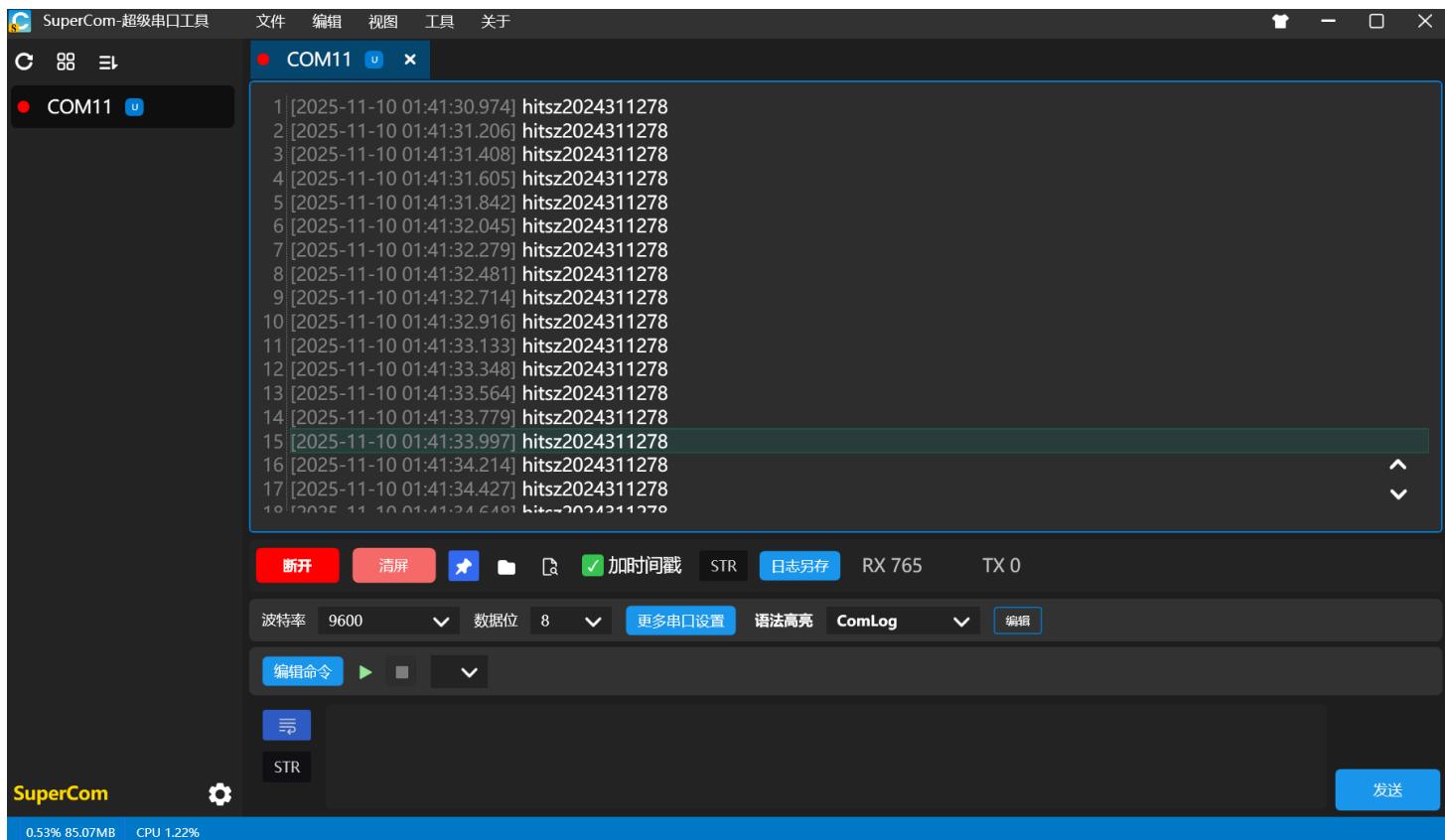


实验五：状态机

姓名： 学号： 班级：

一、串口软件接收到的数据截图

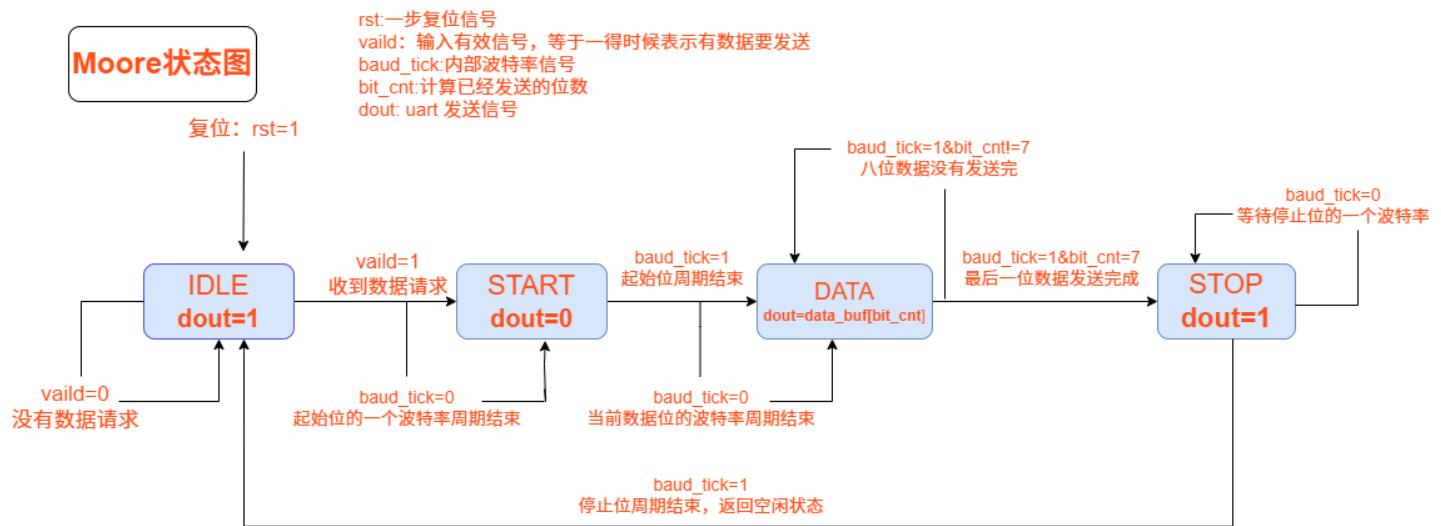
请截图不要用手机拍照，需清晰的体现接收到的数据



二、状态转移图

- 要求清晰的电子版，画图软件不限，比如visio、draw.io、ppt、飞书等
- 关键要求参考实验课件上的状态图，要求体现：复位时进入初始状态，状态机闭环，转移条件和状态输出要正确、全面，
若输出信号较多不方便画在图中可用文字说明
- 涉及的信号需说明含义

Moore状态图



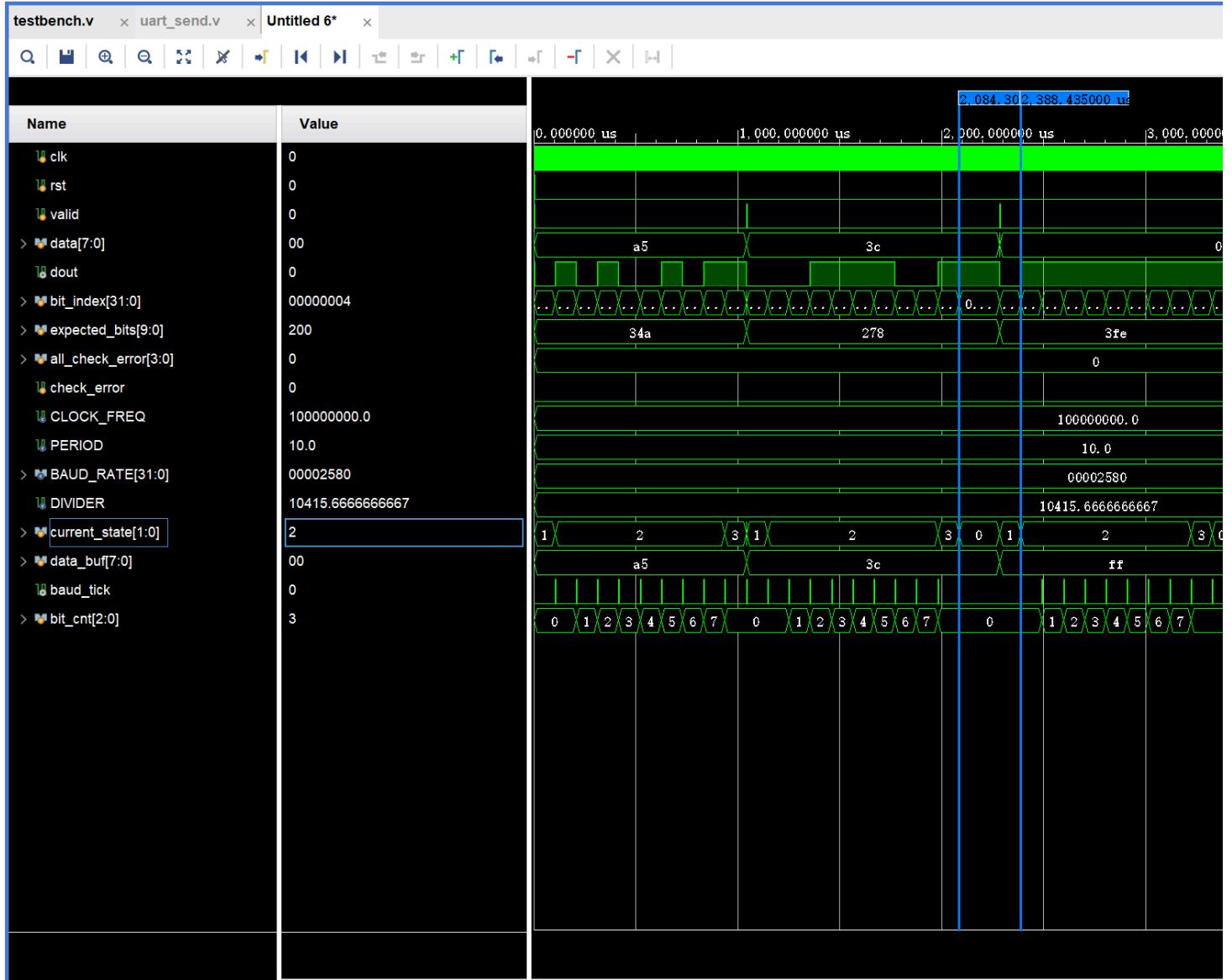
三、仿真分析

3.1 仿真波形截图

能正确清晰体现所要求的功能，要体现模块内部状态变量对应的信号

3.2 波形分析

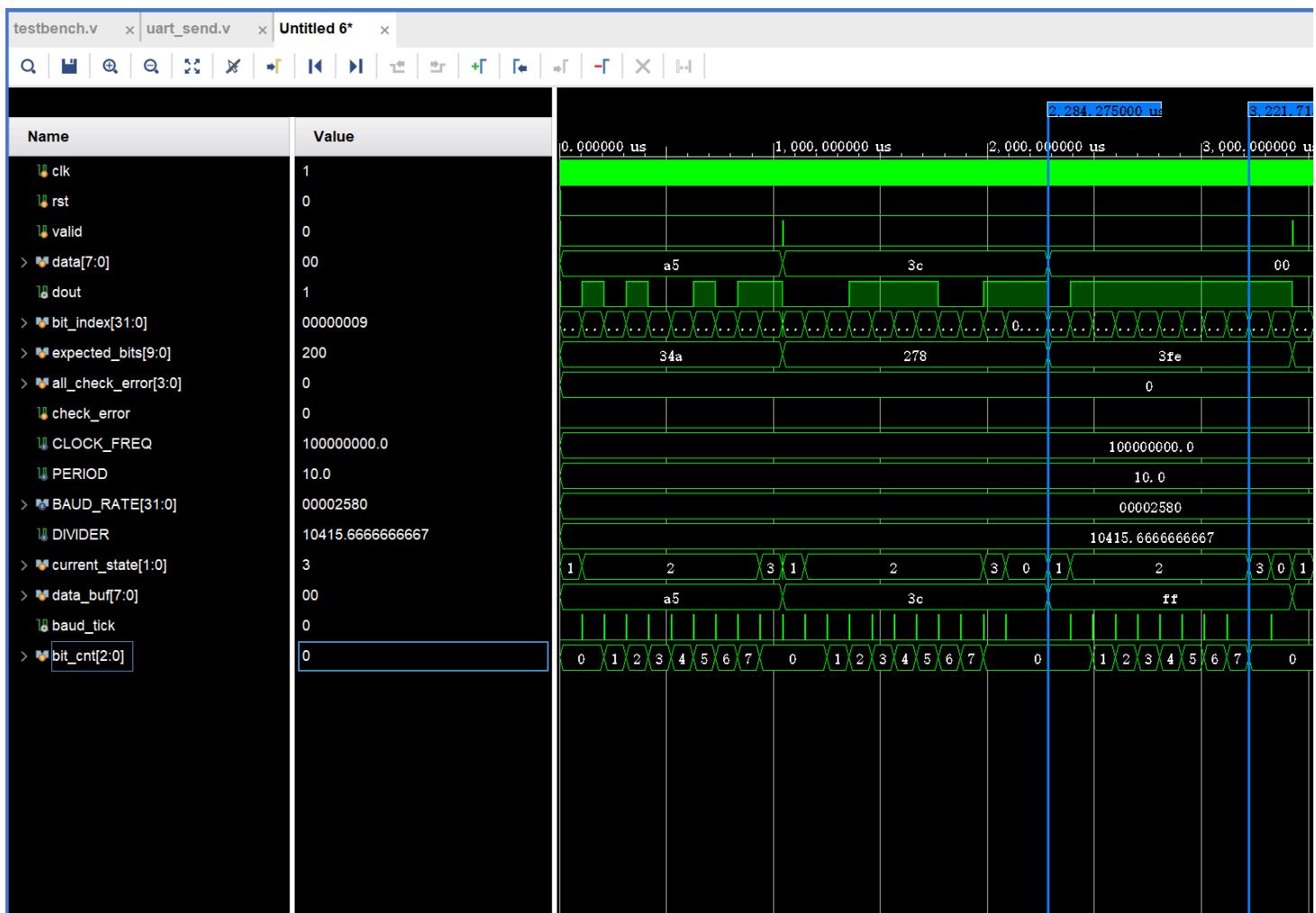
UART发送核心功能的波形分析，覆盖一个完整数据帧，需体现现状机输入、现态、次态、输出等完整



- 第一张图: IDLE 空闲状态 ---> START 起始状态

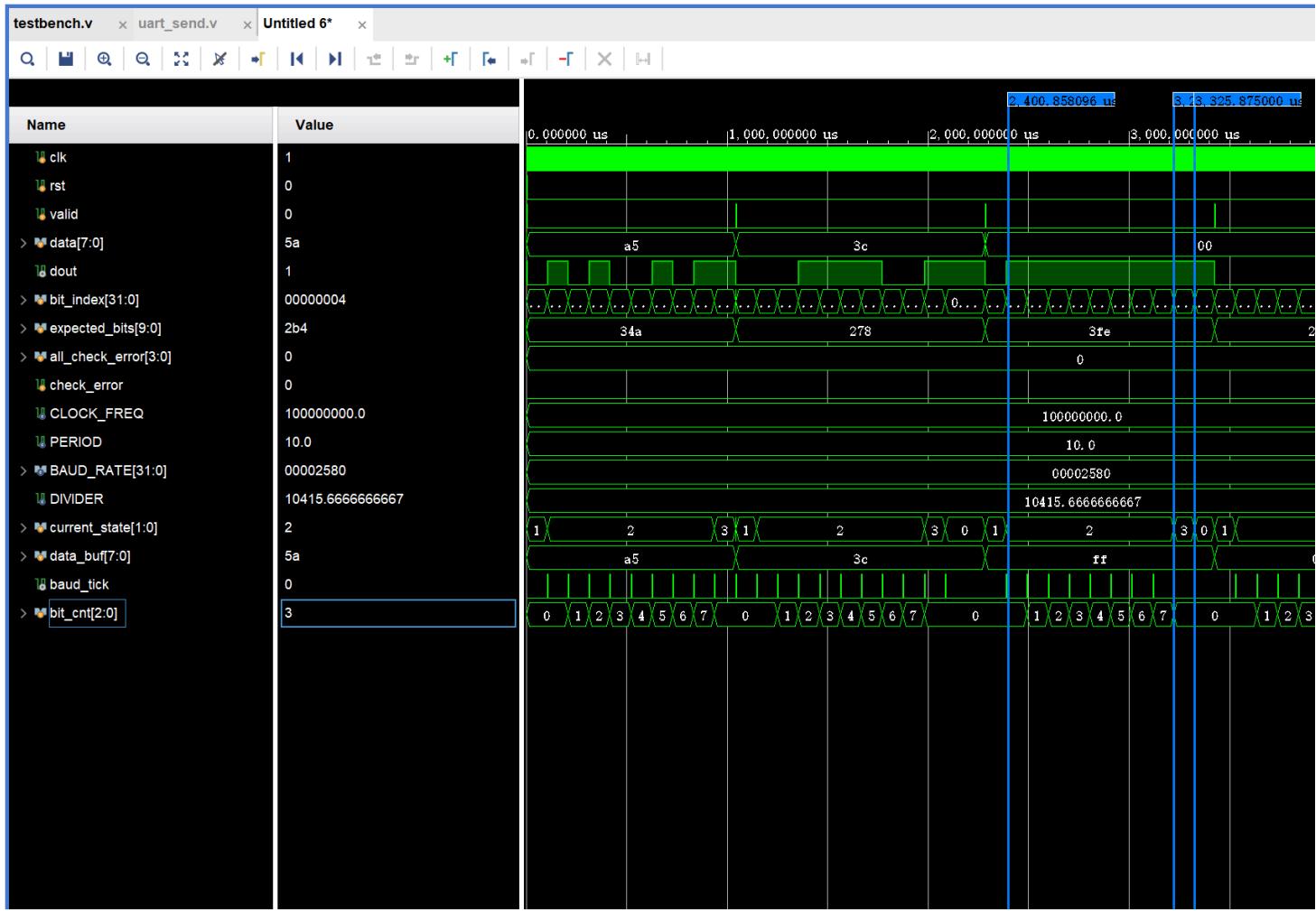
在第一个和第二个 marker 之间, valid=0的时候, current_state保持为 IDLE , dout一直为1, 当 valid=1(中间出现valid高电平)的时候, 状态由IDLE转移到START, dout变为0, 表示起始位。

- 第二张图: START 起始状态 ---> DATA 数据状态



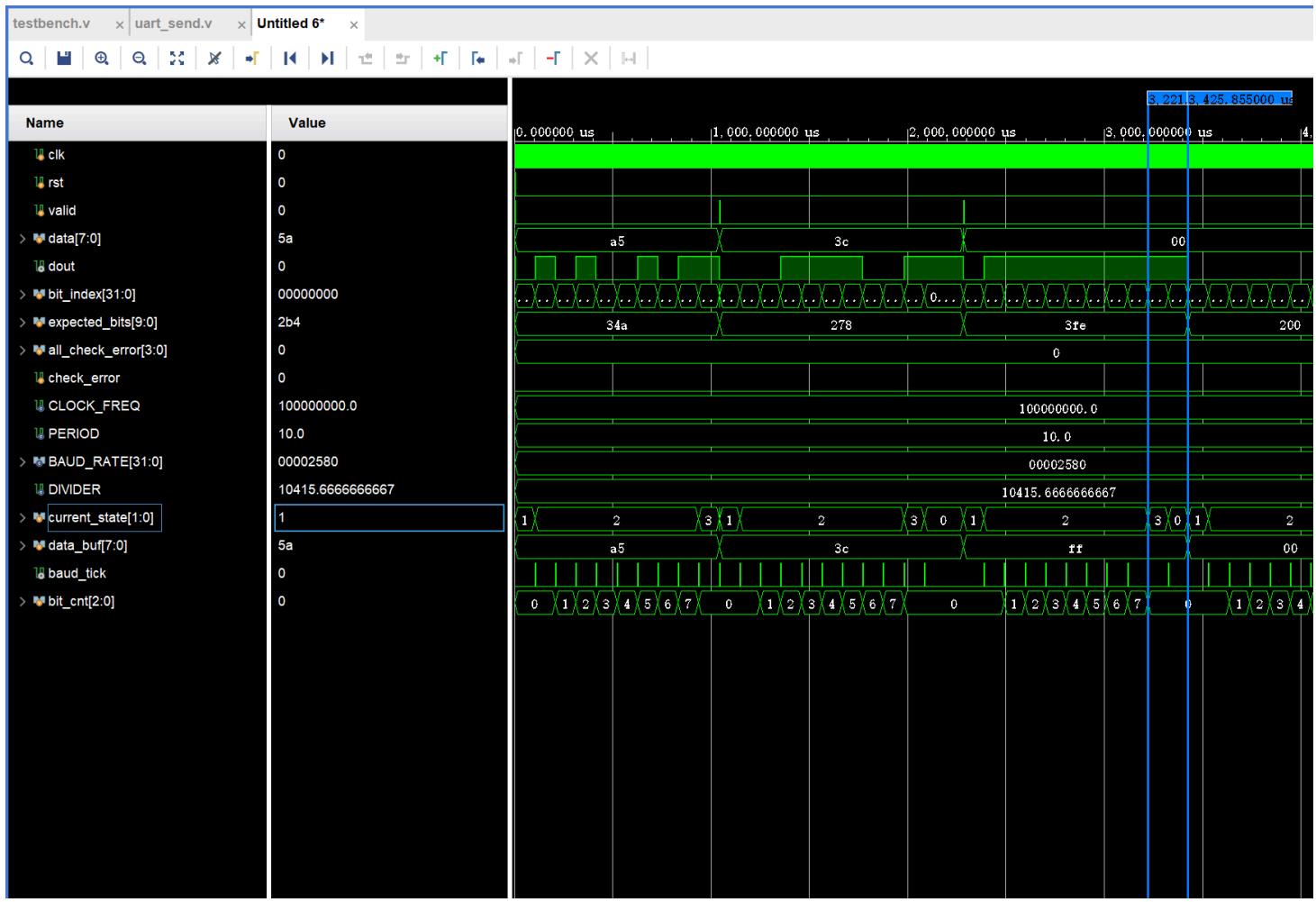
在第一个和第二个 marker 之间，当起始位周期没有结束时(baud_tick=0)，dout保持为0，当 baud_tick=1, 状态转移到DATA状态，dout变为数据的最低位1。 (data=8'b11111111)

- 第三张图: DATA 数据状态 ---> STOP 停止状态



在第一个和第二个 marker 之间，bit_cnt 在每次 baud_tick=1 的时候加一，从 0 变到 7，持续发送数据，current_state 保持为 2，dout 持续发送 1。这表明当数据位周期没有结束时，dout 保持为当前数据位，在数据位周期结束且数据尚未发送完成(baud_tick=1 & bit_cnt!=7)，继续返回 DATA 状态发送数据。在第二个和第三个 marker 之间当数据位周期结束且数据发送完成(baud_tick=1 & bit_cnt==7)，current_state 变为 3，表明状态转移到 STOP 状态，dout 变为 1，表示停止位。

- 第四张图: STOP 停止状态 ---> IDLE 空闲状态

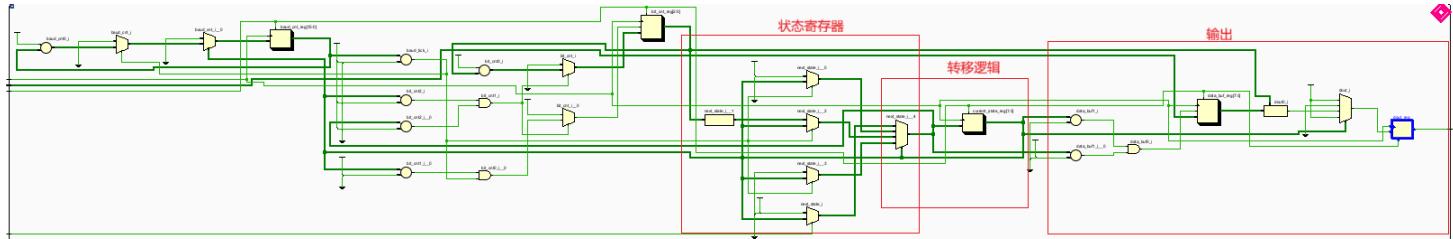


在第一个和第二个 marker 之间，baud_tick=0的时候，current_state保持为3，dout保持为1，这表明在STOP状态下，当停止位周期没有结束时，dout保持为1，然后当baud_tick=1的时候，current_state变为0，dout保持为1，表明在停止位周期结束后，状态转移到IDLE状态，dout继续保持为1，表示空闲状态。

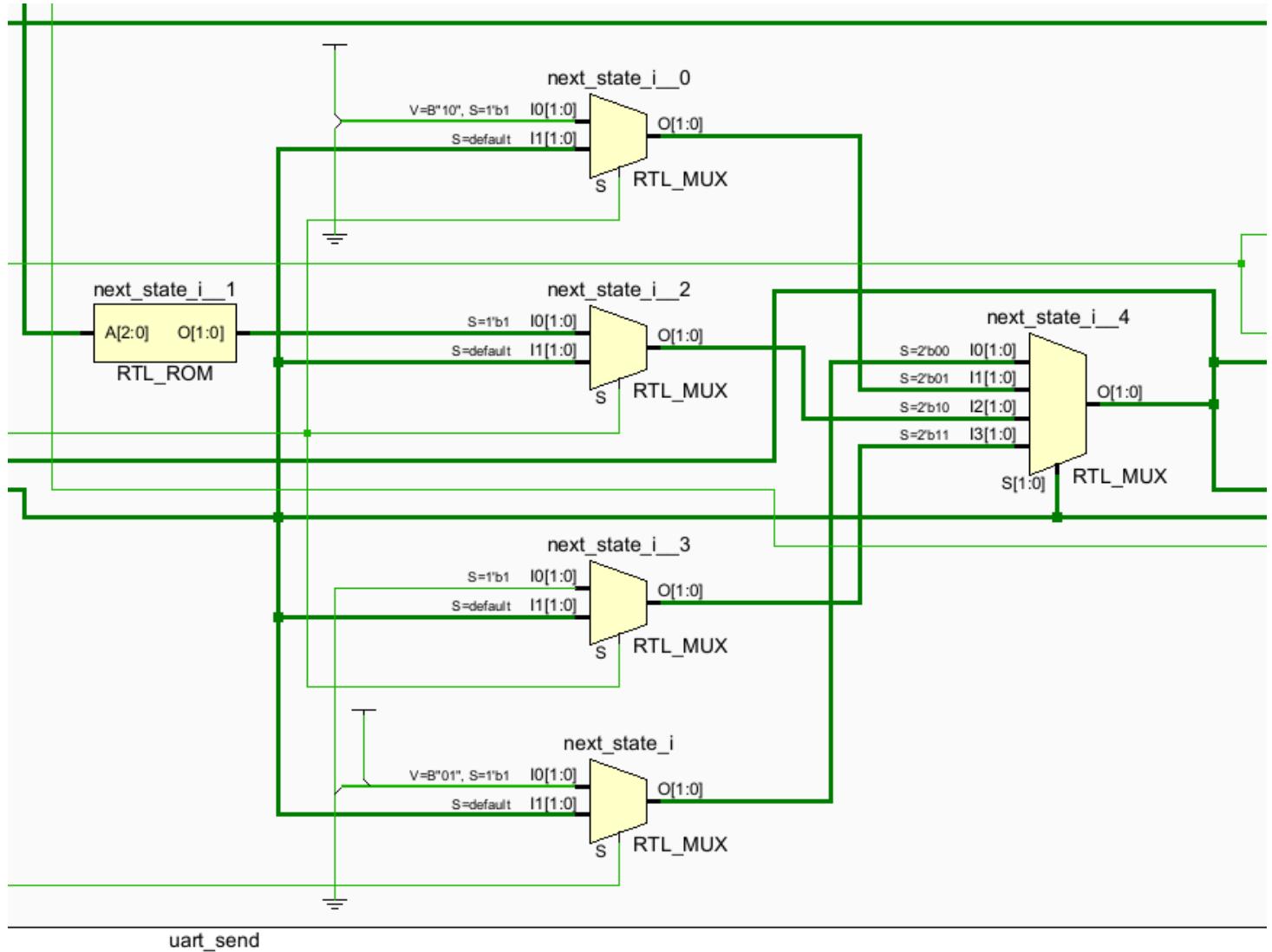
四、RTL 分析

4.1 RTL Analysis 截图

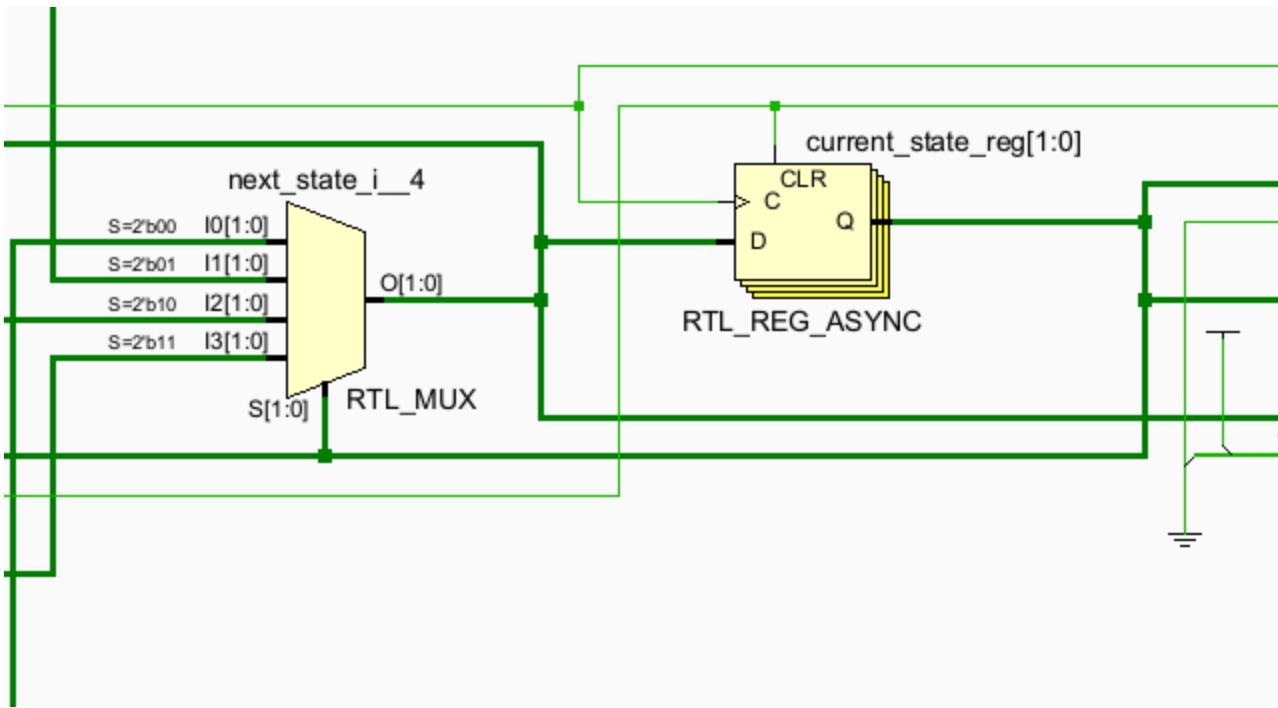
- uart_send模块RTL图，并要求以红框标记状态机的状态寄存器、转移逻辑、输出分别在图中的位置
- 打开RTL图后点击uart_send模块即可查看uart_send模块内部的RTL图



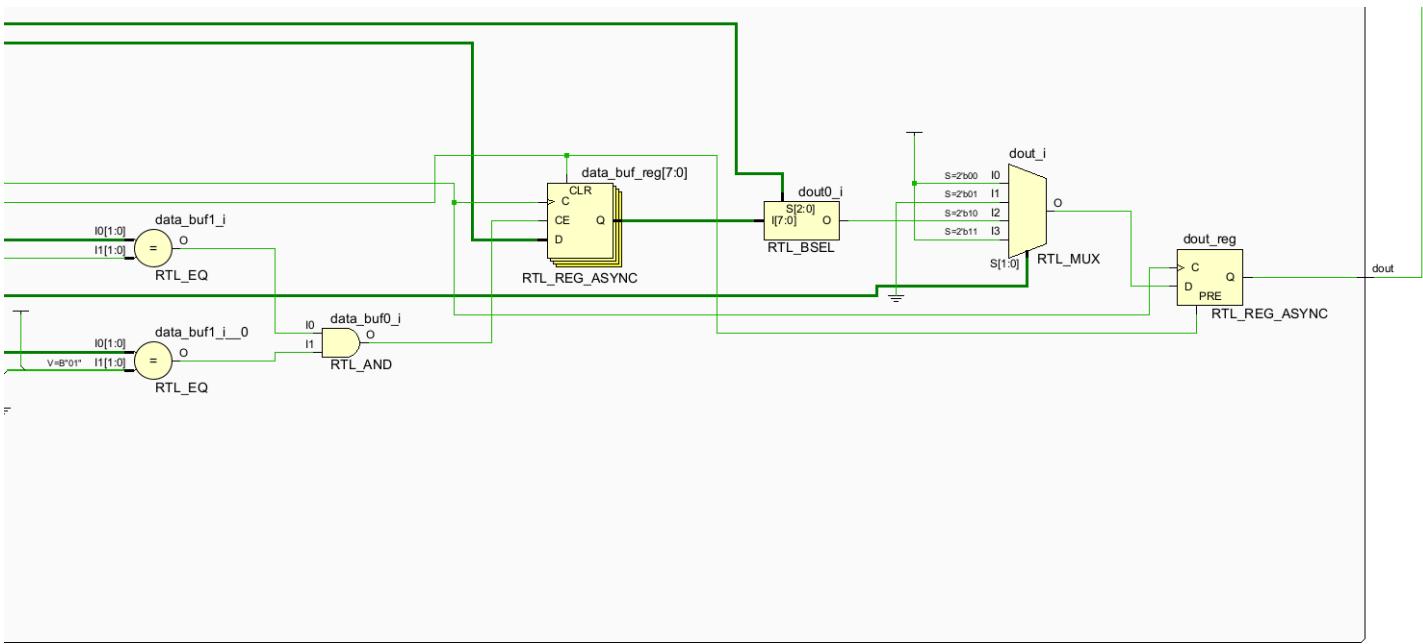
状态寄存器



转移逻辑



输出



4.2 Linter 报告截图

截图需要体现工程名或者工程路径，体现是该实验的Linter报告

The screenshot shows the Xilinx Vivado IDE interface. The top navigation bar includes 'Sources', 'Netlist', 'Project Summary', 'Schematic', 'top.v', and 'Hierarchy'.

Source File Properties (Visible on the left):

- File: top.v
- Status: Enabled (checked)
- Location: F:/verilog/uart_send/uart_send.srcc/sources_1/new
- Type: Verilog
- Library: xil_defaultlib

Linter Tab Content:

```

1 module top (
2     input wire clk,      // 100MHz 鐓頓挖
3     input wire rst,     // 寂傍■漸漸綫 (SI, 機械數率均沿綫)
4     output wire uart_tx // UART 墾敗唯寮疊剝
5 );
6 localparam string_delay = 20_000_000 - 1; // 蘭極④涓蒼宛窟脩縛 0.2s
7 localparam cycles_per_bit = 10416; // 10417 潤 溶 繆翻圭宛疊照相
8 localparam char_wait_max = 10 * cycles_per_bit; // 紂志金瀛極④漢瓈疊併金姣旉塲，姣志金瀛極④閻撮竅1.0416ms
9
10 localparam [1:0] send_char = 2'b00;
11 localparam [1:0] wait_char = 2'b01;
12 localparam [1:0] s_delay = 2'b10;
13
14 reg [1:0] ctrl_state;
15 reg [24:0] delay_cnt_reg;
16 reg [18:0] char_wait_cnt;
17 reg [3:0] pointer; // 紂同性寮擴埠疊剝 估社折
18 reg uart_valid;
19
20 wire char_wait_flag;
21 wire delay_flag;
22 wire string_flag;
23
24 assign char_wait_flag = (char_wait_cnt == char_wait_max - 1); // 蘭極④閻撮竅鍊塑鍊勳翁趨慣後塲
25 assign delay_flag = (delay_cnt_reg == string_delay); // 蘭極④涓查桺閭除綠閭村翕趨慣後塲
    
```

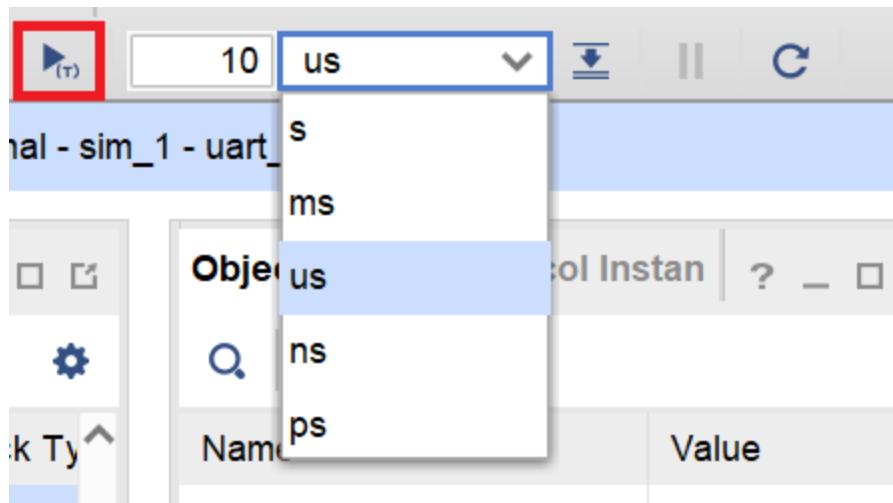
Tcl Console Tab: Shows 'No Violations found.'

五、查看指导书请回答

5.1 如果仿真波形图中，非复位阶段，信号出现了 X 或 Z，出现的原因可能有哪些？请简要说明。

- X 是不定态，如果在非复位阶段出现不定态，是 reg 类型的变量在读取之前从未被赋值。在仿真开始时，每个寄存器类型除非有明确初始值或者被复位信号设置了，否则都会出现 X 状态。
- Z 是高阻态，一般出现在 wire 类型的信号没有任何逻辑驱动它，或者说信号由一个三态门控制，使能信号为无效的时候，导致输出为高阻态。

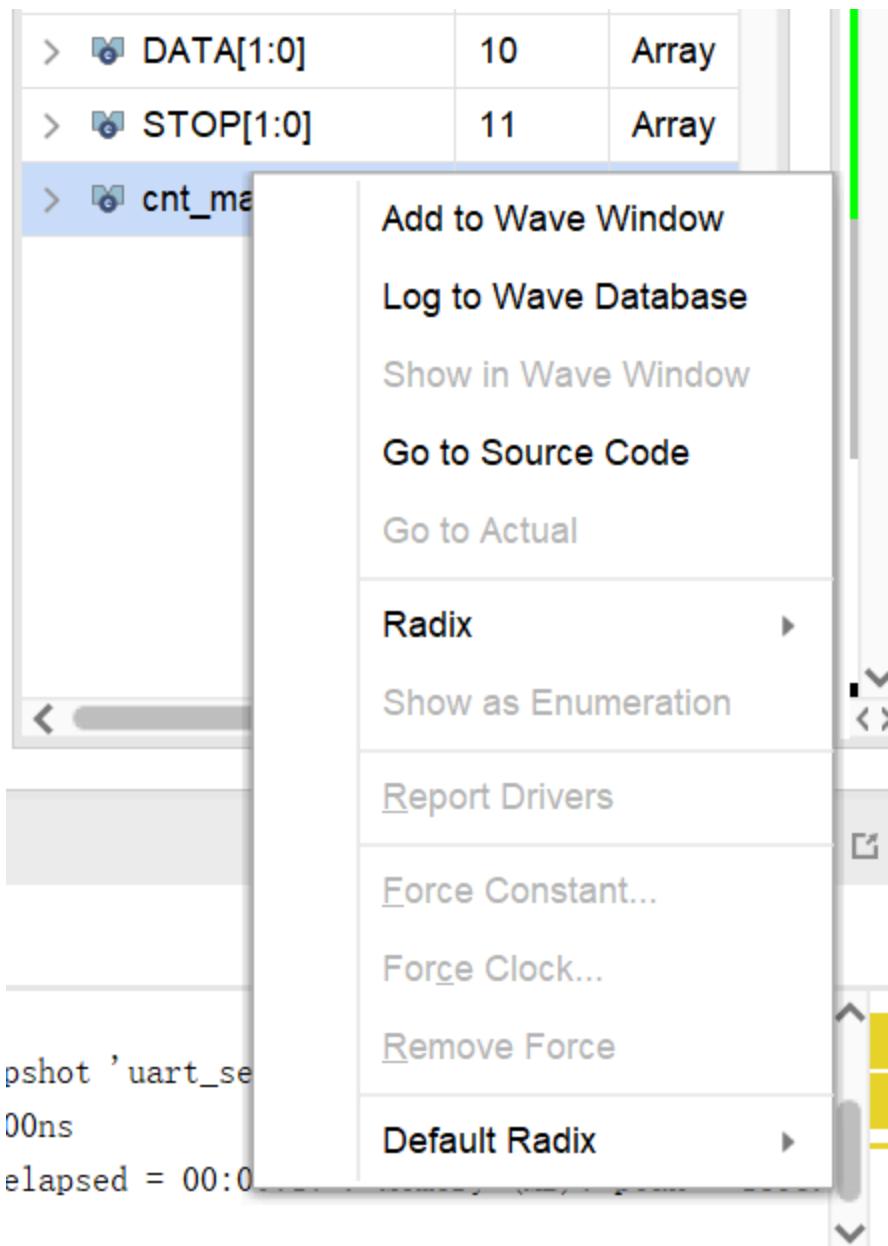
5.2 功能仿真在默认时间内结束，发现仿真时间不够，要继续运行指定时间，要怎么操作？可以文字或截图说明。



在右边的格子可以调整时间的单位，左边的格子可以调整仿真的时间，调整好了之后，点击红框中的开始按钮，重新仿真，就可以看到指定时间的波形了。

5.3 功能仿真窗口默认只打开被仿真顶层模块定义的信号，如果要看子模块内部信号的波形要怎么操作？可以文字或截图简要说明。

The screenshot displays two windows from the ModelSim interface. The left window is titled 'Scope' and lists three design units: 'uart_send_tb', 'u_uart_send', and 'glbl'. The right window is titled 'Objects' and lists several signals with their current values and data types: 'clk' (0, Logic), 'rst' (0, Logic), 'valid' (0, Logic), 'data[7:0]' (a5, Array), and 'dout' (0, Logic). Both windows have search and filter tools at the top.



在图中的 scope 中，点击你想查看的子模块文件名，然后就会出现右边的 objects 栏，右击你想查看的信号,出现第二张图的菜单，选择“Add to Wave Window”就可以把该信号添加到波形窗口中,r 然后重新运行就可以查看了。