

单片机SPI通信接口

来源: eefocus

UART、I2C和 **SPI** 是单片机系统中最常用的三种通信协议。前边我们已经学了 UART 和I2C通信协议，这节课我们来学习剩下的 SPI 通信协议。

SPI 是英语 Serial Peripheral Interface 的缩写，顾名思义就是串行**外围设备**接口。SPI 是一种高速的、全双工、同步通信**总线**，标准的 SPI 也仅仅使用 4 个引脚，常用于单片机和 EEPROM、FLASH、实时时钟、**数字信号处理器**等器件的通信。SPI **通信原理**比 I2C要简单，它主要是主从方式通信，这种模式通常只有一个主机和一个或者多个从机，标准的 SPI 是 4 根线，分别是 SSEL（片选，也写作 SCS）、SCLK（时钟，也写作 SCK）、MOSI（主机输出从机输入 Master Output/Slave Input）和 MISO（主机输入从机输出 Master Input/Slave Output）。

SSEL：从设备片选使能信号。如果从设备是**低电平**使能的话，当拉低这个引脚后，从设备就会被选中，主机和这个被选中的从机进行通信。

SCLK：时钟信号，由主机**产生**，和 I2C通信的 SCL 有点类似。

MOSI：主机给从机发送指令或者数据的通道。

MISO：主机读取从机的状态或者数据的通道。

在某些情况下，我们也可以使用 3 根线的 SPI 或者 2 根线的 SPI 进行通信。比如主机只给从机发送命令，从机不需要回复数据的时候，那么 **MISO** 就可以不要；而在主机只读取从机的数据，不需要给从机发送指令的时候，那么 **MOSI** 就可以不要；当一个主机一个从机的时候，从机的片选有时可以固定为有效电平而一直处于使能状态，那么 **SSEL** 就可以不要；此时如果再加上主机只给从机发送数据，那么 **SSEL** 和 **MISO** 都可以不要；如果主机只读取从机送来的数据，**SSEL** 和 **MOSI** 都可以不要。

3 线和 2 线的 SPI 大家要知道怎么回事，实际使用也是有应用的，但是当我们提及 SPI 的时候，一般都是指标准 SPI，都是指 4 根线的这种形式。

SPI 通信的主机也是我们的单片机，在读写数据时序的过程中，有四种模式，要了解这四种模式，首先我们得学习以下两个名词。

CPOL: Clock Polarity，就是时钟的极性。时钟的极性是什么概念呢？通信的整个过程分为空闲时刻和通信时刻，如果 SCLK 在数据发送之前和之后的空闲状态是高电平，那么就是 **CPOL=1**，如果空闲状态 SCLK 是低电平，那么就是 **CPOL=0**。

CPHA: Clock Phase，就是时钟的**相位**。

主机和从机要交换数据，就牵涉到一个问题，即主机在什么时刻输出数据到 **MOSI** 上而从机在什么时刻**采样**这个数据，或者从机在什么时刻输出数据到 **MISO** 上而主机什么时刻采样这个数据。同步通信的一个**特点**就是所有数据的变化和采样都是伴随着时钟沿进行的，也就是说数据总是在时钟的边沿附近变化或被采样。而一个时钟周期必定包含了一个上升沿和一个下降沿，这是周期的定义所决定的，只是这两个沿的先后并无规定。又因为数据从产生的时刻到它的稳定是需要一定时间的，那么，如果主机在上升沿输出数据到 **MOSI** 上，从机就只能在下降沿去采样这个数据了。反之如果一方在下降沿输出数据，那么另一方就必须在上升沿采样这个数据。

CPHA=1，就表示数据的输出是在一个时钟周期的第一个沿上，至于这个沿是上升沿还是下降沿，这要视 CPOL 的值而定，CPOL=1 那就是下降沿，反之就是上升沿。那么数据的采样自然就是在第二个沿上了。

CPHA=0，就表示数据的采样是在一个时钟周期的第一个沿上，同样它是什么沿由 CPOL 决定。那么数据的输出自然就在第二个沿上了。仔细想一下，这里会有一个问题：就是当一帧数据开始传输第一个 bit 时，在第一个时钟沿上就采样该数据了，那么它是在什么时候输出出来的呢？有两种情况：一是 SSEL 使能的边沿，二是上一帧数据的最后一个时钟沿，有时两种情况还会同时生效。

我们以 CPOL=1/CPHA=1 为例，把时序图画出来给大家看一下，如图 15-1 所示。

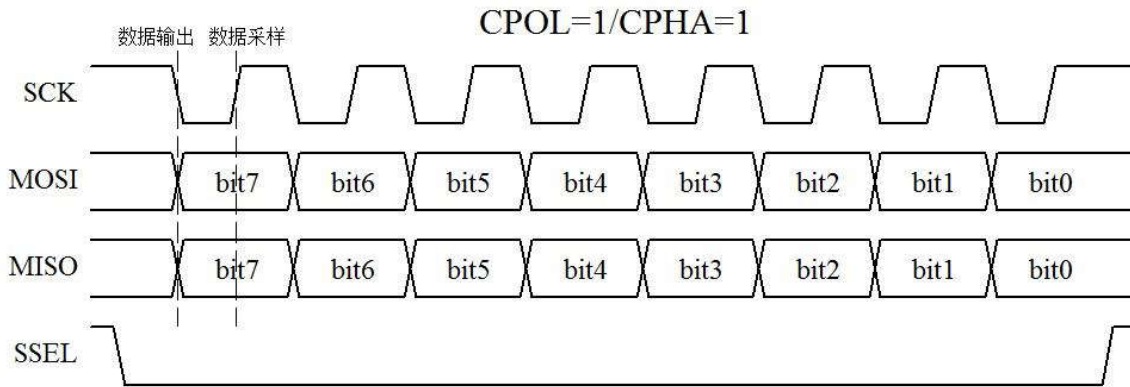


图15-1 SPI 通信时序图（一）

大家看图 15-1 所示，当数据未发送时以及发送完毕后，SCK 都是高电平，因此 CPOL=1。可以看出，在 SCK 第一个沿的时候，MOSI 和 MISO 会发生变化，同时 SCK 第二个沿的时候，数据是稳定的，此刻采样数据是合适的，也就是上升沿即一个时钟周期的后沿锁存读取数据，即 CPHA=1。注意最后最隐蔽的 SSEL 片选，这个引脚通常用来决定是哪个从机和主机进行通信。剩余的三种模式，我们把图画出来，简化起见把 MOSI 和 MISO 合在一起了，大家仔细对照看看研究一下，把所有的理论过程都弄清楚，有利于你对 SPI 通信的深刻理解，如图 15-2 所示。

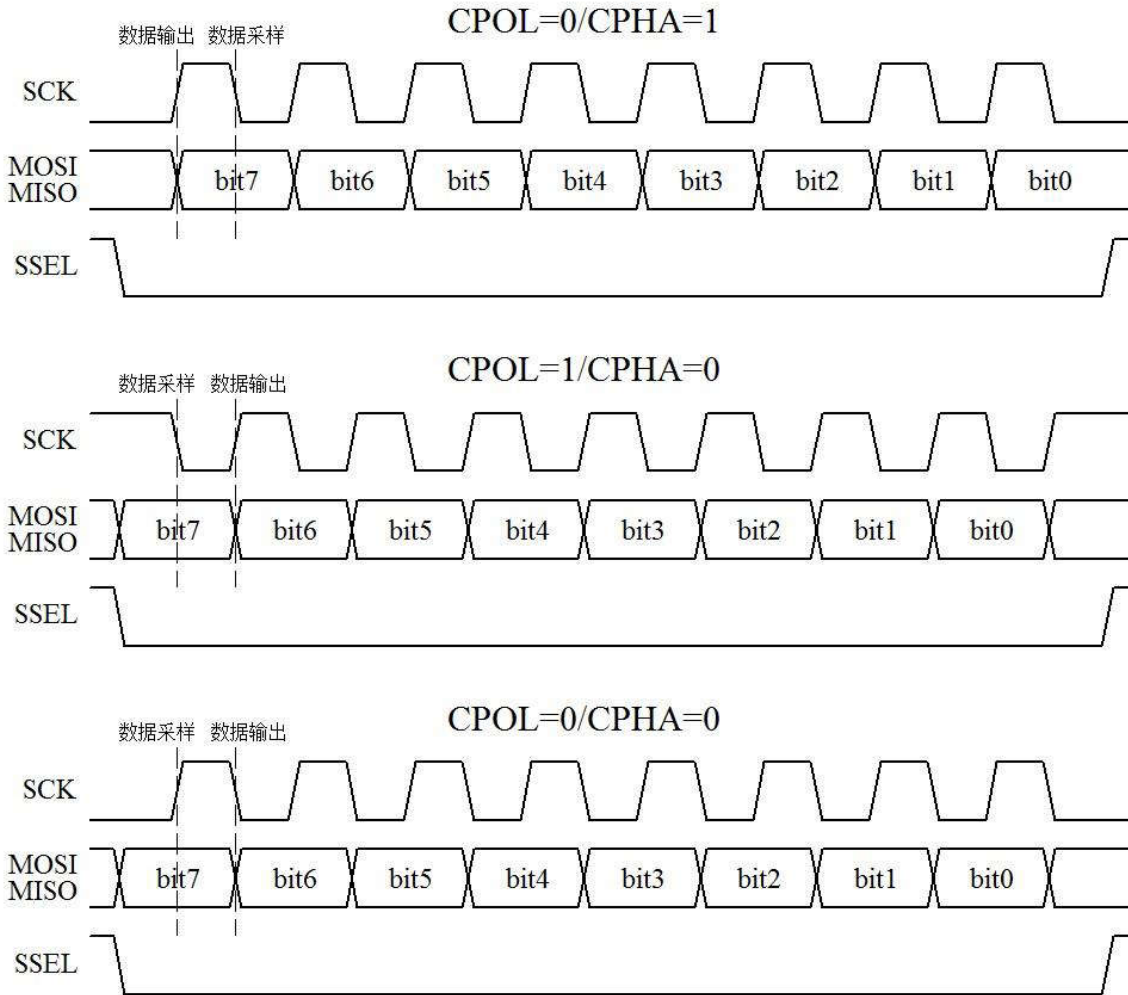


图15-2 SPI 通信时序图（二）

在时序上，SPI 是不是比 I2C 要简单的多？没有了起始、停止和应答，UART 和 SPI 在通信的时候，只负责通信，不管是否通信成功，而 I2C 却要通过应答信息来获取通信成功失败的信息，所以相对来说，UART 和 SPI 的时序都要比 I2C 简单一些。