

**DP83848C,DP83848H,DP83848I,DP83848J,
DP83848K,DP83848M,DP83848Q,DP83848T,
DP83848VYB,DP83848YB,DP83865**

Application Note 1511 Cable Discharge Event



Literature Number: ZHCA249

电缆放电事件

美国国家半导体公司
应用注释1511
Leo Chang
2006年7月



1.0 介绍

在不同环境下广泛使用的电子设备将半导体器件暴露于有着潜在破坏危险的静电释放环境之中。连接到内部设备的半导体器件一般对于ESD事件是有防范的，然而，与外部接口的半导体器件是暴露的，对于ESD事件冒着更大的风险。

很多事情都会引发ESD事件。每个事件都有自身的一组特性。人体模型(HBM)，被充电器件模型(CDM)和机器模型(MM)，均以它们的ESD来源命名，这些都是最普通的ESD事件。随着以太网"连接"设备优势逐渐增强，设备网络或者以太网接口的要求变得越来越严格。因为以太网连接通常会很长，而且一般使用非屏蔽双绞线电缆，因而容易发生附加在以太网接口上的ESD事件，这被称之为电缆放电事件(CDE)。

在UTP网络电缆安装过程中产生的ESD事件，与典型的HBM、CDM和MM有很大区别。与具有高阻抗和低电容模式的HBM、CDM和MM事件不同，带有很低的源电阻的UTPCDE会释放大量的电荷。UTP电缆放电事件样(CDE)可以高达几千伏电压，会造成很大的破坏性。下

一节描述了发生在电缆安装期间的CDE事件，例如电荷的建立和释放过程。接着还会讨论如何预防ESD事件发生期间造成的破坏以及如何测试ESD事件保护方法正确性。

2.0 什么是电缆放电事件?

同任何ESD事件一样，内建的或者累积的静电电荷和随后的释放过程或者电荷散逸到某些传导通路中会引发CDE事件。

2.1 充电过程

电荷的积累主要有两个来源，分别是摩擦生电效应和电磁感应效应。在尼龙地毯上拖拉PVC塑料外套的非屏蔽5类线(CAT5UTP)能通过摩擦效应在电缆上建立电荷。当在管道中拖拉或者在其他网络电缆中牵引电缆时候，通过相似的方法也可以在电缆上建立电荷。这同你在地毯上行走时脚摩擦地面产生的电荷的过程是类似的。邻近电缆的其他事件,例如电子日光灯整流器产生的电磁场也能够产生感应电荷。

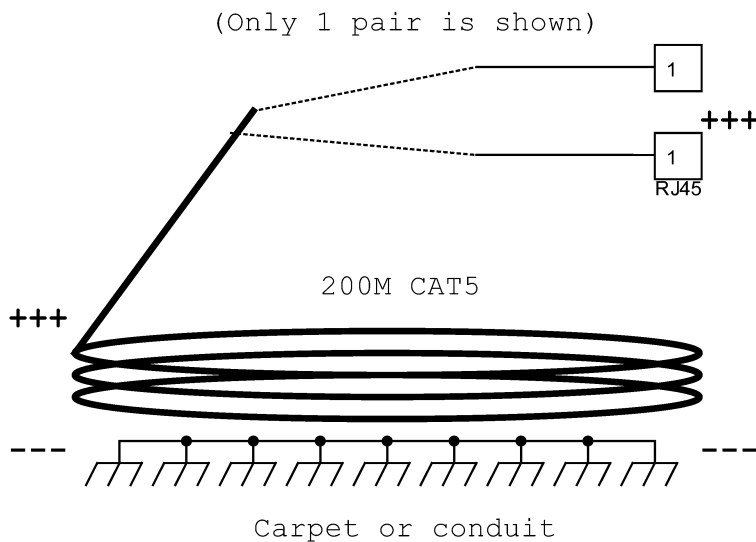


图1.在Cat5电缆上建立的电荷

在上述的例子中，受制电缆相当于电容器上的一层极板，铺地毯地板或者管道相当于电容器上的另一层极板(图1)。累积的电荷量直接和电缆长度成正比，而与

两层电容板之间的距离成反比。

注意到只有在无端接的电缆上和电荷没有立即散逸的情况下电荷积聚才会发生。

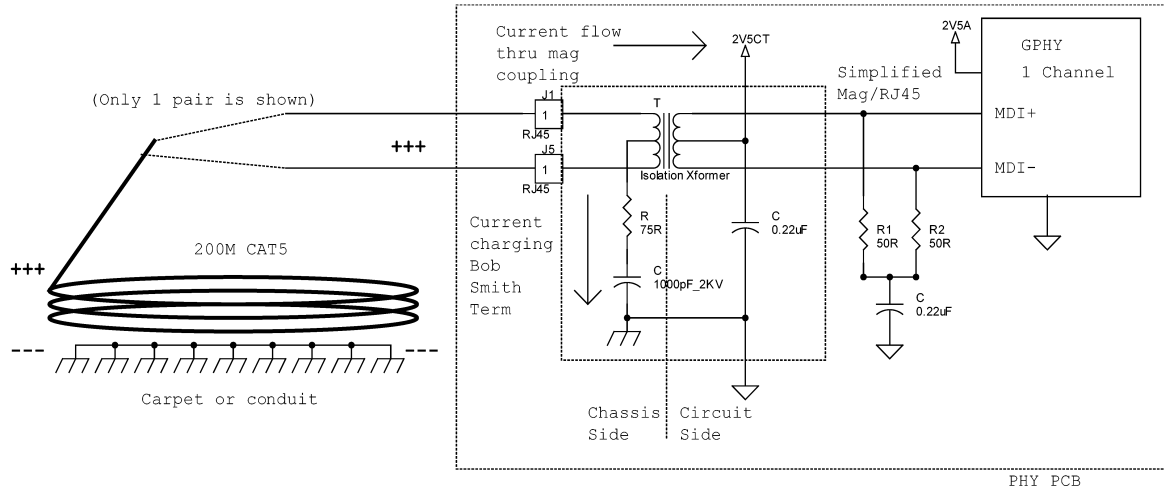
2.0 什么是电缆放电事件? (续)

换句话说, 只有当电缆的两端没有接入系统, 而且必须保留积累的电荷才会造成实质性的破坏。较新的CAT5和CAT6电缆存在很低的介质泄漏, 容易将电荷保留很长时间。当处于湿度相对较低的环境中电荷保持时间会增加。所有这些因素都会增加ESD事件发生的概率。

所有这些电荷累积和保持过程都为潜在的破坏性放电 - CDE事件做了准备。

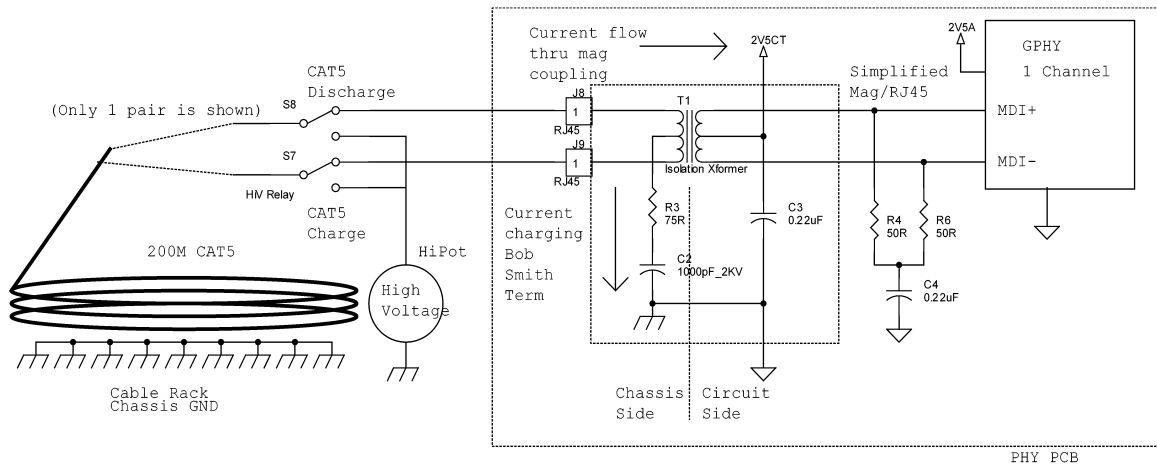
2.2 放电过程

当一根充过电的UTP电缆接入到RJ-45网络端口时, 存在着很多放电路径。遵循交流电流的规则, 瞬态电流会选择最低感抗的通路。这个通路可能在RJ-45连接器附近, 介于印刷电路板(PCB)两根布线之间, 穿过BobSmith交流终端的变压器内, 或者在硅器件上(图2)。电流要足够大到能够导致介质击穿。当高电压出现在器件的介质相关接口(MDI)收发器的输入端时, 高电压会对ESD保护二极管、线驱动器造成损害, 以及在MDI信号通路和邻近电路之间造成介质击穿。



20201212

图2.在UTP电缆安装期间CDE放电通路



20201213

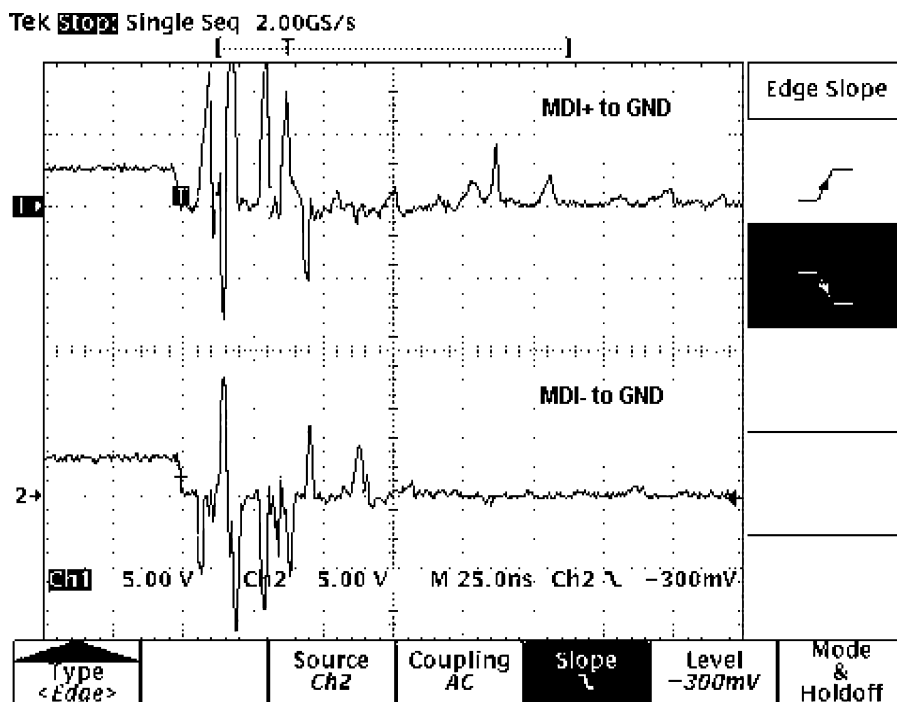
图3.使用仿真测试设置的CDE放电

为了模拟CDE事件, 将测试夹和继电器连在一起, 并可由Hi-Pot电压发生器给UTP电缆充电, 然后通过RJ-45网络端口给UTP电缆放电(图3)。在MDI引脚处测量得

到以地为参考的信号摆幅的范围是+10V至-10V(图4)。尽管信号幅度并不是很高, 但电流比较大, 这是因为UTP电缆只有很小的源阻抗来限制瞬态电流。这个

2.0 什么是电缆放电事件？（续）

高放电电流足以对收发器的半导体器件造成不可逆的损害。一个后CDE放电收发器功能性测试显示出MDI输出驱动器已经受到损害。图5给出了经过CDE事件后输出驱动器的信号摆幅已经极大地降低。



20201214

图4.电缆放电测量MDI+对地电压和MDI-对地电压。
MDI失调电压是2.5V。峰峰值幅度可为20V。

2.0 什么是电缆放电事件？（续）

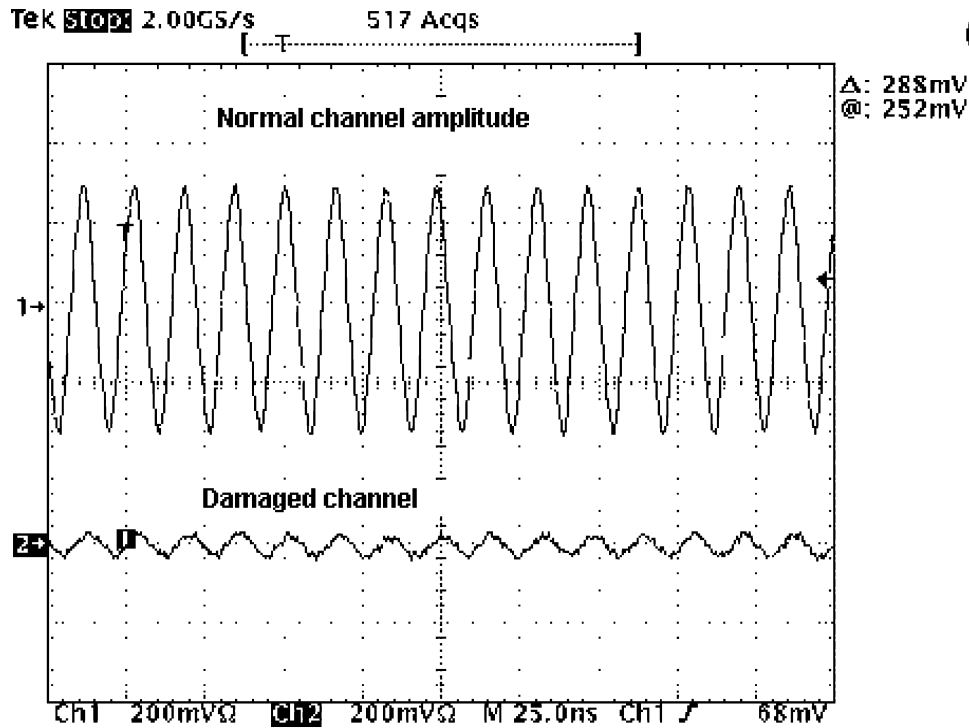


图5.IEEE测试模式2。屏幕上部的波形即通道A显示了正常的幅度。下部的波形即通道B显示了因为ESD破坏造成的幅度降低。

3.0 专为CDE进行的设计

为了防止在RJ-45连接器上出现电弧，电路设计者应使用能够承受高瞬态电压的RJ-45连接器。IEEE 802.3标准规定2250V直流绝缘电压和1500V交流绝缘电压来防止连接器出现故障。这些绝缘电压指标同样也适用于变压器。设计工程师应该与器件提供商一起验证来确保所选择的RJ-45连接器可以满足这些指标的要求。

为了防止介质击穿和电路板上出现火花，线端（例如UTP端）印刷电路板和地线应该有充足的间隔。实验室测试的结果表明，为了能承受2000V的瞬态电压，FR4电路板布线的间距应该至少达到250mil(6.35mm)。

当在MDI收发器的引脚端出现高电压时，为了使得电荷散逸必须设计指定的电流通路。在收发器的I/O焊盘环形外围放置ESD二极管可以在高电压进入到输入/输出电路(I/O模块)之前提供第一道防线。在CDE事件期间，这些ESD二极管导通，大的瞬态电流流向电源或者旁路器件电路的地端。通过ESD保护电路将CDE的能量耗散掉。

相比ESD人体模型、机器模型和被充电器件模型，CDE事件能造成更高的电流，这是因为在ESD源内不存在限流电阻。电荷的积累依赖于电缆本身的长度，因而

在CDE模型上建立的电荷比在其他ESD模型上建立的电荷多几百倍。这么多量积累的电荷使得散热的设计变得更具有挑战性。设计工程师往往使用硅可控整流器（SCR）代替ESD二极管来提供较低的“导通”阻抗使之产生较少的热量，从而能降低了硅器件击穿的概率。

4.0 验证CDE保护电路

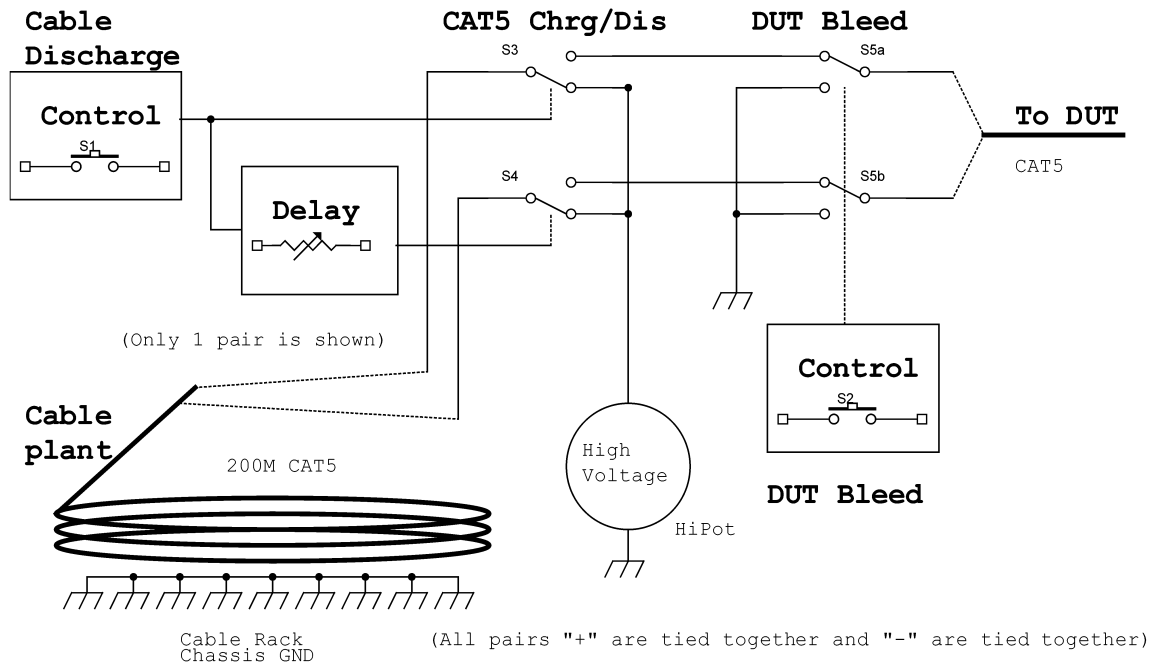
用CDE CAT5电缆堆和测试夹具一起来测试和验证CDE设计（图6）。测试夹具包含了继电器和开关电路。使用一台高电压发生器（Hi-Pot测试仪）可以将CAT5电缆充电至相对于底盘接地的高电压。继电器将充过电的电缆切换至在测器件（DUT）即RJ-45端口。这是一个电荷转移过程。电荷从UTP电缆转移至DUT。一些电荷在DUT散逸掉，但仍然有剩余的电荷在DUT建立（见下节）。经过电缆放电事件，在DUT上建立的电荷应该泄放掉，允许在下一次测试前可以安全地处理电路板以确保测试的连贯性。模块图（图6）显示出两套继电器。一套（S3和S4）用于处理电缆的充电和放电，另一套继电器（S5）处理DUT剩余电荷的流失。

方框图（图6）还表明了，在放电切换过程中介于S3继电器和S4继电器之间的延迟电路。该电路是用来仿真

4.0 验证CDE保护电路

连接器的插入过程，也可以看出在实现接触过程中的时序差别。接触延迟时间在0.5ms至5ms之间可调节。时序上的差别造成了在MDI+和MDI-对之间的额外的差分电压。在一对UTP内部，同RJ-45接触的第一根线将会

有电荷散逸或者部分散逸。当在第一根线之后同RJ-45接触的第二根线上将会存在满电压，与此同时第一根线上存在较低的电势。该电势差对电路设计工程师带来了更大的挑战，即在处理共模的CDE电压之外考虑如何容忍电势差。



20201216

图6.CDE测试夹具方框图

5.0 改变测量结果的因素

残余电荷的渗出

当DUT端口有剩余的电荷时，下一个CDE放电将达不到充电电缆和DUT端口之间所期望的电势差。放电电流直接与UTP电缆和DUT之间的电压差成正比。电势差越大，在CDEESD事件期间瞬态电流就会越大。

测试之间的间隔

为了在一个测试任务中多次测试DUT端口，实验室测试结果表明了在每两个CDEESD事件之间至少间隔2分钟。因为消耗大电流，ESD保护电路产生热量。热量进一步减少了电路的ESD容差，造成电路损害和故障。实际上，在电缆安装期间很少会发生产生CDE事件的频率低于2分钟一次的情况，所以给硅器件带来了不必要的压力。

湿度

湿度影响了在电缆线芯和接地之间的电荷积聚。增加湿度可以改变导线和接地之间的空气介质特性，降低了电容性，从而减少了贮存在电缆上的电荷，在CDE放电期间的瞬态电流将会减少，造成了不一致的测试结果。

果。应将CDE电缆放置在湿度可控制的环境中，使得测试结果的不一致性能降到最低。

6.0 结论

所有的半导体器件都容易受到静电放电（ESD）事件的影响。与外部世界接口的器件比与设备内部接口的器件面临更大的风险。以太网网络接口暴露于一个附加的甚至更加危险的ESD事件被称之为电缆放电事件（CDE）。在UTP电缆安装期间发生的一个CDE事件对以太网物理层器件而言是极具破坏性的。美国国家半导体公司已经创建了一套过程和装置来测试CDE的ESD容差。该测试过程可以作为以太网连接设备对CDE的坚固性的质量检测。

通过CDE测试的美国国家半导体公司的器件

DP83848-2000VCDE

DP83865-1500VCDE

欲了解更多产品细节，敬请上网查阅：

<http://ethernet.national.com>

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。

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
 Tel: 1-800-272-9959

National Semiconductor
Europe Customer Support Center
 Fax: +49 (0) 180-530 85 86
 Email: europe.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

National Semiconductor
Japan Customer Support Center
 Fax: 81-3-5639-7507
 Email: jpn.feedback@nsc.com
 Tel: 81-3-5639-7560

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

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