

现代控制实用新技术丛书

多单片机 系统应用技术

宗光华 李大寨 编著

DUODANPIANJI XITONG
YINGYONG JISHU

国防工业出版社

现代控制实用新技术丛书

多单片机系统应用技术

宗光华 李大寨 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 单

本书系统介绍了多单片机系统的应用开发技术,对 PC 机与单片机之间的 USB 通信、单片机与 PLC 的通信、单片机在现场总线中的联网技术等内容作了系统介绍。尤其是重点介绍了多单片机系统的通信、系统构成和联网技术;通过大量的开发实例,从硬件的系统设计到软件的开发,向广大读者系统展示了开发一个多单片机应用系统的详细过程。

本书语言流畅,注重方法论,可供工业控制和自动化领域的广大工程技术人员阅读,也可供高等工科院校相关专业的广大师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

多单片机系统应用技术/宗光华,李大寨编著. —北京:国防工业出版社,2003.10
(现代控制实用新技术丛书)
ISBN 7-118-03236-0

I. 多... II. ①宗...②李... III. ①个人计算机—基本知识②单片微型计算机—基本知识 IV. TP368

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 075664 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)

北京奥隆印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 18 408 千字

2003 年 10 月第 1 版 2003 年 10 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:28.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

前 言

现代电子系统的核心是嵌入式计算机应用系统,简称嵌入式系统(Embedded System);而单片机(Single Chip Microcomputer)是最典型、最普及的嵌入式系统。单片机(全称单片微型计算机),也有人称之为微控制器,是微型计算机家族中的一员。自从1976年美国Intel公司首次推出MCS-48单片机芯片以来,单片机以其独特的结构和超群的优点,近年来发展极其迅速,应用十分广泛。单片机是20世纪70年代中期发展起来的一种大规模集成电路芯片,是将CPU、RAM、ROM、I/O接口以及中断系统等集成于同一块硅片的器件。

单片机进入我国市场已有十几年的时间,有几代新系列、新产品陆续被推向市场。由于它体积小、功能强、可靠性好、价格低廉、功耗小、指令简单、易于开发,同时由于嵌入式C语言的推广普及,因而备受用户的欢迎。在新产品研发、工厂自动化以及各种控制领域中被广泛采用。

单片机的弱点是运算速度较慢。在要求响应速度快、实时性强、控制量多的应用场合(如机器人控制),单个单片机难以胜任,此时虽然也可以选用高速微处理器如DSP等,但综合考虑性能价格比和开发的难易程度,多单片机系统往往是一种合适的选择。顾名思义,多单片机系统就是由多个单片机或者是由PC机与多个单片机构成的更为复杂的控制系统。PC机和多单片机一般构成主从分布式控制系统,而多个单片机之间的关系可能是主从式,也有可能是对等的形式。在运行速度更快、功能更强大、实时性更高、受控执行机构更多、任务更复杂、人机界面更完善、地域跨度更广等应用场合,多单片机系统显示出优越性。例如一辆现代化的轿车上往往搭载(嵌入)20多块单片机,并通过总线的形式组成一个局域网络。

考虑到MCS-51系列单片机是8位机的代表,在我国有广泛的应用市场,因此,本书以MCS-51系列单片机为主线,注重理论联系实际,通过作者亲身参与的科研开发实例重点讲述了多单片机系统的体系结构与应用。全书结构紧凑,章节编排合理,具有很高的通用性、系统性和实用性。

本书共由8章组成。第1、2章简洁地介绍了单片机工作原理、存储、接口技术。这些内容与传统单片机参考书差别不大,是所有单片机必不可少的基础知识。第3章讲述的是通信技术,对PC机与单片机之间的USB通信、单片机与PLC的通信、单片机在现场总线中的联网技术等做了介绍。其中列举了光电子器件对准平台和清洁机器人可编程操作界面的例子。第4章以多单片机的通信、系统构成和联网技术为重点,并以自主移动机器人平台为例,讲述了多单片机在CAN总线联网中的构成、软件协议及实现方式。第5章以直流伺服电机、步进电机和变频器为主讲解单片机在电机控制中的应用,它们是多单片机系统在工业自动化领域最常见的受控执行机构。第6章通过PDA产品测试仪、IC卡

系统、药物微量注射泵和生物芯片点样仪等多单片机应用的实际案例,介绍多单片机智能仪器仪表的系统构成和软硬件的实现。现代仪器仪表对数据采集和处理、实时性、网络管理、人机界面的要求愈来愈高,往往需要在系统中采用多个单片机协调工作。第7章的内容侧重多单片机在机器人控制中的应用,多关节机器人是典型的多CPU分布式控制系统的例子。其中多指、多关节灵巧手除了运动控制外,还常常配有视觉、触觉、力觉等传感器,是多单片机构成的复杂系统,本章还介绍了基于多单片机的壁面爬行机器人控制系统的例子。第8章介绍单片机软件开发环境,特别讲述在工程应用中如何使用嵌入式实时操作系统。

由上述内容可知,本书可以作为高等工科院校机械电子工程专业类的学生、教师的学习参考用书,也可以作为广大科技人员的自学参考书。

从某种意义上说本书是作者在多单片机系统方面学习与应用的心得。本书所涉及的应用示例也凝聚着作者课题组第一线相关研发人员王巍博士、高斌硕士以及博士生张阳天、张厚祥、周强、晁代宏、孙明磊等人的贡献,晁代宏还参与了文字编排和图表绘制工作,在此谨向他们以及与本书出版相关的诸多人员表示诚挚的谢意。

由于时间仓促和水平所限,书中难免存在若干错误和不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 主流单片机的内部原理介绍	1
1.1 概述	1
1.1.1 单片机世界的鼻祖——Intel 公司	1
1.1.2 后起之秀——Motorola 公司、Atmel 公司	1
1.1.3 EPSON 公司	2
1.1.4 三菱公司	2
1.2 MCS-51 系列单片机	3
1.2.1 MCS-51 单片机的硬件组成结构	3
1.2.2 MCS-51 的封装和引脚功能描述	4
1.2.3 存储器	7
1.2.4 I/O 口	10
1.2.5 CPU	11
1.2.6 布尔(位)处理器	11
1.3 MCS-96 系列单片机	11
1.3.1 MCS-96 单片机的特点	11
1.3.2 CPU	16
1.3.3 时钟信号	17
1.3.4 存储器	18
1.3.5 寄存器控制器	21
1.3.6 系统总线	21
1.3.7 复位和掉电	23
第 2 章 单片机通用接口技术	25
2.1 单片机最小系统构成	25
2.1.1 单片机晶振电路	25
2.1.2 单片机复位电路	26
2.1.3 存储器扩展	28
2.2 单片机并行口扩展技术	33
2.2.1 利用分立元件扩展的 I/O	33
2.2.2 利用可编程接口 8255/8155 扩展 I/O 口	36
2.2.3 单片机 I/O 与光电耦合器件的接口	47
2.2.4 单片机与 LED 的接口	48
2.2.5 单片机与液晶显示器的接口	51

2.3 单片机与通用可编程定时器/计数器 8253 的接口	59
2.4 单片机与 A/D 转换器的接口	63
2.4.1 ADC0809 与单片机的接口	63
2.4.2 单片机与 TLC1543 的接口	65
2.5 单片机与 D/A 转换器的接口	68
第 3 章 单片机数据通信技术	72
3.1 PC 机并行端口与单片机的通信	72
3.1.1 PC 机并行端口简介	72
3.1.2 单片机与 PC 机并行口的接口	73
3.1.3 并行口与单片机通信软件	74
3.2 PC 机与单片机通过 RS-232 串行口通信	77
3.2.1 RS-232 协议简介	77
3.2.2 PC 机上 RS-232 接口的底层编程	79
3.2.3 单片机上的串行接口	81
3.2.4 TTL 电平与 RS-232 电平的转换	84
3.2.5 PC 机上 RS-232 接口的高级编程	85
3.2.6 单片机上的串行接口编程	86
3.3 单片机与 RS-485/RS-422 接口	91
3.3.1 单片机与 RS-422A 接口	91
3.3.2 单片机与 RS-485 接口	93
3.3.3 RS-422/RS-485 接口中的若干问题说明	94
3.4 单片机与 I ² C 总线器件间的通信	95
3.4.1 I ² C 总线简介	95
3.4.2 支持 I ² C 总线协议的外围芯片	97
3.4.3 关于支持 I ² C 总线协议的单片机	101
3.4.4 为单片机增加 I ² C 总线接口	101
3.5 PC 机和单片机之间的 USB 通信	105
3.5.1 USB 简介	105
3.5.2 USB 总线协议	105
3.5.3 通过 USB 实现 PC 机对光电子器件对准平台的控制	108
3.6 单片机与 PLC 的通信	115
3.6.1 概述	115
3.6.2 单片机与 PLC 的通信	116
3.7 可编程操作界面与 PLC	121
3.7.1 可编程操作界面简介	121
3.7.2 POD-PLC 系统在清洁机器人控制系统中的应用	125
3.8 单片机在现场总线中的应用	129
3.8.1 简介	129

3.8.2 应用实例	130
第4章 多单片机系统构成	132
4.1 多单片机基于串行口的通信	132
4.2 PC机与多单片机基于RS-422/RS-485的通信	140
4.2.1 PC机与多单片机的连接	140
4.2.2 PC机与多单片机的通信协议	141
4.3 多单片机利用现场总线的联网技术	146
4.3.1 物理连接	146
4.3.2 实用软件接口协议	146
4.4 多单片机基于公用RAM的通信技术	153
4.4.1 多单片机基于并行口的通信	154
4.4.2 多单片机基于共用存储器的通信	154
第5章 单片机在电机控制中的应用	161
5.1 机电传动系统的动力学基础	161
5.1.1 机电传动系统的运动方程式	161
5.1.2 转矩和转动惯量的折算	162
5.1.3 负载机械的机械特性	164
5.1.4 机电传动系统稳定运行的条件	165
5.2 单片机构成的电机伺服系统的一般结构	166
5.2.1 单片机构成的位置伺服系统	166
5.2.2 PWM功率放大电路	169
5.2.3 电机反馈通道	173
5.2.4 PWM信号发生器	176
5.2.5 电机控制专用IC	176
5.3 由单片机实现的变频器	179
5.3.1 变压变频调速的基本原理	179
5.3.2 单片机控制变频调速的实现	180
5.3.3 单片机变频调速在空调的应用	182
5.4 单片机构成的步进电机控制系统	184
5.4.1 步进电机相位控制原理	185
5.4.2 单片机构成的步进电机驱动电路	188
5.4.3 步进电机的细分控制	194
第6章 多单片机在仪器仪表中的应用	199
6.1 PDA产品寿命测试仪的单片机实现	199
6.1.1 需检测的指标以及实现方法	199
6.1.2 硬件电路设计	200
6.1.3 软件实现	203
6.1.4 基于RS-232/RS-485网络的多PDA测试仪系统	206

6.2 多单片机构成的 IC 卡系统	206
6.2.1 Atmel 公司的 IC 卡芯片	207
6.2.2 单片机构成的 IC 读写系统	210
6.2.3 IC 卡网络管理系统	212
6.3 生物芯片点样仪控制系统	214
6.3.1 概述	214
6.3.2 多机通信协议	215
6.4 智能注射泵控制系统	217
6.4.1 步进电机驱动器	218
6.4.2 电源模块	219
6.4.3 多通道数据采集及处理	220
6.4.4 串行时钟的设计	221
6.4.5 键盘、液晶显示及报警电路	221
6.4.6 I/O 口的扩展	222
6.4.7 多注射泵管理网络	223
第 7 章 多单片机在机器人控制中的应用	225
7.1 多单片机系统在灵巧手控制中的应用	225
7.1.1 多轴伺服控制系统	226
7.1.2 PWM 功放电路与开关式电流反馈	230
7.1.3 力/位置信号采集系统	232
7.2 CAN 总线在壁面移动机器人中的应用	234
7.2.1 控制器网络结构形式的选择	235
7.2.2 CAN 总线通信接口适配卡	236
7.2.3 智能检测、控制节点的硬件设计	241
7.2.4 与 CAN 总线相关的软件设计	243
7.3 单片机构成的机器人示教盒	246
7.3.1 功能要求及设计思想	247
7.3.2 硬件电路设计	248
7.3.3 通信协议及其在单片机中的实现方法	249
第 8 章 单片机软件开发环境	251
8.1 单片机软件开发概述	251
8.1.1 软件的开发模式	251
8.1.2 软件的设计思想	251
8.2 集成开发工具 uVision	252
8.2.1 uVision 简介	252
8.2.2 创建一个工程(Project)	253
8.2.3 工程管理	255
8.2.4 中断处理	258
8.2.5 程序调试	259

8.3 嵌入式实时操作系统的应用	265
8.3.1 嵌入式实时操作系统概述	265
8.3.2 实时操作系统 CMX	267
8.3.3 在项目中使用时操作系统	270
参考文献	275

第1章 主流单片机的内部原理介绍

1.1 概述

单片机，也有人称之为单片微型计算机，是微型计算机家族中的一员，它以独特的结构和超群的优点，深得各个领域的青睐，应用十分广泛，近年来发展极其迅速。世界上的各半导体厂商都抓住这个机会，推出自己的产品，一时间单片机如雨后春笋般蓬勃发展和流行起来。

单片机进入我国市场已有十几年的时间。用户也从初期的狂热和浮躁中走出来，多了一份思考，多了一份冷静，单片机市场变得更加成熟和规范。为了方便读者选用适合自己需要的各厂家的单片机，本节对世界主要单片机制造厂商做一个简要的介绍，并附上它们的网址，供读者查询。

1.1.1 单片机世界的鼻祖——Intel 公司

美国 Intel 公司在 1976 年首先推出 MCS-48 单片机，这是单片机史上划时代的里程碑，标志着大规模集成技术和计算机技术进入了一个新的阶段，对后来单片机的发展起到了极大的促进作用。

1980 年 Intel 公司在总结 MCS-48 的基础上新推出了 8 位高档 MCS-51 系列单片机。不经意间，Intel 公司又创造了一代至今还被人们广泛应用的性能优异的单片机。由于 MCS-51 系列单片机的应用非常广泛，每个单片机应用工程师，尤其是初学者都要首先学习并掌握 MCS-51 的知识，因而在本章下一节将更加详细地介绍 MCS-51。

1983 年 Intel 公司又新推出了 16 位的 MCS-96 系列单片机，再次燃起整个世界各单片机厂商竞相开发各自的 16 位单片机的热情，把单片机技术推进了一大步。

前几年，Intel 公司又推出了性能更好的 32 位单片机——MCS-80960 系列，它采用 5 μ m CHMOS 工艺和新型 RISC 结构，具有超强的功能，可应用于极其复杂的控制系统，如航空航天器、机器人、通信系统等。32 位单片机从根本上改变了传统控制器的面貌，为控制器开拓了新的应用领域。

要了解 Intel 公司单片机更多的有关知识，请登陆网址 www.intel.com 查询。

1.1.2 后起之秀——Motorola 公司、Atmel 公司

Motorola 单片机 (MCU) 是目前国际上应用最广、销量最大、功能最强的单片机。

M68HC05 系列及其扩展系列 M68HC08 是 Motorola 单片机的主流产品, 其中, CSIC(用户专用集成电路)把单片机作为用户专用芯片生产开发出来的, 它的 CPU 采用 HC05 或 HC08, 另外还集成了外围功能模块, 如 RAM、ROM、EPROM、E²PROM、A/D、OTPROM、PWM 以及多功能定时器等。同时, Motorola 单片机还可以根据需要采用不同的串行口, 如 SPI、SCI、I²C 或 CAN 总线等。由此不难看出 Motorola 单片机的功能非常强大。

Motorola 单片机由于总线上的时序不同, 因而具有很强的抗干扰能力。另外, Motorola 单片机的时钟频率只有 MCS-51 单片机时钟的 1/3, 这对于降低系统的噪声很有益处。

在制造工艺方面, Motorola 单片机使用的是 HCMOS 工艺, 它集中了 HMOS 和 CMOS 工艺的优点。近年来 Motorola 公司又推出了一种新的工艺——LDMOS 工艺, 它具有耐高温、耐大电流等特点, 在相应领域获得了广泛的应用。

要了解 Motorola 单片机更多的相关知识, 请登陆网址 www.mot.com 查询。

在众多 8051 兼容品中, 美国 Atmel 公司所生产的 AT89 系列单片机具有内部 Flash (闪存)存储器。由于闪存存储器可反复擦写, 给用户, 尤其是初学者学习单片机提供了极大的方便, 因而在工程中应用极为广泛。本书中介绍的由作者们亲自研发的多数系统都用到了 Atmel 公司的产品。

要了解有关 Atmel 单片机更多的知识, 请登陆网址 www.atmel.com 查询。

1.1.3 EPSON 公司

与其他各厂商追求 CPU 在数据宽度方面的努力不同, EPSON 公司“反其道而行之”, 将重点放在 4 位单片机和 8 位单片机产品上, 那么, 在“速度就是生命、效率就是效益”的今天它的产品凭借什么优势立足呢?

与其他公司的单片机相比, EPSON 公司的单片机虽然在速度方面并不占优, 但是它十分注意现代半导体先进制造技术的应用, 在系统集成、小型廉价封装和极低功耗等诸多方面显示出强劲的竞争力。

在系统集成中, 4 位单片机把许多外围接口, 如显示驱动口、功率驱动 I/O 口、键盘接口、传感器接口及前置电路、ADC/DAC 功能单元等都集成到单片机中, 真正实现了单片机的“单片”功能。

另外, EPSON 公司开发出极低功耗的电子器件、高集成度的系统功能集成以及面向产品对象的专用化系列, 使 EPSON 公司的 4 位单片机取得了十分优异的成绩。

4 位单片机的品种主要有: SMC60、SMC62 和 SMC63 系列; 而 8 位机则是以 SMC88 为代表。

要了解有关 EPSON 单片机的更多知识, 请登陆网址 www.epson.com 查询。

1.1.4 三菱公司

三菱单片机的品种从 4 位的低档机至 32 位的高档机, 可谓包罗万象, 应有尽有。其中, 4 位单片机主要有 720 系列和 4500 系列; 8 位单片机有着同一种内核, 形成了 740 族, 现在又拓展出 38000 系列、76000 系列等。

三菱还推出了自己的高档机，即 16 位和 32 位单片机。其中 16 位机有两种内核，分别构成 7700 和 M16C 两大族。7700 族种主要有 7700 系列、7751 系列和 7900 系列等。M16C 是新开发的 16 位单片机。而 32 位单片机的内核具有 RISC 结构的 M32R。

要了解三菱单片机的更多知识，可以登陆网址 www.melco.co.jp 进行查询。

除了以上列举的厂商生产单片机，在全球范围内还有许多从事单片机研制和开发的厂家，其产品也得到了可观规模的应用。表 1-1 列出常用的单片机制造厂商以及他们的网址，供读者查询。

表 1-1 单片机厂商及对应网址

单片机厂商	网 址	单片机厂商	网 址
Atmel 公司	www.atmel.com	National 公司	www.national.com
EPSON 公司	www.epson.com	NEC 公司	www.nec.com
HITACHI（日立）公司	www.hitachi.com	NEC 香港公司	www.elhk.nec.com.hk
Infineon（亿恒）公司	www.infineon.com	Philips 公司	www.philips.com
Intel 公司	www.intel.com	华邦电子公司	www.winbond.com.cn
Microchip 公司	www.microchip.com	Maxim 公司	www.maxim-ic.com
Motorola 公司	www.mot.com	三菱公司	www.melco.co.jp

1.2 MCS-51 系列单片机

作为 8 位单片机的杰出代表，MCS-51 系列单片机从 20 世纪 80 年代至今可谓大出风头，曾几何时，几乎无处不见 51 系列单片机的“足迹”，即使到了人们更注重速度和效率的今天，51 系列单片机仍然凭借其性能稳定、操作简单、价格低廉以及兼容性好等优点继续在单片机界占据主流地位，由此 51 系列单片机优异性能可见一斑。

本节的内容是简单地介绍 MCS-51 系列单片机。

1.2.1 MCS-51 单片机的硬件组成结构

如所周知，单片机又叫做单片微型计算机。顾名思义，单片机其实就是微型计算机的一种。事实上从单片机的组成来看它也类似于微型计算机。图 1-1 是 51 单片机的总体结构框图，从图 1-1 可以看到在一个小小的 51 芯片上集成了如下部件：1 个 8 位 CPU、4KB ROM、256B RAM、4 个 8 位 I/O 口、2~3 个（分别对 8032/8052）定时/计数器、多用途可编程串行 I/O 口、5 个中断源、2 个中断优先级的嵌套中断结构，以及一个片内振荡器和时钟电路。

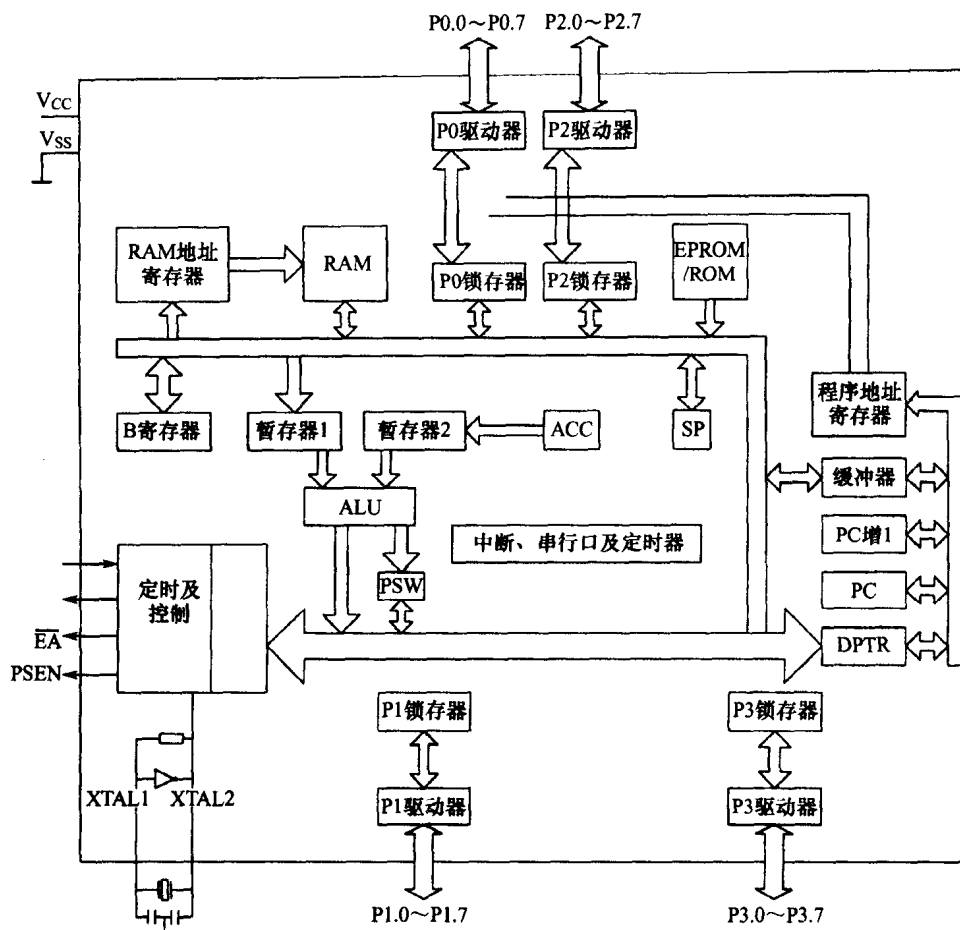


图 1-1 MCS-51 的总体结构框图

1.2.2 MCS-51 的封装和引脚功能描述

一、封装方式

根据制造工艺的不同，51 单片机的封装形式也不尽相同。HMOS 制造工艺的单片机都采用 40 脚双列直插封装方式（即常说的 DIP 方式），而 CHMOS 制造工艺的 51 单片机除采用 DIP 封装方式外，还采用方形的封装方式，如图 1-2 所示。

二、51 单片机的各引脚功能描述

在实际的应用中，40 引脚 DIP 封装方式是最常用的，因而在此着重介绍 DIP 封装方式的各引脚功能。

40 条引脚中有 2 条专用于控制主电源、2 条外接晶振、4 条引脚用于控制或与其他电源复用、32 条 I/O 引脚。各引脚的具体功能如下。

1. 主电源引脚

- V_{SS} (20 脚): 接地端。
- V_{CC} (40 脚): 正常运行和编程校验时接+5V 电源。

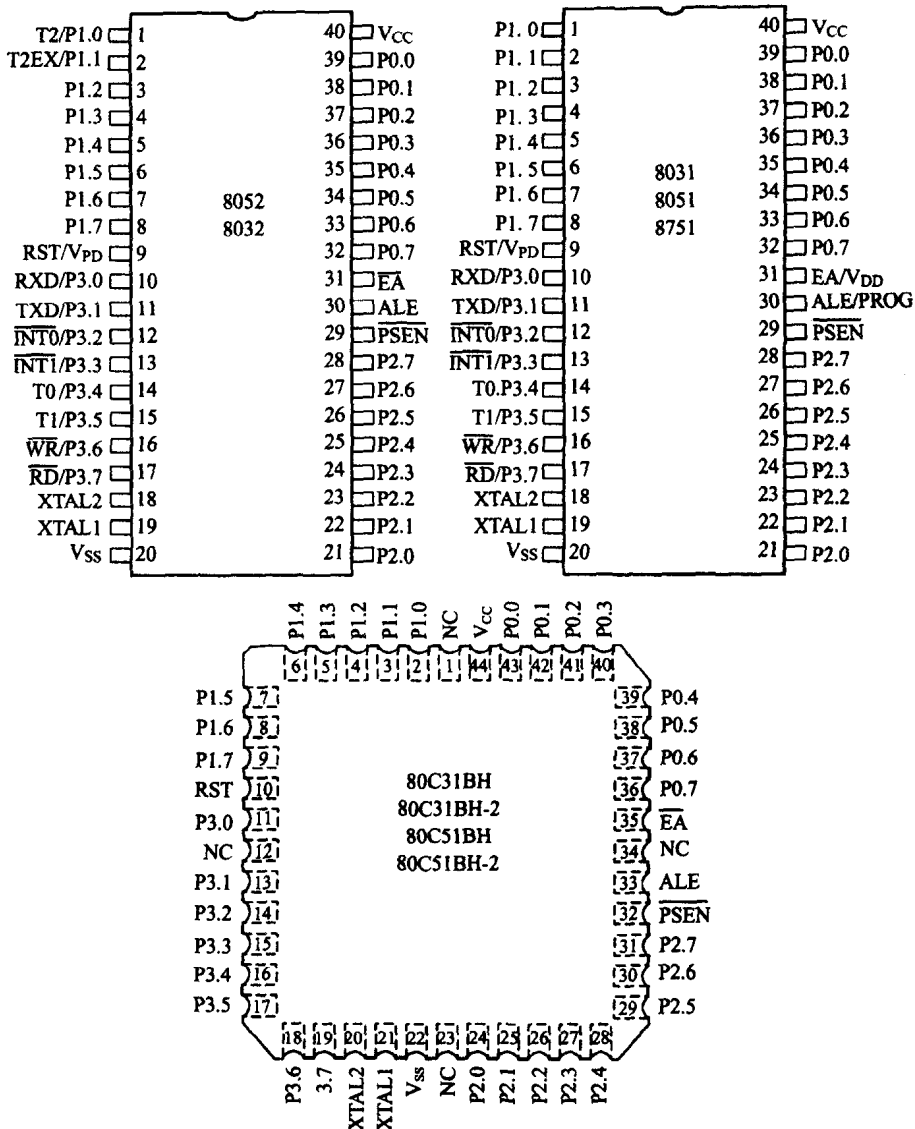


图 1-2 MCS-51 单片机的封装

2. 外接晶振或外部振荡器引脚

• XTAL1 (19 脚): 接外部晶振的一个引脚。在单片机内部, 它是一个反相放大器的输入端, 该放大器构成片内振荡器。当采用外部振荡器时, 对 HMOS 型单片机此引脚应接地; 对 CHMOS 型单片机, 此引脚作为驱动端。

• XTAL2 (18 脚): 接外部晶体的另一端。在单片机内部是上述反向放大器的输出端。当采用外部振荡器时, 对 HMOS 型单片机, 此引脚接外部振荡信号的输入; 对 CHMOS 型单片机而言, 此引脚应悬空。

3. 控制或电源复用引脚

• $\overline{\text{RST}}/\text{V}_{\text{PD}}$ (9 脚): 单片机复位信号输入端。振荡器正常运行期间, 两个机器周期的高电平将会使单片机复位。典型的上电复位电路是在 RST 引脚与 V_{CC} 引脚间接一个约

10 μ F 的电容, 在 RST 引脚与 V_{SS} 引脚间接一个约 8.2k Ω 的电容。当 V_{CC} 掉电时, V_{PD} 则可在规定电压范围内向内部 RAM 提供备用电源, 以保存内部 RAM 的信息。

- ALE/ $\overline{\text{PROG}}$ (30 脚): 允许地址锁存信号输出。访问外部存储器期间, ALE 信号的负跳变, 将 P0 口上的低 8 位地址送入锁存器。即使不访问外部存储器, ALE 仍以 1/6 振荡器频率的频率输出, 因而可用来作为外部时钟或定时之用 (但访问外部数据存储器时, 将跳过一个 ALE 脉冲)。 $\overline{\text{PROG}}$ 为编程脉冲输入端, 对 EPROM 型单片机编程时, 此引脚输入编程脉冲。

- $\overline{\text{PSEN}}$ (29 脚): 外部程序存储器读选通信号。在外部程序存储器读指令期间, 每个机器周期 $\overline{\text{PSEN}}$ 两次有效。但在执行片内程序存储器指令时, 不产生 $\overline{\text{PSEN}}$ 信号; 在访问外部数据存储器时, 也不产生 $\overline{\text{PSEN}}$ 信号。

- $\overline{\text{EA}}/\text{V}_{\text{PP}}$ (31 脚): 内外程序存储器选择信号。当 $\overline{\text{EA}}$ 接高电平时, 访问内部程序存储器, 但程序计数器 (PC) 值超过片内程序存储器地址 (8051 为 0FFFFH, 而 8052 为 1FFFFH) 时, 将自动转向执行外部程序存储器中的程序。若 $\overline{\text{EA}}$ 保持低电平, 就只访问外部程序存储器。因而, 对于无内部 ROM 的 8031 单片机而言 $\overline{\text{EA}}$ 应接地。V_{PP} 为片内 ROM 编程电压输入端。对 EPROM 进行编程时, 此引脚接 +21V 的编程电压。

4. I/O 口引脚

- P0.0~P0.7(39~32 脚): P0 口是一个 8 位漏极开路双向并行 I/O 端口。访问外部存储器时它是分时复用的数据和地址 (低 8 位) 总线。不扩展外部存储器时它用作双向 I/O 口。在 EPROM 编程时它接收指令字节, 而在验证程序时则输出指令字节。它能驱动 8 个 LS TTL 负载。

- P1.0~P1.7(1~8 脚): P1 口是一个 8 位准双向并行 I/O 端口, 在 EPROM 编程和校验时接收低 8 位地址。它能驱动 4 个 LS TTL 负载。

- P2.0~P2.7(21~28 脚): P2 口是一个 8 位准双向并行 I/O 端口, 在访问外部存储器时用作高 8 位地址; 不扩展外部存储器时则用作准双向 I/O 口, 在 EPROM 编程和校验时接收高 8 位地址。它能驱动 4 个 LS TTL 负载。

- P3.0~P3.7(10~17 脚): P3 口是一个具有内部上拉电阻的 8 位准双向并行 I/O 端口。它的第一功能是做 I/O 口使用, 第二功能是作为 P3 口使用, 各引脚的第二功能具体如下:

P3.0(RXD, 10 脚): 串行接收端。

P3.1(TXD, 11 脚): 串行发送端。

P3.2($\overline{\text{INT0}}$, 12 脚): 外部中断 0。

P3.3($\overline{\text{INT1}}$, 13 脚): 外部中断 1。

P3.4(T0, 14 脚): 定时/计数器 0。

P3.5(T1, 15 脚): 定时/计数器 1。

P3.6($\overline{\text{WR}}$, 16 脚): 外部数据存储器写选通, 低电平有效。

P3.7($\overline{\text{RD}}$, 17 脚): 外部数据存储器读选通, 低电平有效。

P3 口能驱动 4 个 LS TTL 负载。

至此, 51 单片机的各引脚功能已介绍完毕, 下面介绍一些存储器的特点。

1.2.3 存储器

存储器的重要性是不言而喻的。每一个用过计算机的人都对存储空间求之若渴，在存储空间相对很小的单片机中，合理利用相对很小的存储空间是每个单片机开发工程师的必修之课。为此，需要简要介绍一些 MCS-51 系列单片机存储器的一些具体情况以及其独特的性质。

MCS-51 单片机存储器与典型微机存储器的配置方式有所不同。典型微型计算机存储器采用冯诺依曼结构，也称普林斯顿结构，即存放程序指令的存储器——程序存储器和存放数据的存储器——数据存储器采取统一的地址编码结构，故只有一个逻辑空间，在这个空间内，ROM 和 RAM 的安排是不固定的，对 ROM 和 RAM 的访问采用同类指令，同一地址对应的是唯一的存储器单元，既可是 ROM，也可是 RAM。而 51 单片机存储器采用程序存储器与数据存储器分开的地址编码结构，即哈佛结构。不过 1983 年 Intel 公司推出的 MCS-96 系列单片机，又继续沿用了传统微机的普林斯顿结构，于是单片机就有了哈佛型和普林斯顿型单片机之分。

在物理上，51 单片机有 4 个存储器空间：片内程序存储器、片外程序存储器、片内数据存储器以及片外数据存储器。但在逻辑上，51 单片机只有 3 个存储器地址空间：片内外统一的 64KB 的程序存储器地址空间、256B（51 子系列）或 384B（52 子系列）的内部数据存储器地址空间以及 64KB 的外部数据存储器地址空间。图 1-3（a）和图 1-3（b）分别为 51 子系列和 52 子系列的存储器配置图。

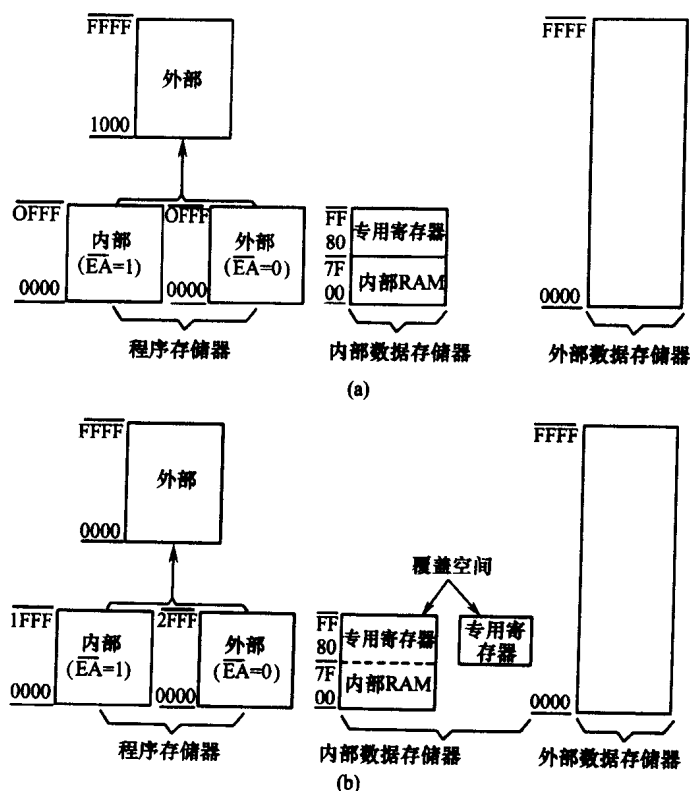


图 1-3 MCS-51 的存储器配置