

与非门电路的测试

计 74 傅舟涛 2017010682

1 实验目的

1) 加深对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 实验内容及要求

测量 CMOS 与非门 CD4011、TTL 与非门 74LS00 的平均延迟时间和电压传输特性。其中电压传输特性只测出曲线即可。

3 实验原理及简要步骤

1) CD4011 芯片、74LS00 芯片和插座的使用

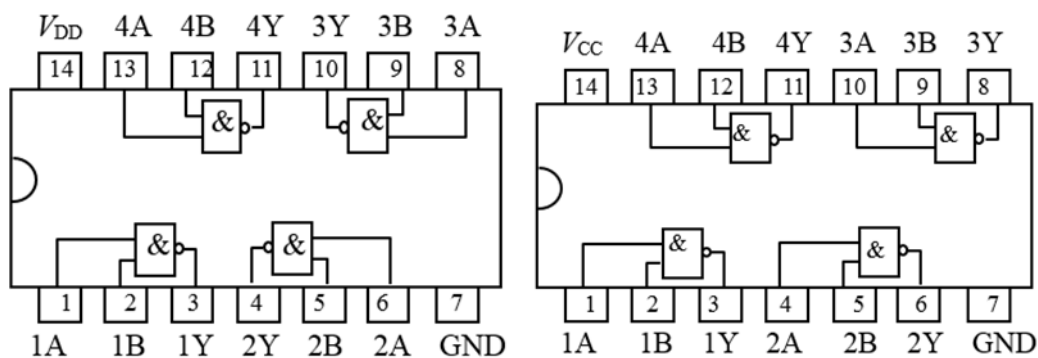


图 1 CD4011（左）与 74LS00（右）器件引脚图

均为 4 个与非门，使用时 7 号接口要接地，14 号接口要接 5V 电源。

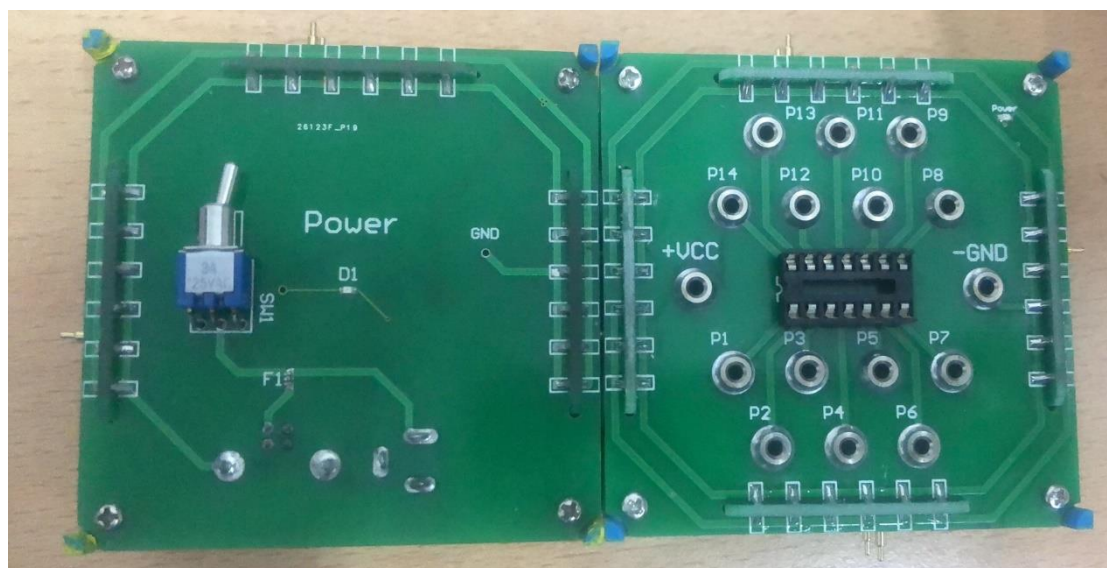


图 2 电源模块（左）与通用模块（右）图

电源插电后，电源模块的开关向右时电源断开，向左时电源闭合，电源闭合时通用模块的 VCC 为 5V，GND 为 0V（需要 VCC 与 P14 相连，GND 与 P7 相连）。

2) CMOS 与非门 CD4011 平均延迟时间测量

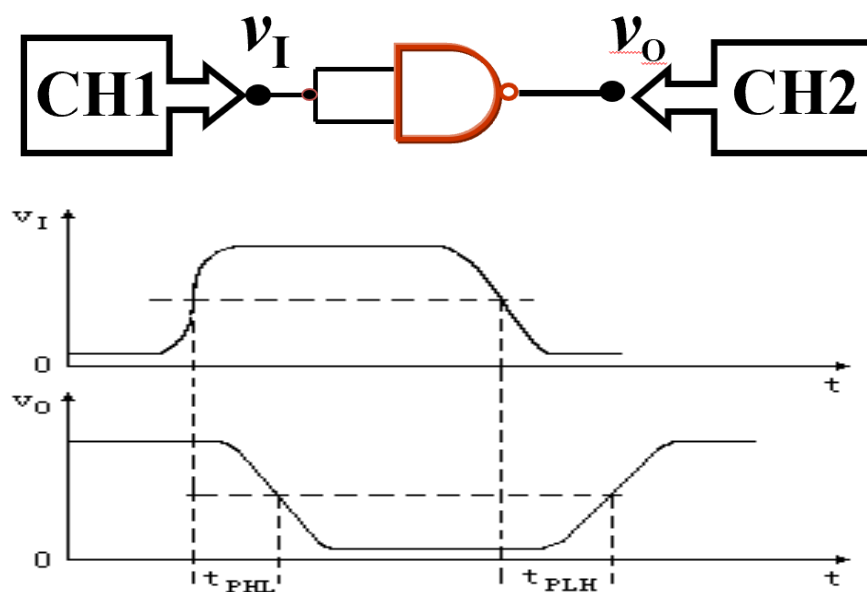


图 3 CMOS 与非门 CD4011 平均延迟时间测量电路及原理图

$V_I = 1\text{MHz TTL}$, 示波器与被测电路共地, CH1 和 CH2 采用“x10”衰减

$t_{\text{pHL}} = \text{延迟时间}(1 \uparrow \Rightarrow 2 \downarrow)$, $t_{\text{pLH}} = \text{延迟时间}(1 \downarrow \Rightarrow 2 \uparrow)$, $t_{\text{pd}} = \frac{t_{\text{pHL}} + t_{\text{pLH}}}{2}$.

3) TTL 与非门 74LS00 平均延迟时间测量

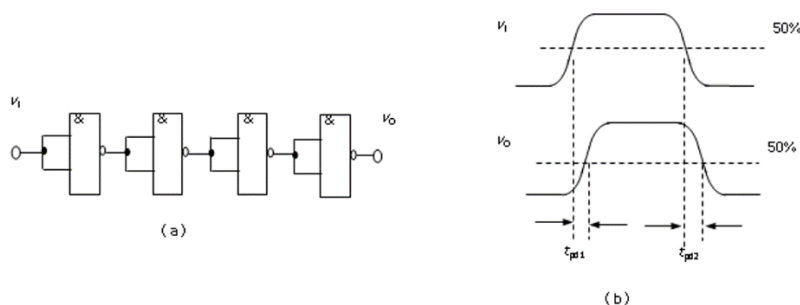


图 4 TTL 与非门 74LS00 平均延迟时间测量电路及原理图

$V_I = 2\text{MHz TTL}$, 示波器与被测电路共地, CH1 和 CH2 采用“x10”衰减

$t_{\text{pd1}} = \text{延迟时间}(1 \uparrow \Rightarrow 2 \uparrow)$, $t_{\text{pd2}} = \text{延迟时间}(1 \downarrow \Rightarrow 2 \downarrow)$, $t_{\text{pd}} = \frac{t_{\text{pd1}} + t_{\text{pd2}}}{8}$.

4) CMOS 与非门 CD4011 和 TTL 与非门 74LS00 电压传输特性测量

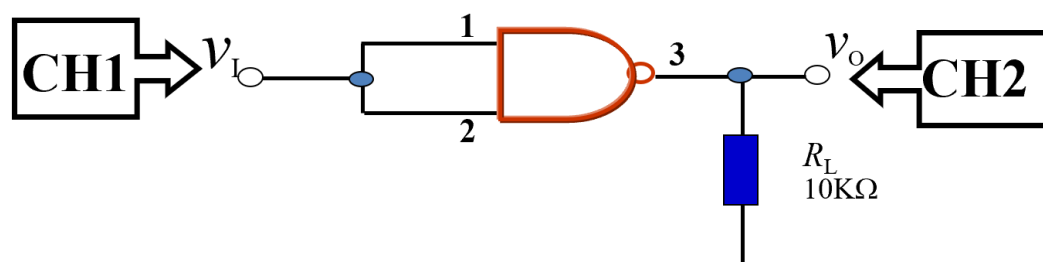


图 5 与非门电压传输特性测量电路图

$V_1 = 100\text{Hz } 0 - 5\text{V}$ 三角波，示波器与被测电路共地，CH1 和 CH2 采用“x1”衰减，时基模式为 YT 模式，需保证接入没有负电压。

5) 注意事项

信号调好前，不得将信号接入电路；芯片需要插到底；芯片接电源和地；不许带电更改电路；不用的输入端应该接确定电平。

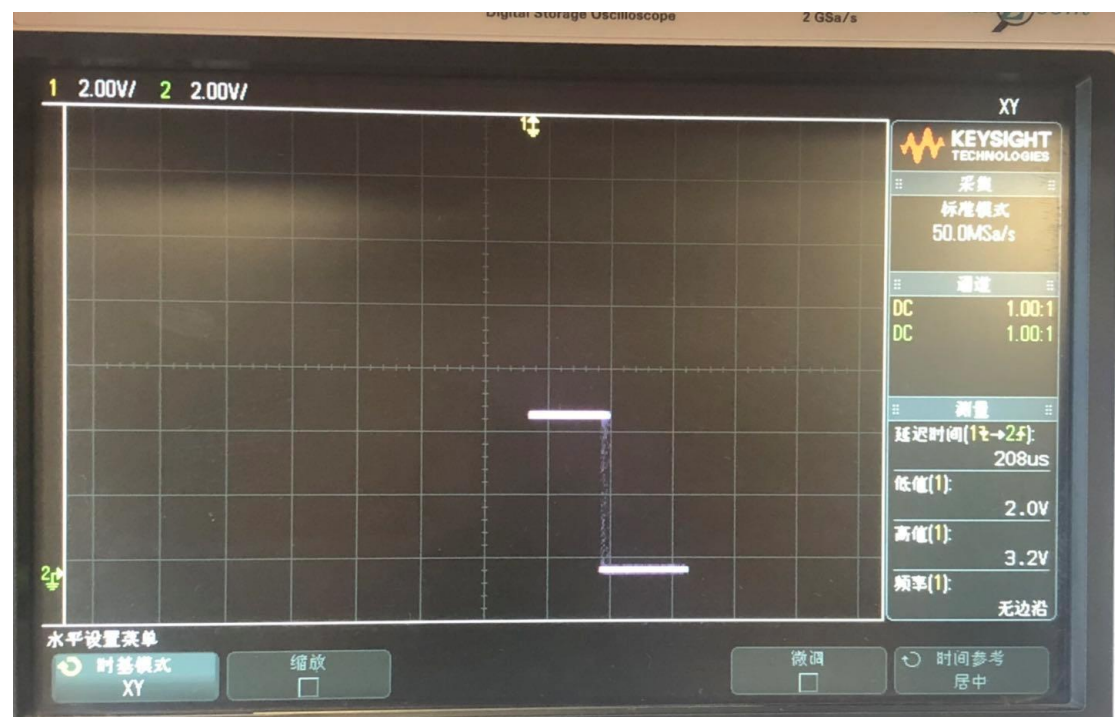
4 实验结果

1) CMOS 与非门 CD4011 平均延迟时间测量

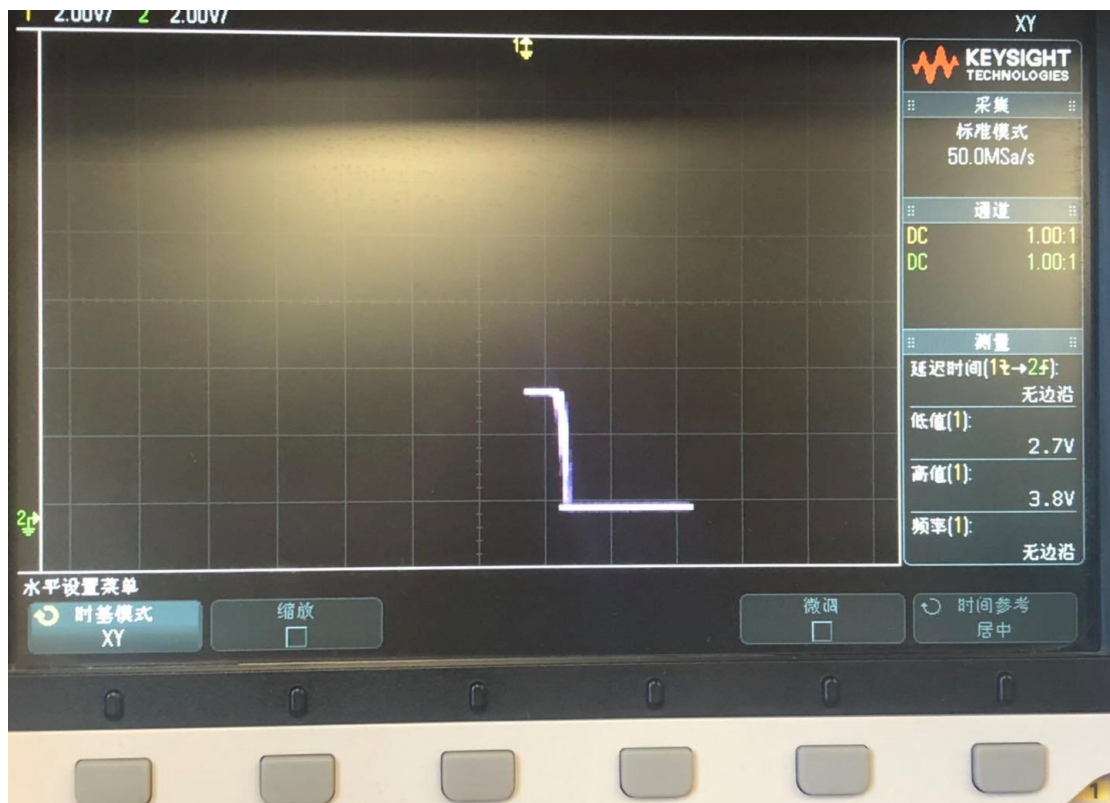


$$t_{pHL} = 91\text{ns}, t_{pLH} = 62\text{ns}, t_{pd} = \frac{t_{pHL} + t_{pLH}}{2} = 77\text{ns}.$$

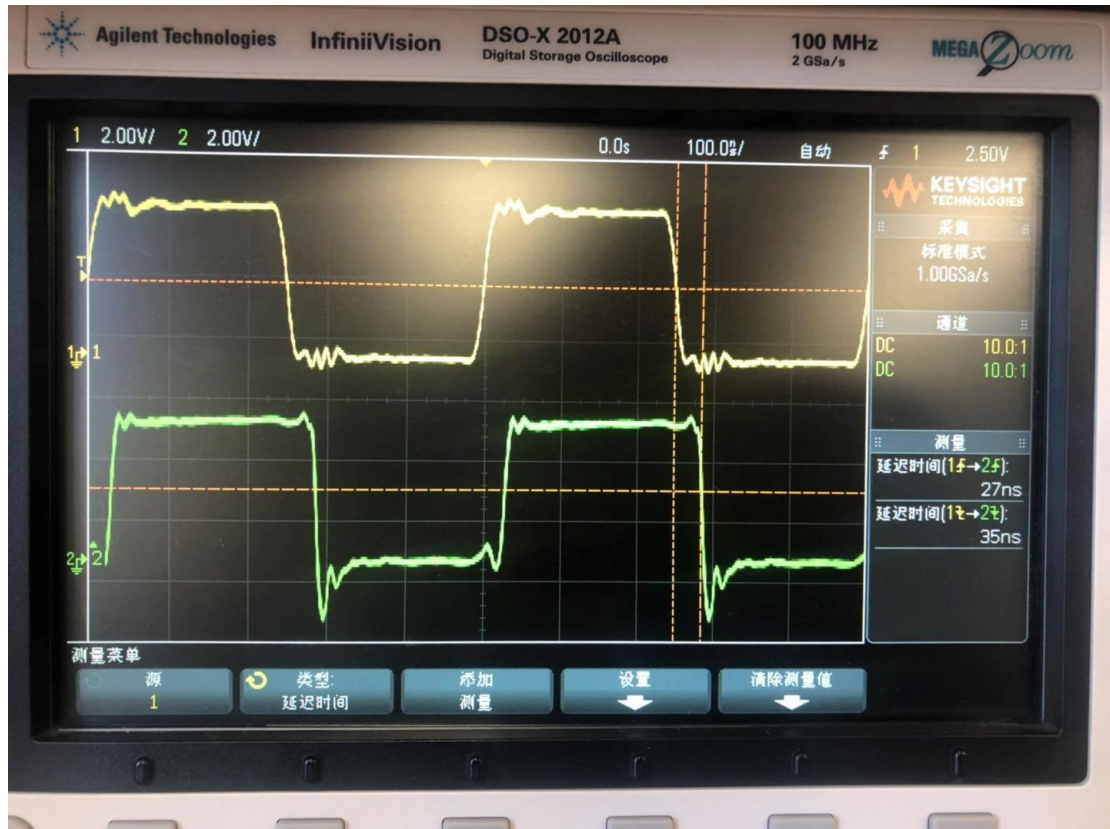
2) CMOS 与非门 CD4011 电压传输特性测量



3) TTL 与非门 74LS00 电压传输特性测量



4) TTL 与非门 74LS00 平均延迟时间测量



$$t_{pd1} = 27\text{ns}, t_{pd2} = 35\text{ns}, t_{pd} = \frac{t_{pd1} + t_{pd2}}{2} = 31\text{ns}.$$

5 实验收获

- 1) 理解了与非门基本特性和主要参数;
- 2) 掌握主要参数的测试方法, 主要指延迟时间的测量与 XY 模式的使用。

6 实验心得

1) 最初忘记了 YT 模式和 XY 模式的切换在哪里, 在助教的帮助下找到了切换方式, 并帮助了周围 3-5 个同学切换时基模式;

2) 实验过程中突然出现异常结果, 经过分析发现电源从稳定 5V 直流变成一个占空比较低的周期性脉冲信号, 怀疑是电源模块出现了问题。与助教说明情况并更换电源模块后, 仍然有此情况, 说明不是电源模块的问题导致的此情况。经过借用隔壁桌同学的电源线和电源插头, 确定了是我的电源线或电源插头出现了问题, 并进一步排查得知电源插头损坏, 找助教换了一个。这告诉我在某模块出现异常状态时, 不一定是该模块的问题, 有可能是前面模块的问题, 要采用二分测试等方式测出具体异常/损坏的地方。

3) 在不同实验内容之间时, 我出现过衰减设置不正确和频率设置不正确的情况, 因而产生异常的结果, 不过很快排查出并修复了错误, 且没有造成芯片和模块的损坏。不过, 这提醒我之后进行实验时, 需要小心谨慎。

4) 知道了通用模块中, 绿色的是 7*2 个插口的, 蓝色的是 8*2 个插口的, 本实验使用 7*2 个插口的更加合适。