

【高速先生原创|拓扑和端接系列】FLY-BY，你不可不知的两大布线细节

作者：袁波 一博科技高速先生团队成员

拓扑和端接知多少

FLY-BY，你不可不知的两大布线细节

作者听过这样一种说法，DDR 的历史，就是一个 SI 技术变革的过程，说白了就是拓扑与端接之争。DDR2 使用的是 T 拓扑，发展到 DDR3，引入了全新的菊花链—fly-by 结构。使用 fly-by 并不完全因为现在的线路板越来越高密，布局空间越来越受限，主要原因还是 DDR3 信号传输速率变得更快了，T 型拓扑已经不能满足高速传输的要求。

高速先生前期的文章中提到了 fly-by，并且早期的文章对 fly-by 结构也做过一些介绍。看过文章的网友肯定还记得文中的一些观点，例如：不是所有的 DDR 都可以使用 fly-by；为提高负载的信号质量，fly-by 结构可以进行容性负载补偿...

（原文链接如下：http://www.edadoc.com/cn/js wz/show_554.html

这期文章的主题是围绕拓扑结构与端接展开的，我也来说说我对 fly-by 结构的一些理解。

Stub 长度决定信号质量

我们经常见到的使用 fly-by 结构将内存颗粒串联起来的实例如图 1 和图 2

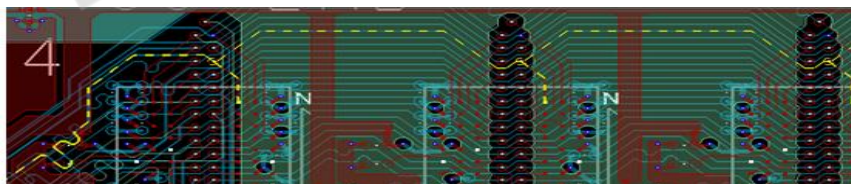
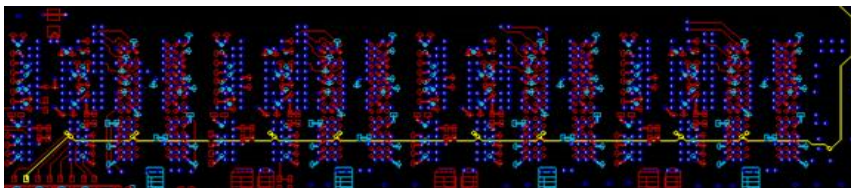


图 1



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 2

图 1 中，stub 长度约为 200mil，图 2 stub 约为 20mil。这两种做法哪种信号质量更好些呢？高速先生为此专门做仿真验证了一下。建立如下图 3 拓扑结构。

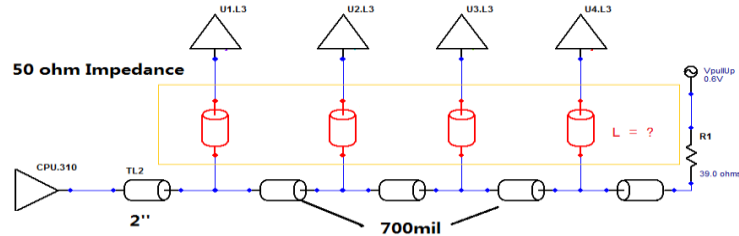


图 3

图 3 各段线阻抗都取 50 ohm。只改变 stub 长度，四个接收端波形如下图 4 所示：

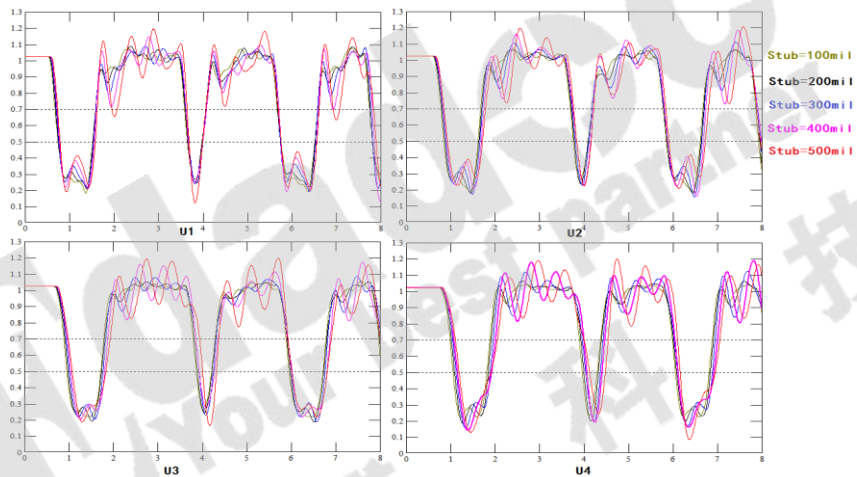


图 4

从波形可以看出，随着 stub 长度的增加，波形的过冲现象越来越严重。为更好的评估 stub 变长对信号带来的影响，我们将近端和远端接收端的眼图对比如下：

Stub length	near dram		far dram	
	eye height(mV)	eye width(ps)	eye height(mV)	eye width(ps)
100mil	616.53	750.3	640.92	756.22
200mil	475.31	746.25	585.42	743.86
300mil	298.82	762.21	476	713.49

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



400mil	165.36	737.28	279.95	667.19
500mil	< 0	--	200	---

图 5

由上图 5 可知，随着 Stub 变长，眼高逐渐变小，这再次验证了：stub 越长信号质量越差。

阻抗补偿有利于改善信号质量

设计过 DIMM 条的小伙伴们都会注意这样一个细节，就是主网络走线要比到各个分支走线粗，如下图

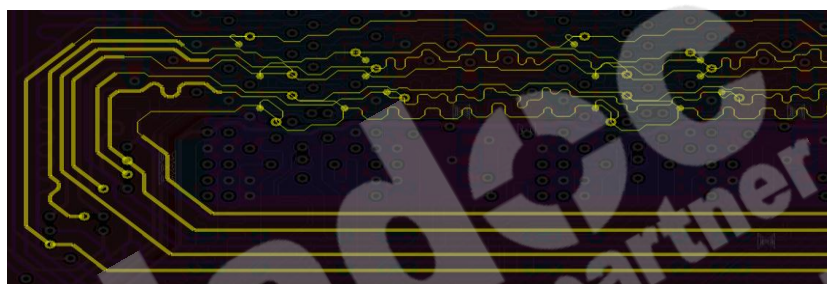
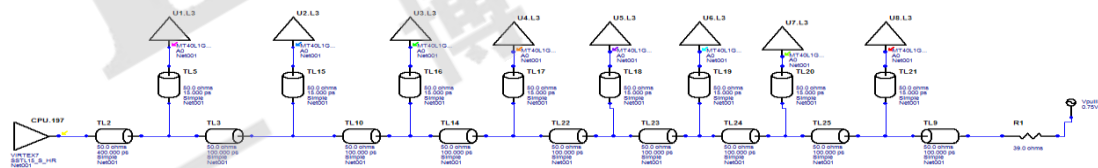


图 6

这么做真的可以改善信号质量？空口无凭，我们还是用仿真数据来说话。搭建如下拓扑结构，只是改变主线段阻抗（最初阻抗都是 50ohm），其他变量不变。



主线段阻抗分别取 40ohm 与 50ohm，近端和最远端负载眼图对比如下图 7,图 7 中蓝色眼图代表的是主干线阻抗为 40ohm 情况，紫色眼图代表的是主干线阻抗是 50ohm 的情况。

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



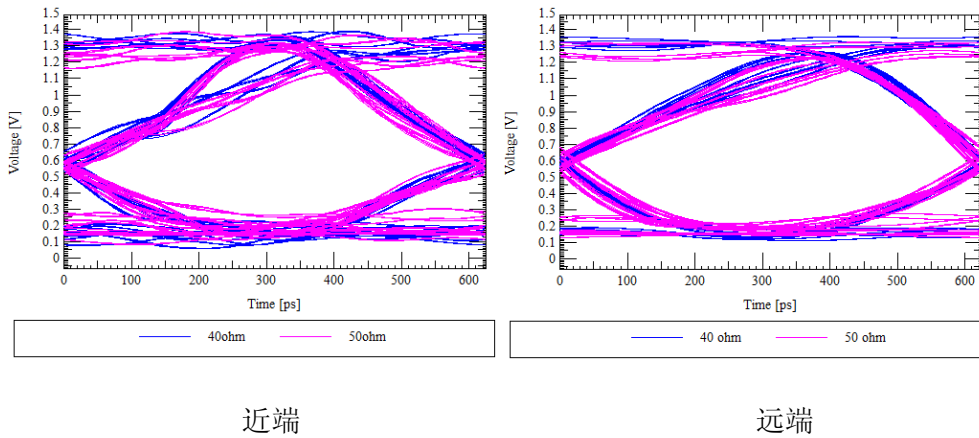


图 7

由上图可知，蓝色眼图比紫色眼图张的更开，也就意味着主线段阻抗偏低信号质量会更好。降低主线段阻抗或者提高后面分支的阻抗的确可以改善信号质量，这个方法业内把它叫做容性负载补偿。特别是那种负载很多的结构，一条链路上串了 8 片或者 10 片 DDR 颗粒的，做一下容性负载补偿对提升信号质量有很大的帮助。

对于喜欢深入思考的读者来说，文章写到这里肯定是远远不够的，为什么 Stub 长了信号质量就不好？为什么接收端要做阻抗补偿？下期的文章会针对这些问题做出详细的分析。

本期问题：DDR3 的 fly-by 拓扑有长度匹配要求吗，如果有，应该怎么做长度匹配？

【关于一博】

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、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，遍布全国的研发客服团队，贴近客户需求。

一博旗下 PCB 线路板厂成立于 2009 年，位于广东四会（广州北 50KM），占地 33000 平米，产能 50000 平米/月，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 总厂位于深圳石岩，并在上海浦东设立分厂，厂房面积 11000 平米，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

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



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。作为国内首家 SMT 快件厂商，48 小时准交率超过 95%，常备一万余种 YAGEO、MURATA、AVX、KEMET 等全系列阻容在库，并提供全 BOM 物料采购。

PCB 设计、制板、贴片、物料无缝衔接，十余年精心打造的一站式平台缩短客户研发周期，方便省心。

【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。



扫一扫，即可关注

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

