



兰州大学信息科学与工程学院实验报告

学生姓名： Hollow Man

年级专业： 2018 级计算机基地班

指导老师： 靳天玉

实验课程： 数字逻辑实验

实验题目： 门电路的延迟时间观察

一、实验目的

- (1) 了解门电路的延迟时间的测量及与 RC 电路类比。
- (2) 理解竞争冒险的原因及观测。
- (3) 对门电路的静态参数进一步认识。

二、实验原理

由于存在延迟时间，门电路的输出信号滞后于输入信号。开延迟时间和关延迟时间是不相等的，通常以其均值作为门电路的延迟时间指标 T_d ，如图 1 所示， T_d 用下式计算：

$$T_d = \frac{(t_1 + t_2)}{2}$$

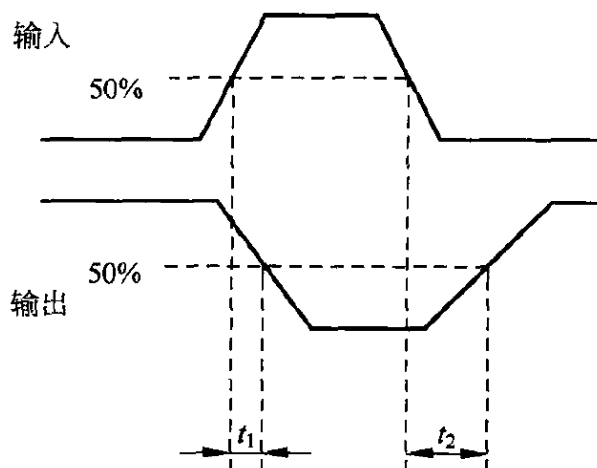


图 1 门电路开关延迟示意图

1. 测量 T_d 的方法

测量 T_d 的方法有以下两种：

(1) 按图 2 电路（延迟用奇数个非门），当输入方波时，测量输出脉宽，除以产生延迟门的个数（如对图 2，就除以 3），即为 T_d （波形如图 3，其中 $A\bar{A}$ 没有考虑 U_{ID} 的延迟，输出 F 是再经 U_{ID} 延迟后的波形，而且一般不是矩形波，而是钟形波）。

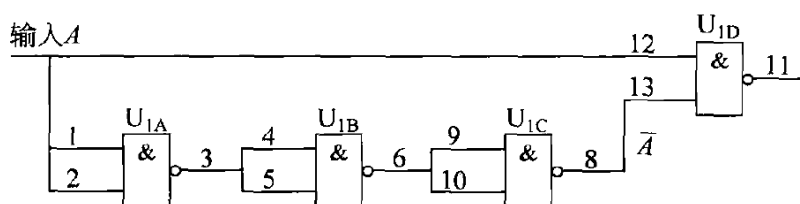


图 2 测量原理图

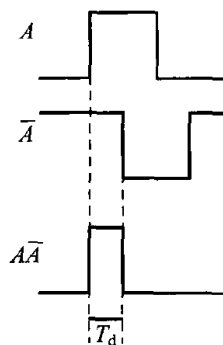


图 3 相与结果示意图

(2) 按图 4，用奇数个门首尾相连，作成环形振荡器，测量输出脉宽，除以环形振荡器中门的个数，即得 T_d （最后一个门是输出级）。

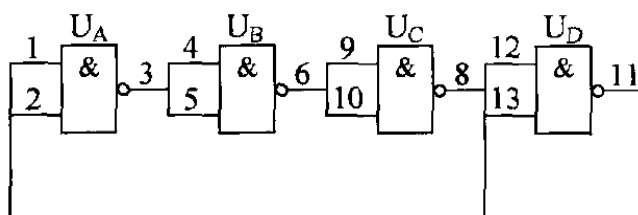


图 4 环形振荡器测量原理图

2. 组合逻辑电路中的竞争冒险

“与门”或“或门”的各输入端，设计时认为各变量是同时变化的，即过渡态的时间为 0；而实际上，由于信号的变化都需要一定的各自的过渡时间（如上升时间和下降时间就不同），并且因为各信号的经历不同，则到达门输入端时的迟早就不同（这实际上是增大了过渡区的时间），这就叫竞争。由于竞争而可能产生不需要的毛刺，也可能不产生，所以称为竞争冒险。产生了毛刺，叫有险，不产生叫无险。

冒险分两种：逻辑冒险和功能冒险。

所谓逻辑冒险，是指其他变量取某些常数（1 或 0），只有一个量改变时引起的冒险。例如，函数

$$F = (\bar{A}C + \bar{B})(\bar{D} + \bar{C}) + A$$

当 $B=C=1, D=0$ 时， $F = \bar{A} + A$ ，这时会产生 1 型冒险。

当 $A=0, B=D=1$ ，则 $F = C\bar{C}$ ，这时会产生 0 型冒险（见图 3）。

这两型冒险称为静态冒险。当电路输出端处于过渡状态时所出现的冒险，称为动态冒险。若其他变量取某些常数时，当出现 $F = A + A\bar{A}$ ，或 $F = A(A + \bar{A})$ 时，说明存在动态冒险现象。显然，动态冒险是由于静态冒险引起

的。

所谓功能冒险，是指两个以上的变量改变有先有后时所引起的冒险。如果把图 3 中与非门的一个输入视为 A ，另一个输入理解为变量 B ，而不是 \bar{A} ，就是功能冒险的例子。

只有各变量是相干的（即来源于同一基准时钟源），才讨论竞争冒险，否则无意义。

冒险毛刺的大小和形状，决定于各变量的上升沿和/或下降沿的形状和延迟时间。

3. 冒险影响的消除

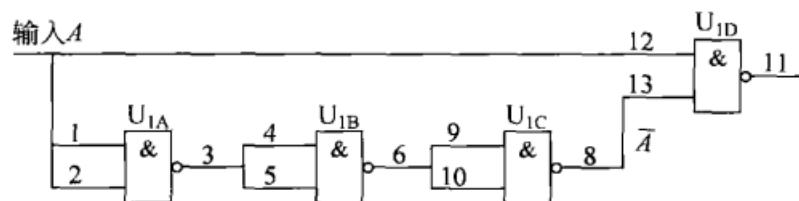
冒险毛刺要不要消除，首先，要看它的负载电路。如果负载电路的状态只由稳态决定、而不管过渡态（例如 LED 指示灯，大部分组合电路等），就不需要消除；如果是做控制信号用的，像发送到总线三态门的控制信号（例如输出到总线的三态门有两个，在稳态它们不能同时被打开。可是，若由于冒险产生的毛刺使之有同时打开的瞬间，它们互为负载，可能造成互扰）；再像触发器的触发信号，毛刺可能引起不必要的翻转，这些就要消除。第二，要看毛刺的大小和宽度，如果毛刺很小或很窄，不足以引起后面电路的错误动作，就不必消除。总之，既要看毛刺本身，又要看后面电路的敏感性和产生错误后果的可能性。

消除办法有 RC 滤波法、增加冗余性法、封锁脉冲法和选通脉冲法。

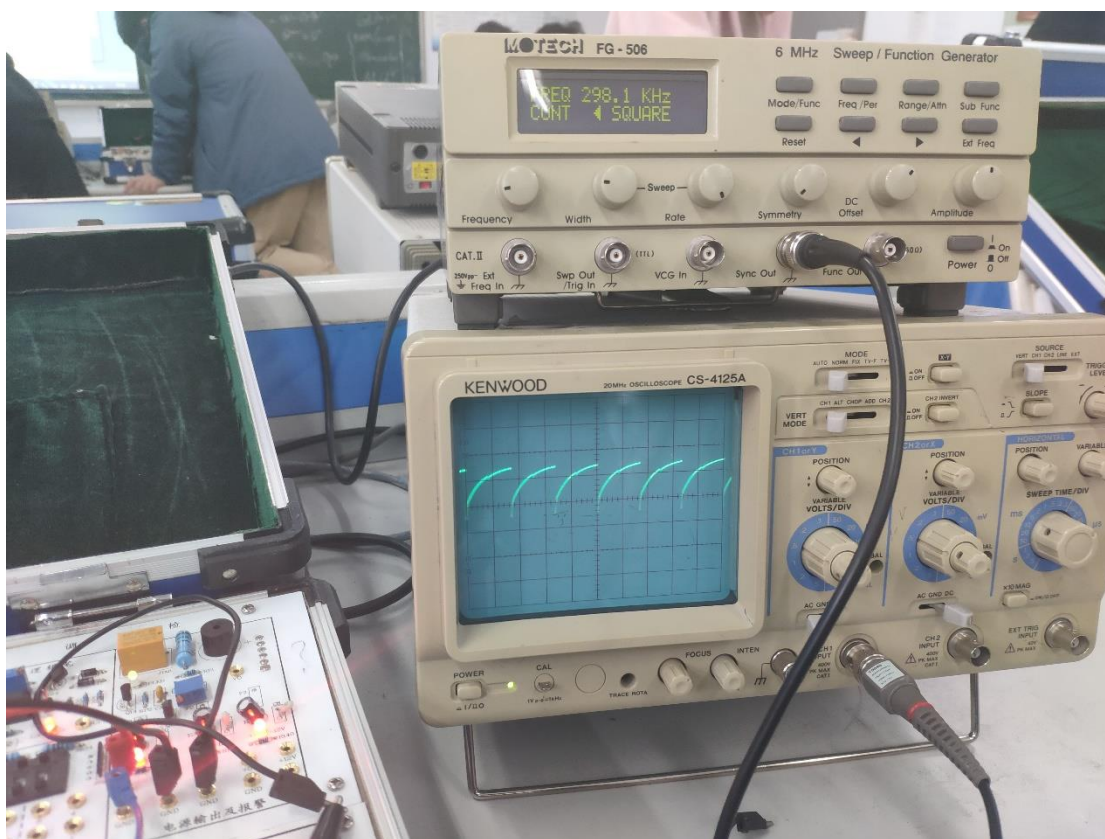
三、实验记录

1. 用二输入与非门(74Ls00), 按照第 26 页图 2.3 连接电路, 输入信号取自 TTL 端方波, 频率 300kHz 左右, 用示波器观察冒险现象。

电路图：



打开示波器，按上图和实验要求进行相关操作，得到如下结果：



可以很清晰地观察到冒险现象。

2. 按照第 26 页图 2-4 连接电路，用示波器观察输出信号。

电路图：

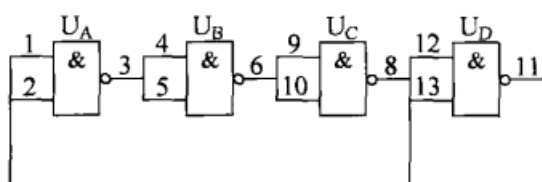
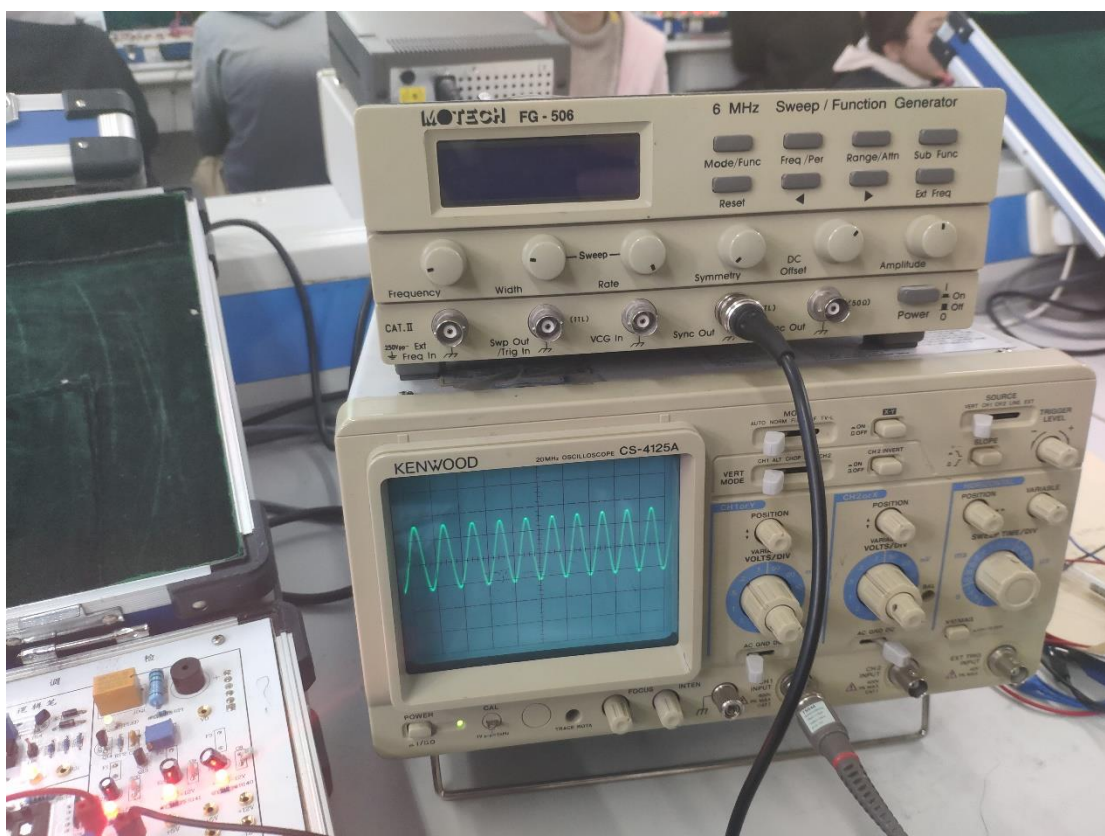


图 2-4 环形振荡器测量原理图

打开示波器，按上图和实验要求进行相关操作，得到如下结果：



可见输出端为一个正弦波。

3. 按照第 26 页图 2-5 连接电路，注意图中 R 改用 4.7K 的可变电阻，用示波器观察输出信号。

电路图：

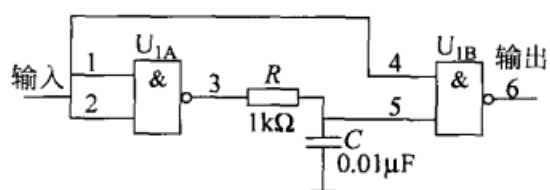
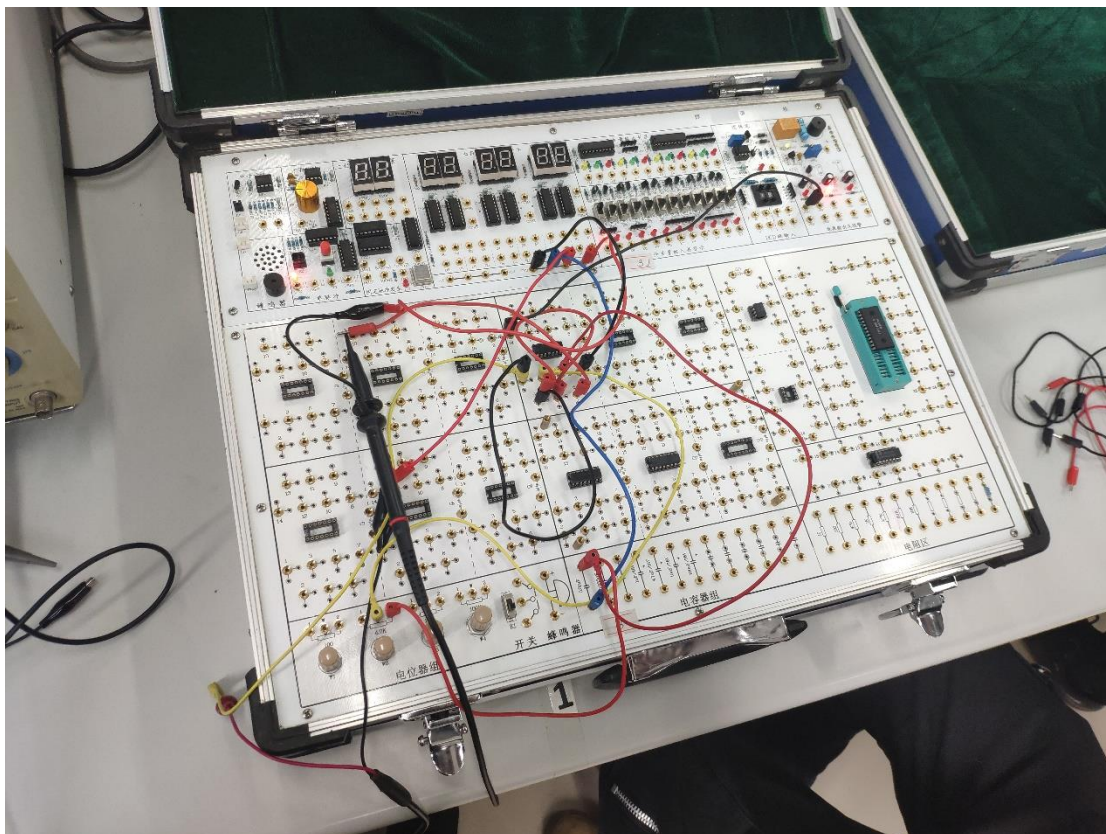


图 2-5 RC 积分电路测量原理图

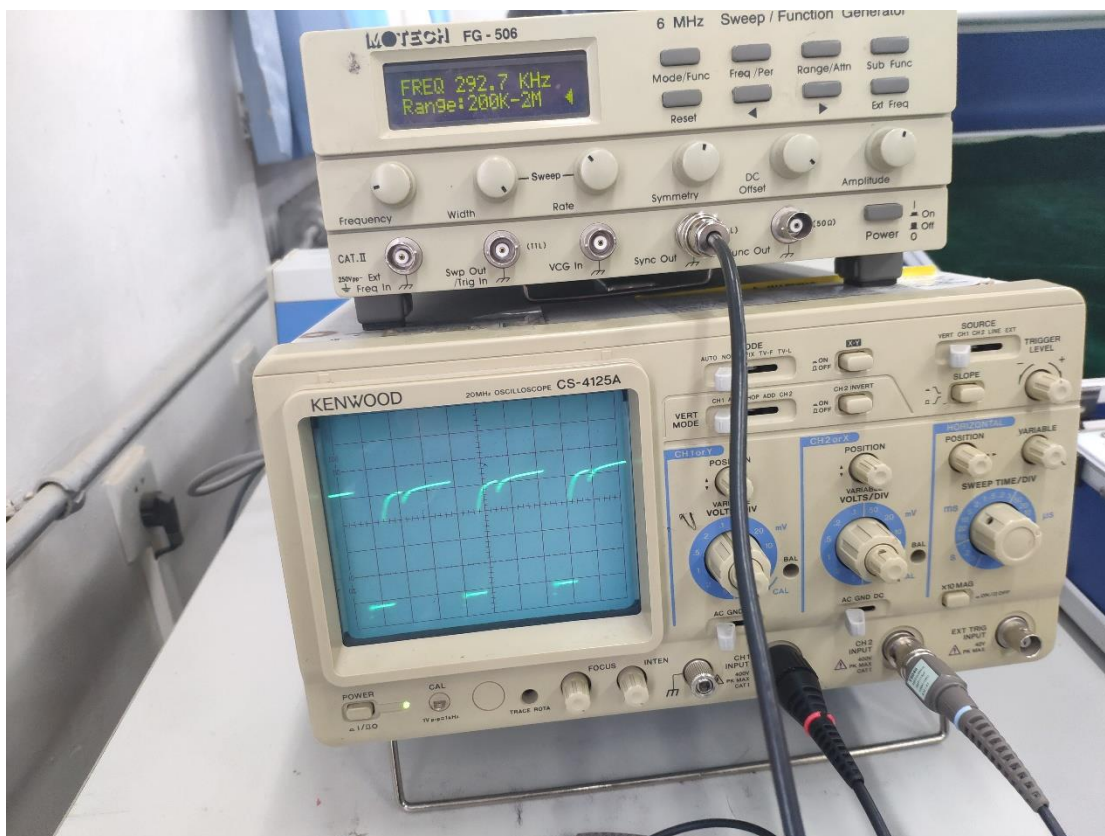
滑动变阻器连接方式：



打开示波器，按上图和实验要求进行相关操作，连接电路如图：



得到如下结果：



调节滑动变阻器，可见电阻值越小，波形越弯曲。

4. 在图 2-4 中插入如黑板所示电路，用示波器观察输出信号，调节可变电阻观察输出波形频率。

电路图：

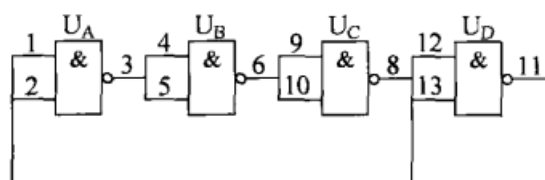
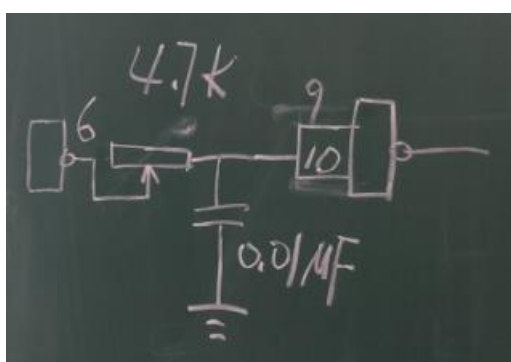


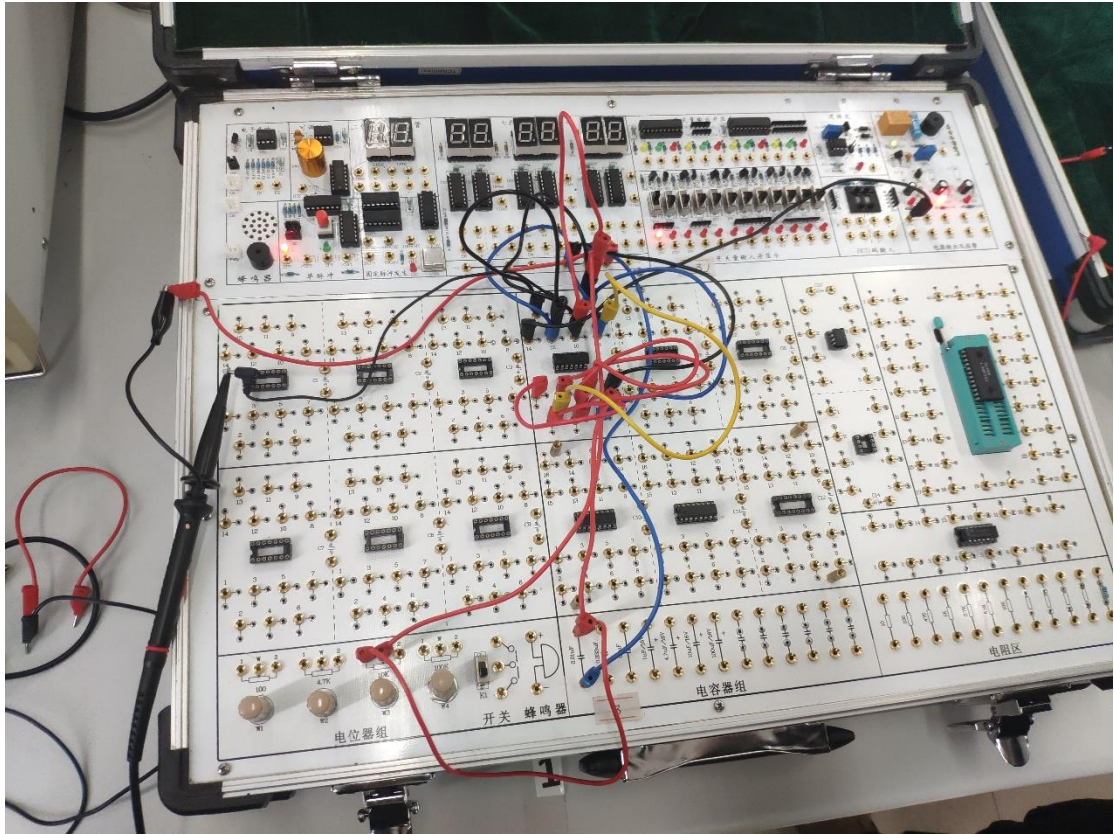
图 2-4 环形振荡器测量原理图



滑动变阻器连接方式：



打开示波器，按上图和实验要求进行相关操作，连接电路如图：



得到如下结果：



调节滑动变阻器，可见电阻值越小，频率越低。

四、实验思考

1. 什么是门延迟

由于存在延迟时间，门电路的输出信号滞后于输入信号，这就叫门延迟。

2. 什么是竞争

“与门”或“或门”的各输入端，设计时认为各变量是同时变化的，即过渡态的时间为 0；而实际上，由于信号的变化都需要一定的各自的过渡时间（如上升时间和下降时间就不同），并且因为各信号的经历不同，则到达门输入端时的迟早就不同（这实际上是增大了过渡区的时间），这就叫竞争。

1. 什么是冒险和毛刺

由于竞争而可能产生不需要的毛刺，也可能不产生，所以称为竞争冒险。产生了毛刺，叫有险，不产生叫无险。

冒险分两种：逻辑冒险和功能冒险。

所谓逻辑冒险，是指其他变量取某些常数（1 或 0），只有一个量改变时引起的冒险。例如，函数

$$F = (\bar{A}C + \bar{B})(\bar{D} + \bar{C}) + A$$

当 $B=C=1, D=0$ 时， $F = \bar{A} + A$ ，这时会产生 1 型冒险。

当 $A=0, B=D=1$ ，则 $F = C\bar{C}$ ，这时会产生 0 型冒险（见图 3）。

这两型冒险称为静态冒险。当电路输出端处于过渡状态时所出现的冒险，称为动态冒险。若其他变量取某些常数时，当出现 $F = A + A\bar{A}$ ，或 $F = A(A + \bar{A})$ 时，说明存在动态冒险现象。显然，动态冒险是由于静态冒险引起的。

所谓功能冒险，是指两个以上的变量改变有先有后时所引起的冒险。如果把图 3 中与非门的一个输入视为 A ，另一个输入理解为变量 B ，而不是 \bar{A} ，就是功能冒险的例子。

只有各变量是相干的（即来源于同一基准时钟源），才讨论竞争冒险，否则无意义。

冒险毛刺的大小和形状，决定于各变量的上升沿和/或下降沿的形状和延迟时间。