

实验报告

姓名: 林宏宇 学号: 23320093

一、 实验内容

数据选择器电路原理及应用

74LS151 是一种八选一数据选择器，它能从一组输入数据中选出某一个信号输出，也被称为多路开关。同时 74LS151 也是一种中规模集成电路器件 (MSI)，它本身是为实现数据选择的逻辑功能而设计的，但由于它们的输入、输出关系的一些特点，我们也可以用它来实现任意四输入变量的组合逻辑电路。

二、 实验目的

- 熟悉译码器的功能与使用方法。
- 掌握用中规模集成电路 (MSI) 设计的组合逻辑电路的方法。

三、 实验任务

- 在实验箱上使用 74LS151 实现 AU(Arithmetic Unit, 算术单元)设计。

设计一个带控制端的半加半减器，输入为 S、A、B，其中 S 为功能选择口。当 S=0 时，输出 Y 为 A+B 及进位 C_n；当 S=1 时，输出 Y 为 A-B 及借位 C_n。

表 6-3 带控制端的半加半减器功能表

S	输入 1	输入 2	输出 Y	进/借位 C _n
0	A	B	A+B	进位
1	A	B	A-B	借位

- 在实验箱上使用 74LS151 实现 LU(Logic Unit, 逻辑单元)设计。

设计一个函数发生器电路它的功能如下表 6-4 所示。输入为 S₀、S₁、A、B，其中 S₀、S₁ 为功能选择口。当 S₀、S₁ 取 0、1 不同组合时，A、B 进行相应的与、或、非、异或运算，输出运算结果 Y。

表 6-4 函数发生器功能表

输入		输出
S ₁	S ₀	Y
0	0	A · B
0	1	A+B
1	0	A⊕B
1	1	\bar{A}

在实验箱上进行静态测试和动态测试，验证电路功能的正确性。动态测试时要求使用示波器数字通道观测并记录 CP（时钟）、S₁、S₀、A、B、Y 波形，并分析波形之间的相位关系。

四、 实验仪器及器件

1. 仿真软件：Proteus8
2. 实验仪器：数字电路试验箱、示波器。
3. 主要器件：74LS00, 74LS197, 74LS151

五、 实验过程

1. AU 真值表、逻辑表达式已经在实验五中说明

S	A	B	Y	Cn
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0

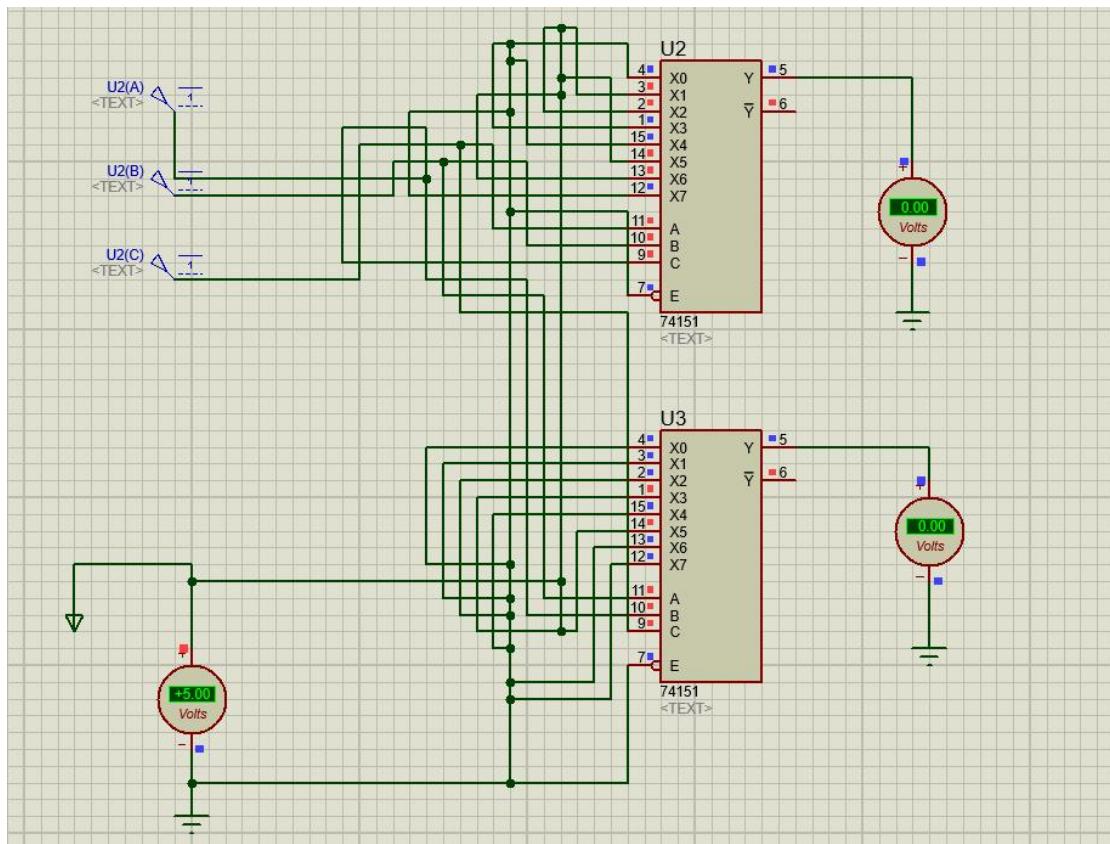
化简表达式

$$Y = Y_1 + Y_2 + Y_3 + \overline{Y_6} \overline{m_1} \overline{m_2} \overline{m_5} \overline{m_6}$$

$$C_n = Y_3 + Y_5 = \overline{\overline{m_2} \overline{m_5}}$$

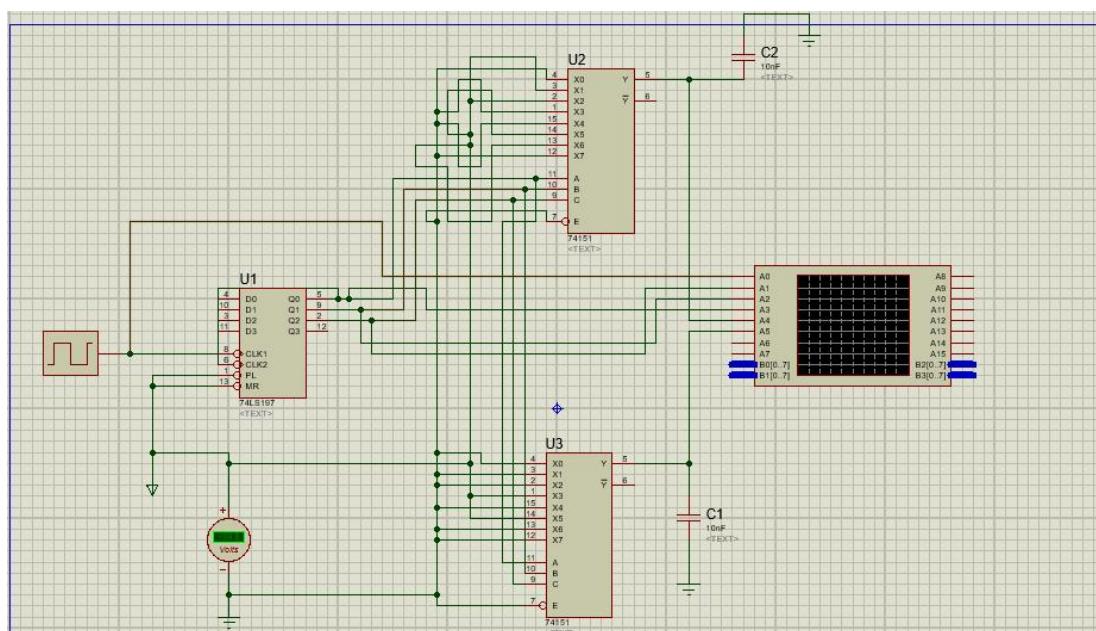
则在需要的端口接高电平，其他接低电平

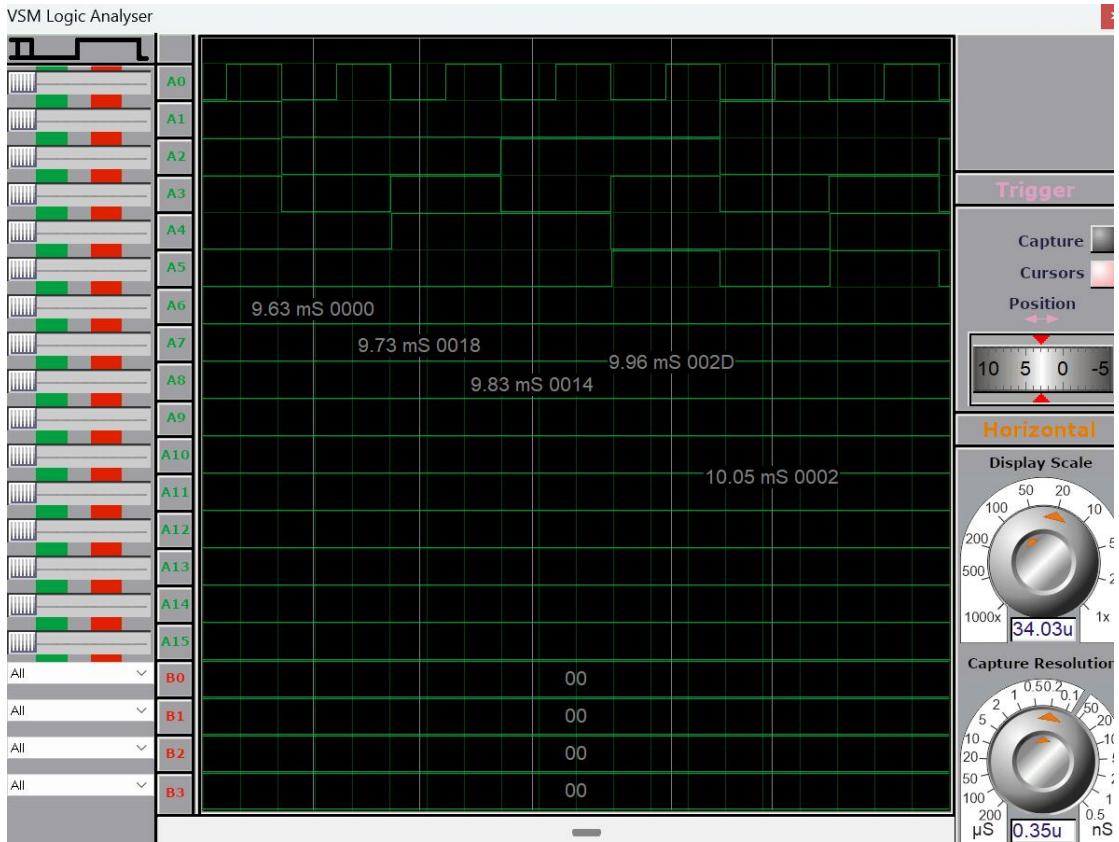
2. AUProteus 静态模拟



当 A=1 B=1 S=1, 输出 Cn=0 Y=0, 正确。

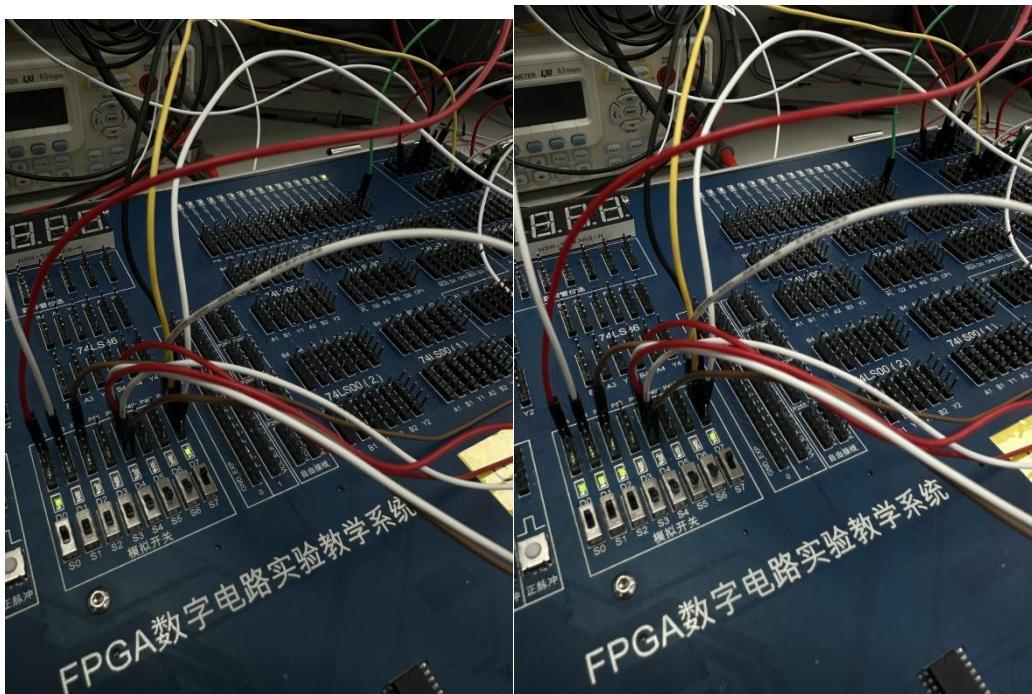
3. AUProteus 动态模拟



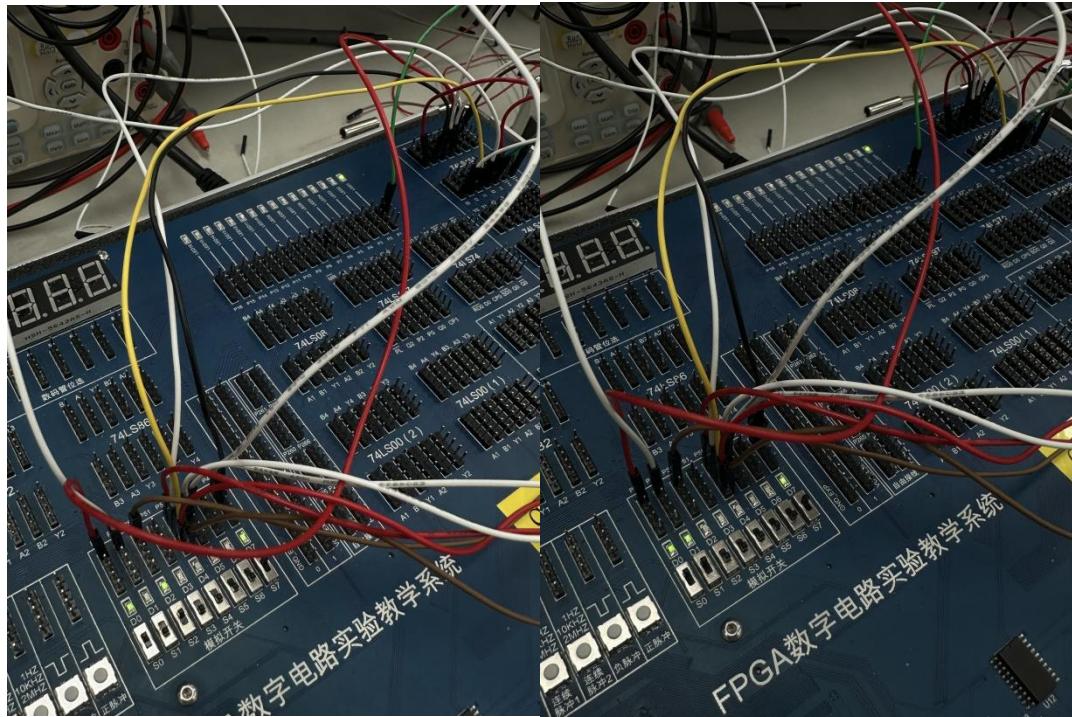


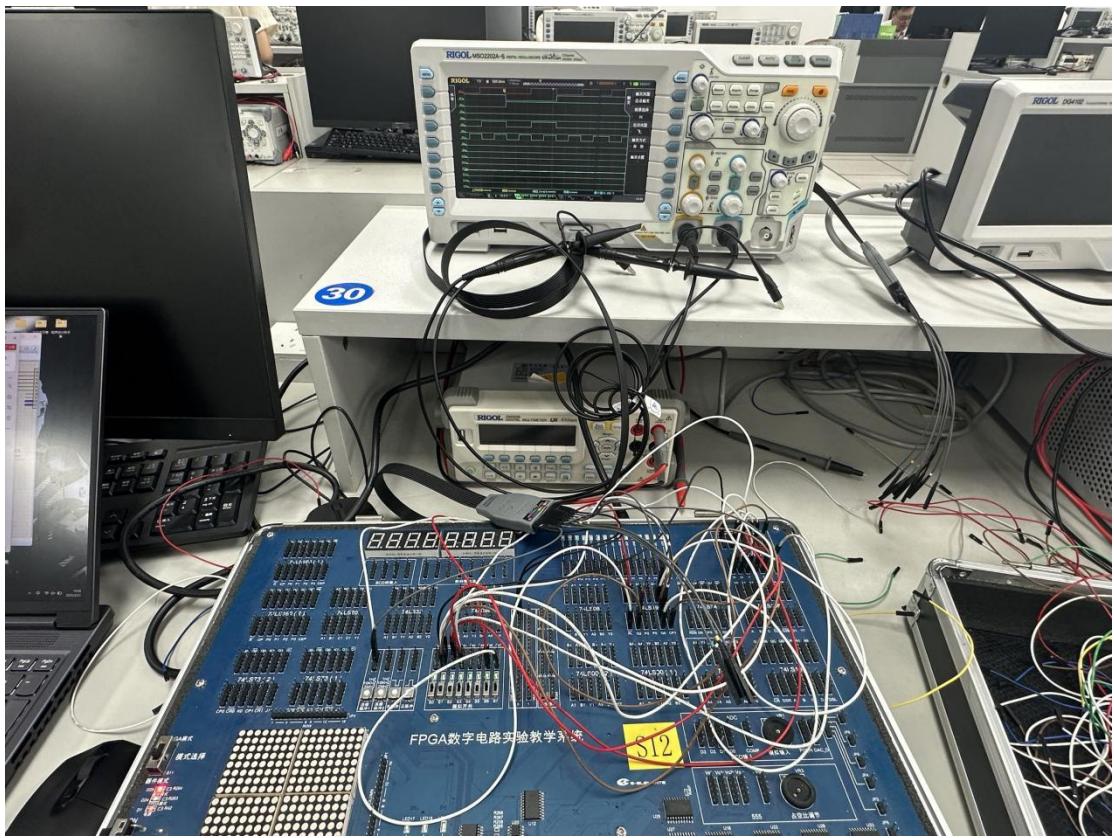
4. AU 实验箱静态测试

Y:

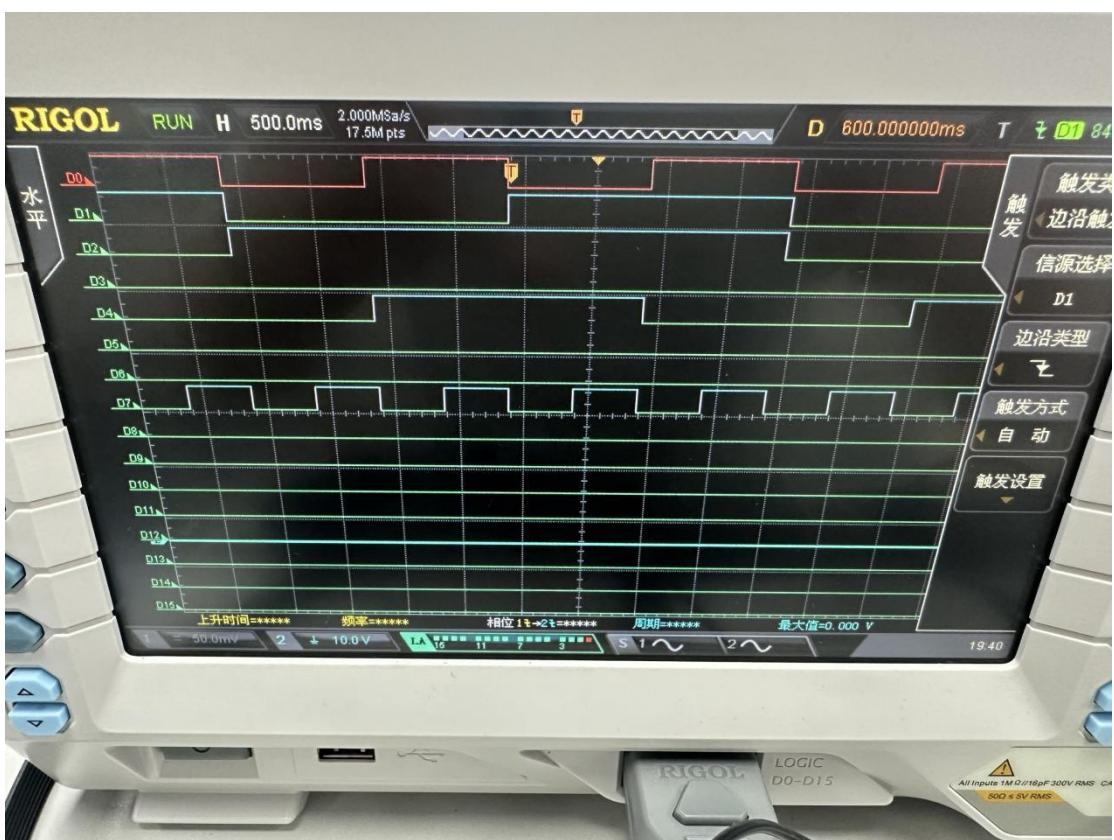


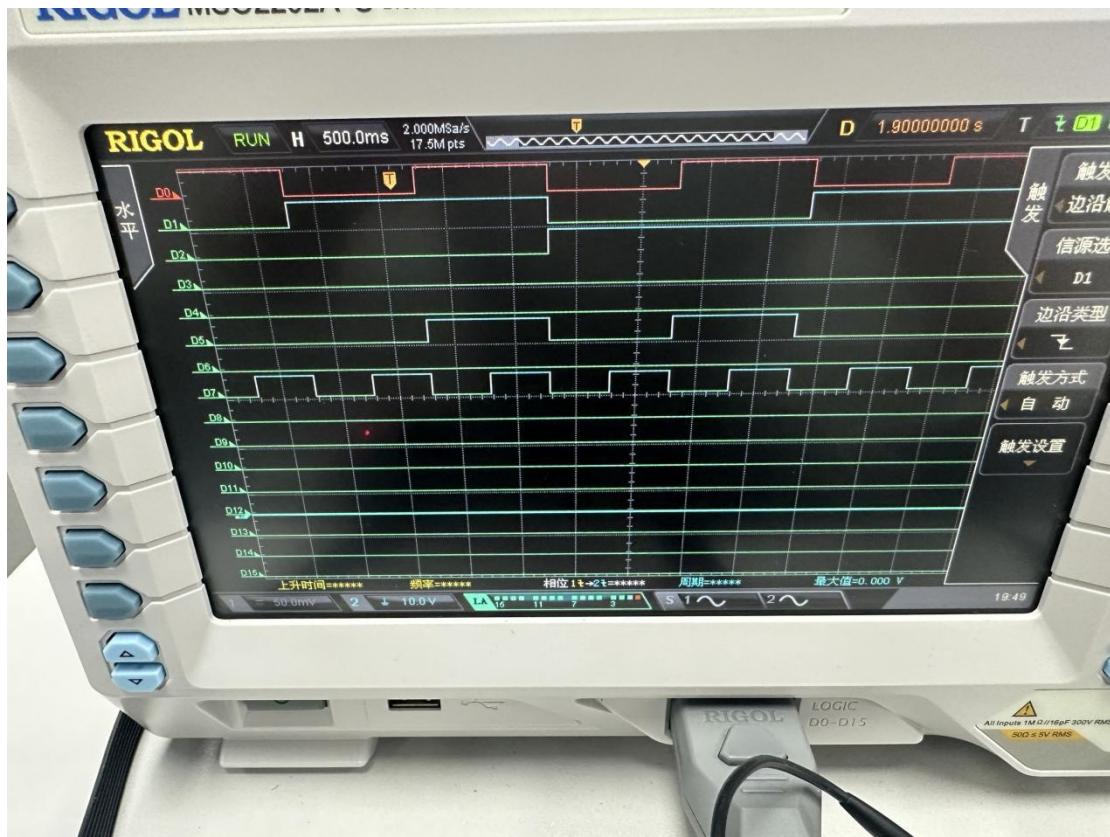
Cn:





分别观察 Y 和 Cn





6. AU 真值表、逻辑表达式

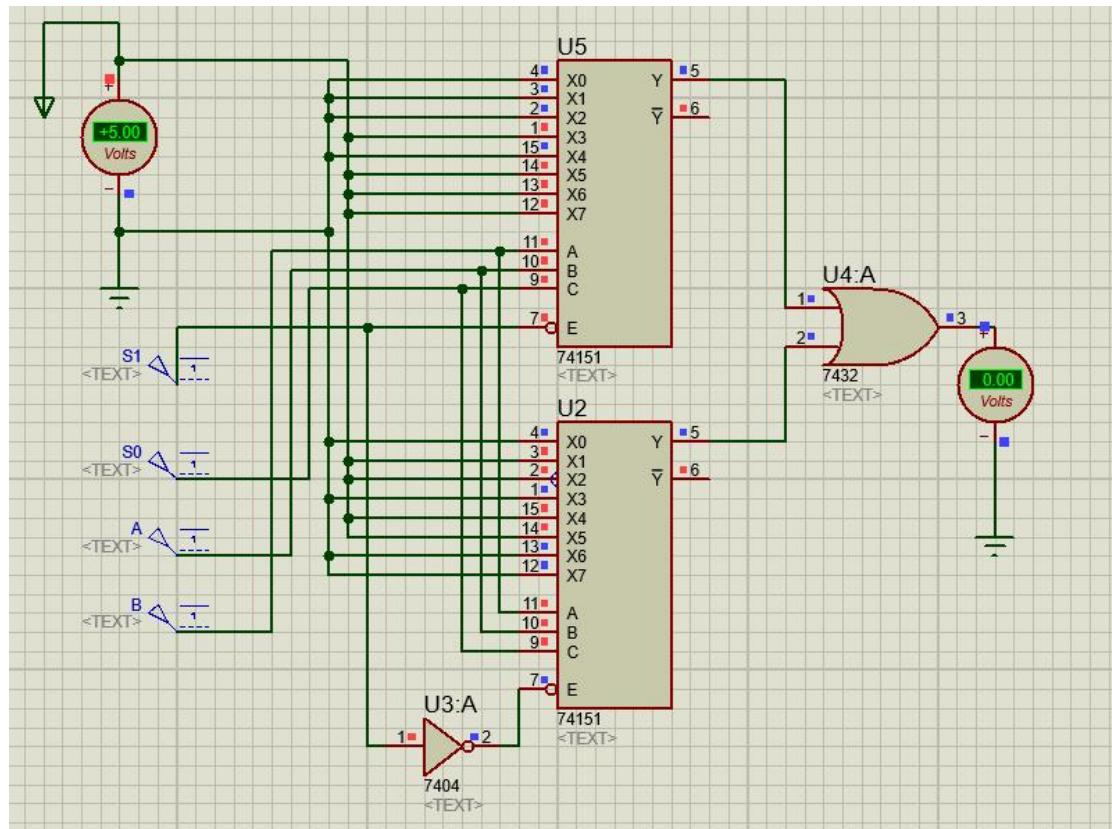
表 6-4 函数发生器功能表

输入		输出
S ₁	S ₀	Y
0	0	A · B
0	1	A+B
1	0	A⊕B
1	1	\bar{A}

S ₁	S ₀	A	B	Y
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0

$$Y = m_3 + m_5 + m_6 + m_7 + m_9 + m_{10} + m_{12} + m_{13}$$

7. ALProteus 静态模拟

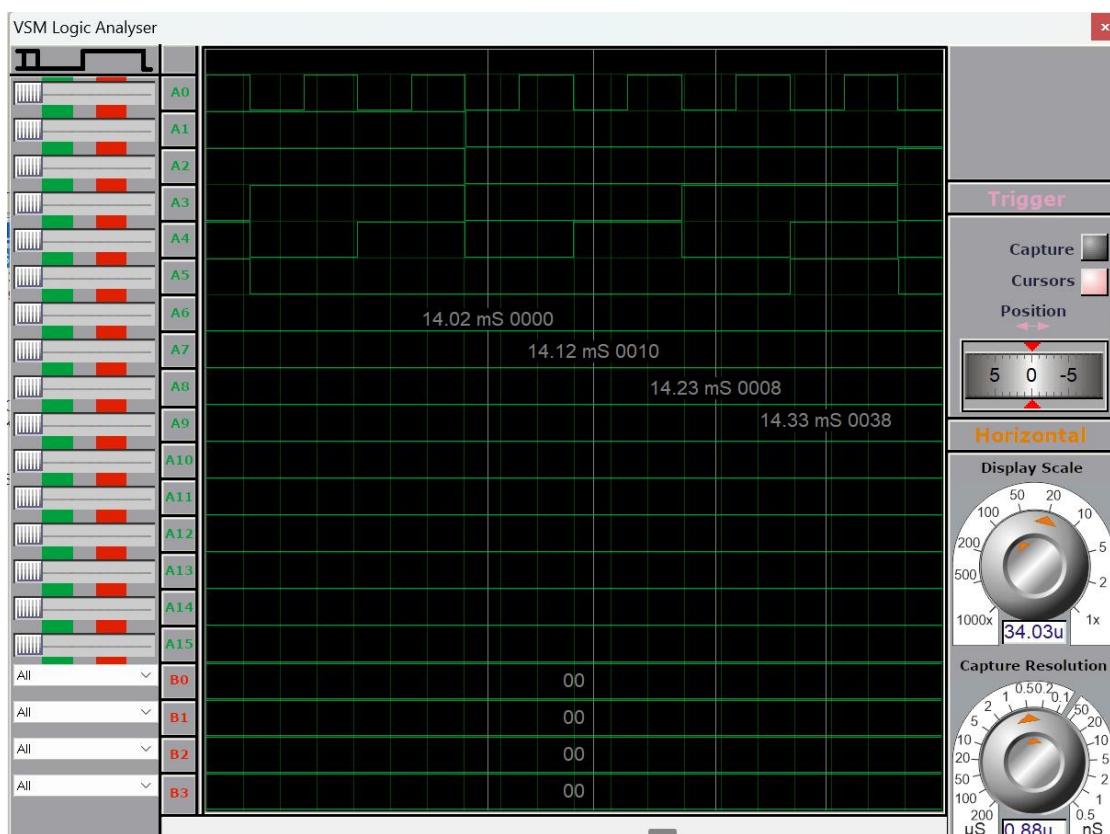
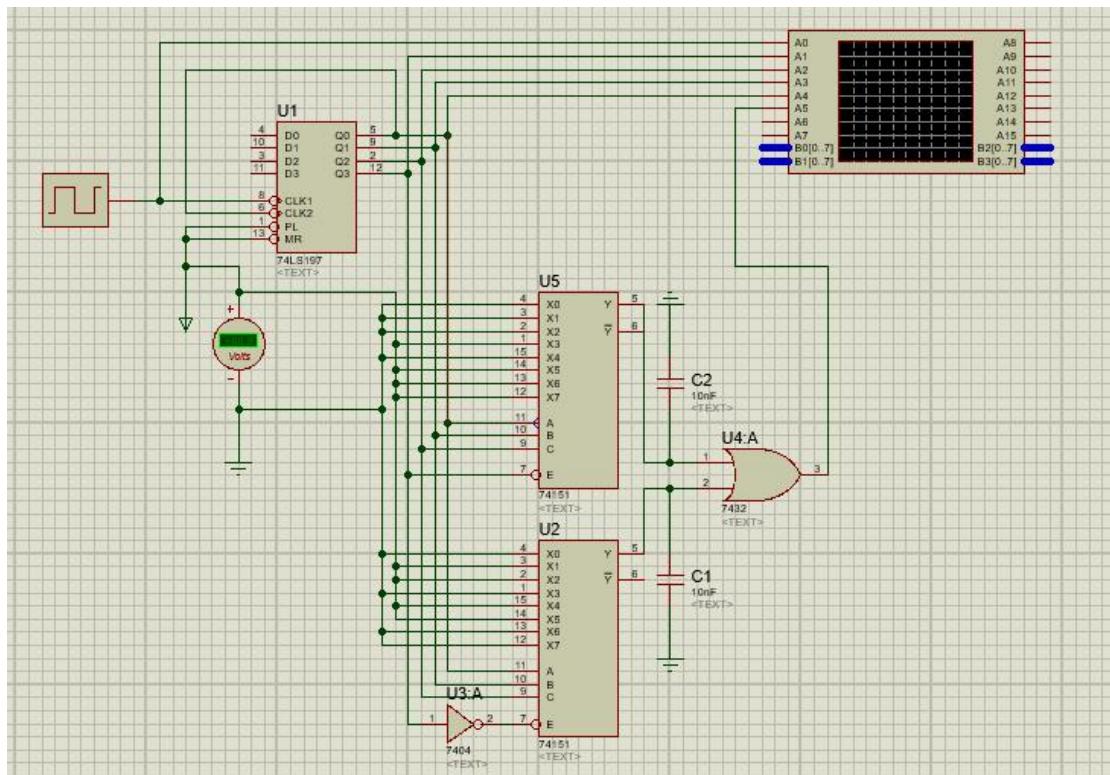


当输入 $A=1$ $B=1$ $S0=1$ $S1=1$

输出 $Y=0$

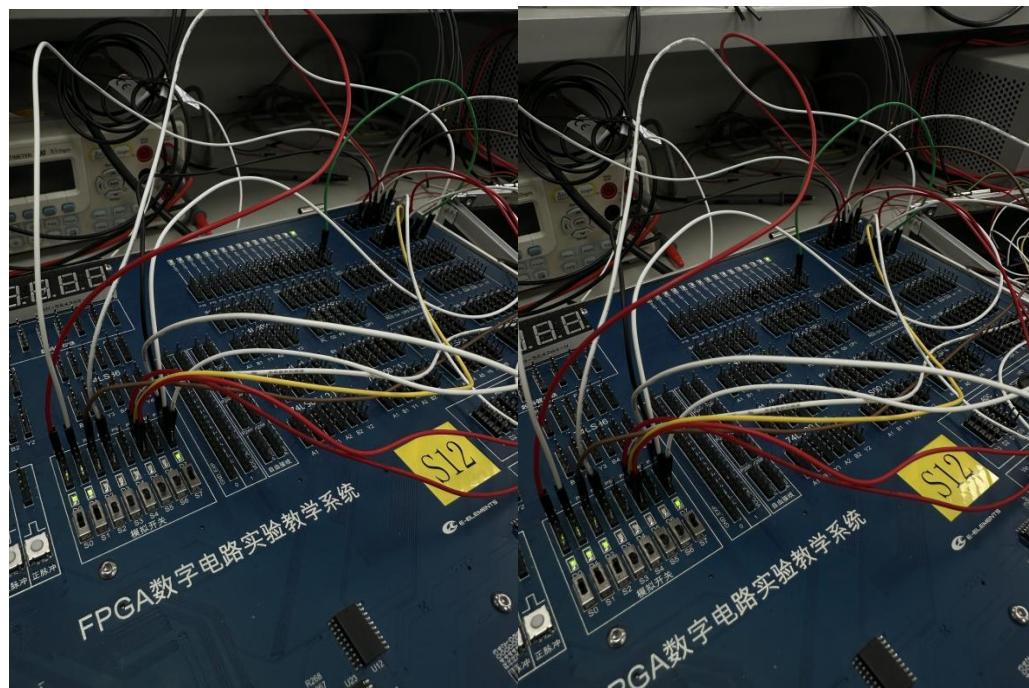
正确

8. ALProteus 动态模拟



9. AL 实验箱静态测试

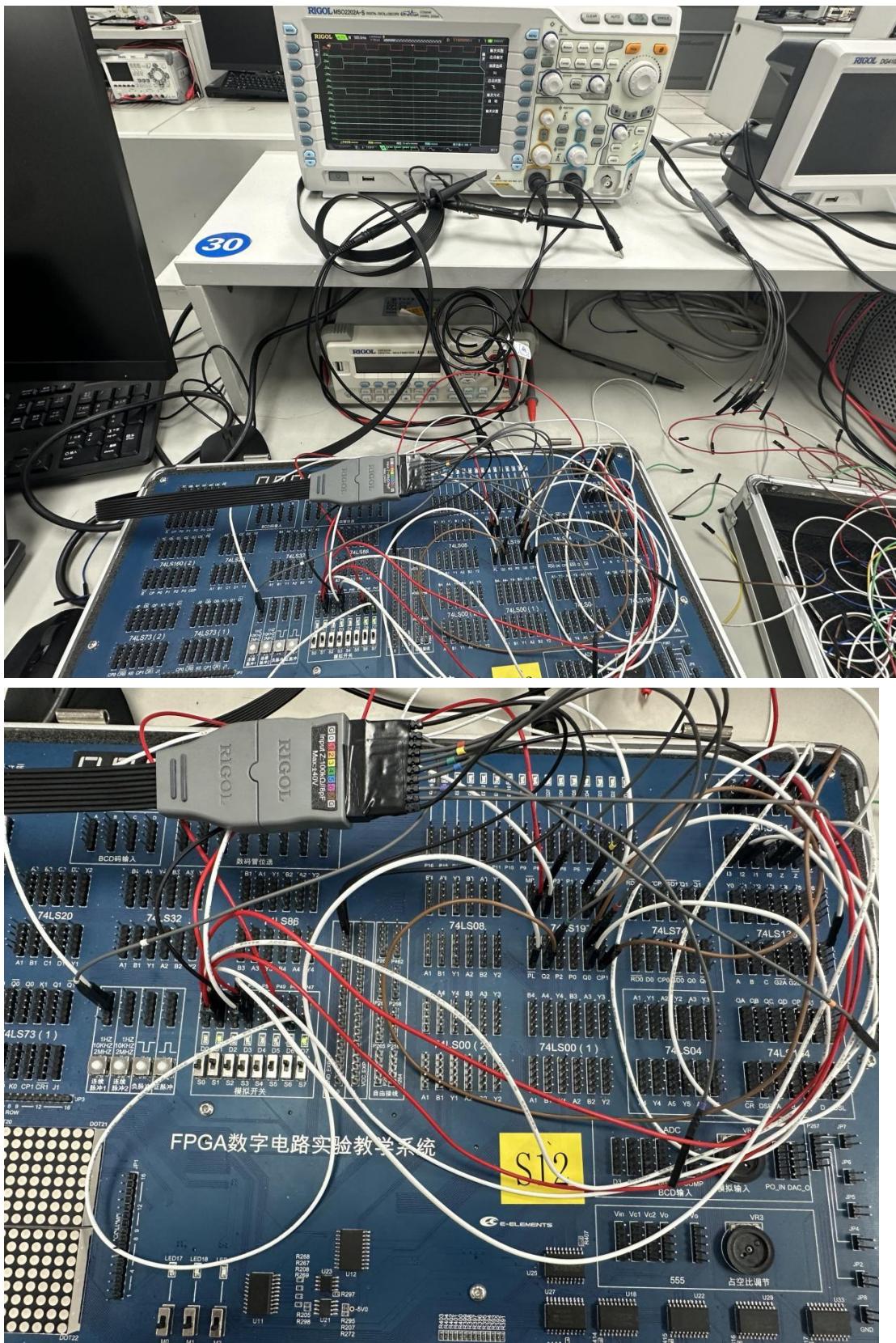
Y:

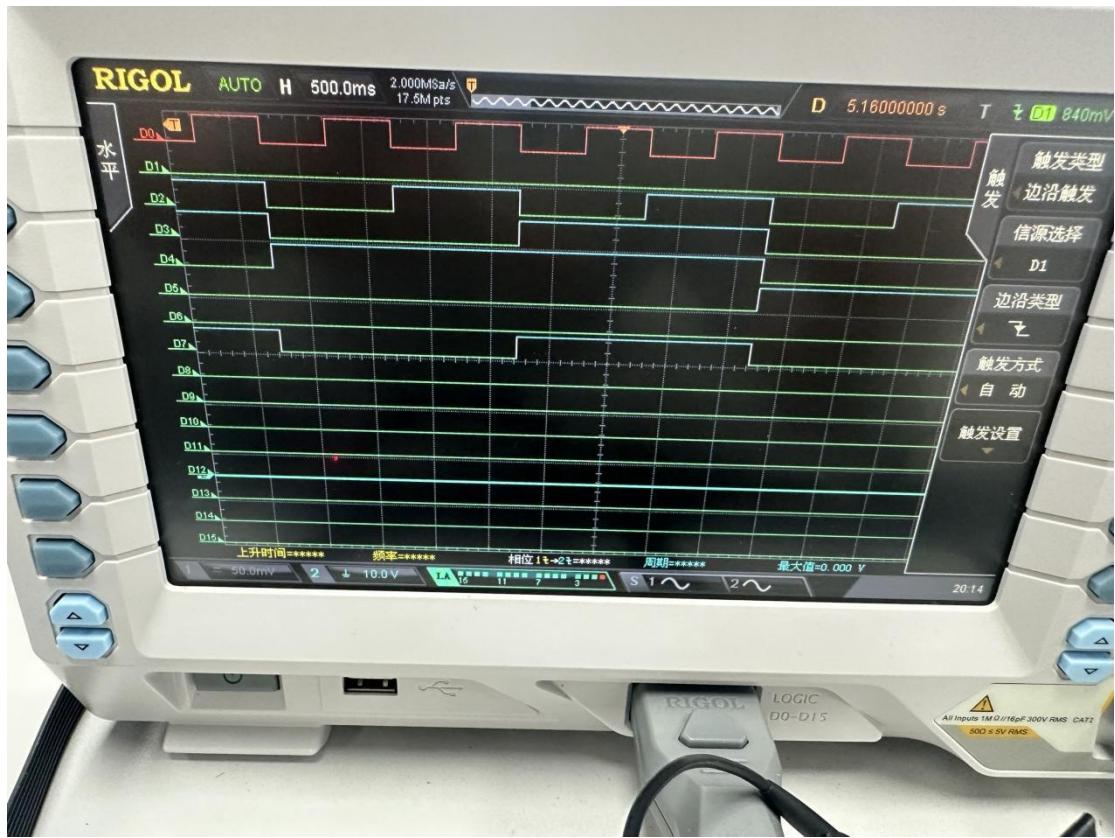
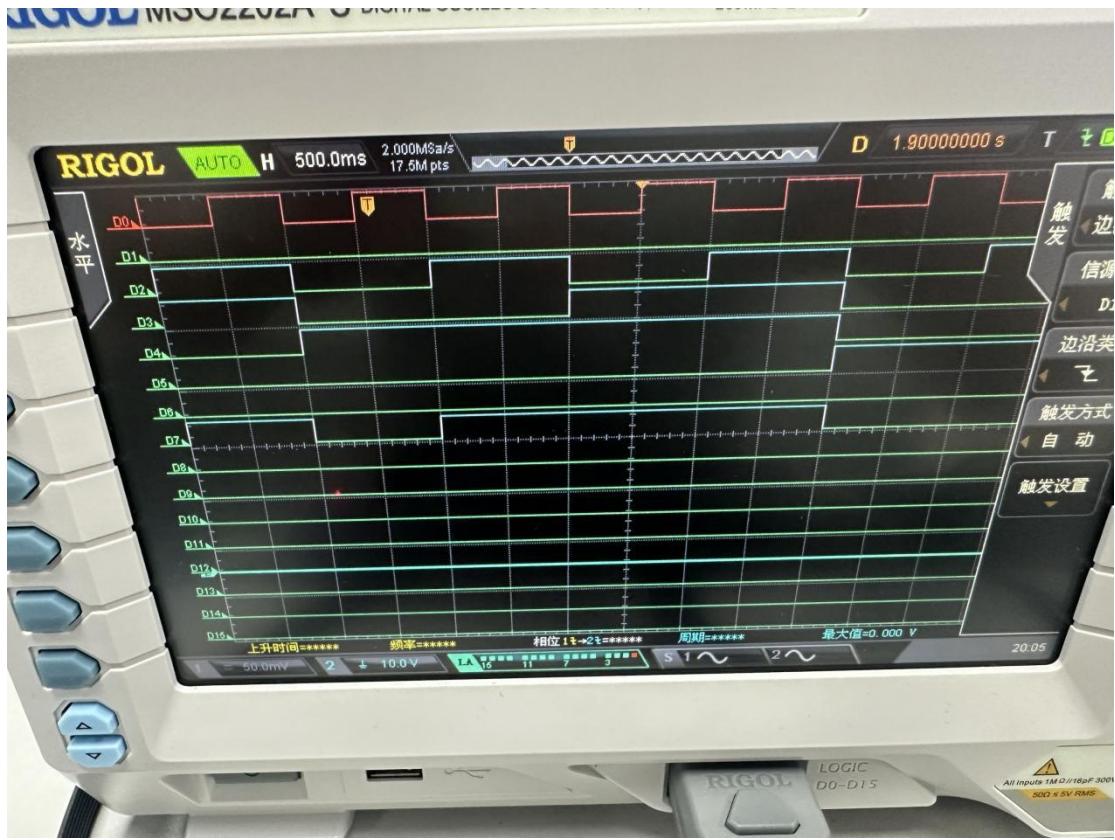


Cn:



10. AL 实验箱动态测试





六、分析波形与电路功能间的关系

1. 控制信号与输出关系明显：在 LU（逻辑单元）设计中，当 S0、S1 变化时，输出 Y 也随之发生跳变，说明控制信号成功选择了对应的逻辑运算功能（与、或、非、异或）。例如，当 S0=0，S1=1 时，对应或运算，A=1，B=1 时 Y=1；当 S0=1，S1=1 时，对应异或运算，A=1，B=1 时 Y=0。实际波形验证了这些逻辑关系。
2. 数据输入变化影响输出延迟：A、B 的变化会导致 Y 输出信号的变化，从波形中可以看出 Y 信号有轻微延迟，这属于器件内部处理时间所引起的正常传播延时。
3. AU（算术单元）功能验证：在 AU 测试中，当 S=0 时，输出为 A+B，S=1 时，输出为 A-B，Y 和进位/Cn 在波形中清晰显示出跳变。例如，当 S=1，A=1，B=1 时，波形显示 Y=0，Cn=0，符合减法逻辑。
4. 相位关系：CP（时钟）信号用于同步数据采样，其上升沿或下降沿对应其他信号跳变时间点。观察波形可以发现，在 CP 信号的作用下，其他信号在特定时间点稳定地完成切换，确保了数据采样的可靠性。
5. 总结，波形图准确地反映了电路的逻辑功能与时序特性，验证了电路设计的正确性。

七、实验中出现的问题

1. Proteus 波形图的毛刺现象，使用电容消除毛刺

2. 示波器显示错误

遵循 PPT 的内容：

电路故障排除：

- (1) 电源、接地是否正确。
- (2) 断线或接触不稳的判断。
- (3) 线路连接错误。
- (4) 设计错误。

八、总结组合逻辑电路分析方法与设计过程

1. 确定设计目标，确定所需的逻辑功能。这可以通过真值表、逻辑表达式、卡诺图等方式进行描述。
2. 确定输入信号和输出信号的数量以及它们之间的关系。在使用 74LS151 时，考虑到其特性，我们可以将输入信号作为 74LS151 的输入引脚，并通过其输出引脚获得输出信号。
3. 根据逻辑功能和所需的输入输出关系，将适当的输入信号连接到 74LS151 的输入引脚上。同时，使用 74LS151 的输出引脚作为输出信号。

4. 完成电路连接后，进行验证和优化。验证可以通过使用仿真工具或实际电路进行。通过输入不同的组合信号，检查输出是否符合预期。如果需要优化电路，可以考虑使用布尔代数化简、卡诺图化简等技术来简化逻辑表达式，减少门电路的数量和延迟。
5. 由于 74LS151 是一个数据选择器，它的主要功能是从多个输入中选择一个特定的输出。因此，在使用 74LS151 时，您需要根据具体的逻辑功能来确定如何连接输入信号和 74LS151 的引脚，以获得所需的组合逻辑功能。

九、实验心得

通过本次实验，我对 74LS151 这类多路选择器的功能和应用有了更深入的理解。不仅学会了如何使用它来设计基本的算术单元（AU）和逻辑单元（LU），还掌握了如何通过控制信号实现不同的逻辑功能选择。

在实际操作中，通过静态与动态测试结合验证了电路功能的正确性。其中动态测试过程中使用示波器观察波形，加强了我对逻辑信号变化的理解，也锻炼了我对电子电路时序的把握能力。

实验过程中也遇到了一些问题，比如在 Proteus 仿真中出现的毛刺现象，通过添加适当电容得以解决；在实验箱上也曾遇到示波器显示异常的问题，最终通过重新检查电源、接地和信号连接等排查方式解决。这些问题的出现让我意识到在电路实验中不仅要会“搭电路”，还要具备发现与解决问题的能力。

通过本次实验，我更加熟悉了组合逻辑电路的设计流程，包括从真值表出发，设计逻辑表达式，选择适当器件，连接电路并验证，形成了系统的电路设计思维。这对我今后从事更复杂的数字电路设计工作具有非常重要的意义