

多频点合成信号数据传输系统软件

说明书

软件的主要功能是用于下行数据给发送端，然后由发送端把数据转发至接收端，最后接收端把收到的转发数据上行至本软件，由本软件统计计算一些发送-接收系统（以下称系统，不包括上行和下行）的性能指标参数。因下行和上行会耗费一定的时间，所以在软件对系统性能进行测量时需要把这一耗费的时间排除在外，所以在进行系统传输时间测算前应先进行上下行时间的测算，即串口传输时间测算。

理想状态下，串口传输时间是通过波特率计算出来的，但是实际系统由于缓冲区的存在，一般实际耗费时间会比理论计算出来的要长一点，而且和总传输比特数有关。一般传输比特数越少，越多会多耗费时间。

串口测算和系统测算均使用了下发功能，故下发功能用独立按钮放置在界面上方便大家调试。在串口测算前使用下发功能，其排除的串口传输时间就是直接从波特率算出来的。

软件分四个区域：

1、下行区域

用于设置下发数据内容和下发方式（单次下发还是循环下发、下发间隔等）。

- “串口”下拉框用于选择下行用的串口，“打开”按钮用于打开该串口。使用下行前必须选择和打开串口。
- 上方 5 个“使用”检查框用于设定一次发送多少个 32 比特数据<T>;
- “全部”检查框用于同时开启或关闭所有“使用”检查框,全部开启时<T>=5;
- “高 16 位数据”和“低 16 位数据”下面各有 5 个十六进制输入框，两个一对，用于指定下发的一个 32 比特数据;
- “随机数据”按钮用以随机产生所有已设置“使用”的 32 位数据。

- “固定值”用于把它左边的输入值复制到上方每个输入框中，使他们完全相同。此复制过程不会理会“使用”检查框是否勾选。
- “定时下发”检查框的作用是定时执行下面的“下发”按钮功能，间隔时间由下面的间隔输入框的值决定。
- “间隔”输入框的右边是“随机”检查框，当此检查框和“定时下发”检查框勾选时，每次执行“下发”按钮功能前，执行一下“随机数据”按钮的功能，即填入新的随机数据。
- “下发”按钮，此按钮按下时，会通过上面选择打开的串口按 9600/8/1 的串口格式把“使用”检查框勾选的对应数据（共 $\langle T \rangle * 32$ 比特）组成的比特流发送出去。
- “串口传输时间测算”按钮用于估算下行和上行耗费的时间，便于把他们从总体传输时间中排除。这一测算过程通过多次发送和接收统计平均得到。次数由下面的“测算次数”输入框 $\langle C \rangle$ 决定。发送过程通过强制勾选“定时下发”检查框完成。
- “下发时刻”输入框，只读的输入框，实际用于显示 $\langle A \rangle$ 。即每次下发开始时显示当前相对时间。我们用 $\langle Ax \rangle (x \in [0, C])$ 来表示多次传输时每次的“下发时刻”。

2、上行区域

- “串口”下拉框用于选择上行用的串口，“打开”按钮用于打开该串口。接收上行前必须选择和打开串口。
- “收到”检查框和“高低 16 位数据”框均为只读，只有当接收到串口数据时才会改变。
- “清除数据”按钮用于清除上方的“收到”检查框和他们右边的数据框。同时还会清除“统计信息”区域的“总传输时间” $\langle D \rangle$ 、“每比特传输时间” $\langle F \rangle$ 和“误码率” $\langle I \rangle$ 。
- 接收超时“最多”输入框用于设定自比特率下发开始最大的等待接收时间，当超过这个时间，即便你还能接收到数据，此数据也会被丢弃。注意此值和左边下行的定时间隔是关联的，定时间隔的值必须大于此值 1000ms 以上。
- “系统传输时间测算”按钮用于在已经完成串口传输时间测算的情况下，再次进行多次传输，统计系统传输时间，和“下行”区域的“串口传输时间测算”一样，也是通过强制勾选“定时下行”来触发数据下行的。重复次数也是由下发的“测算次数” $\langle C \rangle$ 决定的。
- “上行时刻”输入框，只读的输入框，实际用于显示 $\langle B \rangle$ 。即每次接收结束时的当前相对时间。我们用 $\langle Bx \rangle (x \in [0, C])$ 来表示多次传输时每次的“上行时刻”。此值减去“下行时刻”即为右边统计信息区域的“总传输时间”。

3、统计信息区域

- “总传输时间” $\langle D \rangle$ ，每次一对下行-上行完成，间隔时间差 $\langle Dx \rangle = \langle Bx \rangle - \langle Ax \rangle$ 即为此值。
- “每 32 比特串口时间” $\langle E \rangle$ ，通过“下行”区域的“串口传输时间测算”按钮功能统计计算转换得到。计算公式为

$$E = \frac{(\sum_0^{C-1} (Dx) - \text{Max}_0^{C-1} (Dx) - \text{Min}_0^{C-1} (Dx)) * 1000.0}{T * (C - 2)} (\text{us})$$

本值在“上行”区域的“系统传输时间测算”功能中作为串口传输时间估算值被剔除。

- “每比特传输时间” $\langle F \rangle$ ，每次获得“总传输时间” $\langle D \rangle$ 时，把它减去“每 32 比特串口时间” $\langle E \rangle$ 乘上实际比特数/32 = $\langle T \rangle$ 的结果，得到实际系统的传输时间(注意当 $\langle E \rangle$ 为零时表示未进行过串口传输时间测算，此时用波特率估算得出此值，鼠标移至此处可见如下图所示，此时 $\langle E \rangle$ 等于图中的 $20.8333\text{ms} * 1000 / 5 = 4166.66\text{us}$)

统计信息			
总传输时间:	34.00 ms	每32比特串口时间:	0.00 us
每比特传输时	82.29375 us	=	估计串口传输160比特的时间为20.8333ms bps
误码率:	0.00 %	平均误码率:	100.00 %

把实际系统传输时间除上实际传输比特数，得到本值，即：

$$F = (D * 1000.0 - E * T) / (T * 32) (us)$$

可以通过公式

$$G = 1000000.0 / F$$

得到等效波特率<G>。

- “平均波特率”<H>，点击“上行”区域的“系统传输时间测算”按钮时进行多次循环发送接收之后，经过统计得出的平均每比特传输时间，公式为

$$\text{令: } S = \frac{E * T}{1000.0} (ms)$$

$$F2 = \frac{(\sum_0^{C-1} (Dx - S) - \text{Max}_0^{C-1} (Dx - S) - \text{Min}_0^{C-1} (Dx - S)) * 1000.0}{T * (C - 2)} (us)$$

其等效的平均波特率在此显示

$$H = 1000000.0 / F2$$

此值即指标“传输时间”。

- “误码率”<I>，一次发送和接收后统计出来的误码率，即错误的位数占总位数的百分比。当接收到位数和发送的位数对不上，此值直接为 100%。多次重复发送时我们用<I_x>(x∈[0,C))代表每次发送的结果。
- “平均误码率”<J>，点击“系统传输时间测算”按钮进行多次循环发送接收之后，经过统计得出的平均误码率（注意这里没有去除最大值和最小值，因为不能保证最大、最小值和传输时间的最大、最小值是对应的，去除没有意义）

$$J = \frac{\sum_0^{C-1} I_x}{C} (%)$$

此值即指标“误码率”。

- Vpp(A) 系统 A 点测量得到的电压峰峰值<K>填入此处。
- Vpp(B) 系统 B 点测量得到的电压峰峰值<L>填入此处。
- 信道衰减 <M>

由上述<K>和<L>通过公式

$$M = 20 * \log_{10}^{K/L} (dB)$$

计算得出，此值即指标“信道衰减”。

- Vpp(E) 系统 E 点测量得到的电压峰峰值<N>填入此处。
- 信噪比<O>

由上述<L>和<N>通过公式

$$O = 20 * \log_{10}^{L/N} (dB)$$

计算得出，此值即指标“信噪比”。

4、图谱区域

- a) 下行图谱 下行数据比特示意图，长线表示比特 1，短线表示比特 0，绿色代表和接收匹配，红色表示不匹配。
- b) 上行图谱 上行数据比特示意图，长线表示比特 1，短线表示比特 0，绿色代表和发送匹配，红色表示不匹配。

具体的使用方法请大家看视频演示。