运算:与、或、异或、求反、循环等逻辑操作;
- (3)位操作:内部有布尔处理器,它以进位标志位 C 为位累加器,用来处理位操作。

可对位置“1”、清零和判断等。

2. 控制器

控制器是 CPU 的指挥调度中枢,包括定时控制逻辑、指令寄存器、指令译码器、数据指针 DPTR、程序计数器 PC、堆栈指针 SP 以及地址寄存器、地址缓冲器等。单片机运行时,控制器对指令进行译码,然后通过定时和控制电路在规定时刻发出各种操作所需的内部和外部控制信号,协调各部分的工作,完成指令规定的操作。控制器示意图如图 2-2 所示。

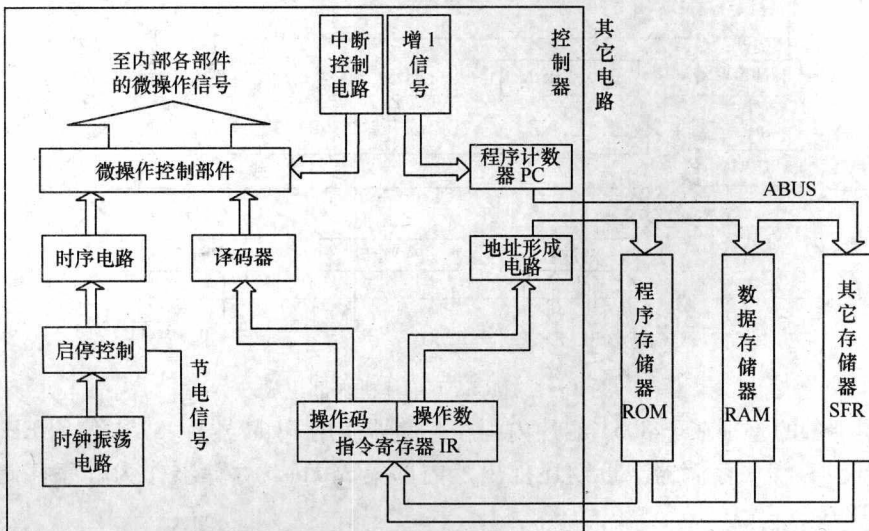


图 2-2 MCS-51 控制器示意图

3. 程序计数器

程序计数器 PC(Program Counter)是 16 位的寄存器,用来存放即将要执行的指令地址,可对 64KB 程序存储器直接寻址。执行指令时,PC 内容的低 8 位经 P0 口输出,高 8 位经 P2 口输出。当 CPU 按照 PC 指示的地址取出一条指令后,PC 值将自动增加,指向下一条指令的首字节地址。

4. 指令寄存器

指令寄存器用来存放指令代码。CPU 执行指令时,由程序存储器中读取的指令代码送入指令寄存器,经指令译码器译码后由定时与控制电路发出相应的控制信号,完成指令功能。

2.3 MCS-51 单片机存储器体系结构

存储器是微型计算机的重要组成部分,不论是将要或正在执行的程序代码,还是运算的原始数据、中间结果以及与外部设备进行交换的信息都需要存储在存储器中。因此存储器中哪里存放数据,哪里存放指令或者哪个存储器存放数据,哪个存储器存放指令以及存储器地址与 I/O 口地址如何区分是微型计算机设计时必须解决的问题,这一问题是通过存储器的配置方式来解决的。

2.3.1 微型计算机存储器的配置方式

微型计算机存储器的配置方式有两种,一种是 Harvard 结构,即程序存储器与数据存储器在物理上是两个相互独立存储空间,各自独立编址,访问两个存储空间的指令是不一样的,而 I/O 口与数据存储器统一编址,使用相同的指令访问;另一种配置方式是非 Harvard 结构:程序(指令代码)和数据存放于同一存储空间,存储器统一编址,即不区分程序存储器与数据存储器而前者 I/O 口与存储器分别编址,访问指令不同。两种配置方式如图 2-3 所示。

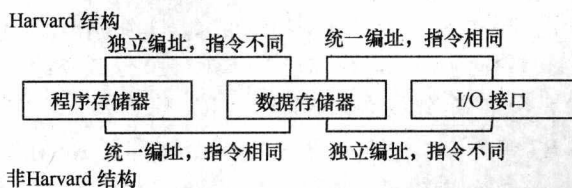


图 2-3 存储器配置两种方式

MCS-51 系列单片机的存储器配置方式采用 Harvard 结构,而 MCS-98 系列单片机以及 80X86 系列微处理器的存储器配置方式采用非 Harvard 结构。

2.3.2 MCS-51 系列单片机存储器的体系结构

2.3.2.1 MCS-51 系列单片机的物理存储空间

由于 MCS-51 系列单片机的存储器配置方式采用 Harvard 结构,因此 MCS-51 系列单片机的存储器有程序存储器和数据存储器之分,又因为单片机在片内已经集成了一定容量的存储器,在某些情况下,片内集成的存储器能满足系统要求,但在系统比较复杂,片内

存储器容量不够时, MCS-51 系列单片机允许在片外扩展存储器, 因此 MCS-51 系列单片机在物理上有 4 个独立的存储空间。

一、片内程序存储器

MCS-51 单片机片内有 4KB 程序存储器, 地址范围为 0000H ~ 0FFFH, 其中 8051 采用只读存储器(Read Only Memory, ROM)作程序存储器; 8751 采用紫外线擦除、可编程只读存储器(EPROM); 8031 片内没有程序存储器, 近年推出的新型号的 MCS-51 单片机兼容机型(如 ATMEL 公司的 AT89C 系列和 AT89S 系列)一般采用闪存(FLASH Memory)作程序存储器。

二、片外程序存储器

通过三总线结构, MCS-51 单片机可扩展 64KB 片外程序存储器, 地址范围为 0000H ~ 0FFFFH。对片外程序存储器的读取由 $\overline{\text{PSEN}}$ 信号控制。

三、片内数据存储器

MCS-51 单片机内部有一定数量的 RAM 单元用于存放数据, 称为片内数据存储器, 片内数据存储器数量的配置因子系列不同略有区别。

(1) 51 子系列: 片内有 128 个(地址为 00 和 ~7FH) RAM 单元作数据存储器, 高 128 个单元中(地址为 80 和 ~0FFH)零星地分布着 21 个特殊功能寄存器(SFR)。

(2) 52 子系列: 片内有 256 个(地址为 00 和 ~0FFH) RAM 单元作数据存储器, 高 128 个单元中(地址为 80 和 ~0FFH)零星地分布着 26 个特殊功能寄存器(SFR)。

需要注意的是, 片内数据存储器的低 128 个单元可用直接寻址和寄存器间接寻址方式访问, 而高 128 个单元中的 RAM(52 子系列)只能用寄存器间接寻址访问; 特殊功能寄存器只能用直接寻址方式访问, 也就是说用不同的寻址方式将高 128 个单元中的 RAM 单元和特殊功能寄存器区别开来。

片内数据存储器在分为数据存储单元和特殊功能寄存器区两大部分的基础上, 对低 128B 的 RAM 单元又进一步划分为工作寄存器区、位寻址区和普通数据存储区三个功能区间。

1. 工作寄存器区

和其它微处理器不同, MCS-51 单片机 CPU 内部没有工作寄存器, 而是将片内 RAM 的最低 32 个字节(00H ~ 1FH)作为工作寄存器, 这 32 个字节分成 4 组, 称为工作寄存器组。每个工作寄存器组包含 8 个字节, 分别称为 R0、R1 ~ R7, 作为 8 个工作寄存器使用。显然, 每一组中都有 R0、R1 ~ R7 等 8 个工作寄存器, 即每一个寄存器 R_n 在物理上都对应着 4 个不同的存储器单元, 而一个工作寄存器到底对应于哪个 RAM 单元是由“当前工作寄存器组”的设定决定的, 也就是说, 任一时刻只有一组工作寄存器是“当前工作寄存器”, 而此时使用的工作寄存器即是这一组中的寄存器。当前工作寄存器组可用程序状态字 PSW 中的 RS1 和 RS0 两位选择。工作寄存器与 RAM 单元的对应关系如表 2-1 所列。

表 2-1 工作寄存器地址表

组号	RS1	RS0	R0	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
1	0	0	00H	01H	02H	03H	04H	05H	06H	07H
2	0	1	08H	09H	0AH	0BH	0CH	0DH	0EH	0FH
3	1	0	10H	11H	12H	13H	14H	15H	16H	17H
4	1	1	18H	19H	1AH	1BH	1CH	1DH	1EH	1FH