

C8051F单片机介绍

世强电讯有限公司

2007. 9. 24

目录

➤ 概述

- C8051F单片机的特点
- C8051F单片机外设
- 适合各种应用的单片机系列
- C8051F单片机的调试和编程
- 基于C8051F单片机的解决方案

- **Silicon Laboratories** 公司出品的**C8051Fxxx**系列单片机是完全集成的混合信号系统级芯片（**SOC**），具有与**MCS-51**完全兼容的指令集。该系列单片机采用流水线处理技术，机器周期由标准**8051**的**12**个系统时钟周期降为**1**个系统时钟周期，能在执行指令期间预处理下一条指令，大大提高了处理能力。大部分**C8051F**单片机能达到**25MIPS**，最高的可达**100MIPS**。**C8051F**单片机能提供多达**22**个中断源，并且内部集成了大量的模拟、数字外设，包括看门狗、**ADC**、**DAC**、电压比较器、电压基准、定时器、**PWM**、内部时钟振荡器、温度传感器等，同时拥有**UART**、**SPI**、**SMBUS (I²C)**、**CAN**、**LIN**、**USB**等众多总线。**C8051F**单片机采用**Flash**技术，集成**JTAG**，支持**ISP**和**IAP**。通过外部总线挂接以太网控制器芯片**CP2201**，可以提供完整的以太网接口方案，包括免费的**TCP/IP**协议栈。

目录

- 概述
- **C8051F单片机的特点**
- C8051F单片机外设
- 适合各种应用的单片机系列
- C8051F单片机的调试和编程
- 基于C8051F单片机的解决方案

C8051F单片机的特点（一）

➤ 模拟性能最好的8位单片机： —高性能

- ✓ 集成16位SAR或24位 $\Sigma - \Delta$ 型ADC。
- ✓ 集成12位DAC。
- ✓ 集成高精度内部时钟振荡器。

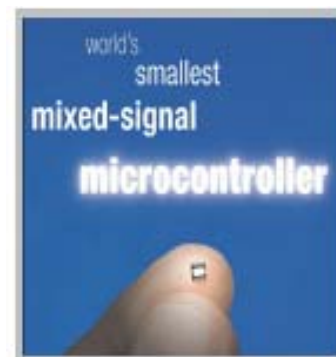


➤ 运行速度最快的8位单片机： —高速度

- ✓ 指令执行速度最高达100MIPS。
- ✓ 70%的指令执行时间为1~2个时钟周期。

➤ 封装最小的集成模拟功能的单片机： —小封装

- ✓ 提供3x3mm集成12位ADC的单片机。
- ✓ 11个管脚可以提供8个用户IO



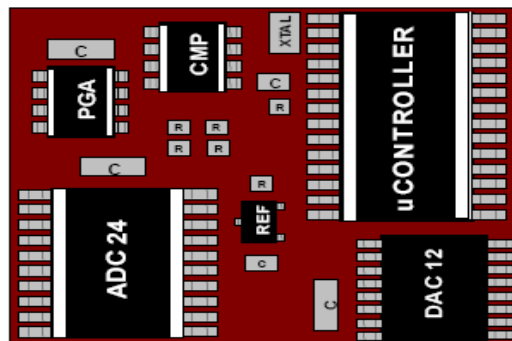
Professional Channel Partner, Professional Support

C8051F单片机的特点（二）

➤ 集成众多模拟、数字外设：

— 高集成度

- ✓ 模拟：包括ADC、DAC、电压比较器、高精度内部振荡器、高电压60V差分放大器、片内温度传感器等等。
- ✓ 数字：包括UART、SPI、SMBUS、USB、CAN、LIN等等。
- ✓ 高集成度能降低成本、简化设计、缩短设计周期、提高系统可靠性、减少量产时的质量问题。



➤ 提供灵活多样的低功耗运行模式：

— 低功耗

- ✓ 工作时钟切换、IDLE模式、STOP模式、SUSPEND模式等等。
- ✓ 不用的外设可以关断其电源。

Professional Channel Partner, Professional Support

C8051F单片机的特点（三）

➤ 灵活的I/O分配机制：

—灵活

- ✓ I/O口通过Crossbar与片内各个功能单元连接。
- ✓ 可动态进行I/O口的分配。

➤ 提供图形化的软件开发工具：

—易用

- ✓ 通过Silabs提供的图形化用户界面，可方便地对片内各个功能模块的寄存器进行配置。
- ✓ 兼容标准8051指令集，支持Keil等多种开发环境，简单易用。

➤ 强大的FLASH安全保密机制：

—安全

- ✓ 通过Flash Lock保护单片机中代码不被窃取。
- ✓ 通过寄存器操作防止代码运行中意外修改FLASH内容。
- ✓ 通过Flash access Limit保护OEM厂商知识产权。

➤ 在应用升级功能：

—升级

- ✓ 可通过UART、USB、SPI、CAN、以太网等外设进行在应用升级。

目录

- 概述
- C8051F单片机的特点
- **C8051F单片机外设**
- 适合各种应用的单片机系列
- C8051F单片机的调试和编程
- 基于C8051F单片机的解决方案

C8051F单片机外设 —— SAR ADC

- 在C8051F系列单片机中集成有多通道8位、10位、12位或16位的SAR型ADC，能够满足大多数数据采集的应用需求；集成跟踪和保持电路；集成模拟多路复用器 (AMUX)。
- 采样频率从100ksps到1Msps。
- 片内温度传感器可直接配置到ADC的输入端。
- C8051F04x系列集成可编程增益放大器(PGA)和高电压差分放大器(HVDA)，可接受60V的差动模拟电压输入。
- 集成越限检测器，可监视模拟量的变化范围，越限能产生中断。
- C8051F06x系列集成DMA接口，提高对转换结果的读取效率。
- ADC转换启动方式：软件设置寄存器位启动；定时器溢出启动；外部管脚信号启动。

C8051F单片机外设 —— Σ - Δ ADC

- C8051F35x系列单片机集成了16或24位的差分 Σ - Δ 型 ADC。
 - ✓ 无遗漏码。
 - ✓ 0.0015%的非线性。
 - ✓ 可编程转换速度，最高达1ksps。
 - ✓ 8通道输入多路复用器。
 - ✓ 可编程增益放大器PGA：从1到128倍。
 - ✓ 内嵌温度传感器。
 - ✓ 可编程校正能力。
- 非常低的转换噪声。
 - ✓ 片上的数字滤波器能极好地衰减噪声。
 - ✓ 允许非常高的分辨率。
- 成本低，功耗低。
- 非常适合对DC和低频信号进行高精度测量。

C8051F单片机外设 —— DAC

- **C8051F系列单片机大部分集成了DAC。**
 - ✓ 分辨率：8位、10位、12位。
 - ✓ 类型：电流型**DAC**、电压型**DAC**。
 - ✓ 输出更新方式：软件更新、定时器溢出更新。
 - ✓ 内部集成参考源。

C8051F单片机外设 —— 电压比较器

- C8051F系列单片机集成了可编程电压比较器。
 - ✓ 可设置响应时间和回滞区。
 - ✓ 比较器输出可配置到I/O口上设置成开漏输出或者推挽输出。
 - ✓ 比较器输入管脚须配置成模拟输入模式。
 - ✓ 比较器状态可用软件查询，也可作为中断源和复位源。
 - ✓ 比较器中断可用来唤醒sleep模式下的MCU。

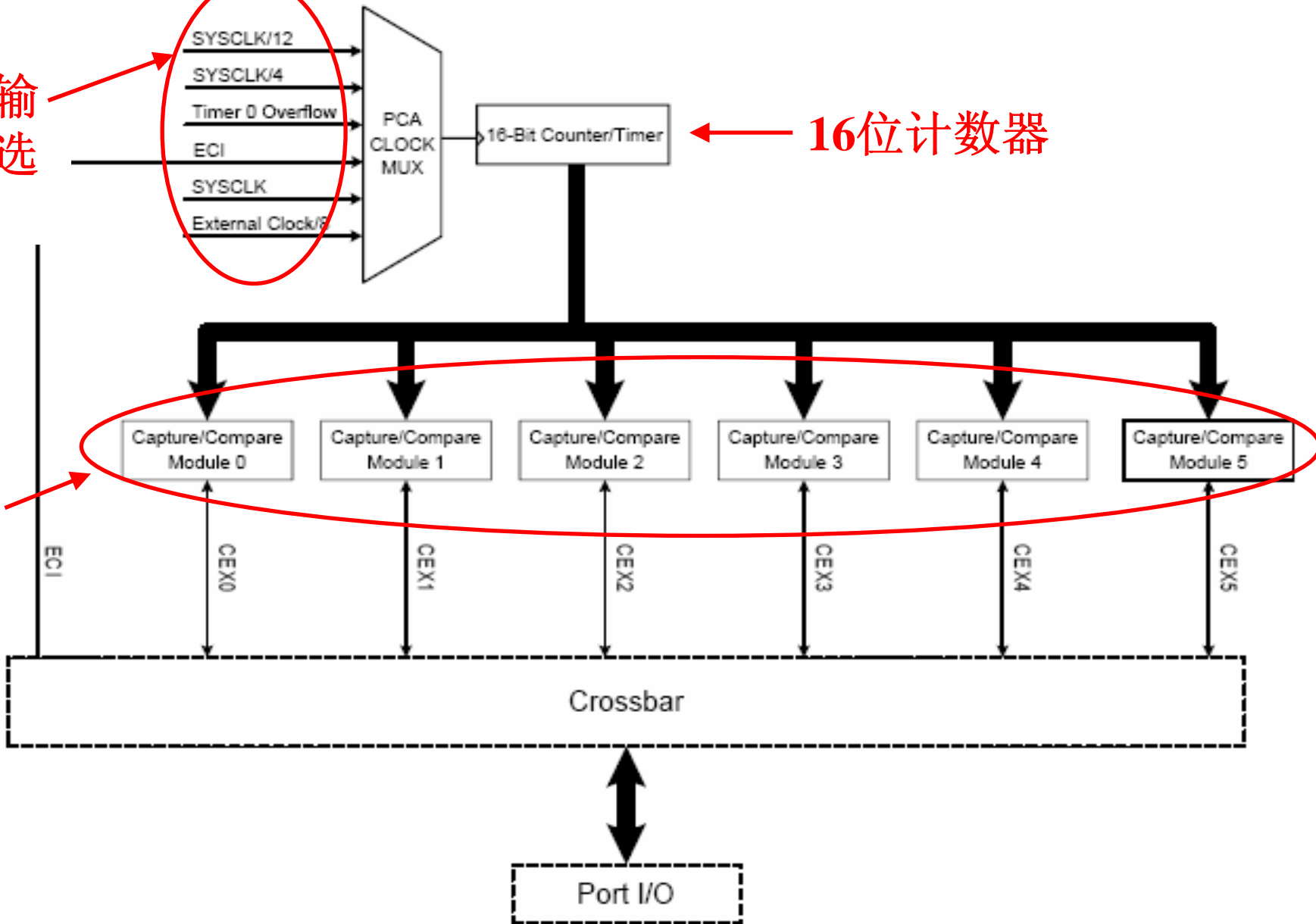
C8051F单片机外设 —— Timer

- **C8051F系列单片机能提供多达5个16位定时器。**
 - ✓ T0和T1是标准MCS-51定时器。
 - ✓ 其余定时器为16位自动重载捕捉定时/计数器，可用作定时ADC采样，DAC波形生成，方波输出等。
 - ✓ 这些计数器还可用来测量事件发生的时间间隔，计数外部输入波形脉冲个数，以及产生周期性中断。
- **T0、T1的工作模式：**
 - ✓ 13位定时/计数器
 - ✓ 16位定时/计数器
 - ✓ 8位自动重载定时/计数器
 - ✓ 2个8位定时/计数器
- **T2、T3、T4工作模式：**
 - ✓ 16位自动重载定时/计数器
 - ✓ 16位捕捉定时器
 - ✓ 方波输出

C8051F单片机外设 —— 可编程计数阵列PCA

丰富的输入时钟选择

16位计数器



完全独立
功能丰富
的子模块

C8051F单片机外设 —— 可编程计数阵列PCA

- C8051F系列单片机除了提供丰富的定时器资源外，还提供一个PCA模块。PCA模块由一个16位定时/计数器和3~6个捕捉/比较子模块构成。
- PCA模块可用来输出多达6路PWM波形、频率可调的方波，或者捕捉外部输入信号，也可简单地将其作为16位定时/计数器来使用。
- 每个PCA子模块都可以独立工作在以下6种模式之一：
 - ✓ 边沿触发：用来捕获输入信号的上升或下降沿及其时刻。
 - ✓ 软件定时器：完成一个基本定时器功能。
 - ✓ 高速输出：输出高速可调间隔的信号。
 - ✓ 频率输出：输出占空比为50%，频率可调的信号。
 - ✓ 8位PWM：输出一个周期为8位定时器深度，占空比可调的PWM信号。
 - ✓ 16位PWM：输出一个周期为16位定时器深度，占空比可调的PWM信号。
- PCA的时钟源可以是系统时钟分频、定时器溢出、外部时钟输入、外部振荡器分频等。
- PCA产生的PWM输出可方便地实现马达驱动控制，完成马达驱动控制中的死区补偿。
- PWM输出与ADC等配合可实现充电器等DC/DC的设计。

C8051F单片机外设 —— CAN控制器

- C8051F单片机集成标准的Bosch CAN控制器，支持CAN2.0A/B标准。
- CAN控制器带32个Message Objects。
- CAN控制器系统时钟由MCU系统时钟提供。
- CAN控制器的协议设置寄存器通过CIP-51的SFR来访问。

C8051F单片机外设 —— LIN控制器

- C8051F单片机的LIN控制器支持LIN2.0标准
- 可运行于主机或从机模式。
- C8051F5xx系列单片机内部集成高精度振荡器，在整个电压和温度范围内达0.5%的精度。该精度完全满足LIN控制器的定时标准，无需外部石英振荡器。
- LIN控制器的协议设置寄存器通过CIP-51的SFR来访问。
- 通讯速度达20Kbps。

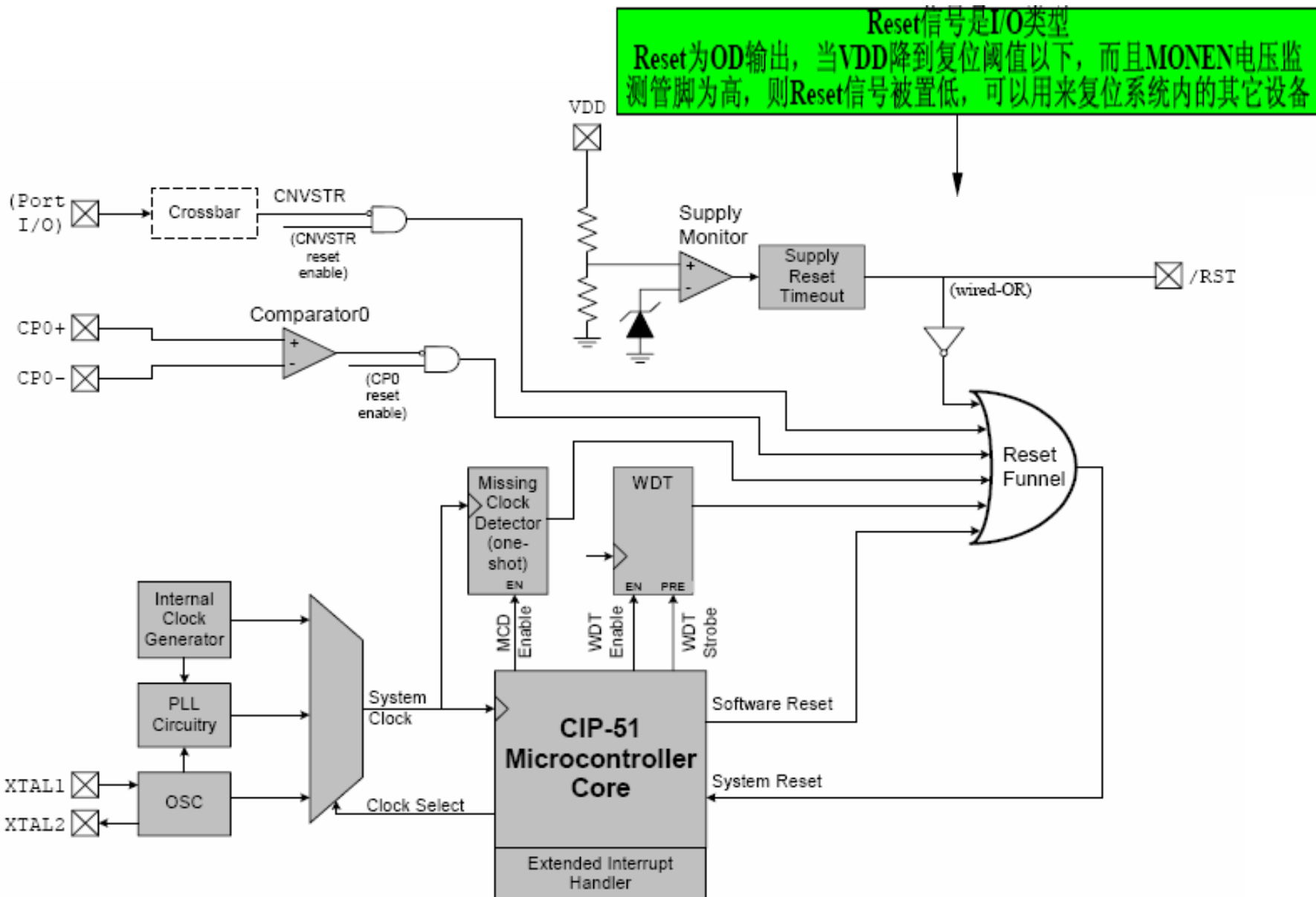
C8051F单片机外设 —— USB控制器

- 支持**USB2.0**标准，支持**Full speed**和**Low speed**。
- **USB**控制器包括一个串行接口引擎（**SIE**），一个**USB**收发器（包括了配置用上拉电阻），**1K Byte FIFO**，这样在构成一个**USB**接口时无需外围电路。
- **USB**单片机内置**LDO**，支持**USB**供电。
- 集成**USB**配置电阻。
- **C8051F**单片机集成的**USB**控制器只能作为从设备。
- 传输模式支持**Bulk**模式、**Interrupt**模式和**Isochronous**模式。

C8051F单片机外设 —— 乘加器MAC

- 由一个**16×16**位乘法器和一个**40**位加法器构成。
- 可运行于乘加模式，也可运行于乘法模式。
- 完成**16×16**位的乘加运算只需**2**个系统时钟周期。
- **MAC**的应用可大大提高数字滤波运算等复杂计算的运算效率。

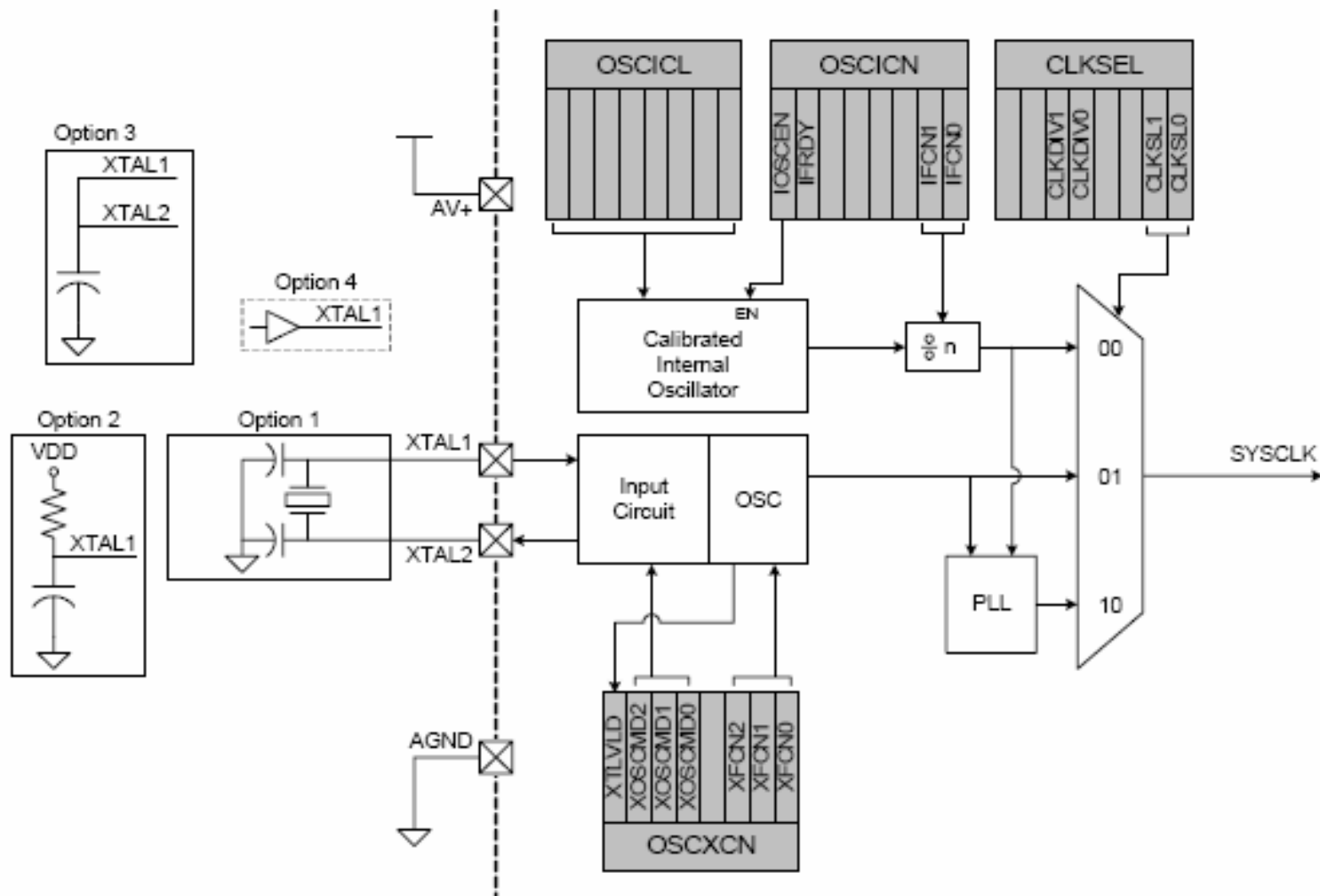
C8051F单片机外设 —— 复位系统



C8051F单片机外设 —— 复位系统

- C8051F单片机有多种复位源来保证其工作的可靠性：
 - ✓ 上电复位。
 - ✓ 失电复位：内部带Vdd的监视电路。
 - ✓ 外部复位引脚复位。
 - ✓ 外部CNVSTR0信号复位。
 - ✓ 软件命令复位。
 - ✓ 比较器0复位。
 - ✓ 时钟丢失复位。
 - ✓ 看门狗复位。
- 除了Vdd监视复位和外部复位引脚复位外，每个复位源都可以由用户用软件禁止。
- 外部复位引脚是双向的，可接受外部复位或将内部产生的上电复位/失电复位信号输出到外部复位其它器件。

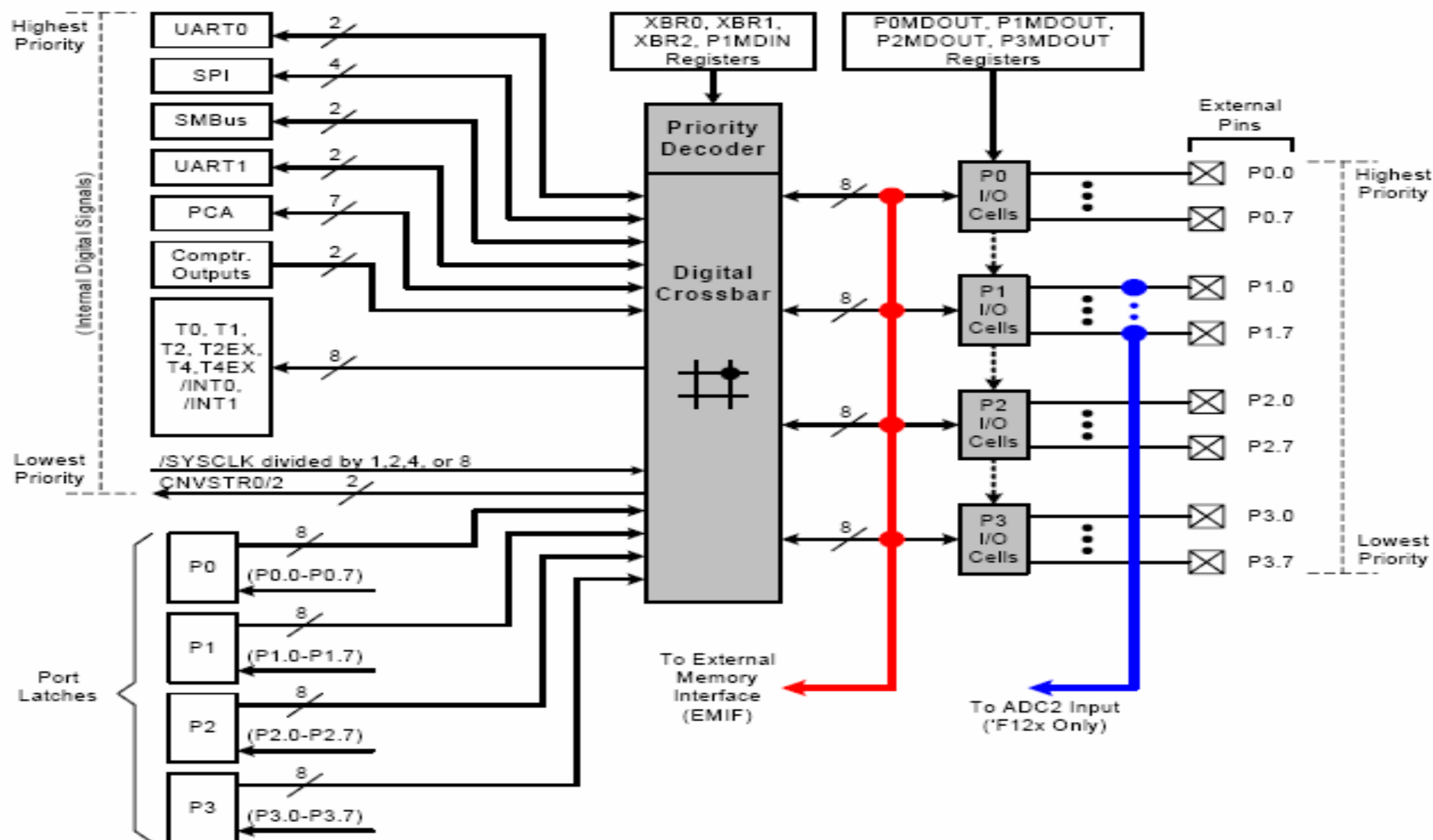
C8051F单片机外设 —— 时钟系统



C8051F单片机外设 —— 时钟系统

- **C8051F**单片机内部有一个能独立工作的时钟发生器，并具有外部振荡器驱动电路，用户可以通过寄存器选择使用外部振荡电路或者内部振荡器作为系统时钟源。系统复位后默认采用内部时钟发生器作为系统时钟。
- 单片机有**5**种起振方式：外部石英晶振；外部**RC**振荡；外部电容振荡；外部**CMOS**时钟输入；内部可编程晶振。
- 大部分型号的内部晶振可达**2%**精度，**C8051F5xx**系列可达**0.5%**精度。
- 单片机的系统时钟可以在运行期间在内部时钟和外部时钟之间进行切换。这种时钟切换功能在低功耗系统中非常有用，它允许单片机从一个低频率（节电）外部晶体源运行，当需要时再快速切换到高速内部振荡器工作。

C8051F单片机外设 —— Crossbar和I/O端口分配



C8051F单片机外设 —— Crossbar和I/O端口分配

- **C8051F单片机特有的Crossbar是一个大的数字开关网络，它允许用户根据需要分配I/O管脚的功能，实现更加灵活的应用。**
 - ✓ **Crossbar用来为MCU内部的功能单元分配I/O口，在上电时MCU的各个I/O口并没有被分配给诸如UART或SPI等功能单元，需要由软件配置Crossbar，实现各个功能单元在I/O口上的分配。**
 - ✓ **没有用到的功能单元可以没有I/O与之对应。**
 - ✓ **被分配了管脚的功能单元可以通过调整Crossbar的设置动态更换I/O口分配。**
 - ✓ **注意：在设计项目原理图之前必须先将Crossbar设置好以确定各个I/O的功能定义。**
- **C8051F单片机的I/O口支持Push-pull、弱上拉、Open-drain，以及模拟和数字输入等功能。**

C8051F单片机外设 —— 实时时钟RTC

- **C8051F41x系列单片机**包括一个低功耗的实时时钟模块。
 - ✓ **RTC**包括一个专用的内部**32KHz**振荡器，与MCU内核的运行时钟相互独立。用户可选择使用外部**32KHz**晶体或者内部振荡器模式。
 - ✓ **RTC**包括一个**47位**计数器，使用**32KHz**晶体最大可记录**137年**时间。
 - ✓ **RTC**可在系统电源丢失时自动切换到电池供电，无需用户干预。
 - ✓ **RTC**包括**64 Byte**的**RAM**，可用于备份用户关键数据防止系统掉电后丢失。
 - ✓ **RTC**有时间报警功能和时钟丢失检测功能，并且可产生中断，可用于唤醒MCU或产生复位信号。

目录

- 概述
- C8051F单片机的特点
- C8051F单片机外设
- 适合各种应用的单片机系列
- C8051F单片机的调试和编程
- 基于C8051F单片机的解决方案

复杂运算控制应用 —— C8051F12x/13x/36x系列

- 指令执行峰值速度高达**100MIPS**。
- **C8051F12x/13x**系列Flash空间多达**128K Byte**，RAM空间多达**8K Byte**。
- **C8051F36x**系列Flash空间多达**32K Byte**，RAM空间多达**1K Byte**。
- 内嵌**16×16**硬件乘加器，执行乘加指令只需**2**个时钟周期。
- **UART、SMBUS (I²C)、SPI**。
- **12/10 bit ADC/DAC**。
- **C8051F36x**系列封装可小到**5×5mm**，适合空间受限的应用。
- **C8051F36x**系列与**C8051F310、C8051F311**管脚兼容，而Flash空间是后者的**2**倍，运行速度是后者的**2**倍或者**4**倍。在需要时可以直接用**F36x**系列升级替换**F310**系列。

汽车电子应用 —— C8051F5xx系列

- 运行温度：-40°C ~ +125°C。
- 供电电压：5V。
- 通过汽车认证AEC-Q100和ISO/TS16949。
- 集成硬件LIN控制器，符合LIN2.0标准。
- 集成±0.5% 精度内部振荡器，无需外部晶振。
- 25MIPS，12位ADC，8K Byte Flash，3×3mm封装。
- 具有suspend低功耗模式。

手持设备、传感器应用 —— C8051F30x/31x/33x系列

- 封装小至3×3mm。
- 11个管脚的封装能够提供8个用户I/O。
- 25MIPS, 8K/16K Byte Flash, 1K/256 Byte RAM。
- 10/8 Bit ADC, 10bit DAC。
- 3V供电, I/O耐受5V。
- 内部集成高速时钟振荡器, 运行时可在外部低速时钟和内部高速时钟之间动态快速切换, 以节省MCU空闲时的功耗。
- 该系列是集成度最高的小封装MCU。
- 适合手持设备、传感器等空间受限、需要低功耗的应用。

USB应用 —— C8051F34x/32x系列

- 集成**USB2.0**控制器，支持**Fullspeed**和**Lowspeed**模式。
- 内置**LDO**，支持**USB**供电。
- **48/25MIPS**，**64/32/16K Byte Flash**，**10 bit ADC**。
- 集成**USB**配置电阻和**1K Byte USB**收发专用**FIFO**。
- **C8051F**单片机集成的**USB**控制器只能作为从设备。
- 传输模式支持**Bulk**模式、**Interrupt**模式和**Isochronous**模式。
- 提供基于**Bulk**传输模式的函数库**USBXpress**，用户不需要具备**USB**知识就可以完成**USB**产品的开发。它提供了完整的驱动程序和动态链接库。

CAN应用 —— C8051F04x/06x系列

- 集成CAN2.0控制器，支持CAN2.0A/B标准。
- CAN控制器带32个Message Objects。
- CAN控制器系统时钟由MCU系统时钟提供。
- CAN控制器的协议设置寄存器通过CIP-51的SFR来访问。
- 25MIPS， 64/32K Byte Flash。
- 16/12/10 bit ADC， 12 bit DAC。
- 集成±60V输入PGA，适合工业数据采集和控制应用。

低成本应用 —— C8051T60x系列

- **OTP（一次性可编程）存储器替代FLASH存储器。**
- **兼容C8051F30x系列。**
- **1.8V/3.3V供电。**
- **25MIPS， 10-bit 500ksps ADC， 8K/4K/2K Byte OTP存储器。**
- **集成内部时钟振荡器。**
- **3×3mm小封装。**
- **C8051T60x系列为替代C8051F30x系列的低成本方案。**

目录

- 概述
- C8051F单片机的特点
- C8051F单片机外设
- 适合各种应用的单片机系列
- **C8051F单片机的调试和编程**
- 基于C8051F单片机的解决方案

C8051F单片机的调试方式

- **C8051F**单片机具有片内**JTAG**和调试电路，通过**JTAG**接口可以对板上器件进行非侵入式、全速的在系统调试。**Silabs IDE**软件支持观察和修改存储器、寄存器，支持断点运行，堆栈指示器和单步执行。调试时不占用**MCU**的其它资源，并且所有的模拟和数字外设都正常地工作。当**MCU**单步执行或遇到断点而停止运行时，所有的外设（**ADC**除外）都停止运行，以保持同步。

C8051F单片机下载调试工具

- EC2
- USB调试适配器
- Toolstick适配器
- 世强电讯开发的手持编程器



EC2



USB调试适配器



Toolstick适配器



手持编程器

C8051F单片机下载调试工具

- **EC2**: 串口调试工具。PC端为串口连接，MCU端为JTAG/C2连接。可进行仿真和程序下载。
- **USB调试适配器**: PC端为USB连接，MCU端为JTAG/C2连接。可进行仿真和程序下载。
- **Toolstick适配器**: 与USB调试适配器使用方法相同。
- **手持编程器**: 用于程序下载。下载程序时无需PC连接。目标代码先通过串口从PC下载到手持编程器中，然后手持编程器可独立对目标器件编程。手持编程器支持目标板供电、独立供电，以及编程器给目标板供电等多种供电方式。手持编程器非常适合批量生产时工人给目标器件编程的应用。

Professional Channel Partner, Professional Support

目录

- 概述
- C8051F单片机的特点
- C8051F单片机外设
- 适合各种应用的单片机系列
- C8051F单片机的调试和编程
- 基于C8051F单片机的解决方案

以太网解决方案

- Silabs出品CP2200/1两款以太网控制器，集成IEEE802.3 MAC和10 BASE-T PHY，兼容100/1000 BASE-T 网络。
- CP2200/1与主机之间采用8位并行总线接口：up to 30Mbps 数据传输率，可缩短MCU与CP2200/1的通讯时间。
- CP2200/1片内自带8KB FLASH，可作为用户数据存储器，或者存储web server等内容，不额外占用MCU的Flash资源。
- 48位MAC地址固化在CP2200/1片内FLASH中，无需外部EEPROM。
- CP2200/1集成2KB 发送buffer，4KB接收buffer。
- 支持自动流量控制：提高带宽利用率。
- 工业温度范围：-40 ~ +85℃
- Silabs出品的Si3400/1为IEEE802.3af PoE PD控制器，为以太网终端设备提供以太网供电方式。Si3400/1为目前集成度最高的PoE PD芯片，它集成了高电压处理电路，包括整流、保护电路，Switching FET等。

以太网解决方案（续）

- 以太网解决方案：**C8051F340/020/120 + CP2200/1**
- 该方案以 **Silabs MCU + 以太网控制器** 为硬件平台，提供完全免费的、可裁剪的**TCP/IP**协议栈。利用**TCP/IP Configuration Wizard**，用户可对协议栈进行简单快捷的配置。
- **TCP/IP**协议栈以函数库的方式提供，整个协议传输过程被封装在函数中，用户只需调用相关的函数即可完成**TCP/IP**设计，关于该函数库提供详尽的说明以及参考设计代码。
- 为该方案提供的**TCP/IP**协议栈支持如下功能：
 - ✓ **HTTP WEB Server**
 - ✓ **SMTP e-mail Client**(只能发)
 - ✓ **FTP Server**
 - ✓ **TFTP Client**
 - ✓ **TCP、UDP**数据收发
 - ✓ **PPP** 点到点通信协议
- 世强电讯提供成熟的串口转以太网的整套解决方案，包括通讯协议栈和**PC**端演示程序代码，可用于将串口设备接入以太网。世强电讯在客户的开发中提供全程技术支持。

Professional Channel Partner, Professional Support

USB解决方案

- 方案一：**CP210x**
- Silabs出品的CP210x为UART到USB的专用桥接芯片。作为UART转USB的单芯片解决方案，它能把传统的UART设备快速升级到USB接口。
- 提供VCP驱动和USBXpress驱动函数库两种开发方式。
- VCP驱动：在PC上安装后可以把USB接口虚拟成UART接口。使用VCP驱动程序，用户可以将设备仍然当作一个串口来使用，而物理上使用USB接口。
- USBXpress：基于Bulk传输模式的函数库。它提供了完整的驱动程序和动态链接库。使用USBXpress，用户可以完全控制USB的传输过程。
- CP210x集成内部时钟，无需外部晶体振荡器；集成1KB EEPROM。
- 兼容USB2.0标准，提供Fullspeed（12Mbps）和Lowspeed。
- UART波特率最快高达1Mbps。
- CP210x集成LDO，支持USB供电。

Professional Channel Partner, Professional Support

USB解决方案（续）

- 方案二：**C8051F34x/32x**
- C8051F34x/32x单片机集成USB2.0控制器，支持Fullspeed和Lowspeed模式。
- 内置LDO，支持USB供电。
- 指令执行速度高达48/25MIPS，集成64/32/16K Byte Flash，10 bit ADC。
- 集成USB配置电阻和1K Byte USB收发专用FIFO。
- C8051F单片机集成的USB控制器只能作为从设备。
- 传输模式支持Bulk模式、Interrupt模式和Isochronous模式。
- 提供基于Bulk传输模式的函数库USBXpress，用户不需要具备USB知识就可以完成USB产品的开发。它提供了完整的驱动程序和动态链接库。
- 利用C8051F34x/32x系列单片机，用户可以在完成强大的数据采集和控制功能的同时实现USB接口的连接。
- 提供USB海量存储参考设计，支持CF卡、SD卡、MMC卡。
- 世强电讯提供成熟的中高端USB激光鼠标全套解决方案。

电机控制解决方案

- Silabs的C8051F系列单片机都提供PCA（可编程计数器阵列）模块，可同时提供多达6路16位PWM输出，实现高精度的电机驱动控制。
- C8051F系列单片机速度达25~100MIPS，并且PWM的分辨率达到 $1/2^8$ 或 $1/2^{16}$ ，这样以25MHz的系统时钟为例，最小PWM的占空比调整可以达到40nS，可以用来实现精确的控制。
- Silabs提供多个电机驱动控制参考设计：
 - ✓ 直流无刷马达控制；
 - ✓ 步进马达控制；
 - ✓ 交流感应马达控制；
 - ✓ 伺服驱动控制；

附：技术、商务支持热线

- 深圳世强电讯有限公司：（86-755）25155888 25155887
- 世强科技（香港）有限公司：（852）26249917
- 南京办事处：（86-25）84552900 84552911
- 北京办事处：（86-10）82336866
- 上海办事处：（86-21）52371820
- 成都办事处：（86-28）82981751 82981752
- 武汉办事处：（86-27）87322726 87259185
- 西安办事处：（86-29）88323435 88327570
- 青岛办事处：（86-532）85899132 +86-13361229532
- 厦门办事处：（86-592）5806950
- 更多技术资料请浏览以下网站：
 - ✓ <http://www.silabs.com>
 - ✓ <http://www.secomtel.com>



Professional Channel Partner, Professional Support