

# 19302058汪奕晖数字电路第五次实验

## 3.6译码显示电路（1） 器的实现

## 4.3八节拍顺序脉冲发生

### 一、实验目的

1. 掌握中规模集成译码器的逻辑功能和使用方法。
2. 掌握数码管的扫描式显示。
3. 掌握移位寄存器的逻辑功能和使用方法。
4. 掌握 J-K 触发器的使用。

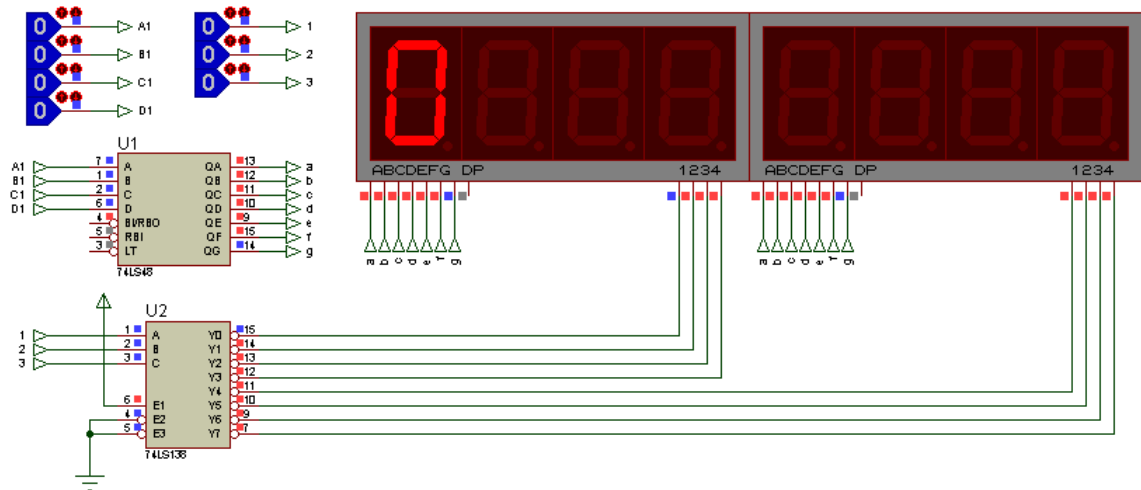
### 二、实验仪器及器件

1. 数字电路实验箱、示波器。
2. 器件：七段数码管、74LS138、74LS00、74LS194、74LS73、74LS04等。

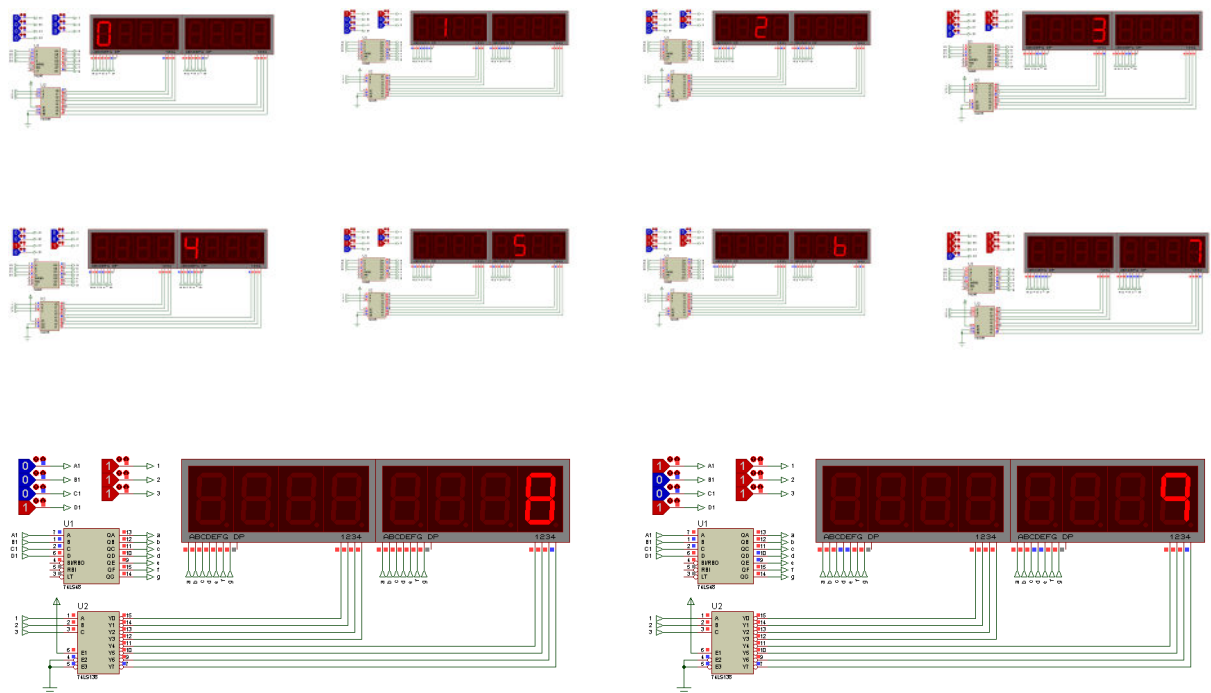
### 三、实验预习

1. 复习有关七段数码管译码显示原理。
2. 阅读实验原理，了解4联装共阴极数码管电路结构。在 Proteus 环境下，实现和数字电路实验箱一致的使用两片 4 联装共阴极数码管和一片 74LS48 实现的 8 位共阴极数码管译码显示电路，并在仿真环境下验证电路功能的正确性。

仿真接线如下: A1,B1,C1,D1为BCD输入，1,2,3为数码管选通输入。数码管选通借助74LS138实现。

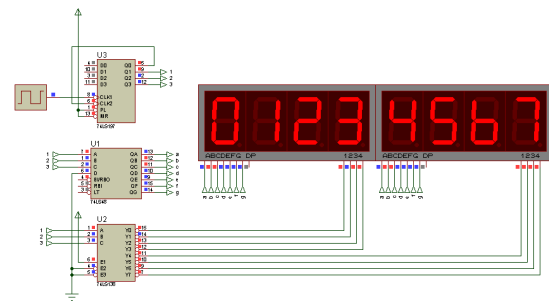
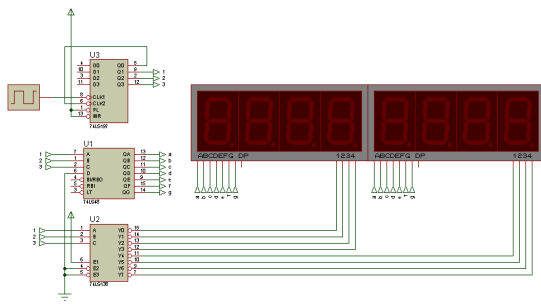


0-9显示：



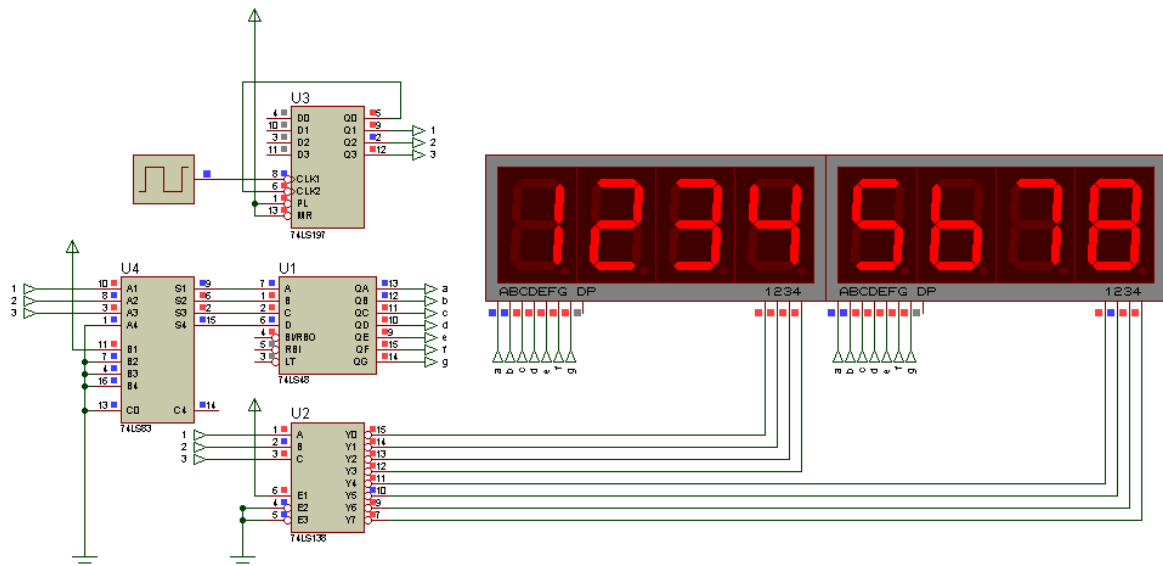
3. 阅读实验原理，掌握七段数码管扫描式显示原理。在 Proteus 环境下，在上述 8 位共阴极数码管译码显示电路基础上，实现 8 位共阴极数码管从左到右0~7 的同时显示，并在仿真环境下验证电路功能的正确性，设计电路和仿真结果截图。

仿真接线细节：首先将74LS197改造成16进制计数器作为BCD输入已经数码管选通输入（由于仿真环境下可以不考虑显示亮度）。0号数码管导通时BCD输入为0，1号数码管导通时BCD输入为1，以此类推。利用人眼余晖作用即可实现同时显示0-7。

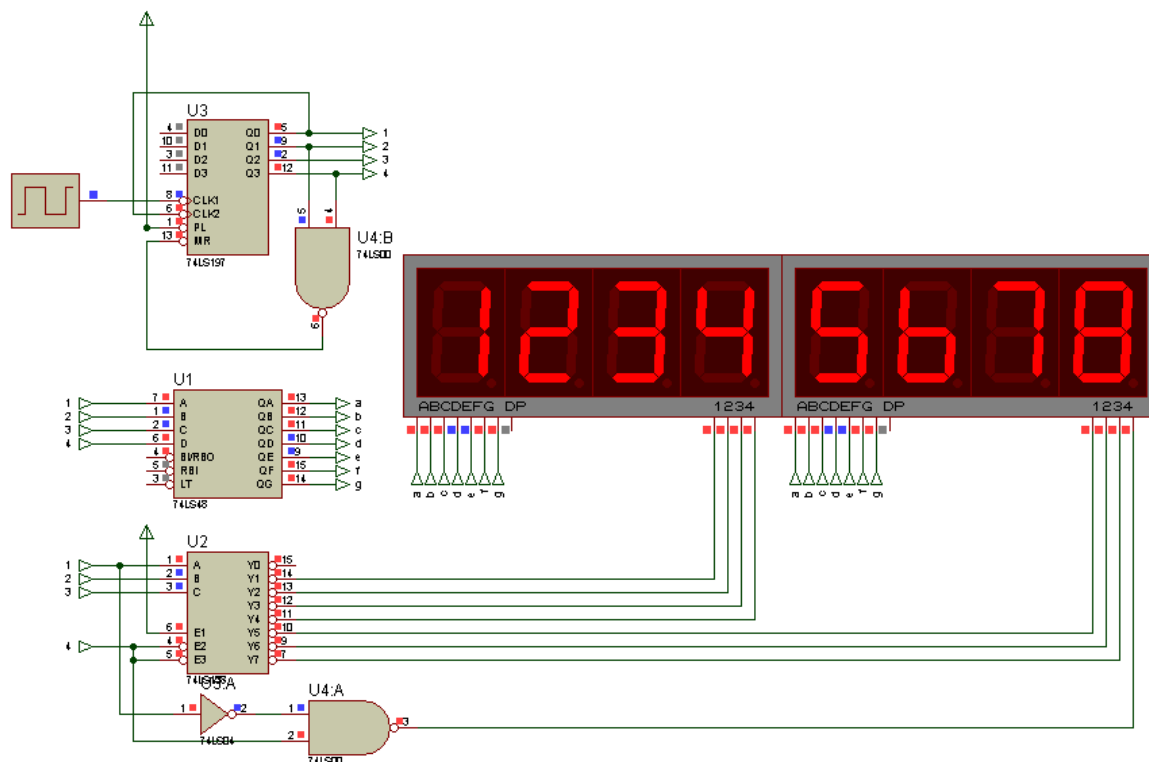


4. 思考如何在 Proteus 环境下，在上述 8 位共阴极数码管译码显示电路基础上，实现 8 位共阴极数码管从左到右 1~8 的同时显示，说明设计思路。

思路一：利用全加器 74LS83 实现，由于已经实现了同时显示 0~7，只需将 BCD 的输入全部加一即可实现 1~8 的显示，故将 74LS197 输入接入全加器的 A1, A2, A3，全加器的 B1 接高电平，其余接低电平，这样输出结果即为 1~8。



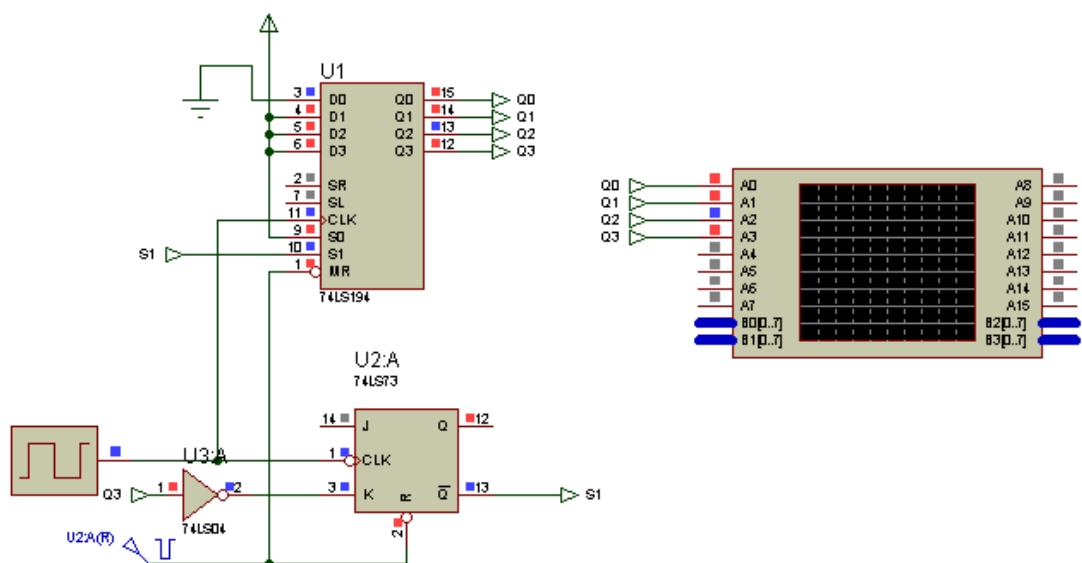
思路二：考虑已经实现 0~7，只需将 0 输入通过门电路修改为 8 输入即可。



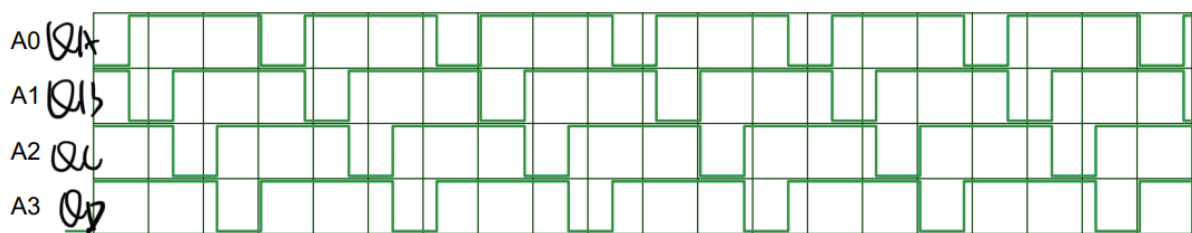
接线细节：首先将74LS197改造成十进制计数器，便于将0输入改变成8输入，由于需要在0号数码管显示1，1号数码管显示2...故将74LS138的输出Y1-7接入数码管选通0-7，最后一位留作8的输入。考虑到此时74LS197为10进制计数器，故当输入4为高电平，输入1为高电平时，此时对应的BCD为8，故只需用74LS00（与非门）将1，4连接即可得到8的输入。这里将4与74LS138的使能端E2，E3相接是为了保证输出8时74LS138不工作，仅有最后一位选通信号一个输出。

5. 阅读实验原理，学习 74LS194 使用方法，在 Proteus 环境下，参照实验原理使用 74LS194 实现四节拍顺序脉冲发生器电路，并通过仿真验证电路功能。

仿真接线如下

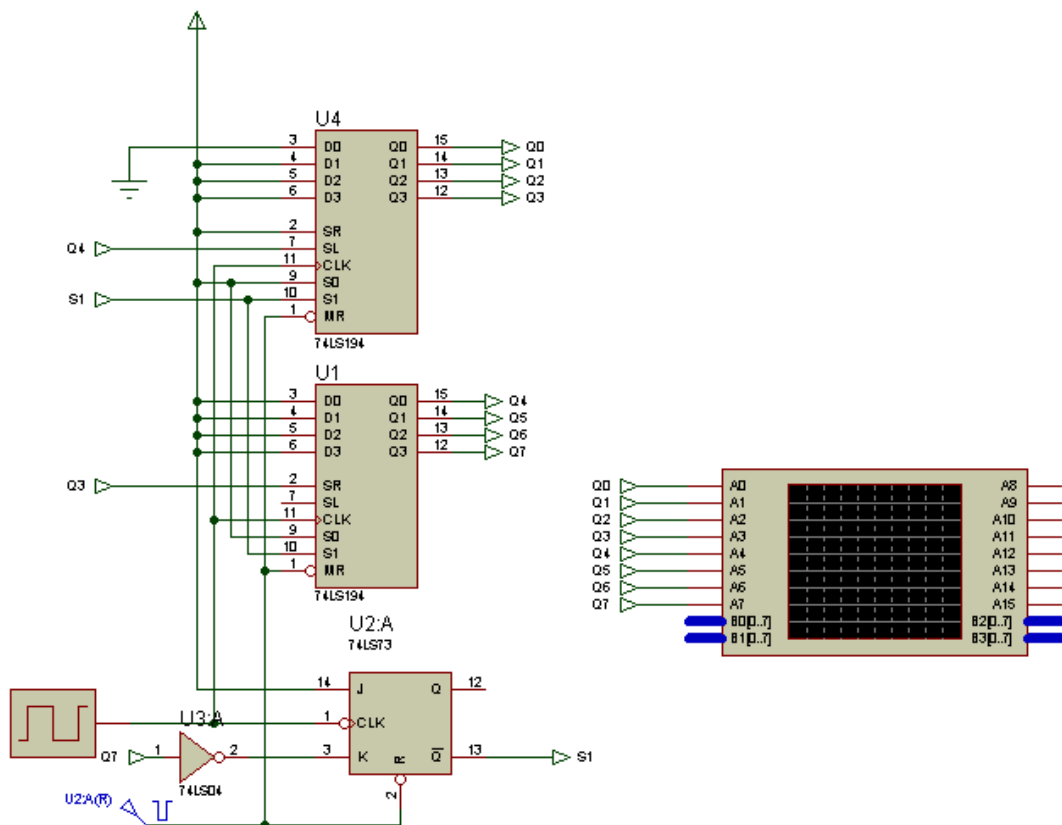


逻辑分析仪输出如下

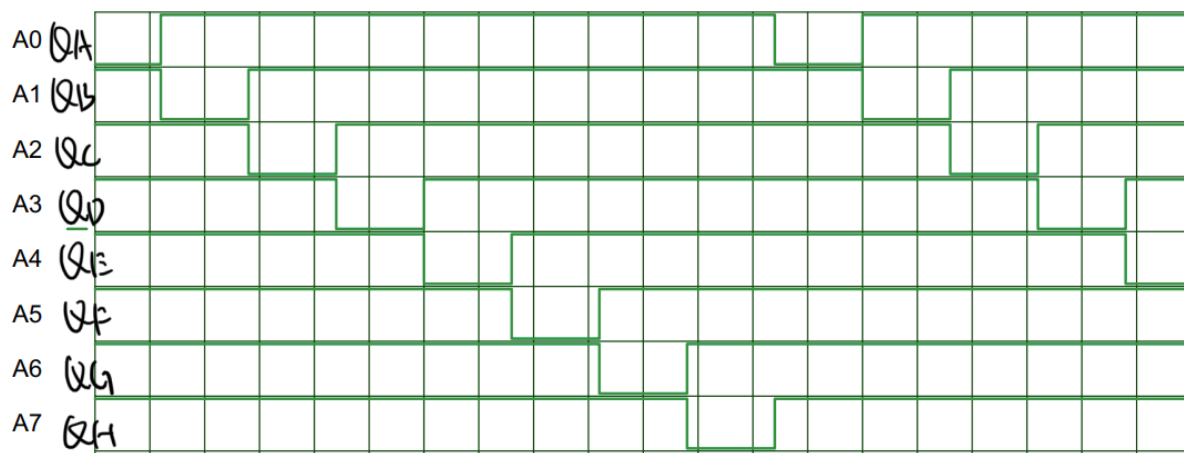


6. 在 Proteus 环境下，参照实验原理使用两片 74LS194 实现八节拍顺序脉冲发生器电路，并通过仿真验证电路功能。

仿真接线如下



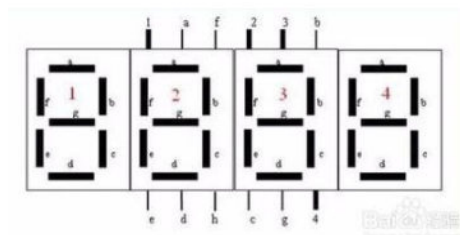
逻辑分析仪输出如下：



## 四、实验原理

### 1. 4 联装共阴极七段数码管

数字电路实验箱采用的 4 联装共阴极七段数码管，如下图所示，是一种常用的 4 位数码管。



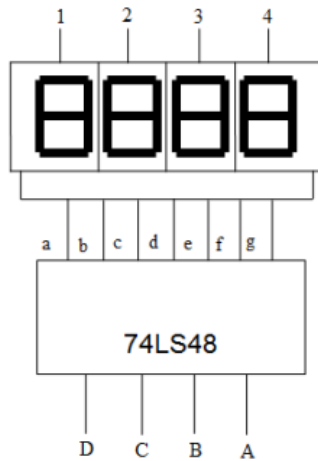
如上图所示，4 联装共阴极七段数码管由 4 位共阴极七段数码管组成，并将每一位七段数码管的发光二极管 a-g 并联起来，采用一组数据线驱动，从而大大简化了电路连线复杂度。每一位共阴极七段数码管的位选信号即发光二极管 a-g 的公共端（COM 口），由 1-4 引脚输入，低电平有效，可按位选通（点亮）对应位的七段数码管

## 2. 74LS48（共阴极七段译码驱动器）

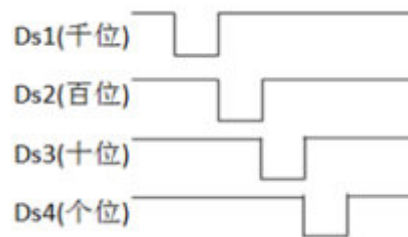
七段译码驱动器有众多型号，包括 74LS47（共阳），74LS48（共阴），CC4511（共阴）等，其中 74LS48 具有二进制码锁存、七段译码以及驱动器功能，可用于驱动共阴极 LED 数码管。数字电路实验箱在器件实验模式下，内部已实现 74LS48 的 8421 码七段译码驱动器功能，并引出 A、B、C、D 四个引脚。因此在器件实验模式下使用七段数码管显示时，无需连接 74LS48 芯片。只需要把显示内容的 8421 码按从低位到高位顺序连接到 A、B、C、D 输入脚即可。

## 3. 七段数码管的扫描式显示

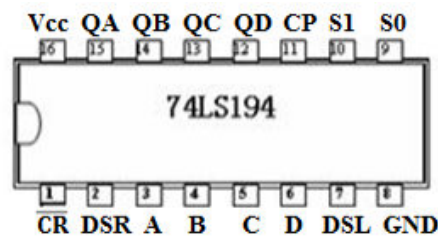
对多位数字显示采用扫描式显示可以节电，这一点在某些场合很重要。对于某些系统输出的数据，应用扫描式译码显示，可使电路大为简化。利用数码管的余辉效应和人眼的视觉暂留效应，虽然在某一时刻只有一个数码管在显示，但人眼看到的是多个数码管“同时”被点亮的效果。有些系统，例如计算机、某些 A/D 转换器，就是以这样的形式输出数据的。对于如下图所示 4 联装七段数码管显示电路，1、2、3、4 端口接数码管的位选通信号（共阴极数码管，则低电平有效），4 位七段数码管 a-g 并联接入 74LS48 的译码输出端口，则 74LS48 的输入端口需接显示数字的 8421 码。要使数码管不同位显示不同数字，则需要由选通信号控制多路开关，先后送出（由高位到低位或由低位到高位）十进制的 8421 码，并同时选通对应位的数码管，即显示内容（8421 码）和位选通信号是一一对应的送出。当扫描速度足够快时，4 位数码管看起来同时显示不同数字。



如下图所示 Ds1-Ds4 为上述 4 联装七段数码管显示电路的选通信号，Ds1、Ds2、Ds3、Ds4 依次接入数码管 1、2、3、4 位选通引脚。假定系统按先高位后低位的顺序送出显示内容（8421 码）至 A、B、C、D 输入引脚，则当 8421 码输入千位数时 Ds1 送出低电平，当 8421 码输入百位数时 Ds2 送出低电平，.....一般作为选通信号的低电平相邻之间有一定的间隔。



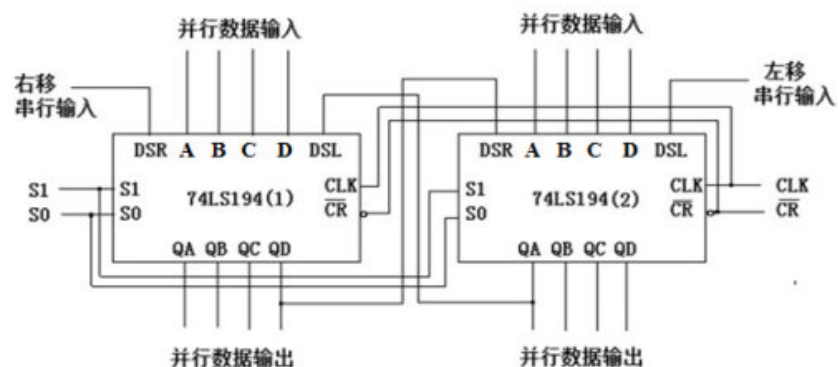
#### 4. 双向移位寄存器 74LS194



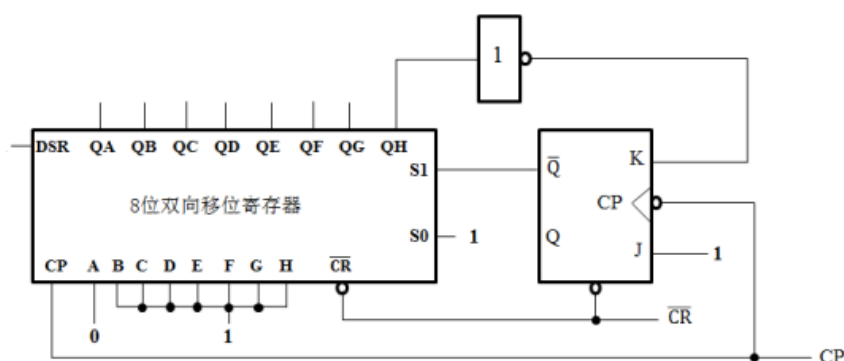
74LS194 为移位寄存器。它具有左移、右移，并行送数、保持及清除等五项功能。其引脚图如图所示。其中 $\overline{CR}$ 为清零端，CP 为时钟输入端，S0、S1 为状态控制端，DSR 为右移数据串行输入端，DSL 为左移数据输入端，A、B、C、D 为并行数据输入端，QA、QB、QC、QD 为数据输出端。74LS194 功能表如下表所示。







根据四节拍顺序脉冲信号发生器实现原理，使用 8 位双向移位寄存器和 J-K 触发器可搭建八节拍顺序脉冲信号发生器电路。如下图所示，8 位双向移位寄存器的  $\overline{CR}$  为清零端，CP 为时钟输入端（上升沿触发），S0、S1 为状态控制端，DSR 为右移数据串行输入端，DSL 为左移数据输入端，A、B、C、D、E、F、G、H 为并行数据输入端，QA、QB、QC、QD、QE、QF、QG、QH 为数据输出端。



八节拍顺序脉冲发生器工作原理和四节拍顺序脉冲发生器一致。工作开始时，必须首先进行清零。当  $\overline{CR}$  负脉冲过后双向移位寄存器数据输出端 QA、QB、QC、QD、QE、QF、QG、QH 全为零，J-K 触发器  $=1$ ，因而  $S1=S0=1$ ，实现并行送数。

当第一个脉冲的上升沿到达后，QA、QB、QC、QD、QE、QF、QG、QH 置入 01111111，CP 下降沿到达后 J-K 触发器  $J=1$ ， $K=0$ ，则  $=0$ ，即  $S1=0$ ， $S0=1$ ，实现右移功能。在 CP 作用下 QA、QB、QC、QD、QE、QF、QG、QH 输出依次为 10111111，11011111，11101111，11110111，11111011，11111101，11111110。第八个 CP 下降沿到达后又使 J-K 触发器  $J=K=1$ ，则  $=1$ ，即  $S1=S0=1$ ，8 位双向移位寄存器并行送数，实现第二个循环。

数字电路实验箱上数码管是共阴极，其位选通端 1~8 均为低电平有效，所以可直接用八节拍顺序脉冲发生器的输出接位选通端，不用再加非门，即可按照八节拍顺序脉冲发生器低电平出现的次序逐位点亮数码管。

## 五、实验内容

1. 在数字电路实验箱器件实验模式下，自行设计电路在 LED 数码管同时显示出 8 位学号。要求使用示波器记录时钟信号、8 位数码管位选通信号以及 4 位 8421 码的波形。将七段数码管的位选信号和每一位显示数据 8421 码一一对应，利用数码管的余辉效应和人眼的视觉暂留效应，选择合适的扫描频率逐位显示数据，以达到多个数码管“同时”显示不同数据效果。
2. 在数字电路实验箱器件实验模式下，进行 74LS194 功能测试。74LS194 的 CP 接手动正脉冲， $\overline{CR}$  接手动负脉冲，A、B、C、D 接模拟开关，QA、QB、QC、QD 接 LED“0-1”显示器。按下表顺序操作，先测试 74LS194 的清零功能，然后通过并行送数功能将 74LS194 输出端 QA、QB、QC、QD 初始状态设置为 0110，接下来分别测试 74LS194 的左移和右移功能，记录并检查数字电路实验箱的 LED“0-1”显示器输出是否符合下表中 QA、QB、QC、QD 的输出。

时钟		清零	S <sub>1</sub>	S <sub>0</sub>	DSL	DSR	并行送数				输出			
计数	CP	$\overline{CR}$					A	B	C	D	QA	QB	QC	QD
1		0	×	×	×	×	×	×	×	×	0	0	0	0
2		1	1	1	×	×	0	1	1	0	0	1	1	0
3		1	1	0	1	×	×	×	×	×	1	1	0	1
4		1	1	0	1	×	×	×	×	×	1	0	1	1
5		1	1	0	1	×	×	×	×	×	0	1	1	1
6		1	0	1	×	1	×	×	×	×	1	0	1	1
7		1	0	1	×	1	×	×	×	×	1	1	0	1
8		1	0	1	×	1	×	×	×	×	1	1	1	0
9		1	0	1	×	1	×	×	×	×	1	1	1	1

3. 在数字电路实验箱器件实验模式下，根据实验原理使用 74LS194 和 J-K 触发器实现四节拍顺序脉冲发生器。将四节拍顺序脉冲发生器的输出端接入 LED“0-1”显示器，检查并记录 74LS194 的输出 QA、QB、QC、QD 是否符合四节拍发生器的循环。
4. 在数字电路实验箱器件实验模式下，根据实验原理使用 74LS194 和 J-K 触发器实现八节拍顺序脉冲发生器。将八节拍顺序脉冲发生器的输出端接入 LED“0-1”显示器，检查并记录 74LS194 的输出 QA、QB、QC、QD 是否符合八节拍发生器的循环。

5. 在数字电路实验箱器件实验模式下，参考实验七段数码管的扫描式显示原理，实现 8 位七段数码管的扫描译码显示电路。采用八节拍顺序脉冲发生器输出信号作为七段数码管位选信号（八节拍顺序脉冲发生器的输出端 QA、QB、QC、QD、QE、QF、QG、QH 接入七段数码管位选通端 1~8）。七段数码管的 BCD 码输入端连接数字电路实验箱上的模拟开关。切换实验箱上连入八节拍顺序脉冲发生器 CP 端的连续脉冲输出频率为 1Hz、10kHz 和 2MHz，观察并描述七段数码管的显示有何不同。
6. 在数字电路实验箱器件实验模式下，自行设计电路在 8 位七段数码管同时显示出 8 位学号。要求使用示波器数字通道截图并记录时钟信号、8 位七段数码管位选通信号以及 4 位 BCD 码的波形。

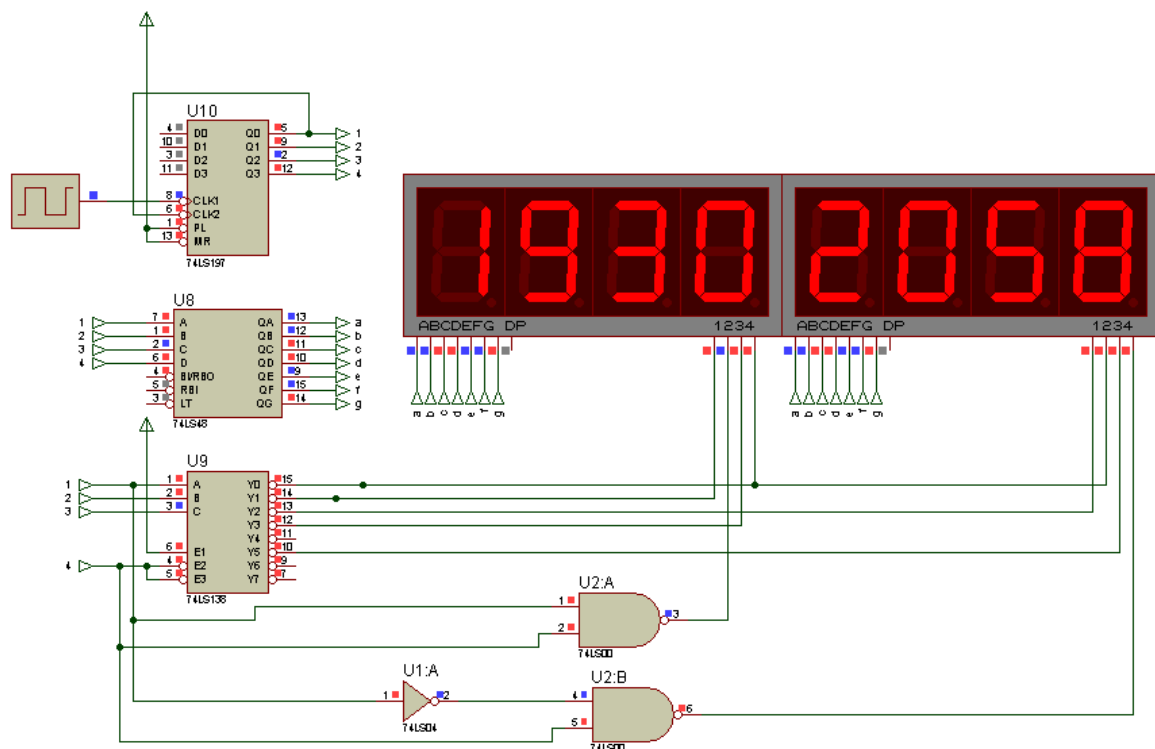
## 六、实验设计与结果分析

### 1. 用七段数码管显示学号

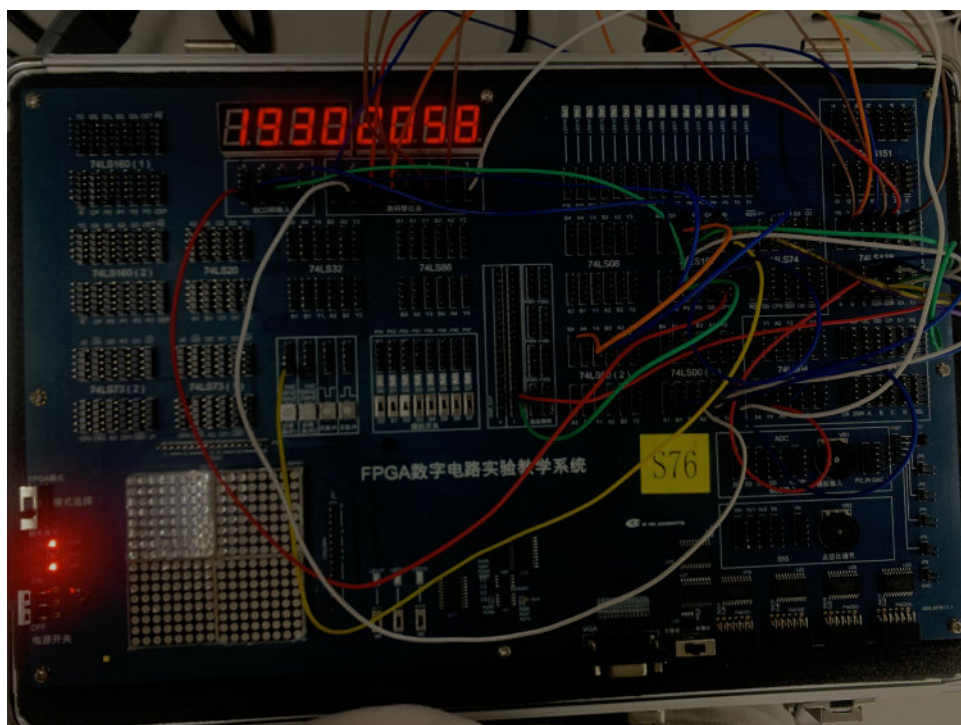
#### 内容决定位置的显示方法

由于将 74LS197 改造成 16 进制计数器时，每个计数周期中有约三分之一时间七段数码管都做灭灯处理，故在显示时会显得很暗。这里将 74LS97 改造成十进制计数器，即将 Q0 与 Q3 接一个 74LS00（与非门）接入异步清零端  $\overline{MR}$  即可。考虑 8, 9 的 BCD 码为 1000 与 1001，故只需判断 1, 4 两位，即可得到选通输出。1, 4 直接接 74LS00（与非门）即为 9 的选通输入，将 1 取反后与 4 接 74LS00（与非门）即为 8 的选通输入，然后把对应显示数字的选通信号接到相应的位置即可。具体为 Y1 接第一个数码管，Y1 接第一个数码管，9 接第二个数码管，Y3 接第三个数码管，Y0 接第四、六个数码管，Y2 接第五个数码管，Y5 接第七个数码管，8 接第八个数码管。

仿真接线如下（仿真时无需考虑亮度，故仍为 16 进制计数器）：



实验接线如下：



位置决定内容的显示方法

列出真值表如下：

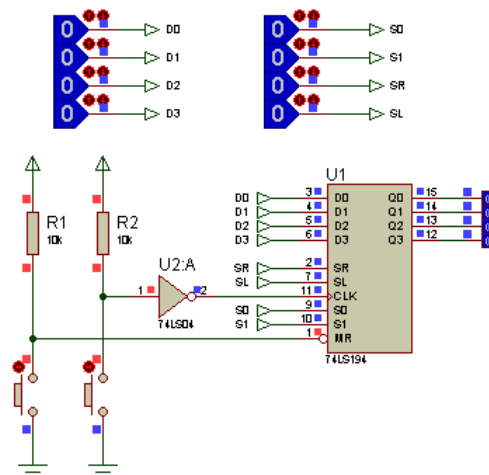




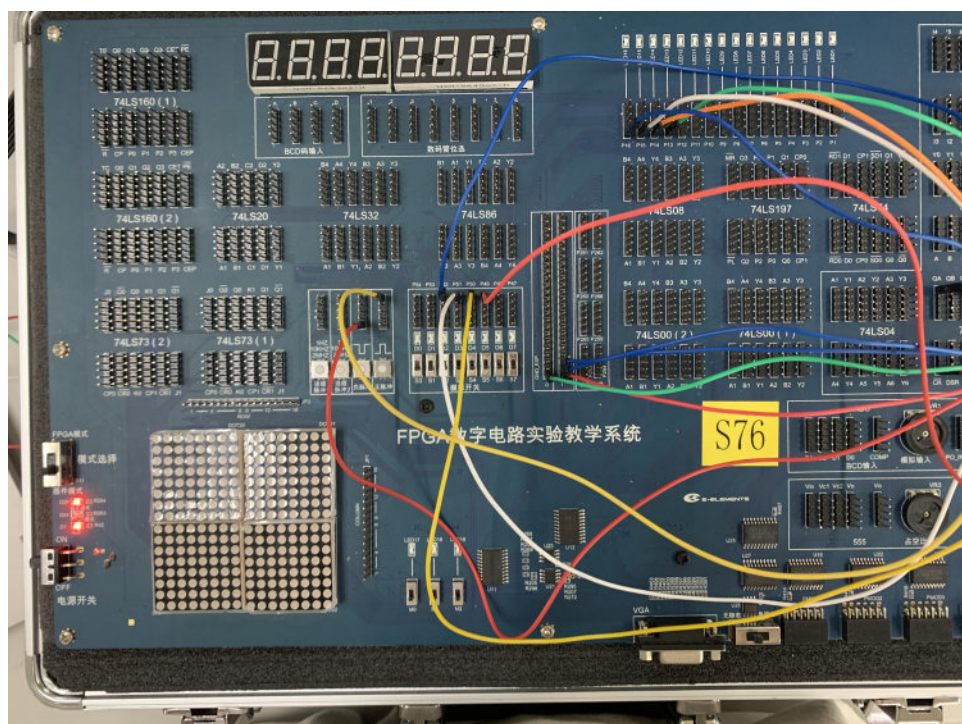
2、在数字电路实验箱器件实验模式下，进行 74LS194 功能测试。74LS194 的 CP 接手动正脉冲， $\overline{CR}$  接手动负脉冲，A、B、C、D 接模拟开关，QA、QB、QC、QD 接 LED“0-1”显示器。

74LS194 的清零功能测试

仿真接线：

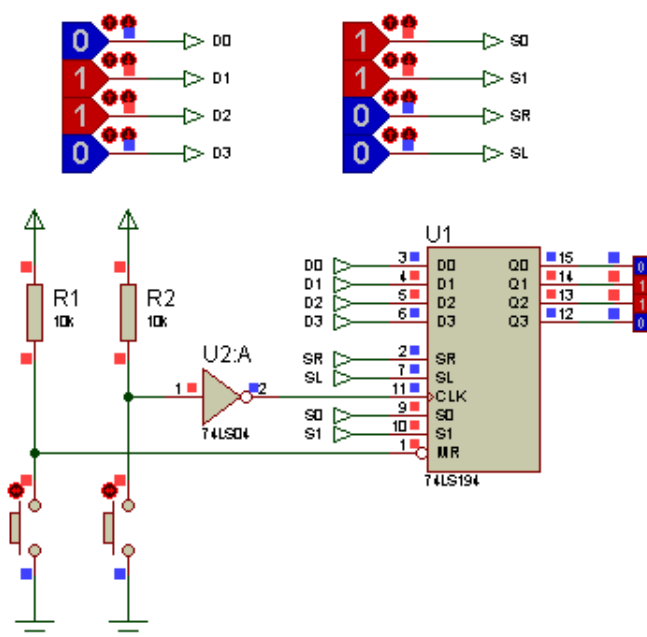


这里用button搭建了两个简易的手动脉冲，做为清零负脉冲输入与时钟正脉冲输入实验接线：



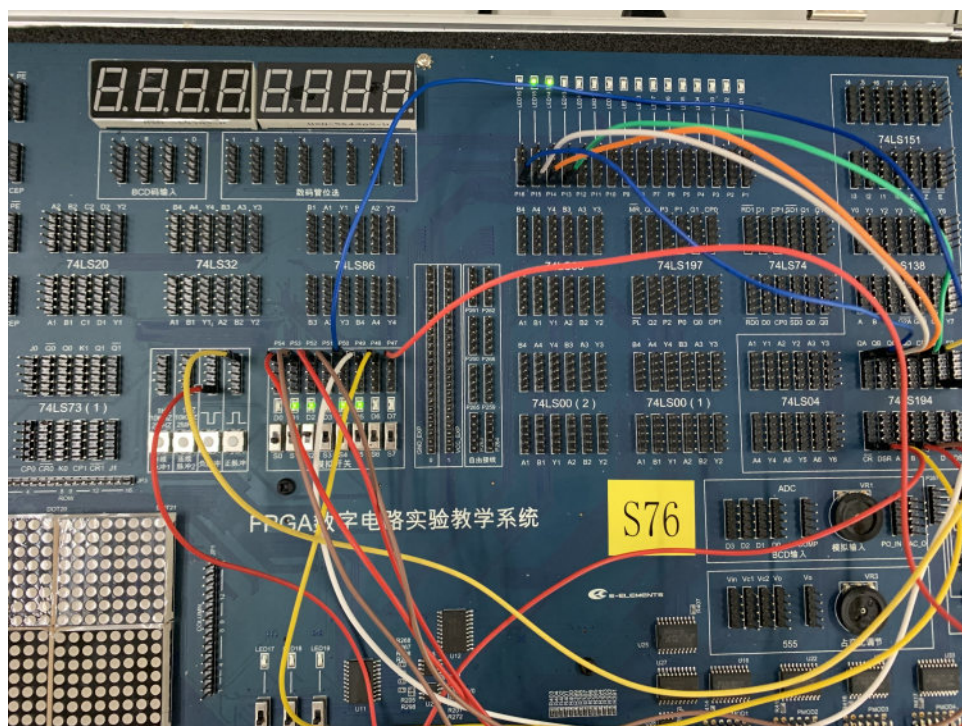
通过并行送数功能将 74LS194 输出端 QA、QB、QC、QD 初始状态设置为 0110

仿真接线：



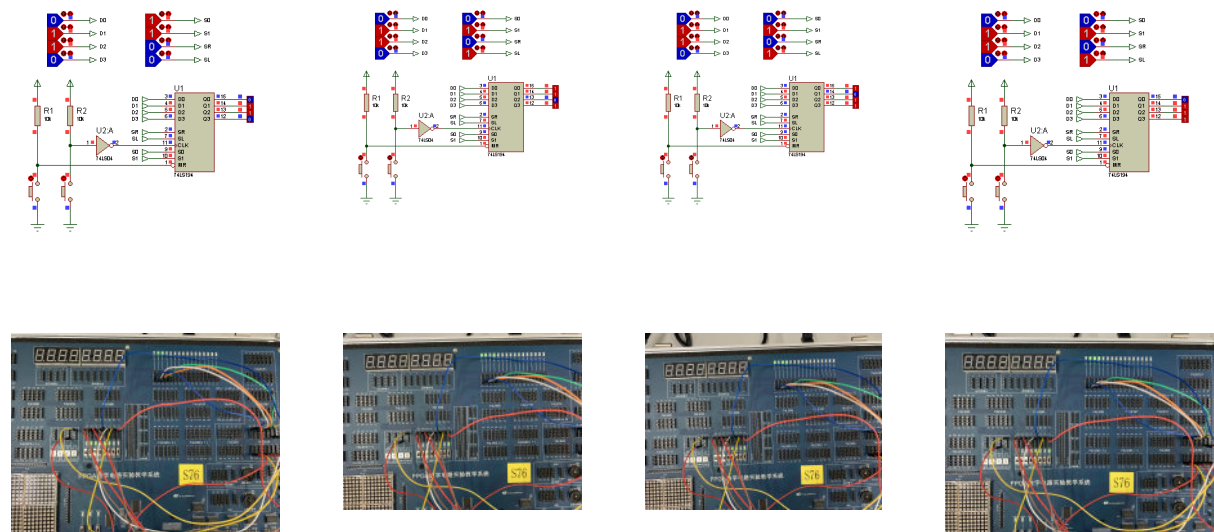
## 实验接线

接线细节：模拟开关S0-S3为并行送数端A，B，C，D，模拟开关S4，S5为输入S0，S1，模拟开关S6为DSR，模拟开关S7为DSL。

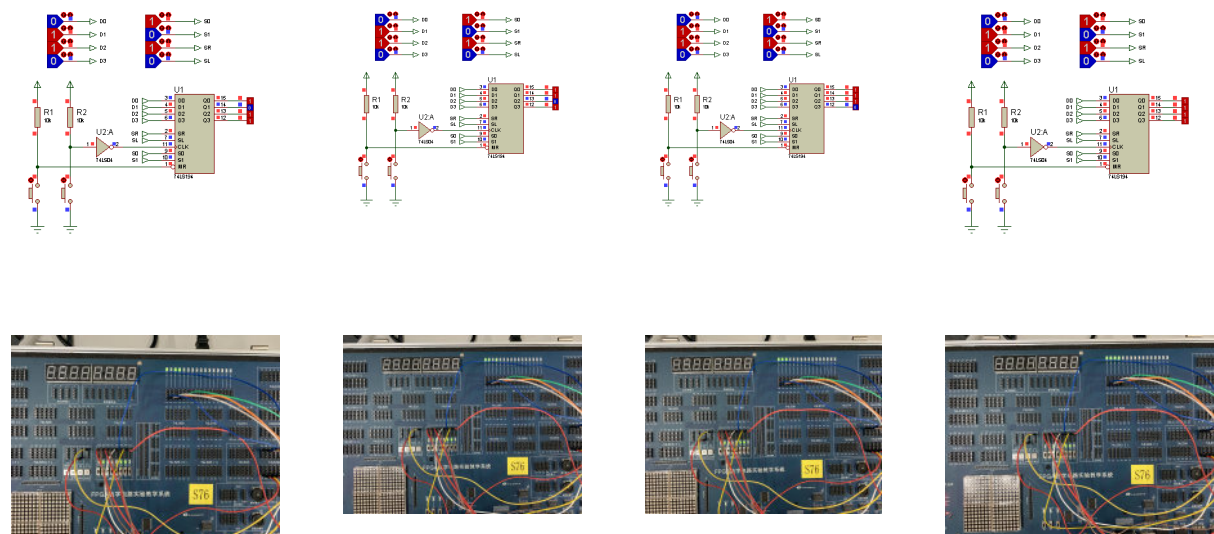




## 测试左移功能



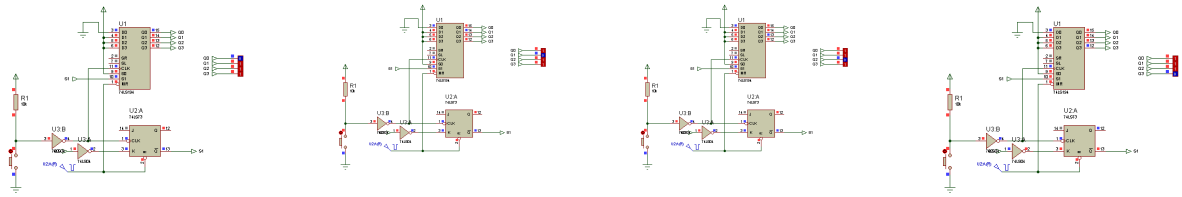
## 测试右移功能



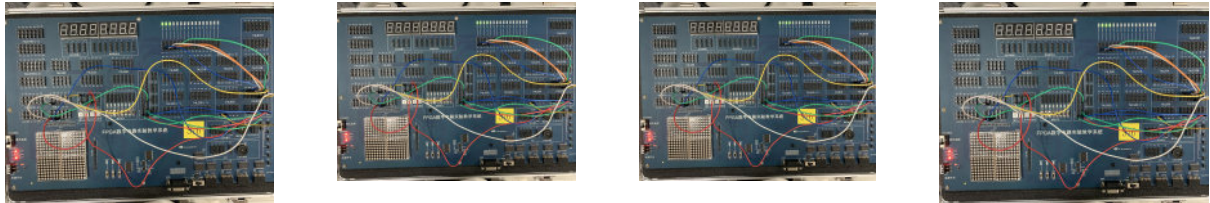
符合实验原理中的表格，故74LS194没有问题。

3.在数字电路实验箱器件实验模式下， 根据实验原理使用 74LS194 和 J-K 触发器实现四节拍顺序脉冲发生器。 将四节拍顺序脉冲发生器的输出端接入LED“0-1”显示器， 检查并记录 74LS194 的输出 QA、 QB、 QC、 QD 是否符合四节拍发生器的循环。

仿真结果

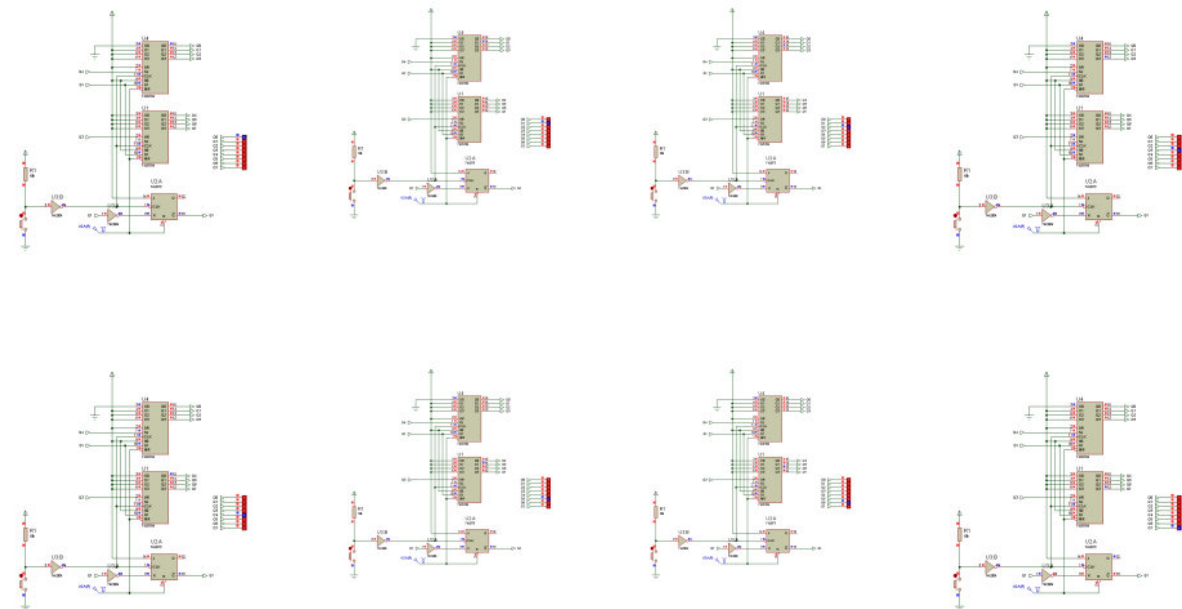


## 实验结果

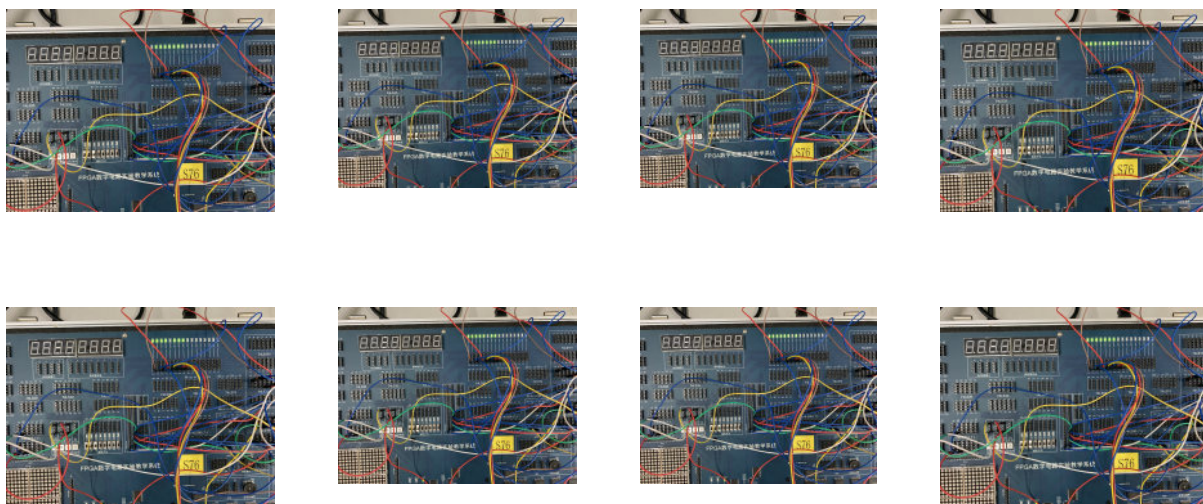


4.在数字电路实验箱器件实验模式下， 根据实验原理使用 74LS194 和 J-K 触发器实现八节拍顺序脉冲发生器。 将八节拍顺序脉冲发生器的输出端接入LED“0-1”显示器，检查并记录 74LS194 的输出 QA、 QB、 QC、 QD 是否符合八节拍发生器的循环。

## 仿真结果



## 实验结果

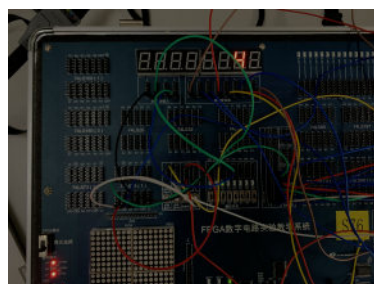


5.在数字电路实验箱器件实验模式下，参考实验七段数码管的扫描式显示原理，实现8位七段数码管的扫描译码显示电路。采用八节拍顺序脉冲发生器输出信号作为七段数码管位选信号（八节拍顺序脉冲发生器的输出端QA、QB、QC、QD、QE、QF、QG、QH接入七段数码管位选通端1~8）。七段数码管的BCD码输入端连接数字电路实验箱上的模拟开关。切换实验箱上连入八节拍顺序脉冲发生器CP端的连续脉冲输出频率为1Hz、10kHz和2MHz，观察并描述七段数码管的显示有何不同。

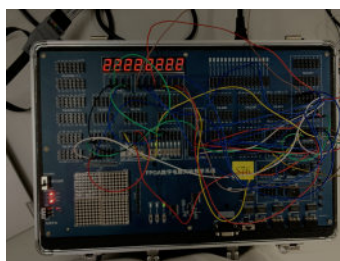
1Hz时，由于频率较低，为一位一位显示。

10kHz时，同时显示，无异常

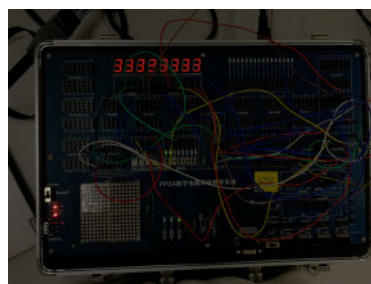
2MHz时，由于频率较高，有可能出现屏闪情况，猜测为74LS194与JK触发器触发沿不同导致的



1Hz



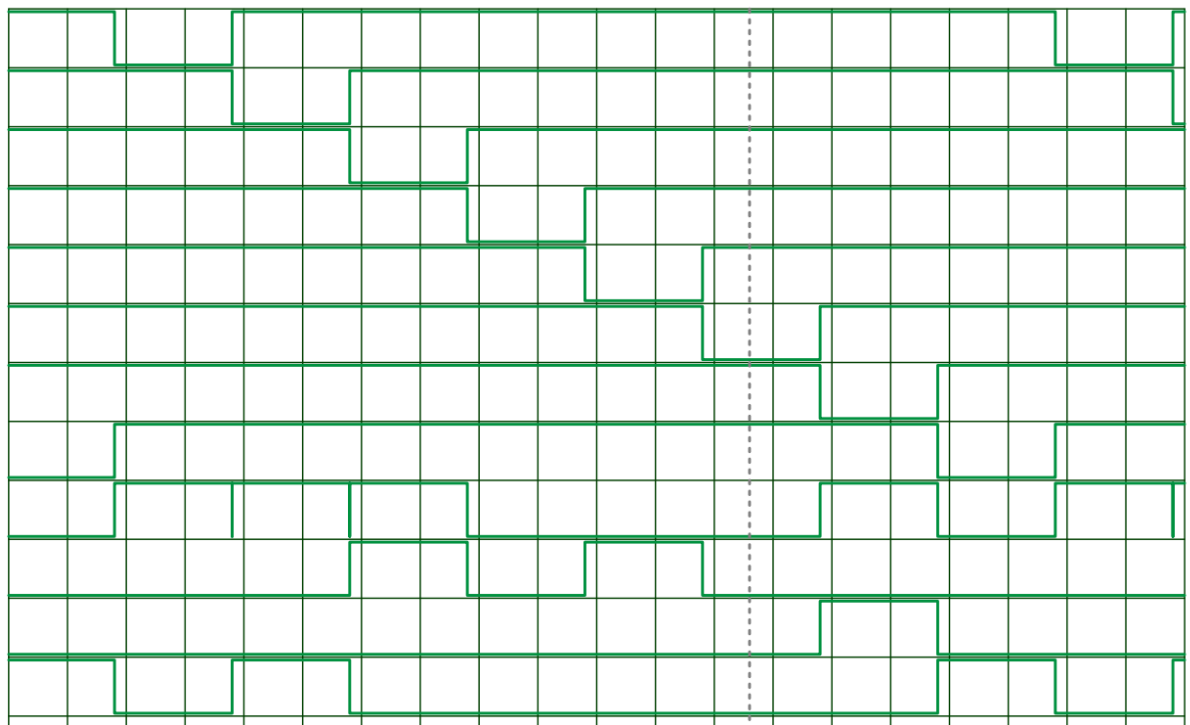
10kHz



2MHz

6.在数字电路实验箱器件实验模式下，自行设计电路在8位七段数码管同时显示出8位学号。要求使用示波器数字通道截图并记录时钟信号、8位七段数码管位选通信号以及4位BCD码的波形。

这里有两种思路，第一种为利用八节拍脉冲器产生的信号经过一编码器作为数码管的BCD输入，由于实验箱上无编码器芯片，故在仿真环境下利用门电路搭建了一个类似的电路，但由于所用门过多，没有在实验箱上实现。



9 0 f ö ò 0 1 [ f Ũ ± :



3	2	1	D	C	B	A
0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	1	0	0	1
0	1	0	0	0	1	1
0	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	0
1	0	1	0	0	0	0
1	1	0	0	1	0	1
1	1	1	1	0	0	0

由真值表得到逻辑表达式：

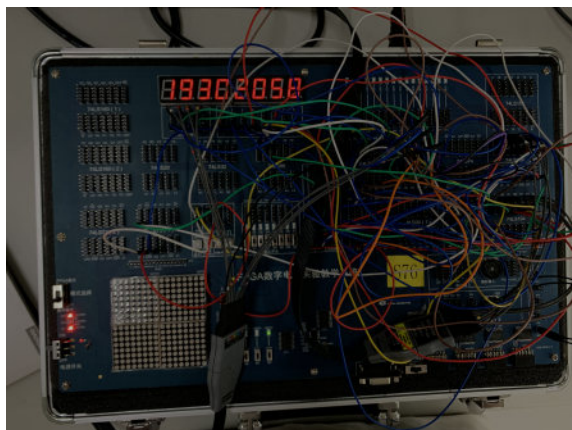
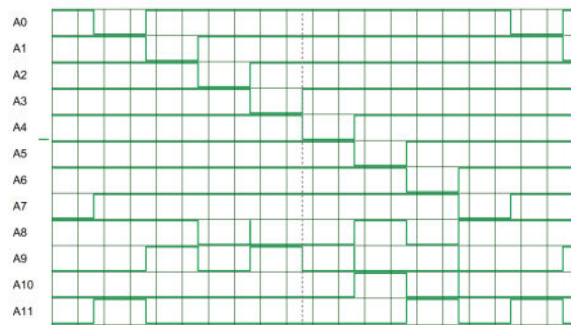
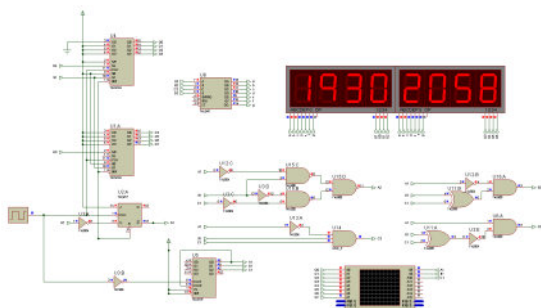
$$A = \overline{I_1} I_2 + \overline{I_2} \overline{I_3}$$

$$B = \overline{I_1} (I_2 \oplus I_3)$$

$$C = \overline{I_1} I_2 I_3$$

$$D = I_1 \overline{(I_2 \oplus I_3)}$$

仿真接线如下



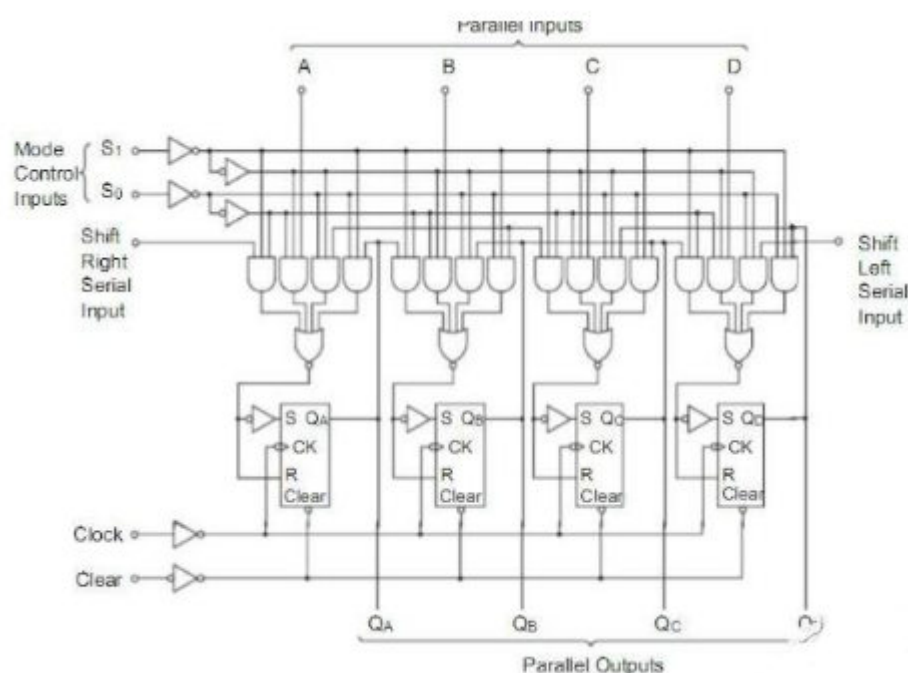
## 七、思考与提高

1. 在学号显示电路的设计中，如将 74LS197（十六进制计数或十进制计数时）的 Q2-Q0 作为 74LS138 译码器输入端，74LS138 的 Y0-Y7 作为数码管选通信号输出端。当学号中出现 0、8、1、9 时，是否会出现显示错误？请分析原因，并说明应如何改进电路的设计。

本人设计的位置决定显示和显示决定位置的学号显示电路都没出现这种情况...但如果把频率调至 2MHz，将 74LS197（十六进制计数或十进制计数时）的 Q2-Q0 作为 74LS138 译码器输入端会出现所有数据都不显示的，可能为频率过高导致的。也可能我无意中设计出了改进后的电路...

2. 上述实验步骤 2 中，四节拍顺序脉冲发生器开始工作时，必须先清零，即按一下  $\overline{CR}$  接的数字电路实验箱上的手动负脉冲按键，否则四节拍顺序脉冲发生器的输出（即 74LS194 的 QA、QB、QC、QD）可能会出现哪些异常状态？

由 74LS194 的内部结构图知，其由四个 D 触发器组成。若在使用前不清零，可能导致无法并行送数，使输出一直为 0。

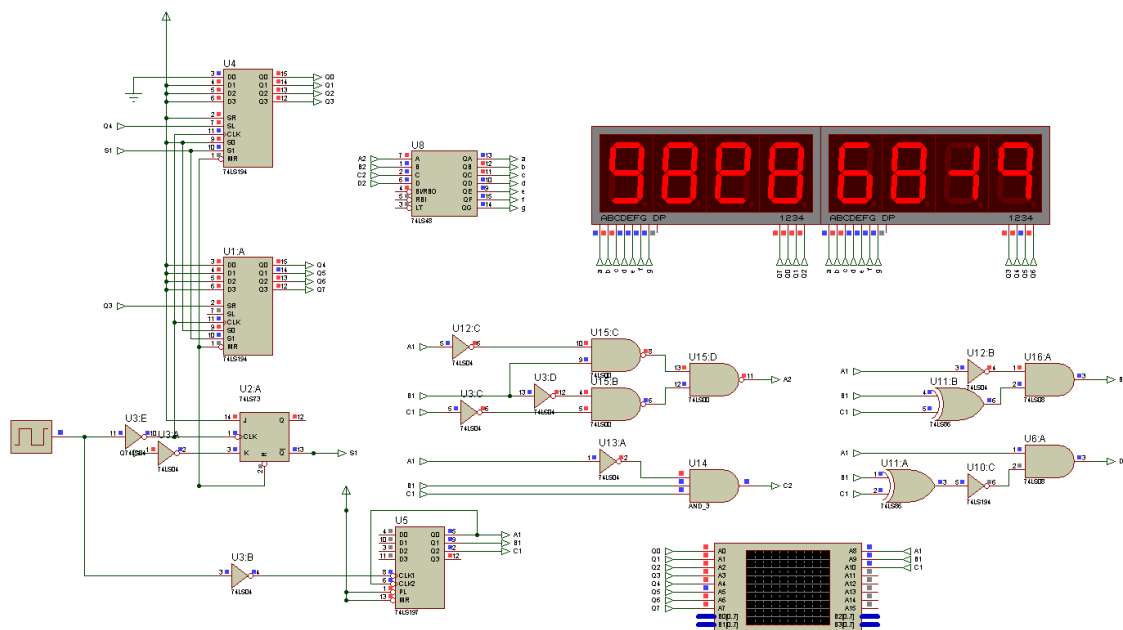


3. 上述实验步骤 3 中，八节拍顺序脉冲发生器电路中如果采用的下降沿触发的 8 位双向移位寄存器，八节拍顺序脉冲发生器的输出端 QA、QB、QC、QD、QE、QF、QG、QH 会出现怎样的状态？

当直接将 74LS194 和 74LS73 的时钟连接到外部时钟输入时，由于 74LS194 是上升沿触发，而 74LS73 是下降沿触发，因此二者的触发时机始终保持半个时钟周期的相位差。因此，按照分析，JK 触发器改变控制信号 S 后，移位寄存器

有足够的时间（半个周期）等待控制信号稳定并输出结果。若加上非门使得二者触发沿相同，则其移位效果类似环形计数器是同步触发的，其预留的建立时间极短，可能导致输出Q出现0，1不定的情况。

10kHz，仿真运行如下，出现乱码，在1Hz运行时，会出现每一位先正确显示，然后变为8，再转至下一位显示。



#### 4. 分析并比较在实验 3.6 和本章节中学号显示电路的设计思路有何不同

利用74LS194设计学号显示电路时，由于已经产生了一个八节拍信号，故只需将八节拍信号作为数码管选通输入，然后利用门电路将八节拍改造为对应的BCD输入即可，该方法即为位置决定内容的显示方法。对于74LS194来说，利用位置决定内容的显示方法设计电路十分简便。

而3.6节的实验中，既可以利用位置决定内容的显示方法，也可以利用内容决定位置的显示方法。对于位置决定内容的方法，可以通过74LS197产生的BCD计数器作为选通信号，然后利用门电路将各位的显示数字表示出来。对于内容决定位置的方法，可以将74LS197产生的BCD计数器作为译码输入，同样再利用门电路将译码输入转化为相应的选通输入即可。

## 八、实验中遇到的问题与实验所得

1. 在实验中出现了使用较多杜邦线的情况，并且由于杜邦线型号不一，有的连接牢固，有的则不然。所以在接线时，很容易出现接了一根，松了另一根的情况。这里十分考验心理素质，接线完成后，若显示有误，不仅需要检查器

件是否使用正确，还要检查接线是否出现问题。需要沉下心来检查，不能急躁。

2. 本次实验中最终示波器的结果显示也有一些小毛刺出现，这主要也是由于最开始的 74LS197 等器件异步计数产生的延迟效应，在短时间能出现尖状信号，即为毛刺，实际实验过程中可通过在串行异步计数的位置引入非门或通过降低输入信号频率来减少毛刺的出现。
3. 在实验过程中出现74LS197信号与八节拍信号存在相位差的情况，通过按下清零端可以解决。原因猜测为存在传输延时以及噪声干扰，74LS194内部的触发器时序建立需要时间，故造成相位差。
4. 实验所得：将书本上学习的关于74LS194的知识付诸实践，掌握了如何将双向移位寄存器改造为四节拍脉冲发生器和八节拍脉冲发生器，掌握了利用余晖效应使数码管同时亮起的方法，掌握了位置决定内容和内容决定位置两种学号显示电路的设计