

## 【高速先生原创|拓扑和端接系列】星形拓扑

作者：王萍 一博科技高速先生团队成员

### 拓扑和端接知多少

#### 星形拓扑

星形拓扑是多负载时常用的拓扑结构，只能用在低速信号上，而且是在各接收芯片需要同步接收的情况，如果没有时序要求不建议采用星形拓扑，其中重要的原因是布局布线实现起来比较困难。layout 工程师看到这肯定在猛点头了，对吧？而且不等长的星形拓扑信号质量更不可控。

星形拓扑就是一出驱动芯片或经过一小段传输线就分叉的一种拓扑，其实我是很少使用星形拓扑的，研究的也不多，所以我们就从最最基础开始。我们先把拓扑结构简化，星形拓扑结构除了发送端和接收端的反射外就是分支处的反射。为了清楚的看清分支处的反射情况，我们把发送端和接收端都端接。拓扑图如图 1，分别看 1-4 个负载时的波形。

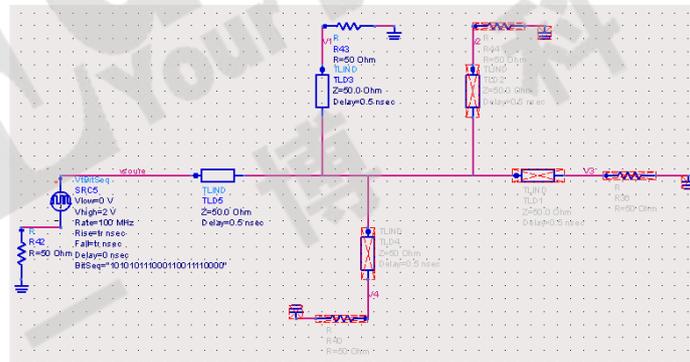


图 1

#### 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



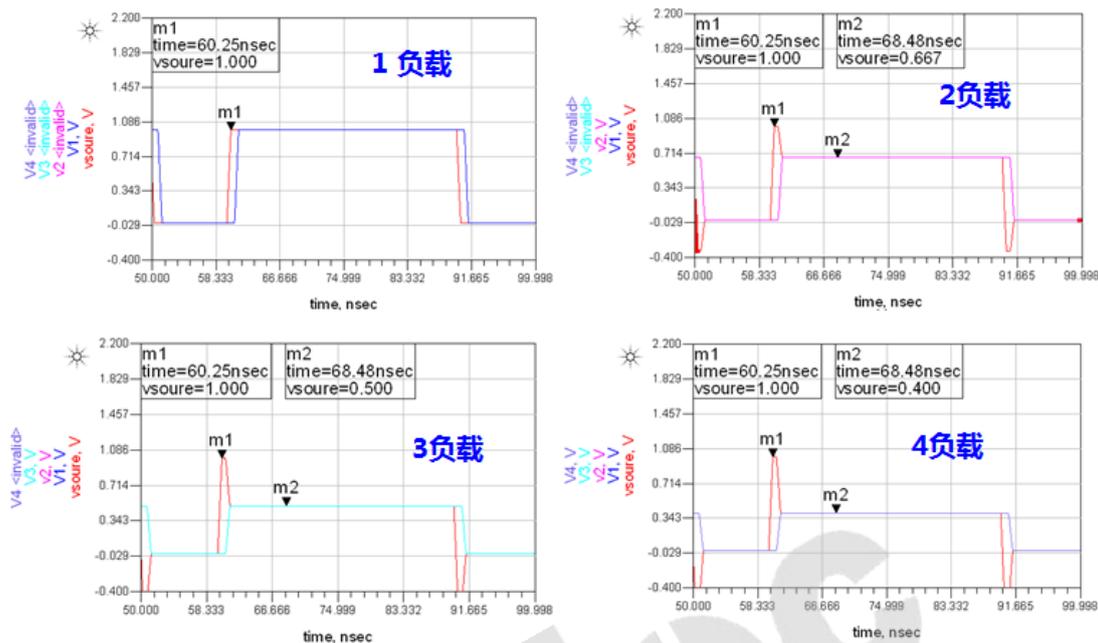


图 2

波形如图 2，一个负载时是点对点，经内阻和传输线分压后稳定在 1V。当分支出现时，在分支处会发生一次负反射，此处的电压是分压后的 1V 减去负反射后的幅值，该电压一直正向传播至接收端；而反向传播的负反射返回发送端后同样拉低了发送端的幅值，本例中主干和分支长度相等，所以发送和接收端稳定时间相同。如果主干变短（本例中的上升时间是 0.5ns），则 m1 还没冲到最高就被拉下来了，即发送端的过冲会小点。表 1 是分支处反射系数，接收端电压和分支数量的计算结果，可以看到和仿真的结果是吻合的。

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



分支数	并联电阻	反射系数	接收端电压 (V)
2	25	-0.33333	0.66667
3	16.66667	-0.5	0.5
4	12.5	-0.6	0.4

表 1

看清楚分支处是如何反射之后呢，我们把接收的端接去掉换成高阻波形会怎样呢？如图 3（红色都为发送端波形，其他颜色为接收端波形），总之就是正负反射叠叠叠，但接收信号的第一个台阶还是可以很清楚看到其幅值是端接情况下的 2 倍，这是末端全反射的功劳。从图 3 我们还清楚的看到随着分支的增加除了幅值变矮，上升沿也在退化，我们的仿真是还没考虑芯片的输入电容的哟，一旦引入电容还会加剧上升沿的衰减。

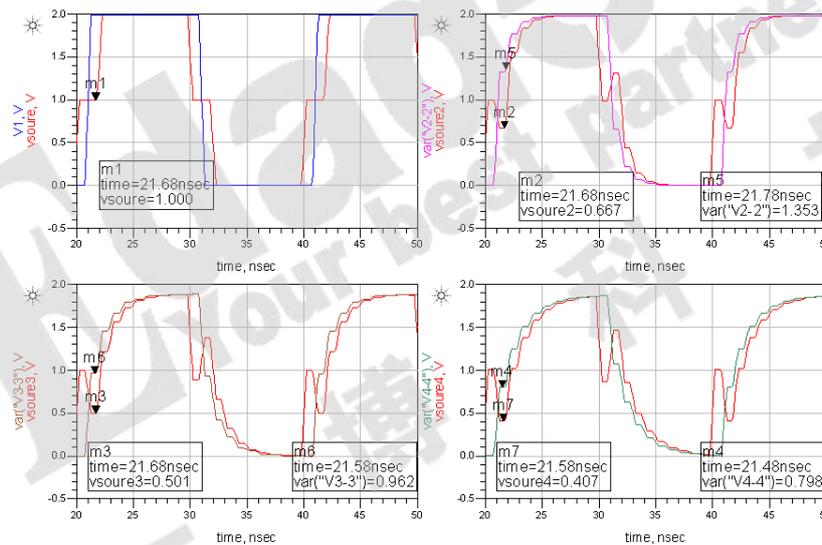


图 3

这还不是我实际的星形拓扑结构的波形，还要去掉源端端接，驱动内阻设为 20ohm，振铃就将如期而至了，而且驱动能力越强，负载越少振铃就越大如图 4.

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



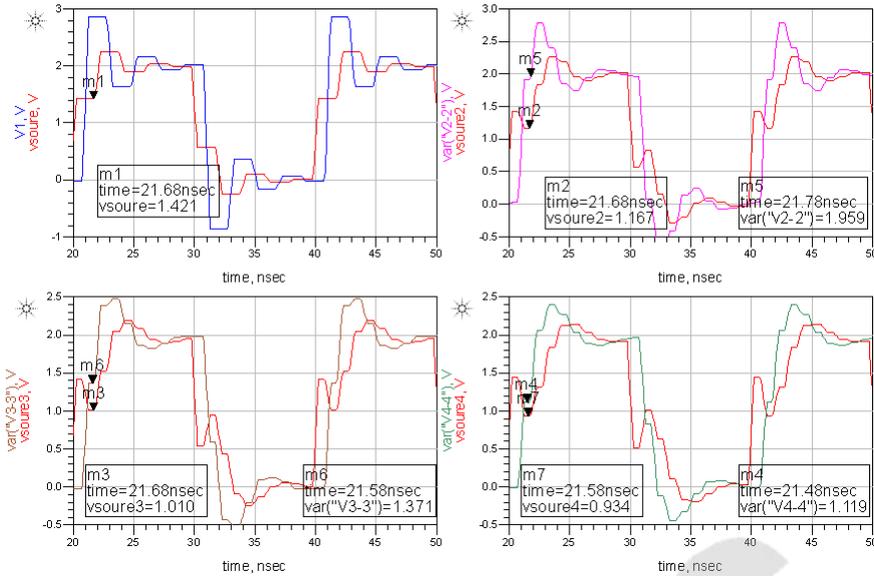


图 4

看了这么多波形，那到底星形拓扑结构设计时要注意什么？就单根信号而言其根本还是要抑制反射，反射讲到底还是要看上升沿和传输线长度的关系啦。以 4 个负载为例，先扫描分支长度的影响（图 5），随着分支时延的增加台阶变的明显，所以分支数量决定了台阶出现的纵向位置，而分支的长短决定了台阶的横向长度。从扫描结果来看，分支长度小于二分之一的上升时间（仿真的上升时间为 0.5ns）波形是可接受的，当然越短越好。而扫描主干长度发现其影响主要在过冲的大小，基本也是越短越好。所以星形拓扑设计最最重要的就是分支要短，这也是为什么大家更推荐远端簇形的原因了。

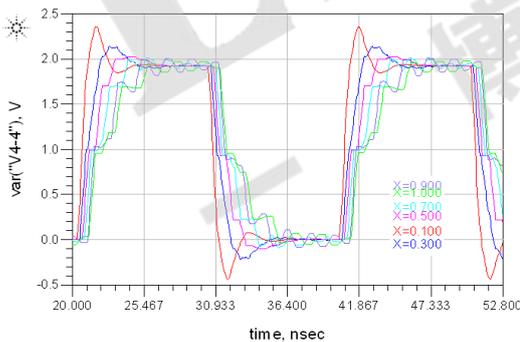


图 5（分支长度扫描）

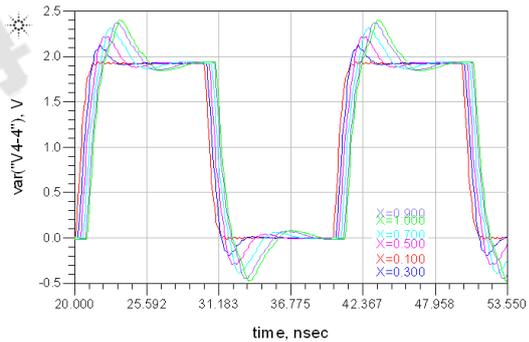


图 6（主干长度扫描）

如前面所讲我们的仿真是没有考虑损耗，过孔，芯片电容等等的影响的，实际运用时还是建议拿到模型仿真一下比较保险，就像于博士所讲，仿真应该变成一种习惯，融入到工程设计中！

这次的问题是星形拓扑应该如何端接？

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】

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。



### 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

