



高等学校建筑电气与智能化专业规划教材

# MCS-51 系列 单片机原理及接口技术

DAN PIAN JI YUAN LI JI JIE KOU JI SHU

齐志才 赵继印 编

中国建筑工业出版社

高等学校建筑电气与智能化专业规划教材

# MCS-51 系列单片机原理及接口技术

齐志才 赵继印 编

中国建筑工业出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

MCS-51 系列单片机原理及接口技术/齐志才, 赵继印编.  
北京: 中国建筑工业出版社, 2005  
高等学校建筑电气与智能化专业规划教材  
ISBN 7-112-07190-9

I .M... II .①齐... ②赵... III .①单片微型计算机,  
MCS-51-理论-高等学校-教材②单片微型计算机, MCS-51-接口  
设备-高等学校-教材 IV .TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 039312 号

高等学校建筑电气与智能化专业规划教材  
**MCS-51 系列单片机原理及接口技术**  
齐志才 赵继印 编

\*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)  
新华书店总店科技发行所发行  
北京中科印刷有限公司印刷

\*

开本: 787 × 1092 毫米 1/16 印张: 14½ 字数: 350 千字  
2005 年 6 月第一版 2005 年 6 月第一次印刷  
印数: 1—2,500 册 定价: 20.00 元

ISBN 7-112-07190-9  
TU·6425(13144)

**版权所有 翻印必究**

如有印装质量问题, 可寄本社退换  
(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

随着电子技术的迅速发展,单片机技术在各个领域正得到越来越广泛的应用。在单片机家族的众多成员中,MCS-51系列单片机以其优越的性能、成熟的技术、高可靠性和优异的性能价格比,成为了国内外单片机应用的主流。

本着内容新颖、实用性强、概念清晰、通俗易懂、结构科学的理念,根据多年的教学与科研实践,本书前八章全面地介绍了单片机结构原理和应用接口技术。内容包括:单片机一般结构及一些典型的单片机功能特性;MCS-51系列单片机的系统结构,组成原理;MCS-51系列单片机指令系统;MCS-51系列单片机外围I/O模块功能及使用方法和串行通信接口技术;汇编语言程序设计方法;系统扩展技术;A/D、D/A转换接口技术;MCS-51单片机应用系统实用技术。对单片机应用系统的软件、硬件设计也在各章节中穿插地做了阐述。各章后均选配了一定数量的思考题与习题。

本书可作为高等院校非计算机专业本科生、研究生教材或教师参考书,也适用于从事单片机应用开发工作的工程技术人员。

\*

责任编辑:朱首明

责任设计:董建平

责任校对:孙爽 王雪竹

## 前 言

由于电子技术的迅速发展，特别是随大规模集成电路的产生而出现的微型计算机，给人类生活带来了根本性的改变。单片微型机又称嵌入式微控制器，是 20 世纪 70 年代中期发展起来的一种大规模集成电路器件。它在一块芯片内集成了计算机的各种功能部件，构成一种单片式的微型计算机。

20 世纪 80 年代以来，国际上单片机的发展迅速，其产品之多令人目不暇接，单片机应用不断深入，新技术层出不穷。单片机以其高可靠性、高性能价格比，在工业控制系统、数据采集系统、智能化仪器仪表、办公自动化等诸多领域得到极为广泛的应用，并已走入家庭，从洗衣机、微波炉到音响、汽车，到处都可见到单片机的踪影。因此，单片机技术开发和应用水平已逐步成为一个国家工业发展水平的标志之一。由于单片机技术在各个领域正得到越来越广泛的应用，世界上许多集成电路生产厂家相继推出了各种类型的单片机。美国 Intel 公司生产的 MCS-51 系列单片机，具有集成度高、模块化结构比较典型、价格低廉、应用灵活，为许多大公司所采纳，使 8051 系列的单片机产品日新月异，在国内外单片机应用中占有重要地位。世界各大公司以 MCS-51 单片机内核为核心的各种扩展型、增强型的新型单片机不断推出，所以在今后若干年内，MCS-51 系列以及世界各大公司生产的与其兼容的各种增强型、扩展型的单片机仍是单片机应用领域的主流机型。

因此，本书仍以 MCS-51 系列单片机为主线展开讨论，但所论述的原理方法、应用扩展技术同样适用于其他系列单片机。

全书的参考学时为 44 ~ 60 学时，教师可根据实际情况，对各章节内容进行取舍。

本书第三、四、五、六、八章由吉林建工学院齐志才教授编写，第一、二、七、九章由吉林大学赵继印教授编写。对书中错误及疏漏，敬请读者批评指正。

# 目 录

前言

<b>第一章 绪论</b> .....	1
第一节 引言 .....	1
第二节 单片机的优点 .....	3
第三节 MCS-51 系列单片机 .....	3
第四节 MCS-51 单片机的应用 .....	6
思考题与习题 .....	8
<b>第二章 MCS-51 系列单片机系统的结构</b> .....	9
第一节 总体结构 .....	9
第二节 时钟和时钟电路 .....	12
第三节 复位和复位电路 .....	13
第四节 CPU 时序 .....	15
第五节 存储器 .....	17
第六节 布尔处理器 .....	20
第七节 中断系统 .....	22
思考题与习题 .....	27
<b>第三章 MCS-51 指令系统</b> .....	28
第一节 指令格式 .....	28
第二节 寻址方式 .....	30
第三节 数据操作和指令类型 .....	33
第四节 数据传送指令 .....	34
第五节 算术运算指令 .....	40
第六节 逻辑运算指令 .....	45
第七节 布尔（位）操作指令 .....	49
第八节 控制转移指令 .....	52
思考题与习题 .....	59
<b>第四章 MCS-51 单片机的 I/O 模块</b> .....	63
第一节 并行口 .....	63
第二节 计数器/定时器 .....	68
第三节 串行接口 .....	83
思考题与习题 .....	96
<b>第五章 MCS-51 汇编语言程序设计</b> .....	97
第一节 简单程序设计 .....	97
第二节 分支程序设计 .....	98

第三节	循环程序设计 .....	100
第四节	子程序设计 .....	105
第五节	散转程序设计 .....	106
第六节	查表程序设计 .....	109
第七节	定点数运算程序设计 .....	114
思考题与习题	.....	123
<b>第六章</b>	<b>MCS-51 单片机系统扩展技术 .....</b>	<b>124</b>
第一节	概述 .....	124
第二节	程序存储器的扩展 .....	124
第三节	外部数据存储器的扩展 .....	135
第四节	外部 I/O 口的扩展 .....	139
思考题与习题	.....	162
<b>第七章</b>	<b>A/D、D/A 接口技术 .....</b>	<b>164</b>
第一节	概述 .....	164
第二节	ADC0809 系列与 MCS-51 单片机接口技术 .....	164
第三节	AD574A、AD1674 系列与 MCS-51 单片机接口设计 .....	169
第四节	DAC 0832 系列与 MCS-51 单片机接口设计 .....	178
第五节	DAC1210 系列与 MCS-51 单片机的接口设计 .....	183
思考题与习题	.....	186
<b>第八章</b>	<b>MCS-51 单片机应用系统实用技术 .....</b>	<b>187</b>
第一节	MCS-51 单片机低功耗系统设计 .....	187
第二节	逻辑电平接口技术 .....	195
第三节	电压/电流转换 .....	201
第四节	开关量输出接口技术 .....	204
第五节	MCS-51 应用系统抗干扰、自修复技术 .....	213
<b>附录 A</b>	<b>MCS-51 单片机指令速查表 .....</b>	<b>218</b>
<b>附录 B</b>	<b>MCS-51 单片机指令功能表 .....</b>	<b>219</b>
<b>参考文献</b>	.....	224

# 第一章 绪 论

## 第一节 引 言

微型计算机的出现是电子数字计算机广泛应用到人们日常工作、生活领域中的一个重大转折点。它已深入应用到非微型计算机所无法应用的领域，对社会产生了极大的影响。单片微型计算机是微型计算机发展中的一个重要分支，它以其独特的结构和性能，越来越普及地应用到国民经济的各个领域。

单片微型计算机简称为单片机。它在一块芯片上集成了中央处理部件（CPU）、存储器（RAM、ROM）、定时器/计数器和各种输入/输出（I/O）接口（如并行 I/O 口、串行 I/O 口和 A/D 转换器）等。它们之间相互连接的结构框图如图 1-1 所示。可见单片机就是一台计算机。由于单片机原来就是为了实时控制应用而设计制造的，因此，故又叫单片微控制器（Single Chip Micro Controller）。目前国外已开始把它称作单片微型计算机（Single Chip Microcomputer）。

### 一、单片机主流产品系列

单片机自问世以来，性能不断提高和完善，其资源又能满足很多应用场合的需要，加之单片机具有集成度高、功能强、速度快、体积小、功耗低、使用方便、性能可靠、价格低廉等特点，因此，在工业控制、智能仪器仪表、数据采集和处理、通信系统、高级计算器、家用电器等领域的应用日益广泛，并且正在逐步取代现有的多片微机应用系统。单片机的潜力越来越被人们所重视。

特别是当前用 CMOS 工艺制成的各种单片机，由于功耗低，使用的温度范围大，抗干扰能力强，能满足一些特殊要求的应用场合，更加扩大了单片机的应用范围，也进一步促使单片机性能的发展。

第一阶段（1971~1974 年）：1971 年 11 月美国 Intel 公司首先设计成集成度每片为 2000 只晶体管的 4 位微处理器 Intel 4004，并且配有随机存取存储器 RAM、只读存储器 ROM 和移位寄存器等芯片，构成第一台 MCS-4 微型计算机。1972 年 4 月 Intel 公司又研制成了功能较强的 8 位微处理器，Intel 8008，在此期间 Fairchild 公司也研制成 F8 微处理器。这些微处理器虽说还不是单片机，但从此拉开了研制单片机的序幕。

第二阶段（1974~1978 年）：初级单片机阶段。以 Intel 公司的 MCS-48 为代表。这个系列的单片机内集成有 8 位 CPU、并行 I/O 口、8 位定时器/计数器，寻址范围不大于 4KB，且无串行口。

第三阶段（1978~1983 年）：高性能单片机阶段。在这一阶段推出的单片机普遍带有

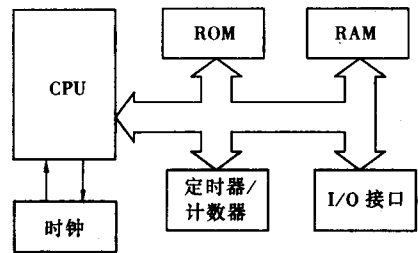


图 1-1 单片机结构框图



串行口，有多级中断处理系统、16 位定时器/计数器。片内 RAM、ROM 容量加大，且寻址范围可达 64KB，有的片内还带有 A/D 转换器接口。这类单片机有 Intel 公司的 MCS-51、Motorola 公司的 6801 和 Zilog 公司的 Z8 等。由于这类单片机的应用领域极其广泛，各公司正在大力改进其结构与性能。所以，这个系列的各类产品是目前国内外的主流产品。其中 MCS-51 系列产品，由于其优良的性能价格比，特别适合我国的国情，MCS-51 系列单片机有可能稳定相当一段时期。现在，国内的 MCS-51 热正在继续升温，随着我国经济建设步伐的加大，MCS-51 系列单片机必将在各个领域大显身手。

第四阶段（1983 年 ~）：8 位单片机巩固发展及 16、32 位单片机推出应用阶段。此阶段主要特征是一方面发展 16、32 位单片机及专用单片机；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。

MCS-51 系列属高档单片机，近年来，Intel 公司在提高该系列产品性能方面做了不少工作，相继推出了不少产品。

(1) 8052/8752/8032：将原来的 8051/8751/8031 单片机进行了扩展，片内数据存储器增至 256B，程序存储器增至 8KB，定时器/计数器增至 3 个 16 位计数器，有 6 个中断源。

(2) 低功耗的 CHMOS 工艺芯片 80C51/87C51/80C31：这种芯片允许电源波动范围较大，为  $5V \pm 20\%$ ，并有三种功耗控制方式。

(3) 具有高级语言编程的芯片 8052AH-BASIC。该芯片在片内固化有 MCS-BASIC52 解释程序，软件开发比较方便。此外还能实现 BCD 码的浮点运算以及 16 进制数和十进制数的转换。

(4) 高性能的 C252 系列。在 8052 的基础上，采用 CHMOS 工艺，并将 MCS-96 系列中的一些高速输出、脉宽调制 (PWM)、定时器/计数器移植进来，构成新一代 MCS-51 产品 80C252/87C252/83C252，它们是 MCS-51 系列中的新产品。

(5) ARM 处理器结构的 32 位单片机。ARM7 TDMI-S 是通用的 32 位微处理器，它具有高性能和低功耗的特性。ARM 结构是基于精简指令集计算机 (RISC) 原理而设计的，指令集和相关的译码机制比复杂指令集计算机要简单的多，这样使用一个小的、廉价的处理器核就可以实现很高的指令吞吐量和实时的中断响应。它已广泛地应用到 PDA、手机和智能家居等领域。

## 二、单片机芯片技术的发展概况

为了不断提高单片机的技术性能，并且满足不同的用户要求，各公司竞相推出能满足不同需要的产品，下面仅以 CPU 的改进技术为例介绍芯片技术的发展概况。

(1) 采用双 CPU 结构以提高处理能力。如 Rockwell 公司的单片机 R6500/21 和 R65C29 采用了双 CPU 结构，其中每一个 CPU 都是增强型的 6502。

(2) 增加数据总线宽度。例如，NEC 公司的  $\mu$ PD-7800 系列单片机将 ALU 做成一个 16 位运算部件，内部采用 16 位数据总线，因此，它的处理能力明显优于一般 8 位单片机。

(3) 采用流水线结构。指令以队列形式出现在 CPU 中，从而有很高的运算速度。如 Sharp 公司的单片机 SM-812。有的单片机甚至采用了多流水线结构，因而具有极高的运算速度。这类单片机的运算速度要比标准的单片机高出 10 倍以上，适合于作数字信号处理用。这类单片机有德州仪器公司 (Texas Instrument) 的 TMS320 系列信号处理单片机，NEC 公司的  $\mu$ PD-7720 系列单片机等。

(4) 串行总线结构。飞利浦公司开发了一种新型总线，该总线有两种形式：FC 总线 (Intel-ICBUS) 和 DDB 总线 (Digital Data BUS)。它们都采用三条数据总线代替现行的 8 位数据总线，从而大大地减少了单片机引线，降低了单片机的成本。飞利浦公司已在本公司的 SCC84C4、SCC83C351 等众多单片机中使用了这种总线。关于存储器、I/O 口、外围接口芯片等技术发展情况将结合有关章节介绍。

## 第二节 单片机的优点

单片机主要优点如下：

### 1. 集成度高、体积小、功能强、速度快

粗略地讲，MCS-51 系列中的一片 8751 芯片 (外形几何尺寸相当于 Z80-CPU)，其功能相当于一片 Z80-CPU、2 片 Z80-CTC、一片 Z80-SIO、一片 2732EPROM 芯片的功能的总和。MCS-51 单片机指令系统中为适应控制的需要设有极强的位处理功能，具有加、减、乘、除指令，CPU 时钟高达 12MHz，完成单字节乘法或除法运算仅需要  $4\mu s$ ，而且具有多机通信功能，可作为多机系统中的一个子系统。

### 2. 价格低廉

由于单片机生产批量大，其成本很低，所以具有极高的性能价格比。

### 3. 单片机有工业级芯片，可靠性强

一般，微处理器和有关元器件分军用、工用和民用三级，民用产品主要适用于办公室及机房环境，工作温度在  $0 \sim 70^{\circ}C$ ；军用产品要求在恶劣条件下稳定工作，工作温度在  $-65 \sim +125^{\circ}C$ ；工业应用介于以上两者之间，工业产品在  $-40 \sim +85^{\circ}C$  应能正常工作。工业产品可靠性比民用产品强，而价格较军用品低。

在单片机应用中，可以根据实际工作环境，选择工业级芯片，保证系统可靠性。单片机的其他优点将在以后各章陆续说明。

## 第三节 MCS-51 系列单片机

MCS-51 系列单片机主要产品及其参数列于表 1-1。其典型产品为 8751、8051 和 8031，8751、8051 和 8031 三种芯片的主要区别在于：8051 芯片内部有 4KB ROM 形式程序存储器；8751 芯片内部有 4KB EPROM 形式程序存储器；8031 片内无程序存储器。8051 内部程序要由生产芯片厂家写入，所以适用于低成本大批量生产；8751 适于开发样机，小批量生产或有待于进一步完善的情况；8031 芯片必须外接程序存储器，适用于较方便进行修改和更新程序存储器的场合。

MCS-51 单片机系列产品性能表

表 1-1

型 号	ROM/ EPROM (B)	RAM (B)	时钟 速度 (MHz)	I/O 线	定时 器/计 数器	串行口	中断源	PCA 通道	A/D 通道	SEP	GSC	DMA 通道	保密位	省电 方式
8031AH	—	128	12	32	2	1	5	0	0	0	0	0	—	—
8051AH	4K	128	12	32	2	1	5	0	0	0	0	0	0	—

续表

型 号	ROM/ EPROM (B)	RAM (B)	时钟 速度 (MHz)	I/O 线	定时 器/计 数器	串行口	中断源	PCA 通道	A/D 通道	SEP	GSC	DMA 通道	保密位	省电 方式
8051AHP	4K	128	12	32	2	1	5	0	0	0	0	0	P	—
8051H	4K	128	12	32	2	1	5	0	0	0	0	0	1	—
8751BH	4K	128	12	32	2	1	5	0	0	0	0	0	2	—
8032AH	—	256	12	32	3	1	6	0	0	0	0	0	—	—
8052AH	8K	256	12	32	3	1	6	0	0	0	0	0	0	—
8752BH	8K	256	12	32	3	1	6	0	0	0	0	0	2	—
80C31BH	—	128	12, 16	32	2	1	5	0	0	0	0	0	—	—
80C51BH	4K	128	12, 16	32	2	1	5	0	0	0	0	0	0	✓
80C51BHP	4K	128	12, 16	32	2	1	5	0	0	0	0	0	P	✓
87C51	4K	128	12~24	32	2	1	5	0	0	0	0	0	3	✓
80C32	—	256	12~24	32	3	1	6	0	0	0	0	0	—	✓
80C52	8K	256	12~24	32	3	1	6	0	0	0	0	0	1	✓
87C52	8K	256	12~24	32	3	1	6	0	0	0	0	0	3	✓
80C54	16K	256	12~24	32	3	1	6	0	0	0	0	0	1	✓
87C54	16K	256	12~24	32	3	1	6	0	0	0	0	0	3	✓
80C58	32K	256	12~24	32	3	1	6	0	0	0	0	0	1	✓
87C58	32K	256	12~24	32	3	1	6	0	0	0	0	0	3	✓
80L52	8K	256	12~20	32	3	1	6	0	0	0	0	0	1	✓
87L52	8K	256	12~20	32	3	1	6	0	0	0	0	0	3	✓
80L54	18K	256	12~20	32	3	1	6	0	0	0	0	0	1	✓
87L54	16K	256	12~20	32	3	1	6	0	0	0	0	0	3	✓
80L58	32K	256	12~20	32	3	1	6	0	0	0	0	0	1	✓
87L58	32K	256	12~20	32	3	1	6	0	0	0	0	0	3	✓
80C51FA	—	256	12, 16	32	3	1	7	5	0	0	0	0	—	✓
83C51FA	8K	256	12, 16	32	3	1	7	5	0	0	0	0	0	✓
87C51FA	8K	256	12~24	32	3	1	7	5	0	0	0	0	3	✓
83C51FB	16K	256	12~24	32	3	1	7	5	0	0	0	0	1	✓
87C51FB	16K	256	12~24	32	3	1	7	5	0	0	0	0	3	✓
83C51FC	32K	256	12~24	32	3	1	7	5	0	0	0	0	1	✓
87C51FC	32K	256	12~24	32	3	1	7	5	0	0	0	0	3	✓
80L51FA	—	256	12~20	32	3	1	7	5	0	0	0	0	—	✓
83L51FA	8K	256	12~20	32	3	1	7	5	0	0	0	0	1	✓
87L51FA	8K	256	12~20	32	3	1	7	5	0	0	0	0	3	✓
83L51FB	16K	256	12~20	32	3	1	7	5	0	0	0	0	1	✓
87L51FB	16K	256	12~20	32	3	1	7	5	0	0	0	0	3	✓
83L51FC	32K	256	12~20	32	3	1	7	5	0	0	0	0	1	✓
87L51FC	32K	256	12~20	32	3	1	7	5	0	0	0	0	3	✓

续表

型 号	ROM/ EPROM (B)	RAM (B)	时钟 速度 (MHz)	I/O 线	定时 器/计 数器	串行口	中断源	PCA 通道	A/D 通道	SEP	GSC	DMA 通道	保密位	省电 方式
80C51GB	—	256	12, 16	48	3	1	15	10	8	1	0	0	—	✓
83C51GB	8K	256	12, 16	48	3	1	15	10	8	1	0	0	1	✓
87C51GB	8K	256	12, 16	48	3	1	15	10	8	1	0	0	3	✓
80C152JA	—	256	16, 5	40	2	1	11	0	0	1	1	2	—	✓
80C152JB	—	256	16, 5	56	2	1	11	0	0	1	1	2	—	✓
83C152JA	8K	256	16, 5	40	2	1	11	0	0	1	1	2	0	✓
80C51SL-BG	—	256	16	24	2	1	10	0	4	0	1	0	—	✓
81C51SL-BG	8K	256	16	24	2	1	10	0	4	0	1	0	0	✓
83C51SL-BG	8K	256	16	24	2	1	10	0	4	0	1	0	0	✓
80C51SLAH	—	256	16	24	2	1	10	0	4	0	1	0	—	✓
81C51SLAH	16K	256	16	24	2	1	10	0	4	0	1	0	0	✓
83C51SLAH	16K	256	16	24	2	1	10	0	4	0	1	0	0	✓
87C51SLAH	16K	256	16	24	2	1	10	0	4	0	1	0	0	✓
80C51SLAL	—	256	16	24	2	1	10	0	4	0	1	0	—	✓
81C51SLAL	16K	256	16	24	2	1	10	0	4	0	1	0	0	✓
83C51SLAL	16K	256	16	24	2	1	10	0	4	0	1	0	0	✓
87C51SLAL	16K	256	16	24	2	1	10	0	4	0	1	0	0	✓

在表 1-1 中, 80C51、80C31 等产品为 CHMOS 工艺, 它既具有 CMOS 工艺的低功耗特性, 又保持了 HMOS 工艺的高速、高封装密度特性。这种芯片具有掉电保护和“空闲”方式功能。在掉电保护工作方式下, 如果发生掉电, 则由电池供电, 仅保证数据存储区的需要, 其他部分全部停止工作, 此时单片机功耗为最小。在“空闲”工作方式下, CPU 除定时器和中断部分继续工作外, 其他部分全部停止工作。“空闲”状态由定时器或外部中断信号结束, 适用于断续工作情况, 降低了单片机功耗。

MCS-51 单片机可以用 MCS-80 和 MCS-85 外围芯片加以扩展, 进一步提高了它们的功能。

MCS-51 系列单片机的封装方式、芯片等级, 产品检验情况等, 用商标型号数字前的一、二个前缀字母表示, 其意义见表 1-2。

MCS-51 单片机系列产品商标型号数字前缀说明

表 1-2

前 缀	封 装 形 式	级 别	进行老化试验否
P	塑 料	民 用	否
D	陶 瓷 浸 渍	民 用	否
C	陶 瓷	民 用	否
TP	塑 料	工 业	否
TD	陶 瓷 浸 渍	工 业	否
TC	陶 瓷	工 业	否

续表

前 缀	封装形式	级 别	进行老化试验否
QP	塑 料	民 用	进 行
QD	陶瓷浸渍	民 用	进 行
QC	陶 瓷	民 用	进 行
LP	塑 料	工 业	进 行
LD	陶瓷浸渍	工 业	进 行
LC	陶 瓷	工 业	进 行

表中民用级温度范围为  $0 \sim 70^{\circ}\text{C}$ ，工业级温度范围为  $-40 \sim +85^{\circ}\text{C}$ 。老化试验是根据美军标准 MIL-STD-883 中方法 1015 试验条件 D 进行的。在  $V_{\text{CC}} = (5 \pm 0.5\text{V})$ ，温度为  $125^{\circ}\text{C}$  条件下，至少进行 160h 老化处理。如型号 P8031AH 表示该芯片是塑料封装、民用级、没有经过老化处理。

MCS-51 系列单片机产品商品型号后缀表示产品加工工艺类型，8051AH 为 HMOSI 工艺，80C51BH 为 CHMOSI 工艺。

例如：型号 LD8031AH 表示该产品是陶瓷浸渍封装，工业级芯片，进行过老化处理，产品属于 HMOSI 工艺。工业级经过老化处理的芯片，可靠性好，价格也相对比较高。根据实际系统工作环境和条件的不同，选择不同性能芯片。

MCS-51 系列单片机新产品不断出现，Intel 公司推出 8052AH-BASIC 产品，它内部 ROM 驻留了 8KBASIC 解释程序，称之为 MCSBASIC-52。MCSBASIC-52 拥有所有的标准 BASIC 命令、语句和操作。允许用户用普通 BASIC 编程，也允许用户用汇编语言编程。此外，还具有浮点运算、码制转换、EPROM、E<sup>2</sup>PROM 写入等功能，丰富的功能表现出极强的生命力。

#### 第四节 MCS-51 单片机的应用

##### 一、单片机是机电一体化中最理想的控制器

近年来，在国际上出现了 Mechanics 和 electronics 复合而成的 Mechtronics 一词，国内称之为“机电一体化”。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，并产生强大的经济效益和社会效益，改变着国民经济各部门的技术装备状态。

一般来说，不同的机电一体化产品，在机械、电气特性及生产工艺过程中的要求也不同，要识别、接受各种各样的实时信息。这些信息可能是开关量，也可能是模拟量。对这些量的精度和动态要求也很不同，故而需要考虑对机械装置、传感器性能进行补偿。

工业控制对实时性和高可靠性要求较高。在机电一体化系统中，除了实时操作系统的软件外，还要求有多种应用软件，并要求控制机指令系统功能强、效率高，有自诊断、纠错、容错等功能。

另外，机电一体化产品，尤其是民用产品对电气部分造价十分敏感。

因此，机电一体化产品要求其电气控制部分具有实时性、高可靠性、智能（功能）化、体积小、价格低廉。所有这些均决定了单片机是机电一体化的产品中控制器的最佳选择。

目前，已有一批以单片机为核心控制器的机电一体化产品，诸如彩色胶片洗印机、遥控电视、录像机、全自动洗衣机、电子乐器、智能化仪器仪表、银行利率专用机、化工反应釜的多参量控制装置、地矿物探仪器、煤矿井下生产安全监测系统、冶金配料、数控机床、机器人、柔性加工系统、智能医疗机械等。

可以预言，单片机在机电一体化中将扮演越来越重要的角色。

## 二、单片机是传统工业改造的有力工具

在传统工业中，大多数是利用人工操作的机械进行生产的。同一产品，不同的人用同一机床进行生产，产品质量与产量受到人的技术水平、精神状态、疲劳程度等多种因素的制约。因而，要保证高质量、高产量，使原材料和能源精确地使用在最佳状态是难以达到的。机械是人双手的延伸，在很大程度上，只是减轻了人的体力劳动。然而若将传统机床改造成数控机床，就可以用计算机部分或大部分地代替人的大脑，来安排、管理、控制、操纵机床加工工件。

在我国绝大部分传统工业中，为数众多的是中小型企业，由单台机床进行加工或单个设备进行生产，存在着企业技术改造费用有限，原有设备陈旧、落后，人才素质不高等情况，而改造企业的生产条件，就要求投资少、见效快、可靠性高、容易掌握、对环境条件要求低等。单片机能较好地满足这些条件。

## 三、单片机的应用分类

### 1. 单机应用

在一个应用系统中，只使用一片单片机，这是目前应用最多的方式，单片机应用的主要领域如下所述。

#### (1) 测控系统中的应用

控制系统特别是工业控制系统的工作环境恶劣，各种干扰也大，而且往往要求实时控制，故要求控制系统工作稳定、可靠、抗干扰能力强。单片机是最适宜用于控制领域的。用单片机可以构成各种工业控制系统、自适应控制系统、数据采集系统等。例如炉子恒温控制、电镀生产线自动控制、测控系统温室人工气候控制、水闸自动控制、汽轮机电液调节系统、车辆检测系统、机器人处理器等。

#### (2) 智能仪表中的应用

用单片机改造原有的测量、控制仪表，能促进仪表向数字化、智能化、多功能化、综合化、柔性化发展，并使监测、处理、控制等功能一体化，使仪表重量大大减轻，便于携带和使用，同时成本低、提高了性能价格比。如数字式 RLC 测量仪，智能转速表，计时器，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，构成新型的机、电、仪一体化产品。如数控车床、电脑空调机、各种家用电器和通信设备等。在电传打字机的设计中由于采用了单片机，取代了近千个机械部件；在数控机床的简易控制机

中，采用单片机可提高可靠性及增强功能，降低控制机成本。

#### (4) 在智能计算机外设中应用

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，单片机与主机可并行工作，可以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。除通用外部设备（键盘、显示器、打印机）外，还有许多用于外部通信、数据采集、多路分配管理、驱动控制等接口的外部设备。如果这些外部设备和接口全部由主机管理，势必造成主机负担过重、运行速度降低。如果采用单片机专门对接口进行控制和管理，则主机和单片机就能并行工作，这不仅大大提高了系统的运算速度，而且单片机还可对接口信息进行预处理，以减少主机和接口间的通信密度，提高了接口控制管理的水平，如绘图仪控制器、磁带机、打印机的控制器等等。

### 2. 多机应用

单片机的多机应用系统可分为多功能集散系统、并行多机控制系统及局部网络系统。

#### (1) 多功能集散系统

多功能集散系统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。

#### (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性问题，以便构成大型实时工程应用系统。典型的有快速并行数据采集、处理系统、实时图像处理系统等。

#### (3) 局部网络系统

单片机网络系统的出现，使单片机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子级系统。

典型的分布式测控系统有两种类型：

树状网络系统与位总线（BITBUS）网络系统。位总线（BITBUS）分布式测、控系统 是 Intel 公司于 1984 年推出的一个典型的通用分布式微型计算机控制系统。构成该系统的核心芯片是 Intel 公司 RUP1-44 系列单片机 8044/8744/8344。它是一个双单片机结构，其中一个为 8051/8751，另一个用以构成 SDLC/HDLC 串行接口部件（SIU）。片内程序存储器中装有加电诊断、任务管理、数据传送和对用户透明的并行、串行通信服务程序。

## 思考题与习题

1. 什么是单片微型计算机？它在结构上有什么特点？
2. 单片微型计算机有哪些主要优点？
3. 试述单片机在机电一体化产品中的作用。
4. 试举一例，说明单片机可能在某机床（设备、家用电器）中的改造中发挥作用。
5. “MCS-51 系列单片机中所有产品都属于工业级”这句话对不对？为什么？
6. 说明下列产品型号的意义：(1) D8031AH；(2) TD8051AH；(3) LD8031AH。

## 第二章 MCS-51 系列单片机系统的结构

Intel 公司在 20 世纪 80 年代初推出 MCS-51 系列单片机以后，世界上许多著名的半导体厂商相继生产和这个系列兼容的单片机，使产品型号不断增加、品种不断丰富、功能不断加强。从系统结构上看，所有的 51 系列单片机都是以 Intel 公司最早的典型产品 8051 为核心，增加了一定的功能部件后构成的。MCS-51 系列单片机产品有 8051、8031、8751、80C51、80C31 等型号（前三种为 CMOS 芯片，后两种为 CHMOS 芯片）。它们的结构基本相同，其主要差别反映在存储器的配置上有所不同。8051 内部设有 4KB 的掩模 ROM 程序存储器，8031 片内设有程序存储器，而 8751 是将 8051 片内的 ROM 换成 EPROM。本章以 8051 为主阐述 MCS-51 系列单片机的系统结构、工作原理和应用中的一些技术问题。

### 第一节 总体结构

#### 一、8051 的总体结构

##### 1. 8051 片上的硬件资源

8051 为典型的 ROM 型单片机，内部硬件资源包括如下几部分。

- (1) 面向控制的 8 位 CPU；
- (2) 4KB 掩膜 ROM 程序存储器；
- (3) 128B 内部 RAM 数据存储器；
- (4) 2 个 16 位定时器/计数器；
- (5) 1 个全双工的异步串行口；
- (6) 5 个中断源、2 个中断优先级的中断控制器；
- (7) 时钟电路，时钟频率在 1.2 ~ 12MHz；
- (8) 可寻址 64KB 外部数据存储器和 64KB 外部程序存储器空间的控制电路；
- (9) 32 条可编程的 I/O 线（4 个 8 位并行 I/O 端口）。

##### 2. 结构框图

8051 采用模块式的结构，有多个存储空间，每一个存储空间都留有一定的余量，这种结构为 MCS-51 系列单片机的发展留有充分的余地，其结构框图如图 2-1 所示。

##### 3. 引脚图和逻辑符号图

8051 为 DIP40 双列直插封装形式的器件，其引脚图和逻辑符号如图 2-2 所示。

8051 的引脚 P0.0 ~ P0.7、P1.0 ~ P1.7、P2.0 ~ P2.7、P3.0 ~ P3.7 为 4 个 8 位并行输入/输出口，其中 P3 口、P0 口和 P2 口为双功能口，可以作为普通输入/输出口（第一功能），也可以作为特殊输入/输出口。RST 为复位输入线，ALE、 $\overline{\text{PSEN}}$ 、 $\overline{\text{EA}}$  为系统扩展控制线，XTAL1 和 XTAL2 为时钟电路输入/输出线， $V_{\text{CC}}$ 、 $V_{\text{SS}}$  为电源输入线，标准接 +5V 和地。这些引脚功能和使用方法将在以后章节中作详细说明。



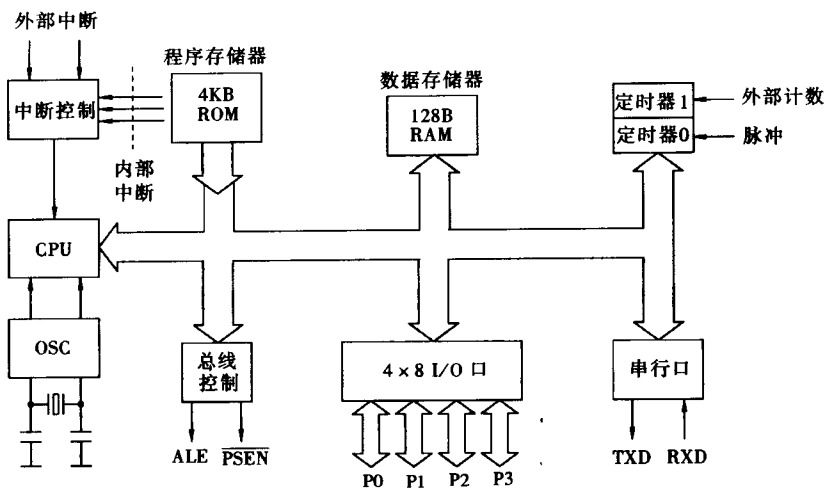


图 2-1 8051 结构框图

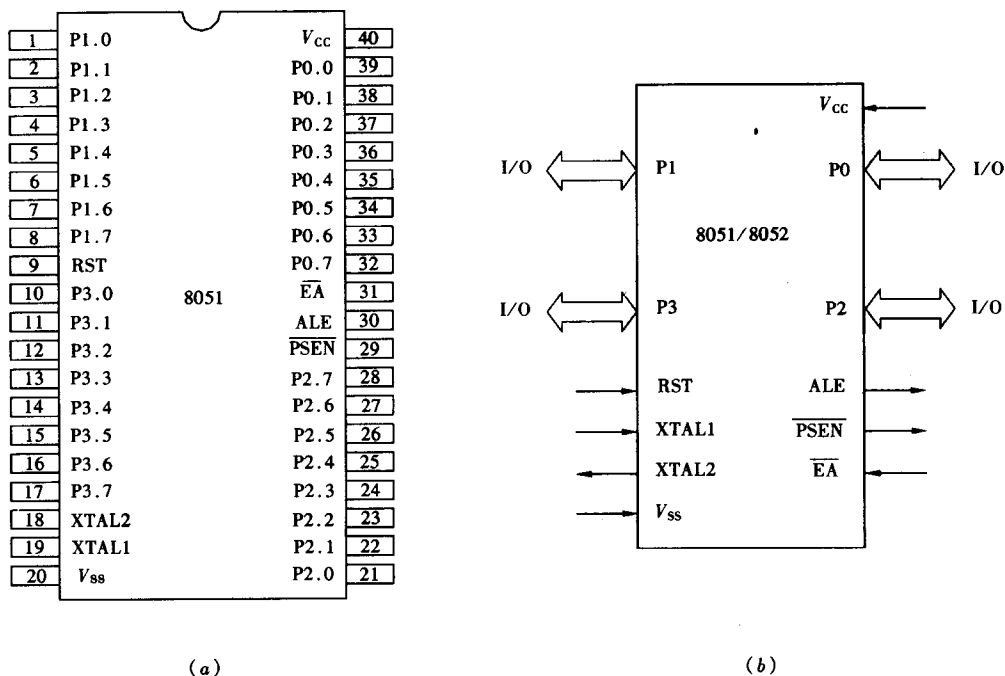


图 2-2 8051 双列直插封装引脚图和逻辑符号

(a) 8051 引脚图; (b) 8051 逻辑符号

## 二、MCS-51 系列单片机的一般结构

MCS-51 系列单片机的所有产品都含有 8051 的基本硬件资源 (程序存储器除外), 其一般结构如图 2-3 所示。

图 2-3 中实线部分为 8051 的资源, 虚线部分为增加的资源, 这些资源的类型、数量因产品型号而异, 在总体上可分为程序存储器、数据存储器、I/O 模块和中央处理器 CPU。