

第 1 章: PIC 单片机组成结构

井艳军

沈阳工业大学电气工程学院

主要内容

嵌入式微控制器

PIC 单片机特点

PIC 单片机结构

存储器概述

嵌入式微控制器

嵌入式微控制器

在计算机的发展历史上，运算和控制一直是计算机功能实施的两条主线。

嵌入式微控制器

在计算机的发展历史上，运算和控制一直是计算机功能实施的两条主线。

运算功能

主要体现在巨型机、大型机、服务器和个人电脑上，承担高速、海量技术数据的分析和处理，一般以计算能力（即运算速度）为重要指标。

嵌入式微控制器

在计算机的发展历史上，运算和控制一直是计算机功能实施的两条主线。

运算功能

主要体现在巨型机、大型机、服务器和个人电脑上，承担高速、海量技术数据的分析和处理，一般以计算能力（即运算速度）为重要指标。

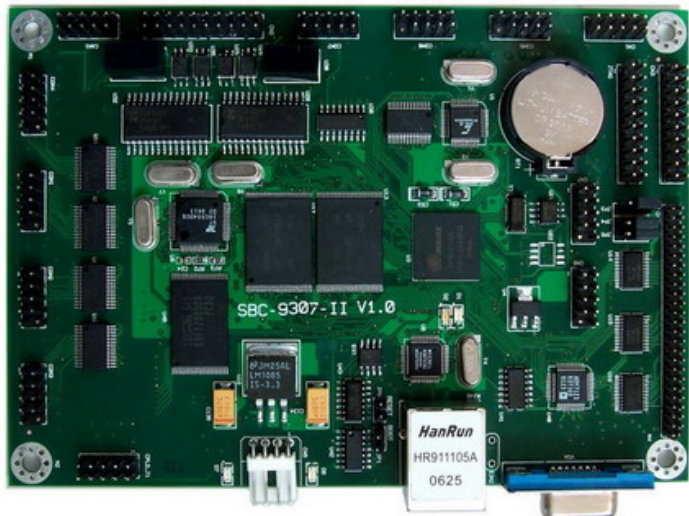
控制功能

主要体现在单片机，以嵌入式独立系统为技术理念，**与控制对象耦合**，能与控制对象互动和实时控制。以**低成本、小体积、高可靠、功能强**等优点脱颖而出。

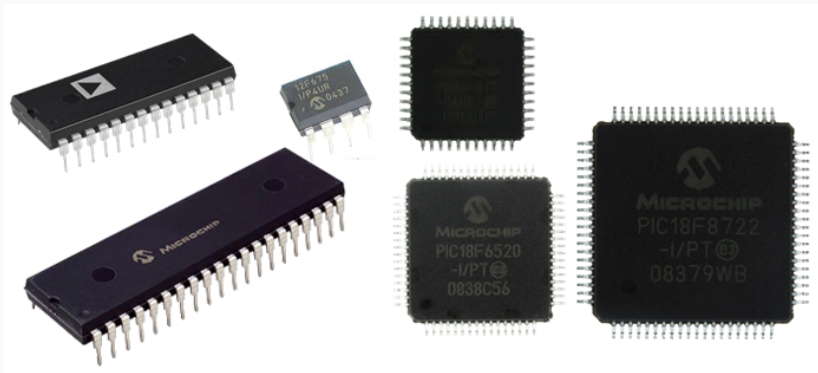
PC 机主板



单板机



单片机



什么是单片机

一片半导体硅片集成：中央处理单元（CPU）、存储器（RAM、ROM）、并行 I/O、串行 I/O、定时器/计数器、中断系统、系统时钟电路及系统总线的微型计算机。

具有微型计算机的属性，因而被称为单片微型计算机，简称单片机。

什么是单片机

主要应用于**测控领域**。单片机使用时，通常是处于**测控系统的核心地位**并嵌入其中，所以国际上通常把单片机称为**嵌入式控制器**（EMCU，Embedded MicroController Unit），或**微控制器**（MCU，MicroController Unit）。我国习惯于使用“**单片机**”这一名称。

单片机是计算机技术发展史上的一个重要里程碑，标志着计算机正式形成了**通用计算机系统和嵌入式计算机系统**两大分支。

单片机**体积小、成本低**,嵌入到工业控制单元、机器人、智能仪器仪表、汽车电子系统、武器系统、家用电器、玩具、个人信息终端及通讯产品中。

单片机按用途分类

按照其用途可分为通用型和专用型两大类。

(1) **通用型**单片机就是其内部可开发的资源（如存储器、I/O 等各种外围功能部件等）可以全部提供给用户。用户根据需要，设计一个以通用单片机芯片为核心，再配以外围接口电路及其它外围设备，并编写相应的软件来满足各种不同需要的测控系统。通常所说的和**本书介绍的是指通用型单片机**。

(2) **专用型**单片机是专门针对某些产品的特定用途而制作的单片机。

专用型单片机系统

例如，各种家用电器中的控制器等。由于用于特定用途，单片机芯片制造商常与产品厂家合作，设计和生产“专用”的单片机芯片。

由于在设计中，已经对“专用”单片机的系统结构最简化、可靠性和成本的最佳化等方面都做了全面的综合考虑，所以“专用”单片机具有十分明显的综合优势。

无论“专用”单片机在用途上有多么“专”，其基本结构和工作原理都是以通用单片机为基础的。

单片机的发展历史

单片机按其处理的二进制位数主要分为：4 位单片机、8 位单片机、16 位单片机和 32 位单片机。发展大致分为 4 个阶段。

第一阶段（1974 年~1976 年）

单片机初级阶段。因工艺限制，单片机采用双片的形式而且功能比较简单。1974 年 12 月，仙童公司推出了 8 位的 F8 单片机，实际上只包括了 8 位 CPU、64B RAM 和 2 个并行口。

单片机的发展历史

第二阶段（1976 年~1978 年）

低性能单片机阶段。1976 年 Intel 的 MCS-48 单片机（8 位）极大地促进了单片机的变革和发展，1977 年 GI 公司推出了 PIC1650，但这个阶段仍处于低性能阶段。

单片机的发展历史

第三阶段（1978 年~1983 年）

高性能单片机阶段。1978 年，Zilog 公司推出 Z8 单片机，1980 年，Intel 公司在 MCS-48 系列基础上推出 MCS-51 系列，Mortorola 推出 6801 单片机。使单片机的性能及应用跃上新的台阶。

此后，各公司的 8 位单片机迅速发展。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 64KB，有的片内还带有 A/D 转换器。这类单片机的性能价格比高，被广泛应用，是目前应用数量最多的单片机。

单片机的发展历史

第四阶段（1983 年～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 位典型产品 Intel 公司的 MCS-96 系列单片机。而 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。

20 世纪 90 年代单片机制造业大发展时期，Mortorola、Intel、ATMEL、德州仪器（TI）、飞利浦、LG 等公司开发一大批性能优越的单片机，极大推动单片机的应用。目前，除 8 位单片机得到广泛应用外，16 位单片机、32 位单片机也得到广大用户青睐。

单片机的特点

单片机是**集成电路技术与微型计算机技术**高速发展的产物。体积小、价格低、应用方便、稳定可靠，因此，给**工业自动化等领域带来了一场重大革命和技术进步**。

由于**体积小，很容易地嵌入到系统之中**，以实现各种方式的检测、计算或控制，这一点，一般微机根本做不到。

由于单片机本身就是一个微型计算机，因此只要在单片机的外部适当增加一些必要的外围扩展电路，就可以灵活地构成各种应用系统，如工业自动检测监视系统、数据采集系统、自动控制系统、智能仪器仪表等。

单片机的优点

(1) 功能齐全，应用可靠，抗干扰能力强。

(2) 简单方便，易于普及。单片机技术是易掌握技术。应用系统设计、组装、调试已经是一件容易的事情，工程技术人员通过学习可很快掌握其应用设计技术。

(3) 发展迅速，前景广阔。短短几十年，单片机经过4位机、8位机、16位机、32位机等几大发展阶段。尤其是集成度高、功能日臻完善的单片机不断问世，使单片机在工业控制及工业自动化领域获得长足发展和大量应用。目前，单片机内部结构愈加完美，片内外围功能部件越来越完善，向更高层次和更大规模的发展奠定坚实的基础。

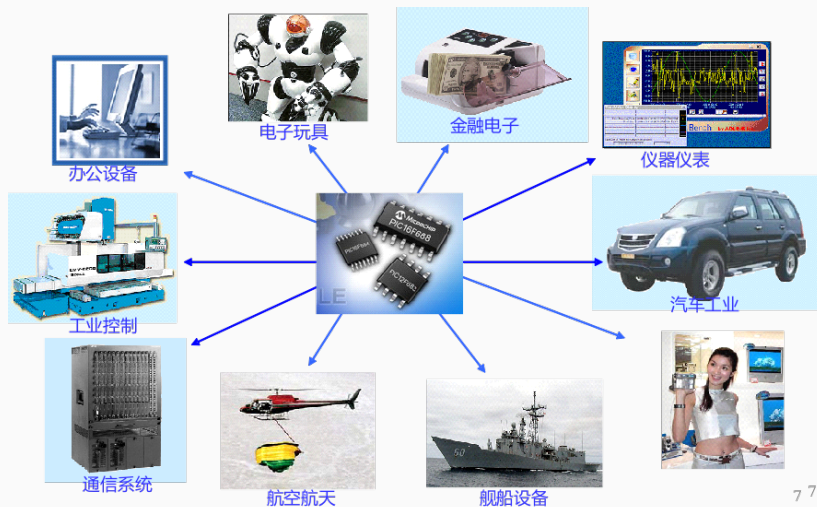
单片机的优点

(4) 嵌入容易，用途广泛，体积小、性能价格比高，应用灵活性强等特点在嵌入式微控制系统中具有十分重要的地位。

单片机出现前，制作一套测控系统，大量的模拟电路、数字电路、分立元件完成，以实现计算、判断和控制功能。系统的体积庞大，线路复杂，连接点多，易出现故障。

单片机出现后，测控功能的绝大部分由单片机的软件程序实现，其它电子线路则由片内的外围功能部件来替代。

单片机的主要应用



单片机的主要应用

1 · 工业检测与控制

主要应用：工业过程控制、智能控制、设备控制、数据采集和传输、测试、测量、监控等。在工业自动化的领域中，**机电一体化技术**将发挥愈来愈重要的作用，在这种集机械、微电子和计算机技术为一体的综合技术（如机器人技术）中，单片机发挥着非常重要的作用。

2 · 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。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，减小体积而易于携带和使用，**加速仪器仪表向数字化、智能化、多功能化方向发展。**

单片机的主要应用

3 · 消费类电子产品

例如，洗衣机、电冰箱、空调机、电风扇、电视机、微波炉、加湿机、消毒柜等。嵌入了单片机后，功能和性能大大提高，并实现智能化、最优化控制。

4 · 通讯

在调制解调器、各类手机、传真机、程控电话交换机、信息网络及各种通讯设备中，单片机也已经得到广泛应用。

单片机的主要应用

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、航天飞机导航系统，都有单片机嵌入其中。

6 · 各种终端及计算机外部设备

计算机网络终端（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）中都使用了单片机作为控制器。

7 · 汽车电子设备

已经广泛地应用在各种汽车电子设备中，如汽车安全系统、汽车信息系统、智能自动驾驶系统、卫星汽车导航系统、汽车紧急请求服务系统、汽车防撞监控系统、汽车自动诊断系统以及汽车黑匣子等。

8 · 分布式多机系统

在较复杂多节点的测控系统中，常采用**分布式多机系统**。

一般由若干台功能各异的单片机组成，各自完成特定的任务，它们通过串行通信相互联系、协调工作。在这种系统中，单片机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。

单片机的主要应用

从工业自动化、自动控制、智能仪器仪表、消费类电子产品等方面，直到国防尖端技术领域，单片机都发挥着十分重要的作用。

常见单片机比较

单片机现在可谓是铺天盖地，种类繁多，让开发者们应接不暇，发展也是相当的迅速，从上世纪 80 年代，由当时的 4 位 8 位发展到现在的各种高速单片机.....

各个厂商们也在速度、内存、功能上此起彼伏，参差不齐 同时涌现出一大批拥有代表性单片机的厂商：Atmel、TI、ST、MicroChip、ARM...国内的宏晶 STC 单片机也是可圈可点...

下面为大家带来 51、STM32、PIC、AVR、STC 单片机之间的优缺点比较及功能体现.....

51 单片机

应用最广泛的 8 位单片机当然也是初学者们最容易上手学习的单片机，最早由 Intel 推出，由于其典型的结构和完善的总线专用寄存器的集中管理，众多的逻辑位操作功能及面向控制的丰富的指令系统，堪称为一代“经典”，为以后的其它单片机的发展奠定了基础。

51 单片机特性

1. 从内部的硬件到软件有一套完整的按位操作系统，称作位处理器，处理对象不是字或字节而是位。不但能对片内某些特殊功能寄存器的某位进行处理，如传送、置位、清零、测试等，还能进行位的逻辑运算，其功能十分完备，使用起来得心应手。

2. 同时在片内 RAM 区间还特别开辟了一个双重功能的地址区间，使用极为灵活，这一功能无疑给使用者提供了极大的方便，

3. 乘法和除法指令，这给编程也带来了便利。很多的八位单片机都不具备乘法功能，作乘法时还得编上一段子程序调用，十分不便。

51 单片机缺点

1. AD、EEPROM 等功能需要靠扩展, 增加了硬件和软件负担
2. 虽然 I/O 脚使用简单, 但高电平时无输出能力, 这也是 51 系列单片机的最大软肋
3. 运行速度过慢, 特别是双数据指针, 如能改进能给编程带来很大的便利
4. 51 保护能力很差, 很容易烧坏芯片

STM32 单片机

由 ST 厂商推出的 STM32 系列单片机，是一款性价比超高的系列单片机，应该没有之一，功能及其强大。其基于专为要求高性能、低成本、低功耗的嵌入式应用专门设计的 ARM Cortex-M 内核，同时具有一流的外设：1 s 的双 12 位 ADC，4 兆位/秒的 UART，18 兆位/秒的 SPI 等等，在功耗和集成度方面也有不俗的表现，当然和 MSP430 的功耗比起来是稍微逊色的一些，但这并不影响工程师们对它的热捧程度，由于其简单的结构和易用的工具再配合其强大的功能在行业中赫赫有名...

STM32 单片机特性

1. 内核: ARM32 位 Cortex-M3CPU, 最高工作频率 72MHz, 1.25DMIPS/MHz, 单周期乘法和硬件除法
2. 存储器: 片上集成 32-512KB 的 Flash 存储器。
6-64KB 的 SRAM 存储器
3. 时钟、复位和电源管理: 内嵌出厂前调校的 8MHz RC 振荡电路。内部 40 kHz 的 RC 振荡电路。用于 CPU 时钟的 PLL。带校准用于 RTC 的 32kHz 的晶振
4. 调试模式: 串行调试 (SWD) 和 JTAG 接口。最多高达 112 个的快速 I/O 端口、最多多达 11 个定时器、最多多达 13 个通信接口

AVR 单片机

AVR 单片机是 Atmel 公司推出的较为新颖的单片机, 其显著的特点为高性能、高速度、低功耗。它取消机器周期, 以时钟周期为指令周期, 实行流水作业。

AVR 单片机指令以字为单位, 且大部分指令都为单周期指令。而单周期既可执行本指令功能, 同时完成下一条指令的读取。通常时钟频率用 $4\sim 8\text{MHz}$, 故最短指令执行时间为 $250\sim 125\text{ns}$ 。AVR 单片机能成为最近仍是比较火热的单片机

AVR 单片机特点

1.AVR 系列没有类似累加器 A 的结构, 它主要是通过 R16~R31 寄存器来实现 A 的功能。

2.AVR 的专用寄存器集中在 00~3F 地址区间, 无需像 PIC 那样得先进行选存储体的过程, 使用起来比 PIC 方便。

3.AVR 的 I/O 脚类似 PIC, 它也有用来控制输入或输出的方向寄存器, 在输出状态下, 高电平输出的电流在 10mA 左右, 低电平吸入电流 20mA。这点虽不如 PIC, 但比 51 系列还是要优秀的...

AVR 单片机缺点

1. 是没有位操作，都是以字节形式来控制 and 判断相关寄存器位的
2. C 语言与 51 的 C 语言在写法上存在很大的差异，这让从开始学习 51 单片机的朋友很不习惯
3. 通用寄存器一共 32 个 (R0~R31)，前 16 个寄存器 (R0~R15) 都不能直接与立即数打交道，因而通用性有所下降。而在 51 系列中，它所有的通用寄存器 (地址 00~7FH) 均可以直接与立即数打交道，显然要优于前者。

STC 单片机

是国内还算是比较不错的单片机。STC 单片机是宏晶生产的单时钟/机器周期的单片机，说白了 STC 单片机是 51 与 AVR 的结合体，有人说 AVR 是 51 的替代单片机，但是 AVR 单片机在位控制和 C 语言写法上存在很大的差异。

而 STC 单片机恰恰结合了 51 和 AVR 的优点，STC 单片机是 51 内核，这给以 51 单片机为基础的工程师们提供了极大的方便，省去了学习 AVR 的时间，同时也不失 AVR 的各种功能...

STC 单片机是高速、低功耗、超强抗干扰的新一代 8051 单片机 51 单片机，指令代码完全兼容传统 8051，但速度快 8 12 倍，成为继 51 单片机后一个全新系列单片机...

STC 单片机特性

1. 下载烧录程序用串口方便好用，容易上手，拥有大量的学习资料及视频，同时具有宽电压：5.5~3.8V，2.4~3.8V，低功耗设计：空闲模式，掉电模式（可由外部中断唤醒）

2. STC 单片机具有在应用编程，调试起来比较方便；带有 10 位 AD、内部 EEPROM、可在 1T/机器周期下工作，速度是传统 51 单片机的 8~12 倍，价格也较便宜

3.4 通道捕获/比较单元，具有硬件看门狗、高速 SPI 通信端口、全双工异步串行口，兼容普通 8051 的串口，同时还具有先进的指令集结构，兼容普通 8051 指令集

STC 单片机功能虽不及 AVR、STM32 强大，价格也不及 51 和 ST32 便宜，但是这些并并不重要，重要的是这属于国产单片机比较出色的单片机，但愿国产单片机能一路长虹...

PIC 单片机特点

PIC 单片机概述

PIC(Peripheral Interface Controller, 外围接口控制器) 是美国微芯公司 (Microchip) 生产的单片机系列产品的简称, 8 位机销量全球第一。

Microchip 公司是一家专门致力于单片机开发、研制和生产的制造商, 其产品设计起点高, 技术领先, 性能优越。

PIC 单片机概述

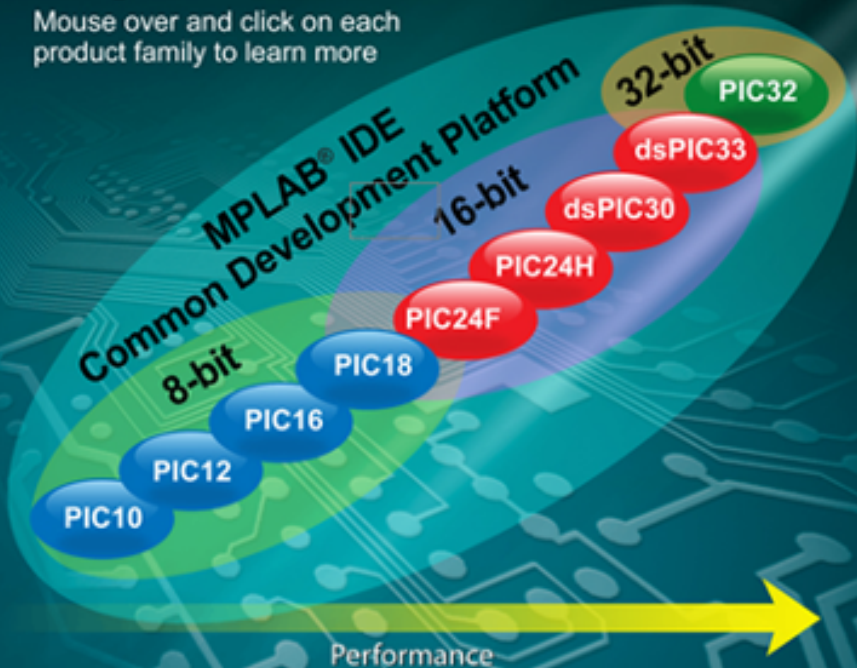
PIC 系列单片机，有高中低档系列产品，可以满足用户的各种需要。从中档产品 PIC16F877 作为切入点，提供非常完备、易学易用的 MPLAB-ICD 集成开发环境。

特别是对于单片机的新手，仿佛从茫然迷惑的大海搭上一艘便捷平稳的小船，感到非常轻松自如。

Scaling the PIC® MCU & dsPIC® DSC Families

Mouse over and click on each product family to learn more

Functionality



PIC 单片机特点

它不是在一般微型计算机 CPU 的基础上加以改造，而是独树一帜，采用全新的流水线结构、单字节指令体系、嵌入闪存以及 10 位 A/D 转换器，使之具有卓越的性能，代表着单片机发展的新方向。

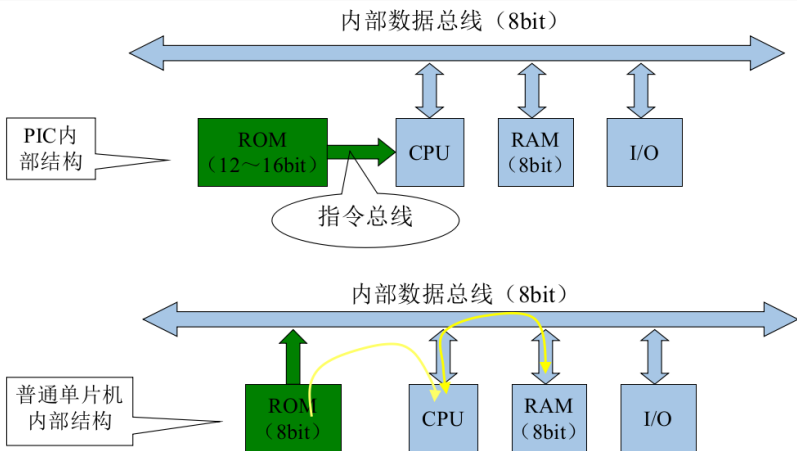
PIC 系列单片机，具有高、中、低三个档次，可以满足不同用户开发的需要，适合在各个领域中的应用。

1、哈佛总线结构

PIC 系列单片机采用哈佛总线结构，在芯片内部数据总线和指令总线分离，容许采用不同的字节宽度。这样，就为实现指令提取和执行的“流水作业”提供结构保证，即在执行一条指令的同时对下一条指令进行取指操作。

两总线的分离，也为 PIC 实现全部指令的单字节化和单周期化创造条件，从而大大提高 CPU 执行指令的速度和工作效率。

1、哈佛总线结构



1、哈佛总线结构



1、哈佛总线的特点

将内部的总线分离为独立的数据总线与指令总线

1、哈佛总线的好处

- 避免数据、指令公用一条总线的“瓶颈”效应;

1、哈佛总线的好处

- 避免数据、指令公用一条总线的“瓶颈”效应;
- 便于指令提取的“流水作业”(在执行一条指令的同时,通过指令总线提前提取下一条指令),提高运行速度;

1、哈佛总线的好处

- 避免数据、指令公用一条总线的“瓶颈”效应；
- 便于指令提取的“流水作业”（在执行一条指令的同时，通过指令总线提前提取下一条指令），提高运行速度；
- 可以增加指令总线的宽度，从而为实现指令的“单字节”化（14bit）提供了条件。

2、RISC 技术

PIC 系列单片机的指令系统，由于采用精简指令集 (RISC) 技术，和一般单片机复杂指令集 (CISC) 指令系统通常有上百条指令相比要少得多。

3、指令特色

PIC 系列单片机只有 4 种寻址方式：寄存器间接寻址、立即数寻址、直接寻址和位寻址，比较容易掌握。

PIC 系列单片机的程序、数据、堆栈三者各自采用互相独立的地址空间，前两者的地址访问需要用户特别注意四个分区的范围，而堆栈过程用户不必参与和操心。

代码压缩率，就是指相同程序存储器空间所能容纳有效指令的数量。例如：1KB 程序存储器空间：51 单片机：只能存放 500 多条指令，PIC 单片机：存放多达 1024 条的指令。

4、功耗低

由于 PIC 系列单片机采用 CMOS 结构，使其功率消耗极低，是目前世界上最低功耗的单片机品种之一。

其中有些型号，在 4MHz 时钟下工作时耗电不超过 2mA，而在睡眠模式下耗电可低到 $1\mu A$ 以下。因此，PIC 系列单片机，尤其适用于野外移动仪表的控制以及户外免维护的控制系统。

5、驱动能力强

I/O 端口驱动负载的能力较强，每个输出引脚可以驱动多达 20-25mA 的负载，既能够高电平直接驱动发光二极管 LED、光电耦合器、小型继电器等，也可以低电平直接驱动，这样可大大简化控制电路。

不过，请读者注意，每个引脚的驱动能力并不表示端口引脚同时都具有这样的功效。一般端口驱动能力约 60-70mA，而所有输入输出驱动小于 200mA，详细数据可参考有关数据手册。

6、同步串行数据传送方式

PIC 系列单片机的一些型号具有同步串行口，可以满足 I2C（主控/从动）和 SPI（主控）总线要求。I2C(Integrated Circuit Bus) 和 SPI（Serial Peripheral Interface）分别是 PHILIPS 公司和 MOTOROLA 公司研制的两种广泛流行的串行总线标准，是一种在芯片之间实现同步串行数据传输的技术。

利用单片机串行总线端口可以方便而灵活地扩展外围器件，目前已在许多电子产品中得到广泛应用。

7、应用平台界面友好、开发方便

MPLAB-IDE 集成开发环境，可实现程序编写、模拟仿真和在线调试，为用户学习与实践、应用与开发提供了相应的技术空间。

8、程序存储器版本齐全

- EPROM:可反复擦写，紫外线照射 20 分钟以上除去片上信息

8、程序存储器版本齐全

- **EPROM:**可反复擦写，紫外线照射 20 分钟以上除去片上信息
- **OTP:**一次编程方式：一个产品周期后降低成本用，专用设备完成烧写，适合小批量非定型产品

8、程序存储器版本齐全

- **EPROM:**可反复擦写，紫外线照射 20 分钟以上除去片上信息
- **OTP:**一次编程方式：一个产品周期后降低成本用，专用设备完成烧写，适合小批量非定型产品
- **掩模 ROM:**一个产品周期后降低成本用，适合大批量定型产品，必须请制造商借助专用设备完成

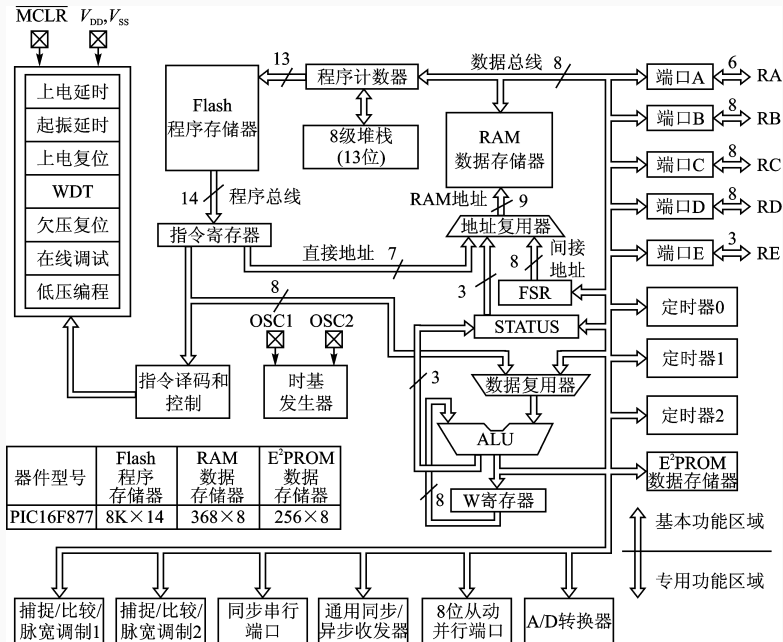
8、程序存储器版本齐全

- **EPROM:**可反复擦写，紫外线照射 20 分钟以上除去片上信息
- **OTP:**一次编程方式：一个产品周期后降低成本用，专用设备完成烧写，适合小批量非定型产品
- **掩模 ROM:**一个产品周期后降低成本用，适合大批量定型产品，必须请制造商借助专用设备完成
- **E2PROM 或 FLASH:**可在线进行程序的反复擦写

PIC 单片机结构

PIC16F877 单片机的结构

从其执行功能考虑，可以将单片机分成两大组件，
即**基本功能模块**和**专用功能模块**



基本功能 1、程序存储器区域

- **Flash 程序存储器：**固化程序

基本功能 1、程序存储器区域

- **Flash 程序存储器:** 固化程序
- **程序计数器 (PC):** 产生并提供提取程序存储器的 13 位地址码

基本功能 1、程序存储器区域

- **Flash 程序存储器：**固化程序
- **程序计数器（PC）：**产生并提供提取程序存储器的 13 位地址码
- **硬件堆栈：**程序断点地址（子程序）

基本功能 1、程序存储器区域

- **Flash 程序存储器：**固化程序
- **程序计数器（PC）：**产生并提供提取程序存储器的 13 位地址码
- **硬件堆栈：**程序断点地址（子程序）
- **指令寄存器：**暂存从程序存储器中取出的指令。

基本功能 1、程序存储器区域

- **Flash 程序存储器：**固化程序
- **程序计数器（PC）：**产生并提供提取程序存储器的 13 位地址码
- **硬件堆栈：**程序断点地址（子程序）
- **指令寄存器：**暂存从程序存储器中取出的指令。
- **指令译码和控制器：**将指令翻译成一系列的微控制信号

基本功能 2、数据存储器区域

- **RAM 数据存储器：** 储存临时数据

基本功能 2、数据存储器区域

- **RAM 数据存储器：** 储存临时数据
- **地址复用器：** 传递访问 RAM 所需的地址

基本功能 2、数据存储器区域

- **RAM 数据存储器：** 储存临时数据
- **地址复用器：** 传递访问 RAM 所需的地址
- **文件选择寄存器（FSR）：** 存储访问 RAM 的间接地址。

基本功能 2、数据存储器区域

- **RAM 数据存储器：** 储存临时数据
- **地址复用器：** 传递访问 RAM 所需的地址
- **文件选择寄存器（FSR）：** 存储访问 RAM 的间接地址。
- **数据复用器：** 选择和传递参加另一个源操作数。

基本功能 2、数据存储器区域

- **RAM 数据存储器：** 储存临时数据
- **地址复用器：** 传递访问 RAM 所需的地址
- **文件选择寄存器（FSR）：** 存储访问 RAM 的间接地址。
- **数据复用器：** 选择和传递参加另一个源操作数。
- **状态寄存器（STATUS）：** 判定进位、寻址辅助运算状态指示等。

基本功能 3、E2PROM 数据存储器模块

PIC16F877 单片机嵌入一个 256X8 位的 E2PROM 数据存储器模块。

可在线擦写，存储的内容掉电时不会丢失。

要完成数据存取功能，PIC 单片机指令集没有提供现成的机器指令，必须采用特殊的程序段。

基本功能 4、算术逻辑运算区域

- **算术逻辑单元 (ALU):** 算术、逻辑运算

基本功能 4、算术逻辑运算区域

- **算术逻辑单元 (ALU):** 算术、逻辑运算
- **工作寄存器 (W):** 暂存源操作数和计算结果

基本功能 4、算术逻辑运算区域

例： ADDWF 20H, 0

译： 将工作寄存器 W 中的数据 和 20H RAM 单元的数据相加后，再存放到 W 中。

基本功能 4、算术逻辑运算区域

执行过程：程序计数器指定的某一程序存储器单元中取出一条指令，经程序总线送往指令寄存器。指令操作码部分送往指令译码和控制电路，操作数部分进入地址复用器，到 20H RAM 单元读数，读出的数经过数据复用器送入 ALU 与 W 寄存器中的数进行计算，结果再存入 W 寄存器中。

基本功能 5、输入输出端口模块

5 个输入输出端口，RA（6 位）、RB（8 位）、RC（8 位）、RD（8 位）和 RE（3 位），合计 33 个引脚。多数是复用引脚。

基本功能 6、多功能定时器模块

TMR0（8 位）可为计数器

TMR1（16 位）可为计数器，可与捕捉/比较/脉宽调制 CCP 配合实现捕捉和比较功能

TMR2（8 位）可与捕捉/比较/脉宽调制 CCP 配合实现脉宽调制输出功能

基本功能 7、核心模块

- **上电复位电路：**使单片机复位

基本功能 7、核心模块

- 上电复位电路: 使单片机复位
- 上电延时电路: 72ms

基本功能 7、核心模块

- **上电复位电路:** 使单片机复位
- **上电延时电路:** 72ms
- **起振延时电路:** 提供 1024 个时钟周期以产生稳定的时钟信号

基本功能 7、核心模块

- **上电复位电路:** 使单片机复位
- **上电延时电路:** 72ms
- **起振延时电路:** 提供 1024 个时钟周期以产生稳定的时钟信号
- **看门狗定时器 (WDT):** 监视程序运行状态

基本功能 7、核心模块

- **上电复位电路:** 使单片机复位
- **上电延时电路:** 72ms
- **起振延时电路:** 提供 1024 个时钟周期以产生稳定的时钟信号
- **看门狗定时器 (WDT):** 监视程序运行状态
- **欠压复位电路:** 当电压 $< 4V$ 时, 产生复位信号

基本功能 7、核心模块

- **上电复位电路:** 使单片机复位
- **上电延时电路:** 72ms
- **起振延时电路:** 提供 1024 个时钟周期以产生稳定的时钟信号
- **看门狗定时器 (WDT):** 监视程序运行状态
- **欠压复位电路:** 当电压 $<4V$ 时, 产生复位信号
- **在线调试电路:** 支持 MPLAB 调试

基本功能 7、核心模块

- **上电复位电路:** 使单片机复位
- **上电延时电路:** 72ms
- **起振延时电路:** 提供 1024 个时钟周期以产生稳定的时钟信号
- **看门狗定时器 (WDT):** 监视程序运行状态
- **欠压复位电路:** 当电压 $<4V$ 时, 产生复位信号
- **在线调试电路:** 支持 MPLAB 调试
- **低压编程电路:** 烧写程序

专用功能 1、串口通信和并行数据传送模块

通用同步／异步串行收发器 USART 模块

在 RC 端口汇集有多种串行数据传送方式，其中包括同步／异步收发器 USART，用于实现二线方式的串行通信。可以定义为全双工异步和半双工同步两种工作方式。

并行从动端口 PSP 模块

用于与其它具有开放总线的单片机、DSP 进行数据总线连接，进行高速的数据传输与交换。

专用功能 2、捕捉/比较/脉宽调制模块

PIC16F877 单片机配置了两个 CCP（捕捉/比较/脉宽调制）模块，即 CCP1 和 CCP2。

它们各自都有独立的 16 位寄存器 CCPR1 和 CCPR2。

两个模块的结构、功能、操作方法基本一样，区别仅在于它们各自有独立的外部引脚和特殊事件触发器。

CCP 模块的功能包括外部信号捕捉、内部比较输出以及 PWM 输出，与定时器 TMR1 和 TMR2 配合使用。

专用功能 3、A/D 转换器 (ADC) 模块

ADC 模块有多达 8 个模拟输入通道。

模拟输入对一个采样保持电容器充电，采样保持电容的输出是 A/D 转换器的输入。

A/D 转换器采用逐次逼近法将这一模拟电平产生数字转换结果，其转换结果为 10 位数字。

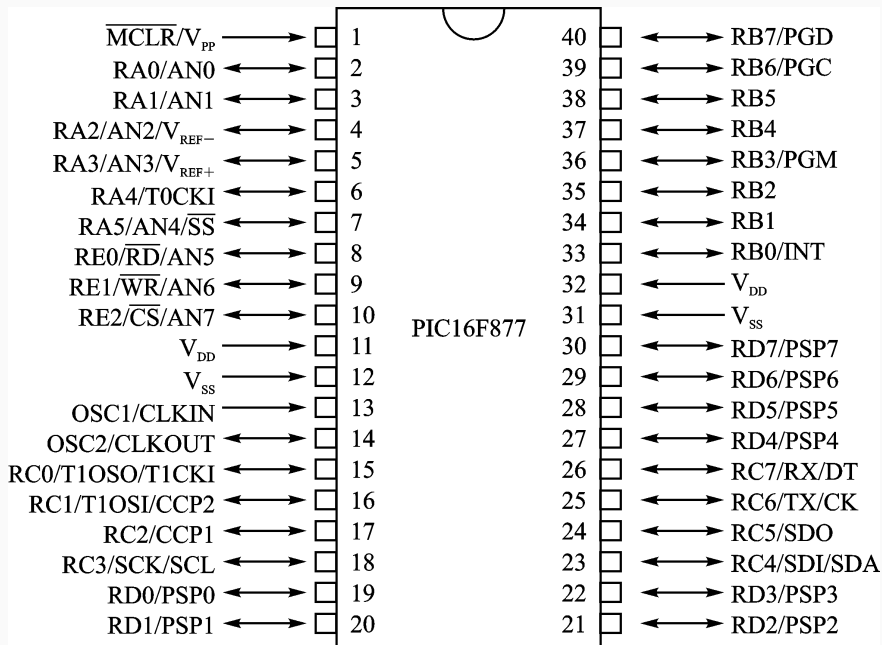
模拟参考电压 (正电源电压和负电源电压) 可通过软件选择为器件的电源电压或者外加参考电压。

A/D 转换器具备可在休眠状态下工作的独特特性。

PIC16F877 单片机的引脚

PIC16F87X 系列单片机有双列直插式 28 引脚和 40 引脚及表面贴装式 44 引脚等几种封装形式。

多数 I/O 引脚都设计有第 2 功能，甚至第 3 功能。采用引脚复用技术，以便使单片机增加功能而又不增大体积和引脚数量。



存储器概述

存储器概述

F877 单片机内部配置了较完善的多个存储器，可分为数据存储器和程序存储器两种，为一般用户提供很大的方便。

但它们在形式上，具有很丰富的内涵。本节做简单说明。

F877 单片机内部配置了 8KX14 位的闪烁（FLASH）程序存储器，可以很方便进行在线擦除和烧写，寿命可达 1000 次以上。

在 PIC 系列单片机教学实验和科研开发中，显示出无穷的魅力和广泛的应用前景。

相应的地址编码范围为 0000H IFFFH。

程序存储器结构

片内程序 存储器	复位矢量入口地址	0000H
		0001H
		0002H
		0003H
	中断服务程序入口地址	0004H
	页面0(含0000H~0004H)	0005H
		07FFH
	页面1	0800H
		0FFFH
	页面2	1000H
		17FFH
	页面3	1800H
		1FFFH

数据存储器

F877 单片机内部配置两类数据存储器，普通 RAM 数据存储器 and EEPROM 失电保持数据存储器。

RAM 总的地址空间为 512 个单元，其中包括部分无效单元，但每一个有效单元均可以象寄存器一样进行移位、置位、复位和位测试等操作。

PIC 单片机的数据存储器和其他单片机一样，在配置结构上可分为通用寄存器和特殊功能寄存器两大类，前者给用户使用，而后者通常定义给某些功能模块，是一种具有特殊目的的功能寄存器。

同时在 PIC16F877 片内又配置另一种可掉电保护的数据存储器 EEPROM，共有 256×8 位宽的存储单元，可以长期存放用户或系统的重要参数：如时间、配置及数据表格等，是一种非常重要的硬件资源。

数据存储单元功能分配

体 0	体 1	体 2	体 3
000H	080H	100H	180H
001H	081H	101H	181H
002H	082H	102H	182H
003H	083H	103H	183H
⋮	⋮	⋮	⋮
07EH	0FEH	17EH	1FEH
07FH	0FFH	17FH	1FFH