

§ 2.10 数电实验一 自动售货机

一、实验原理

1. 自动售货机的设计

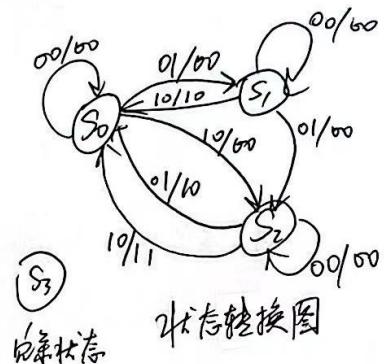
① 投入硬币的情况为输入信号： $BA = 00$ 表示未投入 $BA = 01$ 表示投入35毛
 $BA = 10$ 表示投入了1元 $BA = 11$ 不允许出现

② 售货机的找零与发货的情况为输出信号： $YZ = 00$ 不出不找零 $YZ = 01$ 找零
 $YZ = 10$ 发货但不找零 $YZ = 11$ 发货找零

③ 状态确定 — 使用判决模型

利用2个D触发器 $Q_1 Q_0$

- | | | |
|-------|---------|-----------------|
| S_0 | 00 | 为初始状态 |
| S_1 | 01 | 为已累加投入5角 (状态分配) |
| S_2 | 10 | 为已累加投入1元 |
| S_3 | (冗余) 11 | |



④ 状态转换表

状态	$Q_1 Q_0$	次态 $Q_1^{n+1} Q_0^{n+1}$ / 输出 YZ			
		$BA = 00$	$BA = 01$	$BA = 11$	$BA = 10$
S_0	00	00/00	01/00	dd/dd	10/00
S_1	01	01/00	10/00	dd/dd	00/10
S_2	10	10/00	00/10	dd/dd	00/11
S_3	11	dd/dd	dd/dd	dd/dd	dd/dd

⑤ 由LNU得出： $Y = Q_0^n B + Q_1^n B + Q_1^n A$

		BA			
		00	01	11	10
Q1Q0		00	0 0	d 0	0 0
		01	0 0	d 1	0 1
		11	d 1	x d	d 1
		10	0 1	d 1	1 1

$$Y = Q_0^n B + Q_1^n B + Q_1^n A$$

Z	$Q_1 Q_0$	BA
00	00	0 d 0
01	01	0 0 d 0
11	11	d d d d
10	10	0 0 d 1

$$Z = Q_1^n B$$

次态激励方程：

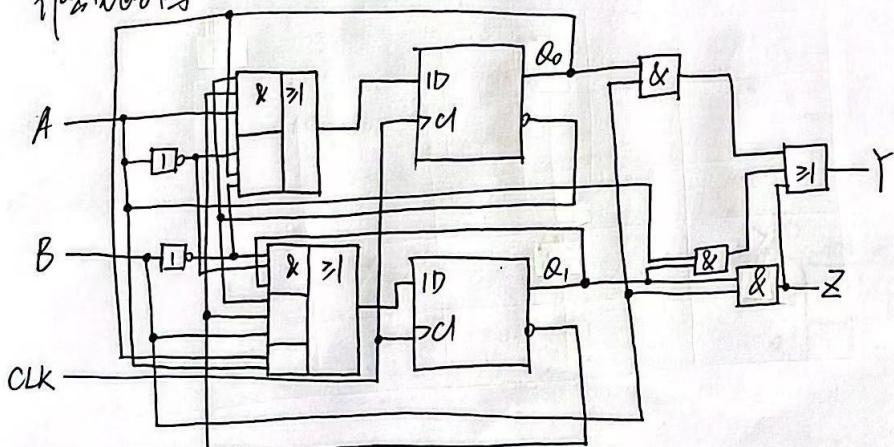
Q_1^{n+1}	$Q_1^n Q_0^n$	BA
00	00	0 0 (d) 1
01	01	0 1 d 0
11	11	(d) d d d
10	10	1 0 d 0

$$Q_1^{n+1} = Q_0^n A + \bar{Q}_0^n \bar{Q}_1^n B + Q_1^n \bar{B} \bar{A} = D$$

Q_0^{n+1}	$Q_1^n Q_0^n$	BA
00	00	0 (1) d 0
01	01	1 0 d 0
11	11	d d d d
10	10	0 0 d 0

$$Q_0^{n+1} = \bar{Q}_1^n \bar{Q}_0^n A + Q_0^n \bar{B} \bar{A} = D_0$$

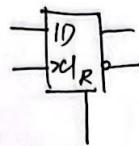
输出电路图



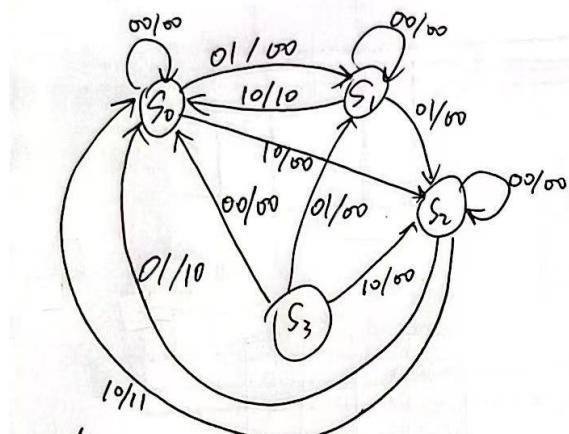
2、自动售货机的改进

由于上述设计存在冗余状态 S_3 , 有无源启动的问题, 故需要进行改进

方法1：加入复位控制信号，此时采用带有置位复位端的D触发器来实现，在每次开机时，强制通过外加的脉冲信号使D、D₀触发器均置于0，让系统进入S₀的初始状态后，再开始输入，进行正常工作。



方法2：自动初始化 (输入BA/输出Y)



状态转换表

BA/Y	Q ₁ "Q ₀ "	状态 Q ₁ "Q ₀ " / 输出 Y			
		BA=00	BA=01	BA=11	BA=10
S ₀	00	00/00	01/00	dd/d0d	10/10
S ₁	01	01/00	10/00	d0d/d0d	00/10
S ₂	10	10/00	00/10	d0d/d0d	00/11
S ₃	11	00/00	01/00	d0d/d0d	10/00

修改后：

Y	BA	Q ₁ "Q ₀ "			
		00	01	11	10
00	00	0	0	d	0
01	01	0	0	(d)	1
11	11	0	0	d	0
10	10	0	(1)	(d)	1

Z	Q ₁ "Q ₀ "	BA			
		00	01	11	10
00	00	0	0	d	0
01	01	0	0	d	0
11	11	0	0	d	0
10	10	0	0	(d)	1

$$\begin{cases} Q_1^{n+1} = D_1 \\ Q_0^{n+1} = D_0 \end{cases}$$

Q ₁ ⁿ⁺¹	BA	Q ₁ "Q ₀ "			
		00	01	11	10
00	00	0	0	(d)	1
01	01	0	(1)	d	0
11	11	0	0	(d)	1
10	10	(1)	0	d	0

修改后的输出为：Y = 11, Z = 10

$$Y = \overline{Q_1}'' Q_0'' B + Q_1'' Q_0'' A + Q_1'' \overline{Q_0}'' B$$

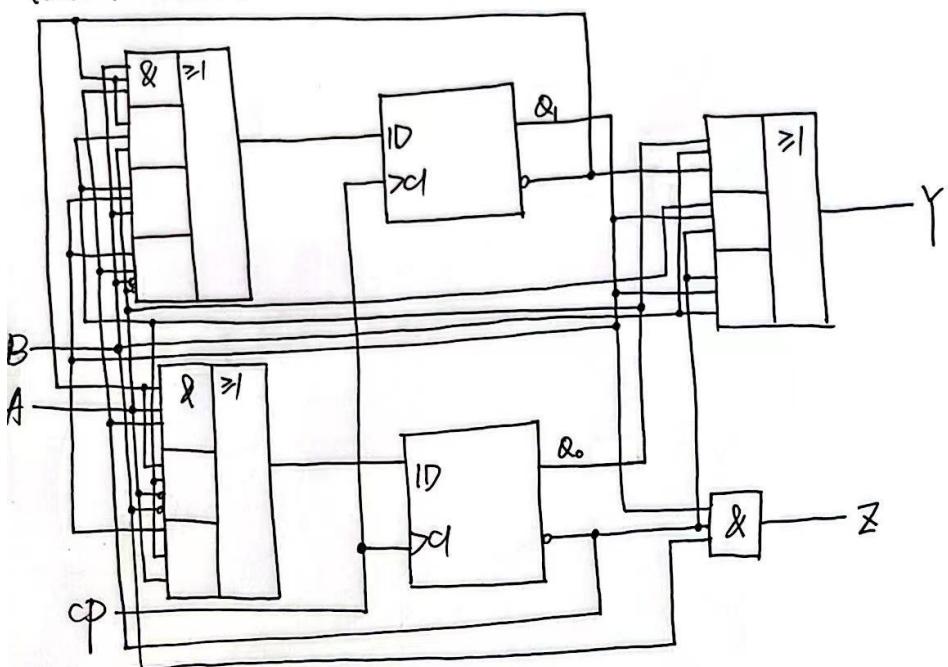
$$Z = Q_1'' Q_0'' B$$

Q ₀ ⁿ⁺¹	BA	Q ₁ "Q ₀ "			
		00	01	11	10
00	00	0	(1)	d	0
01	01	(1)	0	d	0
11	11	0	(1)	d	0
10	10	0	0	d	0

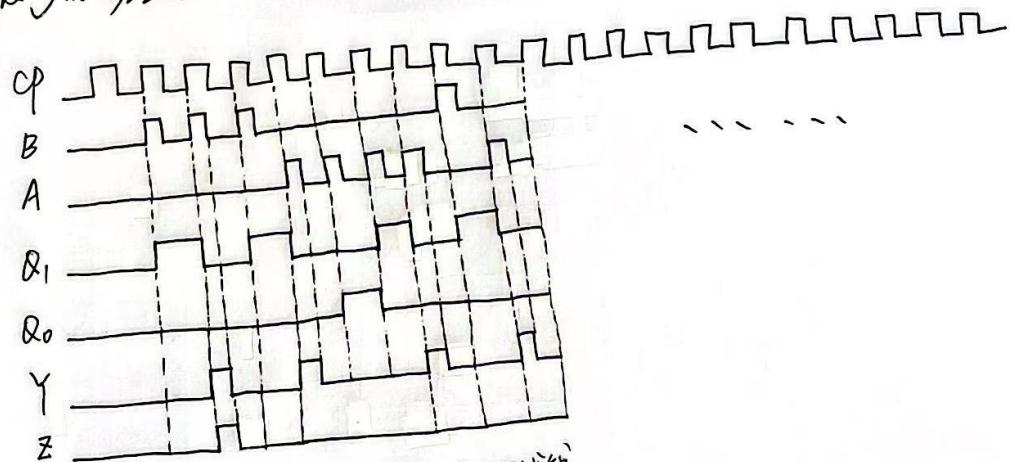
$$D_1 = \overline{Q_1}'' \overline{Q_0}'' B + \overline{Q_1}'' Q_0'' A + Q_1'' \overline{Q_0}'' B + Q_1'' \overline{Q_0}'' \overline{B} \bar{A}$$

$$D_0 = \overline{Q_1}'' \overline{Q_0}'' A + \overline{Q_1}'' Q_0'' \overline{A} \bar{B} + Q_1'' \overline{Q_0}'' A$$

然后作电路图



波形功能验证：

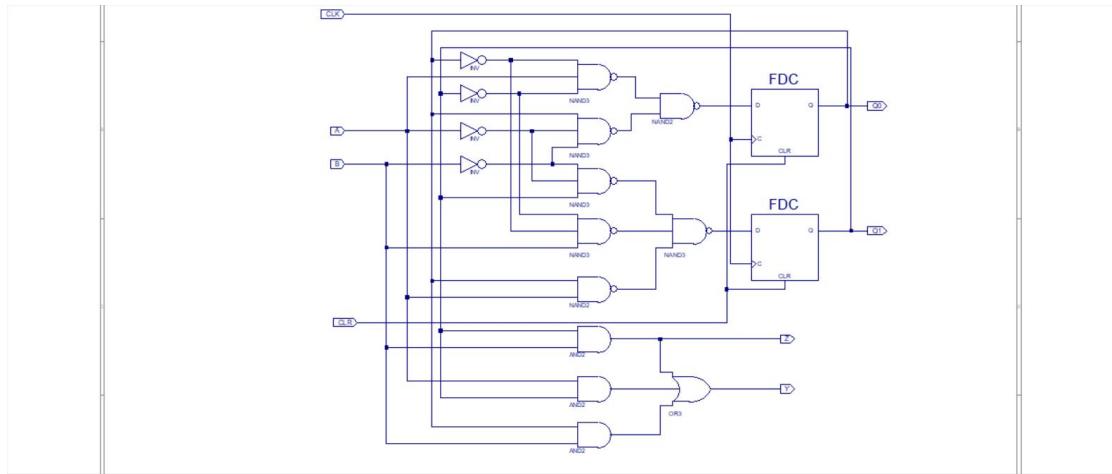


先投5毛再投1元 → 先货不找钱
先投1元再投5毛 → 先货不找钱
先投1元再投1元 → 先货找钱
先投5毛再投5毛再投1元 → 先货不找钱

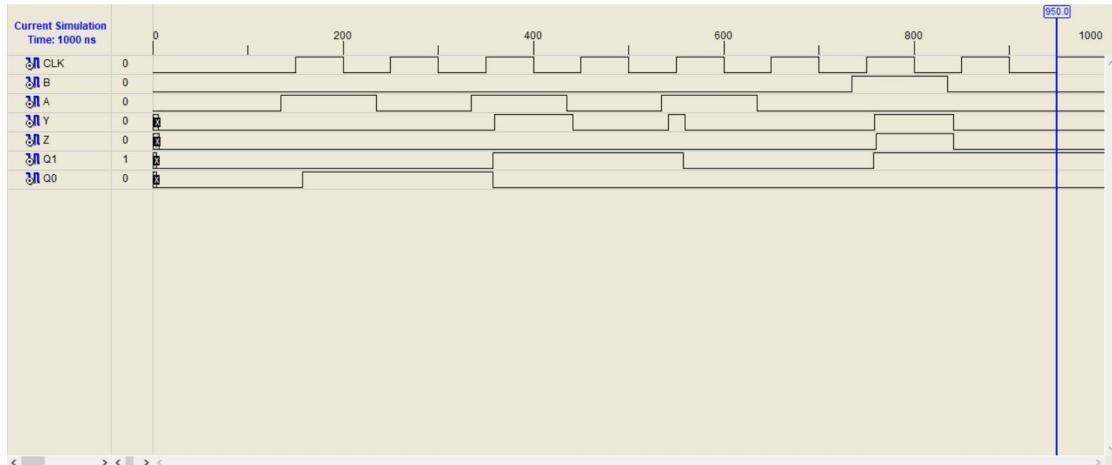
注：后附实验截图

功能波形验证（改进前与改进后波形图一致）

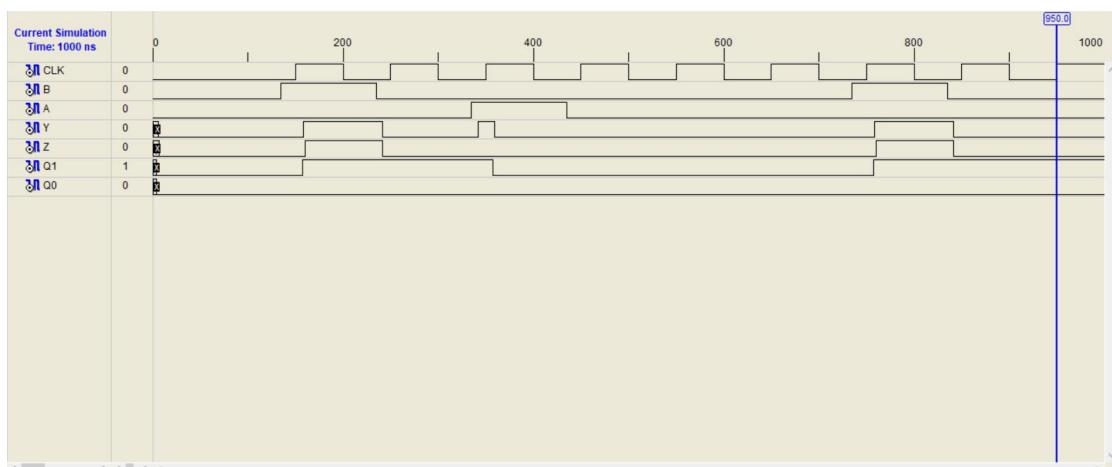
一、改进前



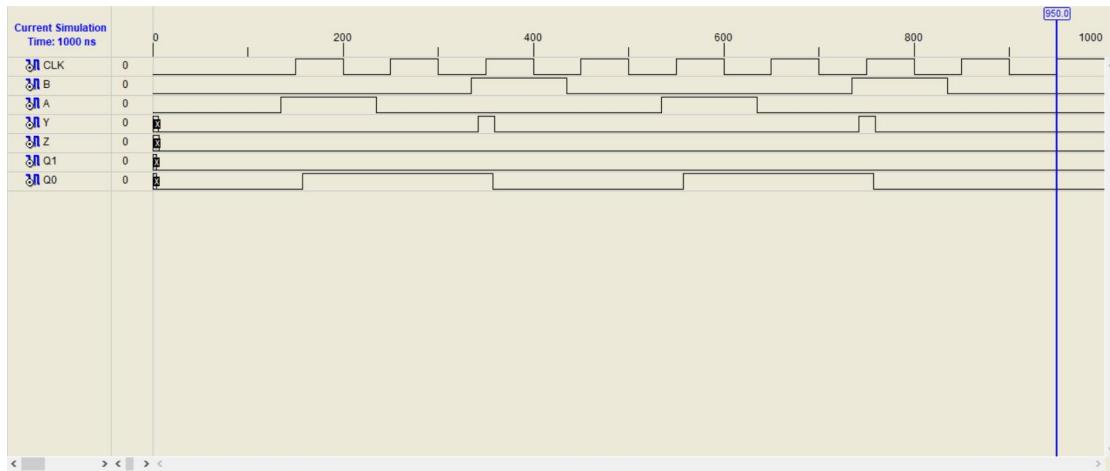
1、连续投三个个五毛，输出出饮料但不找零



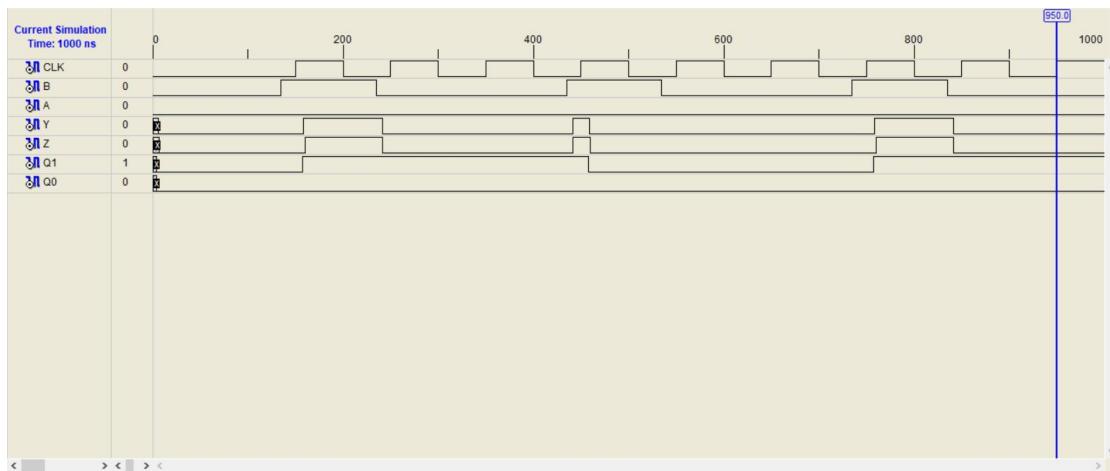
2、先投一块再投 5 毛，输出出饮料但不找零



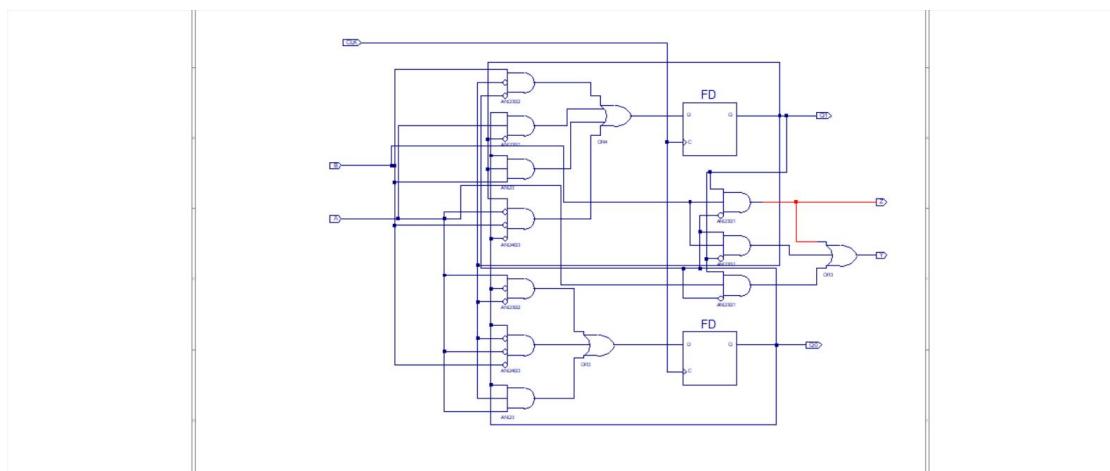
3、先投 5 毛再投一块，输出饮料但不找零



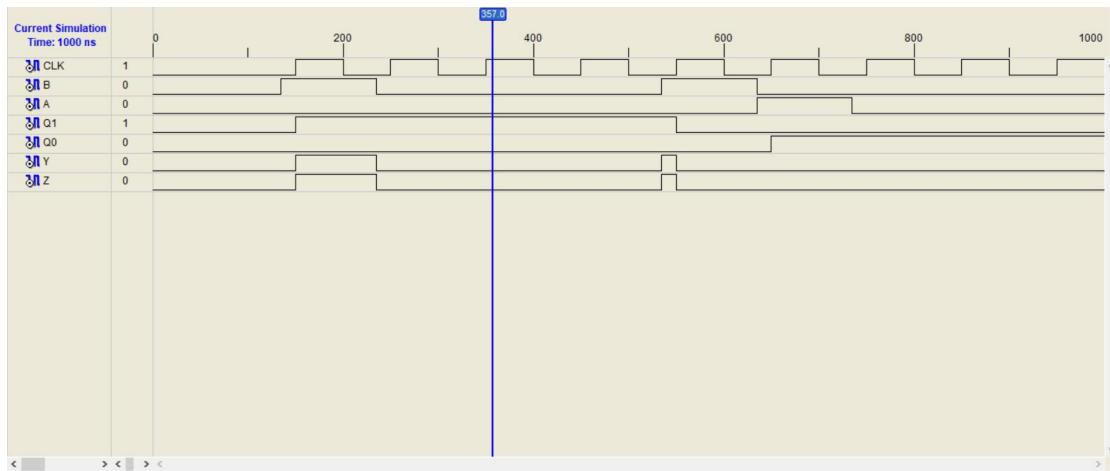
4、连续投两个一块，输出饮料且找零 5 毛



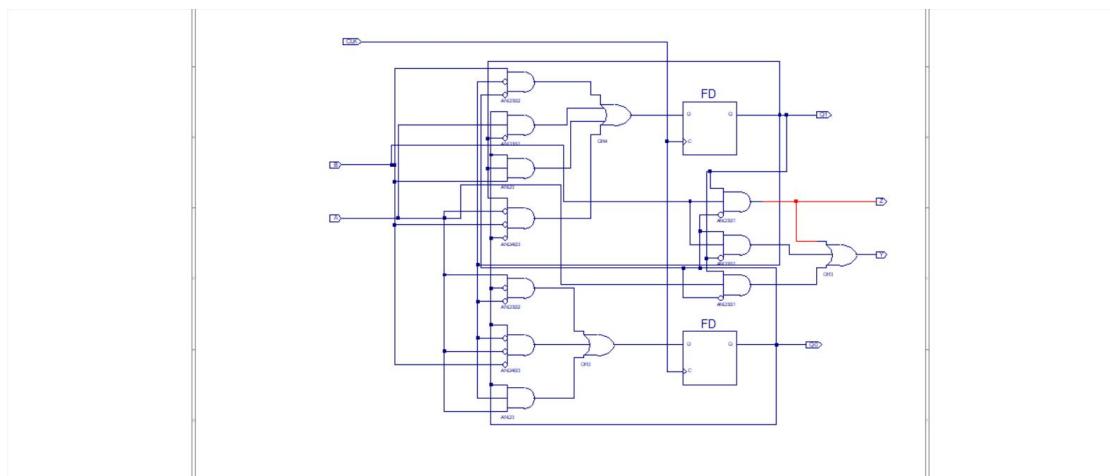
二、改进后（加入复位清零端 CLR）



验证复位控制端 CLR 得正常功能



三、改进后（改进成为考虑冗余状态壳子启动的状态机电路）



（由于 ISE 无法修改启动时触发器得初态（始终未 00），于是无法体现改进后的自启动功能，功能验证波形与改进前一致）