

摘要：

信号完整性问题是一个系统性问题，广义上讲，信号完整性包括由于布局布线、电气互连、电源、器件等引起的所有信号质量及延时等等问题。其主要原因是信号频率提升导致的信号边沿变陡，陡峭的上升沿包含更加复杂的高频信号及其分量，其相互作用下可能导致信号产生严重的畸变。PCB板的工艺参数、元器件及在PCB板上的布局、高速信号的布线等等这些问题都可能引起信号完整性问题，导致系统工作不稳定，甚至完全不能正常工作。

幅度(电压)和信号时序。

信号能以要求的时间、顺序、电压幅度到达接收端时，该电路就有很好的信号完整性。否则，就容易出现信号完整性问题。信号完整性主要表现在振铃、串扰、反射、延迟、时序错误、抖动等几个方面。

1、振铃

振铃

是一种出现在信号快速转换时，附加在高速信号转换边缘上，且有一定衰减速度的震荡失真信号的现象。

2、串扰

串扰在电子学上是指两条信号线之间的耦合现象。这是因为空间距离近的信号线之间会出现不希望的电感性和电容性耦合从而互相干扰。电容性耦合会引发耦合电流，而电感性耦合则引发耦合电压。在印刷电路板设计和集成电路设计中，串扰是一个比较棘手的问题。

3、反射

反射

是指信号在传输线上传输时，当高速PCB上传输线的特征阻抗与信号的源端阻抗或负载阻抗不匹配时，发生反射，使信号波形出现过冲、下冲和由此导致的振铃现象。如下图所示：

过冲 (Over shoot) 是指信号跳变的第一个峰值 (或谷值) ，它是在电源电平之上或参考地电平之下的额外电压效应；

下冲 (Under shoot) 是指信号跳变的下一个谷值 (或峰值) 。过大的过冲电压经常长期性地冲击会造成器件的损坏，下冲会降低噪声容限，振铃增加了信号稳定所需要的时间，从而影响到系统时序。

4、延迟，时序错误

信号延迟和时序错误

是指信号在PCB的导线上以有限的速度传输，信号从驱动端发出到达接收端，其间存在一个传输延迟。过多的信号延迟或者信号延迟不匹配可能导致时序错误和逻辑器件功能混乱。

5、抖动

抖动

是指事件的理想定时与实际定时之间的偏差。一般这样定义抖动：“信号的某特定时刻相对于其理想时间位置上的短期偏离为抖动”。为了理解这个概念，假设我们正在发送一个数字正弦波

并在坐标纸上绘制其图形。每个正方形相当于一个时钟脉冲；由于垂直线之间的间隔是等距的，因此最后我们可以得到一个完美的周期性时钟信号。在每个时钟脉冲上，获取3个数据点并将各点绘制在坐标纸上。由于它具有周期性，因此我们可以得到一个精准的正弦波。

周期性采样时钟可让数字系统进行正确、精准的通信。

现在，我们假设垂直线之间不是等距的。这样会使时钟信号的周期性不那么明显。当绘制数据时，它们之间的间隔并不相同，因此看起来不正确。

如果时钟信号发生了抖动，将引起数字波形发生变形。

在上图中，可以看到时钟信号电平的切换距离是不均匀的；这就是时钟的抖动。尽管上图抖动较为夸张，但是它说明了抖动的时钟会导致采样在不均匀的时间间隔上触发。这种不均匀导致要记录和复制的波形发生变形。