

# 数字电路

## 实验报告四

计算机科学与技术系  
191220008 陈南瞳

### 一、实验目的

1. 掌握常见时序器件的逻辑功能和使用方法。
2. 掌握时序器件的级联扩展的方法。
3. 掌握使用时序器件实现数字系统设计的步骤。

### 二、实验设备与器材

1、数字逻辑电路实验箱。

2、芯片

74HC00	四路两输入与非门	1 片
74HC02	四路两输入或非门	1 片
74HC74	双 D 触发器	2 片
74HC161	四位二进制异步清零计数器	1 片
74HC163	四位二进制同步清零计数器	1 片
74LS194	双向移位寄存器	2 片

### 三、实验内容及实验步骤

- 1、分别利用 1 片 74 HC161 清零端加一个逻辑门电路设计并实现 0, 1, ..., 11 模 12 的计数器；以及 1 片利用 74HC163 的置数端加一个逻辑门电路，设计并实现 3, 4, 5, ..., 14 模 12 的计数器，分别将输出连接到一个 7 段数码管显示。

74HC161:

#### 1). 写出设计步骤.

- ①逻辑抽象：根据逻辑问题设定状态，构建原始状态转换图（表）；
- ②状态化简：去除冗余状态，得到最小状态表；
- ③状态编码：给状态分配一个二进制编码；
- ④选择触发器的类型；  
根据编码状态转换表和触发器特征方程，导出输出方程和激励方程；
- ⑤根据输出方程和驱动方程画出逻辑电路图；
- ⑥检查电路能否自启动：能

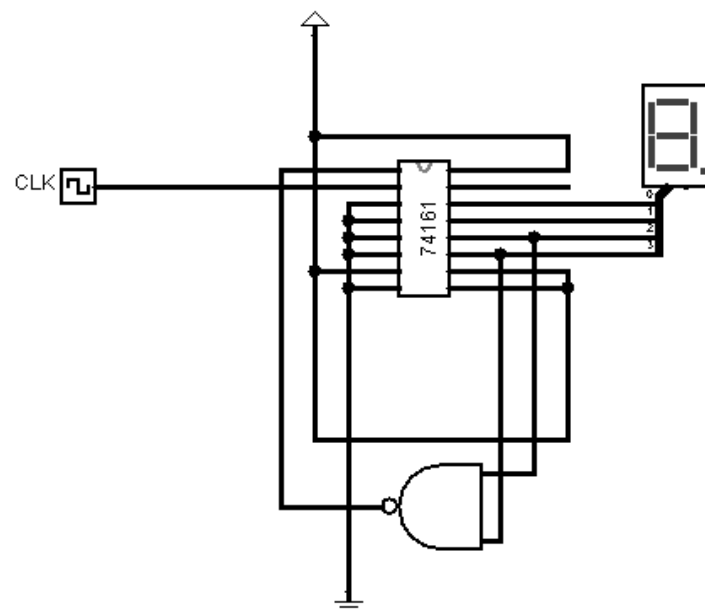
2). 写出状态转移表

S	S'
S0	S1
S1	S2
S2	S3
S3	S4
S4	S5
S5	S6
S6	S7
S7	S8
S8	S9
S9	S10
S10	S11
S11	S0

3). 写出逻辑表达式.

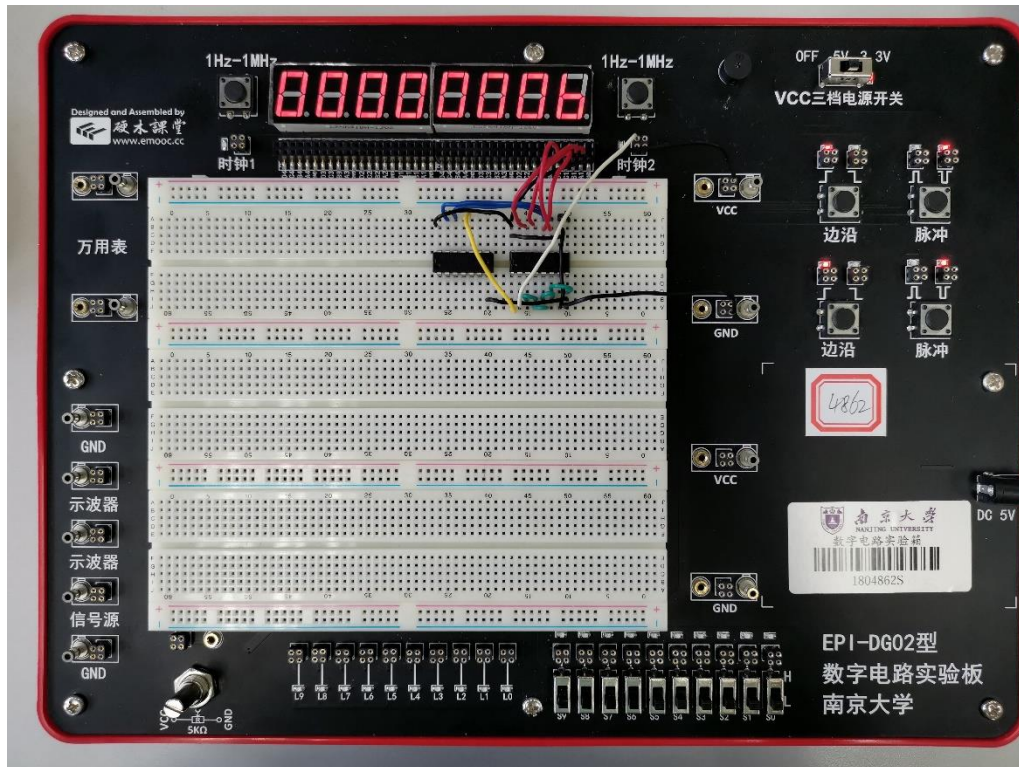
$$\text{CLR\_L} = (\text{QC} \cdot \text{QD})'$$

4). 画出电路图，并在 logisim 中模拟验证，提交 logisim 电路源程序。



5). 通过实验分析验证所设计的电路是否正确

正确



74HC163:

### 1). 写出设计步骤.

- ①逻辑抽象：根据逻辑问题设定状态，构建原始状态转换图（表）；
- ②状态化简：去除冗余状态，得到最小状态表；
- ③状态编码：给状态分配一个二进制编码；
- ④选择触发器的类型；
- 根据编码状态转换表和触发器特征方程，导出输出方程和激励方程；
- ⑤根据输出方程和驱动方程画出逻辑电路图；
- ⑥检查电路能否自启动：能

### 2). 写出状态转移表

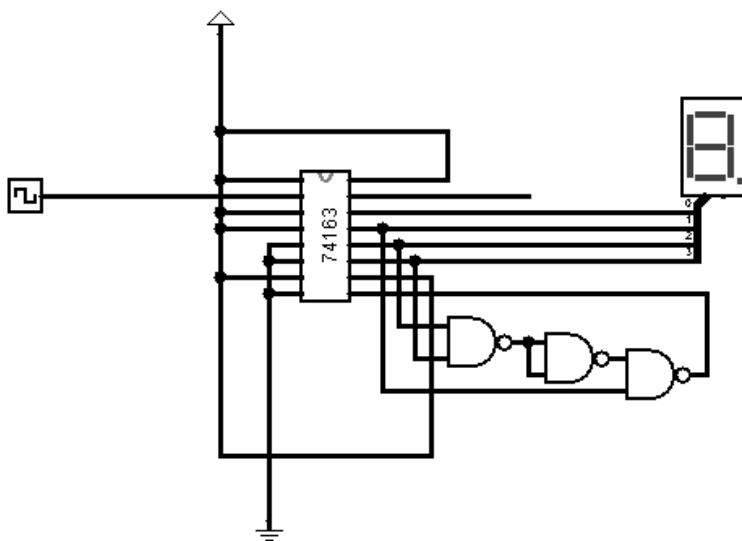
S	S'
S3	S4
S4	S5
S5	S6
S6	S7
S7	S8
S8	S9
S9	S10
S10	S11
S11	S12

S12	S13
S13	S14
S14	S3

3). 写出逻辑表达式.

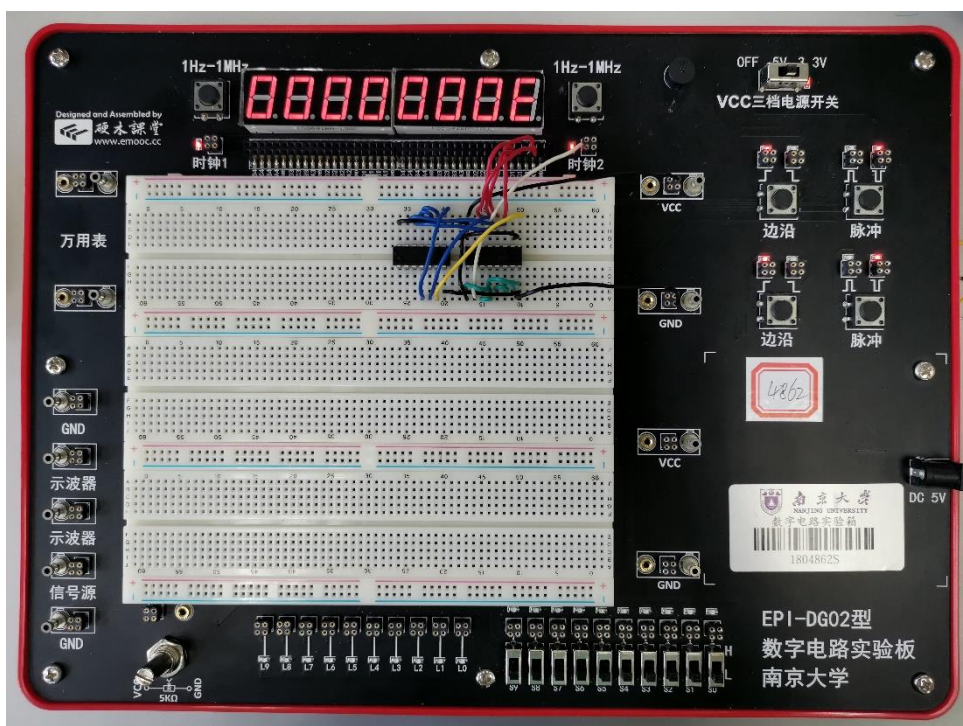
$$\text{LOAD\_L} = (\text{QB} \cdot \text{QC} \cdot \text{QD})'$$

4). 画出电路图, 并在 logisim 中模拟验证, 提交 logisim 电路源程序。



5). 通过实验分析验证所设计的电路是否正确

正确



2、利用 3 片 74HC163 (74HC161) 及少量逻辑门电路，设计自己学号后 3 位（如果后 3 位学号小于 100 的，则加上 100 后，进行计数）的 BCD 加法计数器，输入 1Hz 的连续脉冲累加计数，并将输出连接到三个 7 段数码管显示。

1). 写出设计步骤.

- ①逻辑抽象：根据逻辑问题设定状态，构建原始状态转换图（表）；
  - ②状态化简：去除冗余状态，得到最小状态表；
  - ③状态编码：给状态分配一个二进制编码；
  - ④选择触发器的类型；
- 根据编码状态转换表和触发器特征方程，导出输出方程和激励方程；
- ⑤根据输出方程和驱动方程画出逻辑电路图；
  - ⑥检查电路能否自启动：能

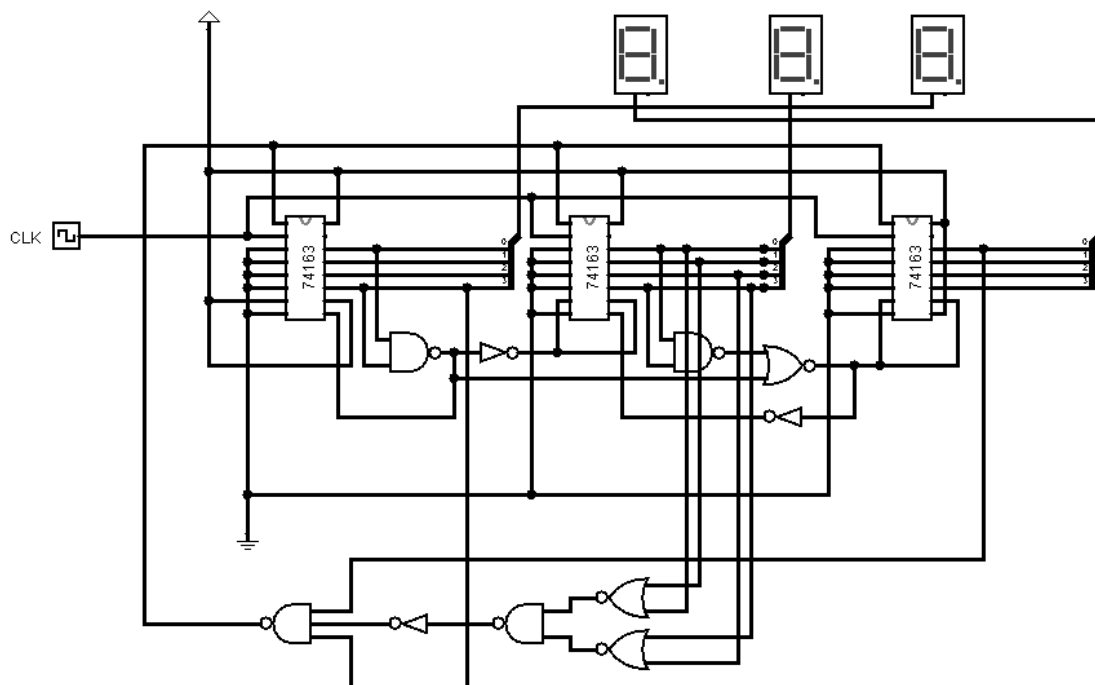
2). 写出状态转移表

S	S'
000	001
001	002
...	...
107	108
108	000

3). 写出逻辑表达式.

$$\begin{aligned} \text{LOAD1\_L} &= (A1 \cdot D1)' \\ \text{LOAD2\_L} &= (A2 \cdot D2)' + (A1 \cdot D1)' \\ \text{ENP2} &= \text{ENT2} = A1 \cdot D1 \\ \text{ENP3} &= \text{ENT3} = ((A2 \cdot D2)' + (A1 \cdot D1)')' \\ \text{CLR1\_L} &= \text{CLR2\_L} = \text{CLR3\_L} = (D1 \cdot (A2 \cdot B2 \cdot C2 \cdot D2)' \cdot A3)' \end{aligned}$$

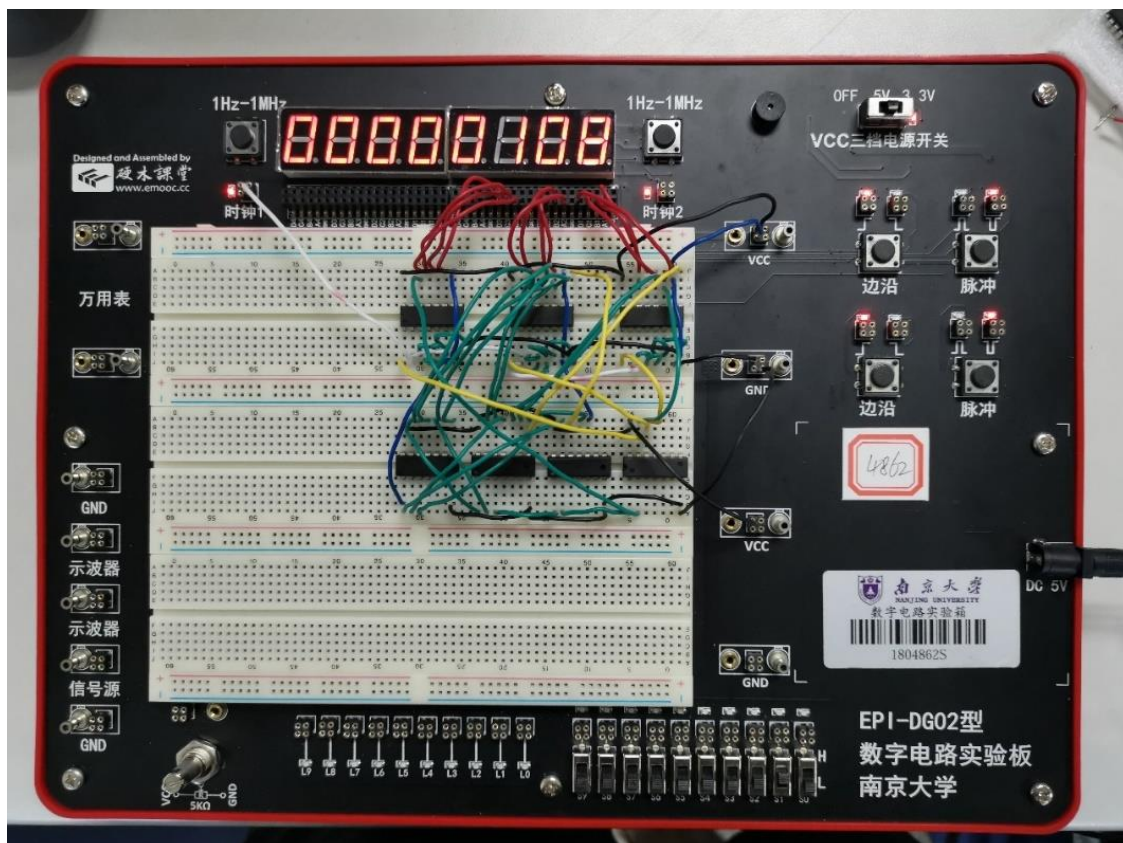
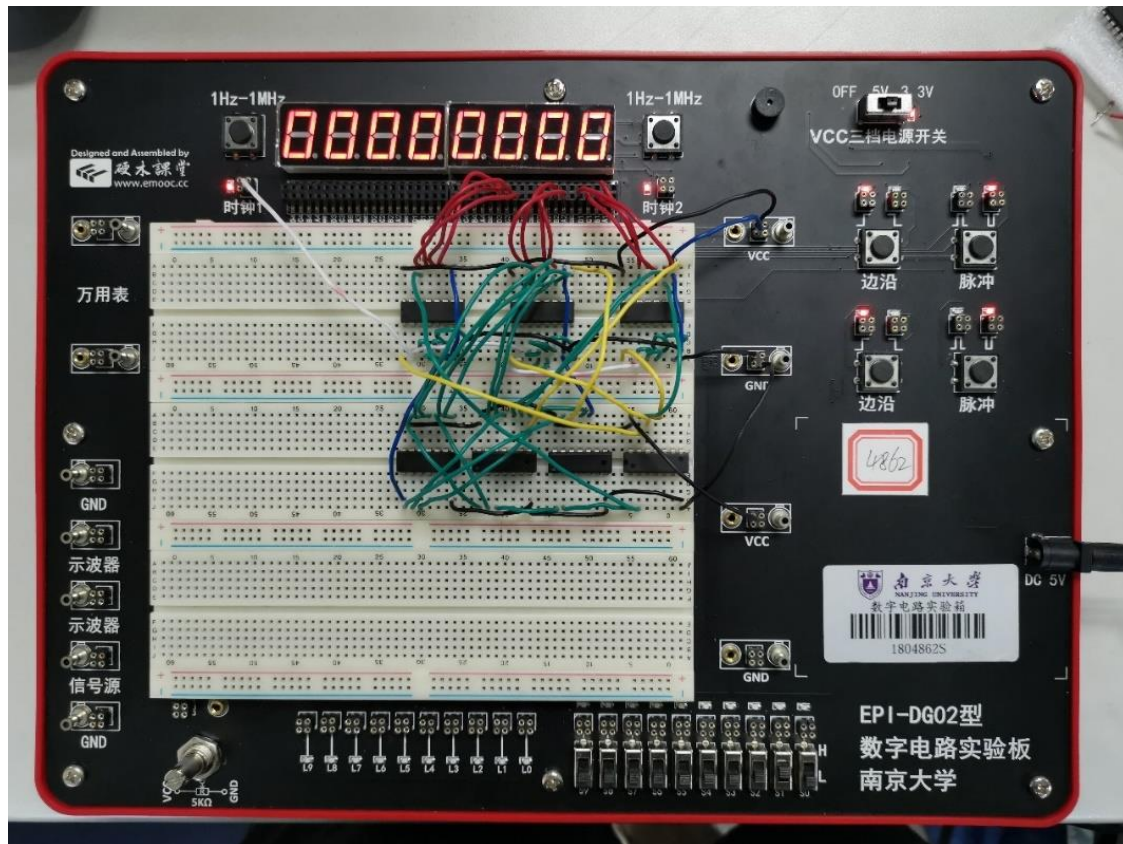
4). 画出电路图，并在 logisim 中验证，提交 logisim 电路源程序。





5). 通过实验分析验证所设计的电路是否正确

正确



3、利用一片 74LS194、74HC86 和 74HC02，利用 74LS194 左移功能，实现一种 4 位的包含全 0 状态的线性反馈移位计数器 LSFR。观察输出端的状态变化，将结果记录下来，并连接到 7 段数码管显示。

1). 写出设计步骤.

- ①逻辑抽象：根据逻辑问题设定状态，构建原始状态转换图（表）；
  - ②状态化简：去除冗余状态，得到最小状态表；
  - ③状态编码：给状态分配一个二进制编码；
  - ④选择触发器的类型；
- 根据编码状态转换表和触发器特征方程，导出输出方程和激励方程；
- ⑤根据输出方程和驱动方程画出逻辑电路图；
  - ⑥检查电路能否自启动：能

2). 写出状态转移表

A	B	C	D	LIN
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	1	0	0	1
1	0	0	1	1
0	0	1	1	0
0	1	1	0	1
1	1	0	1	0
1	0	1	0	1
0	1	0	1	1
1	0	1	1	1
0	1	1	1	1
1	1	1	1	0
1	1	1	0	0
1	1	0	0	0
1	0	0	0	0

3). 写出逻辑表达式.

$$LIN = A \oplus B \oplus (B + C + D)'$$

4). 画出电路图，并在 logisim 中验证，提交 logisim 电路源程序。





4、利用 74LS194 左移功能和少量门电路，完成二进制序列“1000111101”的循环生成，并通过 L0-L9 指示灯显示。

1). 写出设计步骤.

①逻辑抽象：根据逻辑问题设定状态，构建原始状态转换图（表）；

②状态化简：去除冗余状态，得到最小状态表；

③状态编码：给状态分配一个二进制编码；

④选择触发器的类型；

根据编码状态转换表和触发器特征方程，导出输出方程和激励方程；

⑤根据输出方程和驱动方程画出逻辑电路图；

⑥检查电路能否自启动：能

2). 写出状态转移表

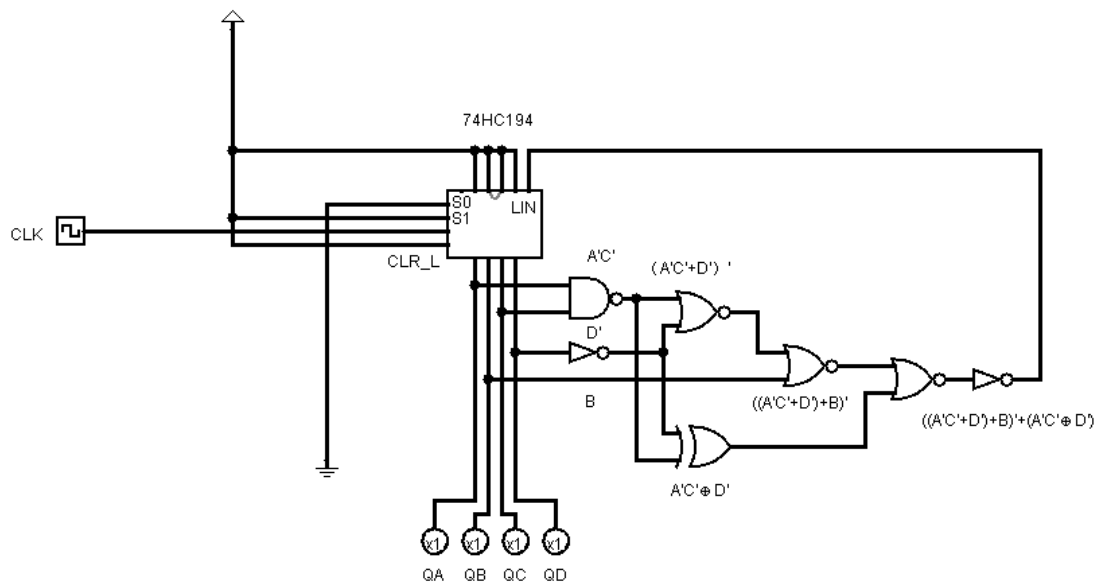
S3	S2	S1	S0	LIN
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0
0	1	1	1	1
0	0	1	1	1
0	0	0	1	1
1	0	0	0	1
1	1	0	0	0
0	1	1	0	0
1	0	1	1	0

0	0	0	0	d
0	0	1	0	d
0	1	0	0	d
0	1	0	1	d
1	0	0	1	d
1	0	1	0	d

3). 写出逻辑表达式.

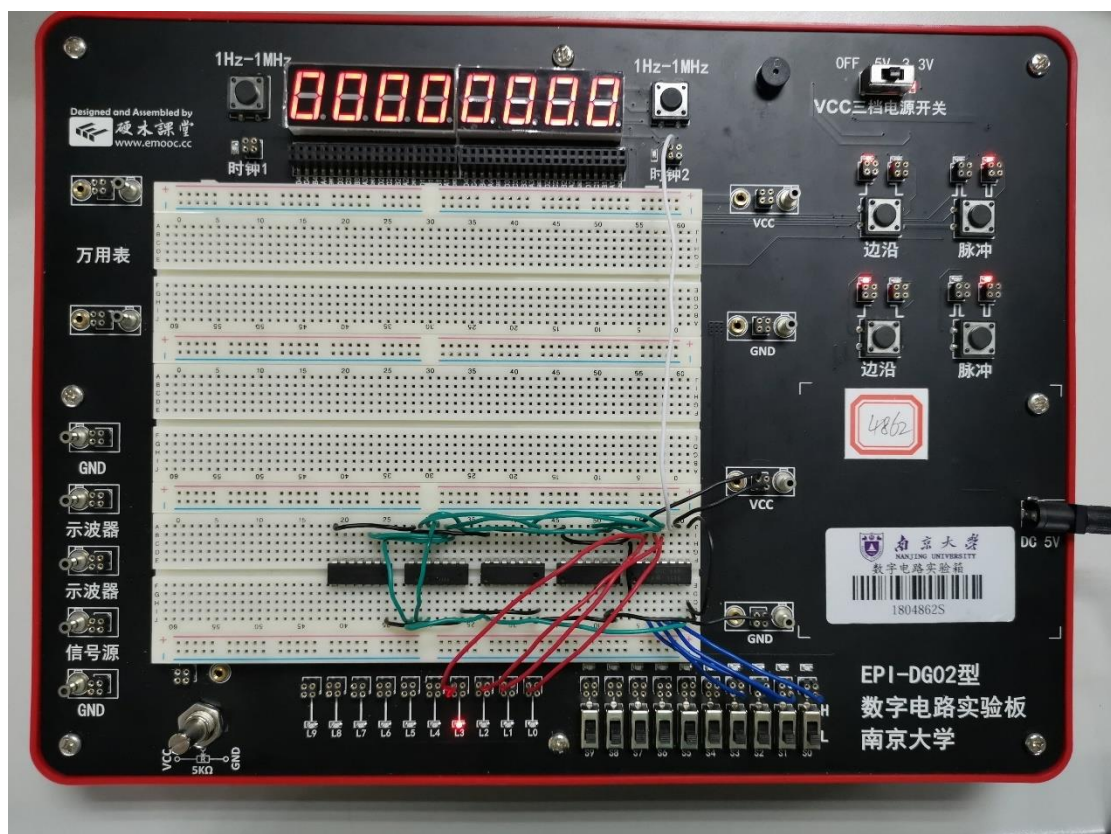
$$\begin{aligned}
 LIN &= C' D + A' B' + A' C' + A' D + B' D' + ACD' \\
 &= ((A' C' + D')' + B') + (A' C' \oplus D')
 \end{aligned}$$

4). 画出电路图，并在 logisim 中验证，提交 logisim 电路源程序。



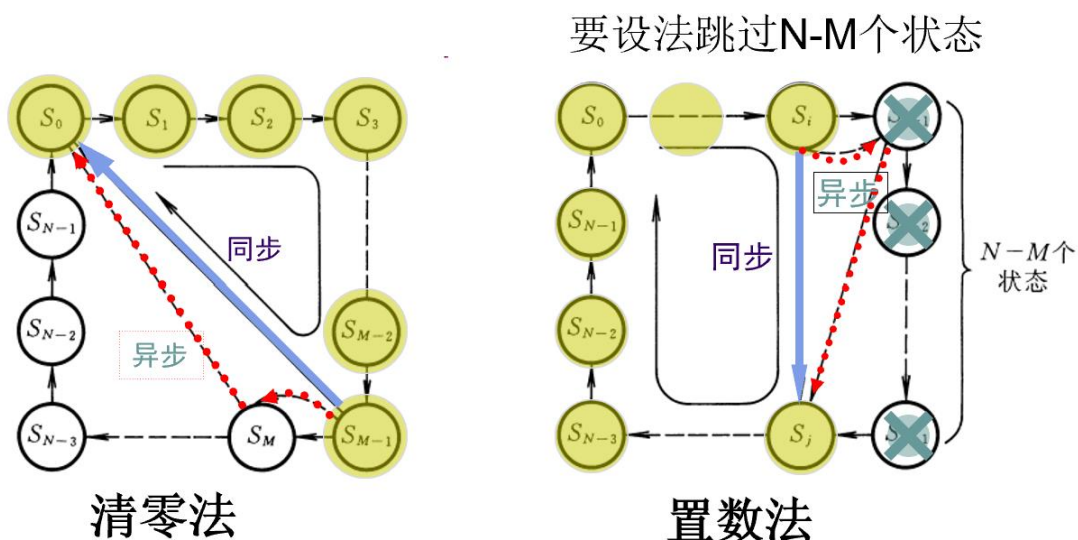
5). 通过实验分析验证所设计的电路是否正确

正确



#### 四、实验报告要求

1. 画出实验内容中的详细实验原理图。
2. 记录、整理实验数据，并对实验结果进行分析。
3. 提交所有的 logisim 电路图源文件--.circ 文件。
4. 比较反馈清零法和反馈置数法的异同。



清零法：(1) 同步：计数到  $m-1$  时，利用同步清零端，强制为 0000

(2) 异步：计数到  $m$  时，利用异步清零端，强制为 0000

置数法：(1) 利用进位输出信号：计数到 1111 时，利用进位输出信号 RCO，使得同步预置数端 LD 输入有效，将初始赋值置入并输出

(2) 利用任意数值输出产生置数输入信号

1、原理不同。反馈清零法是利用计数器的直接置零端清零功能，通过截取计数过程中的某一中间状态从而控制清零端。反馈置数法是将任意状态译码后反馈给置数命令端，并且在下一个脉冲时给计数器并行输入 0000 ~ 1111 之间的任意的一个状态。

2、触发器状态不同。反馈清零法，当清零端为低电平有效时，片内所有触发器状态都置 0。而反馈预置法有一个预置数据，当置数引脚为低电平有效时并不清零，当下一个 CP 脉冲到来时被置入预置数据。

3、适用的计数器不同。反馈清零法适用于有清零输入端的集成计数器，而反馈置数法适用于有预置数功能的集成计数器。

4、输入端信号状态不同。使用反馈清零法时输入端需要全部接地，而反馈预置法的输入端允许有多种变化。

#### 5. 总结利用计数器实现任意进制计数器的方法。

利用  $n$  位二进制计数器实现模  $m$  计数器

需要分两种情况考虑：

①  $m \leq 2^n$ ：

清零法：(1) 同步：计数到  $m-1$  时，利用同步清零端，强制为 0000

(2) 异步：计数到  $m$  时，利用异步清零端，强制为 0000

置数法：(1) 利用进位输出信号：计数到 1111 时，利用进位输出信号 RCO，使得同步预置数端 LD 输入有效，将初始赋值置入并输出

(2) 利用任意数值输出产生置数输入信号

②  $m > 2n$ :

级联：先进行级联，再整体清零或置数

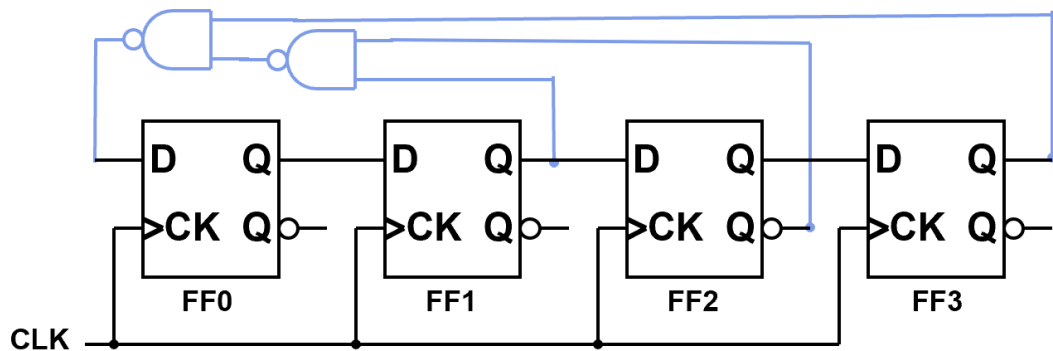
(1) 整体级联：若  $m$  可以分解： $m = m_1 \times m_2$

分别实现  $m_1$  和  $m_2$ ，再级联

(2) 分解：若  $m = m_1 m_2 m_3 \cdots m_n$ ，可以分别实现  $m$  各位，再级联

如 60 进制，可采用整体级联，或分解的方法

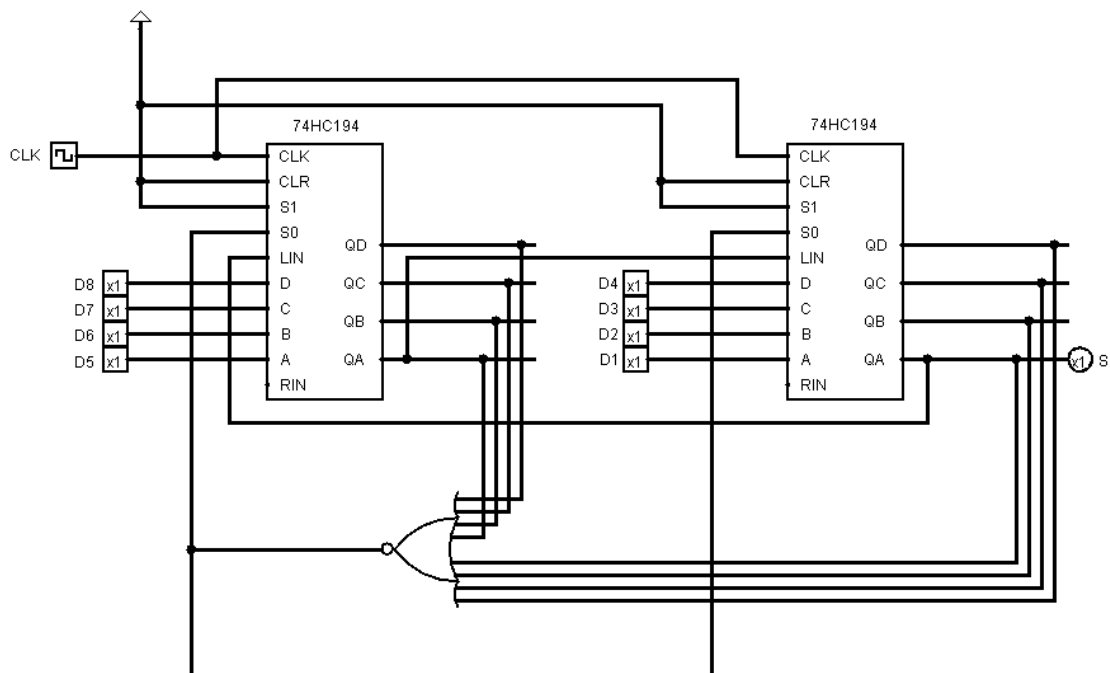
6. 设计一个自启动 4 位扭环计数器的原理图。



$$D_0 = Q_3' + Q_2' \cdot Q_1 = ((Q_2' \cdot Q_1)' \cdot Q_3)' \quad (\text{可自校正})$$

7. 利用 74LS194 设计实现八位二进制数数据的并行/串行转换原理图。

并入串出：



串入并出：

