

USART 帧结构图

说明:

- 1) IDLE 通信线 (RxD 或 TxD) 上没有数据传输, 线路空闲时必须为高电平
- 2) St 起始位, 总是为低电平
- 3) 0-8 数据位
- 4) P 校验位, 奇校验或偶校验
- 5) Sp 停止位, 总是为高电平

数据帧的结构由 UCSRB 和 UCSRC 寄存器中的 UCSZ[2:0]、UPM[1:0]和 USBS 设定。接收与发送使用相同的设置。设置的任何改变都可能破坏正在进行的数据传输。其中, UCSZ[2:0]确定了数据帧的数据位数, UPM[1:0]用于使能和确定校验的类型, USBS 设置帧有一位或两位结束位。接收器会忽略第二个停止位, 因此帧错误只在第一个结束位为“0”时被检测到。

校验位计算

校验位的计算是对数据的各个位进行异或运算。如果选择了奇校验, 则异或结果还需要取反。校验位与数据位的关系如下:

$$P_{\text{even}} = d_{n-1} \oplus \dots \oplus d_3 \oplus d_2 \oplus d_1 \oplus d_0 \oplus 0$$

$$P_{\text{odd}} = d_{n-1} \oplus \dots \oplus d_3 \oplus d_2 \oplus d_1 \oplus d_0 \oplus 1$$

说明:

- 1) P_{even} 偶校验结果
- 2) P_{odd} 奇校验结果
- 3) d_n 第 n 个数据位

USART 初始化

进行通信之前首先要对 USART 进行初始化。初始化过程通常包括波特率的设定, 帧结构的设定, 以及根据需要使能接收器或发送器。对于中断驱动的 USART 操作, 在初始化时要清零全局中断标志并禁止 USART 的所有中断。

在进行重新初始化比如改变波特率或帧结构时, 必须确保没有数据传输。TXC 标志位可以用来检测发送器是否完成了所有传输, RXC 标志位可以用来检测接收缓冲器中是否还有数据未被读出。如果 TXC 标志位用作此用途, 在每次发送数据之前 (写 UDR 寄存器之前) 必须清零 TXC 标志位。

发送器

置位 UCSRB 寄存器的 TXEN 位将使能 USART 的数据发送。使能后 TxD 引脚的通用 IO 功能即被 USART 功能所取代, 成为发送器的串行输出。发送数据之前要设置好波特率、工作模式与帧格式。如果使用同步发送模式, 施加于 XCK 引脚上的时钟信号即为数据发送的时钟。

发送 5 到 8 为数据的帧

将需要发送的数据加载到发送缓冲器中来启动数据发送。CPU 通过写 UDR 寄存器来加载数据。当发送移位寄存器可以发送新一帧数据的时候, 缓冲器中的数据将转移到移位寄存器中。当移位寄存器处于空闲状态 (没有正在进行的数据传输), 或者前一帧数据的最后一个停止位发送完毕, 它将加载新的数据。一旦移位寄存器加载了新的数据, 它将按照既定的设置传