

新世纪理工系列

单片机 C 语言和汇编语言 实用开发技术

陈永明 编著

NEW CENTURY

中国电力出版社

TP368.1/435

2008

新世纪理工系列教材

单片机 C 语言和汇编语言 实用开发技术

陈洪财 编著

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书以 AT89S52 芯片为主全面地介绍了 MCS-51 系列单片机的基本原理和应用开发技术。本书根据作者多年的教学经验和单片机学习的特点,采用循序渐进、由浅入深的方法,介绍了 MCS-51 系列单片机的结构特点及其功能开发方法。

全书分为入门篇、深入篇和 C 语言篇。入门篇侧重于介绍基础知识,主要结合汇编语言介绍单片机的内部资源。深入篇侧重于单片机的定时器/计数器、中断等难度较大的内容,并结合实例介绍程序模块和编程思想。C 语言篇介绍 C51 语法和 C 语言,经过与汇编语言编程思想的对比,通过实例介绍混合编程的思想和方法。

本书的特点是实例新颖,程序完整,内容翔实,语言通俗易懂,实例实用性和针对性强,既适合作为高等院校通信、控制、电工电子等非计算机专业的教材,也可供有关技术培训及工程技术人员自学参考。

图书在版编目(CIP)数据

单片机 C 语言和汇编语言实用开发技术/陈洪财编著.

哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2008.5

ISBN 978-7-81133-336-7

I.单… II.陈… III.①单片微型计算机-C语言-程序设计 IV.②单片微型计算机-汇编语言-程序设计 IV.
TP368.1 TP31

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 055161 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 黑龙江省地质测绘印制中心印刷厂
开 本 787mm×1 092mm 1/16
印 张 17.25
字 数 418 千字
版 次 2008 年 5 月第 1 版
印 次 2008 年 5 月第 1 次印刷
印 数 1—2 000 册
定 价 27.50 元
<http://press.hrbeu.edu.cn>
E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

单片微型计算机作为计算机技术的一个重要分支,越来越受到工程技术人员的重视。由于单片机具有体积小、功能多、价格低廉、使用方便、系统设计灵活等优点,其应用日趋广泛和重要,这就推动了单片机技术的迅速发展,使其功能不断完善,应用日趋成熟。目前单片机广泛应用于工业控制、尖端武器、电子仪器、日用家电等各个领域。国内中高等学校电子技术、电力技术、自动控制、信息工程、计算机硬件等专业均开设了单片机课程。

单片机课程具有实践性强、难教难练的特点,这给初学者带来极大的困难,同时单片机的开发需要硬件基础,且软件繁多,一般需要汇编语言和 C 语言综合应用,这又给教师教学带来很大的困难。根据编者多年的教授经验,单片机的教授与学习应有不同于一般课程的特点,本书就是在编者多年的教学基础上编写而成的。本书的内容以单片机的功能开发和应用为主线,以需要掌握和使用单片机技术的中高等学校有关专业学生、工程技术人员作为主要的服务对象,从实用角度出发,力争用通俗易懂的语言,由浅入深,系统、详细地介绍增强型 MCS-51 系列单片机的硬件结构、指令系统、程序设计方法、接口技术等方面的基本知识。然后结合典型应用实例介绍单片机应用系统的开发过程、手段和设备。其中的程序都是完整的,不同的功能开发是基于相同的硬件电路,逐步由简单功能到复杂功能开发,一步步将程序分阶段编写和扩展,成为实用的强大功能。初学者可以根据书中的例子,对程序的编写和功能开发有一个完整的印象,通过阅读相关实例逐步体会到程序设计方法和技巧,硬件组成及连接、系统调试方法。同时尽量采用模块化的编程思想,使程序具有可移植性,注重典型性和代表性,以期达到举一反三的效果。内容安排上力求兼顾基础性、实用性和先进性。

在本教材的编写过程中,编者参照了国家教育部制定的对高等学校本科非计算机专业“微机原理及应用”课程教学的基本要求,同时参考了大量单片机方面的专业书籍和教材,着重从非计算机专业的特点,系统而详细地介绍了增强型 MCS-51 系列单片机的中断系统、串行扩展技术及常用外围芯片的应用,定时器/计数器、串行通信、A/D 和 D/A 转换接口、显示器、键盘接口以及单片机系统开发应用,并通过习题巩固每章节的内容。在编排顺序上,本书与以往多数单片机教材不同之处在于在介绍指令系统之后,安排汇编语言实用程序设计。这对指令系统的学习和单片机的理解起到良好的作用。出于对单片机实际开发的需要,本书安排了 C 语言的学习和应用,并通过实例讲解了 C 语言和汇编语言的混合编程。为了便于初学者理解和掌握,在内容安排上力求深入浅出,循序渐进,从基础理论到实践应用充分考虑所使用事例的典型性和实用性,本书主要具有以下特点。

(1)以汇编语言为基础,学习单片机的基础内容,强调 C 语言及 C 语言与汇编语言混合编程的实用性、重要性;

(2)针对目前国内流行的单片机机型,着眼于应用,力求在较短的时间内使学生掌握单片机的应用技术;

(3)基于单一的电路板编写程序,力求程序具有独立性、完整性,程序编写和功能开发由浅入深、由简到繁;

(4)程序具有模块化、可移植性的特点,有大量可借助的基本内容。

由于编者学识水平有限,加上时间仓促,书中的错误与不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者

2008 年 3 月

目 录

入 门 篇

第 1 章 单片机硬件体系简介	3
1.1 AT89 系列单片机简介	3
1.2 AT89C51, AT89C52 的外部引脚	6
1.3 I/O 口介绍	9
1.4 口操作	11
1.5 定时器	14
1.6 RST/VPD 脚	15
思考题及习题	16
第 2 章 开发单片机的软件环境	19
2.1 下载 Keil C51	19
2.2 Keil C 的使用方法	21
2.3 程序文件的修改和仿真	26
2.4 WAVE 6000 简单介绍	30
2.5 编程器的使用	35
2.6 烧录芯片	37
思考题及习题	37
第 3 章 单片机的指令系统	38
3.1 指令学习基础	38
3.2 复位及复位电路	44
3.3 8051 指令系统	46
3.4 算术运算类指令	55
3.5 伪指令	65
思考题及习题	67
第 4 章 制作你的单片机系统——学习编程	70
4.1 具体的单片机(AT89C51)系统电路制作	70
4.2 程序设计语言	70
4.3 给灯编点花样(流水灯)	73
4.4 让数码管显示一组数	75
4.5 显示相应的键盘号	79
4.6 利用键盘选中数码管及其数字的修改	87
4.7 多次时间设置功能的闹钟程序	95
思考题及习题	105

深入篇

第 5 章 中断控制	109
5.1 I/O 口的控制方式	109
5.2 中断控制	111
思考题及习题	123
第 6 章 定时/计数器	125
6.1 定时/计数器原理	125
6.2 定时/计数器的工作方式	127
6.3 使用 T0, T1 的注意事项及设置步骤	129
6.4 定时/计数器的基本应用	131
6.5 带有闹钟功能的实用时钟	137
6.6 定时/计数器 T2 的结构及控制	155
思考题及习题	160
第 7 章 串行通信系统	161
7.1 串行通信的种类	161
7.2 串行口工作方式及应用	167
7.3 两个 AT89S52 做单工发送数据(中断法)	173
7.4 两个 8051 做串行多工数据传输(查询法)	174
7.5 两个 8051 做串行多工数据传输(中断法)	176
7.6 多机通信原理	177
7.7 一个 8751(主)与两个 8751(副)做串行单工发送数据	178
7.8 一个 8751(主)与两个 8751(副)做串行多工发送数据	181
思考题及习题	185
第 8 章 模数 - 数模转换器	187
8.1 AD0804 介绍	187
8.2 AD0804 接口设计	188
8.3 由 AT89S52 读取 ADC 转换值	190
8.4 并行 A/D 转换器 ADC0809 及其接口电路	193
8.5 串行 A/D ADC0832 及其接口电路	197
8.6 数模转换器	200
8.7 测量 DAC 输出电压值	202
8.8 DAC0832 及其接口电路	204
8.9 DAC0832 应用	207
思考题及习题	208
第 9 章 I²C 扩展技术及应用系统	209
9.1 虚拟 I ² C 总线扩展 I/O 口	209
9.2 I ² C 总线 E ² PROM 芯片 AT24C02	209
9.3 将数据写入 AT24C02	211

9.4 将数据从 AT24C02 中读出	213
9.5 串行扩展 AT93C46 的特点、引脚功能和指令系统	214
9.6 AT93C46 读写应用	216
9.7 步进电机控制	224
思考题及习题	228

C 语 言 篇

第 10 章 嵌入式 C 语言程序设计	231
10.1 C51 数据类型及存储结构	231
10.2 用 C 编写跑马灯程序	235
10.3 Keil C 的实际应用	236
10.4 I/O 口的输入数据读取和控制	237
10.5 计时器 Timer 0 的溢出中断应用	238
10.6 外部中断 INT0	239
10.7 四只数码管的显示控制	241
10.8 4×4 小键盘	242
10.9 数字时钟	244
10.10 用 C 语言和汇编语言编写的基本程序模块对比	249
思考题及习题	253
第 11 章 C 语言和汇编语言混合编程	254
11.1 Keil C51 和 A51 接口所涉及的几个主要问题	254
11.2 在 C51 中调用汇编程序应用举例	256
11.3 在 C51 中调用汇编程序的一般过程	258
11.4 高级语言调用汇编语言子程序的应用(TLC549)	258
11.5 A/D 转换器 TLC0832 混合编程应用	261
附录 8051 指令表	264
参考文献	268

几 门 篇

第 1 章 单片机硬件体系简介

单片微型计算机简称单片机,它是在一块芯片上集成了 CPU、RAM、ROM、定时/计数器和各种 I/O 接口的器件。就其组成而言,单片机就是一个计算机,它具有许多运用于控制的指令和硬件支持。现在它被广泛应用于工业控制、外设控制及顺序控制中,所以又称作微控制器。

单片机自问世以来,它的应用日益广泛,性能不断提高和改善,在许多场合均有使用,尤其在工业控制、仪器仪表和家用电器等方面具有特殊的作用,其性能价格比优越、体积小、质量轻、可靠性和抗干扰性强,是智能仪表和控制器的理想控制部件。单片机的发展已经历了以下四代:

- 第一代,1971 年 ~ 1974 年,四位单片机;
- 第二代,1974 年 ~ 1978 年,低档八位单片机;
- 第三代,1978 年 ~ 1983 年,高性能的八位单片机;
- 第四代,1983 年 ~ 现今,32 位单片机。

20 世纪 80 年代初我国开始应用单片机,目前已普及到经济生活的各行各业,逐渐形成多国单片机互相竞争的局面,单片机正朝着多系列、多型号方向发展。目前 8 位单片机的主要生产厂家和机型有美国 Intel 公司的 MCS - 51 系列及其增强型、扩展型系列;美国 ATMEL 公司的 89C51、89C52、89C55、89S52 等;荷兰 PHILIPS 公司的 8xC552 系列。MCS - 51 系列单片机在我国得到了广泛的应用,其软件、硬件设计资料丰富齐全。

1.1 AT89 系列单片机简介

AT89 系列单片机是 ATMEL 公司生产的八位 Flash 系列单片机。这个系列单片机的最大特点是在片内含有 Flash 存储器。其应用十分广泛,特别是在便携式、省电及特殊信息保存的仪器和系统中显得更为有用。

目前,AT89 系列是市场上最常见的单片机,AT89C51,AT89C52,AT89S52 等是单片机爱好者钟爱的型号。

AT89 系列单片机是以 8051 核构成的,所以它和 8051 系列单片机是兼容的系列。这个系列对于以 8051 为基础的系统来说,是十分容易取代和组成的。故而对于熟悉 8051 的用户来说,用 ATMEL 公司的 89 系列单片机进行取代 8051 的系统设计是轻而易举的事。

1.1.1 AT89 系列单片机的优点

(1)内部含 Flash 存储器。在系统的开发过程中可以十分容易地进行程序的修改,这大大缩短了系统的开发周期。同时,在系统工作过程中能有效地保存一些数据信息,即使外界电源损坏也不会影响到信息的保存。

(2)80C51 兼容 89 系列单片机。所以,当用 89 系列单片机取代 80C51 时,可以直接进行代换。这时不管采用 40 引脚或是 44 引脚的产品,只要用相同引脚的 89 系列单片机取代

80C51 的单片机即可。

(3)静态时钟方式。89 系列单片机采用静态时钟方式,所以可以节省电能,这对于降低便携式产品的功耗十分有利。

(4)错误编程无废品产生。一般的 OTP 产品一旦编程错误就成了废品,而 89 系列单片机内部采用了 Flash 存储器,所以错误编程之后仍可以重新编程,直到正确为止,故不存在废品。

(5)可进行反复系统试验。用 89 系列单片机设计的系统可以反复进行系统试验;每次试验可以编入不同的程序,这样可以保证用户的系统设计达到最优,并且随用户的需要和发展还可以进行修改,使系统能不断满足用户的最新需求。

1.1.2 AT89 系列单片机的内部结构

AT89 系列单片机的内部结构和 80C51 相近,主要含有以下部件:

- | | |
|------------------|----------------|
| (1)8031 CPU; | (2)振荡电路; |
| (3)总线控制部件; | (4)中断控制部件; |
| (5)片内 Flash 存储器; | (6)片内 RAM; |
| (7)并行 I/O 接口; | (8)定时器; |
| (9)串行 I/O 接口; | (10)片内 EEPROM。 |

在 89 系列单片机中,AT89C1051 的 Flash 存储器容量最小,只有 1K,而 AT89S55 的 Flash 存储器容量最大,有 20K。在这个系列中,结构最简单的是 AT89C1051,它内部不含串行接口,最复杂的是 AT89S8252,它内部不但含标准的串行接口,还含有串行外围接口 SPI、Watchdog 定时器、双数据指针、EEPROM、电源下降的中断恢复等功能和部件。

89 系列单片机目前有多种型号,分别为 AT89C1051, AT89C2051, AT89C4051, AT89C51, AT89LV51, AT89C52, AT89S52, AT89LV52, AT89S8252, AT89LS8252, AT89C55, AT89LV55, AT89S53, AT89LS53, AT89S4D12 等。其中, AT89LV51, AT89LV52 和 AT89LV55 分别是 AT89C51, AT89C52 和 AT89C55 的低电压产品,最低电压可以低至 2.7 V;而 AT89C1051 和 AT89C2051 则是低档型低电压产品,它们仅有 20 个引脚,最低电压仅为 2.7 V。

1.1.3 AT89 系列单片机的型号编码

89 系列单片机的型号编码由三个部分组成,它们是前缀、型号和后缀,格式如下:

AT89C XXXXXXXX

其中 AT 是前缀,89CXXXX 是型号,XXXX 是后缀。

下面分别对这三个部分进行说明,并且对其中有关参数的表示和意义作具体的解释。

(1)前缀 由字母“AT”组成,表示该器件是 ATMEL 公司的产品。

(2)型号 “89CXXXX”中,9 表示内部含 Flash 存储器,C 表示为 CMOS。

“89LVXXXX”中,LV 表示低压产品,可在 2.7 ~ 6 V 电压范围内工作。

“89SXXXX”中,S 表示含有串行下载 Flash 存储器。

“XXXX”表示器件型号数,如 51,1051,8252 等。

(3)后缀 由“XXXX”四个参数组成,每个参数的表示和意义不同。在型号与后缀部分由“-”号隔开。

后缀中的第一个参数 X 用于表示速度,如 X = 12,表示速度为 12 MHz;X = 20,表示速度

为 20 MHz。

后缀中的第二个参数 X 用于表示封装,它的意义如下:

X = D,表示陶瓷封装。

X = J,表示 PLCC 封装。

X = P,表示塑料双列直插 DIP 封装。

X = W,表示裸芯片。

X = S,表示 SOIC 封装。

X = Q,表示 PQFP 封装。

X = A,表示 TQFP 封装。

X = W,表示裸芯片。

后缀中的第三个参数 X 用于表示温度范围,它的意义如下:

X = C,表示商业用产品,温度范围为 $0\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

X = I,表示工业用产品,温度范围为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

X = A,表示汽车用产品,温度范围为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +125\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

X = M,表示军用产品,温度范围为 $-55\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

后缀中的第四个参数 X 用于说明产品的处理情况,它的意义如下:

X 为空,表示处理工艺是标准工艺。

X = 883,表示处理工艺采用 MIL - STD - 883 标准。

1.1.4 89 系列单片机分类

AT89 系列单片机可分为标准型号、低档型号和高档型号三类。

1. 标准型单片机

标准型单片机有 89C51, 89LV51, 89C52, 89LV52, 89C55 和 89LV55 六种型号。

标准型 89 系列单片机是和 MCS - 51 系列单片机兼容的,在内部含有 4K, 8K 或 20K 可重复编程的 Flash 存储器,可进行 1 000 次擦写操作。全静态工作为 $0 \sim 33\text{ MHz}$,有三级程序存储器加密锁定,有内部含 128 ~ 256 字节的 RAM,有 32 条可编程的 I/O 端口,有 2 ~ 3 个 16 位定时器/计数器,有 4 ~ 8 级中断,有通用串行接口,有低电压空闲及电源下降方式。

2. 低档型单片机

低档型单片机有 AT89C1051 和 AT89C2051 两种型号。除并行 I/O 端口数较少之外,其他部件结构基本和 AT89C51 一样,但引脚只有 20 条。AT89C1051 的 Flash 存储器只有 1K, RAM 只有 64 个字节,内部不含串行接口,内部的中断响应只有 3 种,保密锁定位只有 2 位,这些也是和标准型 AT89C51 有区别的地方。AT89C2051 的 Flash 存储器只有 2K, RAM 只有 128 个字节,保密锁定位有 2 位。

3. 高档型单片机

高档型单片机有 AT89S53, AT89S8252, AT89S4D12 等型号,其是在标准型的基础上增加了以下功能。

(1) AT89S4D12 有 4K 可下载 Flash 存储器; AT89S8252 有 8K 可下载 Flash 存储器; AT89S53 有 12K 可下载 Flash 存储器。下载功能是由 IBM 微机通过 89 系列单片机的串行外围接口 SPI 执行的。

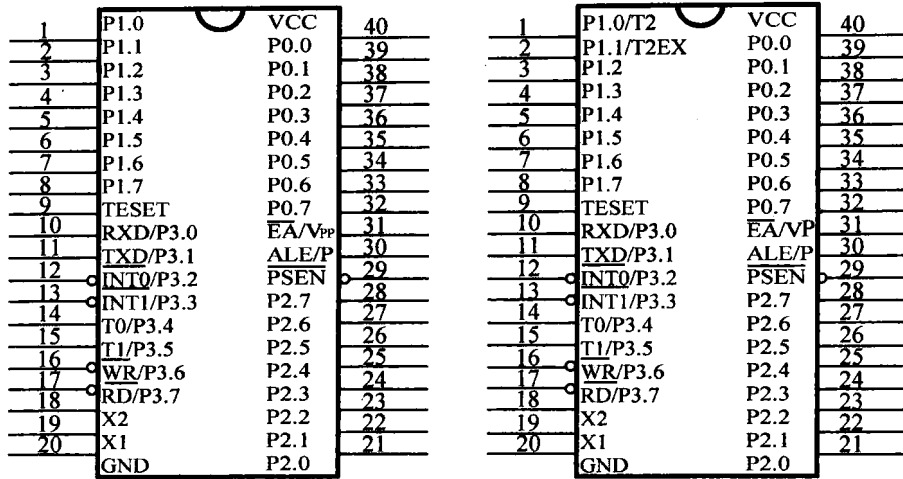
- (2)除 8K Flash 存储器外,AT89S8252 还含有一个 2K 的 EEPROM,从而提高了存储容量。
 - (3)含有 8 个中断源。
 - (4)含标准型和低档型所不具有的 SPI 接口。
 - (5)含有 Watchdog 定时器(看门狗定时器)。
 - (6)含有双数据指针。
 - (7)含有从电源下降的中断恢复。
 - (8)AT89S4D12 除了 4K 可下载 Flash 存储器之外,还有一个 128K 片内 Flash 数据存储器,12 MHz 内部振荡器,5 根可编程 I/O 口线。
- 值得注意的是,如果需要工作速度快应采用华邦 Turbo 8 位单片机,如华邦 W77 系列比 80C51 速度快 3 倍,工作频率达 40 MHz。

1.2 AT89C51,AT89C52 的外部引脚

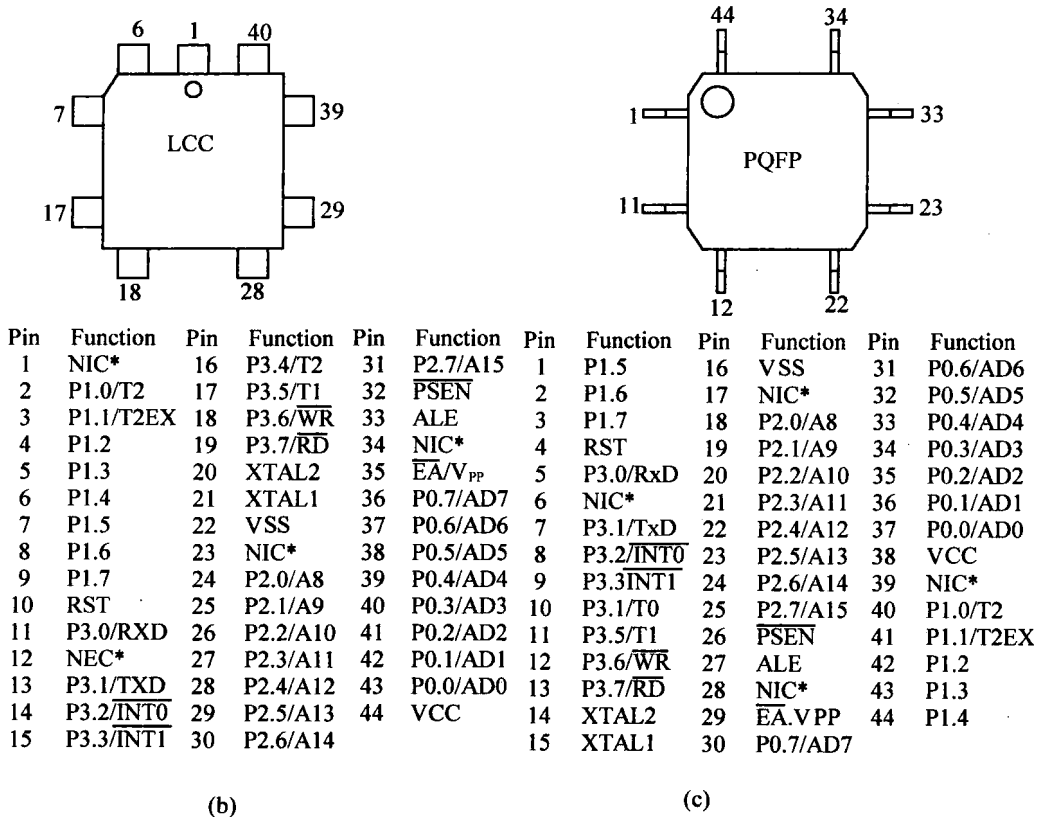
AT89C51,AT89C52 封装及外部引脚如图 1-1 所示,它的引脚解释如下。

- VSS:电路地电平。
- VCC:正常操作时的电源电压。
- P0 口:P0 口是一个 8 位开漏双向 I/O 口。它也是访问外部存储器的多路低位地址和数据总线(这时它有内部提升电阻)。在程序检验时它也输出指令字节。(在程序检验时需加外部提升电阻)。P0 口能吸入 8 个 LS TTL 电平输入。
- P1 口:P1 口是一个具有提升电阻的 8 位双向 I/O 口。在程序检验时,它接收低位地址字节。P1 口能吸入/放出 3 个 LS TTL 电平输入。它不需要外部提升电阻而能直接驱动 MOS 输入。AT89S52 的 P1.0 和 P1.1 具有第二功能,用于定时器 T2。
- P1.0:定时器 T2 计数输入端,定时器 T2 输出端。
- P1.1:定时器 T2 外部触发输入端。
- P2 口:P2 口是一个具有提升电阻的 8 位双向 I/O 口。访问外部存储器时它输出高位地址字节。在 8051 或 8751 程序检验时,它也接收高位地址和控制信号。P2 口能吸入/放出 3 个 LS TTL 电平输入。它不需要外部提升电阻而能直接驱动 MOS 输入。
- P3 口:P3 口是一个具有提升电阻的 8 位双向 I/O 口。它也用于实现特殊功能,如下表所示:

口	引脚第二功能
P3.0	RXD(串行输入口)
P3.1	TXD(串行输出口)
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$ (外部中断 0)
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$ (外部中断 1)
P3.4	T0(定时器 0 外部输入)
P3.5	T1(定时器 1 外部输入)
P3.6	$\overline{\text{WR}}$ (外部数据存储器写选通)
P3.7	$\overline{\text{RD}}$ (外部数据存储器读选通)



(a)



(b)

(c)

图 1-1 增强型 MCS-51 CPU 常见封装形式引脚排列

P3 口能吸入/放出 3 个 LSTTS 输入,它不需要外部提升电阻而直接驱动 MOS 输入。

- RST/VPD:振荡器工作时该引脚上两个机器周期的高电平复位本器件,有一个内部接地电阻,允许仅仅使用一个接收到 VCC 的电容实现加电复位。

- ALE/PROG:访问外部存储器时用于锁存地址低位字节的地址锁存允许输出。为了这个目的,即使不访问外部存储器,ALE 也以振荡频率的 1/6 的固定速率输出,因而它能用作外部时钟或作定时用(然而每次访问外部数据存储器时少输出一个 ALE 脉冲)。这个引脚也是 EPROM 编程时的编程脉冲输入(PROG)。

- PSEN:程序存储使能端。在从外部程序存储器取指时,PSEN 每个机器周期产生三次(然而执行外部程序存储器程序时,每次访问外部数据存储器期间将少输出 2 个 PSEN 脉冲)。在从外部程序存储器取指时,无 PSEN 脉冲。

- EA/VPP:EA 为高,CPU 执行内部程序存储器的指令(除非程序计数器超过 0FFFH);EA 为低,CPU 仅执行外部程序存储器的指令。使用 8031 时,EA 必须外接地。8751EPROM 编程时,这个引脚为 21 V 编程电源(VPP)的输入端。

- XTAL1:振荡器的反相放大器的输入,使用外部振荡器时必须接地。

- XTAL2:振荡器的反相放大器的输出和内部时钟发生器的输入,使用外部振荡器时用于输入外部振荡信号。

为了循序渐进地学习单片机的功能开发,本节只讲述外部引脚的第一功能,其控制方法将在第三章详述,对于其他功能,将在具体功能开发时讲述。

8051(8052 如 AT89S52)的基本特性如下:

- | | |
|-----------------------|------------------------------------|
| (1)3 位 CPU; | (2)可寻址 64K 字节外部数据存储器空间; |
| (3)片内振荡器; | (4)可寻址 64K 字节外部程序存储器; |
| (5)4K 字节(8K 字节)ROM; | (6)2 个(3 个(如 AT89S52))16 位定时器/计数器; |
| (7)128 字节(256 字节)RAM; | (8)5 个(6 个)中断源,有 4 个优先级; |
| (9)21 个(26 个)特殊功能寄存器; | (10)一个全双工串行口; |
| (11)32 根 I/O 线; | (12)有位寻址功能,适于布尔处理。 |

对于 AT89S52 还具有以下功能特性:

- | | |
|-----------------------|-------------------------------------|
| (1)兼容 MCS-51 指令系统; | (2)8K 可反复擦写(>1 000 次)ISP Flash ROM; |
| (3)3 个 16 位可编程定时/计数器; | (4)时钟频率 0~33 MHz; |
| (5)全双工 UART 串行中断口线; | (6)低功耗空闲和省电模式; |
| (7)中断唤醒省电模式; | (8)3 级加密位; |
| (9)看门狗(WDT)电路; | (10)软件设置空闲和省电功能; |
| (11)灵活的 ISP 字节和分页编程; | (12)双数据寄存器指针。 |

8051 这个名称一般常用来代表 8051,8031 和 8751。8031 是不能使用内部 ROM 的 8051,它从外部存储器取所有指令。8751 是一个用 EPROM 代替 ROM 的 8051。8051 的内部结构图如图 1-2 所示。

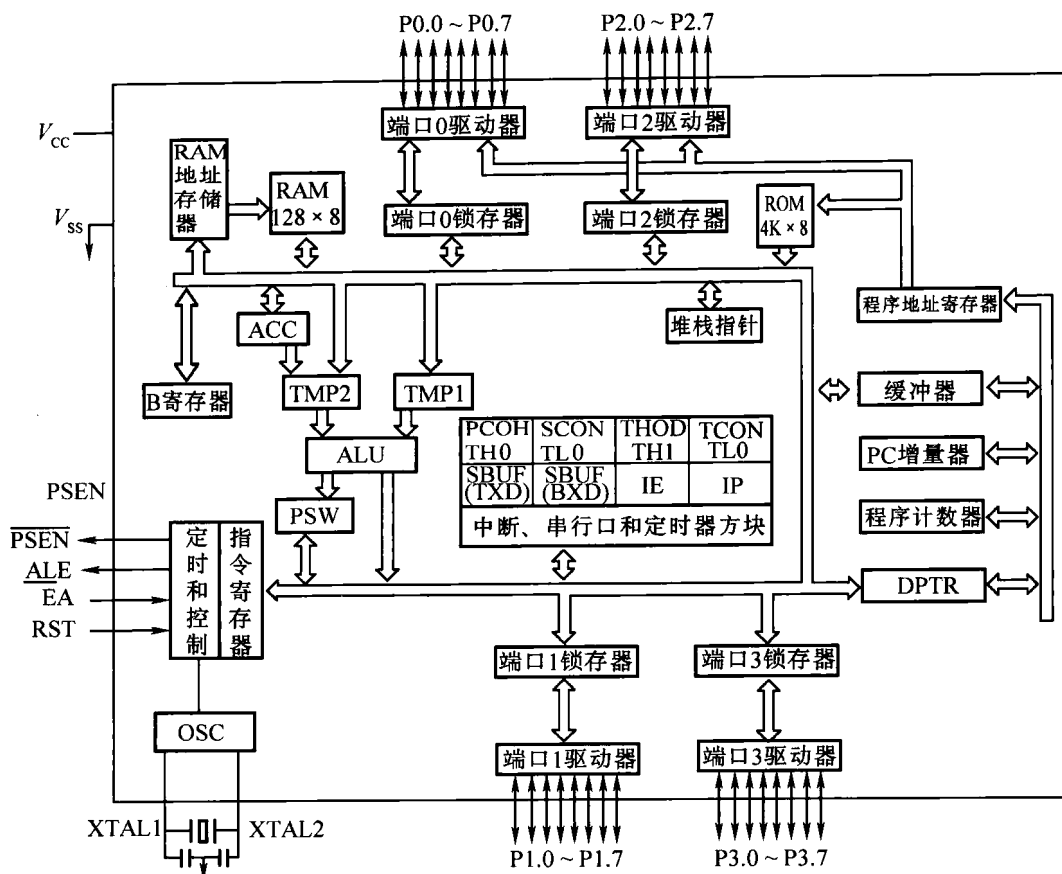


图 1-2 8051 内部结构图

1.3 I/O 口介绍

表面上看 8051 有 40 个引脚,初学者不好掌握,细分一下就好理解了。8051 的所有四个口都是双向的。P1 口、P2 口和 P3 口有内部提升电阻,P0 口为开漏输出。图 1-3 表明了四个口中每个口的一位功能框图。

每一根 I/O 线能独立地用作输入或输出。对于用作输入的线,该口线的锁存器必须存放 1,它关断输出驱动器 FET(场效应管)。对于 P1 口、P2 口和 P3 口,该引脚由内部的提升电阻拉到高电平,但是它能由外部源(输入)拉成低电平。对于 P0 口,口锁存器中的 1 使输出脚浮空。8051 中的所有口锁存器在复位时均置为 1。如果后来在口锁存器中写入过 0,则在需要时写入一个 1 使它再成为一个输入。

由于 P1 口、P2 口和 P3 口在用作输入时拉成高电平,因此它们有时被称为准双向口。作为输入,它们能用一般方法由任何 TTL 或 MOS 电路所驱动。由于具有内部提升电阻,它们也能由开集电极(OC)或开漏输出所驱动,因而不需要外加提升电阻。

P0 口与其他口不同,它没有内部提升电阻。除了在访问外部存储器时用作 ADDR/DATA