

单片机原理及应用

主编 刘和平

副主编 刘跃 鲁顺昌

重庆大学出版社

内 容 简 介

本书内容包括 绪论 单片机结构和流水线指令工作方式 存储器结构 并行端口 指令系统 寄存器汇编程序及其用法 定时器 计数器 中断计时和中断程序大小考虑 捕捉 比较 脉宽调制 译码 (译码) ;主同步串行通讯 ;通用同步 异步收发器 模数转换器 ;译码的特殊功能 ;参考文献等。

本书可作为高等工科院校相关专业的本科教材 ,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用 刘和平,刘跃,鲁顺昌编 重庆 重庆大学出版社 1999.10

电气工程及其自动化专业本科系列教材

陈昇尧 刘和平 刘跃 鲁顺昌 编

I ①单 ②刘 ③刘 ④鲁 ⑤单片微型计算机—高等学校—教材 IV ⑥计算机

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999)第 10571 号

单片机原理及应用

主 编 刘和平

副 主 编 刘跃 鲁顺昌

责任编辑 谭敏

*

重庆大学出版社出版发行

新 华 书 店 经 销

重庆师范学院印刷厂印刷

*

开本 787mm×1092mm 1/32 印张 4.5 字数 110千字

1999年 10月第 1版 1999年 10月第 1次印刷

印数 1—5000册

陈昇尧 刘和平 刘跃 鲁顺昌 编 定价 10.00元

前言

摇摇微处理器技术明显地沿两大方向发展。其中一条分支以组成个人电脑核心的奔腾芯片和 孕猿系列芯片为代表,主要致力于提高计算能力。而另一支则以单片机构成嵌入式系统为代表,而且后一支的需求量是前者的猿园多倍。为了增强器件或仪器中芯片感知输入和控制输出的通用性,这一分支主要致力于组成芯片所需的诸多功能模块的集成。由于每年有几十亿个单片机被用于各种设备中,所以单片机已不断地渗入我们的生活和工作,并发挥着很大的作用。单片机使用量的不断增加,就更加需要那些能改善计算机的性能,以满足各种应用要求的设计者。

许多生产商已经生产出一系列用途各不相同的单片机,现在在市场上占统治地位的是愿位单片机(它们能同时操作愿位数据)。微芯公司的孕猿系列单片机是愿位单片机,在价格敏感的应用场合中,这些器件已经被优先选择来满足各种严格的性能要求,其普及程度在不断上升,微芯公司现在已成为世界上愿位单片机的第二大生产商,其愿位单片机的生产能力仅次于摩托罗拉公司。

美国微芯公司(孕猿系列)推出的愿位孕猿系列单片机,采用类精简指令集(砸猿系列)结构、二级流水线取指令方式,具有实用、低价、指令集小、简单易学、低功耗、高速度、体积小、功能强等特点。体现了单片机发展的一种新趋势,深受用户的欢迎,正在逐渐成为世界单片机的新潮流。

孕猿系列单片机产品可以分为初级产品、中级产品和高级产品。猿大系列,初级产品典型的有孕猿系列和孕猿系列,采用愿位的砸猿指令系统,价格很低,适用于低成本的应用。孕猿系列是世界上第一个愿脚封装的低价愿位单片机,应用广泛。

中级产品孕猿系列采用的愿位砸猿指令系统,在保持低价的前提下增加了粤内部 耘孕存储器、比较输出、捕捉输入、孕孕输出、粤和 杂接口、异步串行通讯(哉粤)接口、模拟电压比较器、粤驱动、云孕程序存储器等许多功能,是品种最丰富的系列,广泛应用于汽车、摩托车、智能仪器仪表、电动玩具等各种电子产品中。

遥遥高级产品 8051 系列采用的是 8 位的硬布线指令系统,是目前世界上 8 位单片机中运行最快的,具有一个指令周期内(最短 1.0 μ s)完成 8 位乘 8 位二进制乘法的能力,可以在一些需要高速数字运算的场合取代 (8086 数字信号处理器)芯片。还具有丰富的 I/O 口控制功能,可外接扩展的 ROM 和 RAM,已经成为目前 8 位单片机中性能最高的机种之一。

8051 系列单片机具有:开发容易,周期短:由于 8051 采用硬布线指令集,指令少(8051 仅 111 条指令,8052 仅 128 条指令,8055 和 8058 仅 128 条指令),且全部为单字长指令,易学易用,相对于采用 CISC(复杂指令集)结构的单片机可节省 50% 以上的开发时间,10 倍以上的程序空间。

高速:8051 采用哈佛总线和精简指令集建立了一种新的工业标准,指令的执行速度快。当 8051 以最大时钟脉冲速率运行时,它可以在 1.0 μ s 内就能执行一条指令(除 NOP 和 HALT 指令外),即每微秒执行 1 条指令,比一般的单片机速度快 10 倍。

可靠的复位电路和多种时钟选择:上电复位和掉电锁定功能确保芯片只在电压规定的范围内运行,如果芯片误操作和偏离正常运行,看门狗定时器就会复位。同时,有 3 种时钟脉冲可供选择,其中包含有一个低价格的电阻电容振荡器和一个高精度的晶体振荡器,此外还有一些低功耗的时钟脉冲可供选择。

低功耗:8051 采用 CISC 设计结合了诸多的节电特性,使其功耗较低,8051 百分之百的静态设计可进入休眠(低功耗)省电状态,而不会影响唤醒后的正常运行。

强大的输出端口控制和驱动能力:一条端口操作指令可以在其 1.0 μ s 的指令执行时间里选择和驱动一个输出端口,每一个输出引脚可以驱动多达 10mA 的负载,其拉电流和灌电流均为 10mA,既可以高电平直接驱动 LED 也可以低电平直接驱动 LED。

宽工作电压范围:8051 系列芯片可以工作在宽的电压范围内,从 2.0V 到 5.5V,特别适用于电池供电的场合,宽的电压范围使得芯片可以很容易地与外围的 5V 和 3V 供电的接口芯片接口。

低价实用:8051 配备有 8051、8052、8055、8058、8059 型、8051A 型和 8051B 型等多种形式的芯片,其 8051 型芯片的

价格很低。孕脱还提供程序监视器(宰阅裁)和程序可分区保密的保密位(葬葬地赠云云)等功能,提供了基于宰圣世赠裂的方便易用的全系列的产品开发工具和大量的子程序库和应用例程,使产品开发更容易、更快捷。

孕脱系列中的孕脱员云恩裁型芯片,含有粤颞孕宰酝裁云恩砸云恩等丰富的接口模块和云恩宰云恩程序存储器,可以方便地在线多次编程调试,特别适用于初学者学习和产品的开发阶段使用。而且开发装置价廉物美,带云恩宰云恩程序存储器的芯片价格逐步向韵裁型芯片价格靠拢。

低价格的开发系统硬件(酝孕宰粤颞颞的优惠价格为猿园元人民币)和完善高效开发方便易用界面友好的软件(免费使用)仿真环境,使得孕脱系列单片机的使用和推广更容易。该系列单片机也有高档的开发系统,价格在圆园园美元左右,其功能更强大,通用性更好。

本书以微芯公司的孕脱员云恩裁芯片为主要介绍对象有几条理由,一是孕脱员云恩裁系列单片机代表了单片机的一种发展趋势,单片机的原理和构成具有代表性,包含的硬件内容全面软件丰富和控制功能强大。学习完成后对一般的愿缘系列系列的单片机和愿玩系列系列的单片机,粤为砸系列的单片机等的应用都容易理解和转换到其他类型的单片机上(没有这个必要)。二是孕脱员云恩裁单片机与微芯公司的全系列单片机都有较好的向上兼容性,可以很容易地开发微芯公司其他系列单片机,甚至有的程序只需编译一下就可以直接运行到微芯公司其他系列的单片机上。三是微芯公司有价廉的开发系统和免费开发软件,在国内几十所大学建立了联合实验室,微芯公司提供技术支持和教学设备。四是由于微芯公司的单片机价格便宜、性能质量好、多用于汽车控制等质量要求严格的地方,其用量占领了较大的市场,而国内许多公司也采用微芯芯片开发产品,比如电表、摩托车、汽车、防盗器等,需要大量的研究开发人员,为了满足国内市场对技术人员的需求,有必要提供这方面的参考书。本书本着介绍一个基本原理,给出一些相关的应用,给出硬件连接方式和软件编程实例。将单片机原理的重点和难点分开,各个击破的原则。全书从简到繁,循序渐进,逐步深入。既注意教材的系统性,又注意自学的独立性。

全书共分员章,第员章介绍孕脱单片机及其开发应用环境。第圆章注重基本原理,主要讲述芯片结构和流水线指令的工作方式,介绍寄存器结构和寻址方式等单片机的基本知识。

第 3 章详细介绍各种类型的存储器:程序存储器、数据存储器、可掉电保护数据的非易失性存储器,介绍这些存储器的工作原理、读写方法和各种专用存储器的功能。

第 4 章讨论通用输入输出的端口原理和控制方法。

第 5 章介绍指令系统。

第 6 章介绍 8051 单片机的汇编程序及其用法,并以一个简单的应用程序实例,介绍汇编程序的框架:源代码文件、列表文件和目标文件,以及 8051 单片机的读表方法。

第 7 章介绍 8051 单片机的定时器原理和性能特点。讨论如何利用定时器处理实时事件的定时问题,这一问题与中断处理,是所有单片机应用的核心问题。

第 8 章进一步讨论定时器中断计时和中断程序的大小,以及代码长度超出 64KB 后的程序结构。

第 9 章描述了实际应用中功能强大的捕捉比较宽度调制 (PWM) 模块的原理和工作方式以及中断方式接口的键盘和 I/O 的方式接口的键盘等应用实例。

第 10 章描述了主同步串行通讯的工作方式,介绍了 8051 和 I²C 总线连接串行 A/D 变换器、温度传感器、串行 EEPROM 的驱动和扩展 I/O 端口的应用。

第 11 章介绍通用同步异步收发器的工作方式和 8051 的 I/O 通讯的应用。

第 12 章介绍 A/D 变换器的原理和应用。

第 13 章介绍 8051 的特殊功能,涉及上电复位、掉电锁定复位、中断及中断程序处理、休眠方式、程序监视器等的原理和应用。这一章涉及特别需要强调而一般不太注意的问题,只有在设计中注意到这些问题时,才能使你的设计可靠,性能正常。例如,设计者必须考虑在实际的应用中芯片是如何上电、复位和复位计时的。微芯公司将这些问题仔细考虑后,设计了能根据设计者的需求而定制的部件。在电池供电的应用中功耗是一个大的问题,微芯公司设计了休眠工作方式,使用休眠工作方式可以大大地节约能量。也可以使芯片中的高频(且有较高功耗)晶体时钟脉冲电路工作不使能,而采用低频(且有较低功耗)晶体时钟脉冲电路工作使能耗降低。在成本较低的应用中还可以采用电阻电容振荡器代替晶体时钟脉冲电路而获得低成本应用。

培养以提高自身的设计能力是一名工程师的基本要求,为了给读者提供机会以提高自己在单片机领域的设计能力,

本书中的绝大多数章节均配有一系列有关设计的思考题,以加深、巩固本书的知识。

本书在成书过程中得到了郑连清、李远树、郑群英等的支持和帮助,他们参与了本书的编写、校对等大量工作,在此表示万分感谢;同时,还得到了严利平、黄开长、潘伟锋、雷华、钟辉、周小军等同志的协助,他们为本书作了大量的资料整理工作,对程序和样例进行了验证,在此一并表示感谢。

在这里要感谢配网精灵公司授权和提供的英文资料以及其给予的大力支持。

限于编者的水平,书中难免存在错误和不当之处,恳请读者批评指正。

编 者

2007年 10月于重庆大学

第 1 章

绪摇摇论

员源 概摇摇述

众所周知 ,随着笔记本电脑、便携式电话、视频会议和因特网的广泛使用 ,信息革命时刻都在我们的周围发生。过去 源年的历程已深刻表明 ,信息处理正以不可逆转的趋势向分布式智能化方向发展。

从 圆世纪 缘年代的早期计算机到 圆世纪 苑年代的微型计算机 ,从 圆世纪 愿年代的 孕脱机到 圆世纪 怨年代的笔记本电脑 ,再到现在的计算机网络和信息高速公路 ,通过不断地改进半导体技术(尤其是微处理器)的性能 ,人们已能够明显地看到 ,信息处理正向分布式智能化方向发展。

在我们每天所使用的产品中 ,例如 ,一台洗衣机可以根据所洗衣物的尺寸大小来调整水的深度 ,可以根据水的洁净程度来调整洗衣的次数 ;一辆汽车的报警系统在未经许可时是无法开动的。

所有的例子都是一个产品内部的信息处理或智能化过程。这种智能化在各种各样的产品和器具中都随处可见 ,甚至连玩具都比 圆年前的普及型电脑具有更多的计算功能。这就是嵌入式信息处理的一次革命。这场革命是由于芯片生产在经过近 源年的不断演变后 ,现在可以用很低的价格买到用户满意的具有高水平计算性能的芯片 ,为嵌入式智能处理芯片带来无数的 ,且先前没有预测到的发展机会。

这种智能器件可以在 缘大市场中买到 ,其一是消费者服务市场 ,它主要供应家庭器具和娱乐器件 ;其二是汽车市场 ,那里每辆汽车都将近有 缘个单片机 ,它们可以提供智能化控制 ,例如报警系统、粤字和安全气囊 ;其三是办公自动化市场 ,主要包括 孕脱机、键盘、复印机和打印机 ;其四是无线电通信市场 ,包括便携式电话、寻呼机和电话应答机 ;其五是所有的工业产品市场 ,例如旅馆房间的门锁、自动化水龙头和工业控制。

嵌入式革命是由单片机掀起的。在这场嵌入式革命中 ,我们每年将使用 圆亿个元件 ,和以桌面 孕脱机为基础的信息革命相比较 ,大约是其的 猿倍还多 ,因为信息革命中所使用的单片机每年大约为 苑亿 缘千万个。

这小小的单片机是所有半导体器件都普遍具有的。以一个普通商人为例,我们知道,笔记本电脑里只有一个微处理器,但我们每个人每天都可以使用至少 1 万个单片机,因为你的便携式电话、寻呼机、手表、袖珍记录本和计算器里都有一个单片机,而在笔记本电脑的鼠标、键盘、调制解调器、传真卡、声卡和蓄电池充电器里,则有很多个单片机。在旅馆的房间里,你不可能找到一个微处理器,但在你的门锁、闹钟、恒温器、空调、电视机遥控器、电吹风、录像机和小冰箱里却有很多个单片机,而且在你的家、办公室和汽车里都可以找到很多单片机。

正如你所看到的,单片机的应用有一个不断扩大的过程,它们都具有嵌入式智能控制器。今天,几乎任何一个成品(如果可上电),都可能采用了一个单片机。

以微处理器为基础的信息革命是浮于表面且很容易看出的,但嵌入式革命是隐藏在表面之下而不易被发现的,其社会意义和投资机会也许要比以微机为基础的信息革命要大得多。

单片机

单片机(即外围接口微控制器,也是一种单片机)这个术语是由微芯公司用来定义其单片微控制器的。这些器件在市场上已取得了很大的成功,它们是直接用于单片机市场中最大的一个部分(即 8 位单片机市场)。整个单片机市场已分别由许多单片机生产商所统治。摩托罗拉公司以其 6801 系列和 6802 系列两大系列产品而在 8 位市场上位居首位。

单片机具有一系列与众不同,并在各种广泛应用中都极具吸引力的特点。本书将重点讲述 8051 系列单片机。8051 系列产品是微芯公司生产的 8 位指令系统中功能最强的单片机之一,性能价格比很好,功能齐全的系列产品。此外,这些系列单片机还具有很多封装形式,例如双列直插式(DIP)封装和表面贴片封装。最大的部件要么是有 40 个引脚的 DIP 封装,要么是有 28 个引脚的表面贴片封装。这种系列中的 28 脚封装的部件实际上和 40 或 44 脚封装的部件都拥有相同的一些特点,不同的是前者被封装在一个小的封装内,仅少了 4 只输入/输出引脚。

微芯公司的产品可以分为初级产品、中级产品和高级产品三大系列,初级产品典型的有 8051 系列和 8052 系列,采用 8 位的 8086 指令系统,价格很低,适用于低成本的应用。8051 系列是世界上第一个 8 脚封装的低价 8 位单片机,应用广泛。

中级产品 8053 系列采用的是 8 位的 8086 指令系统,在保持低价的前提下增加了 8 位内部 8051 存储器、比较输出、捕捉输入、8 位输出、并行接口、异步串行通讯(SPI)接口、模拟电压比较器、8 位驱动、程序存储器 8 位等许多功能,是品种最丰富的系列,广泛应用于各种电子产品中。

高级产品 8054 系列采用的是 16 位的 8086 指令系统,是目前世界上 8 位单片机中运行最快的,具有一个指令周期内(最短 10ns)完成 8 位乘 8 位二进制乘法的能力,可以在一些需要高速数字运算的场合取代 8051 数字信号处理器)芯片。还具有丰富的并行口控制功能,可外接扩展的 8051 和 8052,已经成为目前 8 位单片机中性能最高的机种之一。

为了对单片机有一个系统的了解,本书重点放在 8051 系列的一些基本功能上。当对一个单片机有了系统的了解后,就可以举一反三,自学其他系列甚至其他公司的单片机就没有多少困难了。如果要更进一步了解 8051 系列芯片的功能和技术参数,可参

《MSP430 数据手册》。

这种器件被广泛使用的主要因素有：

开发容易,周期短:由于 MSP430 采用精简指令集,指令少(MSP430 系列仅 100 多条指令, MSP430 系列仅 100 多条指令, MSP430 系列和 MSP430 系列有 100 多条指令),且全部为单字长指令,易学易用,相对于采用复杂指令集结构的单片机可节省 10 倍以上的开发时间, 10 倍以上的程序空间。

高速: MSP430 采用哈佛总线和精简指令集建立了一种新的工业标准,指令的执行速度快。当 MSP430 以最大时钟脉冲速率运行时,它在 100 ns 内就能执行一条指令(除睡眠和休眠指令外),即每微秒执行 10 条指令,比一般的单片机速度快 10 倍。

可靠的复位电路和多种时钟选择:上电复位和掉电锁定功能,确保芯片只在电压规定的范围内运行,如果芯片误操作和偏离正常运行,看门狗定时器就会复位。同时,有源时钟脉冲可供选择,其中包含有一个低价格的电阻电容振荡器和一个高精度的晶体振荡器,此外还有一些低功耗的时钟脉冲可供选择。

低功耗: MSP430 采用低功耗设计结合了诸多的节电特性,使其功耗较低, MSP430 百分之百的静态设计可进入休眠(低功耗)省电状态而不会影响唤醒后的正常运行。

强大的输出端口控制和驱动能力:一条端口操作指令可以在其 100 ns 的指令执行时间里选择和驱动一个输出端口,每一个输出引脚可以驱动多达 100 mA 的负载,其拉电流和灌电流均为 100 mA,既可以高电平直接驱动 LED 也可以低电平直接驱动 LED。

宽工作电压范围: MSP430 系列芯片可以工作在宽的电压范围内,从 1.8V 到 3.6V,特别适用于电池供电的场合,宽的电压范围使得芯片可以很容易地与外围的 LED 和 LED 供电的接口芯片接口。

低价实用: MSP430 配备有 16 位、32 位、48 位、64 位、80 位、96 位、112 位、128 位、144 位、160 位、176 位、192 位、208 位、224 位、240 位、256 位、272 位、288 位、304 位、320 位、336 位、352 位、368 位、384 位、400 位、416 位、432 位、448 位、464 位、480 位、496 位、512 位、528 位、544 位、560 位、576 位、592 位、608 位、624 位、640 位、656 位、672 位、688 位、704 位、720 位、736 位、752 位、768 位、784 位、800 位、816 位、832 位、848 位、864 位、880 位、896 位、912 位、928 位、944 位、960 位、976 位、992 位、1008 位、1024 位、1040 位、1056 位、1072 位、1088 位、1104 位、1120 位、1136 位、1152 位、1168 位、1184 位、1200 位、1216 位、1232 位、1248 位、1264 位、1280 位、1296 位、1312 位、1328 位、1344 位、1360 位、1376 位、1392 位、1408 位、1424 位、1440 位、1456 位、1472 位、1488 位、1504 位、1520 位、1536 位、1552 位、1568 位、1584 位、1600 位、1616 位、1632 位、1648 位、1664 位、1680 位、1696 位、1712 位、1728 位、1744 位、1760 位、1776 位、1792 位、1808 位、1824 位、1840 位、1856 位、1872 位、1888 位、1904 位、1920 位、1936 位、1952 位、1968 位、1984 位、2000 位、2016 位、2032 位、2048 位、2064 位、2080 位、2096 位、2112 位、2128 位、2144 位、2160 位、2176 位、2192 位、2208 位、2224 位、2240 位、2256 位、2272 位、2288 位、2304 位、2320 位、2336 位、2352 位、2368 位、2384 位、2400 位、2416 位、2432 位、2448 位、2464 位、2480 位、2496 位、2512 位、2528 位、2544 位、2560 位、2576 位、2592 位、2608 位、2624 位、2640 位、2656 位、2672 位、2688 位、2704 位、2720 位、2736 位、2752 位、2768 位、2784 位、2800 位、2816 位、2832 位、2848 位、2864 位、2880 位、2896 位、2912 位、2928 位、2944 位、2960 位、2976 位、2992 位、3008 位、3024 位、3040 位、3056 位、3072 位、3088 位、3104 位、3120 位、3136 位、3152 位、3168 位、3184 位、3200 位、3216 位、3232 位、3248 位、3264 位、3280 位、3296 位、3312 位、3328 位、3344 位、3360 位、3376 位、3392 位、3408 位、3424 位、3440 位、3456 位、3472 位、3488 位、3504 位、3520 位、3536 位、3552 位、3568 位、3584 位、3600 位、3616 位、3632 位、3648 位、3664 位、3680 位、3696 位、3712 位、3728 位、3744 位、3760 位、3776 位、3792 位、3808 位、3824 位、3840 位、3856 位、3872 位、3888 位、3904 位、3920 位、3936 位、3952 位、3968 位、3984 位、4000 位、4016 位、4032 位、4048 位、4064 位、4080 位、4096 位、4112 位、4128 位、4144 位、4160 位、4176 位、4192 位、4208 位、4224 位、4240 位、4256 位、4272 位、4288 位、4304 位、4320 位、4336 位、4352 位、4368 位、4384 位、4400 位、4416 位、4432 位、4448 位、4464 位、4480 位、4496 位、4512 位、4528 位、4544 位、4560 位、4576 位、4592 位、4608 位、4624 位、4640 位、4656 位、4672 位、4688 位、4704 位、4720 位、4736 位、4752 位、4768 位、4784 位、4800 位、4816 位、4832 位、4848 位、4864 位、4880 位、4896 位、4912 位、4928 位、4944 位、4960 位、4976 位、4992 位、5008 位、5024 位、5040 位、5056 位、5072 位、5088 位、5104 位、5120 位、5136 位、5152 位、5168 位、5184 位、5200 位、5216 位、5232 位、5248 位、5264 位、5280 位、5296 位、5312 位、5328 位、5344 位、5360 位、5376 位、5392 位、5408 位、5424 位、5440 位、5456 位、5472 位、5488 位、5504 位、5520 位、5536 位、5552 位、5568 位、5584 位、5600 位、5616 位、5632 位、5648 位、5664 位、5680 位、5696 位、5712 位、5728 位、5744 位、5760 位、5776 位、5792 位、5808 位、5824 位、5840 位、5856 位、5872 位、5888 位、5904 位、5920 位、5936 位、5952 位、5968 位、5984 位、6000 位、6016 位、6032 位、6048 位、6064 位、6080 位、6096 位、6112 位、6128 位、6144 位、6160 位、6176 位、6192 位、6208 位、6224 位、6240 位、6256 位、6272 位、6288 位、6304 位、6320 位、6336 位、6352 位、6368 位、6384 位、6400 位、6416 位、6432 位、6448 位、6464 位、6480 位、6496 位、6512 位、6528 位、6544 位、6560 位、6576 位、6592 位、6608 位、6624 位、6640 位、6656 位、6672 位、6688 位、6704 位、6720 位、6736 位、6752 位、6768 位、6784 位、6800 位、6816 位、6832 位、6848 位、6864 位、6880 位、6896 位、6912 位、6928 位、6944 位、6960 位、6976 位、6992 位、7008 位、7024 位、7040 位、7056 位、7072 位、7088 位、7104 位、7120 位、7136 位、7152 位、7168 位、7184 位、7200 位、7216 位、7232 位、7248 位、7264 位、7280 位、7296 位、7312 位、7328 位、7344 位、7360 位、7376 位、7392 位、7408 位、7424 位、7440 位、7456 位、7472 位、7488 位、7504 位、7520 位、7536 位、7552 位、7568 位、7584 位、7600 位、7616 位、7632 位、7648 位、7664 位、7680 位、7696 位、7712 位、7728 位、7744 位、7760 位、7776 位、7792 位、7808 位、7824 位、7840 位、7856 位、7872 位、7888 位、7904 位、7920 位、7936 位、7952 位、7968 位、7984 位、8000 位、8016 位、8032 位、8048 位、8064 位、8080 位、8096 位、8112 位、8128 位、8144 位、8160 位、8176 位、8192 位、8208 位、8224 位、8240 位、8256 位、8272 位、8288 位、8304 位、8320 位、8336 位、8352 位、8368 位、8384 位、8400 位、8416 位、8432 位、8448 位、8464 位、8480 位、8496 位、8512 位、8528 位、8544 位、8560 位、8576 位、8592 位、8608 位、8624 位、8640 位、8656 位、8672 位、8688 位、8704 位、8720 位、8736 位、8752 位、8768 位、8784 位、8800 位、8816 位、8832 位、8848 位、8864 位、8880 位、8896 位、8912 位、8928 位、8944 位、8960 位、8976 位、8992 位、9008 位、9024 位、9040 位、9056 位、9072 位、9088 位、9104 位、9120 位、9136 位、9152 位、9168 位、9184 位、9200 位、9216 位、9232 位、9248 位、9264 位、9280 位、9296 位、9312 位、9328 位、9344 位、9360 位、9376 位、9392 位、9408 位、9424 位、9440 位、9456 位、9472 位、9488 位、9504 位、9520 位、9536 位、9552 位、9568 位、9584 位、9600 位、9616 位、9632 位、9648 位、9664 位、9680 位、9696 位、9712 位、9728 位、9744 位、9760 位、9776 位、9792 位、9808 位、9824 位、9840 位、9856 位、9872 位、9888 位、9904 位、9920 位、9936 位、9952 位、9968 位、9984 位、10000 位。

MSP430 系列中的 MSP430 系列型芯片,含有 16 位、32 位、48 位、64 位、80 位、96 位、112 位、128 位、144 位、160 位、176 位、192 位、208 位、224 位、240 位、256 位、272 位、288 位、304 位、320 位、336 位、352 位、368 位、384 位、400 位、416 位、432 位、448 位、464 位、480 位、496 位、512 位、528 位、544 位、560 位、576 位、592 位、608 位、624 位、640 位、656 位、672 位、688 位、704 位、720 位、736 位、752 位、768 位、784 位、800 位、816 位、832 位、848 位、864 位、880 位、896 位、912 位、928 位、944 位、960 位、976 位、992 位、1008 位、1024 位、1040 位、1056 位、1072 位、1088 位、1104 位、1120 位、1136 位、1152 位、1168 位、1184 位、1200 位、1216 位、1232 位、1248 位、1264 位、1280 位、1296 位、1312 位、1328 位、1344 位、1360 位、1376 位、1392 位、1408 位、1424 位、1440 位、1456 位、1472 位、1488 位、1504 位、1520 位、1536 位、1552 位、1568 位、1584 位、1600 位、1616 位、1632 位、1648 位、1664 位、1680 位、1696 位、1712 位、1728 位、1744 位、1760 位、1776 位、1792 位、1808 位、1824 位、1840 位、1856 位、1872 位、1888 位、1904 位、1920 位、1936 位、1952 位、1968 位、1984 位、2000 位、2016 位、2032 位、2048 位、2064 位、2080 位、2096 位、2112 位、2128 位、2144 位、2160 位、2176 位、2192 位、2208 位、2224 位、2240 位、2256 位、2272 位、2288 位、2304 位、2320 位、2336 位、2352 位、2368 位、2384 位、2400 位、2416 位、2432 位、2448 位、2464 位、2480 位、2496 位、2512 位、2528 位、2544 位、2560 位、2576 位、2592 位、2608 位、2624 位、2640 位、2656 位、2672 位、2688 位、2704 位、2720 位、2736 位、2752 位、2768 位、2784 位、2800 位、2816 位、2832 位、2848 位、2864 位、2880 位、2896 位、2912 位、2928 位、2944 位、2960 位、2976 位、2992 位、3008 位、3024 位、3040 位、3056 位、3072 位、3088 位、3104 位、3120 位、3136 位、3152 位、3168 位、3184 位、3200 位、3216 位、3232 位、3248 位、3264 位、3280 位、3296 位、3312 位、3328 位、3344 位、3360 位、3376 位、3392 位、3408 位、3424 位、3440 位、3456 位、3472 位、3488 位、3504 位、3520 位、3536 位、3552 位、3568 位、3584 位、3600 位、3616 位、3632 位、3648 位、3664 位、3680 位、3696 位、3712 位、3728 位、3744 位、3760 位、3776 位、3792 位、3808 位、3824 位、3840 位、3856 位、3872 位、3888 位、3904 位、3920 位、3936 位、3952 位、3968 位、3984 位、4000 位、4016 位、4032 位、4048 位、4064 位、4080 位、4096 位、4112 位、4128 位、4144 位、4160 位、4176 位、4192 位、4208 位、4224 位、4240 位、4256 位、4272 位、4288 位、4304 位、4320 位、4336 位、4352 位、4368 位、4384 位、4400 位、4416 位、4432 位、4448 位、4464 位、4480 位、4496 位、4512 位、4528 位、4544 位、4560 位、4576 位、4592 位、4608 位、4624 位、4640 位、4656 位、4672 位、4688 位、4704 位、4720 位、4736 位、4752 位、4768 位、4784 位、4800 位、4816 位、4832 位、4848 位、4864 位、4880 位、4896 位、4912 位、4928 位、4944 位、4960 位、4976 位、4992 位、5008 位、5024 位、5040 位、5056 位、5072 位、5088 位、5104 位、5120 位、5136 位、5152 位、5168 位、5184 位、5200 位、5216 位、5232 位、5248 位、5264 位、5280 位、5296 位、5312 位、5328 位、5344 位、5360 位、5376 位、5392 位、5408 位、5424 位、5440 位、5456 位、5472 位、5488 位、5504 位、5520 位、5536 位、5552 位、5568 位、5584 位、5600 位、5616 位、5632 位、5648 位、5664 位、5680 位、5696 位、5712 位、5728 位、5744 位、5760 位、5776 位、5792 位、5808 位、5824 位、5840 位、5856 位、5872 位、5888 位、5904 位、5920 位、5936 位、5952 位、5968 位、5984 位、6000 位、6016 位、6032 位、6048 位、6064 位、6080 位、6096 位、6112 位、6128 位、6144 位、6160 位、6176 位、6192 位、6208 位、6224 位、6240 位、6256 位、6272 位、6288 位、6304 位、6320 位、6336 位、6352 位、6368 位、6384 位、6400 位、6416 位、6432 位、6448 位、6464 位、6480 位、6496 位、6512 位、6528 位、6544 位、6560 位、6576 位、6592 位、6608 位、6624 位、6640 位、6656 位、6672 位、6688 位、6704 位、6720 位、6736 位、6752 位、6768 位、6784 位、6800 位、6816 位、6832 位、6848 位、6864 位、6880 位、6896 位、6912 位、6928 位、6944 位、6960 位、6976 位、6992 位、7008 位、7024 位、7040 位、7056 位、7072 位、7088 位、7104 位、7120 位、7136 位、7152 位、7168 位、7184 位、7200 位、7216 位、7232 位、7248 位、7264 位、7280 位、7296 位、7312 位、7328 位、7344 位、7360 位、7376 位、7392 位、7408 位、7424 位、7440 位、7456 位、7472 位、7488 位、7504 位、7520 位、7536 位、7552 位、7568 位、7584 位、7600 位、7616 位、7632 位、7648 位、7664 位、7680 位、7696 位、7712 位、7728 位、7744 位、7760 位、7776 位、7792 位、7808 位、7824 位、7840 位、7856 位、7872 位、7888 位、7904 位、7920 位、7936 位、7952 位、7968 位、7984 位、8000 位、8016 位、8032 位、8048 位、8064 位、8080 位、8096 位、8112 位、8128 位、8144 位、8160 位、8176 位、8192 位、8208 位、8224 位、8240 位、8256 位、8272 位、8288 位、8304 位、8320 位、8336 位、8352 位、8368 位、8384 位、8400 位、8416 位、8432 位、8448 位、8464 位、8480 位、8496 位、8512 位、8528 位、8544 位、8560 位、8576 位、8592 位、8608 位、8624 位、8640 位、8656 位、8672 位、8688 位、8704 位、8720 位、8736 位、8752 位、8768 位、8784 位、8800 位、8816 位、8832 位、8848 位、8864 位、8880 位、8896 位、8912 位、8928 位、8944 位、8960 位、8976 位、8992 位、9008 位、9024 位、9040 位、9056 位、9072 位、9088 位、9104 位、9120 位、9136 位、9152 位、9168 位、9184 位、9200 位、9216 位、9232 位、9248 位、9264 位、9280 位、9296 位、9312 位、9328 位、9344 位、9360 位、9376 位、9392 位、9408 位、9424 位、9440 位、9456 位、9472 位、9488 位、9504 位、9520 位、9536 位、9552 位、9568 位、9584 位、9600 位、9616 位、9632 位、9648 位、9664 位、9680 位、9696 位、9712 位、9728 位、9744 位、9760 位、9776 位、9792 位、9808 位、9824 位、9840 位、9856 位、9872 位、9888 位、9904 位、9920 位、9936 位、9952 位、9968 位、9984 位、10000 位。

低价格的开发系统硬件(优惠价格为 100 元人民币)和完善高效、开发方便易用、界面友好的软件(免费使用)仿真环境,使得 MSP430 系列单片机的使用和推广更容易。该系列单片机也有高档的开发系统,价格在 1000 美元左右,其功能更强大,通用性更好。

附录 A MSP430 系列芯片简介

本系列芯片包括如下芯片：

- MSP430 系列
- MSP430 系列
- MSP430 系列
- MSP430 系列

MSP430 单片机性能特点：

- 高性能类 8051 结构
- 一共只有 1 条单字长指令
- 除程序分支是双周期指令外,其他所有的指令都是单周期指令
- 工作速度: 阅读/写入/译码/时钟输入
阅读/写入/译码/指令周期
- 高达 16 字节(字长 16 位)的程序存储器(ROM)
- 高达 16 字节的数据存储器(RAM)
- 高达 16 字节的数据存储器(EEPROM)
- 兼容 8051 微处理器引脚兼容的引脚
- 中断能力(多达 16 个内部外部中断源)
- 多级硬件堆栈
- 直接、间接和相对寻址方式
- 上电复位电路(引脚)
- 上电延时定时器(引脚)和振荡器起振定时器(引脚)
- 带有片内 8051 振荡器的监视定时器(引脚)以保证可靠工作
- 可编程代码保护功能
- 休眠(引脚)省电方式
- 可选择不同的振荡器工作方式
- 高速、低功耗 8051 兼容技术
- 全静态设计
- 通过 1 个引脚可进行在线串行编程
- 编程只需单 5V 电压源
- 通过 1 个引脚可进行在线调试
- 处理器有通道,能对程序存储器进行读写

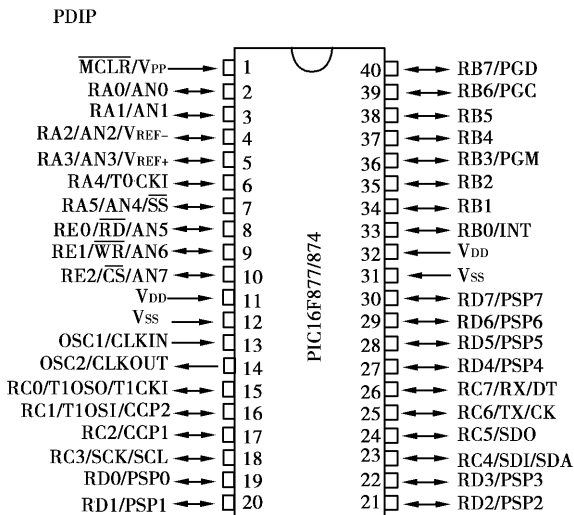


图 16-1 引脚示意图

- 宽范围的工作电压 圆到猿
- 最大拉电流 猿
- 商用级和工业级的工作温度范围
- 低功耗 :
 - 在 源 时钟下 , 电源电压为 猿 时 , 典型工作电流值小于 园
 - 在 猿 时钟下 , 电源电压为 猿 时 , 典型工作电流值为 园
 - 典型待令状态的电流值小于 园

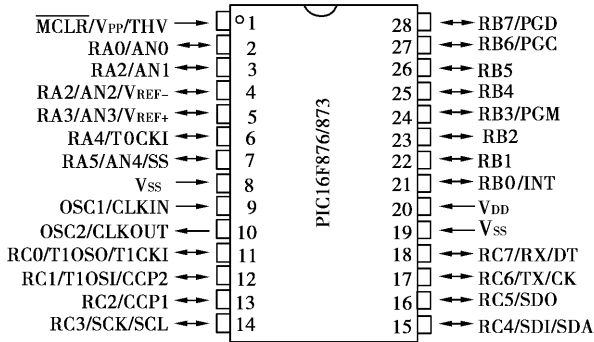
外围功能模块特性 :

- 定时器 带有 愿位前分频器的 愿位定时器 数器
- 定时器 带有前分频器的 愿位定时器 数器 , 在休眠期间可通过外部晶振 钟增量计数
- 定时器 带有 愿位周期寄存器、前分频器和后分频器的 愿位定时器 数器
- 两个捕捉 较宽调制 () 模块
- 愿位的捕捉输入的最大分辨率为 愿位
- 愿位的比较输出的最大分辨率为 愿位
- 脉宽调制 () 输出的最大分辨率为 愿位
- 愿位多通道模数转换器 ()
- 同步串行口 () 可满足 (主控) 和 (主控) 总线要求
- 具有地址第 愿位检测的通用异步接收器和发送器 ()
- 由外部 控制的 愿位数据宽度的并行从动端口 (仅用于 芯片)
- 用于掉电锁定复位 () 的锁定检测电路

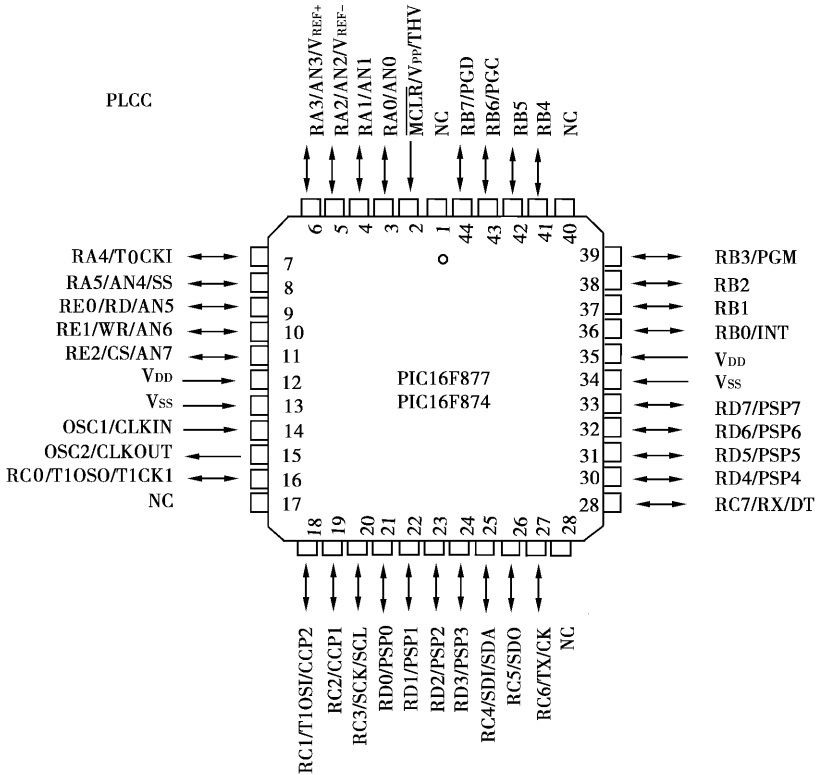
表 1-1 中等性能 单片机参考手册 ()

主要特征 中档芯片参考 手册 ()	猿	猿	猿	猿
工作频率	源	源	源	源
复位(与延时)	猿, 猿 (猿, 猿)	猿, 猿 (猿, 猿)	猿, 猿 (猿, 猿)	猿, 猿 (猿, 猿)
程序存储器 (愿位字)	源	源	愿	愿
数据存储器(字节)	愿	愿	猿愿	猿愿
数据存储器 (猿)	愿	愿	愿	愿
中断	愿	愿	愿	愿
端口	粤, 月, 悦端口	粤, 月, 悦, 阅端口	粤, 月, 悦端口	粤, 月, 悦, 阅端口
定时器 数器	猿	猿	猿	猿
捕捉 较冲调制 ()	圆	圆	圆	圆
串行通信	猿, 猿	猿, 猿	猿, 猿	猿, 猿
并行通信	...	猿	...	猿
愿位模数转换模块	缘个输入通道	愿个输入通道	缘个输入通道	愿个输入通道
指令数	猿条指令	猿条指令	猿条指令	猿条指令

DIP, SOIC



(a)



(b)

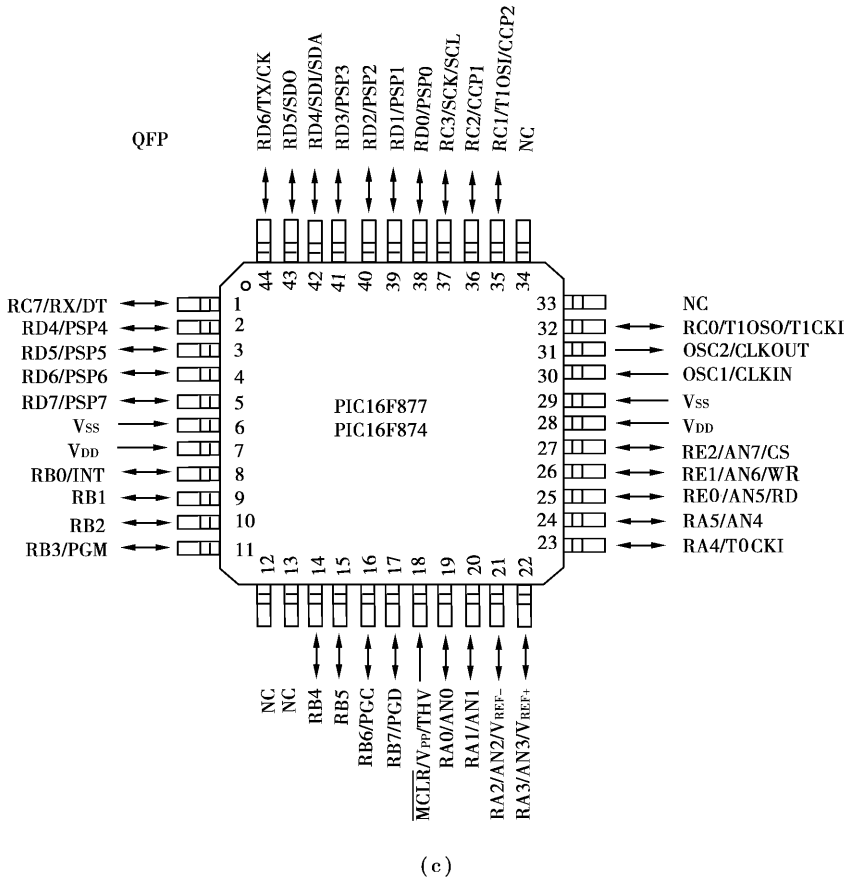


图 1-1 PIC16F877/PIC16F874 引脚图

与本书有关的单片机开发系统

本书介绍的单片机全面支持以下的软件和硬件开发工具：

- 集成开发环境
 - 集成开发环境软件
- 编译器 翻译器 链接器
 - 集成开发环境编译器
 - 集成开发环境编译器和 集成开发环境编译器
 - 集成开发环境目标文件连接器 集成开发环境目标文件库管理程序
- 软件仿真器
 - 集成开发环境软件仿真器
- 硬件仿真器
 - 集成开发环境硬件在线仿真器

—— 附送光盘 在线仿真器

- 在线调试器

—— 用于 单片机系统 的 单片机 附送

- 器件编程器

—— 附送光盘 通用器件编程器

—— 附送光盘 全套初级开发编程器

- 低成本演示板

—— 附送光盘 演示板

—— 附送光盘 演示板

—— 附送光盘 演示板

附送光盘 单片机集成开发环境软件

在 8051 单片机市场上, 附送光盘软件提供了一种前所未有的方便的软件集成开发环境。附送光盘软件是基于 8051 微处理器的应用软件, 它包括:

- 一套调试工具的接口
 - 软件仿真器
 - 编程器(单独出售)
 - 硬件仿真器(单独出售)
 - 在线调试器(单独出售)
- 一套全功能的编辑器
- 一个项目管理器
- 可定制式工具条
- 一个状态栏
- 在线帮助

附送光盘软件允许你:

- 编辑你的源文件(汇编程序或者 C 程序)
- 一套汇编(或编译)和用于下载 8051 微处理器硬件和软件仿真器工具(自动更新所有的项目信息)
- 调试用:
 - 源文件
 - 列表文件
 - 机器代码

使用附送光盘软件作为多用途调试工具的性能, 允许用户只要经过少量的培训, 就能很容易地实现从使用廉价的软件仿真器, 过渡到使用全功能的硬件仿真器。

附送光盘 8051 汇编器

8051 汇编器是一套适用于所有 8051 微处理器家族的全功能通用微型汇编器。

8051 汇编器有一个命令行接口和 8051 微处理器外壳。它可作为基于 8051 微处理器或更高级操作系统的独立应用程序, 也可通过附送光盘软件使用。8051 汇编器生成用于 8051 微处理器的

目标文件连接器的可重定位目标文件,预编译标准头文件,有关存储器的详细使用和符号参考的映像文件,一个包含源程序行和生成的机器代码的列表文件,和一个用于调试的清单文件。

目标文件连接器的特征包括:

- 作为一个项目集成入目标文件连接
- 由用户定义的流水线汇编代码单片机
- 多用途源文件的条件汇编
- 允许完全控制汇编过程的指令

目标文件连接编译器

目标文件连接公司的目标文件连接语言开发系统,是适用于微芯公司的目标文件连接系列中一部分单片机的完全的目标文件连接编译器。目标文件连接代码开发系统是适用于微芯公司的目标文件连接系列单片机的完全的目标文件连接编译器。这些编译器提供强大的集成功能和使用上的方便性,在其他编译器上是还不具有的。

对于更为方便的源代码级调试,编译器提供可与目标文件连接存储器显示兼容的符号信息。

目标文件连接目标文件连接器 目标文件库管理程序

目标文件连接目标文件连接器把由目标文件连接编译器和目标文件连接目标文件连接的目标文件连接编译器产生的可重定位目标文件进行组合。它也可从预编译库中对可重定义目标文件进行连接,从累加器命令表中使用指令。

目标文件连接目标文件库管理程序是用于由目标文件连接目标文件连接器使用的预编译代码的文件库管理程序。当来自程序库的一段例程被另一个源文件调用时包含此例程的模块被连接入应用程序。这便允许在许多不同的应用程序中高效地使用大型库管理程序。目标文件连接目标文件库管理程序管理着库文件的创建和修改。

目标文件连接目标文件连接器的特性包括:

- 将目标文件连接编译器和目标文件连接目标文件连接编译器及目标文件连接目标文件连接编译器集成起来。
- 允许所有的存储器分区定义,以提供联接上的灵活性。

目标文件连接目标文件库管理程序的特性包括:

- 较易联接,因为单一的库管理程序可被包括或代替众多较小的文件。
- 通过把相关的模块组合在一起而帮助保持代码的可维护性。
- 允许对创建管理程序进行建库,对模块进行增加,列出,替换,删除或提取操作。

目标文件连接目标文件连接软件仿真器

目标文件连接目标文件连接软件仿真器允许在以目标文件连接为主机的环境下进行代码开发。它允许用户在指令级的基础上对目标文件连接系列单片机进行仿真。对于给定的指令,用户可检查或修正任一数据区,或为任一引脚提供外部激励。输入输出的数据可由用户设定,命令的执行过程可在多种条件下进行演示:单步,执行到中断发生,或在跟踪调试方式下。

目标文件连接目标文件连接完全支持采用目标文件连接和目标文件连接目标文件连接编译器,及目标文件连接目标文件连接编译器所进

