

ICS-51单片微型计算机

MCS—51单片 微型计算机

李 勋 李 新 民 编著

天津科技翻译出版公司

MCS—51单片微型计算机

编著：李勋 李新民

责任编辑：印嘉祥

天津科技翻译出版公司出版

天津市南开区红旗南路科研区

新华书店天津发行所发行

天津市大邱庄印刷厂印刷

1988年6月第一版 1988年6月第一次印刷

开本：787×1092毫米1/32 印张：10.28

字数：222千字 印数：1—10000册

ISBN7—5 433—0035—4/0.8

定价：2.65元

TP36
241

0325993

前 言

微型计算机系统，就其特征论，有可重新编程型(Reprogrammable)与内含型(Embedded)之分。从最终用户的角度看，如果无论其外形，还是其所担负的使命都是一台计算机的话，那么，该系统即属可重新编程型。个人计算机便是明显的例子。这样的系统包含有某种类型的大容量存储设施，其中存有一系列不同的程序，用户召之即用。隶属于这些系统的输入输出设备，主要用来与用户进行通信。内含型系统，顾名思义，被装配在某最终产品之中。在用户眼里，该产品当然便不是计算机了。譬如，微机控制的办公复印机就是这类产品之一例。内含型系统通常不配外存，其程序存放在ROM或EPROM之中。其所属之输入输出设备，除有的用来与用户进行通信（例如控制面板）之外，有的尚对各种机构和过程进行监控（例如控制走纸机构）。

内含机的用途，可分三大控制类别：顺序控制、闭环控制和数据控制。Intel公司有四个系列产品用于内含控制。

MCS-48：用于8位普通顺序控制。最大程序量为4K字节。

MCS-51：用于8位高级顺序控制。与MCS-48系列相近，但其运算速度为MCS-48之2~5倍，且包括有更多的I/O引线。本系列的一个无与伦比的特点是具有内在的

布尔处理器，可对布尔变量（一位变量）进行运算。最大程序量为64k字节。

MCS-96：用于16位高级闭环控制。该系列之各品种中均含有一个可进行高性能整数运算的处理器和232个字节的通用寄存器，可寄存字节、字或双字之操作数。定时功能由单独的子系统来实现。某些品种中尚有片内A/D转换器以及8k字节的片内程序存储器。此系列的较新品种具有其独一无二的特点——既可对8位总线进行操作，亦可对16位总线进行操作。最大程序容量为64k字节。

80186/80188：这是用于数据控制的8086微处理器的高集成度之系列产品。一个器件中集成有15~20个最常用的8086系统部件。芯片内包括有CPU、时钟发生器、中断控制器、定时器、DMA通道和片选逻辑。80186用16位总线；80188用8位总线。两者的内部总线均为16位。

为促进单片机在我国的应用和推广，本书将系统地向读者介绍MCS-51系列之原理及应用方面的基础知识。全书内容主要系根据Intel公司1987年版 Embedded Controller Handbook 中的有关章节编写而成。参加本书部分编写的尚有王勇才同志。在编写过程中，我们对原文内容做了适应我国读者需要的加工。除对某些问题做了进一步的阐述之外，也增加了一些例证。作为编著者，我们的知识亦尚肤浅，故恳请广大读者对本书误谬之处提出批评指正。读者的意见和要求请寄：天津纺织工学院自动化系或天津纺织工学院计算中心。

编者

目 录

第一章 硬件概述	(1)
1.1 MCS—51系列.....	(1)
1.2 片内结构	(3)
1.2.1 专用寄存器	(3)
1.2.2 端口结构及操作.....	(7)
1.2.3 存储器组织.....	(17)
1.2.4 CPU定时.....	(22)
1.2.5 片外存储器的存取.....	(25)
1.2.6 复位电路.....	(29)
1.2.7 片内时钟振荡器.....	(33)
1.3 引脚功能.....	(37)
第二章 指令系统	(42)
2.1 寻址方式.....	(42)
2.1.1 寄存器寻址	(42)
2.1.2 直接寻址.....	(42)
2.1.3 寄存器间接寻址.....	(42)
2.1.4 立即寻址.....	(43)
2.1.5 基址寄存器加变址寄存器间接寻址.....	(43)
2.2 布尔处理器.....	(44)
2.3 指令分类要览.....	(44)
2.3.1 数据传送指令组.....	(45)

2.3.2	算术指令组	(46)
2.3.3	逻辑指令组	(47)
2.3.4	控制转移指令组	(48)
2.4	指令详解	(50)
2.4.1	数据传送指令	(50)
2.4.2	算术指令	(67)
2.4.3	逻辑指令	(77)
2.4.4	控制转移指令	(89)
第三章	定时器/计数器和串行口	(100)
3.1	定时器/计数器	(100)
3.1.1	定时器0和定时器1	(101)
3.1.2	定时器2	(105)
3.2	串行口	(110)
3.2.1	操作方式	(110)
3.2.2	串行口控制寄存器	(111)
3.2.3	多机通信	(112)
3.2.4	波特率	(113)
第四章	中断处理	(119)
4.1	中断源	(119)
4.1.1	外部中断	(119)
4.1.2	定时器0和定时器1	(120)
4.1.3	串行口	(121)
4.1.4	定时器2	(121)
4.2	中断允许和优先级寄存器	(121)
4.3	中断处理过程	(125)
4.4	外部中断的触发方式	(128)

4.5	中断的响应时间	(129)
4.6	单步操作	(130)
4.7	中断应用举例	(132)
4.7.1	定时器中断	(132)
4.7.2	串行口中断	(133)
第五章	程序设计示范	(139)
5.1	数制转换子程序	(139)
5.2	多倍精度运算	(141)
5.3	查表程序	(143)
5.4	堆栈操作程序	(147)
5.4.1	堆栈在中断时的应用	(147)
5.4.2	堆栈在参数传递中的应用	(150)
5.5	分支程序	(153)
5.5.1	目的地址的查表法	(153)
5.5.2	目的地址的实时算法	(156)
5.6	代码排队参数传递法	(159)
第六章	外围接口技术	(163)
6.1	接口软件实例	(163)
6.1.1	虚拟I/O端口	(163)
6.1.2	8243接口	(169)
6.1.3	控制信号的软件定时	(173)
6.1.4	串行口和定时器的方式设置	(174)
6.1.5	简单的I/O驱动程序	(175)
6.1.6	串行口字符串的传送	(177)
6.1.7	特别情况的辨识与处理	(178)
6.1.8	定时器溢出和中断的同步	(180)

6.1.9	定时器/计数器瞬时值的动态读出	(182)
6.2	外围接口实例	(183)
6.2.1	8051的I/O扩展	(183)
6.2.2	8031程序存储器的扩展	(184)
6.2.3	8051片外数据存储器和I/O扩展	(184)
6.2.4	8051间的通信接口	(194)
6.2.5	多中断源的安排	(197)
6.2.6	8031最小系统板	(197)
第七章	EPROM型器件	(200)
7.1	8751H	(200)
7.1.1	编程	(200)
7.1.2	程序校验	(201)
7.1.3	EPROM保密措施	(202)
7.1.4	擦除特性	(204)
7.2	8751BH、87C51和8752BH	(206)
7.2.1	加密措施	(206)
7.2.2	编程方法	(207)
7.2.3	程序校验	(209)
7.2.4	87C51的ONCE方式	(210)
7.2.5	擦除特性	(210)
第八章	布尔处理能力的应用实例	(211)
例8.1	解布尔变量的逻辑函数	(211)
例8.2	汽车转弯信号灯的控制	(213)
例8.3	复杂控制功能的实现	(224)
例8.3.1	组合输出变量的计算	(231)
例8.3.2	中间变量的计算	(232)

例8.3.3	闭锁继电器的模拟程序·····	(235)
例8.3.4	延时继电器的模拟程序·····	(235)
例8.3.5	布尔变量的异或和交换·····	(236)
第九章	80C51BH概述·····	(239)
9.1	引言·····	(239)
9.1.1	CMOS的演化·····	(239)
9.1.2	CHMOS工艺 ·····	(240)
9.1.3	MCS-51系列中的CHMOS品种 ·····	(240)
9.2	CMOS和CHMOS电路的特点 ·····	(241)
9.2.1	闭锁现象·····	(241)
9.2.2	逻辑电平与接口问题·····	(242)
9.2.3	抗干扰能力·····	(244)
9.2.4	未用引脚的处理·····	(246)
9.2.5	上拉电阻·····	(247)
9.2.6	下拉电阻·····	(248)
9.2.7	内部上拉元件的驱动能力·····	(250)
9.2.8	功耗·····	(251)
9.3	80C51BH的应用 ·····	(258)
9.3.1	降压方式的应用·····	(258)
9.3.2	电池后备系统·····	(261)
9.3.3	电源切换电路·····	(265)
9.3.4	80C31BH配用CHMOS EPROM ···	(265)
9.3.5	键盘扫描·····	(271)
9.3.6	驱动液晶显示器·····	(276)
9.3.7	LCD驱动器 ·····	(279)
9.3.8	谐振传感器·····	(282)

9.3.9 HMOS/CHMOS的互换性	(290)
附录	(295)
1. 最大额定值	(295)
2. 直流特性	(295)
3. 交流特性	(298)
4. 外部程序存储器读周期	(302)
5. 外部数据存储器读周期	(302)
6. 外部数据存储器写周期	(303)
7. 外部时钟驱动	(303)
8. MCS-51指令系统一览表	(305)
9. MCS-51指令操作码表	(310)

第一章 硬件概述

1.1 MCS—51系列

MCS—51 微控制器系列包括下述品种:

8051

8051系MCS—51系列的最初品种, 自1981年开始生产。

8051的特点如下:

- 最适于控制用的8位CPU,
- 广泛的布尔(单位逻辑)处理能力;
- 32条双向可按位寻址的I/O线;
- 128个字节的片内数据RAM;
- 两个16位的定时器/计数器;
- 全双工的UART;
- 两个优先级的五源中断结构;
- 片内时钟振荡器;
- 4k字节的片内程序存储器;
- 64k字节的程序存储器地址空间;
- 64k字节的数据存储器地址空间。

8051尚有两个变体, 即无片内程序ROM的8031, 和有片内EPROM的8751。但后者已不再生产, 而被8751H 所取代。

8051AH

8051AH系以较新的HMCSI技术制造而成，其它方面与8051完全等同。8031AH为无片内ROM的8051AH，8751H则是以EPROM取代了ROM的8051AH。

8052AH

8052AH为增强型的8051，也是采用HMCSI技术制造的，与8051向下兼容。其胜过8051之处在于：

- 256个字节的片内数据RAM；
- 三个定时器/计数器；
- 六源中断结构；
- 8k字节的片内程序存储器。

8752BH和8032AH分别为带片内EPROM和无片内ROM之变体品种。

8052AH尚有一个单独的品种称为8052AH—BASIC，其片内ROM中驻留有全BASIC解释程序。

80C51BH

8051的CHMOS变体称作80C51BH。两者功能完全兼容。但是大家知道，CMOS电路之特点在于其功耗很低。既然80C51BH是以CHMOS即高速CMOS工艺生产的，那么，它当然就比其同功能之HMOS芯片8051耗电要少。

80C51BH之片内EPROM和无片内ROM两种变体品种分别为87C51和80C31BH。

为便于对照，我们特将上述器件列于表1.1中。

为了方便起见，上述各品种如不特指某一具体型号，可只称为8051和8052。前者包括8051、8051AH、80C51BH及与它们相对应的无片内EPROM型和无片内ROM型之诸品种。8052则泛指8052AH、8032AH和8752BH。

表1.1

MCS—51 微控制器系列

器件名称	无ROM型	EPROM型	ROM字节	RAM字节	16位定时器	电路类型
8051	8031	(8751)	4k	128	2	HMOS I
8051AH	8031AH	8751H	4k	128	2	HMOS I
8052AH	8032AH	8752BH	8k	256	3	HMOS I
80C51BH	80C31BH	87C51	4k	128	2	CHMOS

1.2 片内结构

图1.1所示为MCS—51之功能结构。下面我们分别讨论各专用寄存器、端口结构及操作、存储器组织、复位电路、片内振荡器和内部定时等问题。串行口、定时器和中断系统将另章叙述。

1.2.1 专用寄存器(Special Function Registers)

专用寄存器SFR空间为片内存储器的一个区域。由图1.2可以看出,8051有21个专用寄存器;8052则有26个。括号内的专用寄存器仅8052才有。专用寄存器并未占满80H—FFH整个地址空间。空闲地址处实际在片内并未安排任何寄存器。对这些地址进行读操作,通常得到一个随机数据,而写操作将无结果。

(1) 累加器 (Accumulator)

地址为EOH的专用寄存器为累加器ACC,然而在专指累加器的指令中,其助记符只写作A。

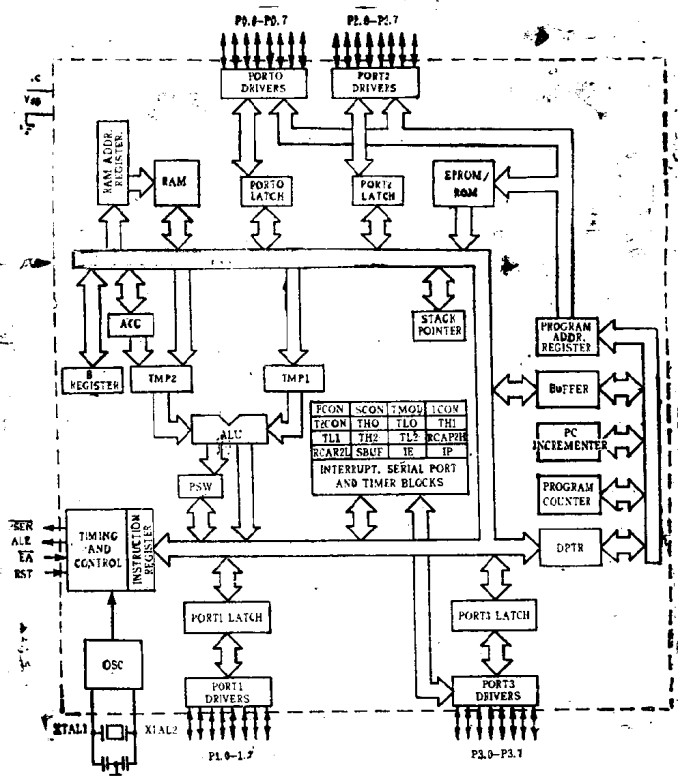


图1.1 MCS-51功能框图

8 Bits

P3								P3
P0	B							P0
A0								A0
P0	ACC							P0
D0								D0
D0	PSW							D0
C0	PCON		RCAP2 L	RCAP2 H	P12	PH5		C0
C0								C0
02	IP							02
00	P0							00
A0	IE							A0
A0	P2							A0
00	SCON	SBUF						00
00	P1							00
00	TCON	TMOD	FLO	TL1	TH0	TH1		00
00	P0	SP	DPL	DPH			PCON	00

图1.2 SFR分布图

(2) B寄存器 (B Register)

在乘除运算中要用到B寄存器。对其它指令来说, B寄存器可用作数据寄存器, 地址为F0H。

(3) 程序状态字寄存器 (Program Status Word Register)

程序状态字寄存器助记符写作PSW, 地址为D0H, 用以存放程序状态信息。PSW之各位如图1.3所示。图中符号意义如下:

MSB \						LSB	
CY	AC	F0	RS1	RS0	OV		P

图1.3 PSW: 程序状态字寄存器

符号 位 名称和功能

CY PSW·7 进位标志,

AC PSW·6 半进位标志, 用于BCD运算,

F0 PSW·5 用户标志,

RS1 PSW·4 寄存器组选择控制位1,

RS0 PSW·3 寄存器组选择控制位0,

OV PSW·2 溢出标志;

PSW·1 用户标志;

P PSW·0 奇偶标志。

P标志在每个指令周期由硬件置1或清0, 以指示累加器中“1”的个数系偶数或奇数。在MCS—51中, 规定用偶校验, 即累加器和本标志中“1”的总数必须为偶数。

RS1和RS0两位用软件写成不同内容即可对四个工作寄

寄存器组进行选择:

00 选中0组 (00H—07H)

01 选中1组 (08H—0FH)

10 选中2组 (10H—17H)

11 选中3组 (18H—1FH)

(4) 堆栈指示器 (Stack Pointer)

堆栈指示器SP, 地址81H, 也是一个8位寄存器。

MCS—51的堆栈可以设置在片内RAM的任何一个区域, 并且向高地址方向生成。在数据压入堆栈之前, SP之内容先自动增1。复位后SP的内容为07H, 如果不重新安排SP内容的话, 堆栈便从08H单元开始存放数据。

(5) 数据指示器 (Data Pointer)

数据指示器DPTR由高字节DPH和低字节DPL两个8位寄存器组成, 分别占据83H与82H两个地址单元。所谓数据指示器, 更确切点说, 是一个对片外RAM进行数据存取用的地址指针。因此, 其内容是一个16位地址。诚然, 在ROM中查表时也可用DPTR。DPTR可作为16位寄存器进行操作, 亦可分成两个单独的8位寄存器进行操作。

(6) 端口0~3之锁存器 (Latches of Ports 0~3)

专用寄存器空间的80H、90H、A0H和B0H等四个地址单元分别为0~3四个端口的锁存器P0、P1、P2和P3。

(7) 串行数据缓冲器 (Serial Data Buffer)

99H单元为串行数据缓冲器SBUF。这实际上是发送缓冲器和接收缓冲器两个独立的寄存器。传送至SBUF的数