

面包板实验 1 门电路逻辑功能及性能测试

一、实验目的

- 1. 掌握了解 CMOS、TTL 系列门电路的逻辑功能。
- 2. 熟悉门电路基本性能参数的测试方法。
- 3. 熟悉实验箱的使用和掌握实验测试设备的操作方法。

二、实验仪器及器件

- 1. 实验仪器：数电实验箱、数字万用表
- 2. 器件：
 - 74LS00 四路二输入端与非门 1 片
 - 74HC00 四路二输入端与非门 1 片
 - 74LS04 六路反相器 1 片
 - 74HC04 六路反相器 1 片
 - 74HC14 六路斯密特反相器 1 片
 - 74HC125 三态门 1 片

三、实验步骤

本实验所用到的集成电路的引脚功能图见附录。选择实验用的集成电路，按自己设计的实验接线图接好连线，特别注意 Vcc 接电源线、GND 接地。线连接好后经检查无误方可通电实验。

1. 门电路功能验证

(1) 实验过程

任选 74HC00 中任意一个两输入与非门，验证与非门电路的功能：输入端 A、B 分别接逻辑电平开关 S1、S2，输出端 Y 接电平指示灯发光二极管 L1，芯片 7 脚接地，14 脚接电源。改变逻辑电平开关 S1、S2 的电平状态，观察发光二极管 L1 的状态，并将输出状态填入表中。

(2) 实验结果

输 入	输 出
S1 S2	74HC00
0 0	1
0 1	1
1 0	1
1 1	0
逻辑表达式	$\sim(S1\&S2)$
逻辑功能	对输入进行与运算，对与运算结果进行非运算，将做种结果作为输出

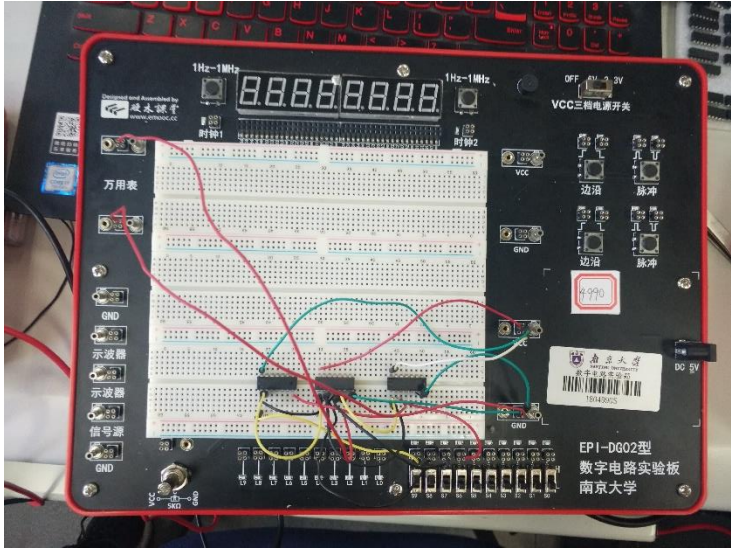
(3) 实验结果分析与总结

此实验目的在于熟悉实验箱的使用方法，通过为简单的与非门连接输入和输出掌握最基础的实验流程。

2. 三态门逻辑功能测试

(1) 实验过程

将74HC125中两个三态门的输出端Y1和Y2连接到74HC00一个与非门输入端B1，74HC125的使能端C1、C2分别接到74HC04反相器输出端O1和输入端I1，74HC04输入端I1、74HC125的输入端A1和A2以及74HC00的另一个输入端B2分别连接到逻辑电平开关上。测试当输入端逻辑电平设置为不同值时，三态门输出端Y1/Y2和与非门输出Y3的电压值，并把测量到的数据填入表中。



(2) 实验结果

输入电平				输出电压	
I1	A1	A2	B2	Y1/Y2	Y3
L	L	L	L	0.02	5.14
		L	H	0.02	5.14
		H	L	5.13	5.14
		H	H	5.13	0.00
	H	L	L	0.02	5.14
		L	H	0.02	5.14
		H	L	5.13	5.14
		H	H	5.13	0.00
H	L	L	L	0.02	5.15
		L	H	0.02	5.15
		H	L	0.02	5.15
		H	H	0.02	5.15
	H	L	L	5.14	5.15
		L	H	5.14	0.00
		H	L	5.14	5.15
		H	H	5.14	0.00

(3) 实验结果分析与总结

此实验仍然是检测门电路性能，但是比上一个实验要复杂，使用了三个芯片，输入较多，线路较多，且增加了万用表的使用。

此实验用到的逻辑表达式为：当 I1 为 L 时， $Y3 = A2' + B2'$ ， $Y1 = A2$ ；

当 I1 为 H 时， $Y3 = A1' + B2'$ ， $Y1 = A1$ 。

3. 测试三种不同系列反相器 74LS04、74HC04、74HC14 电压传输特性

门电路的输出电压 V_o 随输入电压 V_i 而变化的曲线 $V_o = f(V_i)$ 称为门的电压传输特性，通过它可读得门电路的一些重要参数，如输出高电平 V_{OH} 、输出低电平 V_{OL} 、关门电平 V_{off} 、开门电平 V_{on} 、阈值电平 V_T 及直流噪声容限等值。

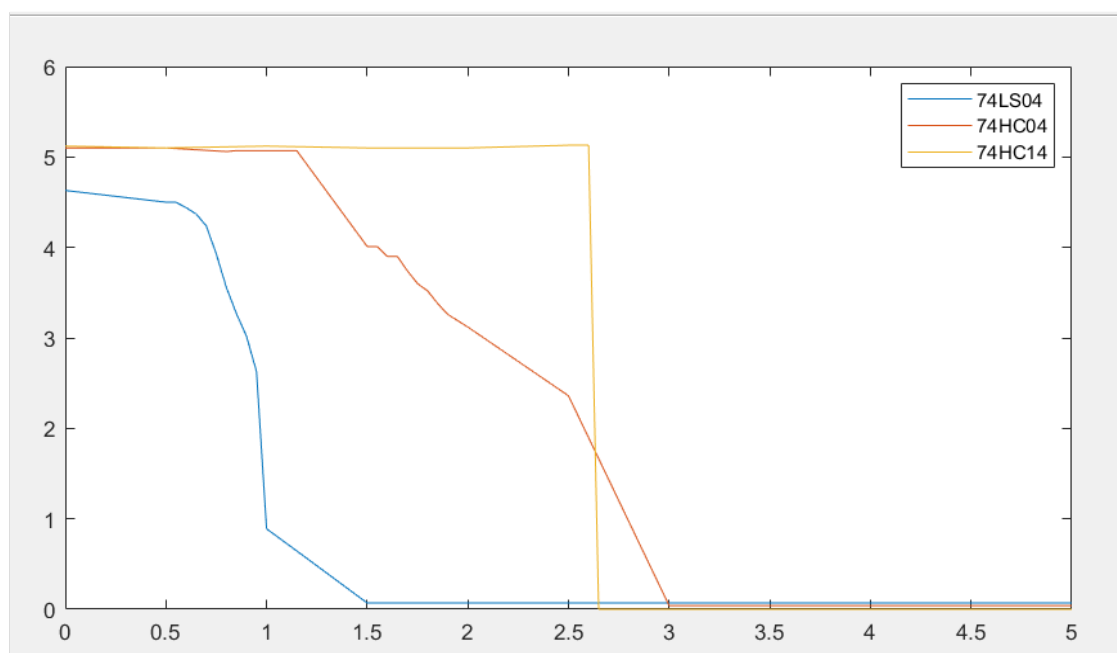
(1) 将反相器 04 的输入端 1 脚连接到电位器的输出，调整电位器，严格按照上升和下降次序连续输入相应的电压值；把万用表测试量程换到 20V，测量输出端电压，画出 74LS04、74HC04、74HC14 的电压传输特性曲线。

输入 V_i 单调上升 (V)	74LS04 输出 V_o (V)	输入 V_i 单调下降 (V)	74LS04 输出 V_o (V)
0.0	4.63	5.0	0.07
0.5	4.50	4.5	0.07
0.55	4.50	4.0	0.07
0.6	4.44	3.5	0.07
0.65	4.37	3.0	0.07
0.7	4.24	2.5	0.07
0.75	3.93	2.4	0.07
0.8	3.56	2.35	0.07
0.85	3.27	2.3	0.07
0.9	3.02	2.25	0.07
0.95	2.63	2.2	0.07
1.0	0.89	2.15	0.07
1.5	0.07	2.1	0.07
2.0	0.07	2.0	0.07
2.1	0.07	1.5	0.07
2.15	0.07	1.05	0.77
2.2	0.07	1.0	0.84
2.25	0.07	0.95	0.90
2.3	0.07	0.9	1.00
2.35	0.07	0.85	3.26
2.4	0.07	0.8	3.61
2.5	0.07	0.75	4.01
3.0	0.07	0.7	4.27
3.5	0.07	0.65	4.41
4.0	0.07	0.6	4.47
4.5	0.07	0.5	4.51
5.0	0.07	0.0	4.61

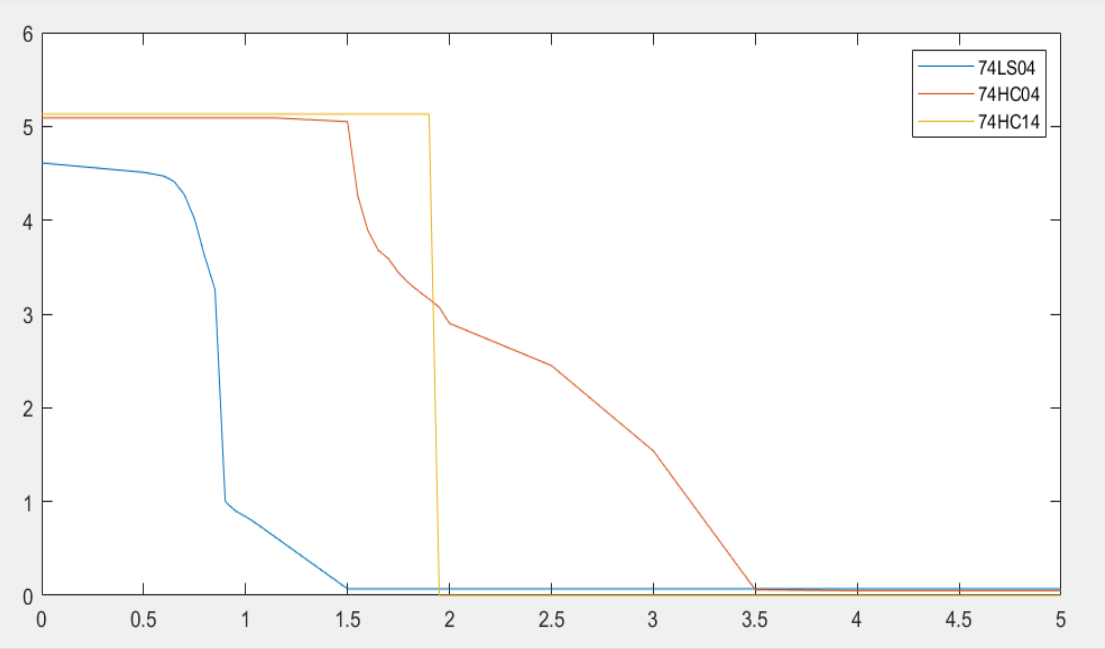
输入 V_i 单调上升 (V)	74HC04 输出 V_o (V)	输入 V_i 单调下降 (V)	74HC04 输出 V_o (V)
0.0	5.10	5.0	0.05
0.5	5.10	4.5	0.05
0.8	5.06	4.0	0.05
0.85	5.07	3.5	0.06
0.9	5.07	3.0	1.54
0.95	5.07	2.5	2.45
1.0	5.07	2.0	2.90
1.05	5.07	1.95	3.07
1.1	5.07	1.9	3.16
1.15	5.07	1.85	3.24
1.5	4.01	1.8	3.33
1.55	4.01	1.75	3.44
1.6	3.9	1.7	3.59
1.65	3.9	1.65	3.68
1.7	3.74	1.6	3.89
1.75	3.60	1.55	4.26
1.8	3.52	1.5	5.05
1.85	3.38	1.15	5.09
1.9	3.26	1.1	5.09
1.95	3.19	1.05	5.09
2.0	3.12	1.0	5.09
2.5	2.36	0.95	5.09
3.0	0.04	0.9	5.09
3.5	0.04	0.85	5.09
4.0	0.04	0.8	5.09
4.5	0.04	0.5	5.09
5.0	0.04	0.0	5.09

输入 V_i 单调上升 (V)	74HC14 输出 V_o (V)	输入 V_i 单调下降 (V)	74HC14 输出 V_o (V)
0.0	5.12	5.0	0.00
0.5	5.10	4.5	0.00
1.0	5.12	4.0	0.00
1.5	5.10	3.5	0.00
2.0	5.10	3.0	0.00
2.5	5.13	2.5	0.00
2.55	5.13	2.0	0.00
2.6	5.13	1.95	0.00
2.65	0.00	1.9	5.13
2.7	0.00	1.85	5.13
2.75	0.00	1.8	5.13
2.8	0.00	1.75	5.13
2.85	0.00	1.7	5.13
2.9	0.00	1.65	5.13
3.0	0.00	1.6	5.13
3.5	0.00	1.5	5.13
4.0	0.00	1.0	5.13
4.5	0.00	0.5	5.13
5.0	0.00	0.0	5.13

在同一张图上分别画出 74LS04、74HC04、74HC14 电压传输特性曲线
电压上升时的传输特性



电压下降时的传输特性



(2) 比较电压传输特性曲线，说明各自的特性。

74LS04输入的低电压范围较小，高电压范围较大，输出最高电压约为4.6V。它是TTL电路的反相器，功耗低，转换速度慢。

74HC04输入的高低电压范围差距不大，最大电压约为5V。它是CMOS电路的反相器，功耗略高，转换速度快。

74HC14比较特殊，它的图像仅在阈值附近才会迅速变化，其他时间保持状态不变，面对输入电压的变化，其输出电压能迅速变化且比较稳定。它是施密特触发器，采用内部反馈的特殊电路，根据输入变化移动开关阈值，还可以已知输入噪声对输出的影响，输入电压上升时，阈值电压大约为2.75V，输入电压下降时，阈值电压大约为1.75V。

(3) 从传输特性曲线计算出 74LS04、74HC04、74HC14 三种门电路的电压特性：

	74LS04	74HC04	74HC14
输出高电平 (V_{OH})	4.50	5.07	5.13
输出低电平 (V_{OL})	0.07	0.04	0.00
输入高电平 (V_{IH})	1.5	3.5	1.9
输入低电平 (V_{IL})	0.5	1.15	2.6
阈值电平 V_T	1.0	2.33	2.75 / 1.75
低态直流噪声容限	0.43	1.11	2.6
高态直流噪声容限	3	1.57	3.23

4. 测量空载电流 I_{CCL} 和 I_{CCH} (选做实验)

(1) 与非门处于不同的工作状态，电源提供的电流是不同的。 I_{CCL} 是指所有输入端接高电平时，输出端空载时，电源提供器件的电流。 I_{CCH} 是指输出端空载，所有输入端接地，电源提供给器件的电流。通常 $I_{CCL} > I_{CCH}$ ，它们的大小标志着器件静态功耗的大小，器件的最大功耗为 $P_{CCL} = V_{CC} I_{CCL}$ 。

	输 出	
	74HC00	74LS00
I_{CCL}	18.6	3.17
I_{CCH}	15.4	2.69

根据公式 $P = V_{CC} * I_{CCL}$ 可知，74HC00 的静态功耗要比 74LS00 大很多，这符合理论知识：74LS00 是 TTL 逻辑系列元器件，而 74HC00 是 CMOS 逻辑系列元器件，TTL 元器件静态功耗低于 CMOS 元器件。

四、实验报告

1、比较 TTL 逻辑门和 CMOS 逻辑门的异同点

(1)相同

都是由晶体管组成；

(2)不同

TTL 传播延迟短，传播速度快，但是功耗要比 CMOS 大

TTL 的噪声容限比 CMOS 小，而 CMOS 对干扰信号的捕捉能力很强。所以 CMOS 不用的管脚不要悬空，最好接上上拉电阻或下拉电阻

TTL 电路是电流控制器件，CMOS 电路是电压控制器件。

CMOS 的工作电压范围比 TTL 大

2、说明三态门的特性及其应用

(1)特性：

三态门的输出有三种状态：高电平、低电平、高阻性状态。高阻性状态相当于电阻很大，隔断路，引入三态门可以实现断路的效果。

三态门存在一个控制使能端 EN，EN 有效的话呈现正常的高/低电平，EN 无效的话呈现高阻性隔断路

(2)应用：

在一个总线上同时只能有一个设备端口作输出，这时其他端口必须处于高阻态，同时可以输入这个输出端口的数据。所以，设备端口要挂在一个总线上，必须通过三态缓冲器。在总线控制管理下，访问到哪个端口，那个端口的三态缓冲器才可以工作在输出状态，其他端口仿佛断路一样。

3、说明施密特反相器的特性及其应用

(1)特性：

由施密特触发器构成。施密特触发器有两个稳定状态，在状态转换过程中的正反馈作用，可以把边沿变化缓慢的周期性信号变换为边沿很陡的矩形脉冲信号。提供稳定的逻辑电平。消除普通反相器因为生产的不规范，导致的电压中间区域的空白。

(2)应用：

当电路需要反向信号时，就选用施密特反相器。它可以产生规范的逻辑信号，抗干扰，避免误触发，还可以用来电流整形