

# DS91M124,DS91M125

*Application Note 1926 An Introduction to M-LVDS and Clock and Data  
Distribution Applications*



Literature Number: ZHCA371

# M-LVDS介绍及时钟和数据分配的应用

美国国家半导体公司  
应用注释1926  
Davor Glastic  
2008年12月4日



自从2002年早期公布TIA/EIA-899（多点低压差分信号或者M-LVDS）标准以来，这个标准已成为多点时钟分配和数据总线上传输二进制数据交换的通用电气标准。在保持LVDS电路很多优点（高速，低功耗，良好的噪声抑制）的基础上，M-LVDS电路新增了一些特性——更强驱动，受控的转

换时间，扩展输入共模电压范围和故障保护——所有这些对于可靠的多点网络是必须的。

这个应用笔记概述了M-LVDS标准，介绍了国家半导体目前M-LVDS的产品系统，描述了M-LVDS的一般应用，并详述了重要的设计指导。

## M-LVDS标准概述

M-LVDS标准规定了线路驱动器和接收器的电气特性。这些线路驱动器和接收器用于多达32个节点的多点总线（图1）内的通用数据传输。更加具体的，此标准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。如下两

章节总结了M-LVDS驱动器和接收器的关键特性，并将此与其他两个通用差分标准RS-485（TIA/EIA-485-A）和LVDS（TIA/EIA-644-A）的驱动器和接收器的特性做了比较。

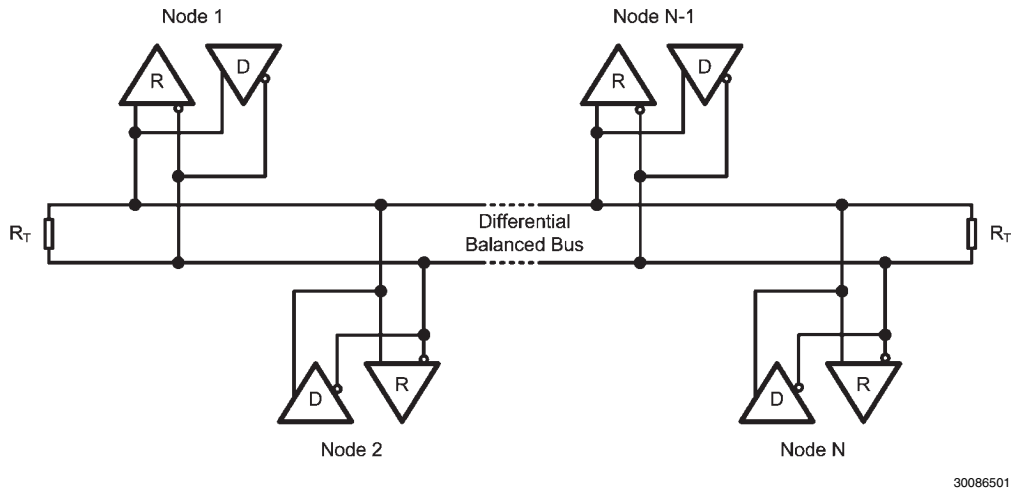


图1 多点网络

## 驱动器特性

根据TIA/EIA-899标准，一个M-LVDS驱动器产生一个幅值在480-650mV，偏置电压范围在0.3V~2.1V的差分信号。信号必须有超过1ns的10%~90%转换时间（上升和下降），和高达一半的单位间隔（ $t_{UI}$ ）。

与RS-485驱动器比较，M-LVDS驱动器提供了明显减小的信号幅值（参见图2），从而降低了功率损耗和电磁干扰（EMI）。较低的信号幅值允许更高的信号速率或信号频率。基于1ns的最小转换时间，M-LVDS标准规定了

500Mbps最大信号速率，而目前商用M-LVDS驱动器最大速率在250Mbps。另一方面，最大的RS-485驱动器典型峰值为10Mbps，很少芯片可以达到30Mbps至50Mbps的速率。高速，低功耗，和低EMI的优点是以降低噪声容限为代价的。遵循这个手册后面给出的必要的设计指导，可以无需做很大的努力就可以设计出M-LVDS网络。

30086501

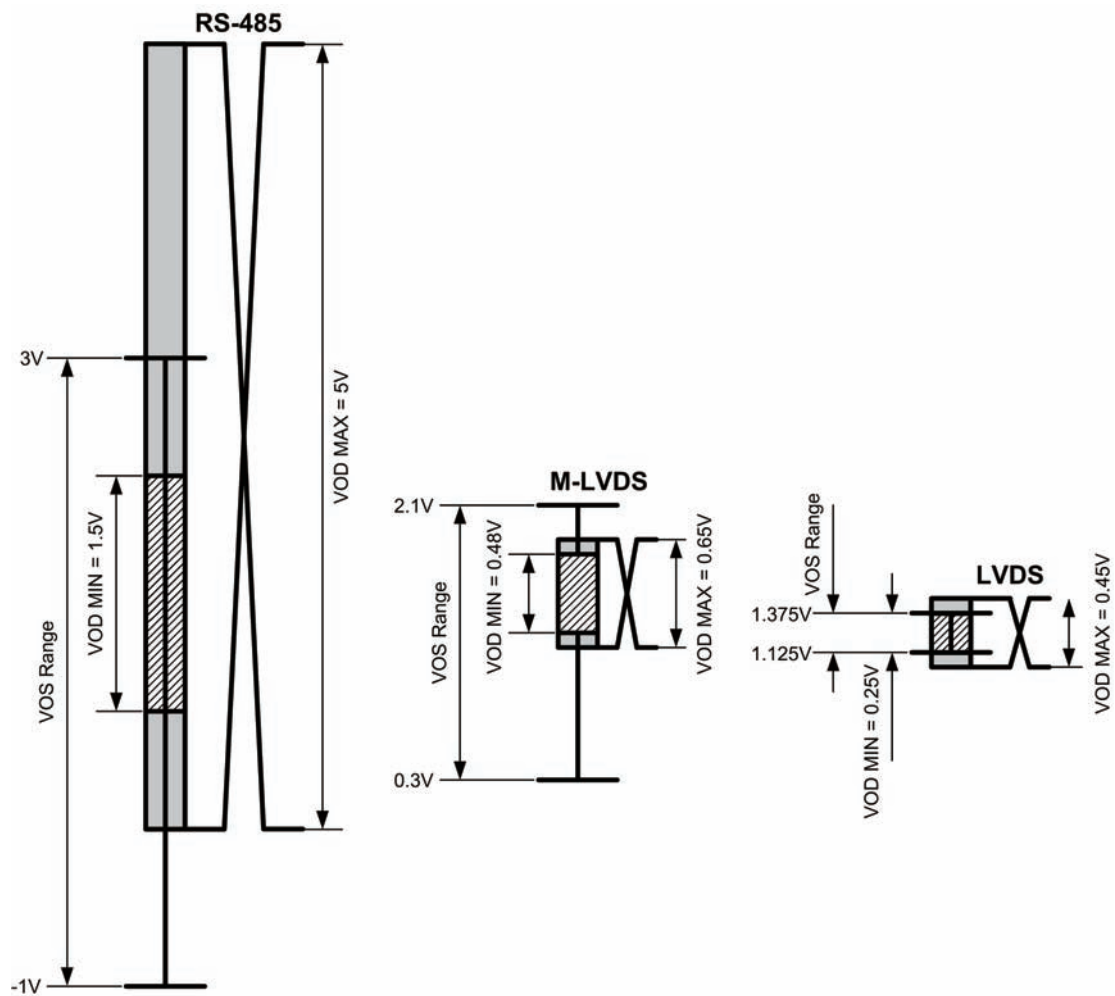


图2 驱动器VOD和VOS的比较

30086502

与LVDS驱动器相比，M-LVDS驱动器是作为具有更强驱动能力（较大的IOD）的驱动器而提出的。更强的驱动能力可以使M-LVDS驱动器能够驱动多点网络信号，这个多点网络信号通常是双端端接。双端端接网络对驱动器表现为更重的负载，因此必须有更强的驱动来保持需要的信号幅值。M-LVDS和RS-485驱动器输出幅值通常是在50Ω的差分负载条件下规定。这是驱动器从图1所示的双端端接的多点网络看

到的典型负载。LVDS驱动器的输出幅值是在100Ω的差分负载条件下规定，这是驱动器从图3所示的点对点网络看到的典型负载。M-LVDS驱动器作为具有带转换时间的驱动器而提出，在多点网络中非常需要控制转换时间。另一方面，对于点对点拓扑之外的其他拓外，转换时间在100皮秒到几百皮秒的LVDS驱动器很难适用。



图3 点对点连接

表1 RS-485, M-LVDS, LVDS的主要比较

表1 主要驱动器参数比较

参数	RS-485	M-LVDS	LVDS
VOD (V)	1.5 to 5.0	0.48 to 0.65	0.25 to 0.45
VOS (V)	-1.0 to 3.0	0.3 to 2.1	1.125 to 1.375
IOD (mA)	28 to 93	9 to 13	2.5 to 4.5
IOS (mA)	<250	<43	<24
$t_{RISE} / t_{FALL}$ Min (ns)	N/A	1	N/A
$t_{RISE} / t_{FALL}$ Typ (ns)	5 to 50	1 to 5	<1
$t_{RISE} / t_{FALL}$ Max (ns)	$0.3 t_{UI}$	$0.5 t_{UI}$	$0.3 t_{UI}$
Typ Data Rate (Mbps)	DC to 10	DC to 500	DC to 3125

## 接收器特性

接收器的关键规格是输入电压阈值，输入共模范围和输入漏电流。输入阈值电平区分了两种类型的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限。类型1接收器用于需要特定外部故障保护安全网络或根本不需要故障保护措施の時钟或数据传输应用中。类型2接收器的阈值电平有+100mV的偏移。这个偏移

降低了噪音容限但是当总线或者传输线无驱动或者有0V差分偏置时提供了低输出状态。除失效保护之外，线-或逻辑功能是类型2接收器另一个典型可能的应用。关于使用M-LVDS芯片实现线-或应用的更多信息在笔记中的后面介绍。

与RS-485和LVDS接收器相比，M-LVDS接收器有最小的门限电平。图4解释了门限电平和RS-485、LVDS及两种类型的M-LVDS推荐的最大差分输入幅值电平。

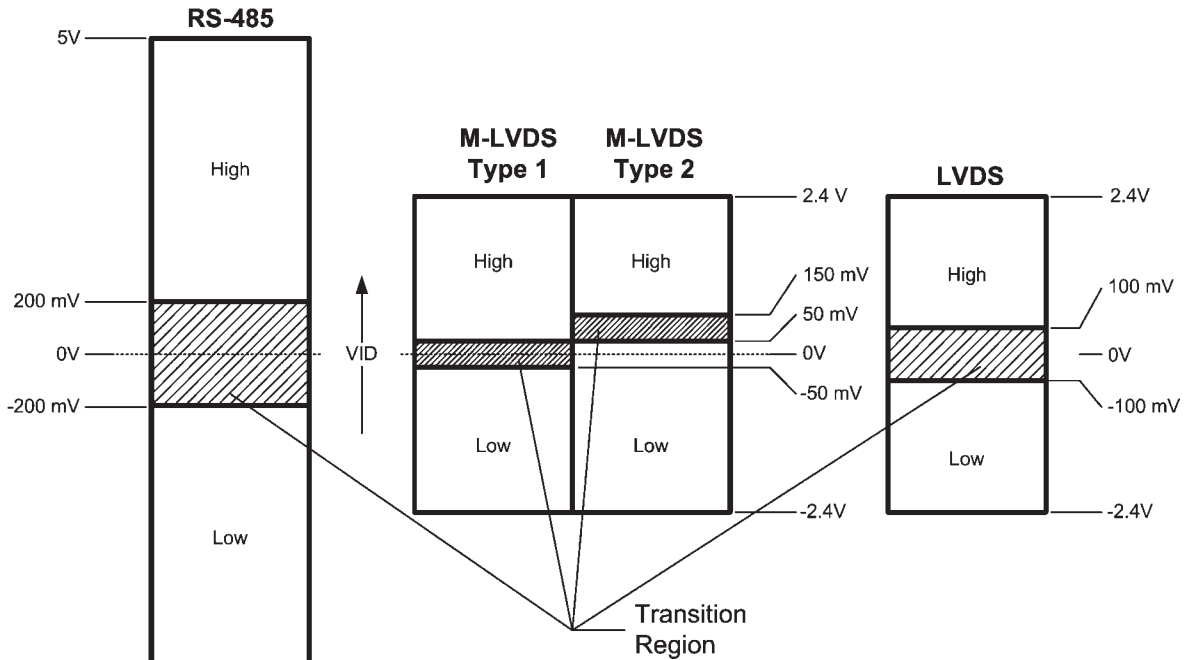


图4 M-LVDS标准定义了的两种类型接收器

30086504

M-LVDS接收器输入共模范围在-1.4V到3.8V之间，使得M-LVDS在连接那些参考地之间的电位差可能高达 $\pm 1V$ 的子系统时成为可靠的接口。事实上，许多M-LVDS驱动器有比标准规定更紧的VOS规格，网络节点间不希望的电压差可能会高于 $\pm 1V$ 。RS-485接收器适用于更严峻的环境。它的共模电压范围是-7~12V，允许节点间不期望的 $\pm 7V$ 压差。LVDS接收器，作为最低可靠性的接收器，它的输入共模电压范围是0V~2.4V（0V~ $V_{DD}$ 也很普遍）。然而，LVDS驱动器严格的VOS规范允许驱动器和接收器电路的共模电压在 $\pm 1V$ 范围。

因为所有的M-LVDS，LVDS，RS-485芯片都可以应用 在多点网络，接收器必须作为驱动器的一个轻负载，这样可以在单总线上连接多个接收器。基于这种需求，所有三个标准规定了最大输入漏电流，允许总线有32个负载（接收器或

不工作的驱动器）。对于M-LVDS和LVDS来说，单器件负载或者单位负载等于是加在0V~2.4V电压源中的120K $\Omega$ 的电阻。对于RS-485接收器来说单位负载等于0~5V电源之间的12K $\Omega$ 的电阻。另外，RS-485器件可以有1/2、1/4、1/8的单位负载，允许总线有多达256个器件。表2列出了RS-485，M-LVDS，LVDS接收器的特性。

表2 接收器关键参数的比较

参数	RS-485	M-LVDS	LVDS
VID (V)	0.4~5.0	0.1~2.4	0.2~2.4
VCM (V)	-5.0~12.0	-1.4~3.8	0~2.4
IIN ( $\mu A$ )	<1000	<32	<20

## 美国国家半导体的M-LVDS产品系列

美国国家半导体目前的M-LVDS产品包括从单通道发送器、驱动/接收器对到四通道发送器、驱动器和1:4转发器/扇出缓冲器等系列产品。

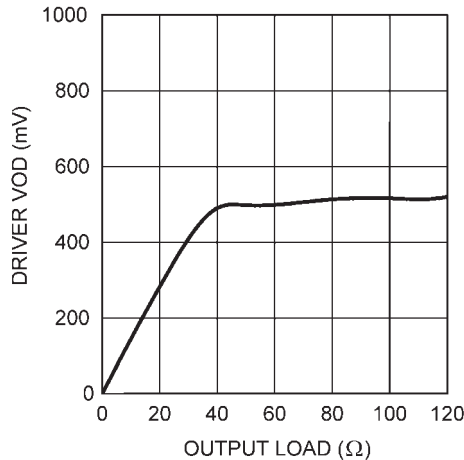
2006年国家半导体发布的第一代M-LVDS芯片，包括四个单通道芯片，可提供带类型1和类型2选择的100MHz/200Mbps接收器和驱动器/接收器对。图3摘要了可选用的器件。每个芯片的详细信息可从网站www.national.com上得到。

表3 美国国家半导体第一代M-LVDS芯片的摘要

产品型号	描述	封装	特性
DS91D176	100MHz单通道M-LVDS收发器	SOIC-8	176脚，类型1接收器
DS91C176	100MHz单通道M-LVDS收发器	SOIC-8	176脚，类型2接收器
DS91D180	100MHz单通道M-LVDS线驱动器/接收器对	SOIC-8	180脚，类型1接收器
DS91C180	100MHz单通道M-LVDS线驱动器/接收器对	SOIC-8	180脚，类型2接收器

第一代M-LVDS器件在多点网络尤其是ATCA时钟分配网络中具有最佳的转换时间（典型值为1.8ns）。另外，驱动器具有输出幅值控制电路特征，在宽负载范围保持了恒定的

VOD，如图5所示。这个特性有助于改善重负载背板的噪声裕限。



30086505

图5 DS91D176驱动器输出幅值与输出直流负载的关系

2008年发布的第二代M-LVDS芯片包括4通道125MHz/250MHz芯片。图4给出可选用器件的主要特性。与第一代产品相似，这些芯片具有受控转换时间（典型值为

2.0ns）和在宽的负载范围保持恒定VOD的输出幅值控制电路。

表4 美国国家半导体第二代M-LVDS芯片的摘要

产品型号	描述	封装	特性
DS91M040	125MHz四通道M-LVDS收发器	LLP-32	可节约面积的小型封装，可用引脚设定接收器类型，每个通道输出使能
DS91M047	125MHz四通道M-LVDS线驱动器	SOIC-16	47脚，每个通道输出使能
DS91M124	125MHz 1:4具有LVCMOS输入的M-LVDS接收器	SOIC-16	低偏斜，每个通道输出使能
DS91M125	125MHz 1:4具有LVDS输入的多点LVDS接收器	SOIC-16	LVDS输入，每个通道输出使能

## M-LVDS应用

M-LVDS器件主要用于时钟分配网络，例如基于AdvancedTCA (ATCA) 和MicroTCA ( $\mu$ TCA) 系统的时钟分配接口。然而，M-LVDS带来的很多特性，使得它们也适合许多其他的应用，这些应用获得高速，低功耗，低EMI，可控转换时间和失效保护等优点。应用笔记的这一部分提供通用M-LVDS应用的简单概述。

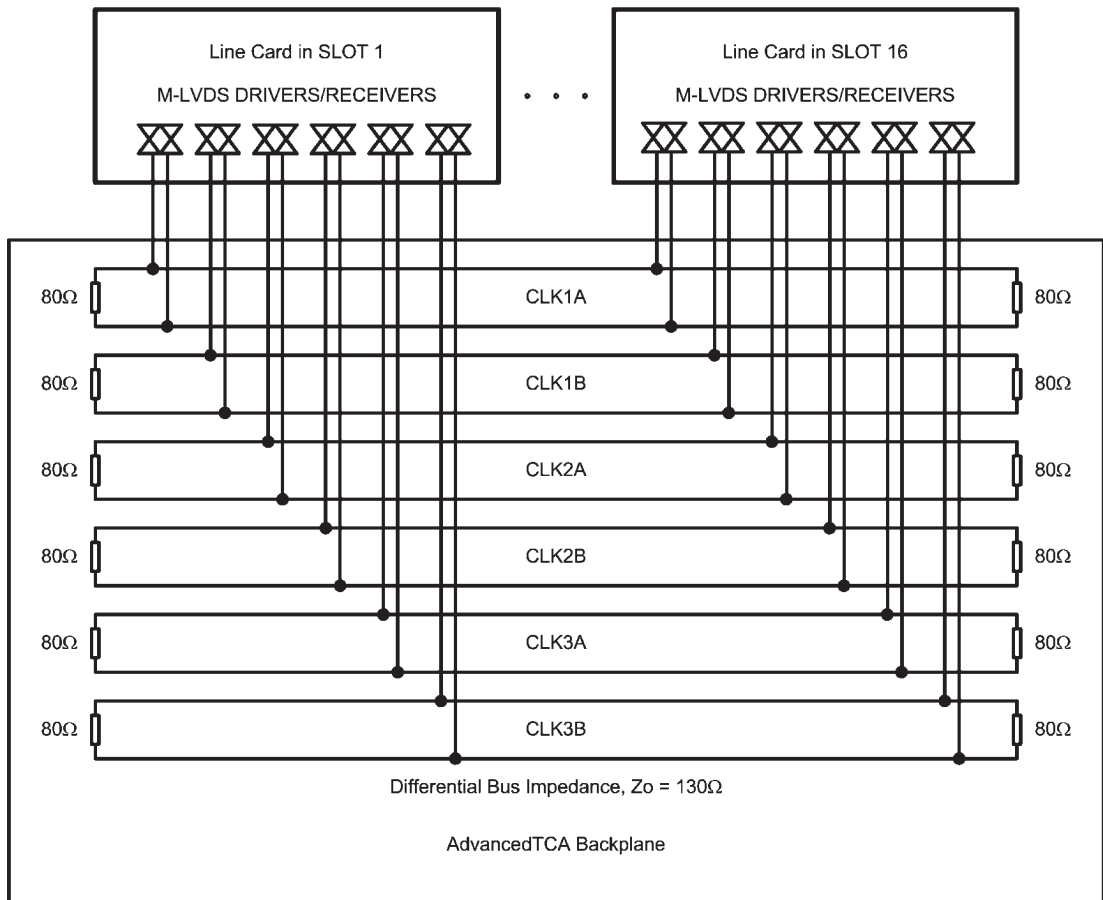
## AdvancedTCA系统中的时钟分配

AdvancedTCA是PCI工业计算机制造商组织 (PICMG) 针对高达2.5Tbps容量的模块化通讯系统的开放标准。标准规定了包括机械尺寸、功率分配、散热考虑和数据传输在内的系统级设计方向和参数。

在很多通讯系统中，基于AdvancedTCA (ATCA) 的系统需要和其内部或外部网络进行同步。同步时钟接口是ATCA基础规范 (PICMG 3.0) 的一部分，这个基础规范规定了作为信号技术选择的M-LVDS。在一个ATCA系统中，有三个冗余时钟（共6个时钟）可分配于多达16个背板槽。

- CLK1A和CLK1B用作冗余8kHz数字电话传输系统时钟；
- CLK2A和CLK2B用于同步SONET/SDH网络的19.44MHz时钟；
- CLK3A和CLK3B用于用户定义的信号（时钟或数据）。

每个ATCA时钟网络都包含如图6所示的连接通用时钟总线的多达16路M-LVDS端口。物理上位于标准背板上的时钟总线是一个两端端接80 $\Omega$ 电阻的130 $\Omega$ 差分微波传输线带。一个M-LVDS端口就是位于线卡上的M-LVDS器件的一个输入输出接口 (I/O)。M-LVDS端口和时钟总线的互联可视为未端接的分支 (STUB)。标准ATCA时钟分配多点网络中的分支由连接M-LVDS器件的输入输出引脚到线卡的标准Zone2端子引脚和端子导体的差分走线组成。标准ATCA Zone2端子是高级差分构造的端子，例如Tyco的HM-Zd端子。最小化ATCA时钟分配系统中的分支的电气长度非常关键，在后续的设计指导中会讨论。ATCA标准规定了最大分支长度为1英寸 (25.4mm)。



30086506

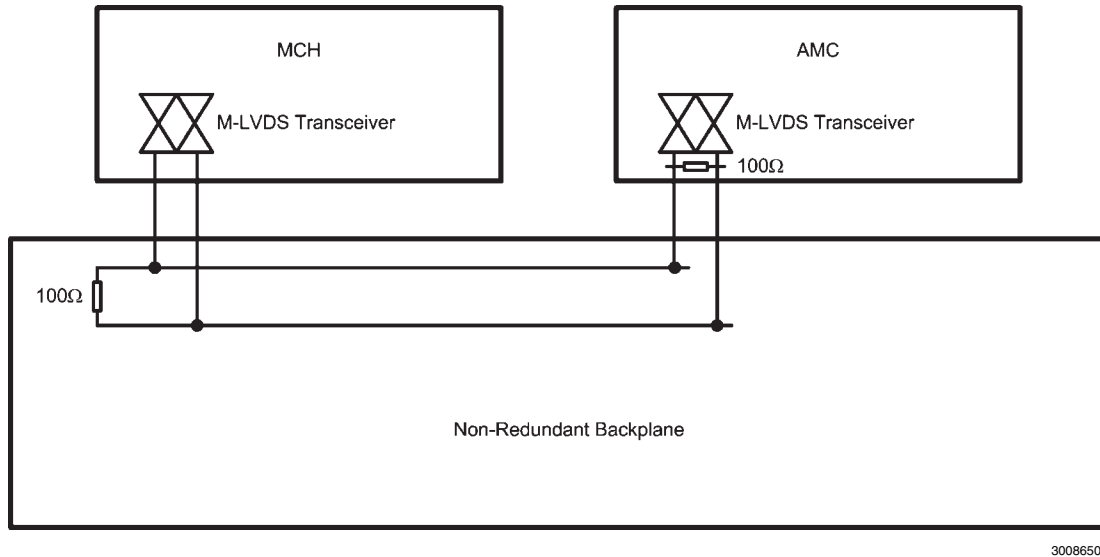
图6 AdvancedTCA时钟分配接口举例

## MicroTCA系统中的时钟分配

MicroTCA标准为高达144Gbps容量的中低范围的电信与数据通信设备提供了一个模块化、开放的平台。MicroTCA系统具有更小的物理尺寸，在成本敏感型应用中更有优势。

与ATCA标准相似，MicroTCA (uTCA) 标准也规定了时钟分配网络中M-LVDS技术的使用。MicroTCA规范 (PICMG MTCA.0) 定义了非冗余和冗余的时钟架构。非冗余的时钟

架构用于带单MicroTCA载波集线器 (MCH) 的系统。这个架构允许每个高级中层卡 (AMC) 多达三个点对点连接和每个MCH多达36个连接。图7显示了非冗余背板中MCH和AMC之间的一个单点对时钟连接。注意时钟总线在MCH卡和AMC卡的背板上已被端接。在点对点连接中，M-LVDS器件传送带有最大噪声余量的时钟信号。

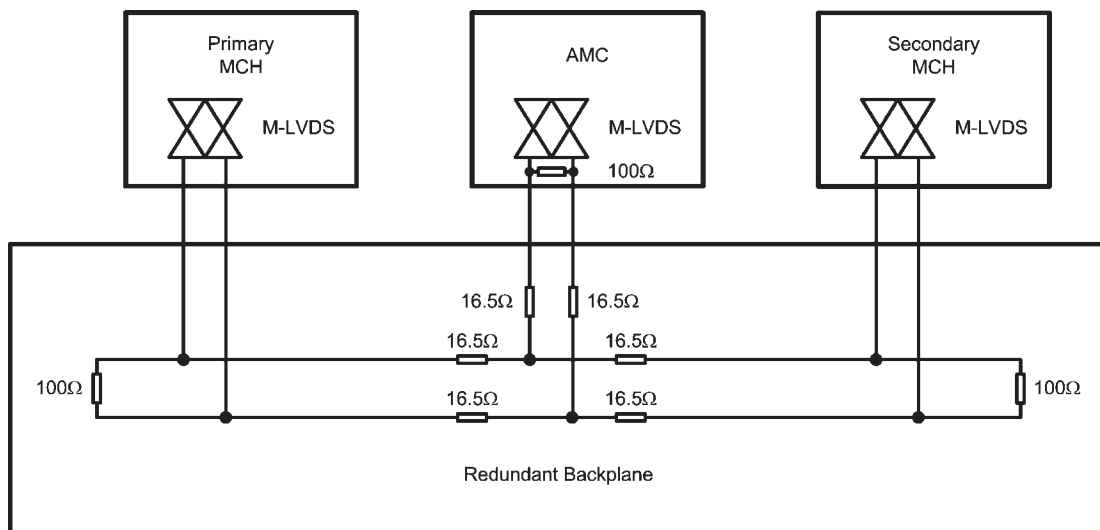


30086507

图7 MicroTCA 非冗余时钟分配接口举例

冗余时钟架构用于工作在冗余方式下的双MCH系统。在这个时钟架构中，每个MCH用点对点链接连接到每个AMC上，如图7所示。但是，AMC和每个MCH卡之间的连接是由

图8所示的多点网络来实现的。使用串联电阻的多点拓扑使未端接的分支的影响降到最小。M-LVDS器件的受控信号边沿对在一个系统内分配时钟信号给所有卡很有帮助。



30086508

图8 MicroTCA 冗余时钟分配接口举例



## M-LVDS替代短距离RS-485

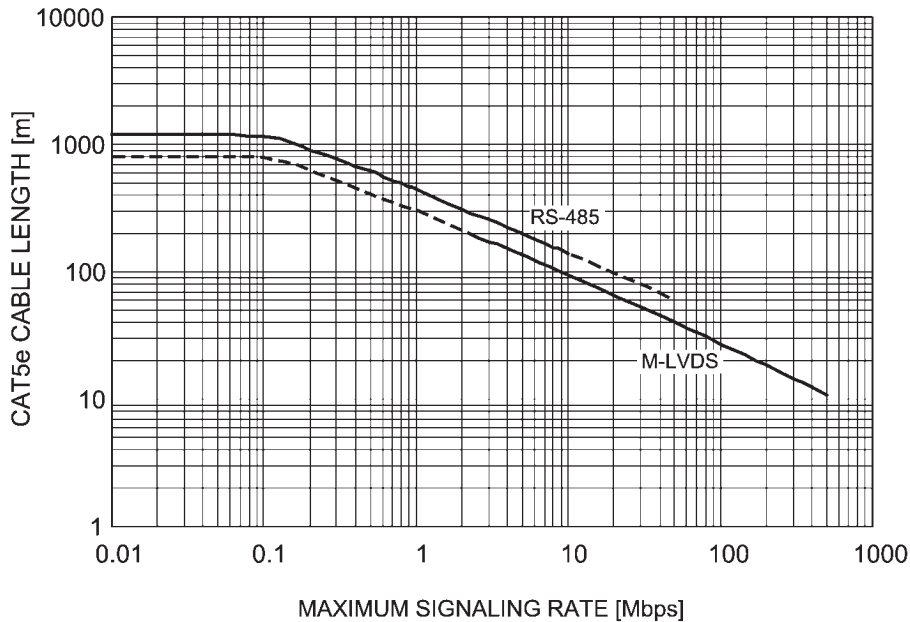
RS-485多点差分总线是长距离传输总线，并通常用电缆作为传输介质来实现的。M-LVDS器件在背板环境下也有其应用。利用电缆作为互联的多点连接也可以采用M-LVDS。不过，系统设计者需要额外关注分支长度、总线阻抗和节点间压差。尽可能短的分支、均分负载并确保节点间压差小于 $\pm 1V$ ，可以获得在背板范围外M-LVDS多点网络的设计可靠性。

另一个RS-485和M-LVDS共有的应用是电缆上的点对点信号传输。在通过长电缆驱动信号时，RS-485更大的摆动尤其是更宽的共模范围确实有助于达到更长的传输距离；不过，M-LVDS器件具有高速、低功耗和低电磁干扰（EMI）的优点。M-LVDS的这些关键特性在很多应用中都有优势。

图9表明了典型的CAT5e电缆长度和RS-485及M-LVDS点对点连接中的数据速率的关系。RS-485曲线的斜坡部分基于

在频率 $1/t_{UI}$ （单位：Hz）处最大衰减为9dB来确定，这里 $t_{UI}$ 是给定信号速率的单位时间。这是确定RS-485点对点连接信号速度的可以接受的一种工业指导方法。RS-485曲线的平台部分是基于典型CAT5e电缆的电阻损耗（ $9\Omega/100$ 米）得到的。

对于使用低电压差分驱动器（即M-LVDS、LVDS）的网络，通用的设计指导是选用 $1/t_{UI}$ （Hz）处最大衰减为6dB来确定给定电缆长度的最大信号速度。设计指导中假定条件是直流平衡数据、点对点连接、零串扰、零信号对间偏移并且没有外部干扰。注意M-LVDS曲线的虚线部分。理论上，M-LVDS接口可以在CAT5e电缆上将小于100Mbps信号传送到百米距离，不过M-LVDS接收器仅能处理 $\pm 1V$ 的接地噪声。通过长电缆来建立M-LVDS接口的系统设计者需要确保接地噪声不会超过 $\pm 1V$ 的限制，或者需要通过采用交流耦合或变压器耦合接口的方式来完全消除信号的直流分量。



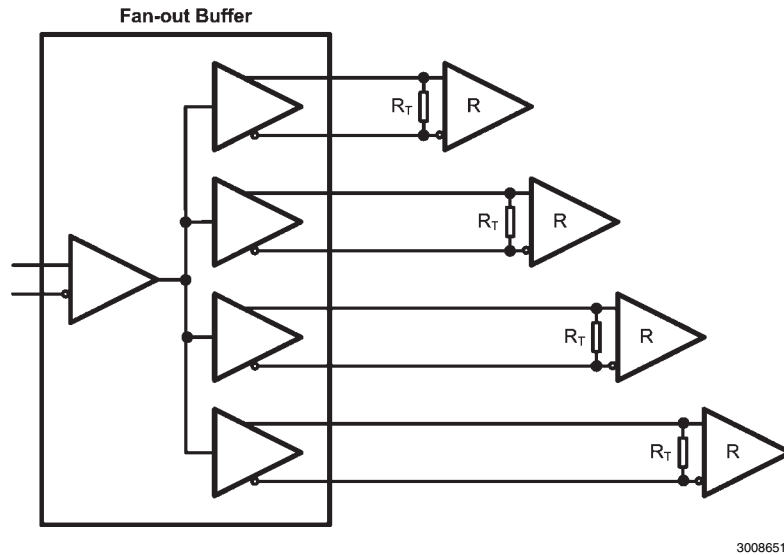
30086509

图9 CAT5e的长度与M-LVDS和RS485点对点连接位速之间的关系

## 点对点连接的信号分配

多点网络除许多其它优点外，还减小了连接器尺寸和电缆直径，降低了连接器数量和PCB厚度，并极大的降低了系统成本。这些优点是信号完整性、最大传输距离和速度为

代价的。不能够在多点网络中获得满意的信号完整性、传输距离或速度时，点对点连接的信号分配就成为唯一的选择。点对点连接的信号分配是使用扇出缓冲器来完成的，参见图10所示。



30086510

图10 点对点连接的信号分配

目前国家半导体的M-LVDS系列包括两个1:4的扇出缓冲器/信号转发器：DS91M124和DS91M125。

DS91M124是带一个LVCMOS输入和四个M-LVDS输出的扇出缓冲器。它最适合用于从逻辑信号源获取LVCMOS信号并将其分配到本地或远程M-LVDS接收器。

DS91M125是带一个LVDS输入和四个M-LVDS输出的扇出缓冲器。它能够通过点对点或多点连接中从本地或远程源

获取兼容信号，并将其分配到四个本地或远程M-LVDS接收器或M-LVDS多点网络中。

除M-LVDS扇出缓冲器外，国家半导体还提供了几个LVDS和总线LVDS扇出缓冲器。图5简单列出了简单信息。

表5 美国国家半导体的扇出缓冲器概要

器件型号	描述	封装	特性
DS91M124	125MHz, 带LVCMOS输入的1:4 M-LVDS转发器	SOIC-16	低偏移, 每一通道输出使能
DS91M125	125MHz, 带LVDS输入的1:4 M-LVDS转发器	SOIC-16	LVDS输入, 每一通道输出使能
DS92CK16	125MHz总线LVDS1:6时钟缓冲器/总线收发器	TSSOP-24	1:6LVCMOS输出, 总线LVDS输入输出
DS90LV110T	1:10LVDS时钟/数据分配器	TSSOP-28	200MHz/400Mbps工作, 低偏斜
DS90LC110AT	带失效安全的1:10LVDS时钟/数据分配器	TSSOP-28	失效保护操作
DS10BR254	1.5Gbps 2:4LVDS转发器	LLP-40	LOS, 8kV ESD
DS25BR204	3.125Gbps 2:4LVDS转发器, 带传输预加重和接受均衡	LLP-40	输入均衡, 输出预加重, LOS

## 线或的实现

M-LVDS驱动器和类型2的接收器可以用于实现线或逻辑功能。图11解释了使用三个M-LVDS驱动器和一个类型2的接收器通过双端端接多点总线互联到一起来实现线或的一个例子。驱动器输出使能 (DE) 引脚用作输入，所有驱动器的输

入端被置为高。接收器输入用作此功能的一个输出。当禁止时，驱动器的输出提供一个0V差分偏置给总线，类型2的接收器会检测到一个逻辑低。当任何驱动器使能时，母线被偏置为高，接收器检测到一个逻辑高。

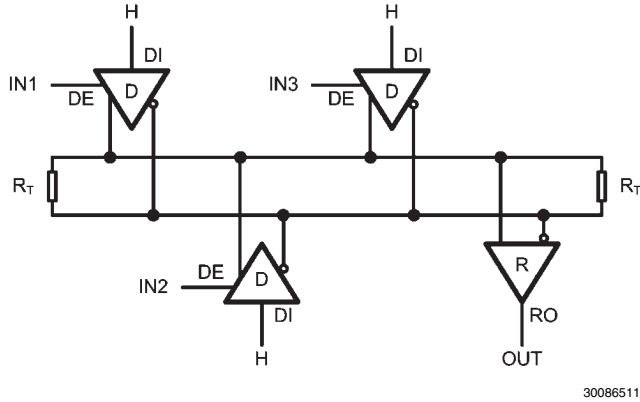


图11 带三个M-LVDS驱动器和一个类型2的接收器的线或电路

## 设计指导

多点网络为设计者提供了经济、简单的方法来实现通过单一互联或总线来连接多个设备。简单、低成本使多点网络很受欢迎，但是设计这些网络绝对不是一个简单的工作。如下清单列出了实现可靠的M-LVDS多点网络的设计指导。

- 设计或者选择多点网络最佳的交互连接。在多点网络，每个端口对总线表现为一个负载。通常是容性的负载包括M-LVDS I/O容性，和分支线固有的容性。具有相同阻抗的总线上的容性负载降低了端口位置的总线阻抗并产生阻抗失配。在多负载以负载间相对一致的距离连接到总线上时，总线的总体特性阻抗变得更低。而总线的特性阻抗越低，所需的端接电阻的阻值也越低。越低的端接电阻阻值就意味着给信号驱动器的直流负载越低，最后的信号幅值越低。即使国家半导体的M-LVDS驱动器具有保持输出幅值恒定的控制电路，输出幅值也只能对40Ω或更高的负载恒定。这意味着负载母线的差分特性阻抗需要为80Ω或更高。为此，选择或设计一个高于标称值（100Ω差分）特性阻抗的总线，这样其阻抗在满载时不会低于80Ω。
- 使用能够满足系统带宽要求的带最慢转换时间的M-LVDS驱动器。具有在感兴趣的bit速率下单位间隔时间（UI）一半的转换时间的驱动器，可提高最高噪音容限。例如，国家半导体的M-LVDS驱动器的典型转换时间是2ns。这使其能够很理想的工作在250Mbps/125MHz。在250Mbps，总线上可能发生的任何反射都只在125MHz的奈奎斯特频率的整数倍频率下有能量。这种信号能量分配下，没有高于奈奎斯特频率之上的反射。高于奈奎斯特频率之上的反射对

多点网络的信号分配是一个严重的威胁。

- 尽可能的减小分支长度。M-LVDS器件适宜的分支线长度是1英寸（2.5厘米）或者更短（决定总的分支线长度时应该考虑端子的电气长度）。任何更长的分支线长度可能会造成系统故障。应用笔记AN-1503呈现的实验数据表明将分支线从1英寸缩短至1/2英寸将会增加多达50%的噪音容限。另外，如果有足够的噪音容限，考虑应该使分支线的阻抗最大。可以通过以下手段实施：增加材料的介质厚度，缩短分支线长度，不耦合或低耦合独立的分支线走线。
- 假如其它系统限制允许，可以将M-LVDS驱动器靠近短接电阻放置。最差驱动器的位置是在在多点网络的中间；靠近驱动器的接收器通常具有最差的噪音容限。通过将网络末端的驱动器靠近两个端接电阻的任何一个放置，就会形成具有较长信号路径的网络拓扑。较长的信号路径的损耗也会增大，导致信号的转换时间也会增大，这是由于驱动器朝着更远的接收器传播。在遇到阻抗不连续的情况时较慢的转换时间也使系统表现的更加“宽容”。
- 任何电源噪音都会降低有效的噪音容限。确保M-LVDS器件已经正确的去耦。M-LVDS器件的每个V<sub>DD</sub>和GND引脚应该通过短的阻抗路径与印刷电路板（PCB）连接。为了得到最好的结果，应该使用一个或多个过孔连接V<sub>DD</sub>和GND引脚到附近的层。最理想的是，过孔位置接近引脚以避免增加固有的走线阻抗。旁路电容应该靠近V<sub>DD</sub>引脚。使用诸如0402，X7R，表贴电容这样小封装的电容可以将电容的封

装阻抗降到最低。每个旁路电容都应通过与电容焊盘相切的过孔连接到电源层与地层。一个X7R，尺寸为0402的表贴电容具有大约0.5nH的体阻抗。高于30MHz或更高的频率，X7R电容表现为低阻抗电感。为了将工作频率扩展到几百MHz，通常使用不同电容值的并联阵列，比如100pF，1nF，0.03 $\mu$ F和0.1 $\mu$ F。正极与负极之间间隔为2-3mils并采用三明治结构可以建立有效的旁路电容。对于2mil的FR-4介质，每平方英寸PCB大约有500pF的电容。器件封装在LLP封装内（比如DS91M040），DAP通过过孔阵列连接到底层。过孔阵列减小了有效的对地感抗，增加了LLP封装的热性能。

## 总结

M-LVDS是一种应用于通用的AdvancedTCA和MicroTCA背板的时钟分配系统的理想通用接口拓扑。国家半导体目前的M-LVDS系列产品给期望解决点对点 and 多点网络设计挑战的工程师带来了满足所有标准的和某些特性的M-LVDS解决方案。

## 参考文献

DS91M040 Datasheet, National Semiconductor Corporation. October 2008

Application Note AN-1503-"Designing an ATCA Compliant M-LVDS Clock Distribution Network", National Semiconductor Corporation. November 20, 2007

LVDS Owner's Manual 4th Edition, National Semiconductor Corporation, Summer 2008

TIA/EIA-899, Electrical Characteristics of Multipoint Low Voltage Differential Signaling (M-LVDS) Interface Circuits, Telecommunications Industry Association. March 2002

TIA/EIA-644-A, Electrical Characteristics of Low Voltage Differential Signaling (LVDS) Interface Circuits, Telecommunications Industry Association. February 2001

TIA/EIA-485-A, Electrical Characteristics of Generators and Receivers for Use in Balanced Digital Multipoint Systems, Telecommunications Industry Association. March 1998

PICMG 3.0 Revision 2.0, AdvancedTCA Base Specification, PCI Industrial Computer Manufacturers Group. March 2005

PICMG MTCA.0 R1.0, Micro Telecommunications Computing Architecture Base Specification, PCI Industrial Computer Manufacturers Group. July 2006

## 注释

欲了解有关美国国家半导体公司的产品和验证设计工具的更多信息，请访问以下站点：

产品		设计支持工具	
放大器	<a href="http://www.national.com/amplifiers">www.national.com/amplifiers</a>	WEBENCH®设计工具	<a href="http://www.national.com/webench">www.national.com/webench</a>
音频	<a href="http://www.national.com/audio">www.national.com/audio</a>	应用注解	<a href="http://www.national.com/appnotes">www.national.com/appnotes</a>
时钟及定时	<a href="http://www.national.com/timing">www.national.com/timing</a>	参考设计	<a href="http://www.national.com/refdesigns">www.national.com/refdesigns</a>
数据转换器	<a href="http://www.national.com/adc">www.national.com/adc</a>	索取样片	<a href="http://www.national.com/samples">www.national.com/samples</a>
接口	<a href="http://www.national.com/interface">www.national.com/interface</a>	评估板	<a href="http://www.national.com/evalboards">www.national.com/evalboards</a>
LVDS	<a href="http://www.national.com/lvds">www.national.com/lvds</a>	封装	<a href="http://www.national.com/packaging">www.national.com/packaging</a>
电源管理	<a href="http://www.national.com/power">www.national.com/power</a>	绿色公约	<a href="http://www.national.com/quality/green">www.national.com/quality/green</a>
开关稳压器	<a href="http://www.national.com/switchers">www.national.com/switchers</a>	分销商	<a href="http://www.national.com/contacts">www.national.com/contacts</a>
LDO	<a href="http://www.national.com/lldo">www.national.com/lldo</a>	质量网络	<a href="http://www.national.com/quality">www.national.com/quality</a>
LED照明	<a href="http://www.national.com/led">www.national.com/led</a>	反馈及支持	<a href="http://www.national.com/feedback">www.national.com/feedback</a>
电压参考	<a href="http://www.national.com/vref">www.national.com/vref</a>	简易设计步骤	<a href="http://www.national.com/easy">www.national.com/easy</a>
PowerWise®解决方案	<a href="http://www.national.com/powerwise">www.national.com/powerwise</a>	解决方案	<a href="http://www.national.com/solutions">www.national.com/solutions</a>
串行数字接口 (SDI)	<a href="http://www.national.com/sdi">www.national.com/sdi</a>	军事/宇航	<a href="http://www.national.com/milaero">www.national.com/milaero</a>
温度传感器	<a href="http://www.national.com/tempsensors">www.national.com/tempsensors</a>	SolarMagic™	<a href="http://www.national.com/solarmagic">www.national.com/solarmagic</a>
无线通信解决方案 (PLL/ VCO)	<a href="http://www.national.com/wireless">www.national.com/wireless</a>	PowerWise®设计培训	<a href="http://www.national.com/training">www.national.com/training</a>

本文内容是关于美国国家半导体公司 (NATIONAL) 产品的。美国国家半导体公司对本文内容的准确性与完整性不作任何表示且不承担任何法律责任。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。本文没有明示或暗示地以禁止反言或其他任何方式，授予过任何知识产权许可。

美国国家半导体公司按照其认为必要的程度执行产品测试及其它质量控制以支持产品质量保证。没有必要对每个产品执行政府规定范围外的所有参数测试。美国国家半导体公司没有责任提供应用帮助或者购买者产品设计。购买者对其使用美国国家半导体公司的部件的产品和应用承担责任。在使用和分销包含美国国家半导体公司的部件的任何产品之前，购买者应提供充分的设计、测试及操作安全保障。

除非有有关该产品的销售条款规定，否则美国国家半导体公司不承担任何由此引出的任何责任，也不承认任何有关该产品销售权与/或者产品使用权的明示或暗示的授权，其中包括以特殊目的、以营利为目的的授权，或者对专利权、版权、或其他知识产权的侵害。

### 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：

生命支持设备或系统指：(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) 支持或维持生命的设备或系统，其在依照使用说明书正确使用时，有理由认为其失效会造成用户严重伤害。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或系统失效，或影响生命支持设备或系统的安全性或效力的任何部件。

National Semiconductor和National Semiconductor标志均为美国国家半导体公司的注册商标。其他品牌或产品名称均为有关公司所拥有的商标或注册商标。

美国国家半导体公司2009版权所有。

欲了解最新的产品信息，请访问公司网站：[www.national.com](http://www.national.com)。



National Semiconductor  
Americas Technical  
Support Center  
Email: [support@nsc.com](mailto:support@nsc.com)  
Tel: 1-800-272-9959

National Semiconductor  
Europe Technical Support Center  
Email: [europe.support@nsc.com](mailto:europe.support@nsc.com)

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

National Semiconductor  
Japan Technical Support Center  
Email: [jpn.feedback@nsc.com](mailto:jpn.feedback@nsc.com)

## 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