

## 【高速先生原创|拓扑和端接系列】拓扑结构介绍及其种类

作者：周伟 一博科技高速先生团队成员

### 拓扑和端接知多少

#### 拓扑结构介绍及其种类

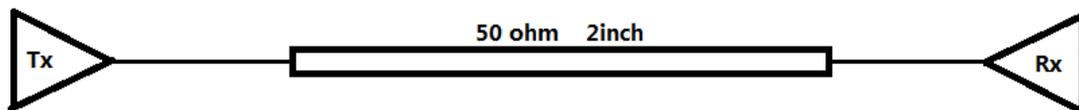
拓扑结构一词起源于计算机网络，是指网络中各个站点相互连接的形式，同时也是用来反映网络中各实体的结构关系，是建设计算机网络的第一步，也是实现各种网络协议的基础，它对网络的性能，系统的可靠性与通信费用都有重大影响。

而今天我们要说的是 PCB 设计中的拓扑，和网络中差不多，指的是芯片之间的连接关系。我们也常常形容 PCB 布线就像是在玩连连看游戏，将相互有通讯关系的芯片连起来就好了，当然这只是一个最简单的比喻，真要是连连看那很多工程师就要高兴得跳起来了。连连看只是最 low 的一层，会连起来还只能叫 PCB 布线师，真正的 PCB 设计工程师既要连得好看，还要能保证芯片之间的正常通信，从而保证整个系统的正常运行，所以我们真正需要的是 PCB 设计工程师而不是布线师，这也是我们高速先生正在做的事情。

理解了拓扑结构的大致意思，那我们就很好来展开这个话题了。芯片之间的连接关系无非就是两种，一对一以及一对多，根据这个特性，我们可以将拓扑结构大致分成如下一些常见的类型（不对的地方欢迎大家指正哈！）。

#### 点对点拓扑结构（P2P）

也即一对一的拓扑，大家说的 P2P 指的就是点对点，顾名思义，点对点在 PCB 上指的就是该总线（拓扑）只在两个芯片之间连接，这个很好理解哈。我们常规的点对点结构太多了，如高速时钟信号、带一个 DDR3 颗粒的时钟、地址、数据信号等，如下图所示的结构都可以叫做点对点拓扑。



点对点拓扑结构示例

#### 点对多点拓扑结构

点对多点不是某一特定的拓扑而是一种统称，即一条总线（拓扑）从一个芯片再连接到多个芯片的结构。记得当初学几何的时候两点连成一条线（P2P），三点就可以连

#### 如何关注

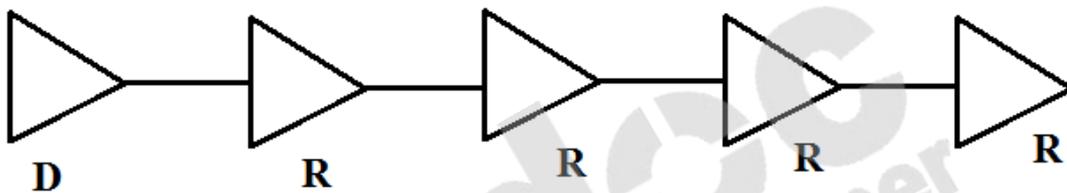
- 1、搜索微信号“高速先生”
- 2、扫描右侧二维码，开始学习



成一个面，而多点就可以连成多个面了，所以这种多点结构就比较复杂，又可以分成如下一些常见的类型。

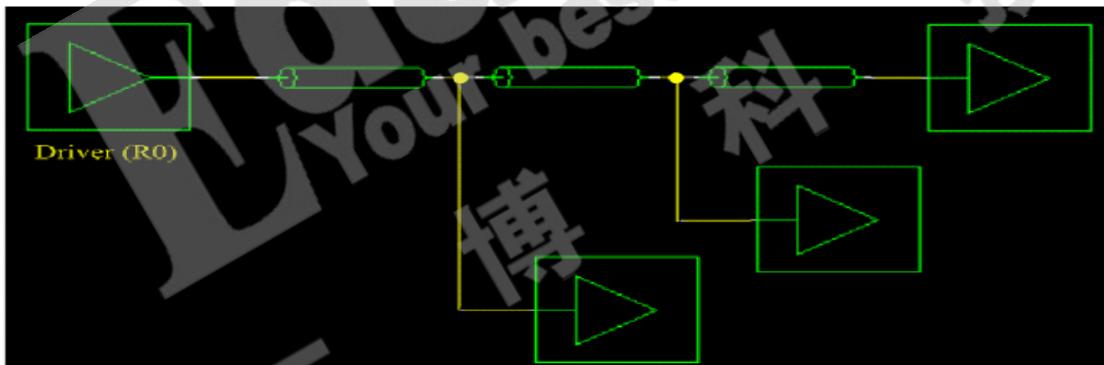
### 菊花链拓扑结构

菊花链一词最基本的概念指的是一种由许多菊花串接在一起形成的花环，早期也叫手牵手链接方式，一个人最多只能通过两条手臂牵着另外两个人（相当于一个芯片最多只能通过两段传输线连接到另外的两个芯片上），后来衍变到电子电器工程中菊花链又代表一种配线方案，例如设备 A 和设备 B 用电缆相连，设备 B 再用电缆和设备 C 相连，设备 C 用电缆和设备 D 相连，在这种连接方法中不会形成网状的拓扑结构，只有相邻的设备之间才能直接通信，例如在上例中设备 A 是不能和设备 C 直接通信的，它们必须通过设备 B 来中转，这种方法同样不会形成环路。原始的定义如下图所示。



原始的菊花链

但是在 PCB 设计中我们都知道，这种拓扑是很难实现的，后来就衍变成了如下我们熟悉的结构。



而我们熟悉的 DDR3 的 Fly\_by 拓扑结构其实也是由菊花链发展而来的。

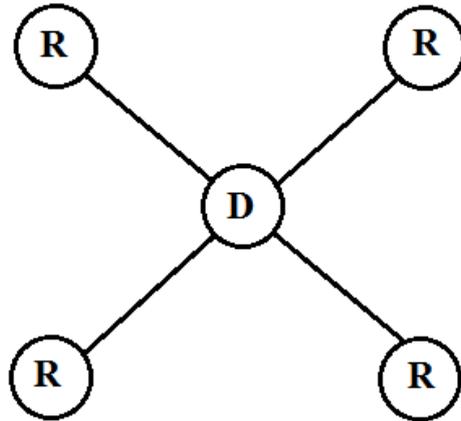
### 星形拓扑结构

星形拓扑也是一种常用的多负载布线拓扑，驱动器位于星形的中央，呈辐射状与多个负载相连，星形拓扑可以有效避免信号在多个负载上的不同步问题，可以让负载上收到的信号完全同步。但这种拓扑的问题在于需要对每个支路分别端接，使用器件多，而且驱动器的负载大，必需驱动器有相应的驱动能力才能使用星形拓扑，如果驱动能力不够，需要加缓冲器，原始的星形拓扑结构图如下所示。

#### 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

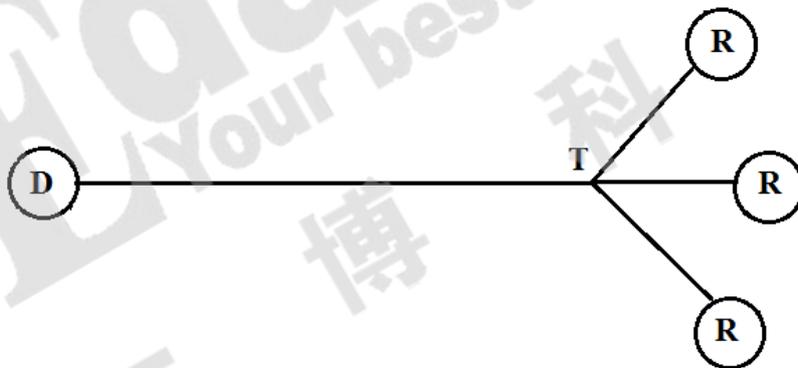




星形拓扑结构

### 远端簇形拓扑结构

远端簇形又叫远端星形，实际上是星形拓扑的一个改进，它将星形拓扑中位于源端的分支节点移动到与接收器最近的远端，既满足了各个接收器上接收信号的同步问题，又解决了阻抗匹配复杂和驱动器负载重的问题，因为远端簇形拓扑只需要在分支节点处终端匹配就可以了。远端簇形拓扑要求各个接收器到分支点的距离要尽量近，分支线长了会严重影响信号的质量，如果各个接收器芯片在空间上不能摆放在一起，那么就不能采用远端簇形拓扑。常见的远端簇形拓扑结构如下图所示。



远端簇型拓扑结构

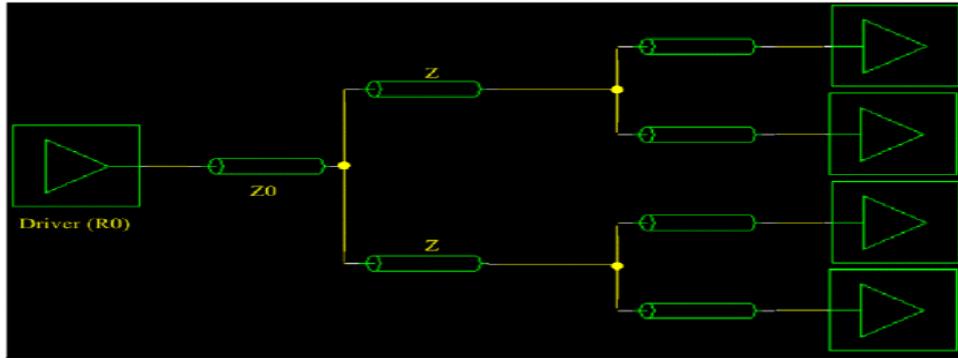
### 树形拓扑结构（T形拓扑）

树形拓扑结构又叫对称型的远端簇型拓扑结构，我们也习惯叫 T 形拓扑、等臂分支拓扑等；树形拓扑是网络节点呈树状排列，整体看来就象一棵朝上的树，因而得名，同时它可以包含分支，每个分支又可包含多个结点。它适用于多负载，单向驱动的总线结构如地址、控制等，当布线不对称时，信号质量影响很大，如我们熟悉的 DDR2 地址信号就是采用的这种结构。如下图所示。

#### 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





T 形拓扑结构

当然，除了上面这些还有很多其他的拓扑，如总线型拓扑等等，在此只列出一些我们工程中常用的结构，一些说得不好或有不对的地方也欢迎大家补充。

好了，问题来了，上面说到的这些拓扑图要保证信号质量比较好，还缺少什么？为什么？

### 【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。

### 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

