

## 【高速先生原创|拓扑和端接系列】浅析末端并联端接

作者：袁波 一博科技高速先生团队成员

### 拓扑和端接知多少

#### 浅析末端并联端接

上篇文章讲到了源端串联端接，其主要原理就是提高源端阻抗，使源端阻抗和传输线阻抗相匹配，从而阻止信号在源端与末端的来回反射。还有一种方法就是末端阻抗匹配，通过末端阻抗匹配来阻止信号来回的反弹。在群殴阻抗与反射系列文章中，我们形象的把端接称之为“疏通管道”，源端串联端接就是“堵”住源头的“水流”，末端并联端接就是引导末端的“水流”。这篇文章我们就来探索一下末端端接。

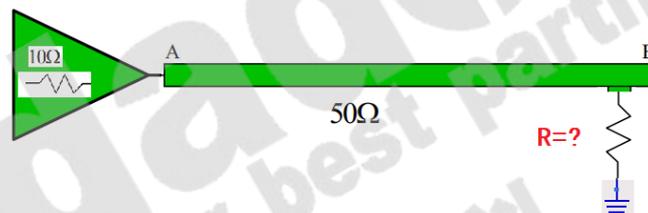


图 1

如图 1 所示，末端端接电阻和接收端负载是并联关系，最终稳定电压就是端接电阻上分得的电压。计算公式如下：

$$V_{\text{out}} = \frac{R}{R+R_0} * V_s$$

还是通过仿真软件来验证一下，我们分别令末端并联端接电阻为 70ohm，50ohm，30ohm，源端为阶跃响应，幅值为 1V。仿真波形如下，网友们可以自己验证一下，仿真结果和计算是吻合的。

#### 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



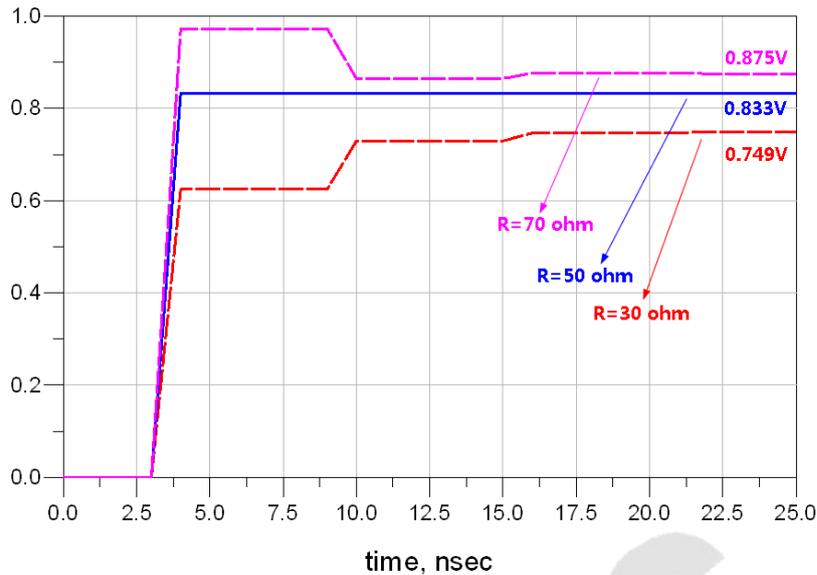


图 2

由图 2 可知，当端接电阻阻值等于传输线阻抗的时候，电压等于最初加载到传输线上的电压，信号不会发生反射。端接电阻阻值和传输线阻抗不匹配的时候信号就会发生反射，端接电阻大于传输线阻抗会发生正反射，产生过冲，反之则会发生负反射。反射信号在源端和末端来回叠加，最后稳定。大家应该都可以看得出来，末端下拉端接最终的稳定电压和源端的输出电压是不一致的。终端信号稳定后，源端电压被加载在驱动内阻和终端匹配电阻上，端接电阻阻值和驱动内阻决定了最终稳态电压。

为了减少反射，端接电阻肯定是要和传输线阻抗相匹配了，这时候稳态电压就主要取决于驱动内阻了，驱动内阻越高，接收端的稳定电压就越低，所以驱动内阻的大小影响芯片的驱动能力。末端下拉并联端接会降低芯片最终输出电压，也就是会减弱芯片的驱动能力。为了解决这一问题，还可以采用末端上拉端接，如下图 3 所示。

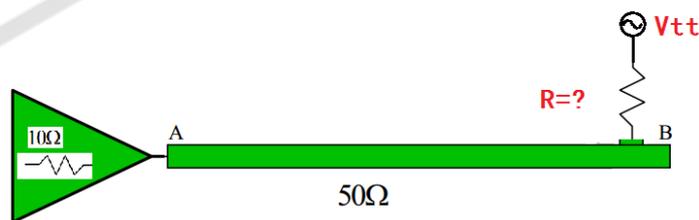


图 3

图 3 拓扑结构，末端通过上拉电阻连接到电源。最终的稳定电压和上拉电源的幅值相关。最终稳定电压计算公式为：

$$V_{out} = \frac{R}{R+R0} * V_s + \frac{R0}{R+R0} * V_{tt}$$

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



由上面的公式可见，接收端最终接收到的电压不仅取决于端接电阻，还取决于末端上拉电压。下图 4 是  $V_{tt}$  等于 1V，端接电阻取不同阻值时的仿真波形。图 5 是上拉电阻取 50ohm，上拉电压  $V_{tt}$  取不同值时候的仿真波形。

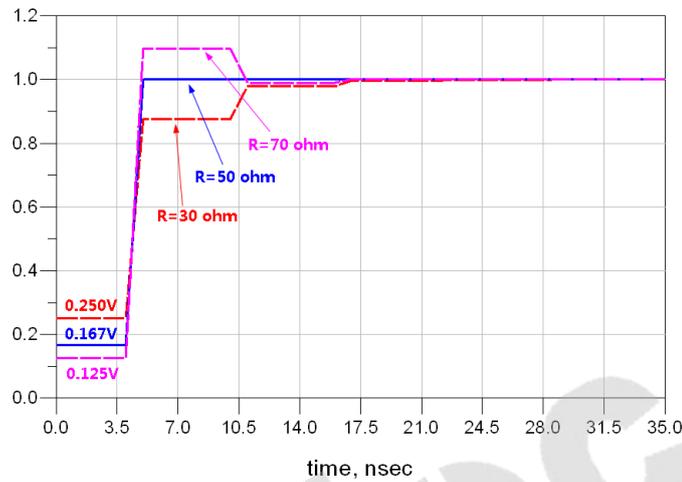


图 4

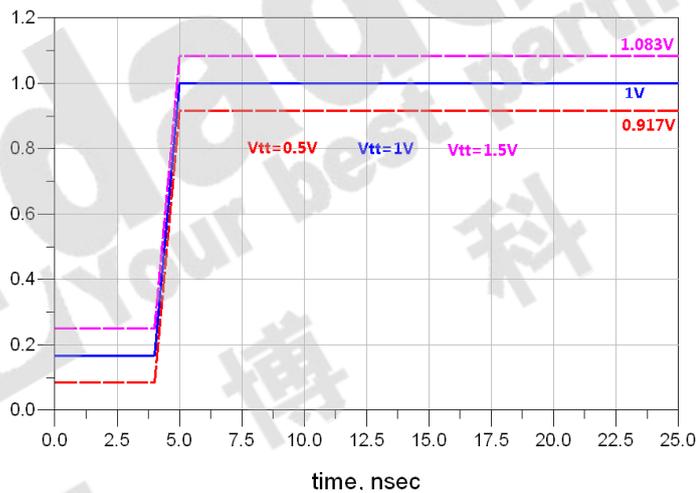


图 5

对于末端下拉并联端接，它的最大缺点就是会拉低信号高电平，这样会降低芯片的驱动能力。而对于末端上拉并联端接，由于驱动器内阻的存在，在一开始就会抬高信号低电平。

综上所述，如果直流输出阻抗较高，这两种末端端接方式可能会导致信号无法满足门限电平的要求。特别是上拉端接，它会导致信号低电平永远到不了 0V，所以并不是所有的芯片间的互联都能使用末端并联端接，在使用并联端接的时候一定要注意驱动器的直流输出阻抗的大小。最好的方法就是通过仿真看一下，看看端接后的电平能不能满足系统的需求。

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



本期问题：末端并联端接会增加电路的功耗吗，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、恒温区回流炉、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



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

