

实验手册

实验手册

- 一、 实验目的
- 二、 实验原理
 - 1. 理论原理
 - 2. 硬件原理
- 三、 系统架构设计
- 四、 模块说明
 - 1. 模块端口信号列表
 - 2. 状态转移图
 - 3. 时序图
- 五、 仿真波形图
- 六、 板级验证效果

一、 实验目的

运用状态机实现自动售货机

- 1.能进行多种商品的选择，以及商品数量的选择
- 2.投币进行付款，可以投1元、0.5元、0.1元
- 3.提交后根据所付金额进行找零操作

二、 实验原理

1. 理论原理

状态机一般指有限状态机（英语：finite-state machine，缩写：**FSM**）又称有限状态自动机（英语：finite-state automaton，缩写：**FSA**），是表示有限个状态以及在这些状态之间的转移和动作等行为的**数学计算模型**。

状态机的四个要素分别是：**当前输入、当前状态、下一状态、当前输出值**。而状态机状态的转化明显是由两个外部输入（时钟clock、当前输入input）进行驱动的，根据外部输入的不同就可以做出以下两种分类：

- **Moore型状态机**：输出只与当前状态有关，从另一个角度来讲，这是一个“同步”输出的状态机（synchronous machine）。
- **Mealy型状态机**：输出不仅取决于当前状态，还受到输入的直接控制，并且可能与状态无关，从另一个角度来讲，这是一个“异步”输出的状态机（asynchronous machine）。相比于Moore型状态机，Mealy型状态机需要的状态数更少，而且由于其异步特性，输出不用等待一个时钟周期，但是也是因为异步的特性其输出有可能产生毛刺，所以Mealy型的输出通常还会接一个寄存器来达到同步的效果。

本次实验我采用了混合状态机进行实现。

在状态机中有5个状态，分别是IDLE、COIN、SUBMIT、SUCCESS、FAIL。

IDLE是初始状态，在IDLE状态可以进行商品的选择与购买个数调整，通过按键key[0]能进行商品的选择，商品的价格存储在RAMIP核中，通过key[1]和key[2]可以对商品数量进行调整，key[1]按下数量增加。最大为5,10后面的数值通过16进制的A、B等显示，key[2]将当前选择的商品及商品数量得出的价格记录，用户可以选择多个商品同时付款，按下key[3]跳转到COIN状态。数码管实现显示所选商品，所选

商品单价，购买数量。

COIN是投币状态，在COIN状态可以进行投币，key[2]为投币1元，key[2]为投币0.5元，key[2]为投币0.1元，按下key[3]跳转到SUBMIT状态。数码管显示商品所需总价格，所投硬币总金额

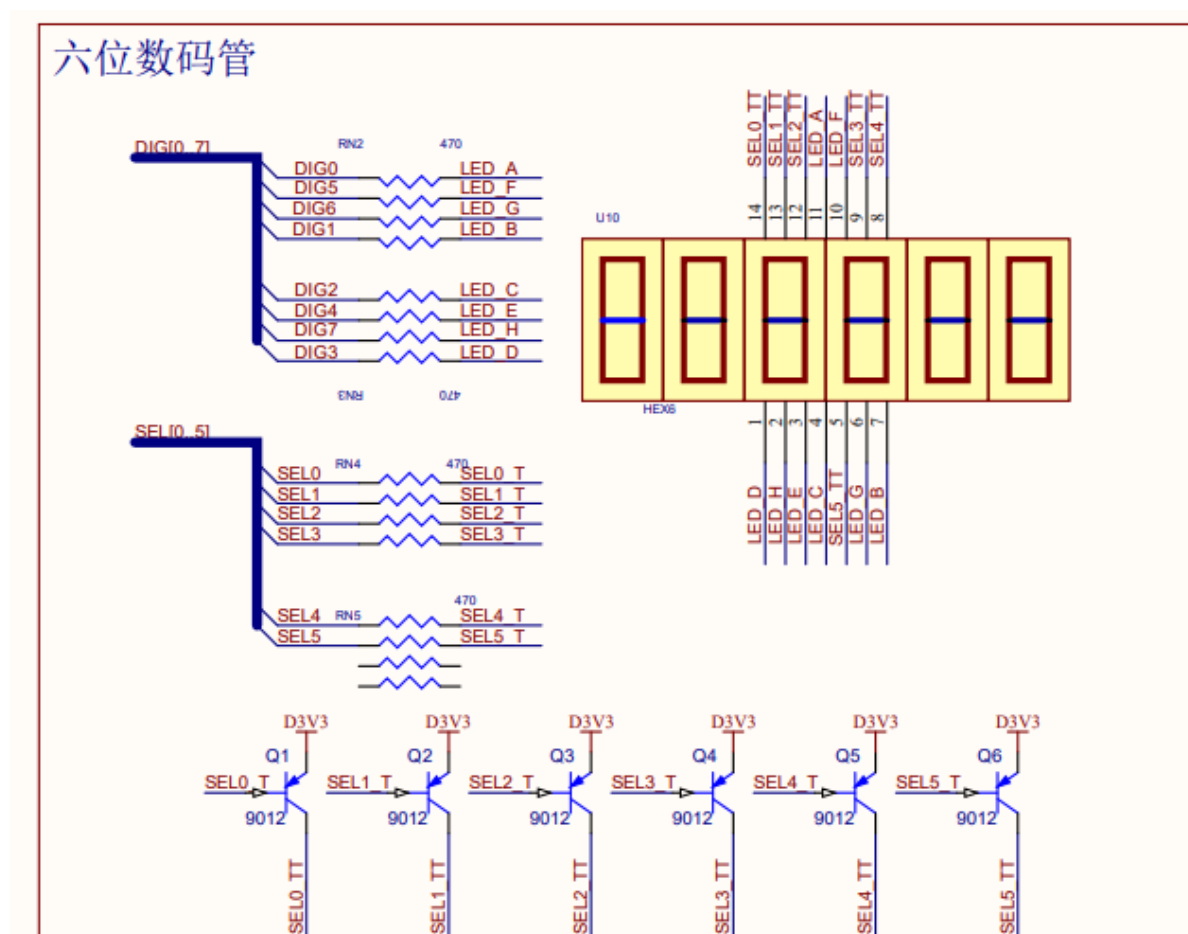
SUBMIT是判断状态，通过比较所投的金额与所需的总金额来跳转，若所投的金额大于所需的，这跳转到SUCCESS状态，否则跳转到FAIL状态。

SUCCESS是付款成功状态，进行找零操作，led灯闪烁，蜂鸣器响起两只老虎，等待4s后回到IDLE状态。数码管显示商品所需总价格，找零金额

FAIL是付款失败状态，进行退回操作，led灯从右到左依次亮起，蜂鸣器响起小星星，等待4s后回到IDLE状态。数码管显示退回金额。

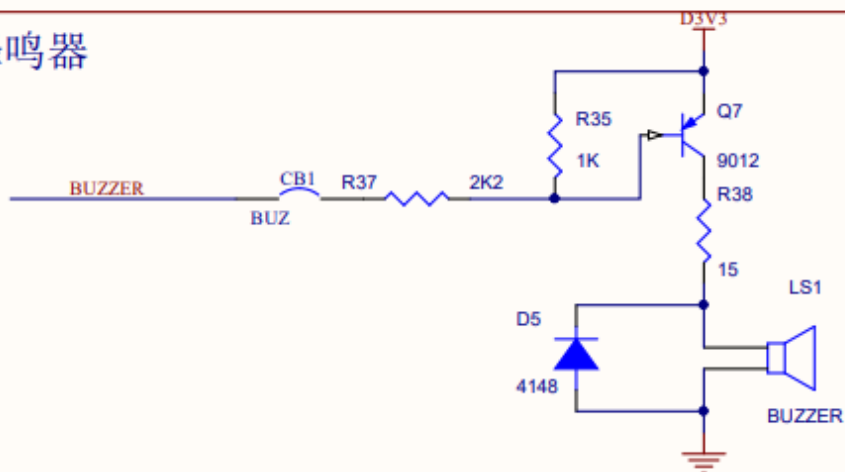
2. 硬件原理

数码管显示原理，位选信号和段选信号都是低电平有效



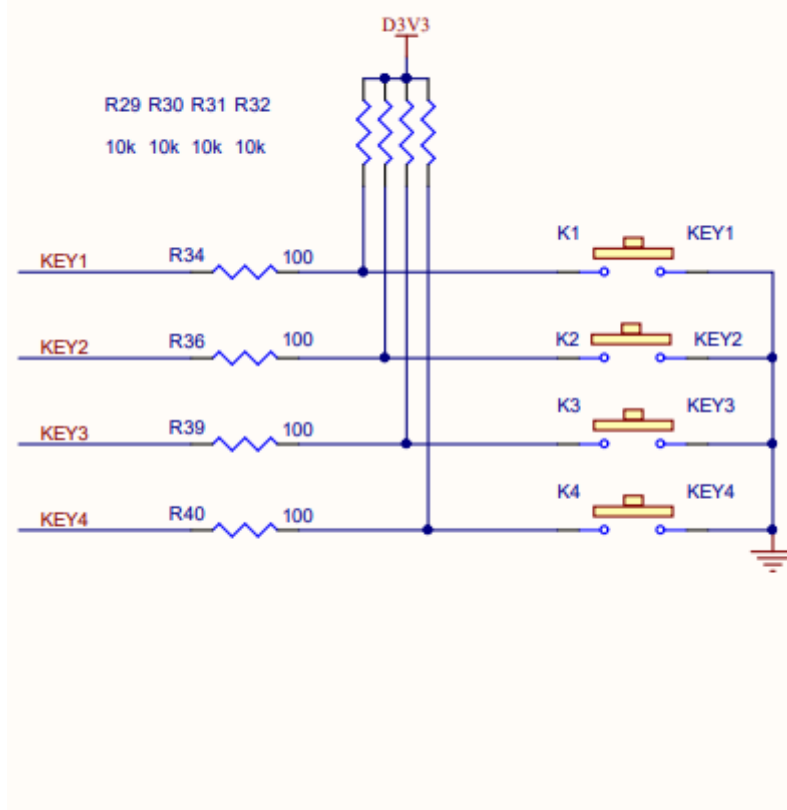
蜂鸣器发声原理，低电平有效

蜂鸣器



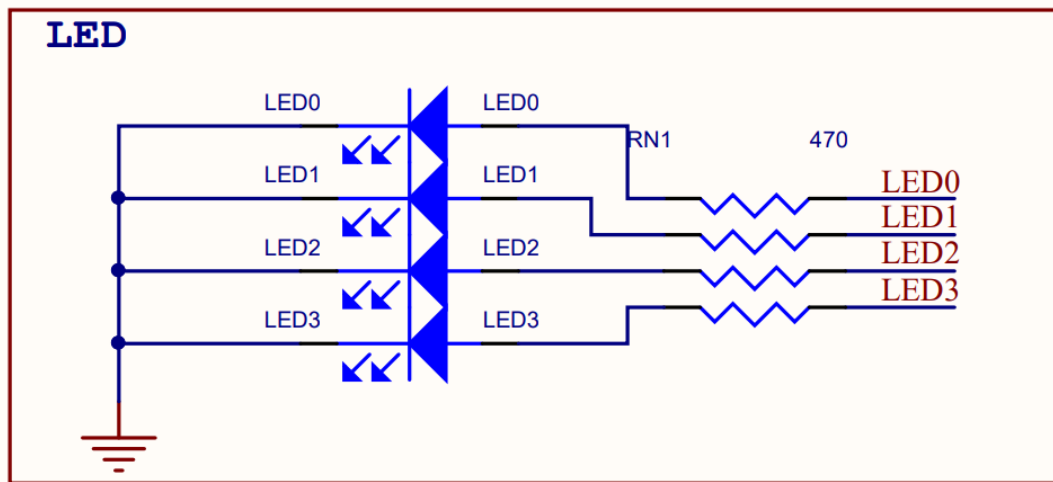
按键原理，低电平有效

四个独立按键

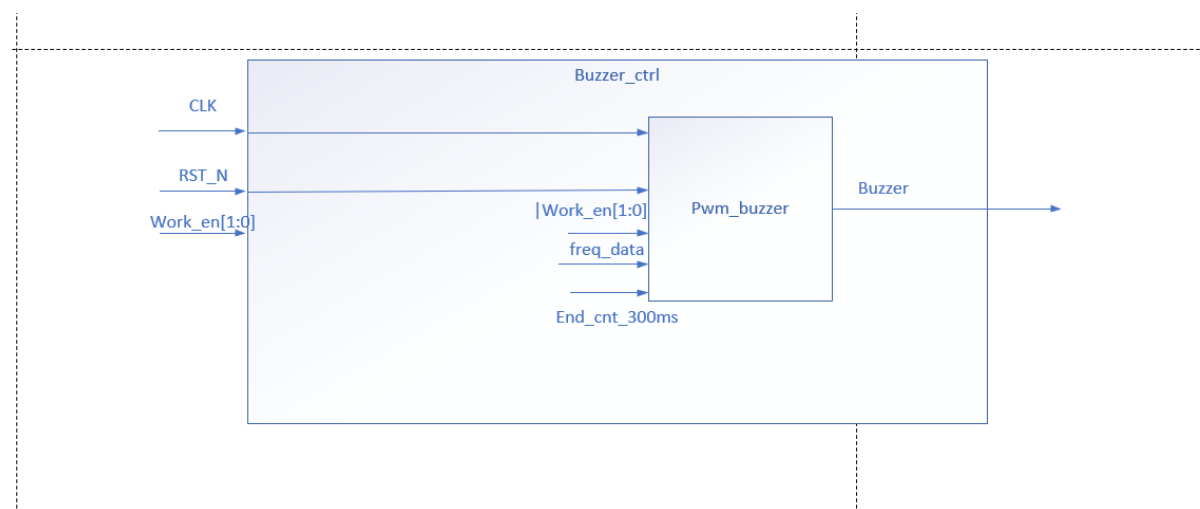
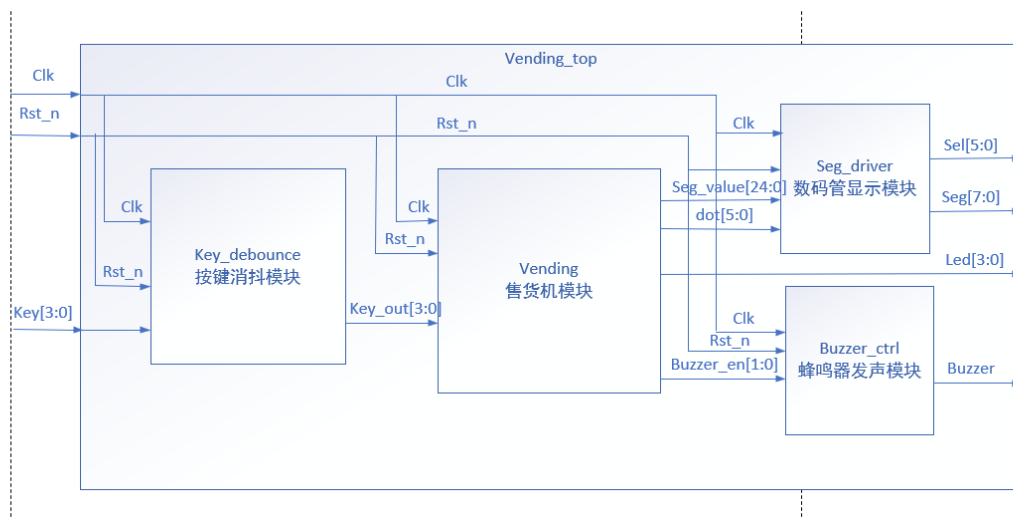


LED，高电平有效

四个LED



三、系统架构设计



四、模块说明

1. 模块端口信号列表

顶层模块：

输入		
clk	时钟	50MHz
rst_n	复位信号	低电平有效
key[3: 0]	按键信号	低电平有效

输出		
LED[3:0]	LED灯显示信号	高电平有效
Buzzer	蜂鸣器发生信号	低电平有效
sel[5:0]	数码管位选信号	低电平有效
seg[7:0]	数码管段选信号	低电平有效

key_debounce按键消抖模块:

输入		
clk	时钟	50MHz
rst_n	复位信号	低电平有效
key[3:0]	按键信号	低电平有效

输出		
key_out[3:0]	消抖后的按键信号	高电平有效

Vending售货机状态转移模块

输入		
clk	时钟	50MHz
rst_n	复位信号	低电平有效
key[3:0]	消抖后的按键信号	高电平有效

输出		
seg_value[24:0]	数码管需要显示的数据	
dot[5:0]	小数点显示信息	低电平有效
buzzer_en[1:0]	蜂鸣器使能	高电平有效

seg_driver数码管显示模块

输入		
clk	时钟	50MHz
rst_n	复位信号	低电平有效
seg_value[24:0]	数码管需要显示的数据	
dot[5:0]	小数点显示信息	低电平有效

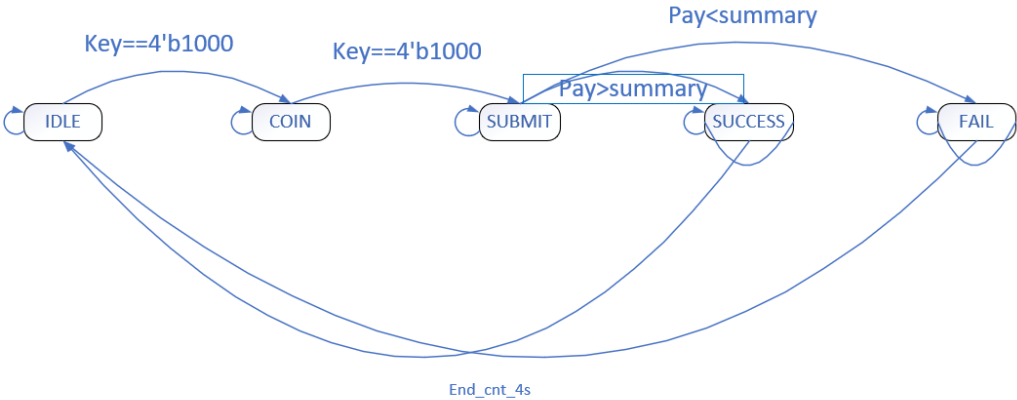
输出		
sel[5:0]	数码管位选信号	低电平有效
seg[7:0]	数码管段选信号	低电平有效

buzzer_ctrl蜂鸣器控制及发声模块

输入		
clk	时钟	50MHz
rst_n	复位信号	低电平有效
buzzer_en[1:0]	蜂鸣器使能	高电平有效

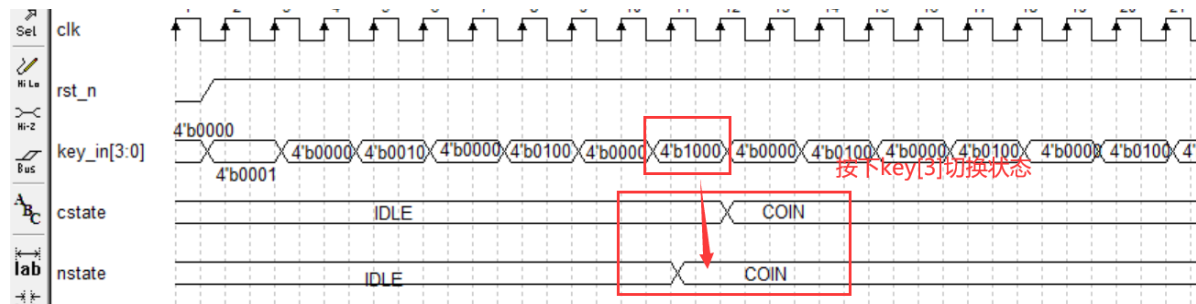
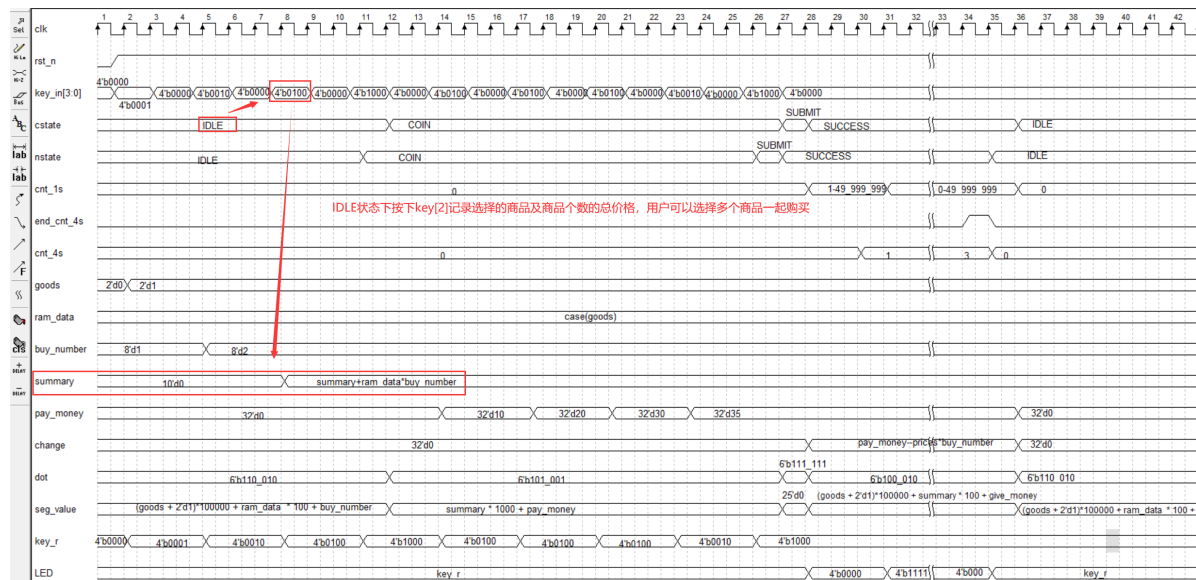
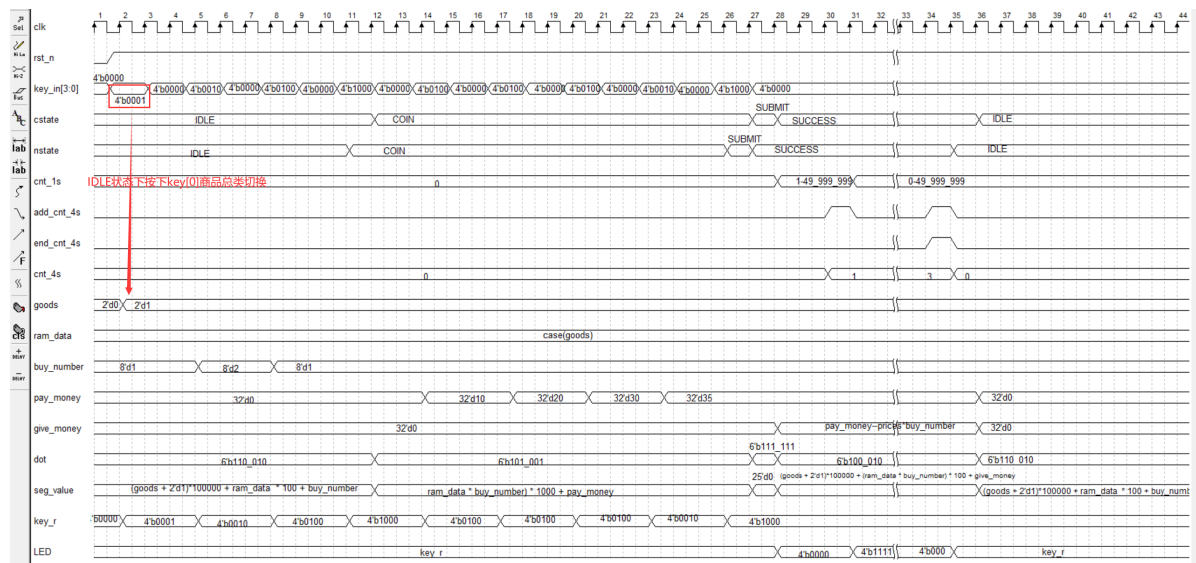
输出		
buzzer	蜂鸣器信号	低电平有效

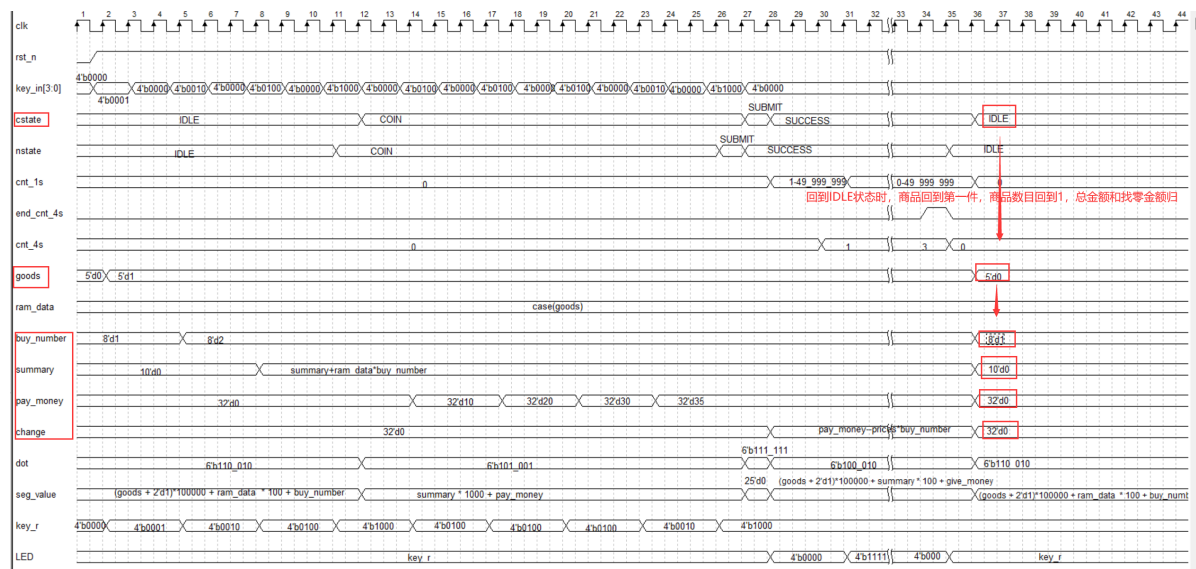
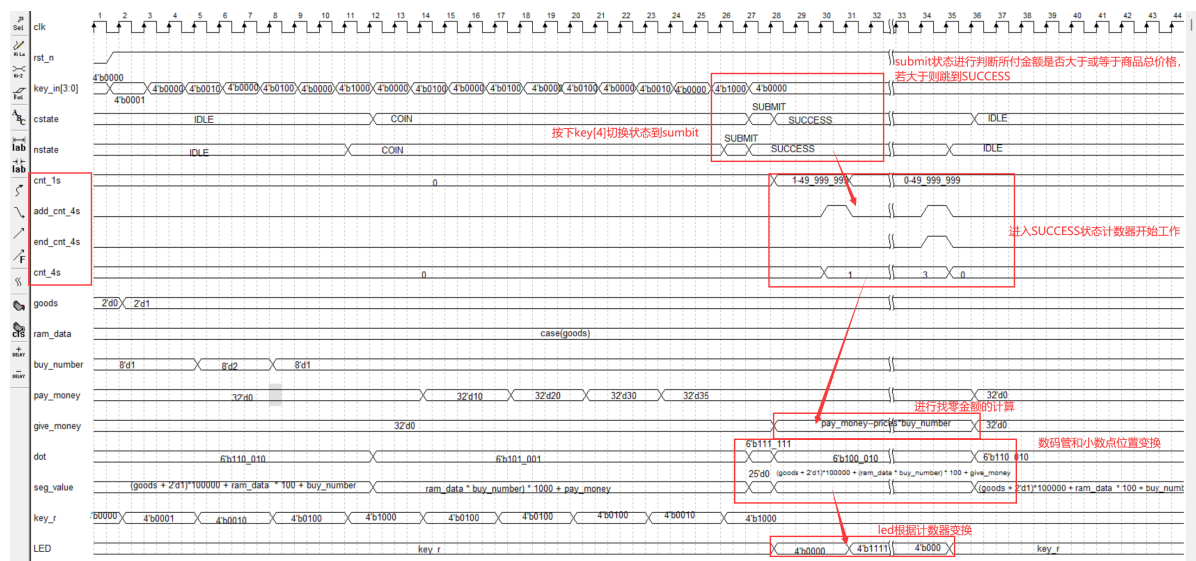
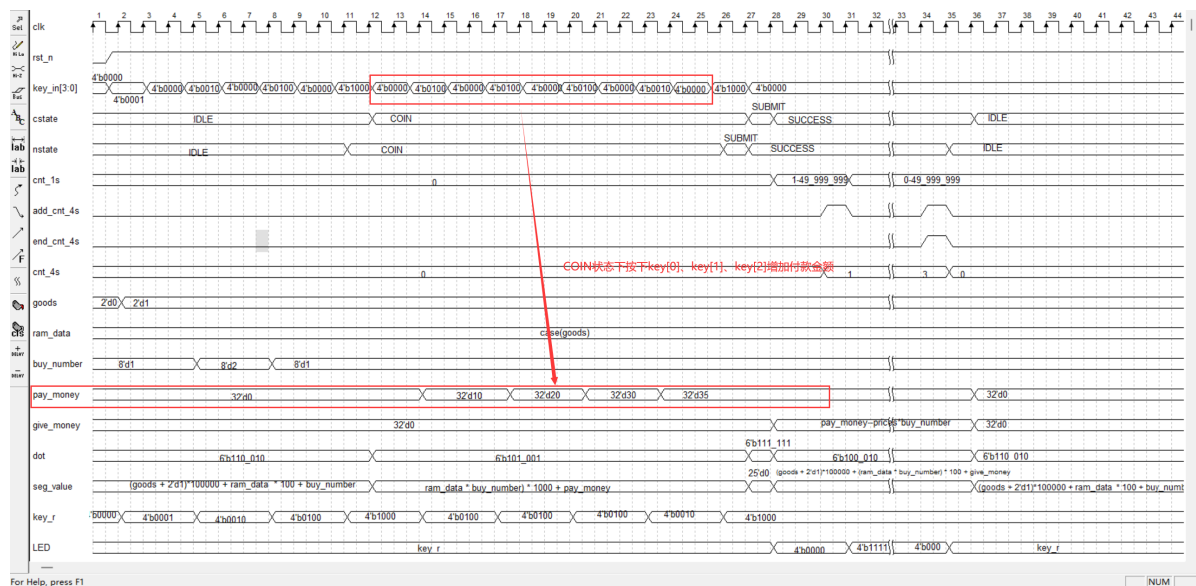
2. 状态转移图



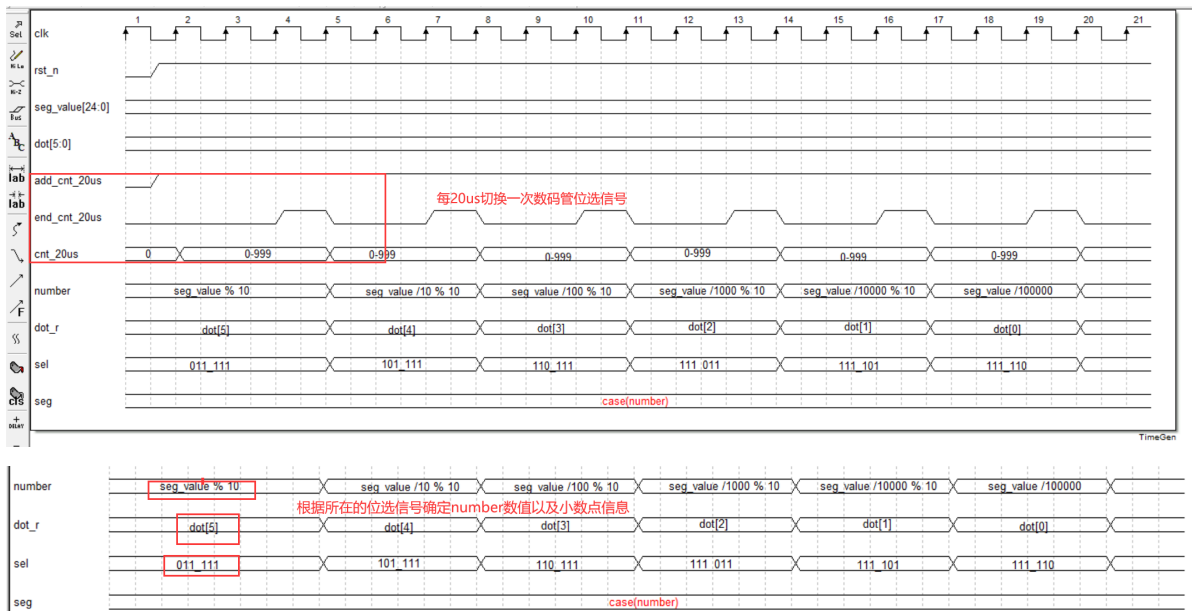
3. 时序图

vending模块时序图:

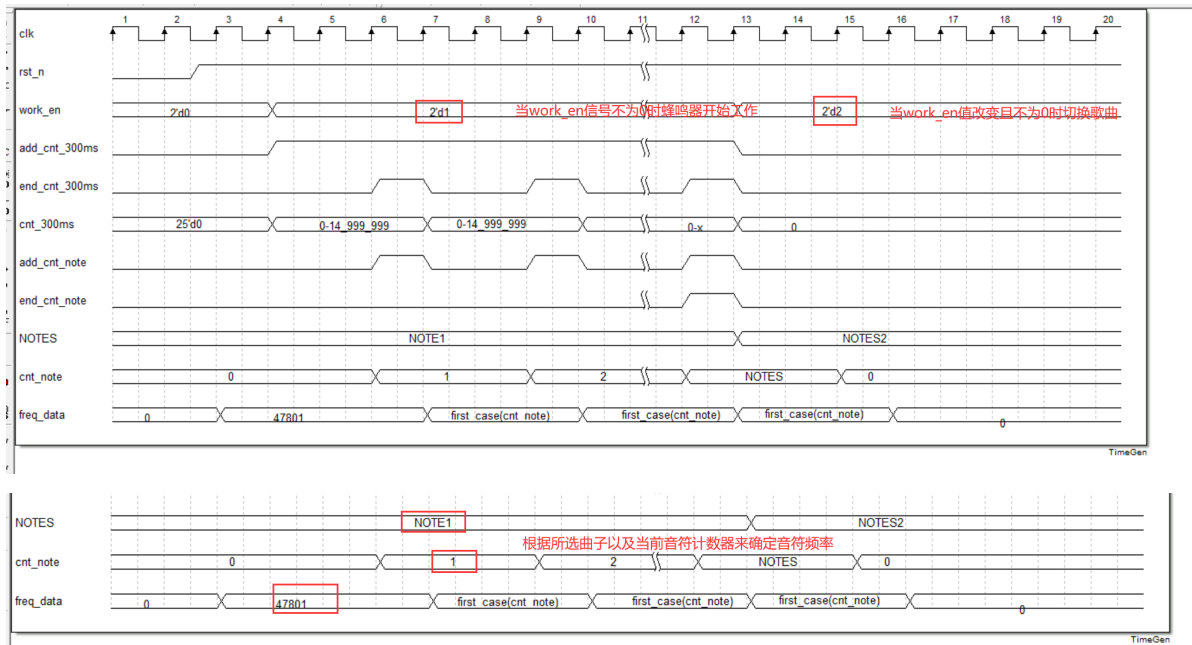




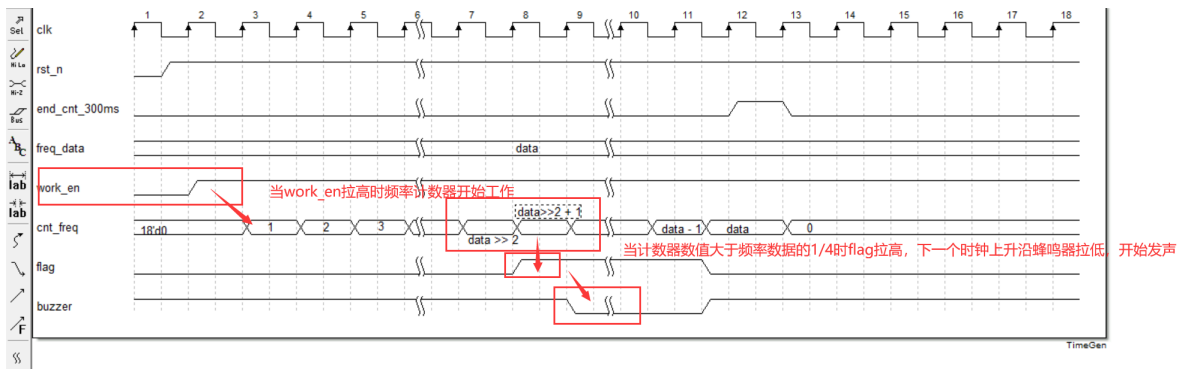
seg_driver模块时序图:



数码管控制模块时序图：

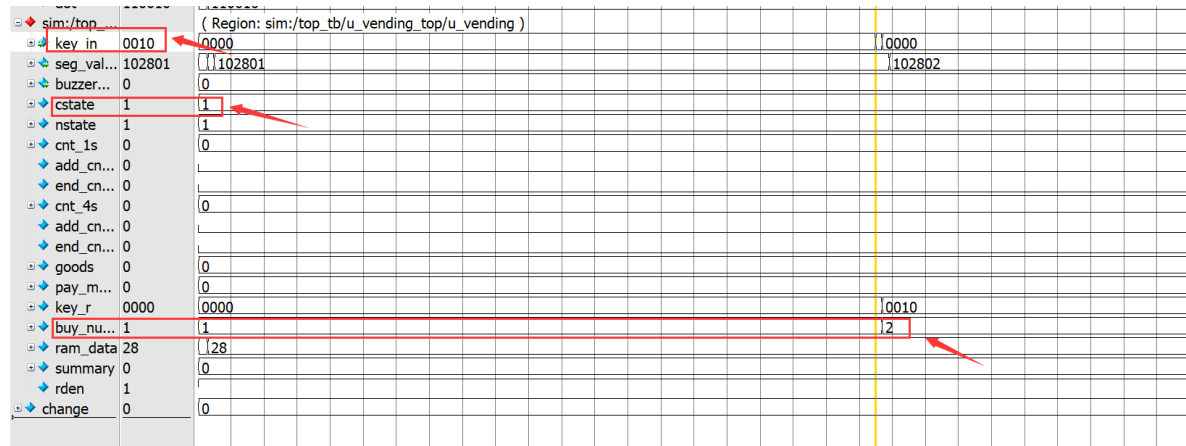
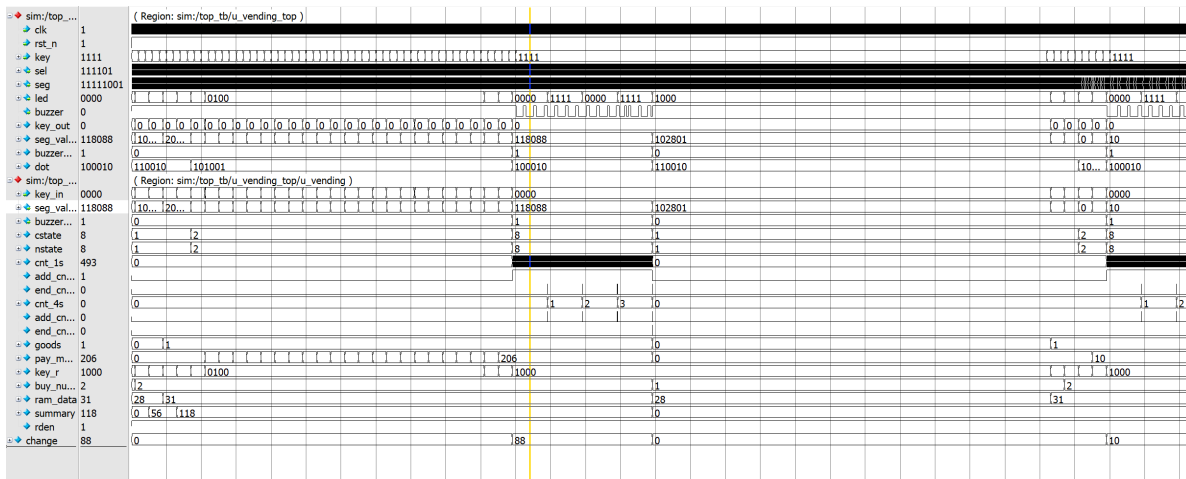


pwm_buzzer模块

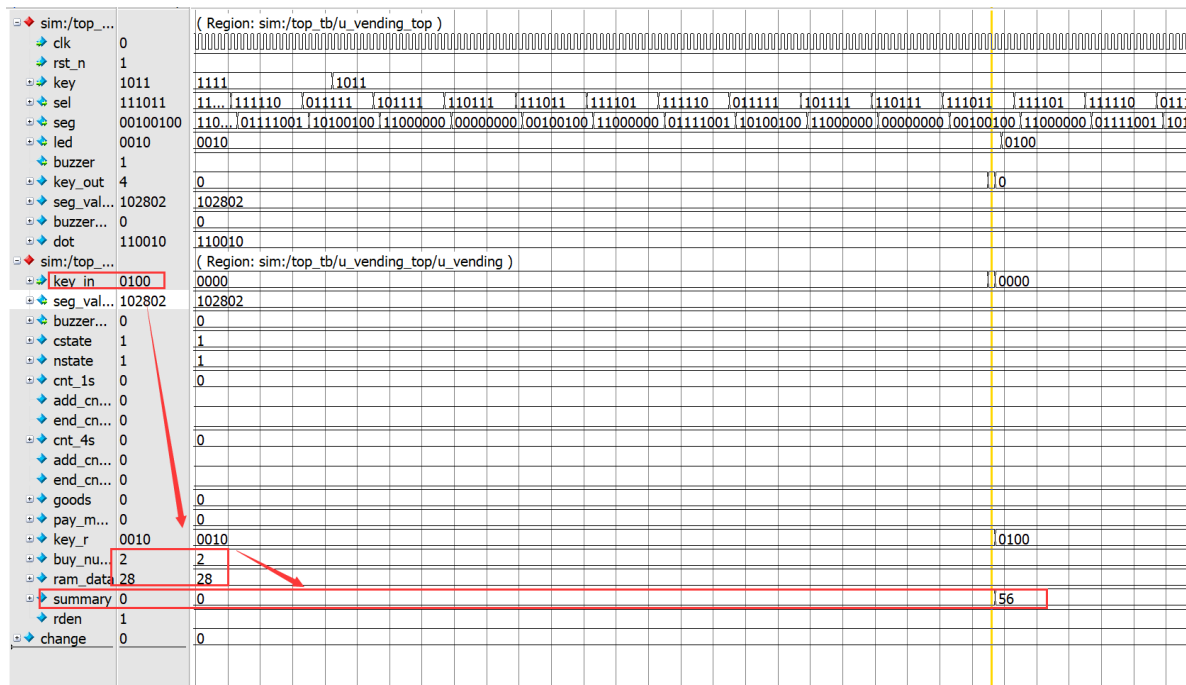


五、 仿真波形图

总波形图：



IDLE状态下按键key[1]按下，购买数量增加



按键key[2]按下，summary记录当前的商品价格*商品个数的值，同时商品个数回到1。

sim:/top ...	(Region: sim:/top_tb/u_vending_top/u_vending)				
key_in 0001	0000	0000	0000	0000	
seg_val... 102801	102801	102802	102801	203101	
buzzer...	0				
cstate 1	1				
nstate 1	1				
cnt_1s 0	0				
add_cn...	0				
end_cn...	0				
cnt_4s 0	0				
add_cn...	0				
end_cn...	0				
goods 0	0			1	
pay_m...	0				
key_r 0100	0000	0010	0100	0001	
buy_nu...	1	1	2	1	
ram_data 28	28			31	
summary 56	0		56		
rden 1					

按下key[0]切换商品种类，goods加1，ram_data改变

dot 110010	110010				
sim:/top ...	(Region: sim:/top_tb/u_vending_top/u_vending)				
key_in 0100	0000		0100	0000	
seg_val... 203101	203101				
buzzer...	0				
cstate 1	1				
nstate 1	1				
cnt_1s 0	0				
add_cn...	0				
end_cn...	0				
cnt_4s 0	0				
add_cn...	0				
end_cn...	0				
goods 1	1				
pay_m...	0				
key_r 0001	0001			0100	
buy_nu...	1				
ram_data 31	31				
summary 56	56			87	
rden 1					

再次按下key[2]，summary增加当前的商品价格*商品个数的值

sim:/top ...	(Region: sim:/top_tb/u_vending_top/u_vending)				
key_in 1000	0000	1000	0000	187000	
seg_val... 203101	203101				
buzzer...	0				
cstate 1	1				
nstate 2	1				
cnt_1s 0	0				
add_cn...	0				
end_cn...	0				
cnt_4s 0	0				
add_cn...	0				
end_cn...	0				
goods 1	1				
pay_m...	0				
key_r 0100	0100			1000	
buy_nu...	1				
ram_data 31	31				
summary 87	87				
rden 1					

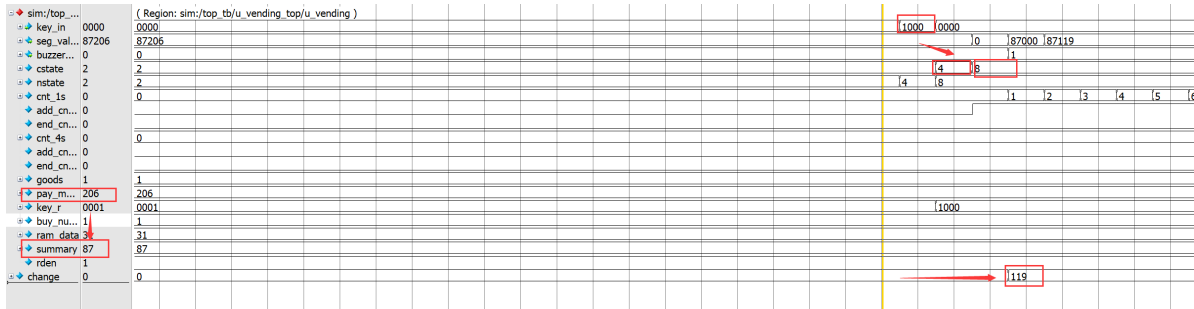
按下key[3]，从IDLE状态进入了coin状态，数码管显示同时改变为总价格，所币金额，高三位为总价格，低三位为所投金额。

sim:/top ...	(Region: sim:/top_tb/u_vending_top/u_vending)				
key_in 0100	0000	0100	0000	187010	
seg_val... 87000	87000				
buzzer...	0				
cstate 2	2				
nstate 2	2				
cnt_1s 0	0				
add_cn...	0				
end_cn...	0				
cnt_4s 0	0				
add_cn...	0				
end_cn...	0				
goods 1	1				
pay_m...	0			10	
key_r 1000	1000			0100	
buy_nu...	1				
ram_data 31	31				
summary 87	87				
rden 1					

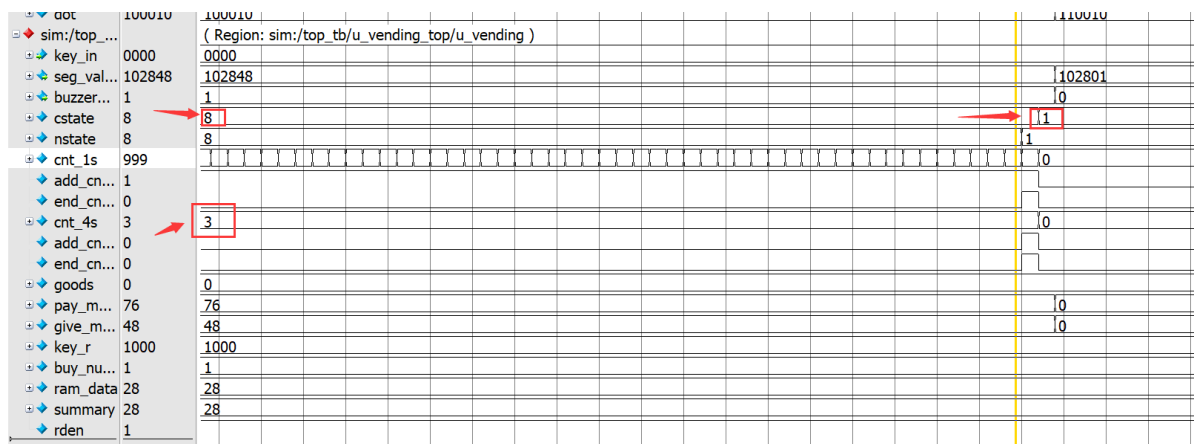
当前状态下按下key[2]表示投币1元，pay_money(所付金额)增加10，数码管显示数值同时更新

key_in	0010	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
seg_val...	87200	87110	87120	87130	87140	87150	87160	87170	87180	87190	87200	87205	87206	87119
buzzer...	0	0												1
cstate	2	2												8
nstate	2	2												8
cnt_1s	0	0												
add_cn...	0													
end_cn...	0													
cnt_4s	0	0												
add_cn...	0													
end_cn...	0													
goods	1	1												
pay_m...	200	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	205	206	
key_r	0100	0100										0010	0001	1000
buy nu...	1	1												

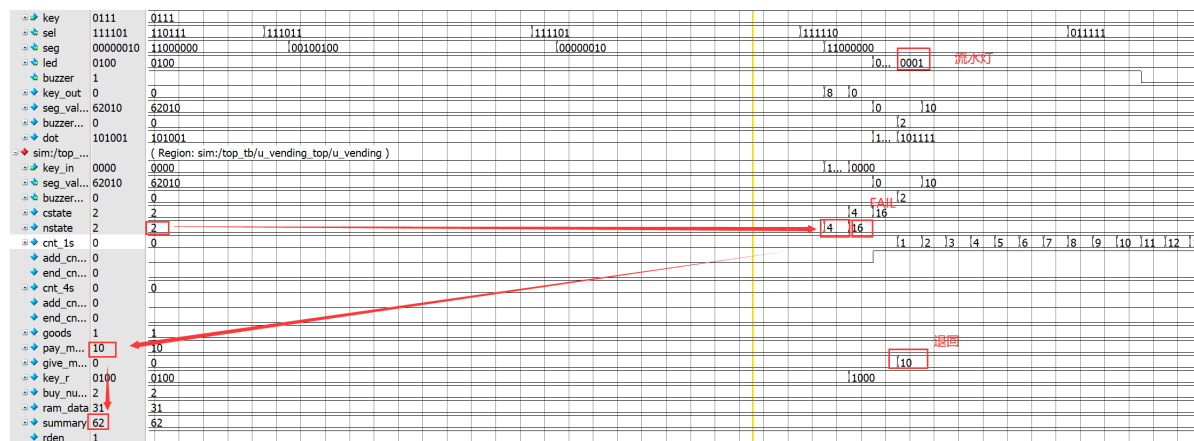
按下key[0]、key[1]分别表示投币0.1和0.5元,pay_money(所付金额)增加1和5.



当按下key[3]时进入submit状态, 根据所付金额与所需金额进行比较, 如果所付大于等于所需则进入success状态, 1s计数器开始工作, 蜂鸣器开始工作, led灯开始闪烁, 找零金额产生, 通过数码管显示。



cnt_4s计数达最大值后, 状态回到IDLE。



当所付小于所需则进入FAIL状态, 计数器开始, 工作退回所付金额, 流水灯提示, 数码管显示所推金额。cnt_4s计数达最大值后, 状态回到IDLE。

六、板级验证效果

[查看doc中的视频](#)