



# 数字逻辑设计大作业

题目： 基于 Proteus 仿真软件的  
汉字与数字显示

姓 名 张瑞程

学 号 22354189

院 系 智能工程学院

专 业 智能科学与技术

指导教师 魏亮亮

2024 年 7 月

# 数字逻辑设计课程设计

张瑞程 22354189

## 一、仿真平台

Window 10 专业版、Proteus 8 Professional

## 二、元件选择

74LS197 异步十六进制计数器，MATRIX-8X8-RED8\*8 点阵，74LS138 译码器，74LS48 显示译码器、7SEG-MPX4-CC-BLUE 数码管、74LS04 非门、74LS00 二输入与门、74LS21 四输入与门

## 三、关键元件介绍

### 74LS197 异步十六进制计数器

74LS197 可以实现二进制、八进制加法计数功能，同时稍作扩展，即可实现十六进制计数。采用“低位片循环一周，向高位片进一位”的级联扩展方式，将二进制加法计数单元和八进制加法计数单元级联起来，就可以实现十六进制加法计数器，即四位二进制加法计数器，此时，整个计数器组成了异步时序逻辑电路的结构。下图为 74LS197 的芯片封装图和功能示意图：

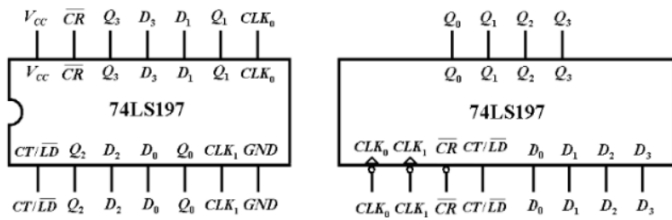


图 1：74LS197 芯片封装图

74LS197 的输入包括 4 个输入数据端  $D_3$ 、 $D_2$ 、 $D_1$ 、 $D_0$ 、2 个下降沿有效的时钟信号  $CLK_1$  和  $CLK_2$ 、

2 个其他输入控制端 CT 和 CR。输入端为 4 个输出状态端  $Q_3$ 、 $Q_2$ 、 $Q_1$ 、 $Q_0$ 。74LS197 的完整逻辑功能表如下图所示：

输 入								输 出				说 明	
CR	CT / LD	CLK <sub>0</sub>	CLK <sub>1</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>	Q <sub>3</sub> <sup>n+1</sup>	Q <sub>2</sub> <sup>n+1</sup>	Q <sub>1</sub> <sup>n+1</sup>	Q <sub>0</sub> <sup>n+1</sup>		
0	×	×	×	×	×	×	×	0	0	0	0		异步清零，低有效
1	0	×	×	d <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>0</sub>	d <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>0</sub>		异步置数，低有效
1	1	↓	0	×	×	×	×	1 位二进制加法计数					Q <sub>0</sub>
1	1	0	↓	×	×	×	×	3 位二进制加法计数					Q <sub>3</sub> Q <sub>2</sub> Q <sub>1</sub>
1	1	↓	Q <sub>0</sub>	×	×	×	×	4 位二进制加法计数					Q <sub>3</sub> Q <sub>2</sub> Q <sub>1</sub> Q <sub>0</sub>
1	1	Q <sub>3</sub>	↓	×	×	×	×	4 位二进制加法计数					Q <sub>0</sub> Q <sub>3</sub> Q <sub>2</sub> Q <sub>1</sub>
1	1	1	1	×	×	×	×	保 持					

表 1：74LS197 逻辑功能表

本实验中选择使用第一种 4 位二进制加法计数器的构造方法，即  $CLK_1$  输入脉冲信号， $CLK_2$  输入  $Q_0$  的输出信号。其他控制端按照运行要求接 1 或接 0 即可。

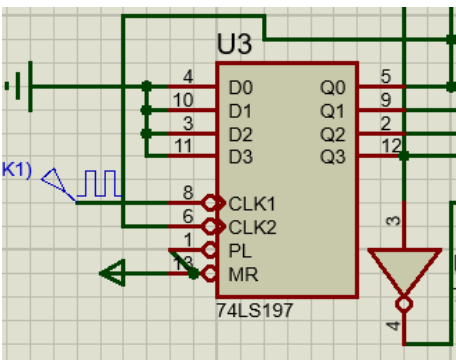


图 2：扩展方案

### 8×8 点阵

点阵为数字电路中常用的元件。Proteus 提供了 4 种单色的点阵：

MATRIX-8X8-BLUE	DISPLAY	8x8 Blue LED Dot Matrix Display
MATRIX-8X8-GREEN	DISPLAY	8x8 Green LED Dot Matrix Display
MATRIX-8X8-ORANGE	DISPLAY	8x8 Orange LED Dot Matrix Display
MATRIX-8X8-RED	DISPLAY	8x8 Red LED Dot Matrix Display

其中蓝绿橙三色的点阵极性相同，红色的与之相反。在本实验选择的红点阵中，上排端口控

制列选择（高电平有效），下排端口控制行选择（低电平有效）。

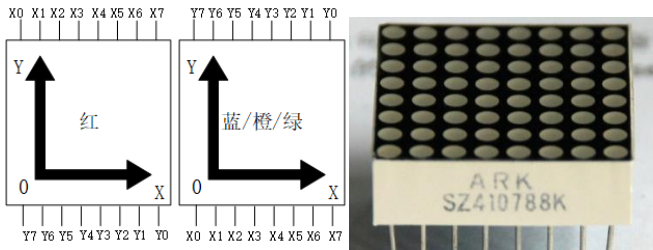


图 3：8×8 点阵原理图、实物图

74LS48 显示译码器

74LS48 是一种集成电路，是一种 BCD-七段译码器, 可将 BCD 码转换为七段显示器所需的信号。它具有四个 BCD 输入引脚（A，B，C，D）和七个输出引脚（a，b，c，d，e，f，g），每个输出引脚对应七段显示器的一个段。当输入 BCD 码时，译码器会将其转换为七段显示器的信号，从而在七段显示器上显示对应的数字。74LS48 具有低功耗、高可靠性、广泛的工作电压范围等特点，常用于数字计数器、时钟、电子表等电子设备中。

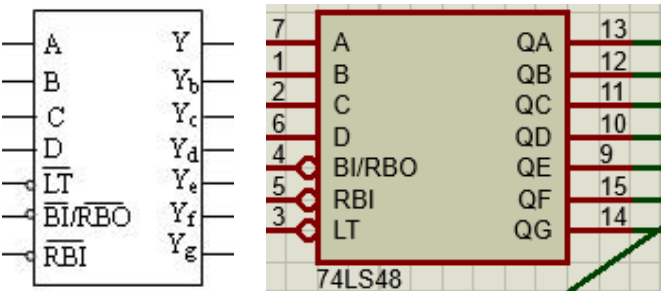


图 4：74LS48 芯片封装图

7 段显示译码器 74LS48 是输出高电平有效的译码器，74LS48 除了有实现 7 段显示译码器基本功能的输入(DCBA)和输出(Ya ~ Yg)端外，

7448 还引入了灯测试输入端(LT)和动态灭零输入端(RBI)，以及既有输入功能又有输出功能的消隐输入/动态灭零输出(BI/RBO)端。以下为

74LS48 的逻辑功能表：

输 入				BI/		输 出							显示 字符
LT	RBI	DCBA	RBO	Y <sub>a</sub>	Y <sub>b</sub>	Y <sub>c</sub>	Y <sub>d</sub>	Y <sub>e</sub>	Y <sub>f</sub>	Y <sub>g</sub>			
1	1	0000	1	1	1	1	1	1	1	0	0		
1	X	0001	1	0	1	1	0	0	0	0	1		
1	X	0010	1	1	1	0	1	1	0	1	2		
1	X	0011	1	1	1	1	1	0	0	1	3		
1	X	0100	1	0	1	1	0	0	1	1	4		
1	X	0101	1	1	0	1	1	0	1	1	5		
1	X	0110	1	0	0	1	1	1	1	1	6		
1	X	0111	1	1	1	1	0	0	0	0	7		
1	X	1000	1	1	1	1	1	1	1	1	8		
1	X	1001	1	1	1	1	0	0	1	1	9		
1	X	1010	1	0	0	0	1	1	0	1	.		
1	X	1011	1	0	0	1	1	0	0	1	.		
1	X	1100	1	0	1	1	0	0	1	1	.		
1	X	1101	1	1	0	0	1	0	1	1	.		
1	X	1110	1	0	0	0	1	1	1	1	.		
1	X	1111	1	0	1	1	0	0	0	0	.		

表 2：74LS48 逻辑功能表

7SEG-MPX4-CC-BLUE 数码管

7SEG-MPX4-CC-BLUE 数码管是一种常用的数字显示器，它可以驱动 4 位共阳极的七段数码显示管。数码管的 A B C D E F G DP 代表一个管子里面的 7 个 LED 灯和小数点，右边 4 个数值（1 2 3 4）是指 4 个数码管的选通控制信号（由于是共阳极，因此低电平信号选通）。

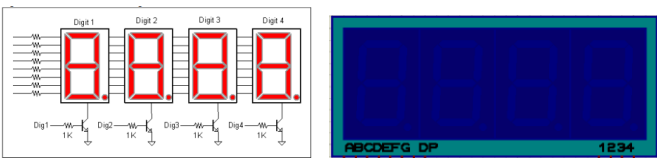


图 5：7SEG-MPX4-CC-BLUE 数码管

74LS138 译码器

74LS138 译码器在课堂上详细讲过，不再赘述。

四、设计思路

1. 使用点阵显示“中大”

(1) 基本思路：

首先，使用 74LS197 和 74LS138 配合构建八位序列脉冲发生器，从而实现对点阵的行（或列）扫描。然后，确定扫描到该行时，那些列的点阵需要被点亮。对于不同行需要点亮同一列的情况，可以使用与非门解决。

(2) 实现细节

<1>脉冲序列发生器设计

实现点阵显示需要为其提供扫描信号。由于实验中选择点阵为 8×8 形状，因此只需要八位的脉冲序列发生器进行扫描。虽然 74LS197 为十六进制计数器，但完全可以当作八位计数器使用（只连接 Q0,Q1,Q2 前三个端口即可）。

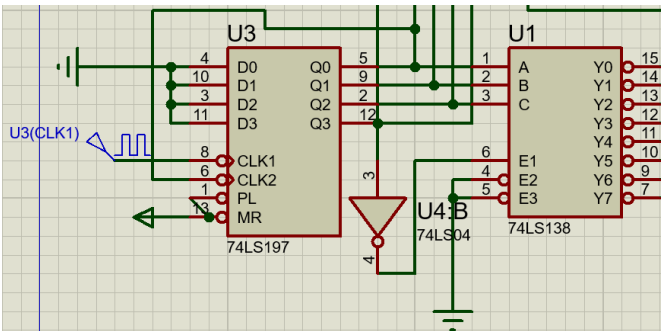


图 6：脉冲序列发生器设计方案

注意！尽管汉字显示仅需要八位计数器，但这里 74LS197 仍使用了十六位计数的方式，这是因为后续的数码管时间显示需要 10 个状态值。74LS197 实现十进制计数可通过两种不同的方式（见上文元件介绍），这里我选择将 Q0 接到 CLK2，

此时十六进制计数的从低到高输出端口分别为 Q1,Q2,Q3,Q4。

<2>扫描显示

在完成扫描信号构建后，需要令点阵在扫描到某一行时，准确点亮对应的列。在设计中，为方便连线，我将点阵进行了顺时针横置，横置后，左侧接口控制行选择（低电平有效，因此可以直接与 74LS138 译码器的输出端相连），右侧端口控制列选择（高电平有效，因此需要将 74LS138 的输出取反后与之相连）。

以“大”字为例，当扫描到第八行时（74LS138 的 Y7 端口为 0，Y0~Y6 为 1），需要点亮第 1、2、7、8 列，此时保证 Y7 取反的信号能输入到这些列中。对于扫描到不同行时需点亮同一列的情况，可以使用与非门实现：

- 选用与门：当未扫描到该行时，Yi 输出为 1，而在与门中，输入为 1 意味着放弃对该门控的控制权，不影响其他输入为 0 的信号产生作用；
- 选用非门：红色点阵的列选中为高电平有效，而 74LS138 输出的为低电平信号，故需要进行取反操作。

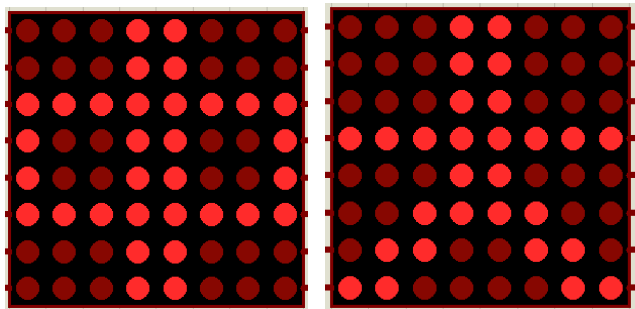


图 7：点阵显示

## 2. 使用数码管显示时间

### (1)基本思路：

将十六位计数器 74LS197 的输出端（4 个端口）与显示译码器 74LS48 的输入端（4 个端口）直接相连,再将 74LS48 的 7 个输出口与 7SEG-MPX4-CC-BLUE 数码管的 A,B,C,D,E,F,G 的对应端口相连。此时，数码管实现了从 0 到 9 的扫描（当然，输入大于 9 时也会有形状输出，但并不是我们想要的），接下来，我们需要通过控制 7SEG-MPX4-CC-BLUE 数码管的 1、2、3、4 四个选择端，在对应的时机显示出对应的数字（比如，在扫描到数字“9”时，应是数码管 1 的第二位显示，而扫描到数字“0”时，应使数码管 2 的第二位显示），再利用高频显示的视觉残留原理，实现 1924 和 2024 的稳定显示。

### (2)实现细节

#### <1>译码器设计：

由于数字存在 0 到 9 十个数，仅使用一个 74LS138 译码器不易实现，因此本设计中选用两个 74LS138 译码器（下面称为片 1、片 2）构建

十六进制译码器。

根据课堂上所讲的方法，可以将 74LS197 十六位计数器的最高位 Q3 取反后的状态与片 1 的控制端 E1（高电平有效）相连、未取反的状态与片 2 的控制端 E1（高电平有效）相连。当 Q3 为 0 时（此时计数值小于 8），片 1 工作输出，片 2 不工作；当 Q3 为 1 时（此时计数大于等于 8），片 2 工作，片 1 不公正。这样就形成了片 1 为低位、片 2 为高位的十六进制译码器。

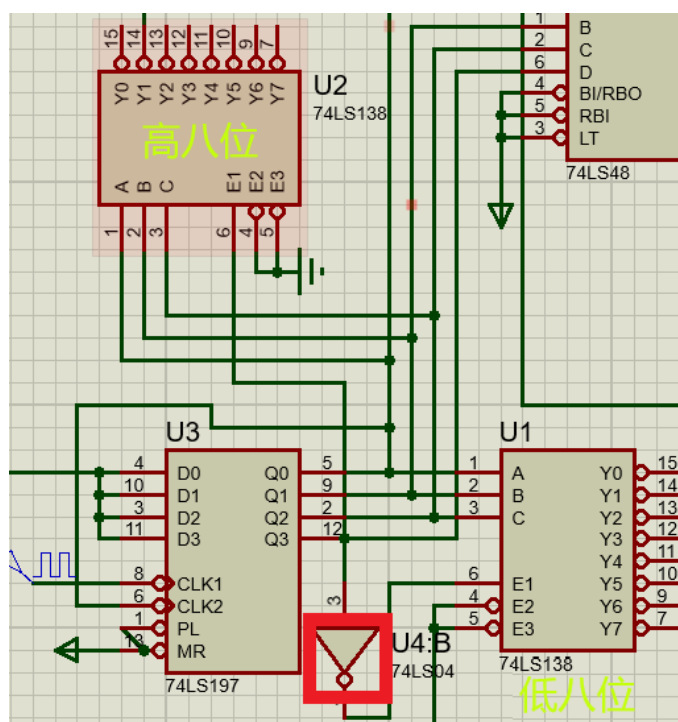


图 8：十六进制译码器设计思路

#### <2>显示选择

将 74LS197 的四个计数输出端与 74LS48 的四个输入端对应相连后，即可实现数码管从 0 到 9 的循环扫描（输入大于 1001 时也会有相应形状，但不是我们需要的），接下来做的是在合适的时机，控制数码管做出相应的显示。

当计数器输出为 0001 时，74LS48 译出的形状为“1”，同时，两片 74LS138 译码器中仅有低位片的 Y1 端口被选通。根据我们的需要，此时应该令显示“1924”的数码管的第一位显示，因此，可以直接从 Y1 输出口拉出一条引线连到数码段显示控制端的第二个端口。以此类推，不再重复叙述。

五、整体设计展示

上述设计实现了在一个扫描周期内，两个数码管的各位先后显示出对应的数字。尽管显示时刻并不相同，但在将计数频率调高后，由于人眼的视觉残留原理。即可实现稳定形态的显示输出。

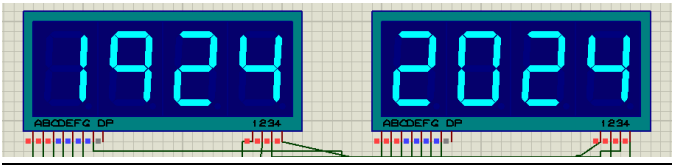
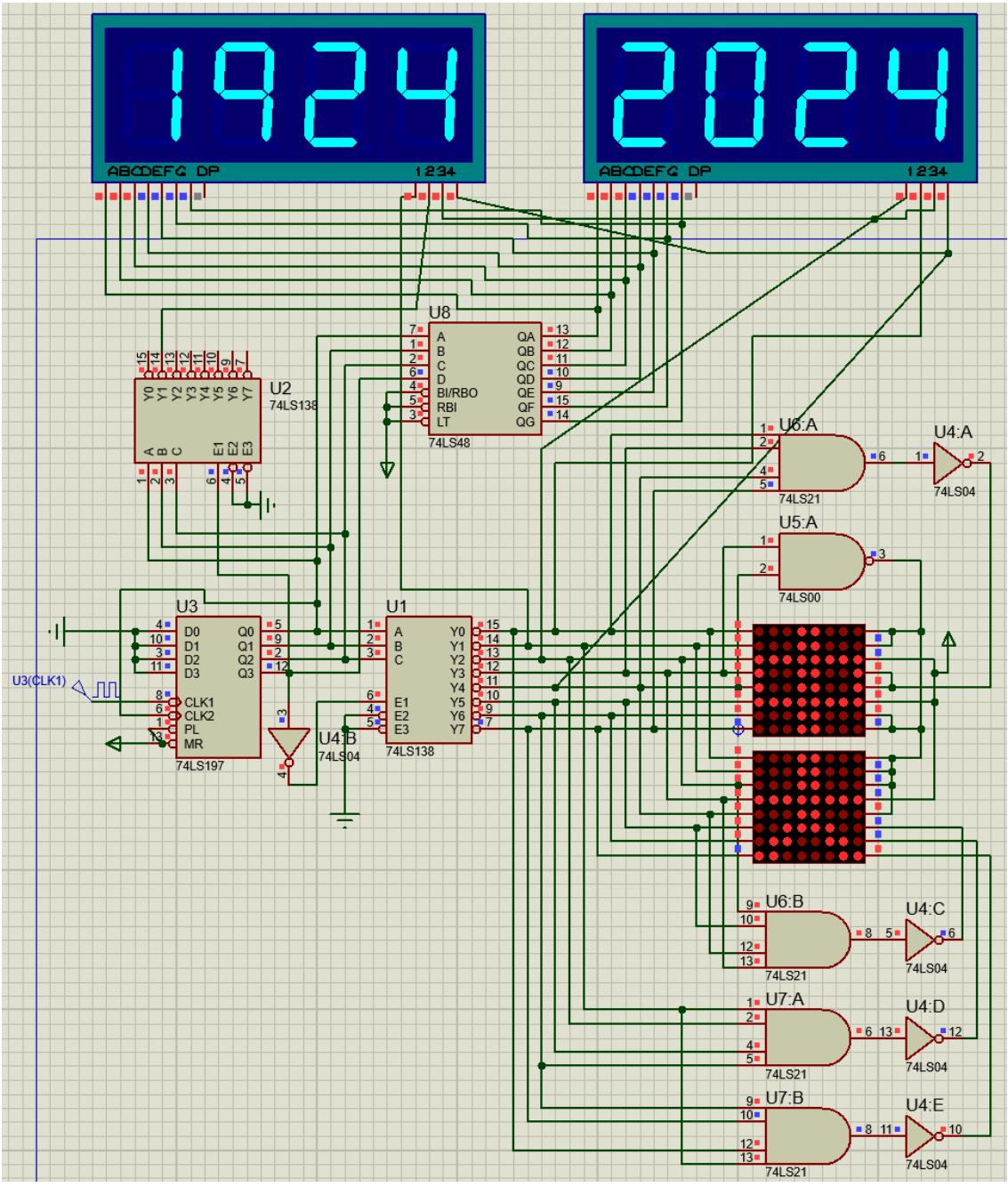
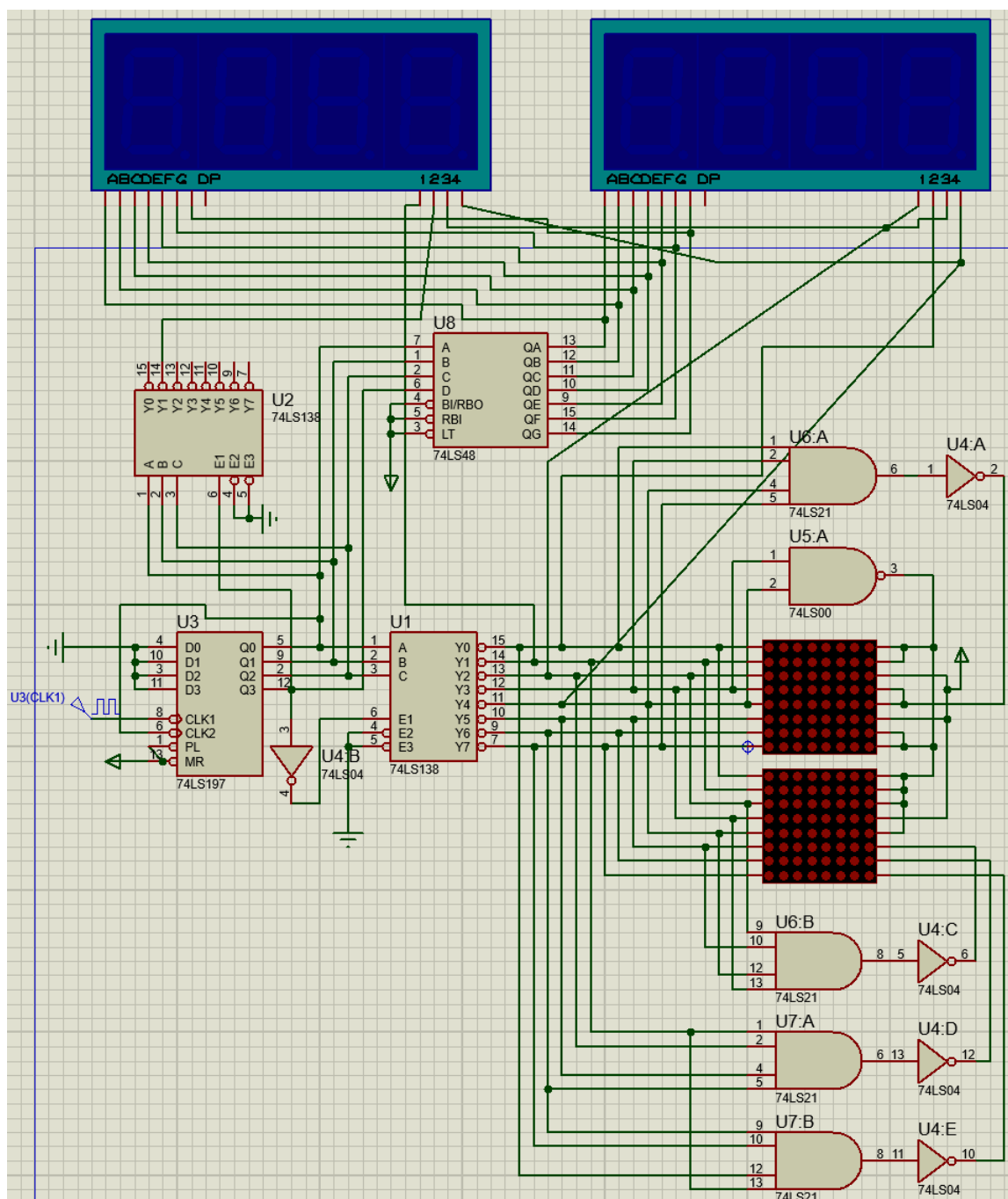


图 9：数码管显示结果







## 六、实验心得

在本次课程设计中，我深入学习和实践了如何在 Proteus 环境下利用点阵和数码管实现特定信息的显示。通过这个项目，我不仅加深了对数字逻辑设计的理论知识，还锻炼了我的实践操作能力和问题解决能力。

在设计初期，我首先熟悉了 Proteus 软件的基本操作，这是完成整个设计的基础。接着，我查阅资料学习了异步十六进制计数器 74LS197、数码管等元件的相关知识，理解了其工作原理和在显示设计中的应用。

随后，我根据《数字逻辑设计》指导书和 PPT 中的相关内容，设计了点阵显示电路和数码管显示

电路。在设计数字显示部分时，我使用了 74LS197 计数器、138 译码器、74LS48 显示译码器以及数码管。特别是对于数字 8 和 9 的显示，我采用了两个 138 译码器来实现，这是根据老师的建议进行的设计。对于汉字“中”和“大”的显示，我采用了 8\*8 点阵的设计方法。这个过程需要对每个汉字的点阵进行编码，以确保它们能被正确显示。

在设计过程中，我遇到了不少挑战，比如在编码点阵时需要细心地处理每个像素点，以及在连接电路时需要确保每个组件都能正确协同工作。通过不断尝试和调整，我逐步解决了这些问题。同时，如何优雅的布线、如何使用更少的元件完成要求的功能，这些都是非常值得思考的问题。

最终，我成功实现了“中大 1924-2024”的扫描显示，并将其整理成课程大报告以 PDF 形式提交。这个过程中，我学会了如何将理论知识应用到实际问题中，并且提高了我的电路设计和仿真技能。

总的来说，这次课程设计是一次宝贵的学习经历，它不仅增强了我的专业技能，也锻炼了我的创新思维和解决问题的能力。我期待将这些经验应用到未来的学习和工作中。