

单片机实用程序设计丛书

单片机C语言 及汇编语言实用程序设计

周 杰 张樱枝 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

单片机实用程序设计丛书

单片机C语言 及汇编语言实用程序设计

周杰 张樱枝 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书系统地介绍了 8051 单片机的硬件结构、硬件组成、指令系统、汇编语言、C 语言以及 C 语言和汇编语言混合编程等知识,并深入地介绍了高级编程知识,给出了大量的单片机应用实例。本书为每个知识点都提供了详细的实例。

全书共分为 12 章,全面详细地介绍了单片机硬件知识和软件编程方法。首先介绍了 8051 单片机的基本硬件知识、内部结构以及指令系统,接着介绍了单片机的程序设计语言——汇编语言和单片机 C 语言,然后介绍了单片机的开发环境、高级编程知识以及 C 语言和汇编语言的混合编程,最后列举了大量的单片机应用实例。

本书内容全面、结构紧凑、实例丰富。适合 51 系列单片机的初学者,对具有一定开发经验的设计人员也具有很好的参考价值。

图书在版编目 (CIP) 数据

单片机 C 语言及汇编语言实用程序设计 / 周杰, 张樱枝编著. —北京: 中国电力出版社, 2009

(单片机实用程序设计丛书)

ISBN 978-7-5083-8338-5

I. 单… II. ①周…②张… III. ①单片微型计算机-C语言-程序设计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 (2009) 第 001019 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 4 月第一版 2009 年 4 月北京第一次印刷

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 17.5 印张 424 千字

印数 0001—3000 册 定价: 28.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

8051 单片机是当前国内外工业测控领域内使用很广泛的一类 8 位微控制器,它的特点是使用方便、灵活,外围硬件支持十分丰富,世界上许多大的半导体生产厂商,如 Atmel、Dallas、TI 等公司都推出了具有各自特点的增强型 8051 系列单片机,使用户有了更大的选择空间。此外,世界上有许多软件公司致力于 8051 单片机高级编程语言的开发,其中,C 语言是一种特别适合于开发单片机程序的高级语言。

本书先从硬件入手,讲述了单片机的内部结构、硬件特点、外围扩展等基础硬件知识,为后续学习编程方法打下了坚实的基础。

本书详细地讲述了指令系统,介绍了汇编语言的编程方法,这是因为汇编语言具有运算效率高、占用存储空间小、实时性强、执行速度快等优点,能直接管理和控制存储器及硬件接口,充分发挥硬件的作用。掌握了汇编语言,就可以更好地理解高级编程语言。

本书着重讲述了 C 语言编程方法。C 语言是一种通用的程序设计语言,它的代码效率高,语言简洁、紧凑,运算符丰富,数据结构丰富,具有现代化语言的各种数据结构,具有良好的程序结构,允许直接访问物理地址,能够进行位操作,能够实现汇编语言的大部分功能,可以直接对硬件进行操作,适用于各种应用的程序设计,是目前使用较广的单片机编程语言。

C 语言可以和汇编语言混合编程。汇编语言可以直接操作硬件,运算速度快,但复杂的运算编程很耗时。而用汇编语言编写与硬件底层操作有关的程序,用 C 语言编写与硬件无关的运算程序,这样可充分发挥两种语言的长处,从而提高开发效率。本书介绍了 C 语言和汇编语言混合编程的规则,并举例说明了如何进行 C 语言和汇编语言的混合编程。

为了能够深入理解和掌握 C 语言与汇编语言的编程方法,本书介绍了更深层次的编程知识——Cx51 编译器、宏汇编 Ax51 以及目标文件的连接与转换等。

本书还详细地介绍了单片机开发环境—— μ Vision2 集成开发环境。 μ Vision2 具有全功能的源代码编辑器、用来配置开发工具设置的器件库、用来创建和维护项目的项目管理器、集成的 MAKE 工具,以及可以汇编、编译和连接用户的嵌入式应用程序等特性。

本书注重实践与理论相结合,按照单片机初学者的学习过程,由浅入深逐步讲解 8051 单片机基础、编程软件以及典型实例。全书共分为 12 章,各章节的安排如下:

第 1 章 单片机的发展,主要讲述了单片机技术的发展概况、单片机的主流产品系列以及单片机的应用领域及其意义。

第 2 章 MCS-51 单片机的基础知识,主要讲述了 8051 单片机的硬件特点、硬件结构、串行口与定时/计数器、中断系统等。

第 3 章 8051 单片机指令系统,主要讲述了指令系统的概况、寻址方式、数据传送指令、算术与逻辑运算和移位指令、控制转移和位操作指令等。

第4章 汇编语言程序设计，主要讲述了汇编语言的构成、汇编语言源程序的设计与汇编、简单程序与分支程序的设计、循环与查表程序设计、子程序与运算程序设计等。

第5章 C51 程序设计基础，主要讲述了标示符与关键字，数据类型，常量、变量及其存储模式，用 `typedef` 重新定义数据类型、运算符与表达式、基本语句、函数、数组与指针、结构体、联合体和枚举、预处理器等。

第6章 μ Vision2 集成开发环境，主要讲述了开发环境，菜单栏，C 工具栏和快捷键，项目实例的创建， μ Vision2 的功能，优化代码的编写，技巧与窍门等。

第7章 Cx51 编译器，主要讲述了 Cx51 编译器的数据调用协议等。

第8章 宏汇编 Ax51，主要讲述了符号与表达式、汇编伪指令、宏处理等。

第9章 目标文件的连接与转换，主要讲述了连接器/定位器 Lx51，组间转换，符号转换程序，库管理器 LIBx51 等。

第10章 C 语言和汇编语言混合编程，主要讲述了 C 语言嵌套汇编语言的规则，在 Cx51 中调用汇编程序应用举例等。

第11章 单片机 C 语言与汇编语言应用实例，主要列举了 I/O 并行口直接驱动 LED 显示、一键多功能按键的识别、可预置可逆 4 位计数器、识别 4×4 矩阵式键盘、拉幕式数码的显示等 10 个实例。

第12章 单片机在微型打印机系统中的应用，综合讲解了单片机在微型打印机系统中的应用，并结合打印机的特点，给出了打印机的硬件电路图，讲解了设计思路，并对打印命令进行了分析，最后给出了打印及程序的编制方法。

本书由周杰、张樱枝编著，同时曹军辉、韩学谦、贾艳秋、连瑶、刘贵春、王润生、王艳琴、徐欢、杨京志、于俏、张长安、张婧、章庆生等也参与了本书的编写工作。在本书编写过程中，还得到了包括网友在内的许多热心人士的帮助，在此一并表示感谢。

由于作者水平有限，时间仓促，书中难免存在不足和疏漏之处，真诚希望广大读者批评指正。

作者

2009 年 4 月

前 言

第 1 章 单片机的发展	1
1.1 单片机技术的发展概况	1
1.2 单片机的主流产品系列	1
1.3 单片机的应用领域及其意义	2
第 2 章 MCS-51 单片机的基础知识	3
2.1 8051 单片机的硬件特点	3
2.2 8051 单片机的硬件结构	3
2.2.1 引脚及片外总线描述	3
2.2.2 内部总体结构	5
2.2.3 中央处理器及其振荡器、时钟电路和 CPU 时序	6
2.2.4 复位状态及几种复位电路的设计	9
2.2.5 存储器、特殊功能寄存器及地址空间	10
2.2.6 输入/输出 (I/O) 接口	13
2.3 串行接口与定时/计数器	15
2.3.1 串行接口简介	15
2.3.2 定时/计数器的结构	17
2.3.3 定时/计数器的 4 种工作方式	18
2.3.4 定时/计数器对输入信号的要求	20
2.3.5 定时/计数器应用实例	20
2.4 中断系统	22
2.4.1 中断源	22
2.4.2 中断控制	23
2.4.3 中断响应过程	24
2.4.4 外部中断响应时间	25
2.4.5 外部中断方式的选择	25
第 3 章 8051 单片机指令系统	26
3.1 指令系统概述	26
3.1.1 指令格式	26
3.1.2 指令的 3 种表示形式	26

3.1.3	指令的字节数	27
3.1.4	指令的分类	27
3.2	寻址方式	27
3.2.1	立即寻址	27
3.2.2	直接寻址	28
3.2.3	寄存器寻址方式	29
3.2.4	寄存器间接寻址方式	29
3.2.5	变址寻址方式	30
3.2.6	相对寻址方式	30
3.2.7	位寻址方式	30
3.3	数据传送指令	30
3.3.1	内部数据传送指令	30
3.3.2	外部传送指令	32
3.3.3	堆栈操作指令	32
3.3.4	数据交换指令	33
3.4	算术与逻辑运算和移位指令	33
3.4.1	算术运算指令	33
3.4.2	逻辑运算指令	36
3.5	控制转移和位操作指令	38
3.5.1	控制转移指令	38
3.5.2	位操作指令	42

第 4 章 汇编语言程序设计

4.1	汇编语言的构成	44
4.1.1	程序设计语言	44
4.1.2	汇编语言的格式	45
4.1.3	伪指令	45
4.2	汇编语言源程序的设计与汇编	47
4.2.1	汇编语言源程序的设计步骤	48
4.2.2	汇编语言程序的汇编	48
4.3	简单程序与分支程序的设计	48
4.3.1	简单程序设计	49
4.3.2	分支程序设计	49
4.4	循环与查表程序设计	51
4.4.1	循环程序设计	52
4.4.2	查表程序设计	53
4.5	子程序与运算程序设计	54
4.5.1	子程序设计	54
4.5.2	运算程序设计	56

第 5 章 C51 程序设计基础	59
5.1 标识符与关键字	59
5.2 数据类型	60
5.3 常量	62
5.4 变量及其存储模式	63
5.5 用 typedef 重新定义数据类型	65
5.6 运算符与表达式	66
5.7 基本语句	73
5.7.1 表达式语句	73
5.7.2 复合语句	74
5.7.3 if 条件语句	75
5.7.4 开关语句	76
5.7.5 循环语句	77
5.8 函数	80
5.8.1 函数的定义	80
5.8.2 函数的调用	81
5.8.3 函数的递归调用和再入函数	83
5.8.4 中断服务函数与寄存器组定义	85
5.8.5 函数变量的存储方式	87
5.8.6 函数的参数和局部变量的存储器模式	90
5.9 数组与指针	90
5.9.1 数组的定义与引用	90
5.9.2 字符数组	91
5.9.3 数组作为函数的参数	92
5.9.4 指针	93
5.9.5 数组的指针	101
5.9.6 指针的地址计算	102
5.9.7 函数类型指针变量	103
5.9.8 返回指针型数据的函数	105
5.9.9 指针数组与指向指针的指针	106
5.10 结构体、联合体与枚举	110
5.10.1 结构体变量的定义与引用	110
5.10.2 结构体类型变量的初始化	112
5.10.3 结构体类型数组	113
5.10.4 结构体类型指针变量	113
5.10.5 结构体与函数	114
5.10.6 联合体变量的定义与引用	115
5.10.7 枚举类型	117

5.11	预处理器	117
5.11.1	宏定义	118
5.11.2	文件包含	120
5.11.3	条件编译	121
第 6 章	μVision2 集成开发环境	123
6.1	关于开发环境	123
6.2	菜单栏、工具栏和快捷键	124
6.3	创建项目实例	128
6.4	μVision2 功能	132
6.5	编写优化代码	139
6.6	技巧与窍门	140
第 7 章	Cx51 编译器	146
7.1	Cx51 编译器的数据调用协议	146
7.1.1	数据在内存中的存储格式	146
7.1.2	再入函数的栈结构	149
7.1.3	与 PL/M-51 语言程序的接口	149
7.1.4	配置文件	150
7.1.5	Cx51 编译器的限制	153
第 8 章	宏汇编 Ax51	155
8.1	符号与表达式	155
8.1.1	符号	155
8.1.2	标号	156
8.1.3	操作数	156
8.1.4	特殊汇编符号	156
8.1.5	表达式	157
8.2	汇编伪指令	159
8.2.1	符号定义伪指令	160
8.2.2	保留和初始化存储器空间的指令	163
8.2.3	控制程序连接的指令	166
8.2.4	段控制的伪指令	167
8.2.5	过程声明伪指令（仅用于 Ax51 和 A251）	170
8.2.6	地址控制伪指令	172
8.2.7	其他伪指令	173
8.3	宏处理	173
8.3.1	宏定义	174
8.3.2	宏调用	180

8.3.3 应用实例	181
第 9 章 目标文件的连接与转换	184
9.1 连接器/定位器 LX51	184
9.2 组间转换	187
9.2.1 公共代码区域	188
9.2.2 代码组区域	188
9.2.3 最合适的具有组间切换的程序结构	188
9.2.4 组和公共代码区域中的程序代码	189
9.2.5 组区域中的段	189
9.2.6 组间切换配置	190
9.3 符号转换程序	195
9.3.1 IntelcHEX 文件转换程序 OHx51	197
9.3.2 分组目标文件转换程序 OC51	199
9.4 库管理器 LIBx51	200
第 10 章 C 语言和汇编语言混合编程	204
10.1 C 语言嵌套汇编语言的规则	204
10.1.1 Cx51 函数名的转换及其命名规则	204
10.1.2 Cx51 函数及其相关段的命名规则	205
10.1.3 Cx51 函数的参数传递规则	206
10.2 在 Cx51 中调用汇编程序应用举例	207
第 11 章 单片机 C 语言与汇编语言应用实例	209
11.1 I/O 并行口直接驱动 LED 显示	209
11.2 一键多功能按键的识别	211
11.3 可预置可逆 4 位计数器	214
11.4 识别 4×4 矩阵式键盘	216
11.5 拉幕式数码的显示	225
11.6 99s 马表的设计	230
11.7 “嘀、嘀、嘀”报警声	234
11.8 ADC0809A/D 转换器的应用	236
11.9 点阵式 LED 简单图形的显示	241
11.10 电子琴的设计	245
第 12 章 单片机在微型打印机系统中的应用	256
12.1 KP 系列微型打印机性能和主要性能指标	256
12.2 软硬件设计特点	256
12.3 打印原理及控制程序	258
12.4 打印机接口	259

12.5 打印命令分析260

12.5.1 文本打印命令260

12.5.2 图形打印命令262

12.5.3 其他命令262

12.6 打印机程序编制方法应用举例262

附录 A 8051 指令集.....266

附录 B Keilc Cx51 与 ANSIC 的差别.....268

参考文献270

单 片 机 的 发 展

单片机是把组成微型计算机的各个功能部件,如中央处理器 CPU、只读存储器 ROM、随机存取存储器 RAM、输入/输出接口(I/O)电路、定时器/计数器以及串行通信及口电路等功能部件集成在一块芯片上,构成的一个完整的微型计算机。因此单片机早期的含义为单片微型计算机(Single Chip Microcomputer),它的专业名称为微控制器件(Micro Controller Unit)。单片机的出现和发展使计算机技术从通用型数值计算领域进入到智能化的控制领域,已经应用在工业控制、仪器仪表、交通、航运、通信、家电等领域,而且这些应用越来越广泛。



1.1 单片机技术的发展概况

单片机是 Intel 公司开发出来的,在微型计算机研制成功后,1971 年 Intel 公司推出了 4 位单片机 4004,它的结构简单、功能单一、控制能力较弱;随后,Intel 公司又开发了 MCS-48 系列单片机,它的体积小、功能全、价格较低,基于这些特点,MCS-48 系列单片机得到了广泛地应用,成为单片机发展过程中的一个重要阶段,可以称为第一代单片机。

在 MCS-48 系列单片机的基础上,Intel 公司又开发了 MCS-51 系列单片机。MCS-51 单片机的主要技术特征是配置了外部并行总线和串行通信接口,规范了特殊功能寄存器的控制模式,强化了布尔处理系统和相关的指令系统,从而增强了单片机的控制功能。

20 世纪 80 年代中后期,Intel 推出了 MCS-96 系列等 16 位单片机。16 位单片机功能很强大,而价格与原来的单片机相差不大,片内有 A/D 转换器,提高了网络通信的能力,可用于高速的控制系统,因此得到了广泛地应用。

20 世纪 90 年代以来,移动通信、多媒体技术、网络技术等高端产品逐步进入普通家庭,Intel 等公司开发出了 32 位单片机,并得到了大力推广,如 ARM、PowerPC 等 32 位单片机。现在市场上 8 位机、16 位机、32 位机共存,共同发展,因为各种单片机新品迭出,而且有各自广泛应用的领域。

目前单片机品种繁多,而 MCS-51 系列单片机是最典型的单片机。其功能强大,兼容性强,软硬件资源丰富,因此本书以 MCS-51 系列单片机为硬件基础展开叙述。



1.2 单片机的主流产品系列

Intel 公司将其核心技术转让给了世界上的很多公司,这些公司生产了与 51 系列兼容的单片机,如 Philips 87LPC 系列等。



AVR 系列单片机是 Atmel 公司生产的一种 8 位单片机,它采用一种叫做 RISC (精简指令集单片机)的结构,其技术和 51 系列有所不同,开发设备也与 51 系列不通用,它的一条指令的运行速度可以达到纳秒级(即每秒 1 000 000 000 次),是 8 位单片机中的高端产品。89C51 是 Atmel 公司生产的,它带有 Flash ROM 的单片,是目前国内比较流行的单片机。

PIC 系列单片机是美国 Microchip 公司生产的另一种 8 位单片机,它采用的也是 RISC 指令集,其指令系统和开发工具也与 51 系列单片机不同,但由于其较低的价格和出色的性能,目前国内使用这种单片机的人越来越多,同时也有很多公司在对其进行推广,不过其影响力远没有 51 系列大。

Dallas Soft Microcontrollers 公司推出的 DS87C530 单片机,其时钟高达 33MHz, CPU 速度可达 10MIPS (每秒 1000 万条指令)。该单片机重新设计了 51 系列单片机的指令时序,在时钟不变的情况下,指令速度比原来快了 3 倍。它有 6 个外部中断源且有两个全双工的串行口。

Philips 公司开发出了许多 51 系列单片机的变形芯片,有的时钟可达 40MHz,而且价格十分便宜,如 83C75。

世界上还有许多公司生产的各种各样的单片机,例如:Motorola 的 MC68H 系列(老牌的单片机),TI 的 MSP430 系列(功耗极低的单片机),还有日本的 Toshiba、HITACH、德国的西门子 Siemens 等,它们都有各自的结构体系,并且不与 51 系列单片机兼容。



1.3 单片机的应用领域及其意义

由于单片机芯片的集成度很高,将微型计算机的主要部件都集成在一块芯片上,因此具有寿命长、控制功能强、运算速度快、低噪声与高可靠性、低电压与低功耗以及性价比高的优点,这使得它在很多方面得到广泛的应用。其主要应用领域如下:

(1) 测控系统。单片机可用于构成各种工业控制系统、数据采集、自适应控制系统等。例如,数据机床、温度控制、智能传感器、车辆检测系统、工业机器人以及军事上的雷达、导弹系统等。

(2) 智能化仪器仪表。单片机在仪器仪表中使用,可以加快仪器仪表向着智能化、数字化、多功能化和综合化等方向发展。单片机的软件编程技术可以解决测量仪表中的误差修正、线性化的处理等难题。例如,医疗器械、液体和气体色谱仪、数字示波器等。

(3) 机电一体化。单片机和传统的机械产品相结合使得传统的机械产品结构简化,控制走向智能化,构成新一代的机电一体化产品。

(4) 电信技术。例如,声像处理技术、数字滤波技术、通信设备等。

(5) 智能接口。较大的工业控制系统中采用单片机进行接口的控制管理,单片机与主机并行工作,可以极大地提高系统的运行速度。

(6) 人类的日常生活中。单片机由于价格低廉、体积小巧,广泛应用于人类的日常生活中。例如,微波炉、洗衣机、电子玩具、信用卡、楼宇防盗系统、打印机等。

单片机技术的飞速发展,使得人们的生活正在发生着日新月异的变化,人类在很多领域取得了巨大的成就,如机器人技术、航空航天技术等领域。

MCS-51 单片机的基础知识

Intel 公司开发的 MCS-51 系列单片机包含很多机型,其中 8051 子系列是 MCS-51 系列单片机的核心,新一代的 80C51 系列单片机也是以 8051 为基本内核的,它们的引脚和指令系统都是兼容的。因此本章详细介绍 8051 单片机的基础知识,为以后的学习和应用打下坚实的基础。



2.1 8051 单片机的硬件特点

8051 单片机具有以下主要特点:

- (1) 8051 单片机内部有 4KB 的内部程序存储器 ROM 和 128B 的内部数据存储器 RAM。
- (2) 8051 单片机具有数量和种类较多的 I/O 接口和一个全双工的串行口。该串行口由两根 I/O 位线 (P3.0 和 P3.1) 构成,有可通过编程选定的 4 种工作方式。
- (3) 8051 单片机可对 64KB 的外部数据存储器寻址,可寻址 64KB 的外部程序存储器。
- (4) 8051 单片机有 5 个中断源,分为两个优先级,每个中断源的优先级可以通过编程选择。它的中断位置也是可编程的,堆栈深度可达 128B。
- (5) 8051 单片机有两个 16 位的定时/计数器,可通过编程选择 4 种工作方式。8051 内部 RAM 中有 4 个通用工作寄存器区,共有 32 个寄存器,可以实现多个中断或子程序嵌套。
- (6) 8051 单片机指令功能强大,指令短,执行速度快。



2.2 8051 单片机的硬件结构

本节主要介绍 8051 单片机的引脚及外部总线、内部总体结构、CPU 及其时钟和时序、CPU 振荡器、复位电路、存储器和特殊功能寄存器等基础硬件结构。下面分节详细介绍这些硬件。

2.2.1 引脚及片外总线描述

1. 引脚描述

8051 单片机是标准的 40 脚双列直插式封装的集成电路芯片。如图 2-1 (a) 所示为引脚图,图 2-1 (b) 为逻辑符号图。

各个引脚功能说明如下:

V_{CC} (40 脚) —— 电源端。

V_{SS} (20 脚) —— 接地端。

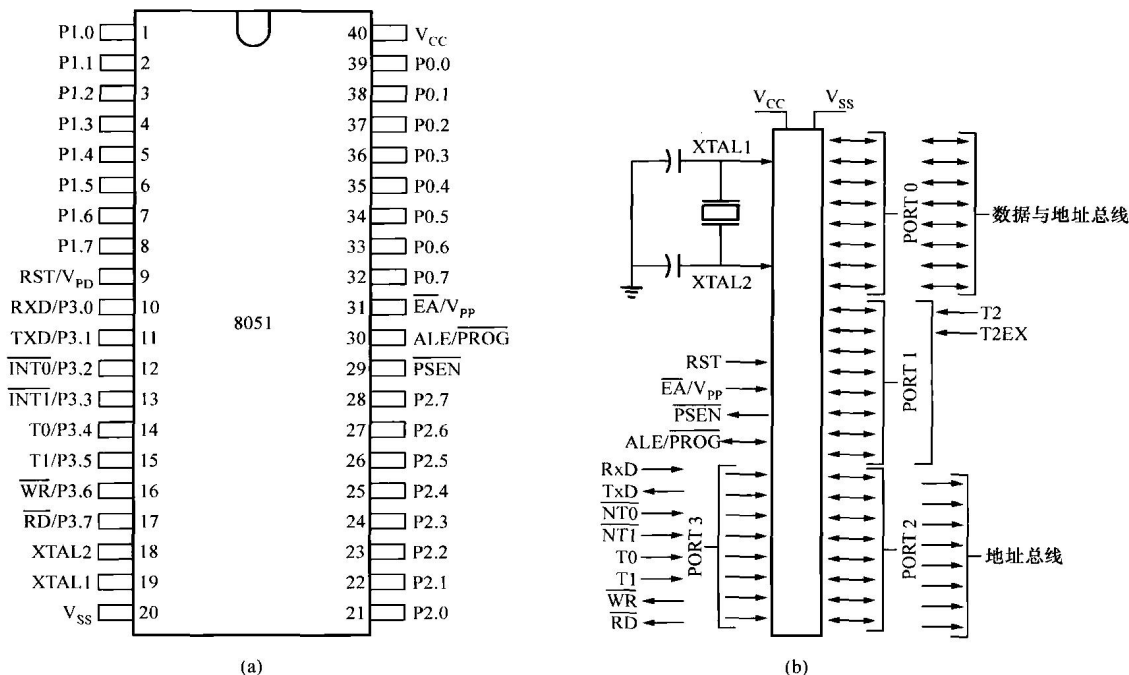


图 2-1 8051 引脚图、逻辑符号图

XTAL1 (19 脚): 接外部晶振和微调电容的一端。在单片机内部, 该引脚是一个反相放大器的输入端, 此放大器构成片内振荡电路。在采用外部时钟电路时, 此引脚接地 (对 HMOS 单片机, 如 8051); 对 CMOS 单片机, 此引脚为振荡器输入。

XTAL2 (18 脚): 接外部晶振和微调电容的另一端, 在单片机芯片内部, 此引脚是反相放大器的输出端, 振荡电路的频率是晶振的固有频率。在采用外部时钟电路时, 此引脚接收振荡器信号 (对 HMOS 单片机); 对 CMOS 单片机, 该引脚悬空。

RST/V_{PD} (9 脚): RST 是单片机复位信号输入端, 高电平有效; 此引脚的第二功能是 V_{PD}, 即备用电源输入端。当主电源 V_{CC} 发生故障时, 降低到低电平的规定值, 该设备可接备用电源, 由 V_{PD} 向内部 RAM 提供备用电源, 以保持片内 RAM 中的数据。

ALE/PROG (30 脚): 地址封锁允许端。当单片机访问外部存储器时, 用来锁存 P0 端口送出的低 8 位地址信号, ALE (Address Latch Enable) 信号的频率为振荡器的 1/6。在不访问外部存储器时, ALE 信号可用作对外输出时钟或定时信号。第二功能 PROG, 是 EPROM 型单片机 (如 8751) 编程时的编程脉冲输入端。

PSEN (29 脚): 程序存储器允许输出信号端 (Program Store Enable)。当访问外部程序存储器 ROM 时, PSEN 信号会自动产生, 而在访问外部数据存储器 RAM 或内部 ROM 时, 不会产生有效的低电平 PSEN 信号。

EA/V_{PP} (31 脚): 访问外部程序存储器控制信号端。EA 端为高电平时, 单片机复位后访问片内 ROM; 但当程序计数器 PC 的值超过 4KB 时, 单片机自动转去访问片外程序存储器。EA 端为低电平时, 则只访问片外程序存储器。

P0 端口 (39~32 脚): 双向的三态 I/O 口。作为通用的 I/O 时, 可用于传送输入/输出数据, 输出数据可以锁存, 输入数据可以缓存; 若作为数据和地址总线, 当 CPU 访问外部存储器时, 分时提供低 8 位地址和 8 位数据的复用总线。

P1 端口 (1~8 脚): 准双向 I/O 口。一般作为通用 I/O 端口, 用于用户数据的输入/输出。它的第二功能是对片内 EPROM 编程或校验时输入片内 EPROM 的低 8 位地址。

P2 端口 (21~28 脚): 准双向 I/O 口。一般作为通用 I/O 端口。它的第二功能是在访问外部存储器时, 与 P0 端口配合, 输出高 8 位地址信号, 共同选中片外存储器单元。

P3 端口 (10~17 脚): 准双向 I/O 口。除了作为通用的 I/O 口外, 作为控制用的第二功能见表 2-1。

表 2-1 P3 端口各位的第二功能

位 线	第二功能	描 述
P3.0	RXD	串行数据接收口
P3.1	TXD	串行数据发送口
P3.2	INT0	外部中断 0 输入
P3.3	INT1	外部中断 1 输入
P3.4	T0	定时器/计数器 0 外部输入
P3.5	T1	定时器/计数器 1 外部输入
P3.6	$\overline{\text{WR}}$	外部数据存储器写选通信号
P3.7	$\overline{\text{RD}}$	外部数据存储器读选通信号

2. 片外总线

总线是指传送信息的公共通路。8051 单片机是通过片外总线与片外的各个设备进行各种信息传递的。在众多设备共用一组总线时, 为了避免对总线的“争夺”, 必须保证在任何时刻只有一个设备与单片机交换信息。因此, 各设备需要通过可控制器件与单片机隔离。单片机总线通常分为 3 类, 即地址总线 (Address bus)、数据总线 (Data bus) 和控制总线 (Control bus)。

8051 单片机按引脚功能分类, 其片外总线说明如下:

地址总线——地址总线的宽度为 16 位, 其外部存储器直接寻址空间可达 64KB, 低 8 位地址 (A0~A7) 由 P0 端口经地址锁存器提供, P2 端口直接提供高 8 位地址 (A8~A15)。地址信号是由 CPU 发出的, 因此地址总线上的信号是单向的。

数据总线——数据总线的宽度是 8 位, 由 P0 端口提供, 用于传输数据和指令, 是三态双向总线。

控制总线——控制总线是用来传输控制信号的, 传输方向就具体控制信号而定, 主要由 P3 端口的第二功能状态和独立控制总线 ALE、RST、 $\overline{\text{PSEN}}$ 、EA 组成。

2.2.2 内部总体结构

如图 2-2 所示为 8051 单片机的组成框图。8051 单片机包含了下列部件:

- (1) 一个 8 位的 CPU (中央处理器)。
- (2) 一个片内振荡器与时序电路。
- (3) 4KB 程序计数器 ROM。
- (4) 128B 数据存储器 RAM。
- (5) 一个可编程的全双工串行口。
- (6) 2 个 16 位可编程定时器/计数器。
- (7) 4 个 8 位可编程并行 I/O 端口。

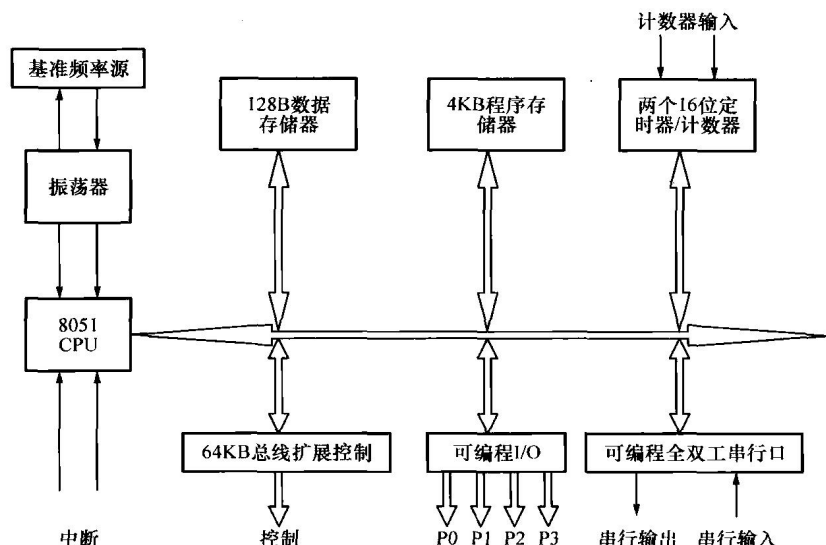


图 2-2 8051 单片机框图

(8) 可寻址 64KB 外部程序存储器和 64KB 外部数据存储器的可扩展控制电路。

(9) 5 个中断源、2 个优先级嵌套中断结构。

2.2.3 中央处理器及其振荡器、时钟电路和 CPU 时序

1. 中央处理器 (CPU)

CPU 是单片机的核心部件, 主要包括控制器和运算器, 还包括一些专用的特殊功能寄存器。

(1) 控制器。控制器主要由程序计数器 PC、指令寄存器 IR、指令译码器、定时控制逻辑以及数据指针 DPTR 等组成。

程序计数器 PC 是一个 16 位的寄存器, 由两个 8 位的计数器 PCH 和 PCL 组成, 用来存储将要执行的下一条指令的地址。在单片机上电或复位时, PC 内的数据是 0000H, 使程序从零地址开始执行。程序运行过程中, PC 自动将其内容加 1 来保证指令的顺序执行。实际上, PC 也是指令机器码存放单元的地址指针, 它的内容可以被指令强迫改写。

指令寄存器 IR 用来存放指令操作码, 在程序执行时, 先根据 PC 给出的地址从程序存储器取出指令, 送到 IR 中, 然后由 IR 输出指令到指令译码器, 由指令译码器对指令进行译码, 译码的结果送到定时控制逻辑中, 对控制总线进行操作, 完成各项任务。

数据指针 DPTR 是一个 16 位的专用地址指针寄存器, 主要用于存放 16 位地址, 作为间接寄存器使用, 它的功能将在后续章节介绍。

(2) 运算器。运算器的主要功能是算术运算和逻辑运算。它主要由算术逻辑运算单元 ALU、暂存器 1 和暂存器 2、累加器 ACC (A)、B 寄存器以及程序状态寄存器 PSW 等构成。

算术逻辑运算单元 ALU 完成 8 位二进制数的运算, 但它只能运算, 不能存储数据, 数据事先放在累加器或其他寄存器、存储单元中。运算时, 需要把数据先存放在暂存器 1 和 2 中, 再由 ALU 运算处理。运算后, 其结果通过内部总线送回累加器或其他寄存器、存储单元中。

累加器 A 是 CPU 中工作最繁忙的寄存器。CPU 运算前通常将两个操作数中的一个放进累加器 A 中, 经暂存器 2 进入 ALU, 与另一个进入暂存器 1 的数进行运算, 运算结果往往再