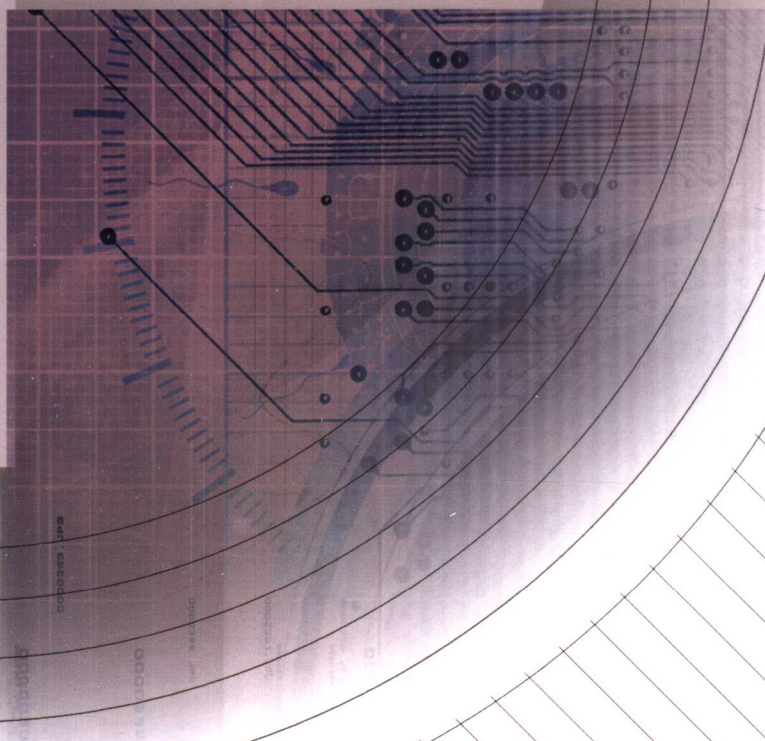


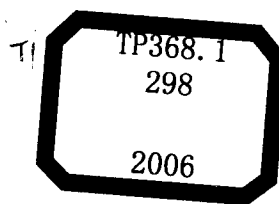
■ 主 编 黄友锐

单片机 原理及应用

DANPIANJI YUANLI JI YINGYONG



合肥工业大学出版社



单片机原理及应用

主 编 黄友锐

副主编 孙 力 胡云龙

胡社教 程志友

合肥工业大学出版社

单片机原理及应用

主编 黄友锐

责任编辑 陆向军

出版 合肥工业大学出版社
地址 合肥市屯溪路 193 号
邮编 230009
电话 总编室:0551-2903038
发行部:0551-2903198
网址 www.hfutpress.com.cn
E-mail press@hfutpress.com.cn

版次 2006 年 11 月第 1 版
印次 2006 年 11 月第 1 次印刷
开本 787×1092 1/16
印张 16.25 字数 382 千字
发行 全国新华书店
印刷 安徽江淮印务有限公司

ISBN 7-81093-369-8/TP·25

定价:24.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社发行部联系调换

前 言

单片机自 20 世纪 70 年代问世以来,作为微计算机的一个很重要的分支,应用广泛,发展迅速,已对人类社会产生了巨大的影响。尤其是 MCS-51 系列单片机,由于其具有集成度高、处理功能强、可靠性好、系统结构简单、价格低廉、易于使用等优点,在我国已经得到广泛的应用并取得了令人瞩目的成果。尽管目前世界各大公司研制的各种高性能的、不同型号的单片机在不断问世,但由于 MCS-51 单片机易于学习、掌握,性价比高,并且以 MCS-51 单片机基本内核为核心的各种扩展型、增强型的单片机不断推出,所以在今后若干年内,MCS-51 系列单片机仍是我国在单片机应用领域的首选机型。

本书可作为高等院校电气信息类专业学生的教科书,也可作为从事单片机应用的广大科技人员的参考书。编者力图使本书有助于读者采用单片机为各自所从事的学科解决实际问题。因此,在编写本书时,力求深入浅出,通俗易懂,并注重理论联系实际,着重实际应用。书中提供了大量实用电路和程序,供读者引用和参考。

本书共分为 8 章,第 1 章介绍了单片机的发展趋势和应用。第 2 章介绍了 MCS-51 单片机的硬件结构。第 3 章介绍了 MCS-51 单片机指令系统及汇编语言程序设计。第 4 章介绍了 MCS-51 的中断系统及应用。第 5 章介绍了定时/计数器的结构、工作方式和应用。第 6 章介绍了串行通信的基本知识和应用。第 7 章介绍了单片机系统扩展技术及应用。第 8 章以具体的实例介绍了 MCS-51 应用系统设计和开发。

本书由黄友锐担任主编,具体分工如下:第 1 章、第 2 章、第 5 章、第 8 章中的单片机最小系统设计制作由黄友锐编写,第 3 章由孙力编写,第 4 章由胡社教编写,第 6 章、第 7 章由程志友编写,第 8 章由胡云龙编写。

在本书的编写过程中,得到了许多同志的大力支持和帮助,合肥工业大学出版社为本书的出版给予了大力支持和帮助,作者在这里一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,错漏和不妥之处在所难免,敬请各位读者批评指正。

编 者

2006 年 11 月

目 录

第1章 绪 论

1.1 单片机的历史及发展趋势	(1)
1.2 单片机的应用	(2)
1.3 MCS-51 系列单片机	(3)
1.4 8 位单片机的主要生产厂家和机型	(5)
复习思考题	(7)

第2章 MCS-51 单片机的结构

2.1 MCS-51 单片机内部结构	(8)
2.2 MCS-51 的引脚	(9)
2.3 MCS-51 的微处理器	(12)
2.4 MCS-51 存储器的结构	(14)
2.5 并行 I/O 端口	(19)
2.6 时钟电路与时序	(23)
2.7 单片机的复位电路	(25)
复习思考题	(26)

第3章 MCS-51 单片机指令系统及汇编语言程序设计

3.1 指令系统概述	(27)
3.2 指令格式	(27)
3.3 MCS-51 指令系统的寻址方式	(28)
3.4 MCS-51 单片机指令系统	(33)
3.5 汇编语言程序设计	(54)
复习思考题	(70)

第4章 MCS-51 的中断系统

4.1 中断系统的概念	(72)
4.2 MCS-51 中断请求源	(73)
4.3 MCS-51 中断系统结构	(74)
4.4 中断处理过程	(77)
4.5 中断请求的触发方式和撤消	(80)
4.6 中断的扩展	(81)
4.7 中断系统的应用	(85)

复习思考题	(94)
第 5 章 定时/计数器	
5.1 定时/计数器的结构	(95)
5.2 定时/计数器的工作方式	(98)
5.3 定时/计数器的编程和应用	(103)
复习思考题	(104)
第 6 章 串行通信接口	
6.1 串行通信的基本知识	(105)
6.2 MCS-51 单片机的串行接口	(109)
6.3 串行通信应用举例	(114)
复习思考题	(120)
第 7 章 单片机系统功能扩展	
7.1 概述	(122)
7.2 外部存储器扩展	(124)
7.3 I/O 口扩展	(131)
7.4 D/A 和 A/D 转换器的接口设计	(141)
7.5 键盘/显示器接口设计	(150)
复习思考题	(165)
第 8 章 单片机应用系统设计和开发	
8.1 MCS-51 单片机应用系统的设计和开发过程	(166)
8.2 MCS-51 单片机应用系统设计举例	(170)
附录 1 MCS-51 指令表(按代码排列)	(210)
附录 2 MCS-51 指令表(按字母排列)	(216)
附录 3 悬挂运动控制系统程序清单	(221)
附录 4 失真度仪部分程序清单	(244)
参考文献	(251)

第1章 绪 论

1.1 单片机的历史及发展趋势

1.1.1 单片机的发展历史

单片机根据其基本操作处理的位数可分为8位单片机、16位单片机和32位单片机。

1971年微处理器研制成功不久,就出现了单片机。单片机的发展历史可分为三个阶段:

第一阶段(1976~1978):低性能单片机阶段。以Intel公司制造的MCS-48单片机为代表,这种单片机内集成有8位的CPU、并行I/O口、8位定时器/计数器、RAM和ROM等,但是不足之处是无串行口,中断处理比较简单,片内程序存储器和数据存储器的容量较小,且寻址范围不大于4K字节。

第二阶段(1978~1982):高性能单片机阶段。这个阶段推出的单片机普遍带有串行I/O口,多级中断系统,16位定时器/计数器,片内ROM、RAM容量加大,且寻址范围可达64K字节,有的片内还带有A/D转换器。这类单片机的典型代表是Intel公司的MCS-51系列和Motorola公司的6801和Zilog公司的Z8等。由于这类单片机的性能价格比高,已被广泛应用,是目前应用数量较多的单片机。

第三阶段(1982~现在):8位单片机巩固发展及16位单片机、32位单片机推出阶段。16位单片机的典型产品如Intel公司生产的MCS-96系列单片机,其集成度已达120 000管子/片,主频为12MHz,片内RAM为232字节,ROM为8K字节,中断处理为8级,而且片内带有多通道10位A/D转换器和高速输入/输出部件(HSI/HSO),实时处理能力很强。32位单片机除了具有更高的集成度外,其数据处理速度比16位单片机提高许多,性能比8位、16位单片机更加优越。

1.1.2 单片机的发展趋势

单片机的发展趋势将向大容量、高性能化、外围电路内装化等方向发展。为满足不同用户的要求,各公司竞相推出能满足不同需要的产品。

1. CPU的改进

(1)采用双CPU结构,以提高处理能力。

(2)增加数据总线宽度,单片机内部采用16位数据总线,其数据处理能力明显优于一般8位的单片机。

2. 存储器的发展

(1)加大存储容量。单片机片内程序存储容量可达28K字节,甚至达128K字节。

(2)片内程序存储器采用闪烁(Flash)存储器。闪烁存储器能在+5V下读写,既有静态RAM读写操作简便,又有掉电时数据不会丢失的优点。片内闪烁存储器的使用,大大简化了应用系统结构。

3. 片内 I/O 口的改进

(1) 增加并行口的驱动能力。这样可以减少外部驱动芯片。有的单片机能直接输出大电流和高电压,以便能直接驱动 LED 和 VFD(荧光显示器)。

(2) 有些单片机设置了一些特殊的串行接口功能,为构成分布式、网络化系统提供了方便条件。

4. 外围电路内装化

随着集成电路技术及工艺的不断发展,所需的众多的外围电路被装入单片机内,即系统的单片机化是目前单片机发展趋势之一。

5. 低功耗化

8 位的单片机中有二分之一的产品已 CMOS 化,CMOS 芯片的单片机具有功耗小的优点,而且为了充分发挥低功耗的特点,这类单片机普遍配置有 Wait 和 Stop 两种工作方式。例如采用 CHMOS 工艺的 MCS-51 系列单片机 8031/80C51/87C51 在正常运行(5V, 12MHz)时,工作电流为 16mA,同样条件下 Wait 工作方式时,工作电流为 3.7mA,而在 Stop 方式(2V)时,工作电流仅为 50nA。

综观单片机的发展历程,单片机今后将向多功能、高性能、高速度、低电压、低功耗、低价格、外围电路内装化及片内存储器容量增加和 Flash 存储器化方向发展。

1.2 单片机的应用

单片机以其卓越的性能,在下述的各个领域得到了广泛的应用。

1. 工业自动化

在自动化技术中,无论是过程控制技术、数据采集还是测控技术,都离不开单片机。在工业自动化的领域中,机电一体化技术将发挥越来越重要的作用,在这种集机械、微电子和计算机技术为一体的综合技术(例如机器人技术)中,单片机将发挥非常重要的作用。

2. 智能仪器仪表

目前对仪器仪表的自动化和智能化要求越来越高。在智能仪器仪表中,单片机应用十分普及。单片机的使用有助于提高仪器仪表的精度和准确度,简化结构,减少体积而便于携带和使用,加速仪器仪表向数字化、智能化、多功能化方向发展。

3. 消费类电子产品

该应用主要反映在家电领域。目前,家电产品的一个重要发展趋势是不断提高其智能化程度,例如,洗衣机、电冰箱、空调器、电视机、微波炉、手机、IC 卡、汽车电子设备等。在这些设备中使用了单片机后,其功能和性能大大提高,并实现了智能化、最优化控制。

4. 通信方面

在调制解调器、程控交换技术以及各种通信设备中,单片机得到了广泛的应用。

5. 武器装备

在现代化的武器装备中,如飞机、军舰、坦克、导弹、鱼雷制导、智能武器装备中,航天飞机导航系统,都有单片机嵌入其中。

6. 终端及外部设备控制

计算机网络终端设备,如银行终端,以及计算机外部设备,如打印机、硬盘驱动器、绘图机、传真机、复印机等,其中都使用了单片机。

7. 多机分布式系统

可用多片单片机构成分布式测控系统,它使单片机的应用提高到了一个新的水平。

综上所述,在工业自动化、智能仪器仪表、家用电器以及国防尖端技术等领域,单片机都发挥着十分重要的作用。

1.3 MCS-51 系列单片机

20 世纪 80 年代以来,单片机的发展非常迅速,世界上一些著名厂商投放市场的产品就有几十个系列,数百个品种,其中有 Motorola 公司的 6801、6802, Zilog 公司的 Z8 系列, Rockwell 公司的 6501、6502 等。此外,荷兰的 PHILIPS 公司、日本 NEC 公司及日立公司等也不甘落后,相继推出了各自的单片机品种。

尽管单片机的品种很多,但是在我国使用最多的是 Intel 公司的 MCS-51 系列单片机。MCS 是 Intel 公司生产的单片机的系列符号,例如 MCS-48、MCS-51、MCS-96 系列单片机。MCS-51 系列是在 MCS-48 系列的基础上于 20 世纪 80 年代初发展起来的,是最早进入国内的单片机主流品种之一。

MCS-51 系列单片机既包括三个基本型 8031、8051、8751,也包括对应的低功耗型 80C31、80C51、87C51,虽然它是 8 位的单片机,但是具有品种全、兼容性强、性能价格比高等特点,且软硬件应用设计资料丰富齐全,已为我国广大工程技术人员所熟悉。因此,MCS-51 系列单片机在我国得到了广泛的应用。

MCS-51 系列单片机的使用温度范围如表 1-1 所示。

表 1-1 MCS-51 的使用温度

民品	0℃ ~ + 70℃
工业品	-40℃ ~ + 85℃
军品	-65℃ ~ + 125℃

设计者可以根据不同的应用环境温度需要来选择不同的品种。20 世纪 80 年代中后期,Intel 公司以专利转让的形式把 8051 内核技术转让给了许多半导体芯片生产厂家,如 AT-MEL、PHILIPS、ANALOGDEVICES、DALIAS 公司等。这些厂家生产的芯片是 MCS-51 系列的兼容产品,准确地说是与 MCS-51 指令系统兼容的单片机。这些兼容机与 8051 的系统结构(主要是指令系统)相同,采用 CMOS 工艺,因而常用 80C51 系列来称呼所有具有 8051 指令系统的单片机。它们对 8051 一般都做了扩充,使其更有特点,且功能和市场竞争力更强,不应该直接称之为 MCS-51 系列单片机,因为 MCS 只是 Intel 公司专用的单片机系列符号。近年来,世界上单片机芯片生产厂商推出的与 8051 兼容的主要产品如表 1-2 所示。

表 1-2 与 80C51 兼容的主要产品

生产厂家	单片机型号
美国 ATMEL 公司	AT89 系列(89C51、89C52、89C55 等)
荷兰 PHILIPS(飞利浦)公司	80C51、8×C552 系列
Cygnal 公司	C80C52F 系列高速 SOC 单片机

(续表)

生产厂家	单片机型号
LG 公司	GMS90/97 系列低价高速单片机
ADI 公司	AD μ C8 $\times\times$ 系列高精度单片机
美国 Maxim 公司	DS89C420 高速(50MIPS)单片机系列
华邦公司	W78C51、W77C51 系列高速低价单片机

目前, MCS-51 系列单片机衍生机型仍为我国单片机应用的主流系列, 在最近的若干年内仍是工业检测、控制应用领域内的主角。

MCS-51 系列单片机有多种品种。它们的指令系统相互兼容, 主要在内部硬件结构上有些区别。目前, 使用的 MCS-51 系列单片机及其兼容产品通常分成以下几类。

1. 基本型

典型产品: 8031/8051/8751。8031 内部包括一个 8 位的 CPU, 128 字节的 RAM, 21 个特殊功能寄存器(SFR), 4 个 8 位并行 I/O 口, 1 个全双工串行口, 2 个 16 位定时器/计数器, 但片内无程序存储器, 需外扩 EPROM 芯片。

8051 是在 8031 的基础上, 片内又集成有 4K 字节的 ROM, 是一个程序存储器不超过 4K 字节的小系统。ROM 内的程序是公司制作芯片时为用户烧制的, 所以 8051 被广泛用于批量大的单片机产品中。

8751 是在 8031 的基础上, 增加了 4K 字节的 EPROM, 它构成了一个程序不大于 4K 字节的系统。用户可以将程序固化在 EPROM 中, EPROM 中的内容可反复擦写修改。但其价格相对于 8031 较高。8031 外扩一片 4K 字节的 EPROM 就相当于 8751。

2. 增强型

Intel 公司在 MCS-51 系列三种基本型号产品基础之上, 又推出增强型系列产品, 即 52 子系列, 典型产品: 8032/8052/8752。它们内部 RAM 增到 256 字节, 8052、8752 的内部程序存储器扩展到 8K 字节, 16 位定时/计数器增至 3 个, 6 个中断源, 串行口通信速率提高 5 倍。

3. 低功耗型

代表性产品为: 80C31/87C51/80C51, 均采用 CMOS 工艺, 功耗很低。例如, 8051 的功耗为 630mW, 而 80C51 的功耗只有 120mW, 它们用于低功耗的便携式产品或航天技术中。此类单片机有两种掉电工作方式: 一种是 CPU 停止工作, 其他部分仍继续工作; 另一种是除片内 RAM 继续保持数据外, 其他部分都停止工作。此类单片机的功耗低, 非常适于电池供电或其他要求低功耗的场合。

4. 专用型

如 Intel 公司的 8044/8744, 它们在 8051 的基础上, 又增加一个串行接口部件, 主要用于利用串行口进行通信的总线分布式多机测控系统。

再如美国 Cypress 公司最近推出的 EZUSR-2100 单片机, 它是在 8051 单片机内核的基础上, 又增加了 USB 接口电路, 可用于 USB 串行接口通信。

5. 超 8 位型

在 8052 的基础上, 采用 CHMOS 工艺, 并将 MCS-96 系列(16 位单片机)中的一些 I/O 部

件,如高速输入/输出(HSI/HSO)、A/D转换器、脉冲宽度调制(PWM)、看门狗定时器等移植进来构成新一代的 MCS-51 产品,其功能介于 MCS-51 和 MCS-96 之间。PHILIPS 公司生产的 80C552/87C552/83C552 系列单片机即为此类产品。目前此类单片机在我国已得到了较为广泛的使用。

6. 片内闪烁存储器型

随着半导体存储器制造技术和大规模集成电路制造技术的发展,片内带有闪烁(Flash)存储器的单片机在我国已得到广泛的应用。例如,美国 ATMEL 公司推出的 AT89C51 单片机。

在众多的 MCS-51 单片机及各种增强型、扩展型等衍生品种的兼容机中,PHILIPS 公司生产的 80C552/87C552/83C552 系列单片机和美国 ATMEL 公司的 AT89C51 单片机在我国使用较多,尤其是美国 ATMEL 公司推出 AT89C51 单片机。它是一个低功耗、高性能的含有 4K 字节闪烁存储器的 8 位 CMOS 单片机,时钟频率高达 20MHz,与 MCS-51 的指令系统和引脚完全兼容。闪烁存储器允许在线(+5V)电擦除、电写入或使用。

编程器对其重复编程。此外,AT89C51 还支持由软件选择的两种掉电工作方式,非常适于电池或有低功耗要求的场合。由于片内带 EPROM 的 87C51 价格偏高,AT89C51 芯片内的 4K 字节闪烁存储器可在线编程或使用编程器重复编程,且价格较低,因此,AT89C51 受到了应用设计者的欢迎。此外,PHILIPS 公司生产的 80C58 单片机,内部集成有 32K 字节的闪烁存储器,可满足具有较大规模测控程序的场合。

尽管 MCS-51 系列单片机有多种类型,但是掌握好 MCS-51 基本型(8031、8051、8751 或 80C31、80C51、87C51)十分重要,因为它们是具有 MCS-51 内核的各种型号单片机的基础,也是各种增强型、扩展型等衍生品种的核心。

1.4 8 位单片机的主要生产厂家和机型

目前世界上较为著名的部分 8 位单片机的生产厂家和部分主要机型如下:

Intel(美国英特尔)公司:MCS-51/96 及其增强型系列。

NS(美国国家半导体)公司:NS8070 系列。

RCA(美国无线电)公司:CDP1800 系列。

TI(美国得克萨斯仪器仪表)公司:TMS7000 系列。

Cypress(美国 Cypress 半导体)公司:CYXX 系列。

Rockwell(美国洛克威尔)公司:6500 系列。

Motorola(美国摩托罗拉)公司:6805 系列。

Fairchild(美国仙童)公司:FS 系列和 3870 系列。

Zilog(美国齐洛格)公司:Z8 系列及 SUPER8 系列。

Atmel(美国 Atmel)公司:AT89 系列。

National(日本松下)公司:MN6800 系列。

Hitachi(日本日立)公司:HD6301、HD65L05、HD6305 系列。

NEC(日本电气)公司: μ COM87、(μ PD7800)系列。

Philips(荷兰飞利浦)公司:P89C51XX 系列。

其中 Intel 公司的 MCS-51 系列及其增强型系列在 8 位单片机市场中占的份额最大,达 50% 左

右。由于 MCS-51 系列单片机比 MCS-48 系列的性价比要高得多,所以自 1980 年 MCS-51 系列单片机推出至现在,其市场仍很坚挺,这已是我国在工业检测、控制领域中的优选机种和机型。

80C51 系列单片机是在 Intel 公司 MCS-51 基础上发展起来的,它以 MCS-51 系列中的 8051 为基础,发展了各种功能不同、结构不同、性能各异的各种单片机型号。许多半导体公司、电气厂商,如 Philips、Atmel、华邦、LG 都在发展 80C51 型号系列。不同厂家在发展 80C51 系列时,都保证所有型号的产品具有良好的兼容性,包括指令兼容、总线兼容和引脚兼容。

80C51 单片机按总线型式分类,可分为总线型和非总线型两类。总线型是指具有并行总线接口(P_0 、 P_2)可以向外扩展总线,引脚与 8051 一致。非总线型是指芯片已具有大量存储器,不向外送出并行扩展总线,适用于不需要并行扩展和不需要大量 I/O 口的场合。表 1-3 给出了 Philips、Atmel 公司的一些非总线型单片机型号及主要性能,图 1-1 给出了它们的 DIP 封装引脚图。

8XC748/750/(751)				8XC749(752)				8XC754			
P ₃₄	1	24	V _{CC}	P ₃₄	1	28	V _{CC}	RXD/T0/P ₃₄	1	28	P ₃₃
P ₃₃	2	23	P ₃₅	P ₃₃	2	27	P ₃₅	TXD/T1/P ₃₅	2	27	P ₃₂
P ₃₂	3	22	P ₃₆	P ₃₂	3	26	P ₃₆	ECI/P ₃₆	3	26	P ₃₁
P ₃₁	4	21	P ₃₇	P ₃₁	4	25	P ₃₇	INT ₁ /P ₃₇	4	25	P ₃₀
P ₃₀	5	20	P ₁₇ /T0	P ₃₀	5	24	P ₀₄ /PNT	RST	5	24	INT ₀ /P ₁₀
P ₀₂	6	19	P ₁₆	P ₀₂	6	23	P ₀₃	X ₂	6	23	CEX/P ₁₁
(SDA)/P ₀₁	7	18	P ₁₅	(SDA)/P ₀₁	7	22	P ₁₇ /T0	X ₁	7	22	V _{CC}
(SCL)/P ₀₀	8	17	P ₁₄	(SCL)/P ₀₀	8	21	P ₁₆ /INT ₁	V _{SS}	8	21	P ₁₂
RST	9	16	P ₁₃	RST	9	20	P ₁₅ /INT ₀	ZIN	9	20	XYDAC
X ₂	10	15	P ₁₂	X ₂	10	19	AV _{CC}	YIN	10	19	ZDAC
X ₁	11	14	P ₁₁	X ₁	11	18	AV _{SS}	XIN	11	18	XYSOURCE
V _{SS}	12	13	P ₁₀	V _{SS}	12	17	P ₁₄ /ADC ₄	XYZRANP	12	17	XYDACBIAS
				ADC0/P ₁₀	13	16	P ₁₃ /ADC ₃	AV _{SS}	13	16	VREG
				ADC0/P ₁₁	14	15	P ₁₂ /ADC ₂	AV _{CC}	14	15	DECOUPLE

89C1051/(2051)/4051				87LPC764			
RST	1	20	V _{CC}	CMP2/P ₀₀	1	20	P ₀₁ /CIN2B
(RXD)/P ₃₀	2	19	P ₁₇	P ₁₇	2	19	P ₀₂ /CIN2A
(TXD)/P ₃₁	3	18	P ₁₆	P ₁₆	3	18	P ₀₃ /CINIB
XTAL ₂	4	17	P ₁₅	RST/P ₁₅	4	17	P ₀₄ /CINIA
XTAL ₁	5	16	P ₁₄	V _{SS}	5	16	P ₀₅ /COMREF
INT0/P ₃₂	6	15	P ₁₃	X ₁ /P ₂₁	6	15	V _{DD}
INT1/P ₃₃	7	14	P ₁₂	X ₂ /CLKOUT/20	7	14	P ₀₆ /CMP1
T0/P ₃₄	8	13	P ₁₁ /AIN1	INT ₁ /P ₁₄	8	13	P ₀₇ /T1
P ₃₅	9	12	P ₁₀ /AIN0	SDA/INT ₀ /P ₁₃	9	12	P ₁₀ /IXD
GND	10	11	P ₃₇	SCL/T ₀ /P ₁₂	10	11	P ₁₁ /RXD

图 1-1 80C51 系列非总线型单片机

表 1-3 80C51 系列非总线型单片机

芯片 型号	ROM/KB		RAM/B	定时器/ 计数器	I/O	串行 接口	外部 中断	时钟频率/ MHz	特点
	Mask	OTP 或 Flash							
8XC748	2	2	64	1(16 位) /10 位	19	—	2	3.5~16	LED 驱动输出
8XC749	2	2	64	1(16 位) /1(10 位)	21	—	2	3.5~16	与通道 8 位 ADC, 8 位 PWM
8XC750	1	1	64	1(16 位)	19	—	2	3.5~40	高速时钟, LED 驱动输出
8XC751	2	2	64	1(16 位)	19	I ² C 位	2	3.5~16	LED 驱动输出
8XC752	2	2	64	1(16 位)	21	I ² C 位	2	3.5~16	与通道 8 位 ADC, 8 位 PWM
8XC754	4	4	256	2(16 位)	11	UART	2	3.5~16	PCA, 8 位 DAC, PWM, 参考和复用输入端
87LPC764	—	4	128	2(16 位) /WDT	15	I ² C、 UART	2	0~20	可编程 I/O, 2 个模拟 比较器, 低电平复位, LED 驱动输出
89C1051	—	1	64	1(16 位)	15	—	2	0~24	LED 驱动输出模拟比 较器
89C2051	—	2	128	2(16 位)	15	UART	2	0~24	LED 驱动输出模拟比 较器
89C4051	—	4	128	2(16 位)	15	UART	2	0~24	LED 驱动输出模拟比 较器

复习思考题

1-1 单片机的发展大致可分几个阶段? 各阶段的单片机功能特点如何?

1-2 新型 8 位单片机, 主要在哪几方面发展了? 使用新型 8 位单片机能给应用系统带来什么好处?

第2章 MCS-51 单片机的结构

2.1 MCS-51 单片机内部结构

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 4K 字节的掩模 ROM 程序存储器,8031 片内没有程序存储器,而 8751 是将 8051 片内的 ROM 换成 EPROM。本章将对 8051 单片机的结构作一介绍。

MCS-51 单片机是在一片芯片中集成了 CPU, RAM, ROM, 定时器/计数器和多种功能的 I/O 线等一台计算机所需要的基本功能部件。单片机内包含下列几个部件:

- (1)一个 8 位 CPU;
- (2)一个片内振荡器及时钟电路;
- (3)4K 字节 ROM 程序存储器;
- (4)128 字节 RAM 数据存储器;
- (5)两个 16 位定时器/计数器;
- (6)可寻址 64K 字节外部数据存储器 and 64K 字节外部程序存储器空间的控制电路;
- (7)32 条可编程的 I/O 线(四个 8 位并行 I/O 端口);
- (8)一个可编程全双工串行口;
- (9)具有 5 个中断源、2 个优先级嵌套中断结构。

8051 单片机框图如图 2-1 所示。各功能部件由内部总线连接在一起。图中 4K(4096)字节的 ROM 存储器部分用 EPROM 替换就成为 8751;图中去掉 ROM 部分就成为 8031 的结

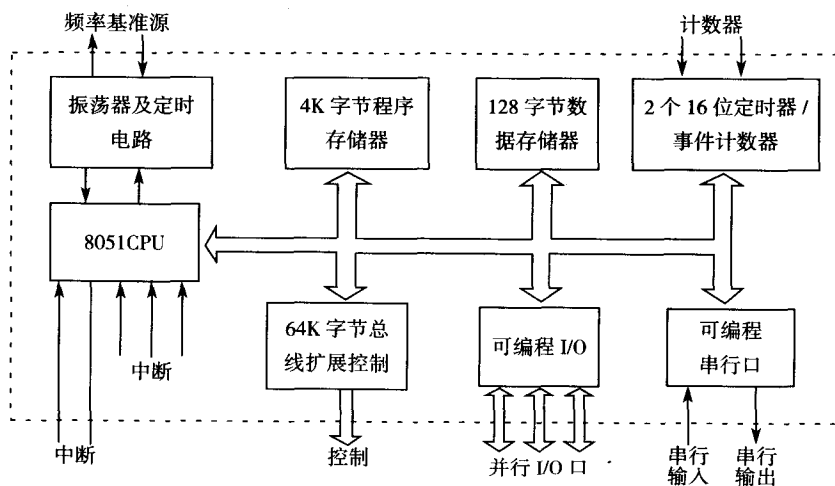


图 2-1 8051 单片机框图

构图。图 2-2 是 8051 内部结构框图。

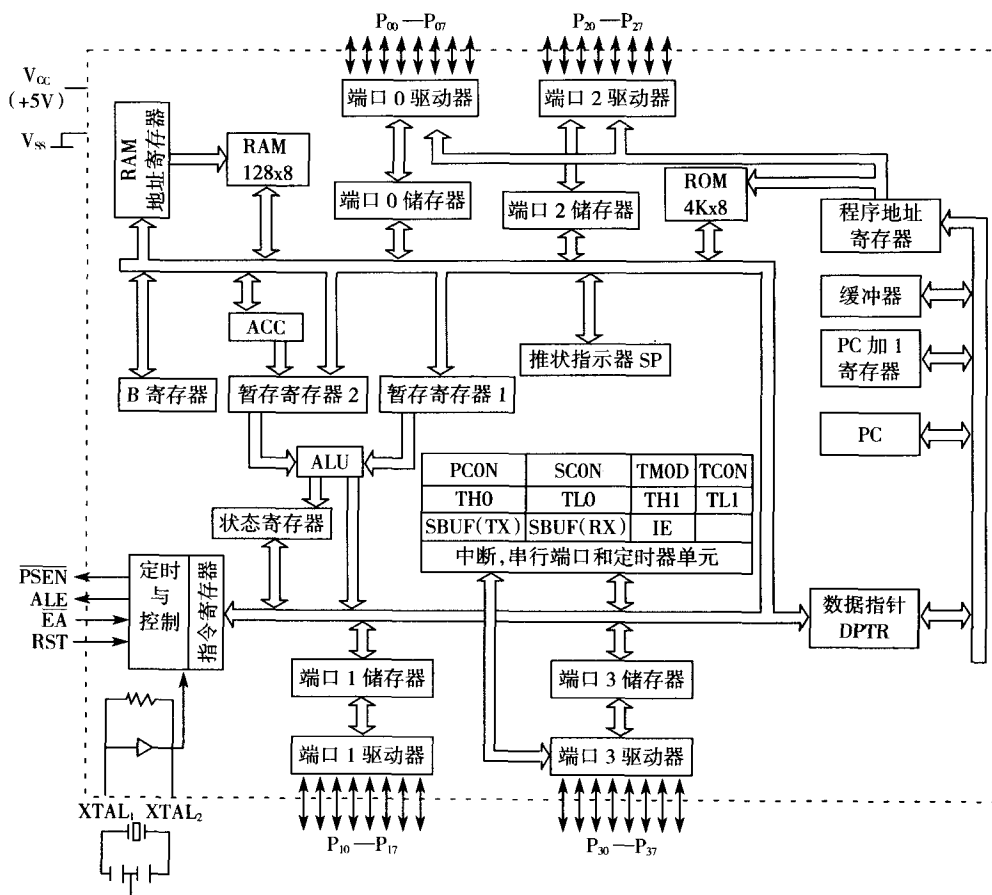


图 2-2 8051 内部结构框图

2.2 MCS-51 的引脚

掌握 MCS-51 单片机,应首先了解 MCS-51 的引脚,熟悉并牢记各引脚的功能。MCS-51 系列中各种型号芯片的引脚是相互兼容的。制造工艺为 HMOS 的 MCS-51 单片机都采用 40 只引脚的双列直插封装(DIP)方式,如图 2-3 所示。目前大多数为此类封装方式。制造工艺为 CHMOS 的 80C51/80C52 除采用 DIP 封装方式外,还采用方形封装方式,为 44 只引脚,如图 2-4 所示。

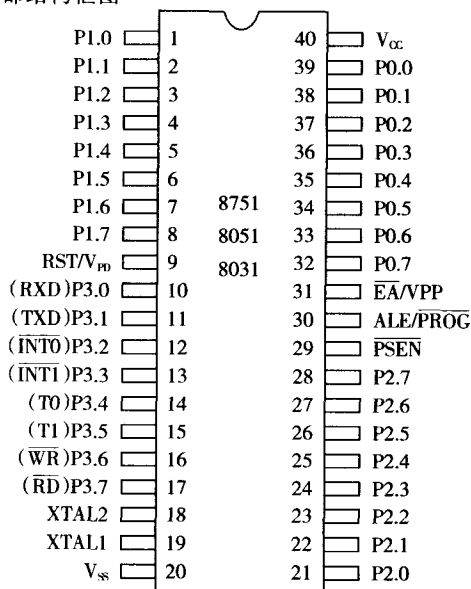


图 2-3 MCS-51 双列直插封装方式的引脚

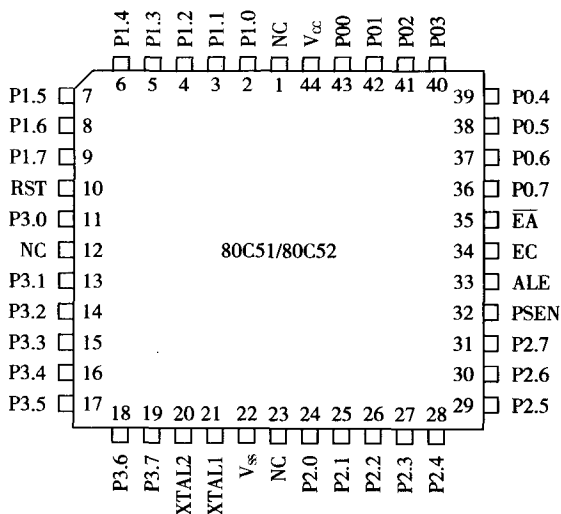


图 2-4 MCS-51 的方形封装方式的引脚

40 只引脚按其功能来分,可分为三类:

- (1) 电源及时钟引脚: V_{CC} , V_{SS} ; XTAL1、XTAL2。
- (2) 控制引脚: $\overline{PSEN}$ 、ALE、 $\overline{EA}$ 、RST(即 RESET)。
- (3) I/O 口引脚: P0、P1、P2、P3 为 4 个 8 位 I/O 口的外部引脚。

下面结合图 2-3 来介绍各引脚的功能。

2.2.1 电源及时钟引脚

1. 电源引脚

电源引脚接入单片机的工作电源。

- (1) V_{CC} (40 脚): 接 +5V 电源;
- (2) V_{SS} (20 脚): 接地。

2. 时钟引脚

两个时钟引脚 XTAL1、XTAL2 外接晶体与片内的反相放大器构成了一个振荡器,它为单片机提供了时钟控制信号。2 个时钟引脚也可外接晶体振荡器。

(1) XTAL1 (19 脚): 接外部晶体的一个引脚。该引脚是内部反相放大器的输入端。这个反相放大器构成了片内振荡器。如果采用外接晶体振荡器时,此引脚接地。

(2) XTAL2 (18 脚): 接外部晶体的另一端,在该引脚内部接至内部反相放大器的输出端。若采用外部时钟振荡器时,该引脚接收时钟振荡器的信号,即把此信号直接接到内部时钟发生器的输入端。

2.2.2 控制引脚

此类引脚提供控制信号,有的引脚还具有复用功能。

1. RST/ V_{PD} (9 脚)

RST(RESET)是复位信号输入端,高电平有效。当单片机运行时,在此引脚加上持续时间大于两个机器周期(24 个时钟振荡周期)的高电平时,就可以完成复位操作。在单片机正常

工作时,此引脚应为低电平。

V_{PD} 为本引脚的第二功能,即备用电源的输入端。当主电源 V_{CC} 发生故障,降低到某一规定值的低电平时,将+5V 电源自动接入 RST 端,为内部 RAM 提供备用电源,以保证片内 RAM 中的信息不丢失,从而使单片机在复位后能正常运行。

2. ALE/ $\overline{PROG}$ (Address Latch Enable/PROGramming,30 脚)

ALE 为地址锁存允许信号,当单片机上电正常工作后,ALE 引脚不断输出正脉冲信号。当访问单片机外部存储器时,ALE 输出信号的负跳沿用作低 8 位地址的锁存信号。即使不访问外部锁存器,ALE 端仍有正脉冲信号输出,此频率为时钟振荡频率 f_{osc} 的 1/6。但是,每当访问外部数据存储器时(即执行 MOVX 类指令),在两个机器周期中 ALE 只出现一次,即丢失一个 ALE 脉冲。因此,严格说来,用户不宜用 ALE 作精确的时钟源或定时信号。ALE 端可以驱动 8 个 LS 型 TTL 负载。如果想判断单片机芯片的好坏,可用示波器查看 ALE 端是否有正脉冲信号输出。如果有脉冲信号输出,则单片机基本上是好的。

$\overline{PROG}$ 为本引脚的第二功能。在对内 EPROM 型单片机(例如 8751)编程写入时,此引脚作为编程脉冲输入端。

3. $\overline{PSEN}$ (Program Strobe Enable,29 脚)

程序存储器允许输出控制端。在单片机访问外部程序存储器时,此引脚输出的负脉冲作为读外部程序的选通信号。此脚接外部程序存储器的 $\overline{OE}$ (输出允许)端。 $\overline{PSEN}$ 端可以驱动 8 个 LS 型 TTL 负载。

如果检查一个 MCS-51 单片机应用系统上电后,CPU 能否正常到外部程序存储器读取指令码,也可用示波器查 $\overline{PSEN}$ 端有无脉冲输出,如有则说明单片机应用系统基本工作正常。

4. $\overline{EA}/V_{PP}$ (Enable Address/Voltage Pulse of Programing,31 脚)

$\overline{EA}$ 功能为内外程序存储器选择控制端。当 $\overline{EA}$ 为高电平时,单片机访问内部程序存储器,但在 PC(程序计数器)值超过 0FFFH 时(对于 8051、8751 为 4KB),将自动转向执行外部程序存储器内的程序。当保持低电平时,则只访问外部程序存储器,不论是否有内部程序存储器。对于 8031 来说,因其无内部程序存储器,所以该脚必须接地,选择外部程序存储器。

V_{PP} 为本引脚第二功能。在对 EPROM 型单片机 8751 片内 EPROM 固化编程时,用于施加较高编程电压(例如 +21V 或 +12V)的输入端,对于 89C51 则 V_{PP} 电压为 +12V 或 +5V。

2.2.3 I/O 口引脚

(1)P0 口:双向 8 位三态 I/O 口,此口为地址总线(低 8 位)及数据总线分时复用口,可驱动 8 个 LS 型 TTL 负载。

(2)P1 口:8 位准双向 I/O 口,可驱动 4 个 LS 型 TTL 负载。

(3)P2 口:8 位准双向 I/O 口,与地址总线(高 8 位)复用,可驱动 4 个 LS 型 TTL 负载。

(4)P3 口:8 位准双向 I/O 口,双功能复用口,可驱动 4 个 LS 型 TTL 负载。

P1 口、P2 口、P3 口各 I/O 口线片内均有固定的上拉电阻,当这 3 个准双向 I/O 口作输入口使用时,要向该口写“1”,另外准双向 I/O 口无高阻的“浮空”状态。P0 口线内无固定上拉电阻,由两个 MOS 管串接,即可开漏输出,有高阻的“浮空”状态,故称双向三态 I/O 口。