



# 单片机

## 原理及接口技术

• 徐煜明 韩雁 主编



<http://www.phei.com.cn>



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

应用电子教育系列

# 单片机原理及接口技术

徐煜明 韩 雁 主编



電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书以目前国内使用最广泛的 MCS—51 系列单片机为对象, 针对应用型人才培养的特点, 系统地介绍了 MCS—51 系列单片机的内部结构、工作原理及软、硬件设计等内容, 突出了教材的基本性、典型性、逻辑性、实践性及先进性, 在编写过程中注重实用新技术的应用, 内容涉及到液晶显示器的接口设计、I<sup>2</sup>C 总线的虚拟接口设计及编程方法。

本书列举了大量的应用实例, 是一本适合于高校单片机课程的教科书, 也可作为工程技术人员和单片机爱好者自学的参考书。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

单片机原理及接口技术 / 徐煜明, 韩雁主编. —北京: 电子工业出版社, 2005.1

(应用电子教育系列)

ISBN 7-5053-9954-3

I. 单… II. ①徐… ②韩… III. ①单片微型计算机—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 (2004) 第 126577 号

责任编辑: 富 军

印 刷: 北京四季青印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17.75 字数: 454.4 千字

印 次: 2005 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 5 000 册 定价: 25.00 元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系。  
联系电话: (010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

## 前 言

单片机的诞生标志着计算机正式形成了两大系统，即通用计算机系统和嵌入式系统。通用计算机系统的主要特点是速度快、容量大，可广泛应用于数据处理、人工智能、多媒体及网络通信等方面。嵌入式系统虽然起源于微型计算机时代，然而微型计算机的体积、价位及可靠性都无法满足嵌入式应用系统的要求，因此嵌入式系统必须走独立发展的道路。这条道路就是芯片化道路，将计算机做在一个芯片上，从而开创了嵌入式系统独立发展的单片机时代。

探索单片机的发展道路有过两种模式，即“ $\Sigma$ 模式”与“创新模式”。“ $\Sigma$ 模式”本质上是通用计算机直接芯片化的模式。它将通用计算机系统中的基本单元进行裁剪后，集成在一个芯片上，构成单片微型计算机。“创新模式”则完全按嵌入式应用要求设计全新的、满足嵌入式应用要求的体系结构、微处理器、指令系统、总线方式及管理模式等。Intel 公司的 MCS—48 和 MCS—51 就是按照创新模式发展起来的单片形态的嵌入式系统（单片微型计算机）。MCS—51 是在 MCS—48 的基础上经过了全面完善的嵌入式系统。历史证明，“创新模式”是嵌入式系统独立发展的正确道路，MCS—51 的体系结构也因此成为单片嵌入式系统的典型结构体系。

单片机的出现至今已经有 30 多年的历史了，嵌入式技术也历经了几个发展阶段。进入 20 世纪 90 年代后，以计算机和软件为核心的数字化技术取得了迅猛发展，不仅广泛渗透到社会经济、军事、交通、通信等相关行业，而且也深入到家电、娱乐、艺术、社会文化等各个领域，并掀起了一场数字化技术革命。多媒体技术与 Internet 的应用迅速普及，消费类电子产品（Consumptive Electron）、计算机（Computer）、通信（Communication），即 3C 一体化趋势日趋明显，单片机技术再度成为一个研究热点。学习、研究、应用、推广单片机非常必要，各高等院校也非常重视这门技术的教学，纷纷开设有关单片机课程，所以我们编写了本教材。

本教材介绍了当今世界上单片机技术应用的现状及发展趋势，以 MCS—51 系列单片机为主，注意原理介绍和应用并重，并且从实用新型的角度介绍了单片机应用方面的内容。我们精心组织了多年从事单片机应用系统技术教学和研究的教师、专家编写了这本教材，试图向读者较好地解答“什么是单片机？如何学好单片机？如何应用单片机？”这三个问题，使读者在学习完本教材后，既能掌握单片机的一般原理，又能掌握单片机的设计技巧、接口技术、应用系统的设计方法，使读者在工作岗位上能很快进入开发单片机应用系统的角色。

为了便于组织教学，本教材在编排顺序上采用了循序渐进的策略。本书共分 12 章，第 1 章绪论，讲述了单片机基础知识；第 2 章讲述了单片机的组成与工作原理；第 3 章讲述了 MCS—51 指令系统；第 4 章讲述了 MCS—51 的汇编语言程序设计；第 5 章讲述了 MCS—51 定时器/计数器及其应用；第 6 章讲述了 MCS—51 中断系统；第 7 章讲述了 MCS—51 串行通信及其应用；第 8 章讲述了存储器扩展技术；第 9 章讲述了并行和串行口扩展技术；第 10

章讲述了键盘和显示接口；第 11 章讲述了定时器和 A/D、D/A 扩展技术；第 12 章讲述了单片机应用系统的设计。

本教材由徐煜明、韩雁主编。第 1、2、3 章由王文宁编写；第 4、5、6、9 章由徐煜明编写；第 7、8、10、11 章由韩雁编写；第 12 章由芮国新编写。本书由徐煜明主稿、审核，韩雁进行了全文的校对和审阅，在此一并表示感谢。

本教材内容丰富、深入浅出，每章均附有例题和习题。因而，本教材十分适合于应用型计算机专业、通信专业、电子信息专业及其他相关专业的读者学习，同时也是一本技术人员的参考书。

限于作者水平，书中错误和不妥之处在所难免，恳请读者批评指正！

作 者

# 目 录

<b>第 1 章 绪论</b> .....	(1)
1.1 单片机基础知识 .....	(1)
1.1.1 什么是单片机 .....	(1)
1.1.2 单片机主流系列 .....	(1)
1.1.3 单片机芯片技术的发展趋势 .....	(2)
1.2 单片机的应用 .....	(3)
1.2.1 单片机的应用 .....	(3)
1.2.2 单片机应用系统的分类 .....	(4)
1.3 MCS—51 系列单片机 .....	(5)
1.3.1 MCS—51 系列单片机分类 .....	(5)
1.3.2 MCS—51 单片机的结构特点 .....	(6)
习题 .....	(6)
<b>第 2 章 单片机的组成与工作原理</b> .....	(7)
2.1 MCS—51 单片机的内部结构及信号引脚 .....	(7)
2.1.1 8051 单片机结构 .....	(7)
2.1.2 信号引脚 .....	(8)
2.1.3 CPU 结构 .....	(10)
2.1.4 存储器 .....	(11)
2.1.5 I/O 口及相应的特殊功能寄存器 .....	(19)
2.2 时钟电路与 CPU 时序 .....	(23)
2.2.1 时钟电路 .....	(23)
2.2.2 CPU 时序 .....	(23)
2.3 MCS—51 单片机的复位 .....	(25)
2.4 CHMOS 型单片机的节电方式 .....	(26)
2.4.1 空闲方式 .....	(27)
2.4.2 掉电方式 .....	(28)
习题 .....	(28)
<b>第 3 章 MCS—51 指令系统</b> .....	(29)
3.1 指令的格式及标识 .....	(29)
3.1.1 汇编指令 .....	(29)
3.1.2 指令中的符号标识 .....	(30)
3.1.3 关于注释 .....	(31)
3.2 寻址方式 .....	(31)
3.2.1 寄存器寻址 .....	(32)
3.2.2 直接寻址 .....	(32)
3.2.3 寄存器间接寻址 .....	(33)

3.2.4	立即寻址 .....	(33)
3.2.5	变址寻址 .....	(33)
3.2.6	相对寻址 .....	(34)
3.2.7	位寻址 .....	(34)
3.2.8	MCS—51 寻址方式小结 .....	(35)
3.3	指令类型 .....	(35)
3.4	数据传送指令 .....	(36)
3.4.1	内部数据传送指令 .....	(36)
3.4.2	累加器 A 与外部数据存储器传送指令 .....	(40)
3.4.3	查表指令 .....	(41)
3.5	算术操作指令 .....	(42)
3.5.1	加法指令 .....	(43)
3.5.2	减法指令 .....	(45)
3.5.3	乘法指令 .....	(46)
3.5.4	除法指令 .....	(47)
3.6	逻辑操作及移位类指令 .....	(47)
3.6.1	两个操作数的逻辑操作指令 .....	(47)
3.6.2	累加器 A 的逻辑操作指令 .....	(49)
3.7	控制转移指令 .....	(50)
3.7.1	无条件转移指令 .....	(50)
3.7.2	条件转移指令 .....	(52)
3.7.3	子程序调用和返回指令 .....	(55)
3.8	位操作类指令 .....	(57)
3.8.1	位传送指令 .....	(57)
3.8.2	位修改指令 .....	(57)
3.8.3	位逻辑运算操作指令 .....	(58)
3.9	访问 I/O 口指令的使用说明 .....	(59)
	习题 .....	(59)
<b>第 4 章</b>	<b>MCS—51 汇编语言程序设计 .....</b>	<b>(62)</b>
4.1	程序设计语言概述 .....	(62)
4.1.1	机器语言 .....	(62)
4.1.2	汇编语言 .....	(62)
4.1.3	高级语言 .....	(63)
4.2	汇编语言程序设计的特点及伪指令 .....	(63)
4.2.1	汇编语言程序设计的特点 .....	(63)
4.2.2	伪指令 .....	(63)
4.3	单片机汇编语言程序设计 .....	(66)
4.3.1	程序设计的步骤 .....	(66)
4.3.2	结构化程序设计 .....	(67)
4.3.3	子程序设计 .....	(72)

4.4	单片机汇编语言程序设计举例 .....	(76)
4.4.1	算术运算程序 .....	(76)
4.4.2	数制转换程序 .....	(78)
4.4.3	查表程序 .....	(80)
4.4.4	数据排序程序 .....	(83)
4.4.5	散转程序 .....	(85)
4.4.6	软件定时程序 .....	(87)
4.4.7	其他程序 .....	(88)
	习题 .....	(89)
<b>第5章</b>	<b>MCS—51 定时器/计数器及其应用</b> .....	<b>(91)</b>
5.1	定时器的结构及工作原理 .....	(91)
5.2	定时器的工作方式寄存器和控制寄存器 .....	(93)
5.2.1	工作方式寄存器 TMOD .....	(93)
5.2.2	控制寄存器 TCON .....	(93)
5.3	定时器的工作方式 .....	(94)
5.3.1	方式0 .....	(94)
5.3.2	方式1 .....	(95)
5.3.3	方式2 .....	(96)
5.3.4	方式3 .....	(96)
5.4	定时器的编程和应用举例 .....	(97)
5.4.1	编程说明 .....	(97)
5.4.2	应用举例 .....	(98)
	习题 .....	(100)
<b>第6章</b>	<b>MCS—51 中断系统</b> .....	<b>(102)</b>
6.1	概述 .....	(102)
6.1.1	中断的概念 .....	(102)
6.1.2	中断的好处 .....	(102)
6.1.3	常用的中断源 .....	(103)
6.1.4	中断的功能 .....	(103)
6.2	MCS—51 中断系统 .....	(104)
6.2.1	MCS—51 中断源 .....	(104)
6.2.2	中断控制 .....	(106)
6.2.3	中断响应与中断处理 .....	(108)
6.3	中断程序设计及举例 .....	(110)
6.3.1	中断初始化程序 .....	(110)
6.3.2	中断服务程序 .....	(110)
6.3.3	中断应用举例 .....	(111)
6.4	外部中断源的扩展 .....	(113)
6.4.1	用定时器 T0、T1 作为外部中断扩展 .....	(113)
6.4.2	用中断与查询相结合的方法扩展外部中断 .....	(114)



习题 .....	(115)
<b>第 7 章 MCS—51 串行通信及其应用 .....</b>	<b>(116)</b>
7.1 概述 .....	(116)
7.1.1 串行通信的字符格式 .....	(116)
7.1.2 串行通信的数据通路形式 .....	(118)
7.1.3 串行通信的传送速率 .....	(118)
7.2 通用的异步接收器/发送器 UART .....	(119)
7.3 MCS—51 的串行通信接口 .....	(121)
7.3.1 串行口的控制寄存器 .....	(121)
7.3.2 串行接口的工作方式 .....	(122)
7.3.3 波特率设计 .....	(125)
7.3.4 主从式多机通信的原理 .....	(127)
7.4 串行通信应用举例 .....	(128)
7.4.1 移位寄存器方式(串行口方式 0)应用实例 .....	(128)
7.4.2 双机、多机通信应用 .....	(130)
习题 .....	(141)
<b>第 8 章 存储器扩展技术 .....</b>	<b>(142)</b>
8.1 系统扩展概述 .....	(142)
8.2 程序存储器 ROM 的扩展 .....	(143)
8.2.1 常用程序存储器的介绍 .....	(144)
8.2.2 MCS—51 程序存储器的扩展 .....	(147)
8.3 数据存储器 RAM 的扩展 .....	(152)
8.3.1 常用的静态数据存储器(SRAM)介绍 .....	(152)
8.3.2 MCS—51 数据存储器的扩展 .....	(153)
8.3.3 用 E <sup>2</sup> PROM 作为外部数据存储器 .....	(156)
习题 .....	(156)
<b>第 9 章 并行和串行口扩展技术 .....</b>	<b>(158)</b>
9.1 并行 I/O 口的扩展 .....	(158)
9.1.1 8255 通用可编程并行接口电路 .....	(158)
9.1.2 8155 可编程并行 I/ORAM 接口 .....	(164)
9.1.3 用数据总线和中规模集成电路扩展 I/O 接口 .....	(169)
9.2 串行口的扩展技术 .....	(172)
9.2.1 可编程通信接口 8251 .....	(172)
9.2.2 8251A 的应用举例 .....	(178)
9.3 I <sup>2</sup> C 总线的串行扩展技术 .....	(180)
9.3.1 串行总线和串行接口概述 .....	(180)
9.3.2 I <sup>2</sup> C 总线特性 .....	(182)
9.3.3 I <sup>2</sup> C 总线虚拟技术 .....	(183)
习题 .....	(191)
<b>第 10 章 键盘和显示接口 .....</b>	<b>(192)</b>

10.1	键盘设计	(192)
10.1.1	键盘的基本工作原理	(192)
10.1.2	键的识别	(193)
10.1.3	抖动和重键问题的解决	(197)
10.1.4	键盘工作方式	(197)
10.2	七段码 LED 显示器及其接口	(202)
10.2.1	七段码 LED 显示器的结构	(202)
10.2.2	七段码 LED 显示器的工作方式和显示程序	(203)
10.3	LCD 液晶显示器及其接口	(211)
10.3.1	LCD 液晶显示器的结构	(211)
10.3.2	LCD 液晶显示器的驱动方式和工作原理	(211)
10.3.3	$\mu$ PD7225 可编程 LCD 驱动器及其应用	(213)
	习题	(218)
<b>第 11 章</b>	<b>定时器和 A/D、D/A 扩展技术</b>	<b>(219)</b>
11.1	定时器/计数器的扩展	(219)
11.1.1	8253 可编程定时器/计数器介绍	(219)
11.1.2	8253 的接口和应用举例	(224)
11.2	D/A、A/D 的扩展	(226)
11.2.1	D/A 转换器接口	(226)
11.2.2	A/D 转换器接口	(236)
	习题	(246)
<b>第 12 章</b>	<b>单片机应用系统的设计</b>	<b>(248)</b>
12.1	单片机应用系统的开发过程	(248)
12.1.1	技术方案论证	(248)
12.1.2	硬件系统的设计	(249)
12.1.3	应用软件的设计	(250)
12.1.4	硬件、软件系统的调试	(250)
12.1.5	EPROM 的固化	(250)
12.2	单片机硬件系统的设计	(251)
12.2.1	元件的选取	(251)
12.2.2	硬件电路的设计原则	(251)
12.2.3	单片机资源的分配	(252)
12.2.4	印制电路板的设计	(253)
12.2.5	硬件可靠性的设计	(253)
12.3	单片机软件系统的设计	(254)
12.3.1	任务的确定	(254)
12.3.2	软件结构的设计	(254)
12.4	单片机应用系统的调试	(255)
12.4.1	硬件的调试方法	(255)
12.4.2	软件的调试	(256)

12.4.3	系统联调 .....	(258)
12.4.4	现场调试 .....	(258)
12.5	单片机的开发工具及选择 .....	(258)
12.5.1	仿真器的种类简介 .....	(258)
12.5.2	仿真器的选择 .....	(259)
12.5.3	其他工具的选择 .....	(260)
12.6	单片机系统抗干扰技术 .....	(260)
12.6.1	硬件抗干扰措施 .....	(261)
12.6.2	软件抗干扰措施 .....	(262)
附录 A	MCS—51 指令表 .....	(264)
附录 B	ASCII 码表 .....	(269)
参考文献	.....	(270)

# 第 1 章 绪 论

## 1.1 单片机基础知识

### 1.1.1 什么是单片机

#### 1. 单片微型计算机

自从 1946 年世界上第一台计算机 ENIAC 诞生以来, 计算机技术取得了迅猛的发展, 从电子管、晶体管、集成电路到超大规模集成电路计算机都与微电子技术的发展密切相关。单片微型计算机是大规模集成电路发展的产物。

根据美籍匈牙利科学家冯·洛依曼提出的存储原理, 一个完整的计算机包括运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部件。如果把运算器和控制器集成在一块芯片上, 就构成了中央处理器 (CPU)。将它与大规模集成电路组成的存储单元、输入和输出接口用总线结构连接起来, 就构成了微型计算机。而将这些部分都集成在一块芯片上, 就构成了单片微型计算机 (Single Chip Microcomputer), 简称单片机。

单片机是把组成微型计算机的各种功能部件, 包括中央处理单元 (CPU)、随机存储器 (RAM)、程序存储器 (ROM)、定时器/计数器及输入/输出接口等部件都集成在一块芯片上, 构成一个完整的微型计算机系统, 实现微型计算机的基本功能。

单片机分为通用和专用两种类型。通用型单片机是一种基本芯片, 内部功能及资源丰富, 可覆盖多种用途。用户可根据需要设计成各种不同的计算机控制系统, 即有一个再设计的过程。专用型单片机在设计时已对系统结构进行了简化, 对软、硬件进行了优化, 功能单一, 往往是针对某一特定的产品, 可靠性高, 成本低。本书主要介绍的是通用型单片机。

由于单片机实质上是一个芯片, 在实际应用中大都嵌入到控制系统中, 所以单片机系统也叫嵌入式系统。

#### 2. 单片机与单片机系统

单片机应用系统是以单片机为核心, 配以控制、输入/输出、显示等外围电路和软件, 可实现一种或多种功能的应用系统。单片机系统是由硬件和软件组成的。硬件是应用系统的基础。软件是在硬件的基础上合理安排及使用系统资源, 用于完成系统功能。两者缺一不可, 相辅相成。

### 1.1.2 单片机主流系列

大规模集成电路的发展导致了微处理器的发展。单片机的产生、发展与微处理器的产生、

发展大体一致。世界上一些著名的半导体厂多生产单片机。美国 Intel 公司是最早推出单片机的大公司之一。下面我们以 Intel 公司为例来介绍单片机的发展历史。单片机的发展大致经历了五个阶段。

第一阶段（1971~1974年）：美国 Intel 公司在 1971 年 11 月推出了 4 位微处理器 Intel4004，内含随机存储器 RAM 和只读存储器 ROM，构成了第一台 MCS—4 微型计算机。1972 年 4 月，Intel 公司又推出了功能较强的 8 位微处理器 Intel8008。在此期间，Fairchild 公司也推出了 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 MCS—48 为代表。这个系列的单片机内集成有 8 位 CPU、I/O 接口、8 位定时器/计数器，寻址范围不大于 4KB，无串行接口。

第三阶段（1978~1983年）：高性能单片机阶段。这一阶段的单片机普遍带有串行 I/O 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，寻址范围可达 64KB，有的片内还带有 A/D 转换器接口。这类单片机以 Intel 公司的 MCS—51 为代表。这类单片机的应用领域广泛，各家公司正在大力改善其结构及性能。其各类产品是目前国内、外产品的主流。

第四阶段（1983~1990年）：8 位单片机的巩固和 16 位单片机的推出。也是单片机向微控制器发展的阶段。此阶段的主要特征是：一方面发展 16 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，以满足不同用户的需求。Intel 公司推出的 MCS—96 系列单片机，将一些用于测控系统的模/数转换器、程序运行监视器、脉宽调制器等纳入片中，体现了单片机的微控制器特征。随着 MCS—51 系列的广泛应用，许多电气厂商竞相使用 80C51，以此为内核，将许多测控系统中使用的电路技术、接口技术、多通道 A/D 转换部件、可靠性技术等应用到单片机中，增强了外围电路的功能，强化了智能控制的特征。

第五阶段（1990~至今）：微控制器的全面发展阶段。随着单片机在各个领域全面、深入的发展和运用，出现了高速、大寻址范围、强运算能力的 8 位/16 位/32 位通用型单片机，以及小型廉价的专用型单片机。

### 1.1.3 单片机芯片技术的发展趋势

目前，单片机正朝着高性能和多品种方向发展。趋势将是进一步向着 CMOS 化、低功耗、小体积、大容量、高性能、低价格和外围电路内装化等几个方面发展。单片机的主要发展趋势如下。

(1) CMOS 化。CMOS 芯片除了有低功耗特性之外，还具有功耗的可控性，使单片机可以工作在功耗精细管理状态。近年来，由于 CHMOS 技术的进步，大大地促进了单片机的 CMOS 化。在单片机领域，CMOS 正在逐渐取代 TTL 电路。在芯片型号中，带有字母“C”的为 CHMOS 芯片，如 87C51、89C51 等。

(2) 低功耗化。单片机的功耗低至 2mW，使用电压在 3~6V 之间，可完全采用电池工作。低功耗化不仅是功耗低，而且还带来了产品的高可靠性、高抗干扰能力及产品的便携化。

(3) 低电压化。几乎所有的单片机都有 WAIT、STOP 等省电运行方式。允许使用的电压范围越来越宽，一般在 3~6V 范围内工作。低电压供电的单片机电源下限已可达 1~2V。目前，0.8V 供电的单片机已经问世。

(4) 低噪声与高可靠性。为提高单片机的抗电磁干扰能力,使产品能适应恶劣的工作环境,满足电磁兼容性方面更高标准的要求,各单片机厂家在单片机内部电路中都采用了新的技术措施。

(5) 大容量化。一般单片机内的 ROM 容量为 1~4KB, RAM 容量为 64~128B。在需要复杂控制的场合,该存储容量是不够的,必须进行存储单元的扩充。为了适应这种领域的要求,应使片内存储器大容量化。目前,单片机内 ROM 的最大容量可达 64KB, RAM 的最大容量为 2KB。

(6) 高性能化。进一步改进 CPU 的性能,加快指令运算的速度和提高系统控制的可靠性。采用精简指令集 (RISC) 结构和流水线技术,可以大幅度提高运行速度。这类单片机的运算速度比标准的单片机高出 10 倍以上。由于这类单片机具有极高的指令速度,可以用软件模拟其 I/O 功能,由此引入了虚拟外设的新概念。

(7) 小容量、低价格化。与上述相反,以 4 位、8 位机为中心的小容量、低价格化也是发展趋势之一。这类单片机的用途是把以往用数字逻辑集成电路组成的控制电路单片化,可广泛应用于家电产品中。

(8) 外围电路内装化。随着集成度的不断提高,有可能把众多的各种外围功能器件集成在片内。除了一般必须具有的 ROM、RAM、定时器/计数器及中断系统外,随着单片机档次的提高及测控功能的要求,片内可集成的部件还有模/数转换器、DMA 控制器、声音发生器、监视定时器、液晶显示驱动器、彩色电视机及录像机用的锁相电路等。

(9) 串行扩展技术。各种类型片内程序存储器的发展,加之外围接口不断进入片内,推动了单片机“单片”应用结构的发展。特别是 I<sup>2</sup>C、SPI、1-Wires 等串行总线的引入,均使单片机的引脚设计得更少、单片机系统结构更加简化及规范化。

随着半导体集成工艺的不断发展和提高,单片机的集成度将更高,体积将更小,功能将更强。在单片机家族中,80C51 系列是其中的佼佼者。Intel 公司将其 MCS-51 系列中的 80C51 内核使用权以专利互换或出售形式转让给全世界许多著名集成电路制造厂商,如 Philips、NEC、Atmel、AMD 及华邦等。这些公司在保持与 80C51 单片机兼容的基础上改善了 80C51 的许多特性。这样,80C51 就变成有众多制造厂商支持的、发展出上百品种的大家族,现统称为 80C51 系列。80C51 单片机已成为单片机发展的主流。

## 1.2 单片机的应用

### 1.2.1 单片机的应用

在日常生活和生产的各个领域,凡是有自动控制要求的地方,都会有单片机的影子,也即单片机的应用已经相当普及。单片机的应用有利于系统的小型化、智能化及多功能化。单片机的应用从根本上改变了传统的控制系统设计思想和设计方法。从前必须由模拟电路或数字电路实现的大部分功能,现在已能用单片机通过软件方法来实现了。用软件代替部分硬件,使系统软件化并提高性能,是传统控制技术的一次革命。

单片机的应用具有软件和硬件相结合的特点,因而设计者不但要熟练掌握单片机的编程技术,还要有较强的单片机硬件方面的知识。

由于单片机具有显著的优点,故已成为科技领域的有力工具,人类生活的得力助手。它的应用遍及各个领域,主要表现在以下几个方面:

(1) 智能仪表。单片机广泛地用于各种仪器、仪表中,故使仪器、仪表智能化,集测量、处理及控制功能于一体,并可以提高测量的自动化程度和精度,简化仪器、仪表的硬件结构,提高其性能价格比。这些特点不仅可使传统的仪器、仪表发生根本的变革,也给传统的仪器、仪表行业进行技术改造带来曙光。

(2) 机电一体化。机电一体化是机械工业发展的方向。机电一体化产品是指集成机械技术、微电子技术及计算机技术于一体,具有智能化特征的机电产品。例如,微机控制的车床、钻床等,采用单片机可提高其可靠性及增强系统功能,降低控制成本。单片机作为产品中的控制器,能充分发挥其体积小、可靠性高及功能强等优点,大大提高了机器的自动化、智能化程度。

(3) 实时控制。单片机广泛地用于各种实时控制系统中。例如,工业控制系统、自适应控制系统及数据采集系统等各种实时控制系统中,都可以用单片机作为控制器。单片机的实时数据处理能力和控制功能,可使系统保持在最佳工作状态,提高系统的工作效率和产品质量。

(4) 分布式多机系统。在复杂的控制系统中,常采用分布式多机系统。多机系统由若干台功能各异的单片机组成,可各自完成特定的任务。它们之间通过串行通信相互联系、协调工作。单片机在这种系统中往往作为一个终端机,安装在系统的某些节点上,对现场信息进行实时的测量和控制。单片机的高可靠性和强抗干扰能力,使它可以置于恶劣环境的前端工作。

(5) 人类生活。自从单片机诞生以后,它就步入了人类生活,如洗衣机、电冰箱、电子玩具及收录机等家用电器配上单片机后,提高了智能化程度,增加了功能,倍受人们喜爱。单片机将使人类生活更加方便、舒适、丰富多彩。

(6) 智能接口。计算机系统有许多外部通信、采集、多路分配管理及驱动控制等接口。这些外部设备与接口如果完全由主机进行管理,则势必造成主机负担过重,从而降低运行速度。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,可大大提高系统的运行速度。

21世纪是全人类进入计算机时代的世纪,许多人不是在制造计算机便是在使用计算机。在使用计算机的人们中,只有从事嵌入式系统应用的人才真正地进入到计算机系统的内部软、硬件体系中,才能真正领会计算机的智能化本质并掌握智能化设计的知识。从学习单片机应用技术入手是掌握计算机应用软、硬件技术的最佳方法之一。

## 1.2.2 单片机应用系统的分类

按照单片机系统扩展与系统配置状况,单片机应用系统可分为最小系统、最小功耗系统及典型系统等。

### 1. 最小应用系统

最小应用系统是指能维持单片机运行的最简单的配置系统。这种系统成本低廉、结构简单,常构成一些简单的控制系统,如开关状态的输入/输出控制等。

片内有 ROM/EPROM 的单片机,其最小应用系统即为配有晶振、复位电路、电源及必要的软件组成的单个单片机。

片内无 ROM/EPROM 的单片机, 其最小应用系统除了外部配置晶振、复位电路、电源及必要的软件外, 还应外接 EPROM 或 EEPROM 作为程序存储器用。

## 2. 最小功耗应用系统

最小功耗应用系统是指在保证系统正常运行的情况下, 系统的功率消耗最小。这是单片机应用系统中的一个引人注目的构成方式。在设计 CMOS 型单片机芯片结构时, 一般都为构成最小功耗应用系统提供了必要的条件。这类单片机中都设置了低功耗运行的 Wait 和 Stop 方式。

设计最小功耗应用系统时, 必须使系统内的所有器件、外设都有最小的功耗, 而且能运行在 Wait 和 Stop 方式。

最小功耗应用系统常用在便携式、手提式等袖珍式智能仪表、野外工作仪表及在无源网络、接口中的单片机工作子站。

## 3. 典型应用系统

典型应用系统是指以单片机为核心, 配以输入、输出、显示及控制等外围电路和软件, 实现一种或多种功能的实用系统。由于单片机主要用于工业控制, 因此其典型应用系统应具备有前向传感器通道、后向驱动通道及基本的人机对话手段。它包括了系统扩展与系统配置两部分内容。系统扩展是指在单片机中, ROM、RAM 及 I/O 口等片内部件不能满足系统要求时, 在片外扩展相应的部分以弥补单片机内部资源的不足。系统配置是指单片机为满足应用要求时应配置的基本外部设备, 如键盘、显示器等。

# 1.3 MCS—51 系列单片机

## 1.3.1 MCS—51 系列单片机分类

MCS—51 系列单片机属中、高档 8 位单片机, 是使用最为广泛的单片机。因此本书主要以 MCS—51 系列单片机为研究对象, 介绍其内部的硬件结构、指令、工作原理及系统设计。

MCS—51 系列单片机的分类见表 1-1。

表 1-1 MCS—51 系列单片机分类

系列	型号	片内存储器		片外存储器寻址范围		I/O 口线		中断源 (个)	定时器/计数器 (个×位)
		ROM	RAM	RAM	EPROM	并行(位)	串行		
51 子 系 列	8031, 80C31	无	128B	64KB	64KB	32	UART	5	2×16
	8051, 80C51	4KBROM							
	8751, 87C51	4KBEPROM							
	8951, 89C51	4KBEEPROM							
52 子 系 列	8032, 80C32	无	256B	64KB	64KB	32	UART	6	3×16
	8052, 80C52	8KBROM							
	8752, 87C52	8KBEPROM							
	8952, 89C52	8KBEEPROM							



51 子系列是基本型, 而 52 子系列则属于增强型。从表 1-1 中可以看出, 52 子系列较 51 子系列增强了如下性能:

- (1) 片内 ROM 由 4KB 增加到 8KB;
- (2) 片内 RAM 由 128B 增加到 256B;
- (3) 定时器/计数器由 2 个增加到 3 个;
- (4) 中断源由 5 个增加到 6 个。

### 1.3.2 MCS—51 单片机的结构特点

虽然单片机是指集成在一块芯片上的微型计算机, 但在结构上有它自己的如下特点:

(1) 单片机在存储结构上的特点是, 程序寄存器和数据寄存器在空间分开, 可采用不同的寻址方式, 使用两个不同的地址指针 (PC 指向程序计数器, DPTR 指向数据存储器)。采用这种结构主要是考虑到工业控制中往往需要较大的程序空间和较少的数据空间, 当然用户可根据需要将其都扩充到 64KB。

(2) 单片机输入/输出接口的特点是, 引脚在程序控制下有第二功能, 可供设计者灵活选择。如当需要系统扩展时, 则数据线和地址线低 8 位分时复用通道 P<sub>0</sub> 口, 地址高 8 位和其他信号可合用通道 P<sub>2</sub> 口, 功能变换和选择由相应的指令完成。单片机 I/O 引脚一线多功能的特点方便了用户的设计, 在组成系统时可自行选择。

(3) 单片机的另一特点是, 内部含有一个全双工的异步通信接口, 即可同时发送和接收数据。这可以很方便地组成分布式控制系统。

(4) 单片机内部有专门的位处理机, 具有较强的位处理功能。这为单片机的按位控制提供了很大的方便。

单片机的特点还有很多, 这里只列出主要的特点。读者从开始学习就应该注意这些特点。这对掌握今后所学的内容十分重要。

## 习 题

1. 什么是单片机? 什么是单片机系统?
2. 单片机有何特点?
3. 单片机主要应用于哪些领域?
4. 在单片机应用系统中的硬件与软件是什么关系? 软件如何实现对硬件的控制?
5. 观察大街上的电子广告, 思考它是如何实现的?
6. 简述 MCS—51 单片机的特点及分类。