

## 【高速先生原创|学习笔记系列】差分线的那些事之 TXRX 为什么要分层

作者：周伟 一博科技高速先生团队成员

摘要：TXRX 为什么要分层走？高速先生学习笔记来告诉你。

关键词：差分信号、共模信号、奇模、偶模、传播速度

新的一年又来了，又是一年开学季，学习不能停，我们去年未完的学习笔记系列文章又要开始和大家见面了。

在上一篇学习笔记之差分线的那些事里面我们提到过关于差分线的很多概念，比如差分线，差分信号与差分阻抗，共模信号与共模阻抗，以及奇偶模态等，这些概念确实是很容易让人摸不着头脑，需要不断回顾反复琢磨才能好好的消化。

记得去年的爆款文章“[TXRX 信号为什么要分层走](#)”主要是从应用的角度来分析高速差分信号的串扰问题，没看过的或者忘记内容的童鞋可以再点击如下链接回顾一下：

今天我们从基础原理上也来解释下为什么 TXRX 信号要分层走。

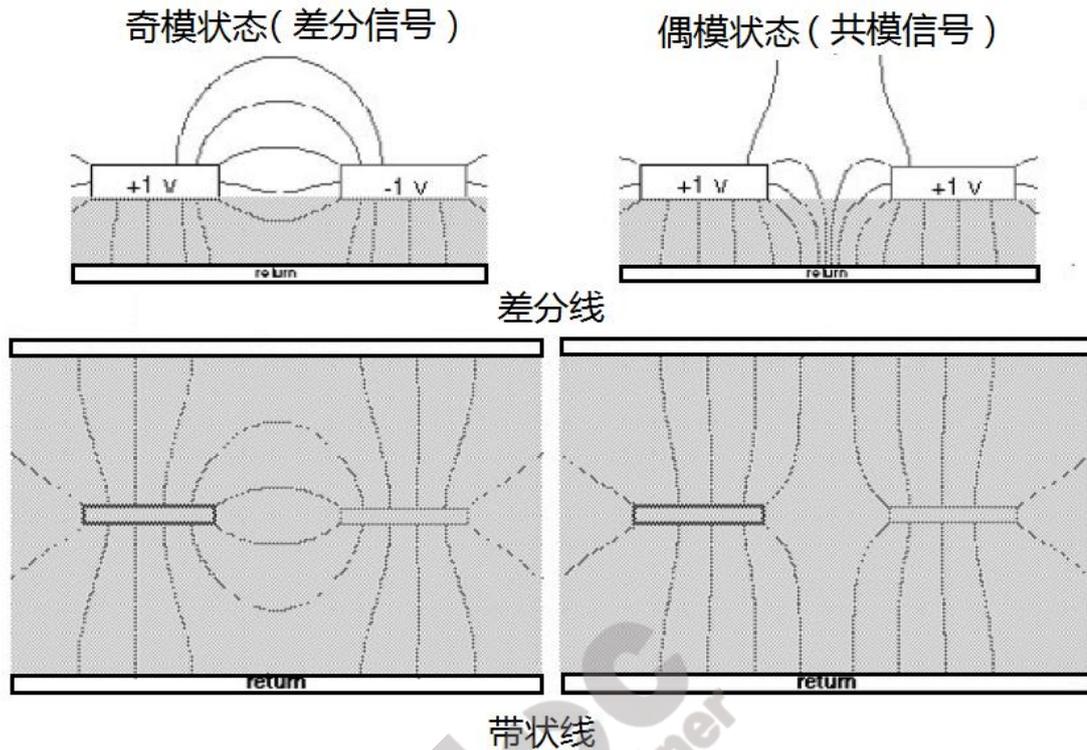
在之前的传输线基础文章中提到过，传输线的速度不是由信号本身的频(速)率决定的，而是由电力线穿过的介质的有效介电常数决定的。在微带线中，对于电力线而言，由于导体一部分处于体介质材料中，一部分处于空气中，介电常数是一个复合值，有效介电常数会比实际介质的介电常数小，此时对于差分线来说，如果信号处于奇模状态下（即差分信号驱动），多数电力线位于空气中，如果信号处于偶模状态下（即共模信号驱动），多数电力线处于体材料（介质）中，由于这个原因，奇模信号比偶模信号有一个稍微小一点的有效介电常数，因此差分信号（奇模）比共模信号（偶模）在微带线中传播速度更快。

而在带状线中，导体周围的介质材料可以说是均匀的（上下材料之间差异不大），对于电力线来说，有效介电常数始终等于体介电常数，此时差分线的驱动模式对传播速度基本没有影响，即差分信号（奇模）与共模信号（偶模）速度是相等的。如下图一描述了两种模态分别在微带线和带状线状态下的电场分布。

### 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





所以问题就来了，通常我们的差分对不是纯粹以单一的驱动模式存在，而是两种模式同时共存，也就是说差分线中差分信号和共模信号是共存的。前面传输线基础里面也讲到了，差分信号和共模信号是构成差分对的两个分量，所以在微带线中尽管它们同时出发，但经过一段传输线后，速度较快的信号分量（差分信号）将会先到达远端，此时在信号分量上面就有了时间差，这个时间差就会导致在最终接收的时候信号上出现远端噪声。这也是为什么说高速差分信号尽量走带状线而不走微带线的原因，因为微带线的远端噪声会更大。而带状线由于相对介电常数较稳定，差分分量和共模分量速度基本一致，所以在接收端带来的分量时间差很小，从而远端噪声也很小，基本可以忽略。

于是 TXRX 分层走也就可以解释了，分层走是为了避开远端串扰噪声的影响。通常我们的高速差分走线都走成带状线，而带状线前面解释过了，相对介电常数比较稳定，所以有很小或者基本没有远端串扰噪声，此时同向的信号如 TX 在同一层接收端是不会互相干扰的，而接收端也正好是我们需要的信号。如果 TXRX 走在同一层且靠近一起，那么对于 TX 的接收来讲，旁边正好是 RX 的发送端，此时 RX 的发送端是有近端串扰噪声的，这个噪声就会影响到 TX 的接收，这种情况是我们需要尽量去避免的。

问题：微带线中差分信号传播速度快，那么对于 4 层板的 DDR4 信号来说，同组信号如时钟和地址、DQS 和 DQ 来说，是否需要考虑这种等长不等时的影响？

#### 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



## 【关于一博】

深圳市一博科技股份有限公司（简称一博科技）成立于 2003 年 3 月，专注于高速 PCB 设计、PCB 制板、SMT 焊接加工和供应链服务。我司在中国、美国、日本设立研发机构，全球研发工程师 600 余人。

一博旗下 PCB 板厂位于深圳松岗，采用来自日本、德国等一流加工设备，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、成都、长沙设立分厂，厂房面积 23000 平米，现有 30 条 SMT 产线，配备全新进口富士 XPF、NXT3、AIMEX III、全自动锡膏印刷机、十温区回流炉、波峰焊等高端设备，并配有 AOI、XRAY、SPI、智能首件测试仪、全自动分板机、BGA 返修台、三防漆等设备，专注研发打样、中小批量的 SMT 贴片、组装等服务。作为国内 SMT 快件厂商，48 小时准交率超过 95%。常备一万余种 YAGEO、MURATA、AVX、KEMET 等全系列阻容以及常用电感、磁珠、连接器、晶振、二三极管，并提供全 BOM 元器件服务。

PCB 设计、制板、贴片、物料一站式硬件创新平台，缩短客户研发周期，方便省心。

EDADOC, Your Best Partner.

## 【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。



高速先生微信公众号



历届所有技术文章  
持续更新中

### 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

