

与非门电路的测试

计 71 张程远 2017011429 实验日期：2019.3.20 座号：26

一、实验目的

- 1、加深对 CMOS 与非门基本特性和主要参数的理解，掌握主要参数的测试方法。
- 2、熟悉 TTL 与非门的基本特性和主要参数，以及主要参数的测试方法。

二、实验任务

- 1、测试 CMOS 与非门 CD4011 的平均延迟时间、电压传输特性。
- 2、测试 TTL 与非门 74LS00 的电压传输特性、平均延迟时间。

三、实验原理及电路

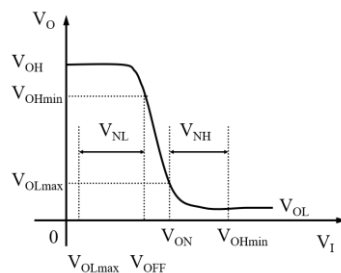
1、与非门的平均延迟时间

平均延迟时间 T_{pd} 是指与非门输出波形相对于输入波形的延迟，是描述与非门电路工作速度的参数。CMOS 的测试电路如下图所示， V_o 是与非门输出结果，是 V_i 的反向波形，只要测出 V_o 与 V_i 之间的延迟时间就是与非门的延迟时间。TTL 电路的延迟时间较小，为了保证测量的精确，实验中将 4 个与非门串联起来测量总的平均延迟时间，这样得到的 V_o 与 V_i 波形同相。



2、与非门电压传输特性

电压传输特性是指输出电压 V_o 与输入电压 V_i 的函数关系，典型的 TTL 电压传输特性曲线如下图所示。CMOS 相比于 TTL 而言，传输特性曲线变化要快速得多，因此 CMOS 的曲线比 TTL 要陡很多，这是由于此时与非门场内部场效应管工作处于饱和区，处于线性放大状态，增益很高。



四、实验内容

- 1、测量 CMOS 与非门 CD4011 的平均延迟时间，其中输入电压 V_i 可选择低电平为 0V，高

电平为 5V，频率为 1MHz 的方波信号。

2、测量 CMOS 与非门 CD4011 的电压传输特性，其中输入电压 V_i 可选择低电平为 0V，高电平为 5V，频率为 100Hz 的三角波信号。

3、测量 TTL 与非门 74LS00 平均延迟时间，输入信号是信号发生器的 TTL 输出端产生的频率为 2MHz 的方波信号。

4、测量 TTL 与非门 74LS00 的电压传输特性，输入信号与 2 中相同。

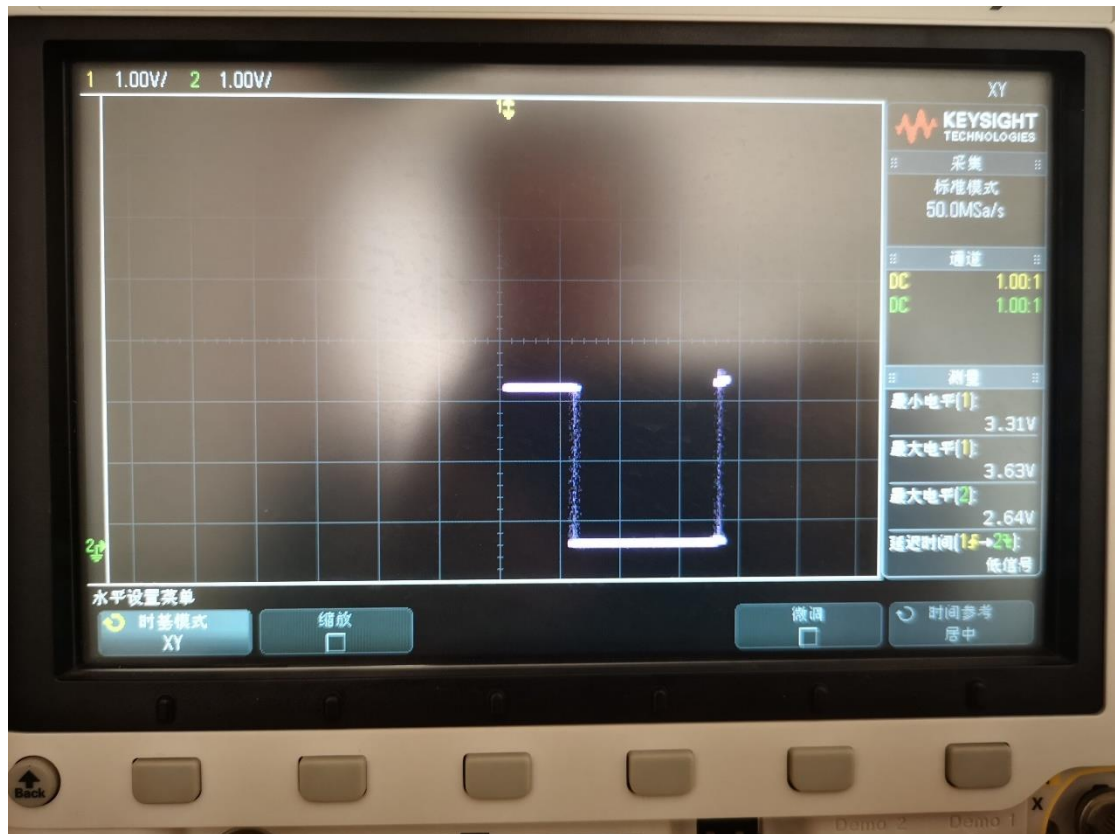
五、实验数据整理

1、测量 CMOS 与非门 CD4011 的平均延迟时间



延迟时间约为 189ns。

2、测量 CMOS 与非门 CD4011 的电压传输特性

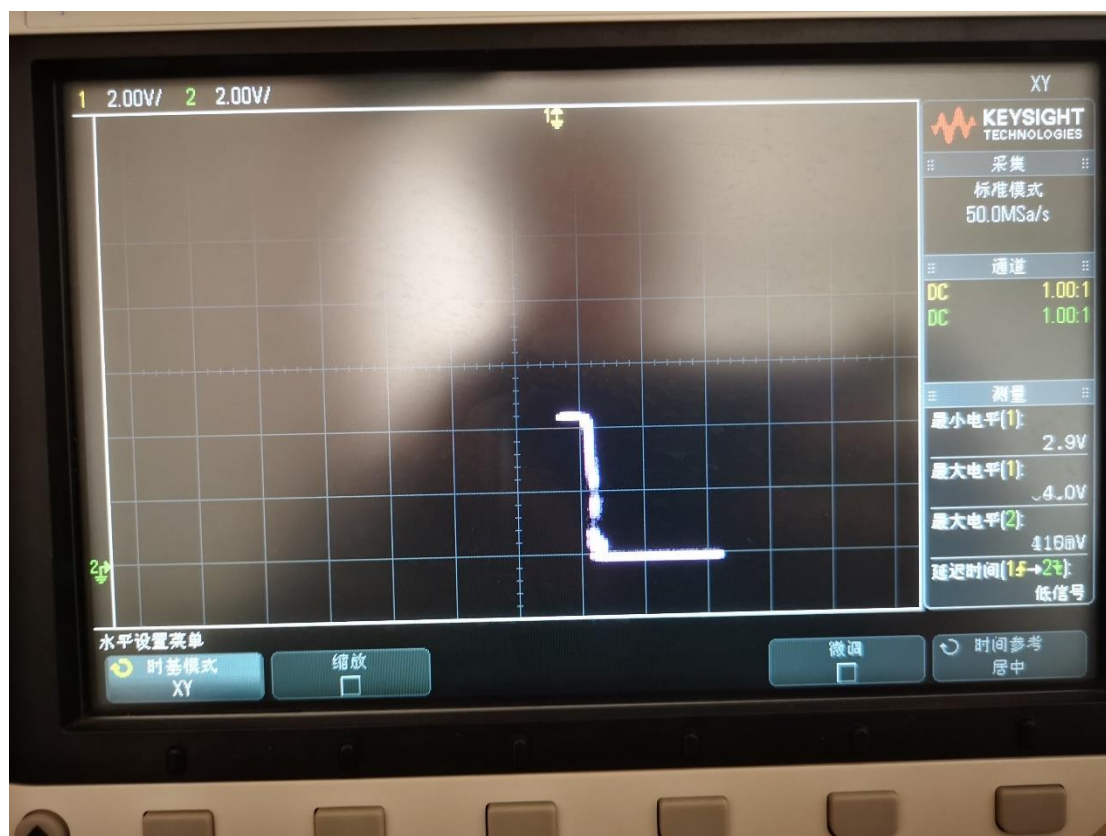


3、测量 TTL 与非门 74LS00 的平均延迟时间



平均延迟时间为 $(39+39) / 8 \text{ ns} = 9.75 \text{ ns}$ 。

4、测量 TTL 与非门 74LS00 的电压传输特性



六、思考题

1、应该如何处理 TTL 与非门和 CMOS 与非门的多余输入端？

多余的输入端不能悬空。对于 TTL 与非门而言，可在接入高电平、接一大外接电阻、通过大电阻接到地及与使用的输入端并联使用四种方式中选其一；对于 CMOS 与非门，可通过将多余输入端接高电平、通过限流电阻接电源的方式处理。

七、实验小结

本次实验中，我第一次接触了数字电路的相关元件，复习了电压传输特性、平均延迟时间的相关知识，并对与非门芯片、示波器及实验箱的原理与使用方式都有了更深入的了解。感谢实验室老师和助教的悉心指导！