

# **DS91C176,DS91C180,DS91D176,DS91D180, DS91M040**

*Application Note 1503 Designing an ATCA Compliant M-LVDS Clock  
Distribution Network*



Literature Number: ZHCA242

# 设计符合先进TCA标准的M-LVDS时钟分配网络

美国国家半导体公司  
应用注释1503  
Davor Glisic  
2006年6月



## 1.0 引言

包括基于先进电信运算架构 (AdvancedTCA) 规格的设计在内的许多电信系统需要保持其内部接口和外部网络的同步。为了能够实现这样的系统, AdvancedTCA 或者PICMG3.0规格在架构中定义了一个同步时钟接口。通过这种规格, 产生时钟信号的任务是由符合TIA/EIA-899 (多点低电压差分信号传输或者M-LVDS) 标准的集成电路(ICs)来实现的。

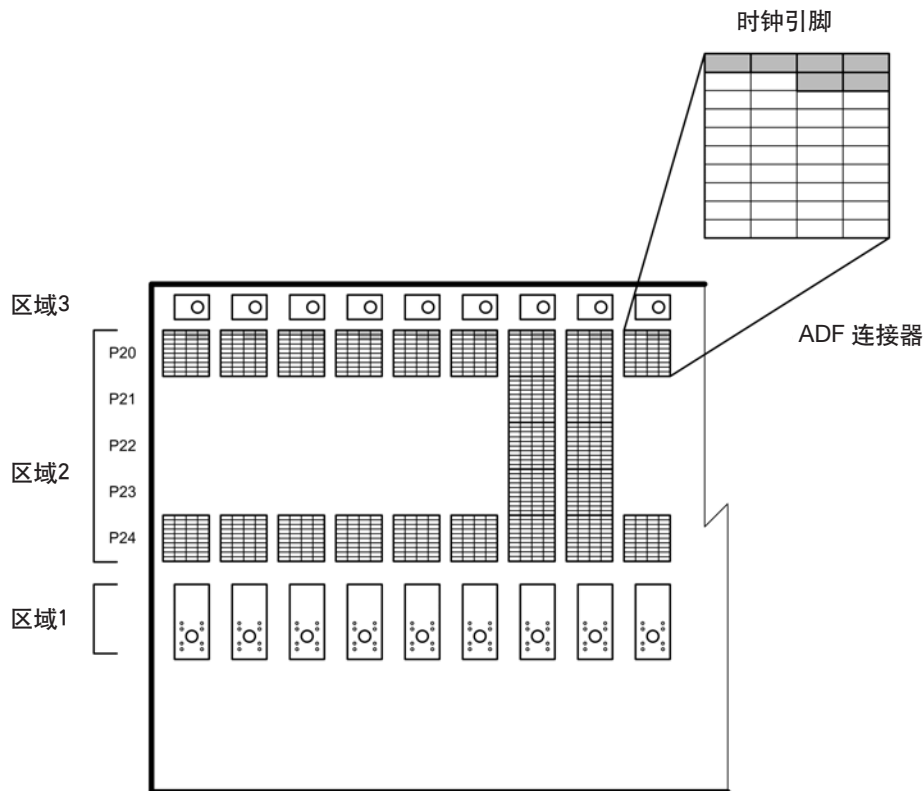
本应用注释提供了使用美国国家半导体的M-LVDS器件来设计符合AdvancedTCA标准的时钟分配网络的指南。该指南包括对AdvancedTCA标准的同步时钟接口的简捷说明, M-LVDS标准的综述, 还包括有关美国国家半导体M-LVDS器件在AdvancedTCA背板上的性能的广泛讨论, 和一整套有助于建立坚固的时钟分配网络的设计建议和规则。

## 2.0 AdvancedTCA背板上的同步时钟接口

在一块AdvancedTCA背板 (图1) 上存在三种连接器区域:

- 区域1为电源连接和机箱管理
- 区域2为数据传输接口
- 区域3为用户定义的I/O互连

数据传输接口有基本接口、交换接口、更新通道接口和同步时钟接口。这些接口提供多达16组卡槽连接。如图1所示, 每个卡槽可提供高达5个先进差分交换接口 (ADF) 或者区域2连接器。ADF连接器的实例是Tyco HM-Zd和ERNI ERmetZD。



20198601

图1.在AdvancedTCA背板中的时钟引脚的位置

## 2.0 AdvancedTCA背板上的同步时钟接口(续)

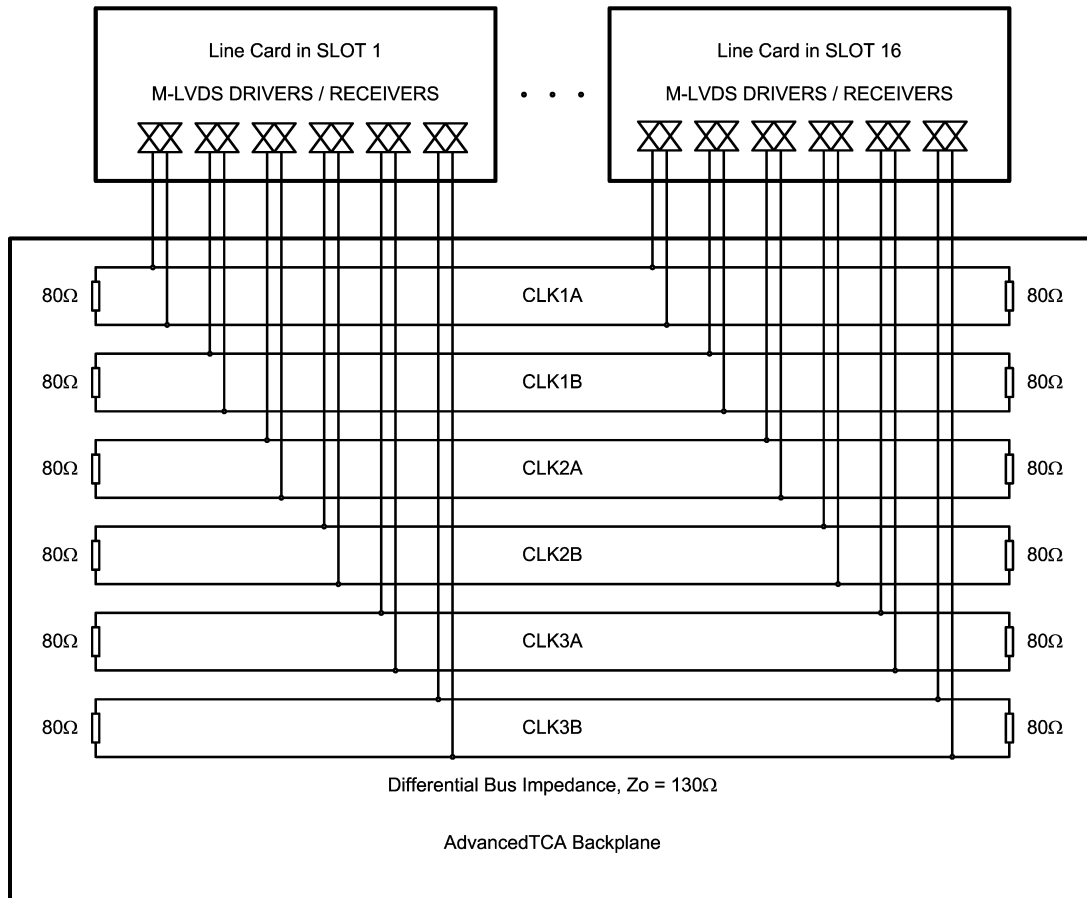
时钟同步接口可以使背板上所有的卡槽相互交换时序信息。它是由三对冗余时钟总线组成：CLK1A, CLK1B, CLK2A, CLK2B, CLK3A和CLK3B。PICMG 3.0规范定义了每个时钟组的使用方法，频率和质量。

- CLK1A和CLK1B提供冗余的8kHz标准数字语音传输系统的时钟信号。
- CLK2A和CLK2B为SONET/SDH网络的同步提供

19.44MHz的时钟信号。

- CLK3A和CLK3B是用户可定义的信号（时钟或者数据）。

每个P20 ADF连接器的首两行引脚连接到6条时钟总线。本质上总线是130-ohm阻抗的差分PCB走线，两端用80-ohm电阻终接。图2所示说明当三块或更多的线路卡装入背板时，M-LVDS驱动器和接收器是如何创建一个多点的时钟分配网络。



20198602

图2.连接到时钟总线的M-LVDS驱动器/接收器

### 3.0 M-LVDS的概述

多点低电压差分信号传输或者M-LVDS (TIA/EA-899) 标准详细说明了可连接多达32个结点的多点总线内的通用数据传输所使用的线路驱动器和接收器的电气特性。该标准更加明确地定义了驱动器的输出特性,以及两种接收器类型的输入特性。

通过TIA/EA-899标准, 一个M-LVDS驱动器可产生一个幅度在480-650mV, 失调范围在0.3-2.1V的差分信号。信号有1ns或以上的10%–90% (上升和下降) 转换时间,和高达0.5的单位间隔 ( $t_{UI}$ ) 来减轻多点架构"人为的"分支(stub)影响。表1总结了LVDS (点对点拓扑结

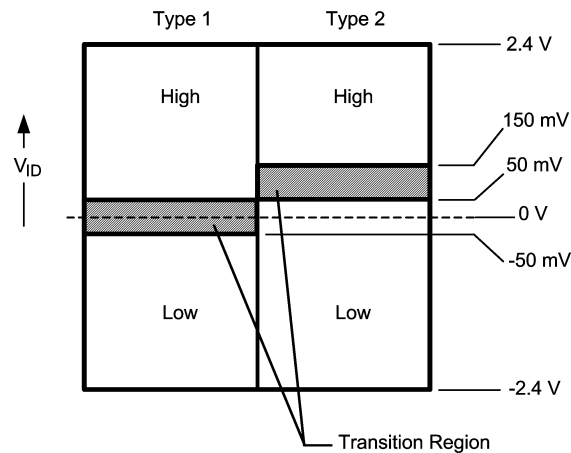
构的流行接口) 和M-LVDS驱动器的关键特性。

M-LVDS接收器的关键规格是输入电压阈值和输入共模范围。可以输入阈值电平来区分图3所示的两种类型的M-LVDS接收器。类型1接收器的阈值电平以0V居中,而且比类型2接收器提供更高的噪声容。类型2接收器拥有较低的正向噪声容,但为控制信号提供了故障-安全防护。(参见图5和图6)

接收器输入共模范围在-1.4V至3.8V之间, 使得M-LVDS成为一个鲁棒的接口,来连接那些参考地之间电势差可能高达 $\pm 1V$ 的子系统。

表1.驱动器关键参数之间的比较

参数	LVDS	M-LVDS
$V_{OD}$ [mV]	250 - 450	480 - 650
$V_{OS}$ [V]	1.125	0.3 - 2.1
$I_{OD}$ [mA]	2.5 - 4.5	9 - 13
$I_{OS}$ [mA]	< 24	< 43
$t_{RISE} / t_{FALL}$ Min [ns]	N / A	1
$t_{RISE} / t_{FALL}$ Max [s]	$0.3 t_{UI}$	$0.5 t_{UI}$



20198603

图3.M-LVDS标准定义两种接收器的类型

## 4.0 在AdvancedTCA背板上的M-LVDS性能

目前，美国国家半导体M-LVDS产品系列由四种单通道芯片组成：

- DS91D176—一个具有类型1M-LVDS输入的半双工芯片
- DS91C176—一个具有类型2M-LVDS输入的半双工芯片
- DS91D180—一个具有类型1M-LVDS输入的全双工芯片
- DS91C180—一个具有类型2M-LVDS输入的全双工芯片

应用注释的这部分叙述了M-LVDS系列的代表产品DS91D176在AdvancedTCA背板上的性能，下列小节具体说明了设置、实验方法和结果。

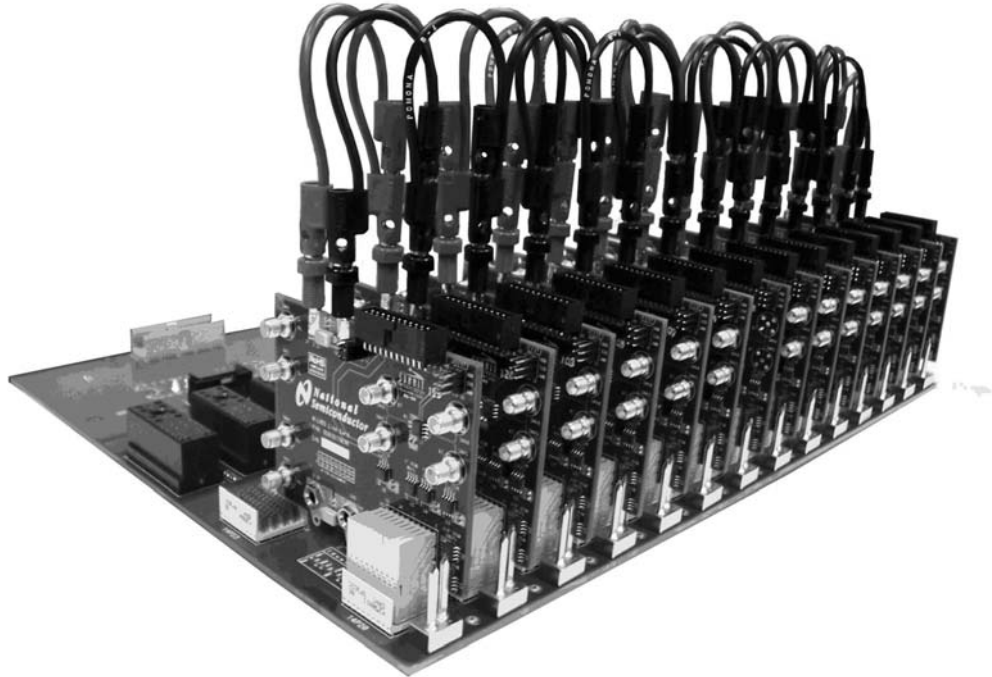
### 4.1 设置描述

可用ELMA Bustronic ([www.bustronic.com](http://www.bustronic.com)) 开发的一种14卡槽符合双星AdvancedTCA标准的背板和美国国家半导体开发的14块线路卡 (P/N:DS91D176EVK) 来对不同的多点时钟分配网络进行实验。每块线路卡中

起重要作用的是六个DS91D176器件，其M-LVDSI/O引脚连接到一个ADF连接器。通过在背板上安装线路卡，线路卡上六个器件分别与背板上的六根时钟总线相连。所有十四块线路卡的安装创建了六路多分支网络。每块线路卡都可以设置为一块驱动卡（所有六块器件都可以设置为M-LVDS驱动器）或者一块接收卡（所有六块器件都可以设置为M-LVDS接收器）。图4显示了载满M-LVDS线路卡的背板照片。

在M-LVDS线路卡上，连接M-LVDSI/O引脚到总线的未终结的短PCB走线（信号线分支）对于每个器件来说有不同的几何形状。信号线分支的长度范围从0.25至2英寸（1英寸=2.54cm），差分分支阻抗的范围从80至130ohm。表2显示在线路卡上发现的信号线分支的特性。

关于M-LVDS线路卡电路图文件、gerber格式文件、电路板排列和其他线路卡的信息可以在 [lvds.national.com](http://lvds.national.com)上查阅最新的使用指南。



20198604

图4.满载M-LVDS线路卡的14卡槽AdvancedTCA背板

表2.M-LVDS线路卡信号线分支特性和引脚映射

器件	M-LVDS引脚	ADF连接器引脚	分支线长度	短线差分阻抗
U1	A1, B1	B1, A1	0.25"	100 ohms
U2	A2, B2	D1, C1	0.50"	100 ohms
U3	A3, B3	F1, E1	1.00"	130 ohms
U4	A4, B4	H1, G1	1.00"	100 ohms
U5	A5, B5	D2, C2	1.00"	80 ohms
U6	A6, B6	B2, B1	2.00"	100 ohms

## 4.0 在AdvancedTCA背板上的M-LVDS性能 (续)

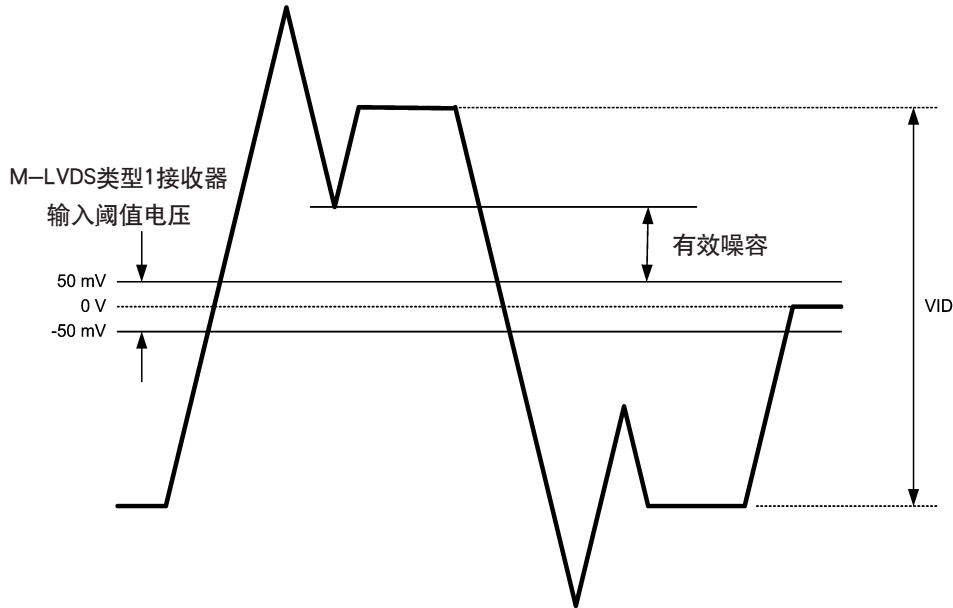
### 4.2 实验方法

评估M-LVDS时钟分配网络的性能，主要是靠噪声容将一个好的设计与仅处于临界状态的设计区分开来。信号线分支在多支点环境中是损害噪声容的主要原因。通过两种方法来减少噪声容：第一，信号线分支加载到总线从

而减少了驱动器输出信号的幅度。

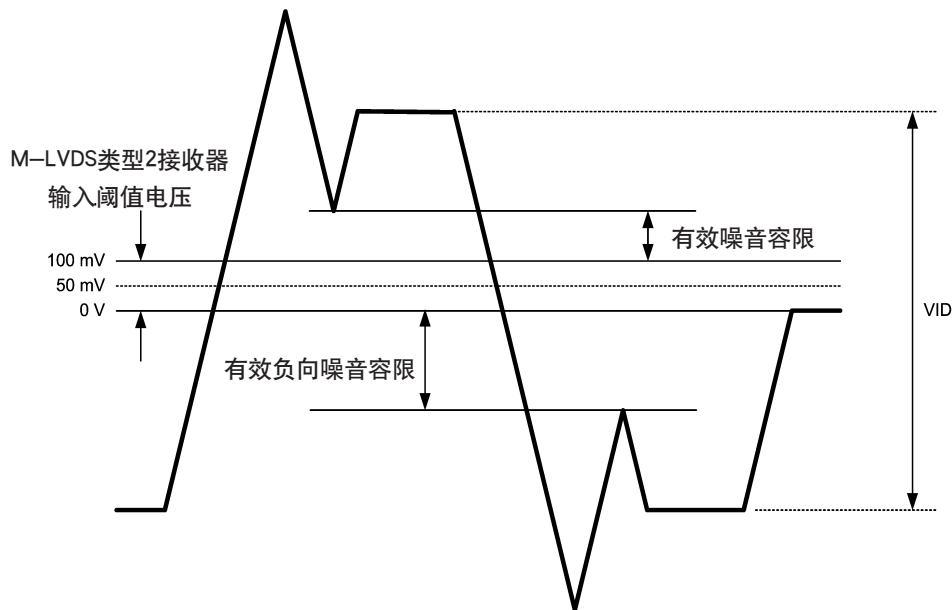
第二，信号线分支造成了阻抗不连续从而引起信号反射，最终会减少有效的噪声容。

在这个实验中，评估方法包括在每个接收器输入端考虑有效的噪声容以及检查时钟驱动器位置，以及信号线分支特性对噪声容的影响。



20198605

图5.类型1接收器的有效噪声容



20198615

图6.类型2接收器的有效噪声容

## 4.0在AdvancedTCA背板上的M-LVDS性能 (续)

### 4.3 实验结果

应用不同的多分支配置、分支线长度、分支线阻抗和频率的广泛实验得出以下结论:

- 如果驱动卡的位置更接近终结电阻, 接收器输入端的噪容会更高。换言之, 背板上第一个和最后一个卡槽都是最好的驱动卡插卡位置。在中间的卡槽是最差的。
- 与驱动卡的卡槽邻近的接收器的噪容是最低的; 与驱动卡卡槽距离最远的接收器的噪容是最大的。表3显示出与驱动卡的卡槽最邻近到最远的接收器的有效噪容。背板是满载的, 时钟频率为19.44MHz。
- 信号线分支越短越窄其噪容就越大。一旦分支线作为未终结传输线, 在它连接总线的位置点上, 会降低总线那部分的阻抗。这些沿着总线的阻抗变化或者不连续会造成信号反射进而降低噪容。图7显示出当7号卡槽的驱动卡驱动19.44MHz的时钟至所有的十三块接收卡时, 分支线长度对8号卡槽接收器的有效噪容的影响。

具有0.25-,0.5-,1-和2-英寸信号线分支的四种网络在其邻近接收器的输入端测量出的四种波形如图7中所示。很清楚地发现, 来自具有2英寸的信号线分支的网络接收器有最楚地发现, 来自具有2英寸的信号线分支的网络接收器有最低的噪容。表4给出了当7号卡槽中的驱动卡在某些通用频率下向所有十三块接收卡驱动时钟信号时, 测量8卡槽中接收器所得到的噪容。正如表4中数据表明的, 当时钟信号频率在60 MHz附近时给定配置存在最差的噪容。在时钟信号频率为100 MHz, 即AdvancedTCA系统允许的最高频率时, 信号存在最大的衰减, 变成正弦波形, 在接收器上不存在任何大的信号反射。最后, 噪容在那个频率点具有最大值。

图8给出了当7号卡槽中的驱动卡向所有13块接收卡驱动19.44MHz时钟时, 信号线分支阻抗对8号卡槽中的接收器的有效噪容的影响。

具有80-,100-,130-ohm信号线分支的三种网络条件下, 邻近接收器的输入端测量出的三种波形如图8中所示。具有130-ohm信号线分支的网络中的接收器存在最高的噪容。表5给出了7号卡槽中的驱动卡在某些通用频率下向所有十三块接收卡驱动时钟信号时, 在8号卡槽中的接收器上测量出的噪容。

表3.取决于驱动卡和接收卡间的位置和分支线长度的噪容

驱动器位置	接收器位置	有效的噪容(mV)			
		0.25" Stubs	0.50" Stubs	1.00" Stubs	2.00" Stubs
Slot #1	Slot #2	350	310	230	230
Slot #1	Slot #14	>350	>350	>350	>350
Slot #7	Slot #8	230	230	150	70
Slot #7	Slot #14	310	310	230	230

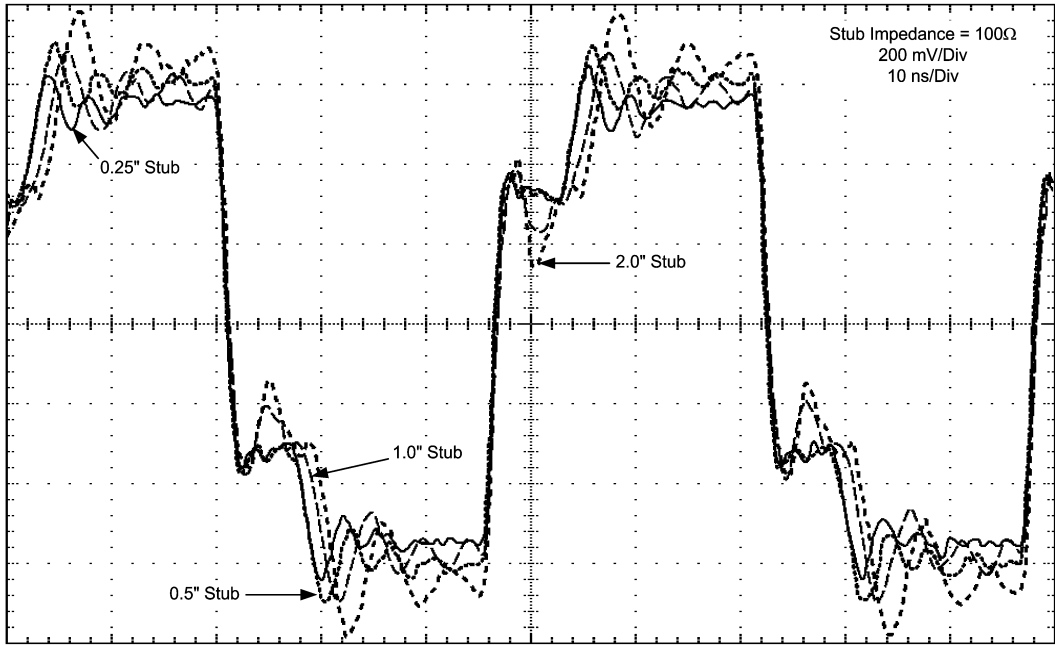
表4.随着分支线缩短而增加的噪容

频率(MHz)	驱动器位置	接收器位置	有效的噪容(mV)			
			0.25" Stubs	0.50" Stubs	1.00" Stubs	2.00" Stubs
19.44	Slot #7	Slot #8	230	230	150	70
30.72	Slot #7	Slot #8	230	230	115	105
61.44	Slot #7	Slot #8	180	160	140	0
100.0	Slot #7	Slot #8	>350	>350	>350	>350

表5.阻抗越高的分支线对噪容的影响越小

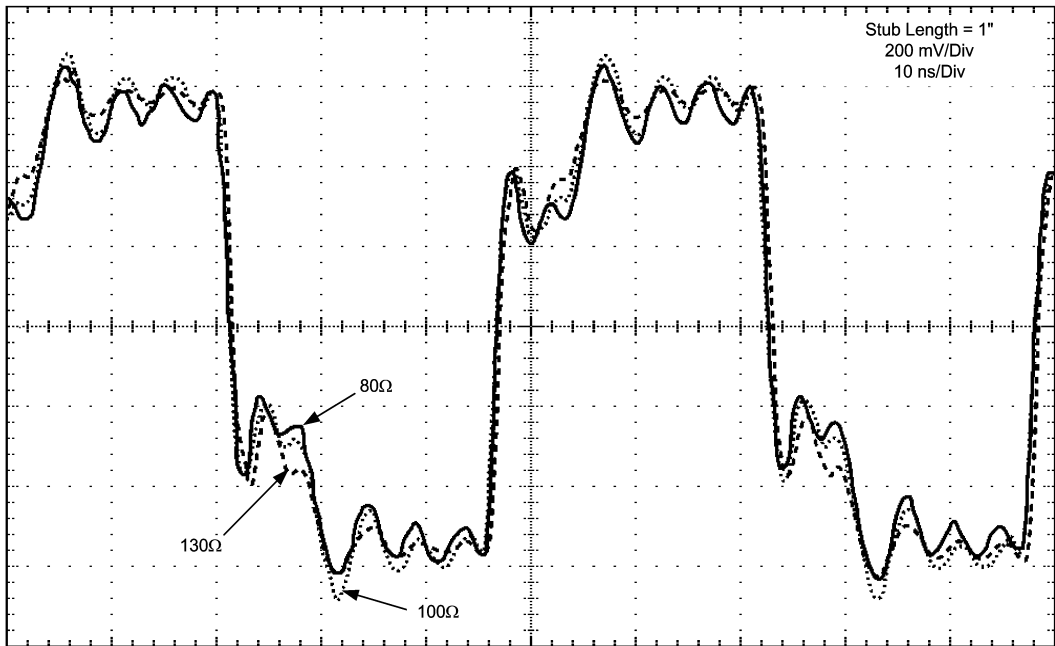
频率(MHz)	驱动器位置	接收器位置	有效的噪容(mV)		
			80 ohm Stubs	100 ohm Stubs	130 ohm Stubs
19.44	Slot #7	Slot #8	130	150	170
30.72	Slot #7	Slot #8	105	115	130
61.44	Slot #7	Slot #8	130	140	160
100.0	Slot #7	Slot #8	>350	>350	>350

#### 4.0 在AdvancedTCA背板上的M-LVDS性能(续)



20198606

图7.分支线越短则噪容越大



20198607

图8.阻抗越高的分支线对噪容的影响越小



## 5.0 设计M-LVDS 时钟分配网络—技巧和诀窍

如果只依赖于PCIMG3.0标准中所给的建议，设计符合AdvancedTCA标准的M-LVDS时钟分配网络的任务并没有看上去那样简单。下面是应用符合AdvancedTCA标准的背板和美国国家半导体的M-LVDS产品进行实验得出的设计建议和窍门，这将会有助于建立一个具有最高噪容的可靠的时钟分配网络。

- 选择具有最慢转换时间的M-LVDS驱动器将会满足对时钟系统的带宽要求。TIA/EIA-899标准说明1ns为M-LVDS驱动器输出的最小转换时间。在具有1英寸分支线的AdvancedTCA背板上，1ns的转换时间对特定配置来说太短了。美国国家半导体的M-LVDS驱动器典型的10%–90%转换时间为1.7ns，可以在高达100MHz的频率下工作。
- 如果其他的系统要求允许，放置您的线路卡上的时钟

驱动器于靠近背板末端的卡槽中。这种排列创建较长的信号路径。较长的信号路径损耗也会增大，并丢弃信号边缘信息。此外，当遇到阻抗不连续的情况时较慢的转换时间也使系统表现出更加“宽容”。

- 尽可能使分支线长度最短。PCIMG3.0标准说明1英寸（包括ADF连接器）为M-LVDS器件的最大分支线长度。更长的分支线会造成您的系统故障。缩短分支线长度从1英寸至1/2英寸将会增加50%的噪容。
- 当噪容值溢出时，应该考虑使分支线的阻抗值最大。可以通过增加分支线和铜箔板之间介质的厚度或者将分支线做到PCB生产商所能实现的最窄值（除了使分支线长度最短以外）或者将两者都实现。
- 任何电源噪音都能减少有效的噪容。确保M-LVDS器件已经正确地去耦。为VDD和GND引脚使用两个过孔，并靠近器件的VDD引脚放置去耦电容。图9显示如何放置去耦电容和连接DS91D176至电源层和地层。

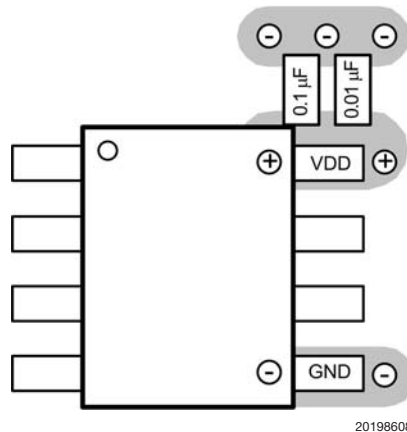


图9.DS91D176的去耦

## 6.0 结论

简而言之，耦合控制输出边缘速率的信号驱动器（例如M-LVDS线路驱动器）的窄分支线对增加噪容和提高包括在AdvancedTCA背板中的M-LVDS时钟分配网络的任何多点网络的整体性能是非常关键的。牢记这些并遵循本应用注释中给出的PCB设计建议，可以很容易地设计出可靠的时钟分配网络。

## 7.0 参考文献

1. DS91D176/DS91C176 Data Sheet, National Semiconductor. April 2006
2. PICMG 3.0 Revision 2.0, AdvancedTCA Base Specification. March 18, 2000
3. TIA/EIA-899-A, Electrical Characteristics of Multipoint Low Voltage Differential Signaling (M-LVDS) Interface Circuits, Telecommunications Industry Association. March 2002
4. TIA/EIA-644-A, Electrical Characteristics of Low Voltage Differential Signaling (LVDS) Interface Circuits, Telecommunications Industry Association. February 2001

## 注释

对于上述任何电路的使用，美国国家半导体公司不承担任何责任且不默示任何电路专利许可。美国国家半导体公司保留随时更改上述电路和规格的权利，恕不另行通知。  
想了解最新的产品信息，请访问我们的网址：[www.national.com](http://www.national.com)。

**生命支持策略**

未经美国国家半导体公司的总裁和首席律师的明确书面审批，不得将美国国家半导体公司的产品作为生命支持设备或系统中的关键部件使用。特此说明：

1. 生命支持设备/系统指：(a) 打算通过外科手术移植到体内的生命支持设备或系统；(b) 支持或维持生命，依照使用说明书正确使用，有理由认为其失效会造成用户严重伤害。
2. 关键部件是在生命支持设备或系统中，有理由认为其失效会造成生命支持设备/系统失效，或影响生命支持设备/系统的安全性或效力的任何部件。

**禁用物质合规**

美国国家半导体公司制造的产品和使用的包装材料符合《消费产品管理规范（CSP-9-111C2）》以及《相关禁用物质和材料规范（CSP-9-111S2）》的条款，不包含CSP-9-111S2限定的任何“禁用物质”。  
无铅产品符合RoHS指令。



**National Semiconductor**  
Americas Customer  
Support Center  
Email: [new.feedback@nsc.com](mailto:new.feedback@nsc.com)  
Tel: 1-800-272-9959

[www.national.com](http://www.national.com)

**National Semiconductor**  
Europe Customer Support Center  
Fax: +49 (0) 180-530 85 86  
Email: [europa.support@nsc.com](mailto:europa.support@nsc.com)  
Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208  
English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171  
Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

**National Semiconductor**  
Asia Pacific Customer  
Support Center  
Email: [ap.support@nsc.com](mailto:ap.support@nsc.com)

**National Semiconductor**  
Japan Customer Support Center  
Fax: 81-3-5639-7507  
Email: [jpn.feedback@nsc.com](mailto:jpn.feedback@nsc.com)  
Tel: 81-3-5639-7560

## 重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权在不事先通知的情况下, 随时对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权随时中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的硬件产品的性能符合TI 标准保修的适用规范。仅在TI 保证的范围内, 且TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非政府做出了硬性规定, 否则没有必要对每种产品的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了TI 产品或服务的组合设备、机器、流程相关的TI 知识产权中授予的直接或隐含权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于TI 的产品手册或数据表, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。在复制信息的过程中对内容的篡改属于非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任。

在转售TI 产品或服务时, 如果存在对产品或服务参数的虚假陈述, 则会失去相关TI 产品或服务的明示或暗示授权, 且这是非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类虚假陈述不承担任何责任。

TI 产品未获得用于关键的安全应用中的授权, 例如生命支持应用(在该类应用中一旦TI 产品故障将预计造成重大的人员伤亡), 除非各方官员已经达成了专门管控此类使用的协议。购买者的购买行为即表示, 他们具备有关其应用安全以及规章衍生所需的所有专业技术和知识, 并且认可和同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由TI 提供, 但他们将独力负责满足在关键安全应用中使用其产品及TI 产品所需的所有法律、法规和安全相关要求。此外, 购买者必须全额赔偿因在此类关键安全应用中使用TI 产品而对TI 及其代表造成的损失。

TI 产品并非设计或专门用于军事/航空应用, 以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品属于“军用”或“增强型塑料”产品。只有TI 指定的军用产品才满足军用规格。购买者认可并同意, 对TI 未指定军用的产品进行军事方面的应用, 风险由购买者单独承担, 并且独力负责在此类相关使用中满足所有法律和法规要求。

TI 产品并非设计或专门用于汽车应用以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品符合ISO/TS 16949 要求。购买者认可并同意, 如果他们在汽车应用中使用任何未被指定的产品, TI 对未能满足应用所需要求不承担任何责任。

可访问以下URL 地址以获取有关其它TI 产品和应用解决方案的信息:

	产品		应用
数字音频	<a href="http://www.ti.com.cn/audio">www.ti.com.cn/audio</a>	通信与电信	<a href="http://www.ti.com.cn/telecom">www.ti.com.cn/telecom</a>
放大器和线性器件	<a href="http://www.ti.com.cn/amplifiers">www.ti.com.cn/amplifiers</a>	计算机及周边	<a href="http://www.ti.com.cn/computer">www.ti.com.cn/computer</a>
数据转换器	<a href="http://www.ti.com.cn/dataconverters">www.ti.com.cn/dataconverters</a>	消费电子	<a href="http://www.ti.com/consumer-apps">www.ti.com/consumer-apps</a>
DLP® 产品	<a href="http://www.dlp.com">www.dlp.com</a>	能源	<a href="http://www.ti.com/energy">www.ti.com/energy</a>
DSP - 数字信号处理器	<a href="http://www.ti.com.cn/dsp">www.ti.com.cn/dsp</a>	工业应用	<a href="http://www.ti.com.cn/industrial">www.ti.com.cn/industrial</a>
时钟和计时器	<a href="http://www.ti.com.cn/clockandtimers">www.ti.com.cn/clockandtimers</a>	医疗电子	<a href="http://www.ti.com.cn/medical">www.ti.com.cn/medical</a>
接口	<a href="http://www.ti.com.cn/interface">www.ti.com.cn/interface</a>	安防应用	<a href="http://www.ti.com.cn/security">www.ti.com.cn/security</a>
逻辑	<a href="http://www.ti.com.cn/logic">www.ti.com.cn/logic</a>	汽车电子	<a href="http://www.ti.com.cn/automotive">www.ti.com.cn/automotive</a>
电源管理	<a href="http://www.ti.com.cn/power">www.ti.com.cn/power</a>	视频和影像	<a href="http://www.ti.com.cn/video">www.ti.com.cn/video</a>
微控制器 (MCU)	<a href="http://www.ti.com.cn/microcontrollers">www.ti.com.cn/microcontrollers</a>		
RFID 系统	<a href="http://www.ti.com.cn/rfidsys">www.ti.com.cn/rfidsys</a>		
OMAP 机动性处理器	<a href="http://www.ti.com/omap">www.ti.com/omap</a>		
无线连通性	<a href="http://www.ti.com.cn/wirelessconnectivity">www.ti.com.cn/wirelessconnectivity</a>		
	德州仪器在线技术支持社区		<a href="http://www.deyisupport.com">www.deyisupport.com</a>

邮寄地址: 上海市浦东新区世纪大道 1568 号, 中建大厦 32 楼 邮政编码: 200122  
Copyright © 2011 德州仪器 半导体技术 (上海) 有限公司