



# 实验一 门电路及其参数测量

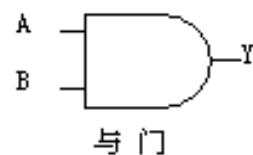
## 实验目的

- 1、学习使用基本逻辑门电路，掌握各种门电路之间的**转换方法**。
- 2、学会测试逻辑门**电路参数**的方法。

## 实验原理

集成逻辑门电路是最基本的数字电路元件，目前使用较为普遍的分别有双极型TTL逻辑门电路、CMOS型逻辑门电路，以及之后所开发的一些与TTL兼容的CMOS逻辑门电路，比如74HCT系列。

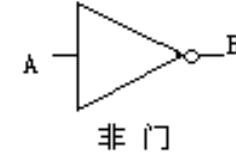
最基本的逻辑门电路有三种：**与门**、**或门**和**非门**，对应的逻辑符号如下图所示。其它的门电路可以由这三种基本门电路构成。



与门



或门



非门



逻辑电路的表示方法有三种：**逻辑表达式法、真值表法和卡诺图法**。其中，逻辑表达式法比较直观，可以直接看出电路的**逻辑功能**；真值表法可以直接看出**电路输出结果**；卡诺图法一般用来帮助**化简**逻辑表达式使用。

在电子电路中，用高、低电平分别表示二值逻辑的1和0两种状态，对于门电路的输入，都有一定的**门限值**：输入信号幅度高于高电平门限值，输入为高电平，逻辑状态为1；输入信号幅度低于低电平门限值，输入为低电平，逻辑状态为0。对于TTL门电路，其高低电平门限值分别为2.4V和0.4V。

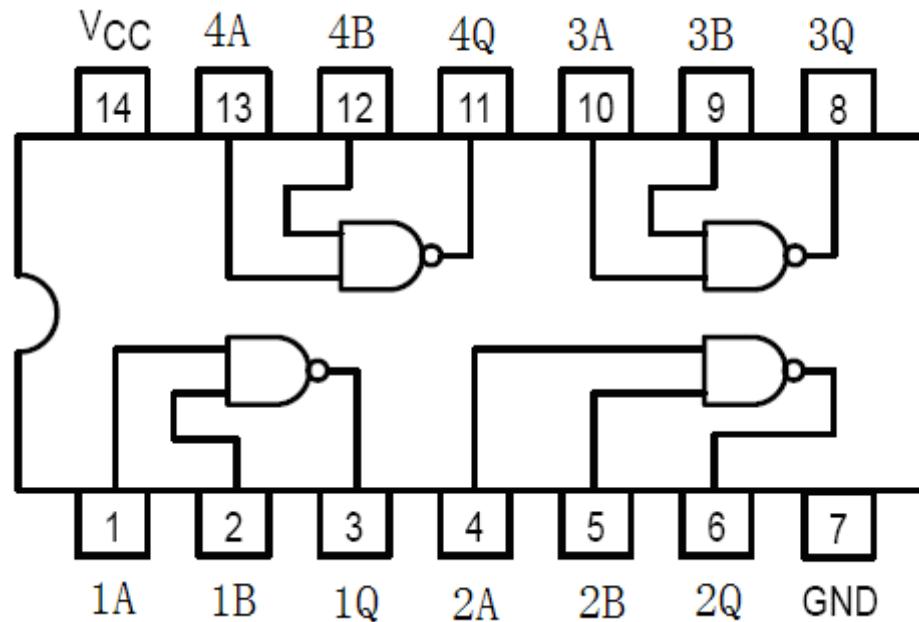
如果以输出的高电平表示逻辑状态1，以低电平表示逻辑状态0，称这种表示方法为**正逻辑**；反之，若以输出的高电平表示逻辑状态0，低电平表示逻辑状态1，则称这种表示方法为**负逻辑**。在数字电路实验中，若非特殊说明，一般采用正逻辑。



(实验原理)

对任何与或表达式进行二次求反，即可得到与非表达式，尽管这种方法构成的电路不一定是最简方案，但具有器件单一的特点。

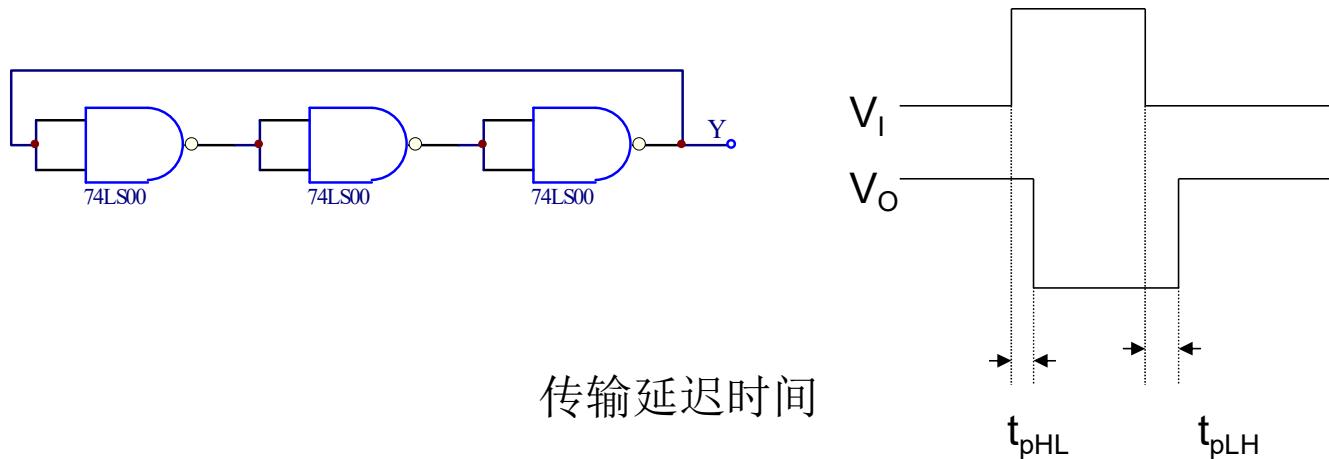
电子电路中，最基本的与非门电路为**7400**，它包含四个独立的二输入端与非门，称为四-二输入端与非门。其内部逻辑结构和管脚图如下所示，其中A、B为输入端，Q为输出端。





## 实验内容

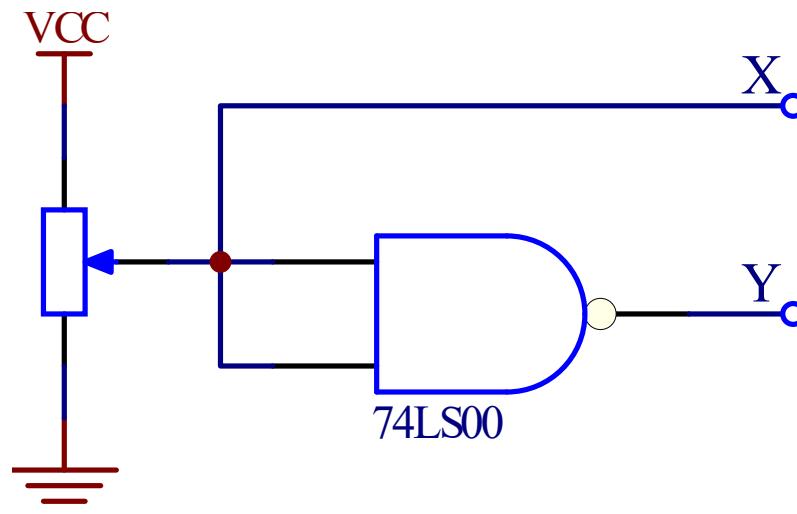
- 1、用实验箱检测7400中每个与非门的逻辑功能是否正常（对线下实验非常重要）。
- 2、用7400实现非、或、或非和异或逻辑功能，写出逻辑表达式并给出化简过程；在实验箱上连接电路并验证逻辑功能，将结果填入真值表。
- 3、传输延迟时间是衡量门电路开关速度的一个重要指标，如图1-1所示， $t_{pd} = (t_{pHL} + t_{pLH}) / 2$ ，其中 $t_{pHL}$ 和 $t_{pLH}$ 分别为导通延迟时间和截止延迟时间。用环形振荡器测量7400的平均传输延迟时间，实验电路如下图所示。电路输出波形的周期  $T = 6t_{pd}$ ，则 $t_{pd} = T/6$ ， $t_{pd}$ 即为7400平均传输延迟时间。





(实验内容)

4、(选做)用示波器的XY模式测量7400的电压传输曲线,画出曲线,记录并在曲线上标注 $V_{OH}$ 、 $V_{OL}$ 、 $V_{off}$ 、 $V_{on}$ 。测试电路如图1-2所示。其中 $V_{OH}$ 、 $V_{OL}$ 分别为与非门的输出高电平和低电平;  $V_{off}$ 是关门电平,指保持输出为高电平的最大输入低电平;  $V_{on}$ 是开门电平,指保持输出为低电平的最小输入高电平。(在Y-T模式下观察与非门的输出随输入的变化更直观)

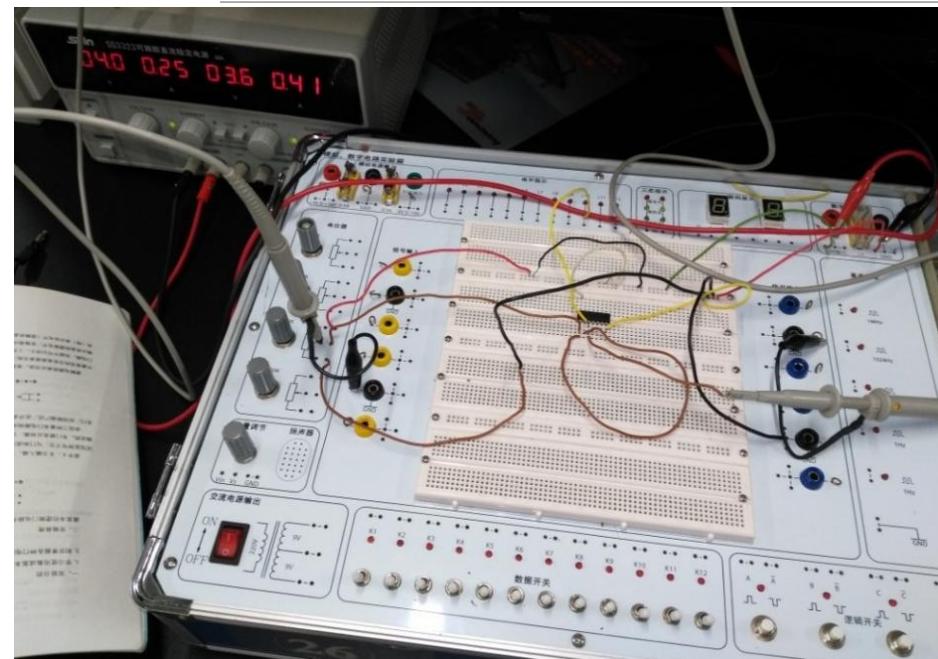


电压传输曲线测试电路原理图

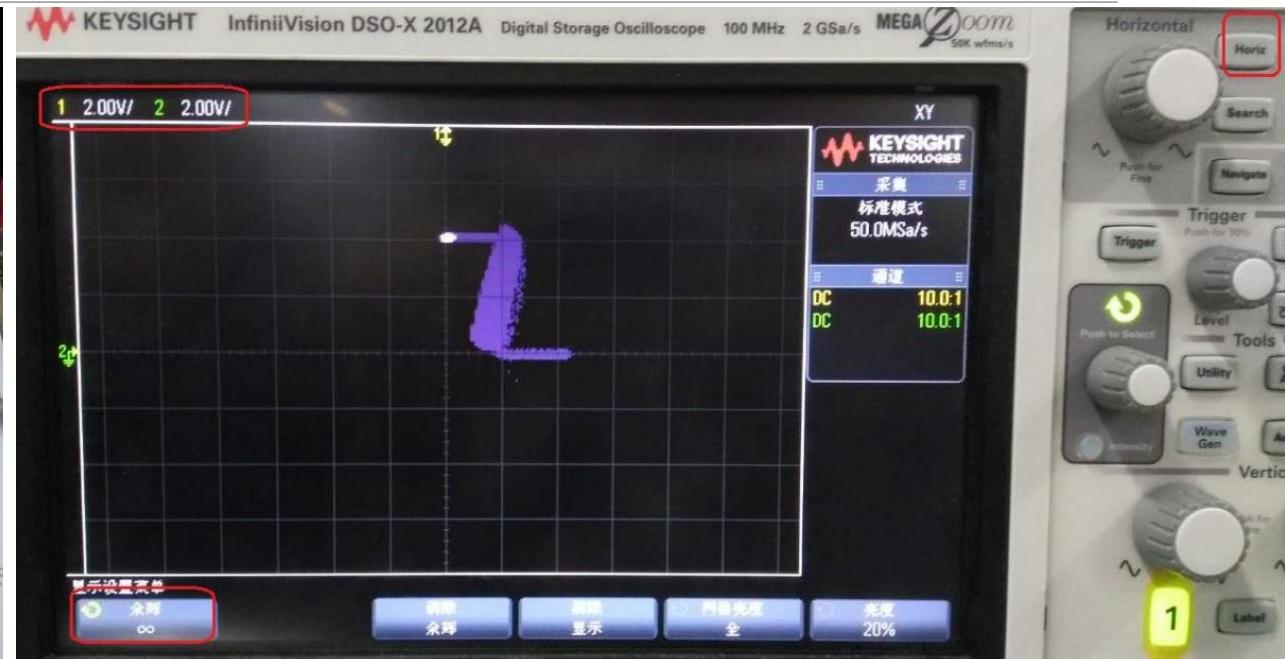


(实验内容)

用示波器的XY模式测量7400的电压传输曲线：



电路实物图



用示波器的XY模式测量结果



5、(选做) 用与非门7400构成半加器，实现不考虑进位输入的一位二进制加法。

## 思考题

对于TTL电路，输入端悬空相当于什么电平？在实际接线中应当如何处理，为什么？



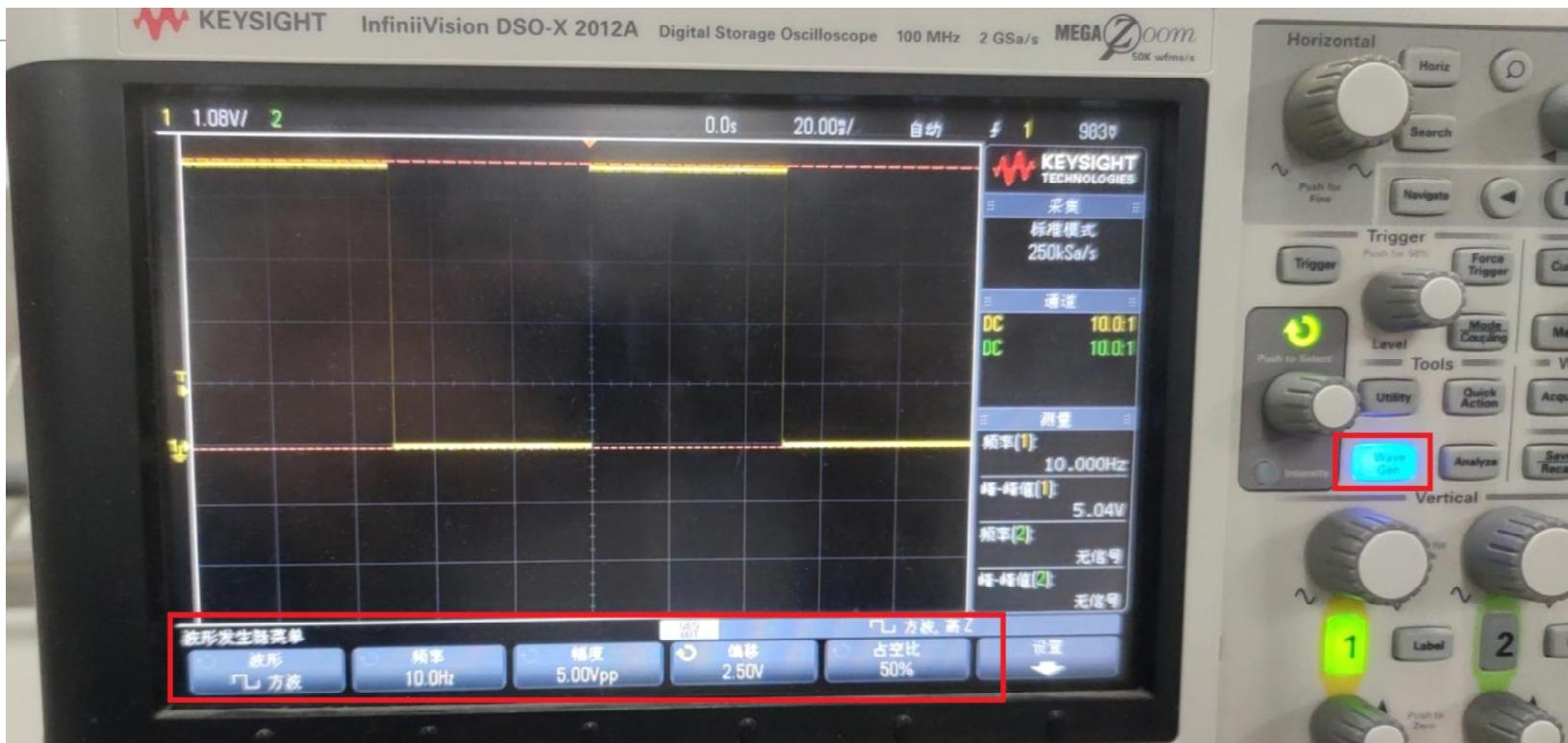
◆ 实验及仪器使用注意事项

数电实验注意事项：

- 1、芯片、数码管、按键等器件的脚不要扎到人！
- 2、芯片：
  - 1) 注意型号要正确；
  - 2) 注意第一脚的位置；
  - 3) 注意在面包板上的连接位置，要接触良好，拔芯片时要注意用万用表的表笔撬一下；
  - 4) 芯片的电源、地都要接；
  - 5) 芯片的输出端不能并联 (OD OC门除外)；
  - 6) 芯片的输入：实验箱的1Hz、按键脉冲、信号源的sync、示波器的Wave Gen (方波 4V峰值 2V直流偏置)
- 3、数电实验：电源独立模式，4v 1A的限流值；
- 4、数码管第3脚悬空、第8脚要串联1k欧姆电阻对gnd；
- 5、信号源、示波器、电源、实验电路要供好地；
- 6、数电实验：示波器：DC耦合，纵轴2V/格；横轴的单位参考输入信号的频率；
- 7、实验预习：利用仿真软件 (Multisim、Proteus、QuartusII等)，仿真PPT中的实验电路；另外下载实验电路用到的芯片器件手册。

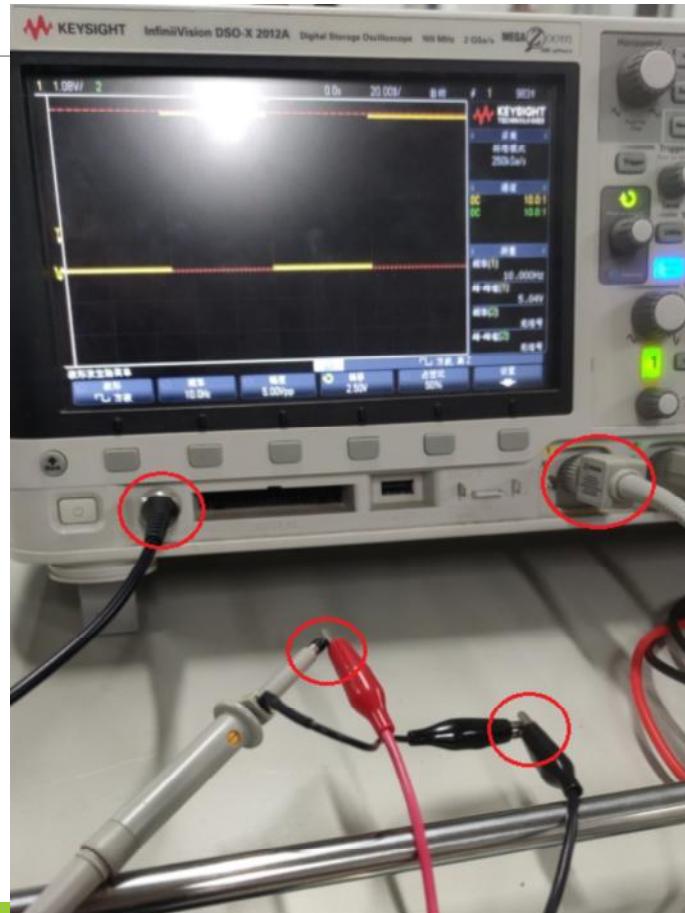
(实验注意事项)

利用示波器自带的信号源:



(实验注意事项)

利用示波器自带的信号源:





◆ 实验及仪器使用注意事项

相对于模拟电子技术实验，数字逻辑实验应该注意的地方：

- 1) 示波器：DC耦合，纵轴2v/格；横轴的单位参考输入信号的频率；





◆ 实验及仪器使用注意事项

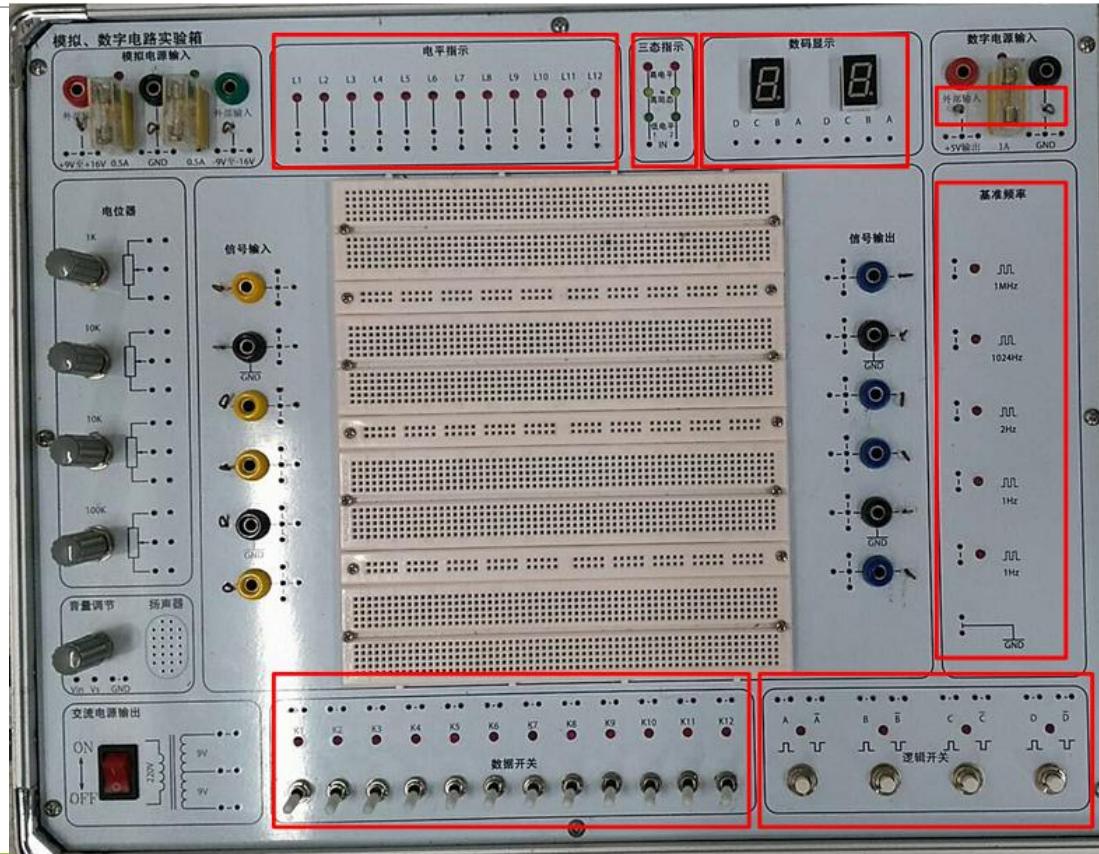
2) 电源: 4v/0.5a; 独立模式;





◆ 实验及仪器使用注意事项

3) 实验箱, 数电所特有的部分, 见下图:





◆ 实验及仪器使用注意事项

数字电源输入的GND与面包板旁的GND要用导线共在一起





4) 信号源: 用Sync口;

(Sync的输出为TTL信号: 高电平5v, 低电平0v, 频率与CHA一致)

信号源如何使能Sync输出:

◆ 实验及仪器使用注意事项





◆ 实验及仪器使用注意事项

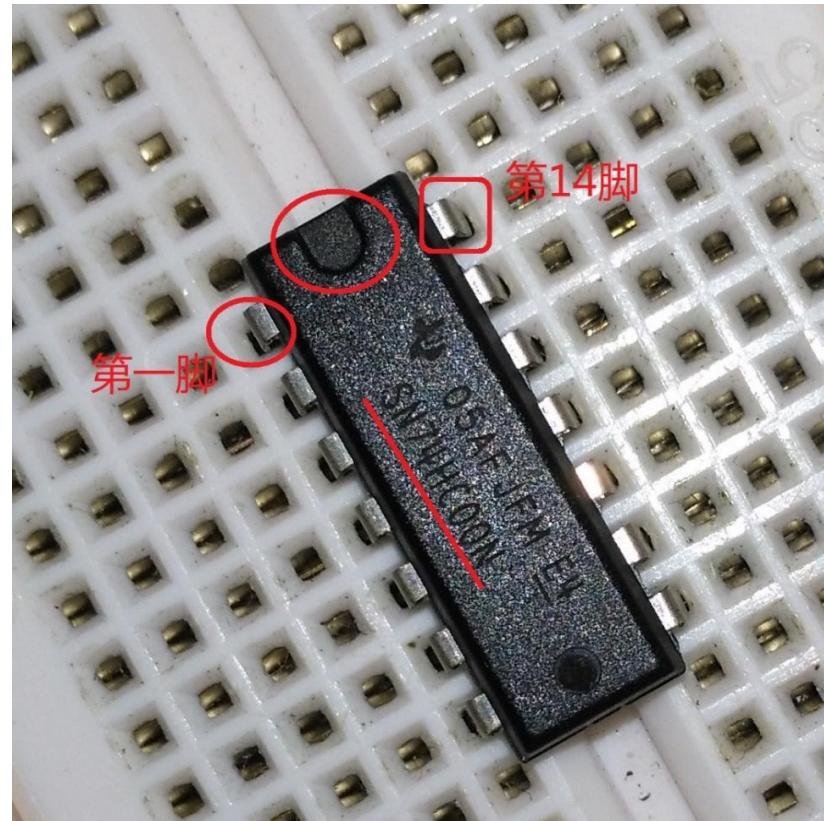
5) 其他注意事项:

- ◆ 电源、信号源、示波器、电路要共地
- ◆ 芯片在面包板上插接的位置—跨在槽的两端且保持和面包板接触良好，注意第一脚的位置
- ◆ 拔芯片要用导线在下面翘一下，不要用手直接拔
- ◆ 所有芯片的电源和地都要接
- ◆ 数电芯片的输入不要超限，电压范围0-vcc（如CHA默认是-0.5v到0.5v）
- ◆ 芯片的输出不要并联（除非是OC门或OD门）



◆ 实验及仪器使用注意事项

7400引脚排布及在面包板上的连接位置，注意芯片要和面包板接触良好，拔芯片时，用导线在芯片下面翘一下。





## 课前注意事项（线上教学忽略）

- ◆ 请同学们先签到
- ◆ 按照签到表上的**序号**，领取器件盒和一沓实验报告纸
- ◆ 找到对应**序号**的实验台，打开仪器检查是否工作正常
- ◆ 每次实验前在课下**提前预习**，把该推导的表达式等**提前推导好**



谢谢大家！