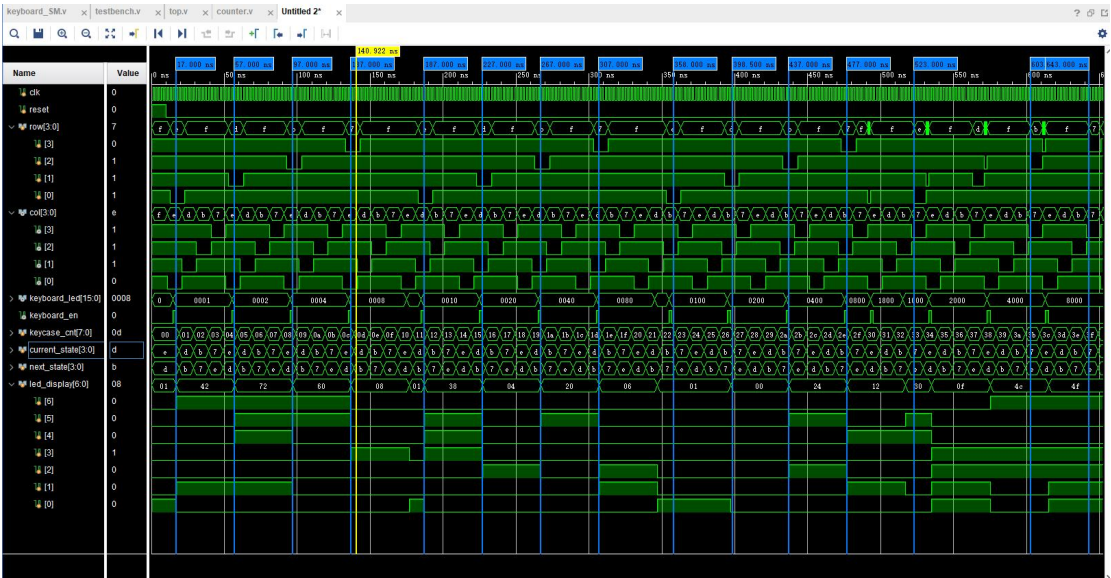


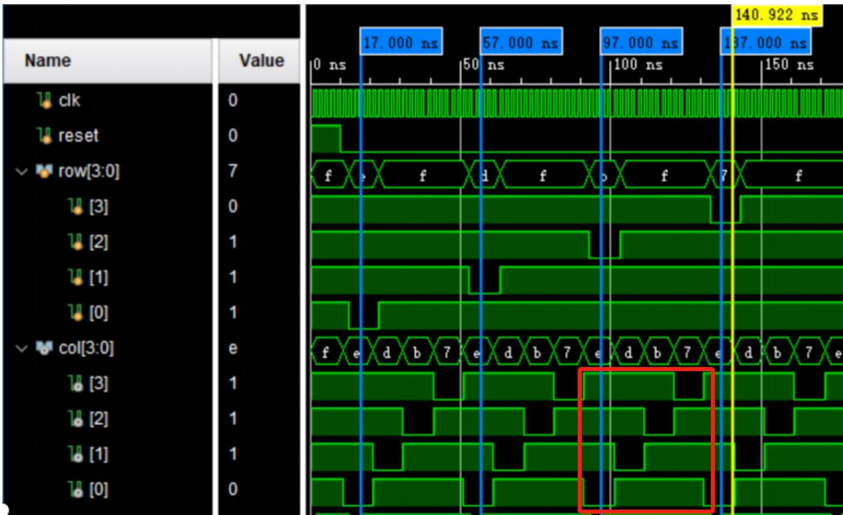
Moore 状态机

1. 仿真波形如下：

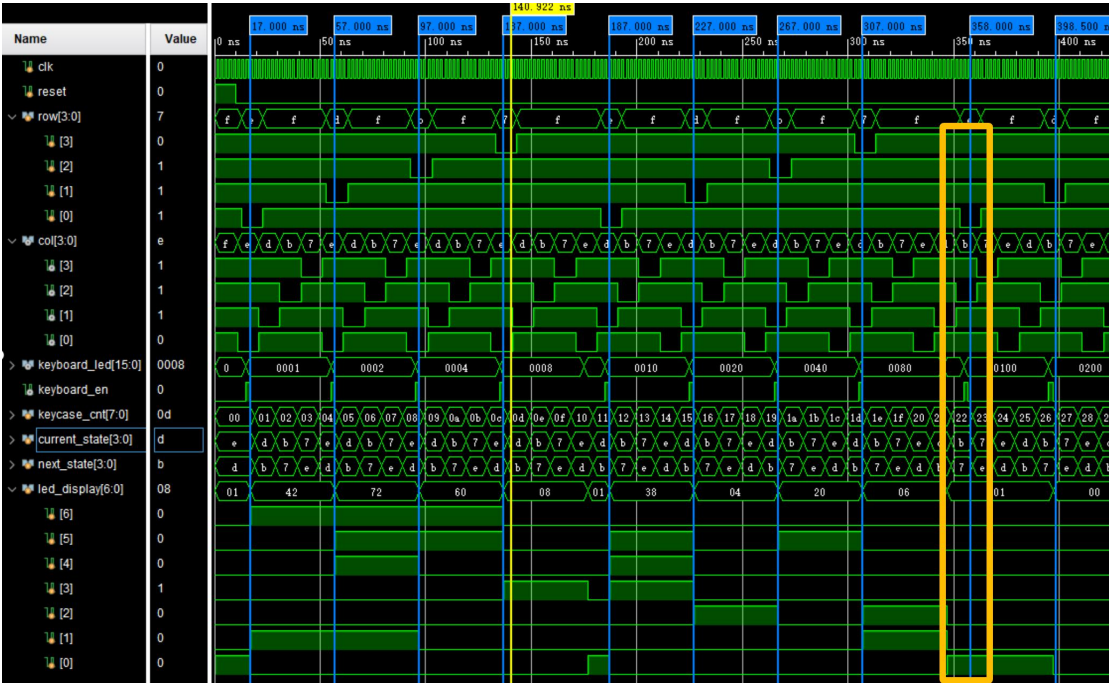


信号说明：输入为时钟信号 clk、输入复位信号 reset、键盘扫描行信号 row；输出为键盘扫描列信号 col、数码管显示选择信号 led_en、数码管选段使能信号 led_display。

（1）下图红框部分可表示一次完整的扫描过程。从波形中可以看出，在扫描过程中，列信号 col[0]、col[1]、col[2]、col[3]轮询地置 0，说明是反复扫描每一列，符合预期；

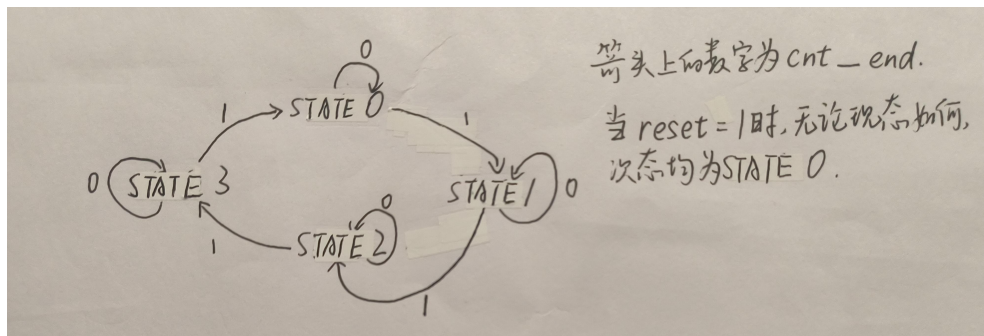


(2) 当键盘扫描行信号 row[0]、row[1]、row[2]、row[3]中有一个为 0 且键盘输入检测信号 keyboard_en 为 1 时（波形分析图中所有蓝色标注处），说明此时有键盘输入。下面以下图黄框部分的一次按键输入检测为例进行分析：此时输入复位信号 reset 为 0，行信号 row 中有效的信号是 row[0](row[0]为 0)，列信号 col 中有效的信号是 col[2]（col[2]为 0），此坐标（ROW0，COL2）对应的键盘按键是 0。而对应的数码管选段使能信号 led_display 由 led_display[6]至 led_display[0]为 ‘0000001’，数码管显示 0，符合预期；



2. 状态相关说明

状态转移图如下：



状态定义：

STATE0: FPGA 输出列信号 4b1110, 读取行信号

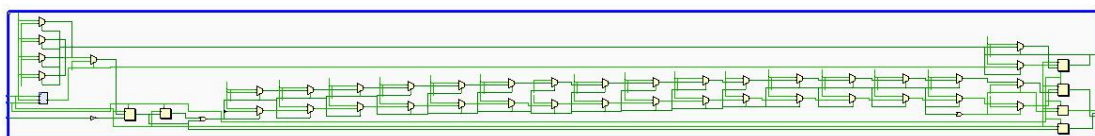
STATE1: FPGA 输出列信号 4b1101, 读取行信号

STATE2: FPGA 输出列信号 4b1011, 读取行信号

STATE3: FPGA 输出列信号 4b0111, 读取行信号

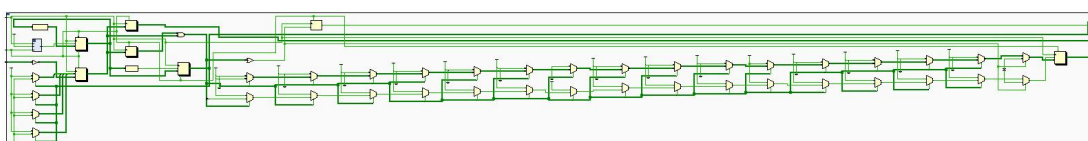
3. RTL 截图

(1) 参考实现 keyboard

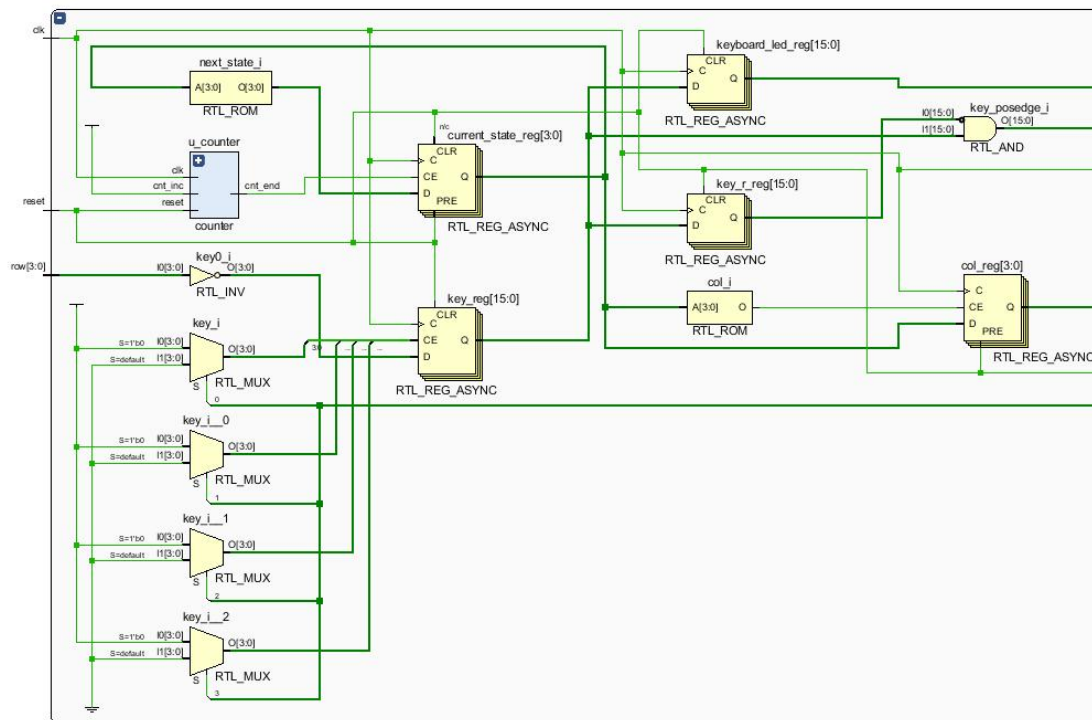


(2)

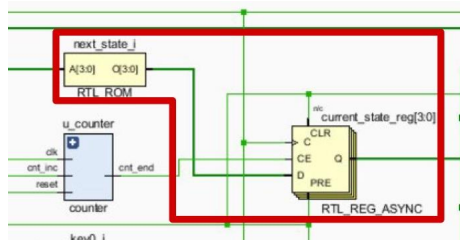
状态机 keyboard 内部 RTL 截图



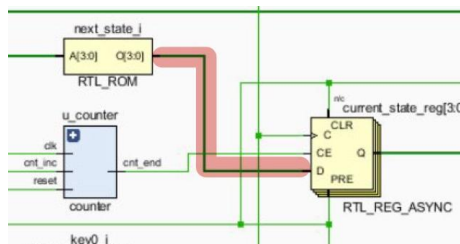
状态机电路



状态寄存器:



转移逻辑:



输出:

