

STM32 基础知识

基于 B 站教程的学习

LZY

STM32 前置知识

——以 STM32F103x8 系列为例

1. 内核与存储器

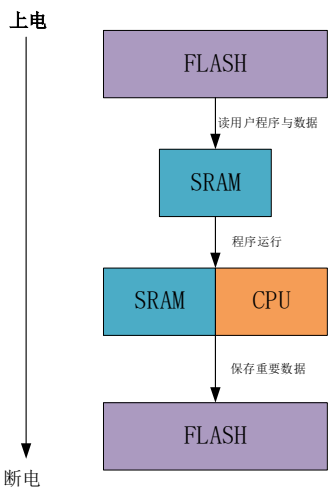
- 以 STM32F10x8 系列，其内核为：ARM 32 位的 Cortex^{M3}- CPU，最高工作频率 72MHz, 在存储器的 0 等待周期访问时可达到 1.25DMips/MHz。
- 具备单周期乘法、硬件除法功能。

- 64K 或 124K 字节的 Flash 存储器
- 20K 字节的 SRAM

红色代表优点，蓝色代表缺点

存储器	英文缩写	类型	储存内容	读写延迟	掉电数据状态	写入次数	写入条件	成本	容量
静态随机存储器	SRAM	RAM	运行中的数据	无延迟 速度较快	消失	无限次	无限制	高	小
闪存存储器	Flash	ROM	用户程序	有延迟 速度较慢	保存	10 万次	擦除数据	低	大

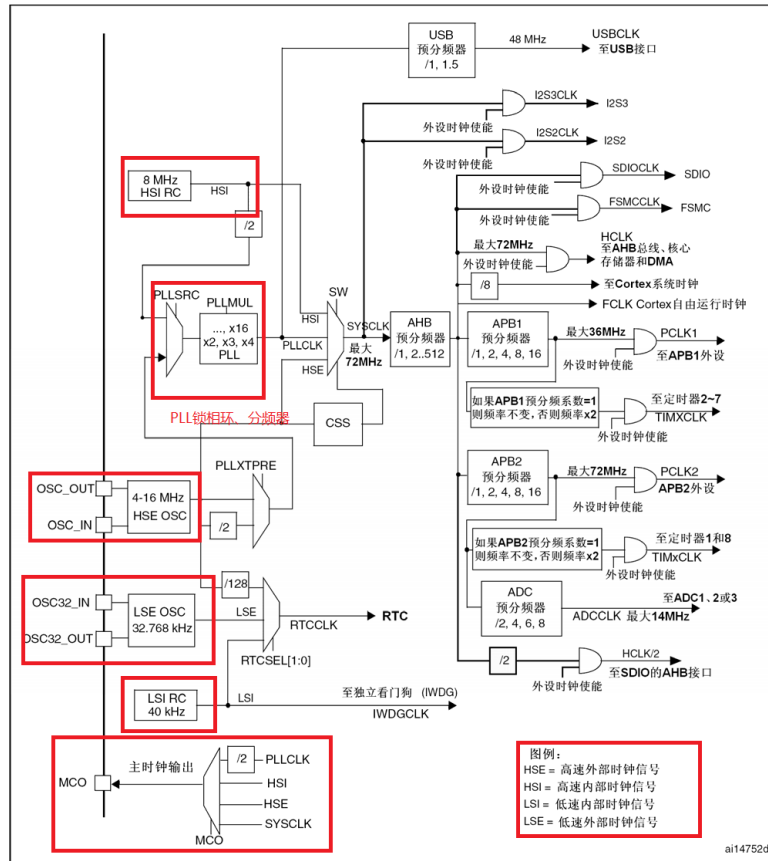
硬件程序运行框图



2. 时钟、复位和电源管理

- 2.0-3.6V 供电和 I/O 引脚
- 上电/断电复位 (POR/PDR)、可编程电压检测器 (PVD)
- 4-16MHz 晶体振荡器
- 内部包含经出厂校准的 8MHz 的 RC 振荡器
- 带校准的 40kHz 的 RC 振荡器
- 产生 CPU 时钟的 PLL (锁相环、分频器)——实现频率切分、倍频功能
- 带校准功能的 32kHz RTC 振荡器

名称	英文缩写	频率	外部连接	功能	用途	特性
外部高速晶体振荡器	HSE	4/16MHz	4/16MHz 晶体		系统时钟/RTC	成本高 温度漂移小
外部低速晶体振荡器	LSE	32kHz	32.768kHz 晶体	校准功能	RTC	成本高 温度漂移小
内部高速 RC 振荡器	HSI	8MHz	无	出厂调校	系统时钟	成本低，温度漂移大
内部低速 RC 振荡器	LSI	40kHz	无	校准功能	RTC	成本低，温度漂移大



3. 低功耗和 ADC

低功耗

- 睡眠、停机和待机模式
- VBAT(一般为纽扣电池供电电压)为 RTC 和后备寄存器供电

2.3.12 低功耗模式

STM32F103xC、STM32F103xD和STM32F103xE增强型产品支持三种低功耗模式，可以在要求低功耗、短启动时间和多种唤醒事件之间达到最佳的平衡。

- **睡眠模式**
在睡眠模式，只有CPU停止，所有外设处于工作状态并可在发生中断/事件时唤醒CPU。
- **停机模式**
在保持SRAM和寄存器内容不丢失的情况下，停机模式可以达到最低的电能消耗。在停机模式下，停止所有内部1.8V部分的供电，PLL、HSI的RC振荡器和HSE晶体振荡器被关闭，调压器可以被置于普通模式或低功耗模式。
可以通过任一配置成EXTI的信号把微控制器从停机模式中唤醒，EXTI信号可以是16个外部I/O口之一、PVD的输出、RTC闹钟或USB的唤醒信号。
- **待机模式**
在待机模式下可以达到最低的电能消耗。内部的电压调压器被关闭，因此所有内部1.8V部分的供电被切断；PLL、HSI的RC振荡器和HSE晶体振荡器也被关闭；进入待机模式后，SRAM和寄存器的内容将消失，但后备寄存器的内容仍然保留，待机电路仍工作。
从待机模式退出的条件是：NRST上的外部复位信号、IWDG复位、WKUP引脚上的一个上升沿或RTC的闹钟到时。

注：在进入停机或待机模式时，RTC、IWDG和对应的时钟不会被停止。

根据数据手册中的描述，做如下总结(低功耗模式)

工作模式	关闭功能	唤醒方式
睡眠模式	ARM 内核	所有内部/外部功能的中断/事件
待机模式	ARM 内核 内部所有功能 PLL 分频器、HSE	外部中断输入接口 EXTI（16 个 I/O 接口之一） 电源电压检测中断 PVD RTC 时钟计时结束（闹钟） USB 唤醒信号
待机模式 StandBy	ARM 内核 内部所有功能 PLL 分频器、HSE SRAM 数据被清空	NSRT 引脚外部信号 独立看门狗 IWDG 复位 专用 WakeUp 引脚 RTC 时钟到时（闹钟）

ADC(Analog to digital converter, 模拟数字转换器)

2 个 12bit, 1 μ s A/D 转换器（具有 16 个输入通道）

转换范围：0-3.6V

双采样和保持功能

具有内部温度传感器

2.3.22 ADC(模拟/数字转换器)

STM32F103xx增强型产品内嵌2个12位的模拟/数字转换器(ADC), 每个ADC共用多达16个外部通道, 可以实现单次或扫描转换。在扫描模式下, 自动进行在选定的一组模拟输入上的转换。

ADC接口上的其它逻辑功能包括:

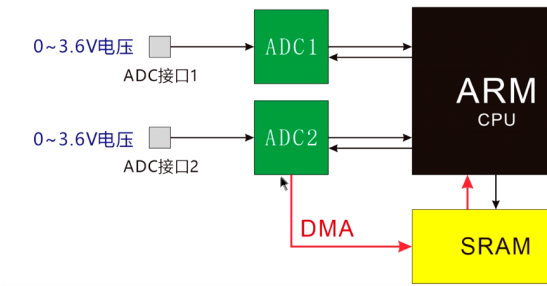
- 同步的采样和保持
- 交叉的采样和保持
- 单次采样

ADC可以使用DMA操作。

模拟看门狗功能允许非常精准地监视一路、多路或所有选中的通道，当被监视的信号超出预置的阈值时，将产生中断。

由标准定时器(TIMx)和高级控制定时器(TIM1)产生的事件, 可以分别内部级联到ADC的开始触发和注入触发，应用程序能使AD转换与时钟同步。

ADC 使用 DMA 操作的简要示意图



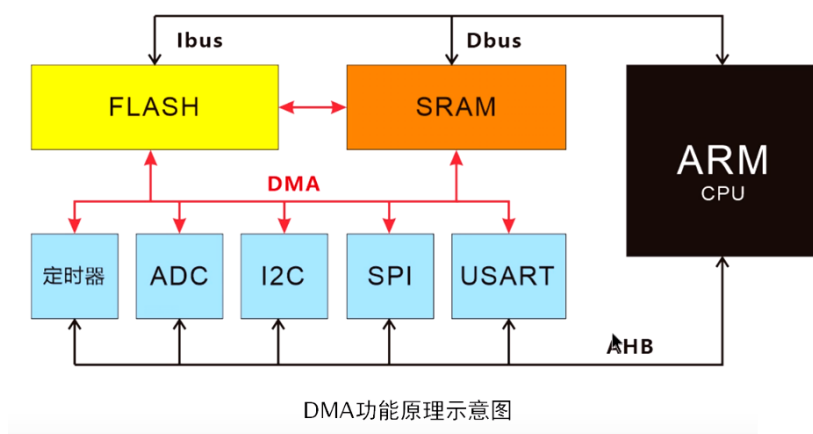
4. DMA 和 I/O 端口

DMA(Direct Memory Access, 直接存储器访问)

灵活的7路通用DMA可以管理存储器到存储器、设备到存储器和存储器到设备的数据传输；DMA控制器支持环形缓冲区的管理，避免了控制器传输到达缓冲区结尾时所产生的中断。

每个通道都有专门的硬件DMA请求逻辑，同时可以由软件触发每个通道；传输的长度、传输的源地址和目标地址都可以通过软件单独设置。

DMA 可以用于主要的外设：SPI、I2C、USART，通用、基本和高级控制定时器 TIMx 和 ADC。



GPIO(General-purpose input/output, 通用输入输出)

26/37/51/80 个 I/O 口，所有 I/O 口可以映像到 16 个外部中断；几乎所有端口均可容忍 5V 信号

每个 GPIO 引脚都可以由软件配置成输出(推挽或开漏)、输入(带或不带上拉或下拉)或复用的外设功能端口。多数 GPIO 引脚都与数字或模拟的复用外设共用。

I/O 引脚的外设功能可以通过操作锁定，以避免意外的写入 I/O 寄存器。在 APB2（内部通信总线）上的 I/O 脚可达 18MHz 的翻转速度。

GPIO 输入模式

浮空输入——Input floating

上拉输入——Input pull-up

下拉输入——Input-pull-down

模拟输入——Analog

开漏输出——Output open-drain

推挽输出——Output push-pull

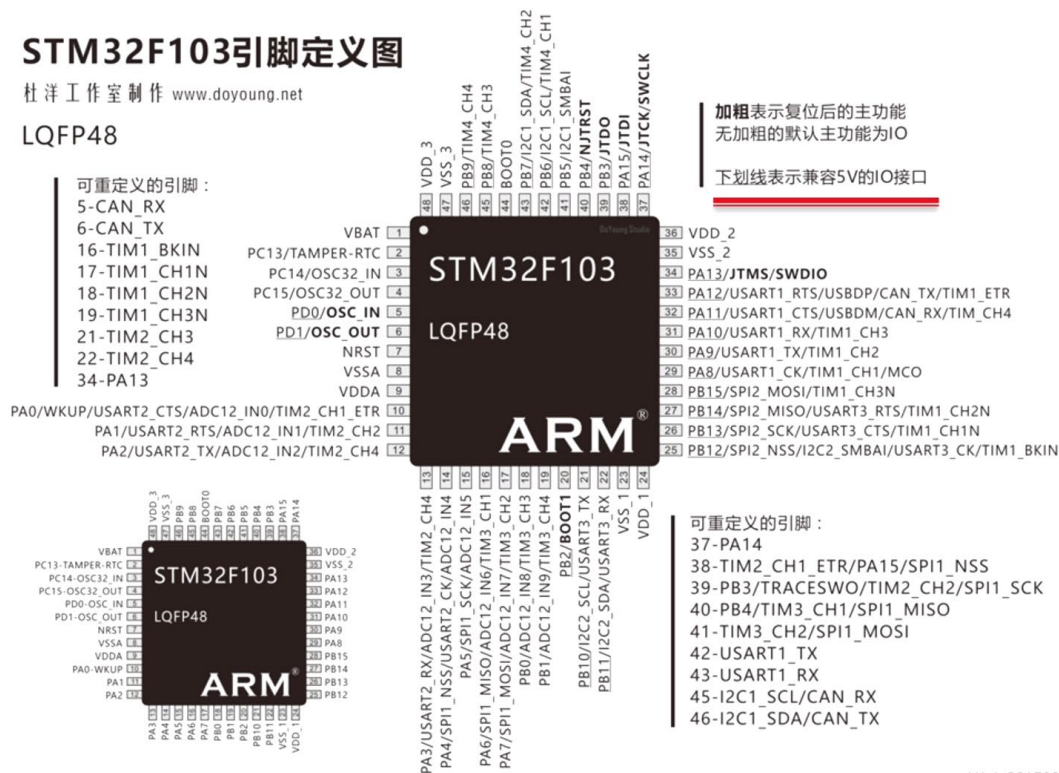
复用推挽输出——Alternate function push-pull

复用开漏输出——Alternate function open-drain

STM32F103引脚定义图

杜洋工作室制作 www.doyoung.net

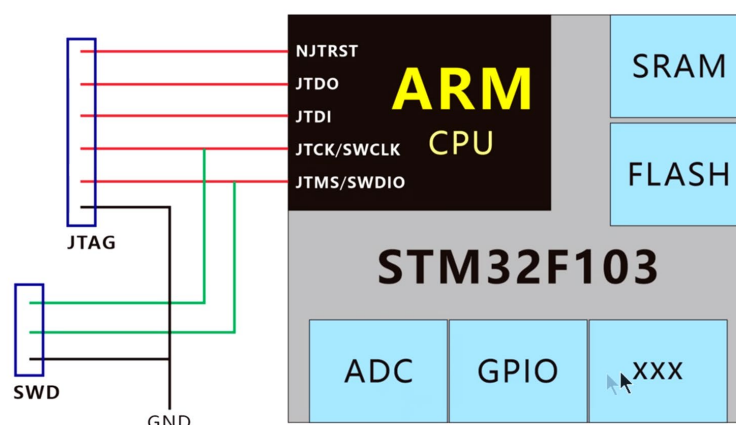
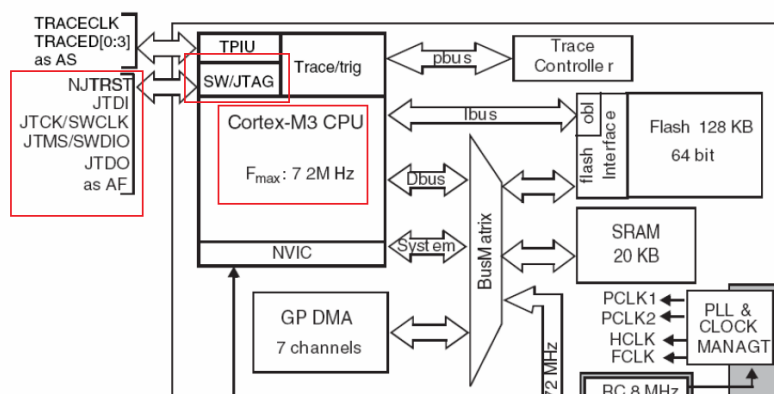
LQFP48



5. 调试模式和定时器

调试模式

内嵌 **ARM** 的 SWJ-DP 接口，这是一个结合了 JTAG 和串行单线调试的接口，可以实现串行单线调试接口或 JTAG 接口的连接。JTAG 的 TMS 和 TCK 信号分别与 SWDIO 和 SWCLK 共用引脚，TMS 脚上的一个特殊的信号序列用于在 JTAG-DP 和 SW-DP 间切换。



定时器

3 个 16 位普通定时器，每个定时器有多达 4 个用于输入捕获/输出比较/PWM 或脉冲计数的通道和增量编码器输入

1 个 16 位带死区控制和紧急刹车，用于电机控制的 PWM 高级控制定时器

2 个看门狗定时器 (独立的和窗口型的)

系统时间定时器：24 位自减型计数器

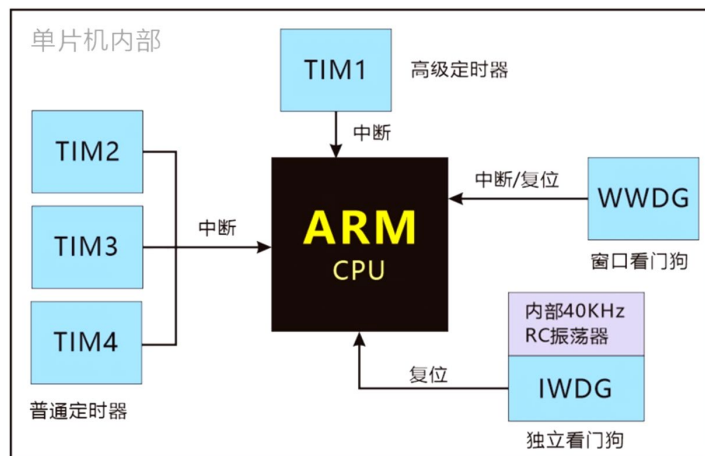
通用定时器 (TIMx)

STM32F103xx 增强型产品中，内置了多达 3 个可同步运行的标准定时器 (TIM2、TIM3 和 TIM4)。每个定时器都有一个 16 位的自动加载递增/递减计数器、一个 16 位的预分频器和 4 个独立的通道，每个通道都可用于输入捕获、输出比较、PWM 和单脉冲模式输出，在最大的封装配置中可提供最多 12 个输入捕获、输出比较或 PWM 通道。

它们还能通过定时器链接功能与高级控制定时器共同工作。在调试模式下，计数器可以被冻结。任意标准定时器都能用于产生 PWM 输出。每个定时器都有独立的 DMA 请求机制。这些定时器还能够处理增量编码器的信号，也能处理 1 至 3 个霍尔传感器的数字输出。

高级控制定时器(TIM1)

高级控制定时器(TIM1)可以被看成是分配到6个通道的三相PWM发生器，它具有带死区插入的互补PWM输出，还可以被当成完整的通用定时器。四个独立的通道可以用于：输入捕获、输出比较、产生PWM(边缘或中心对齐模式)、单脉冲输出



6. 多类型通信接口

多达 2 个 I2C 接口 (支持 SMBus/PMBus)

多达 3 个 USART 接口 (支持 ISO7816 接口, LIN, IrDA 接口和调制解调控制)

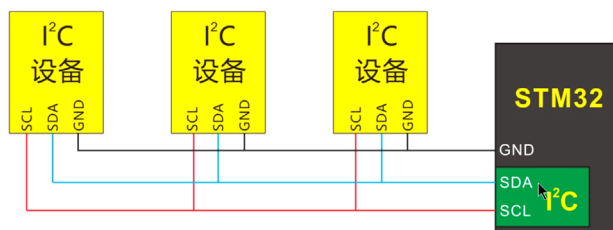
多达 2 个 SPI 接口 (18M 位/秒)

CAN 接口 (2.0B 主动)

USB 2.0 全速接口

I2C 总线

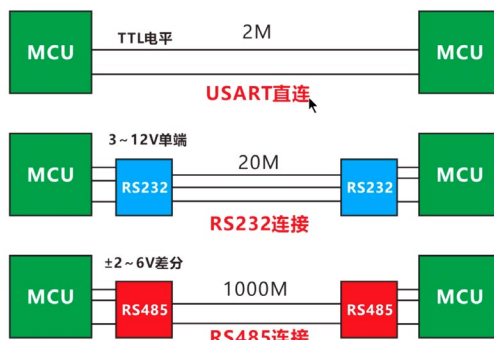
多达2个I2C总线接口，能够工作于多主模式或从模式，支持标准和快速模式。I2C接口支持7位或10位寻址，7位从模式时支持双从地址寻址。内置了硬件CRC发生器/校验器。它们可以使用DMA操作并支持SMBus总线2.0版/PMBus总线。



- ✓ I2C总线是板级总线，连接线一般不超2米
- ✓ I2C的数据线上理论上需要加2K的上拉电阻
- ✓ 所有设备与单片机需要共地

通用同步/异步收发器 (USART)

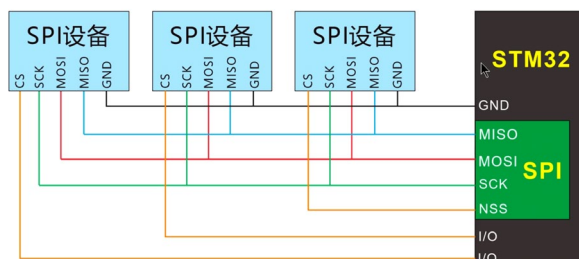
USART1接口通信速率可达4.5兆位/秒，其他接口的通信速率可达2.25兆位/秒。USART接口具有硬件的CTS和RTS信号管理、支持IrDA SIR ENDEC传输编解码、兼容ISO7816的智能卡并提供LIN主/从功能。所有USART接口都可以使用DMA操作。



串行外设接口 (SPI)

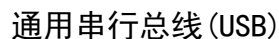
多达2个SPI接口，在从或主模式下，全双工和半双工的通信速率可达18兆位/秒。3位的预分频器可

产生8种主模式频率，可配置成每帧8位或16位。硬件的CRC产生/校验支持基本的SD卡和MMC模式。所有的SPI接口都可以使用DMA操作。



控制器区域网络 (CAN)

CAN接口兼容规范2.0A和2.0B(主动)，位速率高达1兆位/秒。它可以接收和发送11位标识符的标准帧，也可以接收和发送29位标识符的扩展帧。具有3个发送邮箱和2个接收FIFO，3级14个可调节的滤波器。



7. 内部功能回顾与总结

