

几个相关概念

**并行：**采用并行传输方式来传输数据的接口标准。一般由数据线和控制线共同组成，数据线的数量就是并行传输的数据位数，比如 8 位并行接口、16 位并行接口等，现在我们所说的 64 位计算机，其实就是指它的数据线由 64 根线组成，一次可以传输 64 位二进制。这种接口的特征是管脚多、速度快。

**串行：**串行接口(Serial Interface)是指数据一位一位地顺序传送。特征是管脚少、速度慢（相对于并口）。其实现在好多串行接口如：USB、SATA 等接口，速率已经达到了几兆甚至几百兆每秒，光纤通讯更是达到了 G 和 T 的速度。

从理论上讲，似乎是并行接口的数据传输速率一定会比串行接口快，但实际情况是：并行接口存在线与线之间的干扰，很难实现超高速的数据传输，目前反而是串行接口越来越流行、速度越来越快，如上所述 U 盘、硬盘、网口等均是串行接口。

**同步：**数据传输时，收、发双方通过特定的信号线来保持同步，以保证数据传输的可靠稳定。比如我们常用的 COM 接口，接收方会使用某个管脚来表示它“正忙”还是“正闲”，发送方在发送数据之前最好是先判断一下接收方处于“正闲”状态时才开始发送数据，不然有可能导致接收方“正忙”无法正确接收到数据。

**异步：**相对于“同步”，可以理解为“发送方想发就发，不管接收方能不能接收到”。

**单工：**仅能发送数据或者接收数据的接口。

**双工：**即能发送数据也能接收数据的接口。

**双全工：**发送和接收可以同时进行的双工接口。

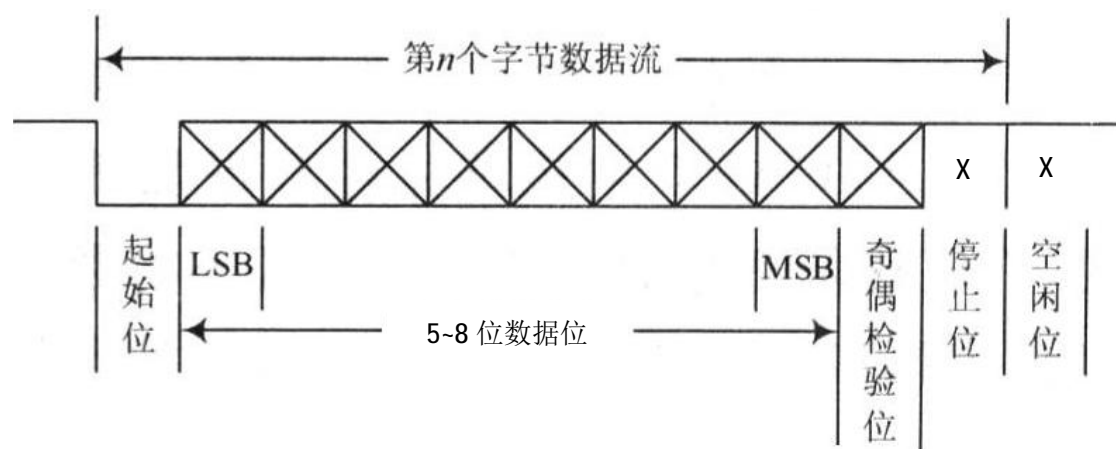
**半双工：**同一时间只能发送或者接收的双工接口。

**LSB：**数据的最低位（数字通讯时，总是以高低电平信号来传输数据，表示 1 或 0，串行通讯时是一位一位来传输的，所以需要双方事先约定先传输数据的最高位还是最低位）。

**MSB：**数据的最高位。例如：数字 99，用二进制表示为 01100011，它的 LSB 是 1，MSB 是 0。

**UART：**通用异步串行收发器(Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)。双向通信，可以实现全双工传输和接收。

**USART：**通用同步/异步串行收发器(Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter)。USART 是一个全双工通用同步/异步串行收发模块，使用非常灵活，即可同步也可异步。



U(S)ART 以一个字符为传输单位，传输时序有以下几个主要特征：

(1) 通信中两个字符间的时间间隔多少是不固定的。因为停止位和空闲位的位数是可设置

的，所以所用时间是与实际设置的位数有关的。

(2) 同一个字符中的两个相邻位间的时间间隔是固定的。数据传送速率用波特率来表示，即每秒钟传送的二进制位数，通讯速率确定了以后，每一位需要的时间也就确定了。

(3) 发送方不发送数据时（空闲），数据线总是逻辑 1 信号（高电平）。当发送数据时以字节为单位发送，每个字节发送前会输出 1 位时长的逻辑 0 信号（低电平）。

(4) 接收方检测到数据线的逻辑 0 信号（低电平）后立即开始以固定的时间间隔读取数据线上的电平高低状态，每读取一次算做一位。

(5) 数据传输时总是先发送 LSB（最低位），最后发送 MSB（最高位）。

(6) 为了保证每个字节传输的正确性，可以选择使用校验位。校验位电平由传输的数据决定，偶校验时输出高电平或低电平使要传输的数据中的 1 的个数为偶数，奇校验则保证 1 的个数为奇数。如：设置为偶校验，传输 01100011 时校验位会是 0（低电平），传输 01100010 时校验位会是 1（高电平）。

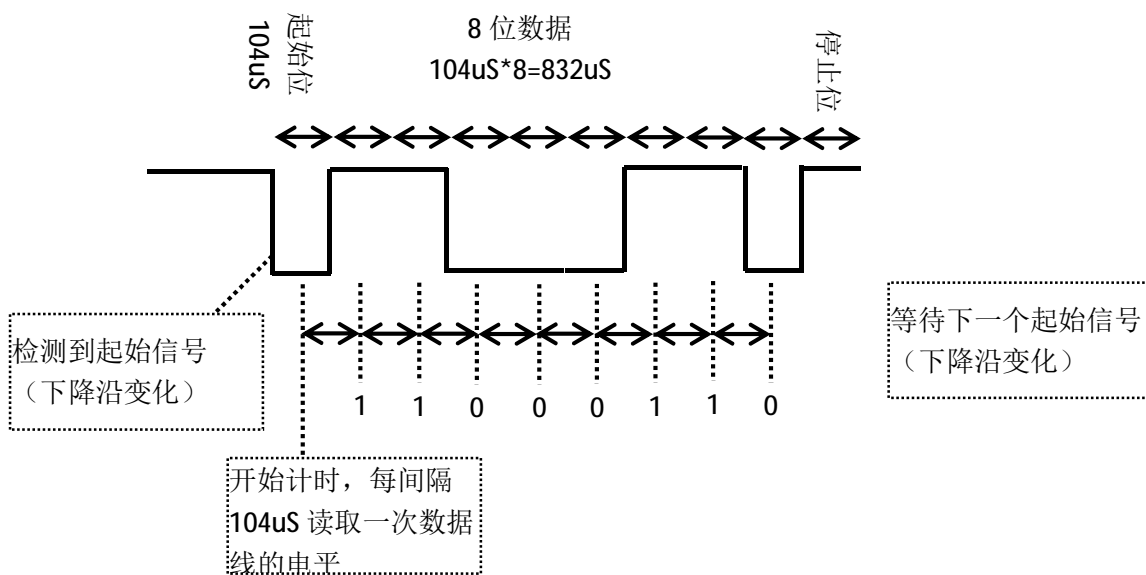
(7) 为了使接收方有充足的时间准备好接收下一字节数据，发送方在发送完一个字节后必须输出若干停止位和空闲位。停止位和空闲位均是逻辑 1 信号（高电平）。

9600, N, 8, 1（通讯速率为 9600bps，无校验位，数据位为 8 位，停止位为 1 位），以下以传输一个字节 99（01100011）为例来说明发送方和接收方的通讯过程。

通讯速率为 9600bps，所以传输每一位所用时长为  $1/9600=104\mu\text{s}$ 。

发送方 TX 与接收方 RX 直接连接，是同一条线。这条线由发送方控制，接收方仅检测。

每个字节传输总的位数=起始位 1 位+数据位 8 位+校验位 0 位+停止位 1 位=10 位。



接收方的 RX 检测到起始位的下降沿变化后，每间隔 104μs 读取一次数据线的电平状态，高电平时记作 1，低电平时记作 0，依次读取到的 8 位二进制数据为：11000110，先读取到的是低位，后读取到的是高位，所以真正的数据需要颠倒一下，即：01100011

通过以上过程以及通讯双方的规则约定可以得到：

(1) 若发送方的通讯速率与接收方的通讯速率不同，接收方也是有可能得到数据的，只是得到的数据一定是错误的（乱码）。

(2) 发送方每间隔 104μs 改变一次数据线电平状态，接收方每间隔 104μs 读取一次数据线电平，发送方和接收方均使用自己的计时器，若发送方和计时时钟和接收方的计时时钟有误

差，接收方也能接收到数据，如果时钟误差较大，则也可能接收到错误的数  
据（不太乱的乱码）。

（3）使用校验位时（奇校验或偶校验），实际传输的数据位会比不使用校验位（无校验）多一位。

（4）因校验位是在 8 位数据传输之后发送和接收的，所以校验位的正确与否不会影响接收方对 8 位数据的读取。即：**校验位正确与否不影响接收方的数据接收**，但若接收方判断校验位错误时对刚刚接收到的 8 位数据如何处理就是接收方的事了。

（5）奇偶校验是一种较为简单的校验方法，但如果在数据传输过程中同时发生了多位传输错误，则极有可能奇偶校验位是不能反映出来的。即：**奇偶校验方法不能完全相信，如果校验位错误，则一定是传输发生了错误，如果校验位正确也不能完全保证数据传输正确**。

（6）收发双方有一方使用了校验而另一方未使用时会发生传输错误，因使用不使用校验位时数据位分别对应 8 位和 9 位，故此会使接收方产生乱码。

（7）数据传输始于起始信号，**每个字节收发完成后的停止位数多少不影响数据接收**。

**数字通讯是什么：**通讯无非是发送与接收数据，双方应事先约定好数据传输规则，用电平信号来表示 1 或 0，发送方按照规则发送，接收方按照规则接收，仅此而已。不同的数字接口规则不同罢了。