

USART 主要包括三个部分：时钟发生器，发送器和接收器。控制和状态寄存器由这三个部分共享。时钟发生器由波特率发生器和同步从机操作模式下外部输入时钟的同步逻辑组成。**XCK** 引脚只用于同步传输模式。发送器包括一个写数据缓冲器，串行移位寄存器，奇偶发生器以及处理不同帧格式所需的控制逻辑。写数据缓冲器允许连续发送数据而不会在数据帧之间引入延迟。接收器具有时钟和数据恢复单元，用于异步数据的接收。除了恢复单元，接收器还包括奇偶校验，控制逻辑，串行移位寄存器和一个两级接收缓冲器 **UDR**。接收器支持与发送器相同的帧格式，而且可以检测帧错误，数据过速和奇偶校验错误。

时钟产生

时钟产生逻辑为发送器和接收器产生基础时钟。**USART** 支持 4 种模式的时钟：正常的异步模式，倍速的异步模式，主机同步模式，以及从机同步模式。**USCRC** 的 **UMSEL** 位用于选择同步或异步模式。**USCRA** 的 **U2X** 位控制异步模式下的倍速使能。仅在同步模式下有效的 **XCK** 引脚的数据方向寄存器(与 **IO** 复用)决定了时钟源是由内部产生(主机模式)还是外部产生(从机模式)。

波特率发生器

波特率寄存器 **UBRR** 和降序计数器连接在一起作为 **USART** 的可编程的预分频器或波特率发生器。降序计数器工作在系统时钟(f_{sys})下，当其计数到零或 **UBRRL** 寄存器被写时，会自动加载 **UBRR** 寄存器的值。当计数到零时产生一个时钟，该时钟作为波特率发生器的输出时钟，频率为 $f_{sys}/(UBRR+1)$ 。

下表给出了各种工作模式下计算波特率（位/秒）以及 **UBRR** 值的公式。

工作模式	波特率计算公式 ⁽¹⁾	UBRR 值计算公式
异步正常模式	$BAUD = f_{sys}/(16*(UBRR+1))$	$UBRR = f_{sys}/(16*BAUD) - 1$
异步倍速模式	$BAUD = f_{sys}/(8*(UBRR+1))$	$UBRR = f_{sys}/(8*BAUD) - 1$
同步主机模式	$BAUD = f_{sys}/(2*(UBRR+1))$	$UBRR = f_{sys}/(2*BAUD) - 1$

说明：

1. 波特率定义为每秒的位传输速度 (bps)；
2. **BAUD** 为波特率， f_{sys} 为系统时钟，**UBRR** 为波特率寄存器 **UBRRH** 和 **UBRRL** 的组合值。

倍速工作模式

通过设定 **USCRA** 寄存器的 **U2X** 位可以是传输速率加倍，该位只在异步工作模式下有效，同步工作模式下置该位为“0”。

设置该位将会把波特率分频器的分频值减半，有效地加倍异步通信的传输速率。在这种情况下，接收器只使用一半的采样数来对数据进行采样及时钟恢复，因此需要更精准的波特率设置和系统时钟。发送器则没有变化。

外部时钟

同步从机操作模式由外部时钟驱动。外部时钟经过同步寄存器和边沿检测器之后才被发送器