

# 期末设计题目：状态可逆同步计数器

姓名：宋渝杰 学号：18340146

## 1、设计任务、设计总体思路、基本原理和框图

### 设计任务：

实现  $6 \rightarrow 7 \rightarrow 5 \rightarrow 4 \rightarrow 0 \rightarrow 1$  的循环计数，包括顺逆计数、自启动、进位以及进位和计数的数码管显示。

### 设计总体思路：

设计电路分为顺逆计数电路、进位电路和显示电路三部分实现，顺逆设计电路通过下文的原理得到函数表达式后进行对应的连接，进位电路通过循环到开头数字 6 进行一次进位来实现，显示电路通过 7 段数码管直接接收顺逆计数电路的数字的 BCD 码进行显示。

### 基本原理和框图：

#### 顺逆计数原理：

根据卡诺图化简和 J-K 驱动方程可以分别得到顺时针和逆时针的 J、K 的函数表达式，之后再分别加入 X 和 X 反，整合即可得到总的表达式，之后通过门电路连接即可。

#### 进位原理：

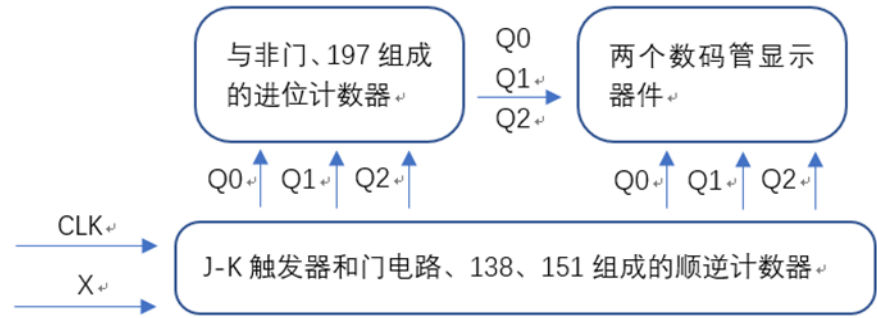
用一个 4 输入（或 3 输入）与非门，其中 3 个输入分别接 Q2、Q1、Q0 反，另外一个输入接高电平，当顺逆计数为开头数字 6 时与非门输出即可实现一个高电平→低电平的转变，之后又转变回高电平。将这个输出接给 74LS197 的时钟端，197 的输出端 Q2-Q0 即可实现 0-7 的进位计

数。

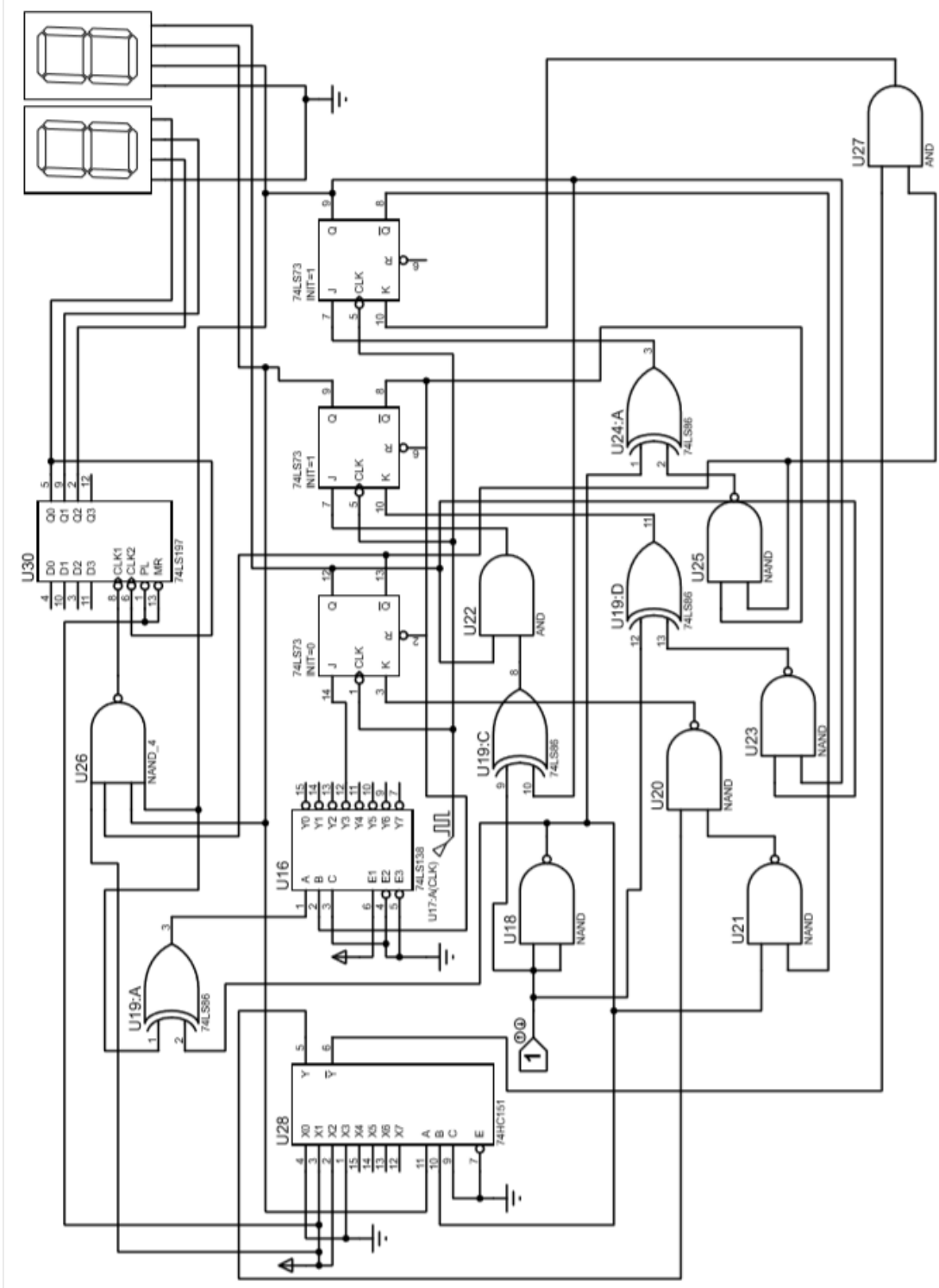
显示原理：

使用两个接收 BCD 码的 7 端数码管器件，一个接收计数器的 Q2-Q0（即顺逆计数的数字的 BCD 码），另一个接收 197 的 Q2-Q0（即进位数字的 BCD 码），同时两个数码管的 D3 输入接低电平，即可实现计数和进位的显示。

框图：



实验总电路图：



## 2、单元电路设计

### 1. 状态可逆的计数器设计

函数表达式:

顺时针:

$$\begin{aligned} J_0 &= (Q_1 \text{ 反} * Q_2) \text{ 反} & K_0 &= Q_1 \text{ 反} \\ J_1 &= Q_2 \text{ 反} * Q_0 & K_1 &= Q_2 * Q_0 \\ J_2 &= (Q_0 \text{ 反} * Q_1 \text{ 反}) \text{ 反} & K_2 &= Q_0 \text{ 反} * Q_1 \text{ 反} \end{aligned}$$

逆时针:

$$\begin{aligned} J_0 &= (Q_1 \text{ 反} * Q_2 \text{ 反}) \text{ 反} & K_0 &= (Q_2 * Q_1 \text{ 反}) \text{ 反} \\ J_1 &= Q_2 * Q_0 & K_1 &= (Q_2 * Q_0) \text{ 反} \\ J_2 &= Q_0 \text{ 反} * Q_1 \text{ 反} & K_2 &= Q_0 \text{ 反} * Q_1 \end{aligned}$$

总: (设输入为 X)

$$\begin{aligned} J_0 &= (Q_1 \text{ 反} * (X \text{ 反} \oplus Q_2)) \text{ 反} & K_0 &= ((X \text{ 反} \oplus Q_1) * (X \text{ 反} * Q_2 \text{ 反}) \text{ 反}) \text{ 反} \\ J_1 &= Q_0 * (X \oplus Q_2) & K_1 &= X \oplus ((Q_2 * Q_0) \text{ 反}) \\ J_2 &= X \text{ 反} \oplus ((Q_0 \text{ 反} * Q_1 \text{ 反}) \text{ 反}) & K_2 &= Q_0 \text{ 反} * ((X \text{ 反} \oplus Q_1) \text{ 反}) \end{aligned}$$

自启动结果:

顺时针 (X=1):

2→7 进入循环, 3→7 进入循环

逆时针 (X=0):

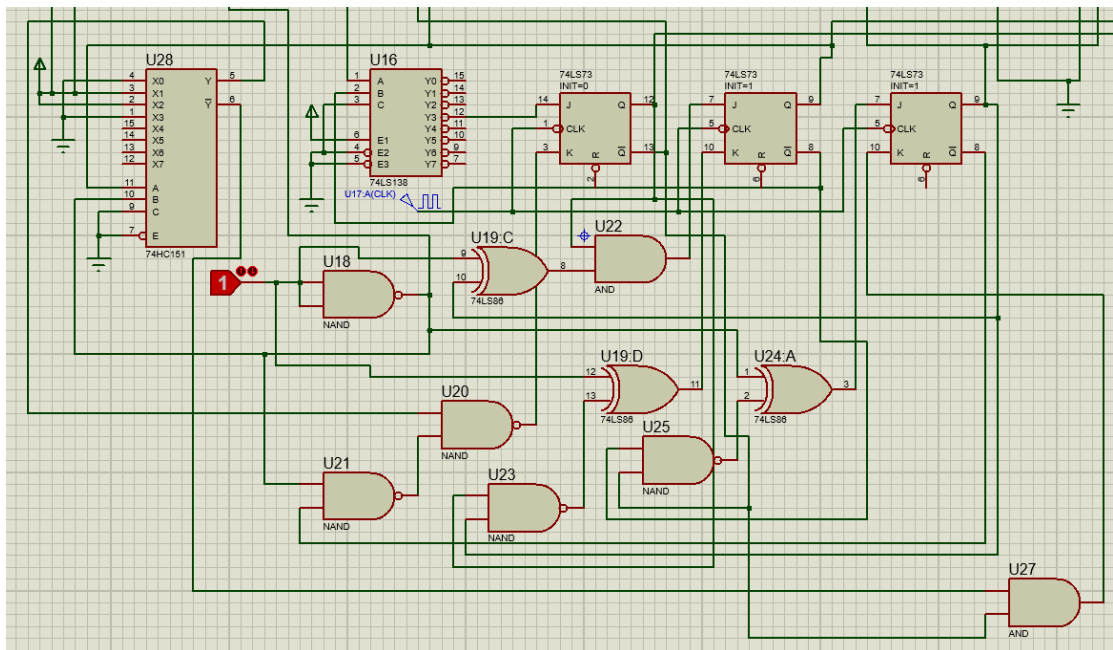
3→0 进入循环, 2→1 进入循环

设计过程：

通过次态表、卡诺图、化简得到表达式后，通过门电路连接即可。

电路图：

下图中 151 当作异或门和同或门使用，138 当作与非门使用。



2. 进位部分电路设计：

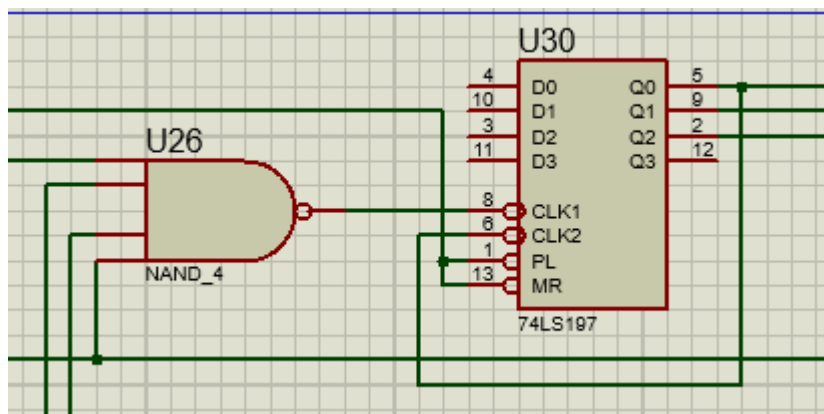
设计过程：

因为我的循环过程以数字 6 开头，所以使用一个 4 输入与非门，其中 3 个输入接计数器的 Q2-Q0，1 个输入接高电平，每判断计数到 6 时，得到一个电位变化，传输给 197 的时钟端，则 197 的 Q2-Q0 即为 0-7 的进位计数。

进位结果：

每当计数到循环的开头数字 6 时将进位，进位数字为 0-7 循环

电路图：

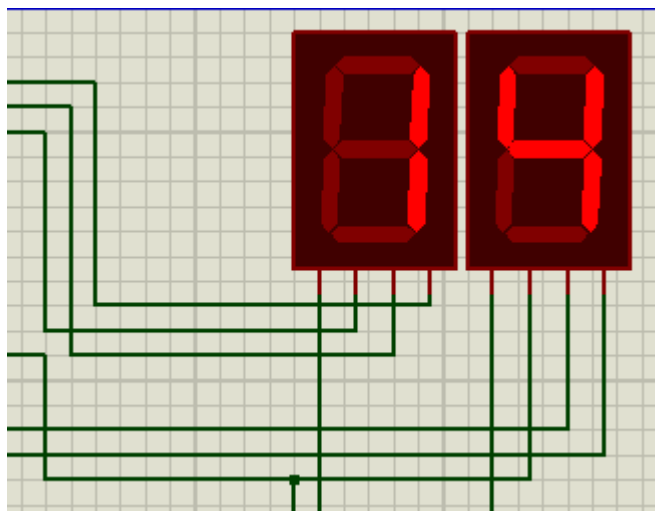


### 3. 显示电路设计：

设计过程：

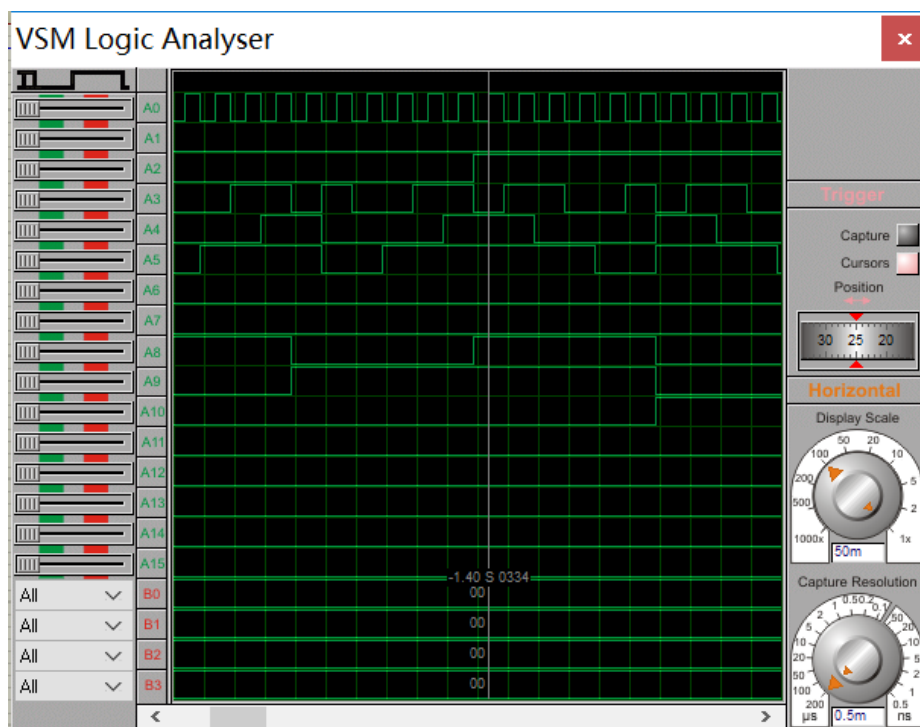
从上面的循环计数和进位计数的 Q2-Q0 端可得到数字的 BCD 码，于是用七段数码管接收 BCD 码即可显示。其中数码管 D3 输入接低电平。

电路图：



### 3、实际安装与测试结果分析

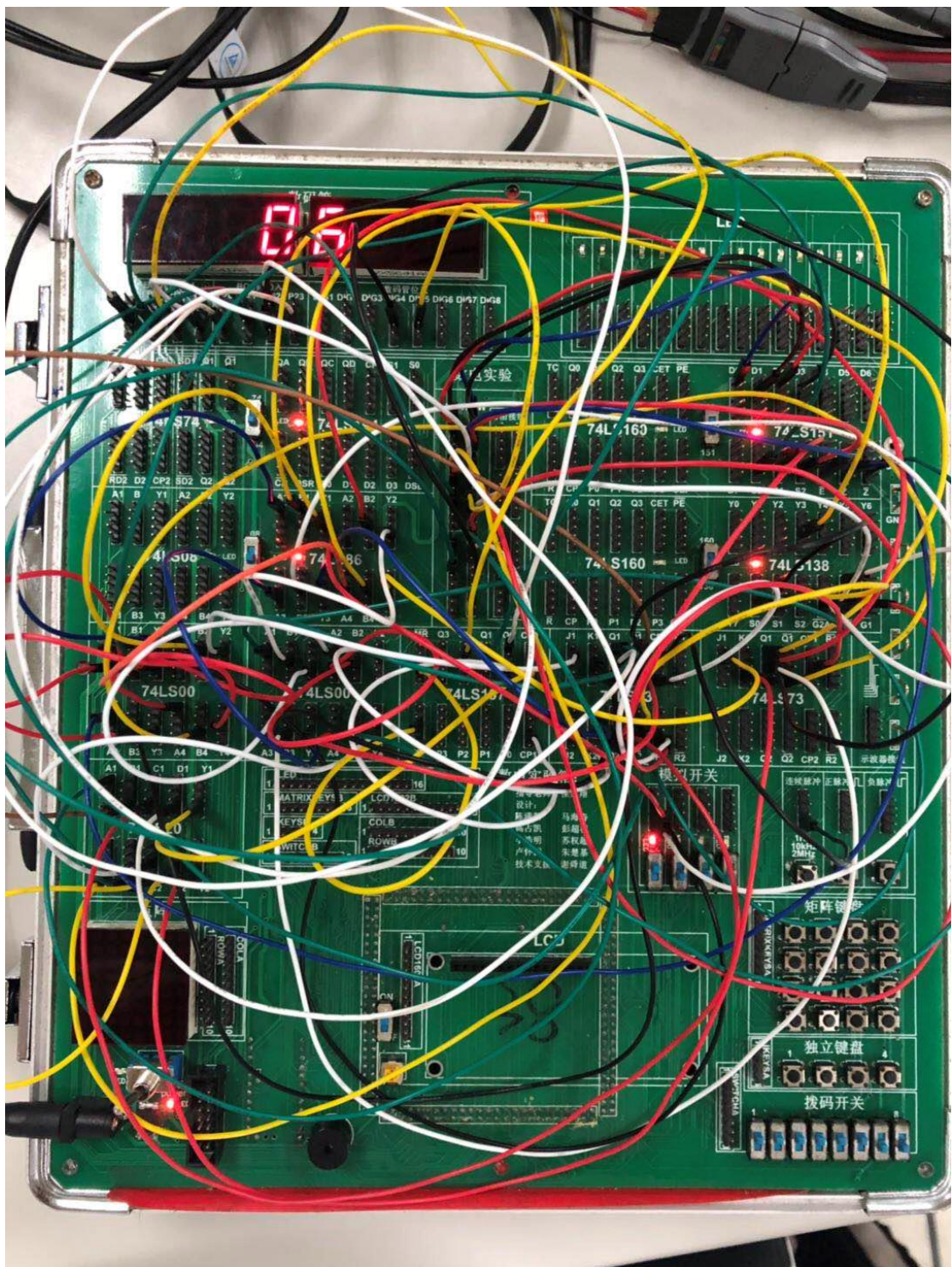
#### 1. 仿真结果图：



上图中 A0 为时钟，A2 为控制 X，A3-A5 为计数器输出，A6-A8 为进位输出。由图可见，当 X 从 0 转变到 1 时，计数器从逆序转变为顺序，可以看出转变后计数器沿白色实现对称。同时，当计数到 6 时，可以看出进位输出加 1。

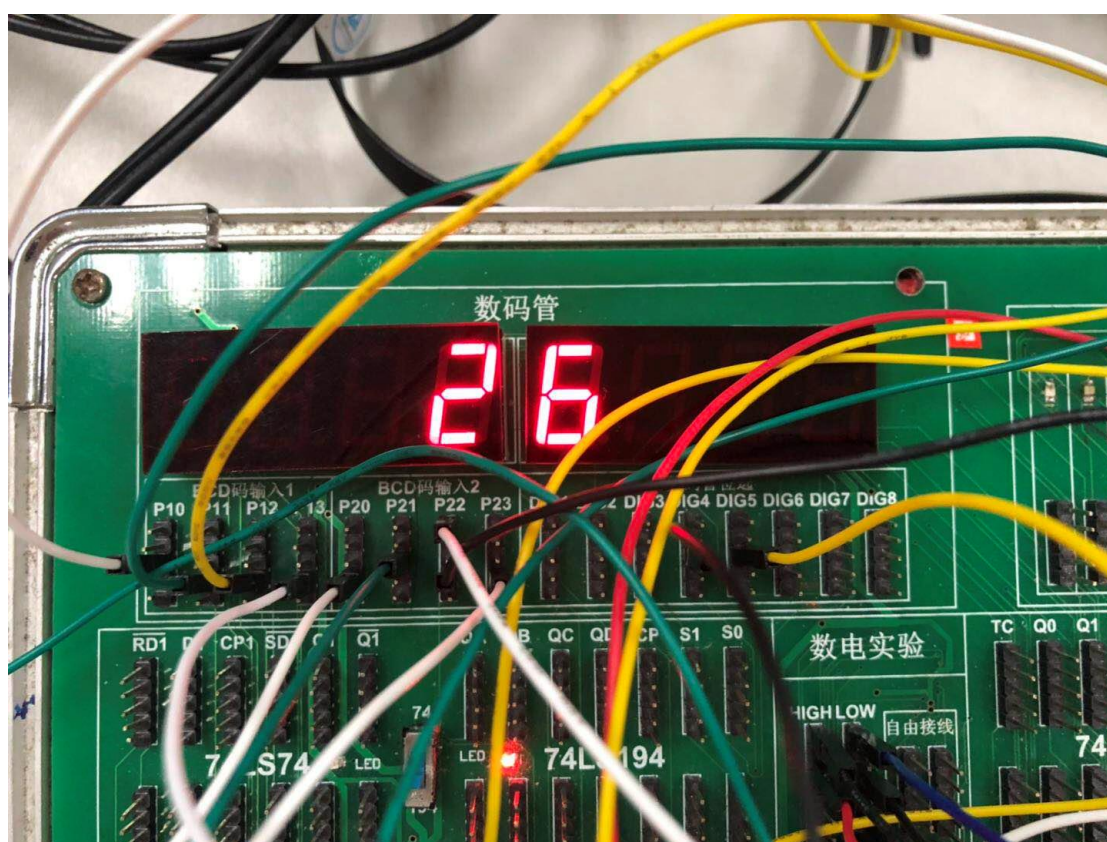
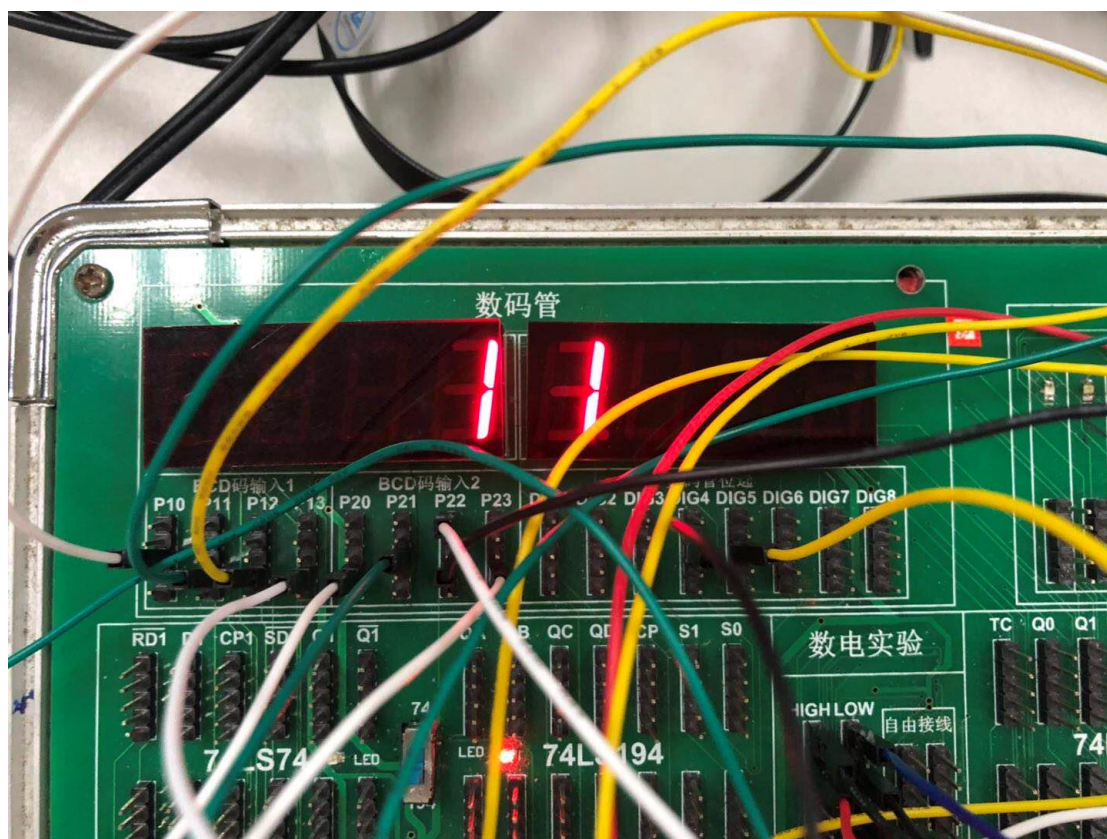
#### 2. 实际结果图：





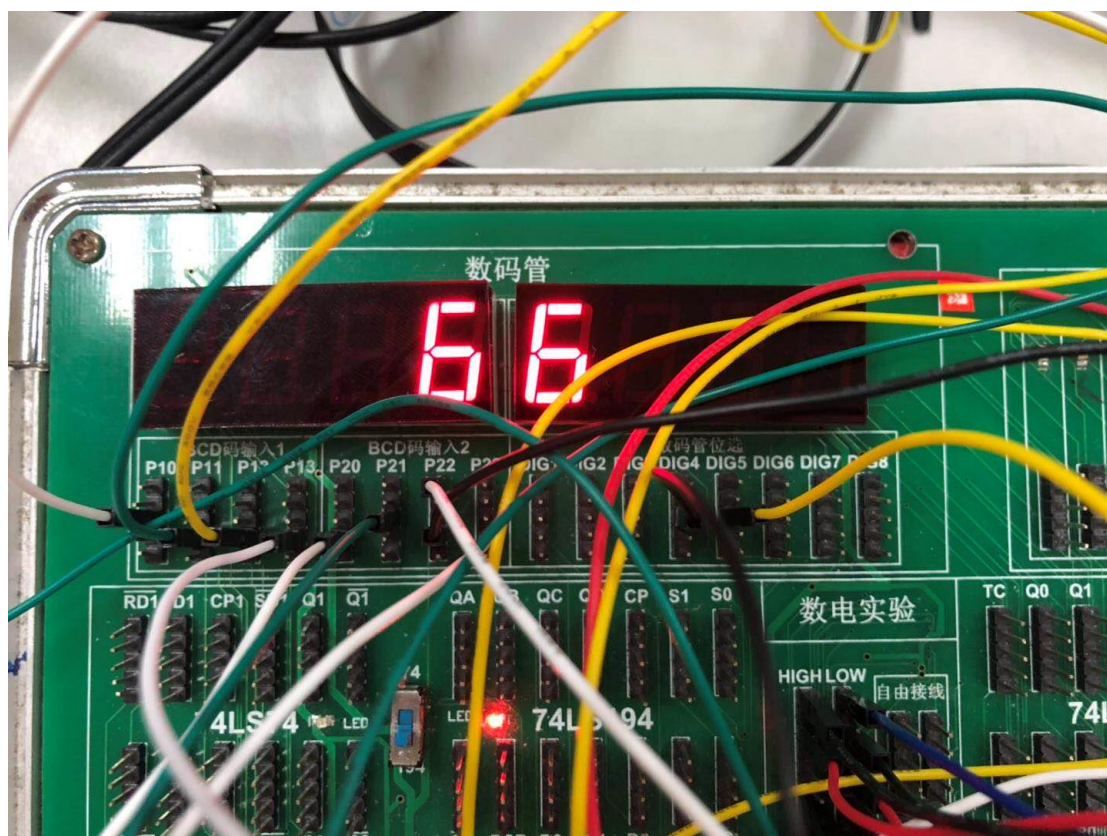
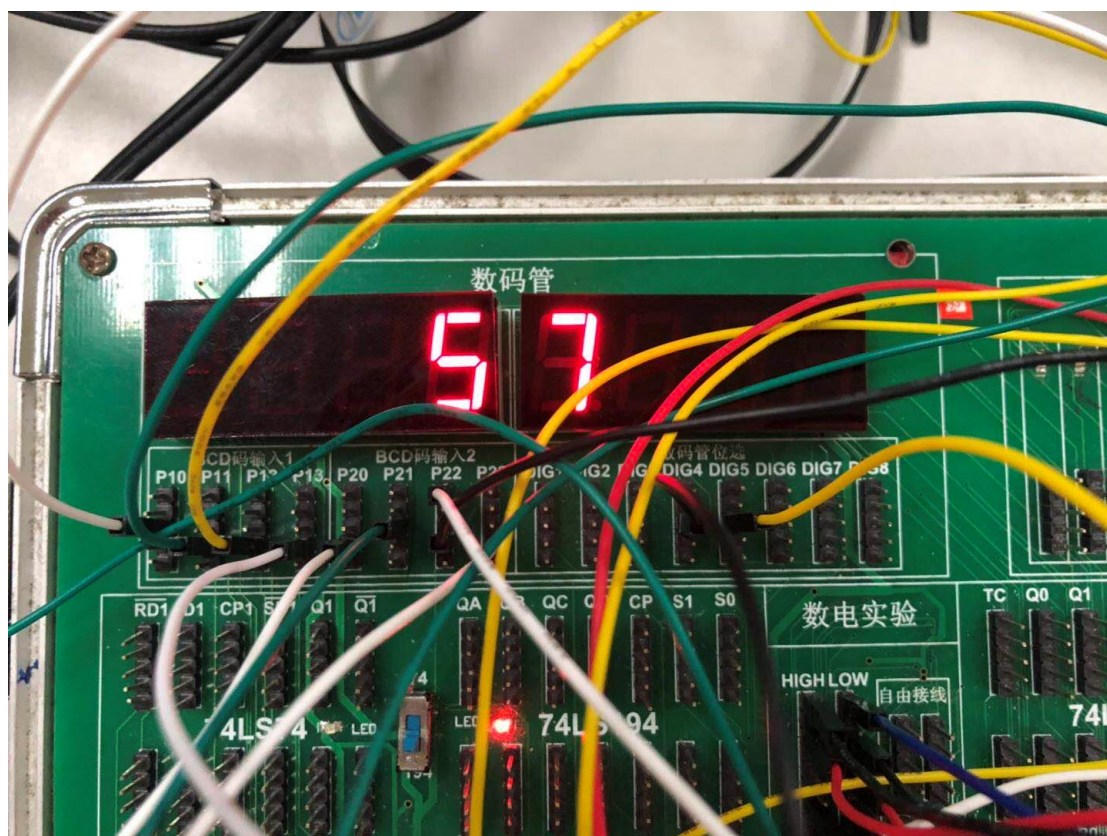
上图为起始状态图





上图为顺序计数时，计数位从末尾 1 到初位 6 时，进位加一





上图为逆序计数时，计数位从倒数第二位 7 计数到末尾 6 时，进位加一

#### 4、总结与体会

实验中遇到的问题：

1. 实验箱中门电路比较紧缺，在仿真时需要思考门电路数量
2. 实验前发现实验箱中的与门和异或门不可同时使用

解决方案：

1. 想办法简化函数表达式，并用 151、138 实现异/同或门、与非门的作用
2. 调整表达式，减少仿真中与门的使用量，实验中用与非门代替与门实现

总结：

本次实验难度不大，设计方法也比较明确，基本跟着步骤走就能实现。主要难题在于表达式的化简以及门电路的数量限制方面，实验前解决之后基本能在 20 分钟完成实操。只要熟练掌握次态图、卡诺图、表达式化简、J-K 驱动方程等知识点并熟练应用即可。