

## 【高速先生原创|高速串行系列】TDR 分辨率

作者：王锐 一博科技高速先生团队成员

### TDR 分辨率

在日常的生活工作中，有很多测试测量的工具，比如测量长度的尺子，计量时间的钟表等等，谈到测试测量工具的时候，分辨率是关键指标之一，比如尺子的分辨率是 1mm，时钟的分辨率是秒。所谓分辨率就是测试测量工具能测量的最小单位。尺子和钟表很容易得知分辨率大小，那 TDR 的分辨率怎样来确定呢？

TDR 产生一个快速脉冲边沿，入射到待测器件中，通过采样反射波来测量特征阻抗，而产生的快速脉冲边沿本身有一个上升时间，上升时间在待测器件上对应的电气长度对于 TDR 来说是一个模糊区域，该区域内，TDR 仪器不能准确测出待测器件的特征阻抗。所以，TDR 上升时间是 TDR 分辨率的主要影响因素之一，除了上升时间，TDR 分辨率还和待测器件的介电常数有关。具体关系如下：

$$L = \frac{CT_r}{2\sqrt{\epsilon_{\text{eff}}}}$$

其中 C 是光速， $\epsilon_{\text{eff}}$  是待测器件的有效介电常数， $T_r$  是 TDR 的上升时间，L

是 TDR 的分辨率。

当待测器件的电气长度大于分辨率 L 时，该器件的特征阻抗就可以被 TDR 测得。

如果 TDR 的分辨率不足，会给测试结果带来什么样的影响呢？

图（1）和图（2）是同一个通孔，TDR 上升时间分别设置 40ps、100ps 的阻抗测试结果：

### 如何关注

- 1、搜索微信号“高速先生”
- 2、扫描右侧二维码，开始学习





图(1) TDR 上升时间为 40ps 的阻抗测试结果



图(2) TDR 上升时间为 100ps 的阻抗测试结果

TDR 上升时间设置 40ps 时，阻抗为 43ohm；TDR 上升时间设置 100ps 时，阻抗为 47ohm。所以当 TDR 的分辨率不足时，可能无法反应某些细微结构的特征阻抗值。

那是不是就是把 TDR 上升时间设置越小越好呢？

我们测试阻抗的目的是为了反映信号在通道中传输时所感受到的阻抗，不同的信号速率，上升沿也会不同，自然对同一个通道感受到的阻抗也会不同。比如上述例子，1Gbps 的信号上升沿大概为 100ps，感受到的阻抗约为 47ohm；8Gbps 的信号，上升沿大概 40ps，感受到的

如何关注

- 1、搜索微信号“高速先生”
- 2、扫描右侧二维码，开始学习



阻抗约为 43ohm。所以，使用 TDR 测试通道阻抗时，合适的 TDR 上升时间设置要与信号的上升时间相匹配。

### 问题来了

我们都知道，PCB 制板的时候，关键信号需要进行阻抗控制。那么，用 TDR 来测试 PCB 板上线路阻抗的时候有哪些注意事项？

高速先生欢迎您和我们一起进行交流，关注微信名（高速先生），直接将答案通过会话回复，参与互动答题即有机会获得奖品，回复关键词“奖品”查看更多。

### 【关于一博】

一博科技专注于高速 PCB 设计、PCB 制板、焊接加工、物料供应等服务。作为全球最大的高速 PCB 设计公司，我司在中国、美国、日本设立研发机构，全球研发工程师 500 余人。超大规模的高速 PCB 设计团队，引领技术前沿，贴近客户需求。

一博旗下 PCB 板厂成立于 2009 年，位于广东四会（广州北 50KM），采用来自日本、德国的一流加工设备，TPS 精益生产管理以及品质管控体系的引入，致力为广大客户提供高品质、高多层的制板服务。

一博旗下 PCBA 总厂位于深圳，并在上海设立分厂，现有 12 条 SMT 产线，配备全新进口富士 XPF、NXT3、全自动锡膏印刷机、十温区回流炉等高端设备，并配有波峰焊、AOI、XRAY、BGA 返修台等配套设备，专注研发打样、中小批量的 SMT 贴片、组装等服务。

### 【关于高速先生】

高速先生由深圳市一博科技有限公司 R&D 技术研究部创办，用浅显易懂的方式讲述高速设计，成立至今保持每周发布两篇原创技术文章，已和大家分享了百余篇呕心沥血之作，深受业内专业人士欢迎，是中国高速电路第一自媒体品牌。

### 如何关注

- 1、搜索微信号“高速先生”
- 2、扫描右侧二维码，开始学习





扫一扫，即可关注

Edadoc  
Your best partner  
— 博 科 技

如何关注

- 1、搜索微信号“高速先生”
- 2、扫描右侧二维码，开始学习

