

CLC012,CLC014

Application Note 1347 PCB Layout Techniques for Adaptive Cable Equalizers



Literature Number: ZHCA163

应用在自适应电缆均衡器的PCB布局技术

美国国家半导体公司
应用注释1347
Jim Mears
2004年10月

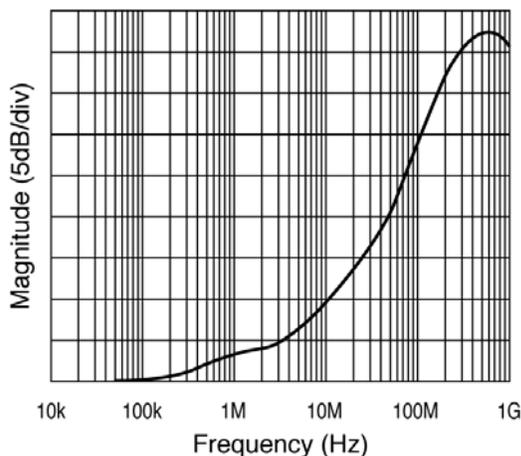


引言

毫无疑问，在CLC014和CLC012自适应电缆均衡器实现良好性能的时候，它们同时也给数字视频设计工程师带来了最大的挑战。使用中的困难是因为没有能正确地认识这些器件，事实上它们是高性能的模拟器件而不是简单的数字器件。更确切地说，CLC014和CLC012是高通增益、大带宽、模拟、射频，带自动增益控制的（AGC）放大器-滤波器。为了获得最佳的性能并避免一些常见的问题，必须仔细小心地开发电路和PCB布局。本应用注释是对已经验证的实用技术的使用指南，在设计过程中使用该技术，能帮助消除棘手的难题并可以提供最佳的电路性能。

均衡器难题以及产生的原因

图1所示的增益-频率变化曲线表明了CLC014和CLC012的最大的均衡响应。在频率600MHz处的增益大约为43dB。当电缆长度达到最大值时，均衡器的增益也获得最大值。但是当输入未连接到电缆时，均衡器也能实现最大的增益和带宽。没有信号指的就是最小信号的情况。在两种情况下，因为信号都是最小值，均衡器增益实现最大值。所以，很容易理解即使是小量的有害干扰信号，在这些条件下经过放大，都能严重地降低均衡器的性能。同样地，很清楚需要对PCB进行良好的布局。



20130401

图1.最大的均衡响应

不恰当的电路和PCB布局会造成均衡器如下一些最常见的问题：

- 无法在给定数据速率下均衡最大的电缆长度
- 电缆长度为较大值但仍小于最大长度时出现数据错误
- 当输入未连接到电缆时产生伪信号或者随机输出数据
- 当无连接电缆时的载波信号侦测（或者LOS）标识

所有这些现象通常都可以追踪到系统机箱内和PCB板上的干扰信号问题。这些干扰最常见的来源如下：

- 接收源于系统机箱内部或PCB上的电磁干扰(EMI)信号
- 通过输入网络器件安装焊盘耦合到输入端的电源噪声或其他噪声
- 输入网络和其他邻近网络之间的串扰
- 均衡器输入和输出电路之间的耦合
- 耦合到自动均衡控制（AEC）电路的串扰和噪声

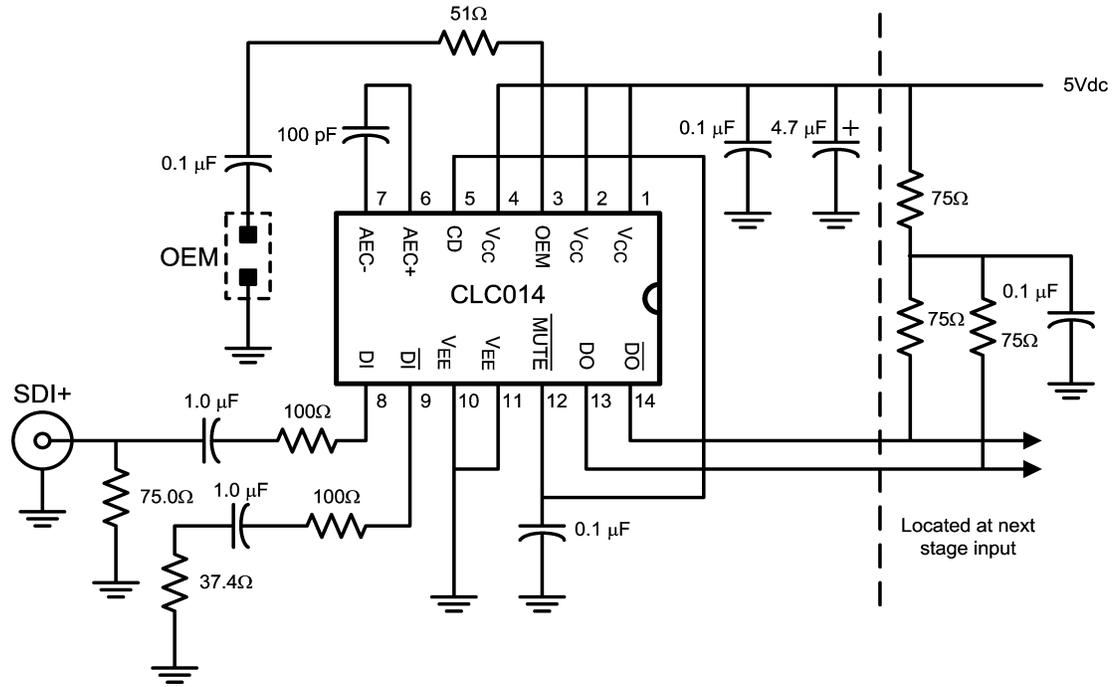
PCB问题的防止措施

防止这些问题最有效的方法就是采用那些类似于防止ESD和EMI/RFI的电路和PCB布局技术。这些技术可以概括为三个基本内容：

- 将均衡器输入、输入网络和AEC电路与电路板上的高电平信号相隔离
- 屏蔽输入电路和AEC网络以避免拾取外部的信号
- 抑制或者衰减有害的干扰信号

图2为推荐的均衡器的电路图。一张绘制优良的电路图为实现良好的布局提供了有益的指南。值得注意的是这里将均衡器输出负载网络放置在靠近传输线接收端的器件输入附近。这个负载网络具有两种作用：一是为均衡器输出提供了合适的直流电平；二是提供传输线终端。

PCB问题的防止措施 (续)



20130402

图2.典型的均衡器电路

在这一点上关于使用多层板PCB的观点是适宜的。诸如CLC012和CLC014这样的器件是需要四层或者更多层PCB板最好的例子。单独的传输线层，通常是微带线和内层的电源层三明治结构是这些器件所需要的。几乎不太可能用双面PCB层叠来实现高增益、大宽带的模拟器件所需要的隔离和屏蔽。电源-接地层对或者三明治结构应该规定为使用薄电介质，6mil或者更低，使得三明治层固有的电容和实际的一样大。将电源层电容最大化可以提供非常有效的高频旁路效果。这样使得应用常规的PCB电介质材料在10mil (0.25mm) 或者更低的三明治层厚度时可以实现100pF/sq. in. (15.7pF/sq. cm.)或者更优的性能成为可能。这个电容可以为电源去耦增加有效的衰减，可降低20dB或者更多。此外，它在电路上没有增加任何的成本。

连接到电源层或者接地层的元件，比如旁路电容、终结电阻、集电极负载电阻和 V_{CC} 和 V_{EE} 引脚，应该通过使用两个通孔来进行焊盘到层之间的连接。双通孔连接可以减少一半的互联电感。旁路电容则扩展了器件的有效工作频率范围。在任何情况下都应将元件连接到电源层和接地层的连接电感降到最低。

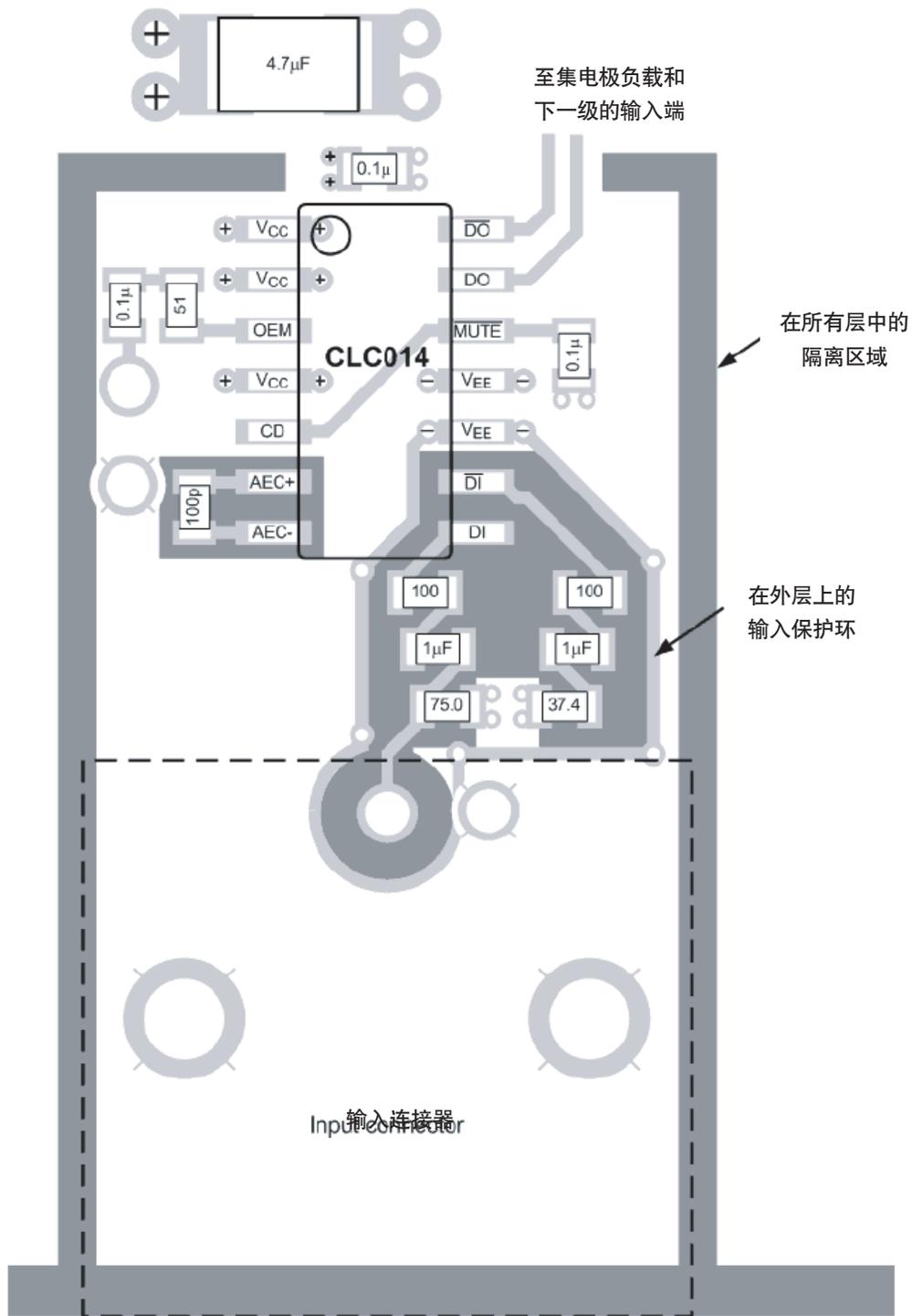
当使用CLC012和CLC014时不能违反极为重要的一条规则就是：多个 V_{CC} 或 V_{EE} 引脚不可以共用一个通孔。引脚必须通过单独的过孔分别的连接到电源层或地层。

图3显示出在PCB布局状态下的均衡器电路。这个布局说明必须要做的几个措施来将输入网络和整个电路与有害的杂散信号拾取加以隔离。在输入网络和AEC电容四周的黑色阴影区域表示平面中去除铜箔的地方。将平面中这部分去除可以减少器件安装焊盘、器件本身和层之间形成的杂散平行板电容。如果该电容存在，它会将电源噪声耦合到输入端或者AEC反馈环路中。

在电路周围形成隔离带的技术可以实现隔离。隔离带是简单地在内层平板（和表面层）将铜箔带去除。隔离带具体表现为围绕均衡器电路的黑色阴影带。注意到环绕整个电路的隔离带是不连续的。只留下离输入连接器距离最远的均衡器末端的铜箔区域。这个铜箔将均衡器电路与板中的剩余部分相连接。隔离带作用是防止邻近电路的电流直接流入均衡器电路。在邻近电路和均衡器输入电路之间的长通道路径增加了伺服电路层中的信号衰减。这个低通滤波器可以减少或者消除影响到均衡器输入端的信号。

通常，一个电缆驱动器可以放置在均衡器附近以便提供信号环回功能。电缆驱动器输出信号通常要比均衡器接受到的信号大得多。大幅度的输出信号能够耦合到均衡器输入端造成数据错误或者产生有害的输出信号。通过隔离和屏蔽来防止电缆驱动信号干扰到均衡器的输入信号。

PCB问题的防止措施 (续)



20130403

图3. 隔离关键的电路元件

通过两种措施来降低辐射性的RFI信号拾取的影响：
1) 输入加屏蔽环和2) 输入电路对称布局。如图3所示一个接地屏蔽环完整地包围均衡器的输入电路。注意到环

包含V_{EE}电源引脚，通过几个点良好接地。（在该例中，假定V_{CC}为正）。

PCB问题的防止措施（续）

同样地，使用由均衡器差分输入提供的共模抵消来提高干扰抑制性能。如果在两个输入端总是接收到相同的输入，则RFI干扰将会是共模信号。具有平衡终结阻抗的对称输入电路布局，类似如图所示，将会均衡到达两个输入端的RFI信号。输入差分放大器的共模抑制将会使得大部分甚至全部的干扰信号得以抵消。

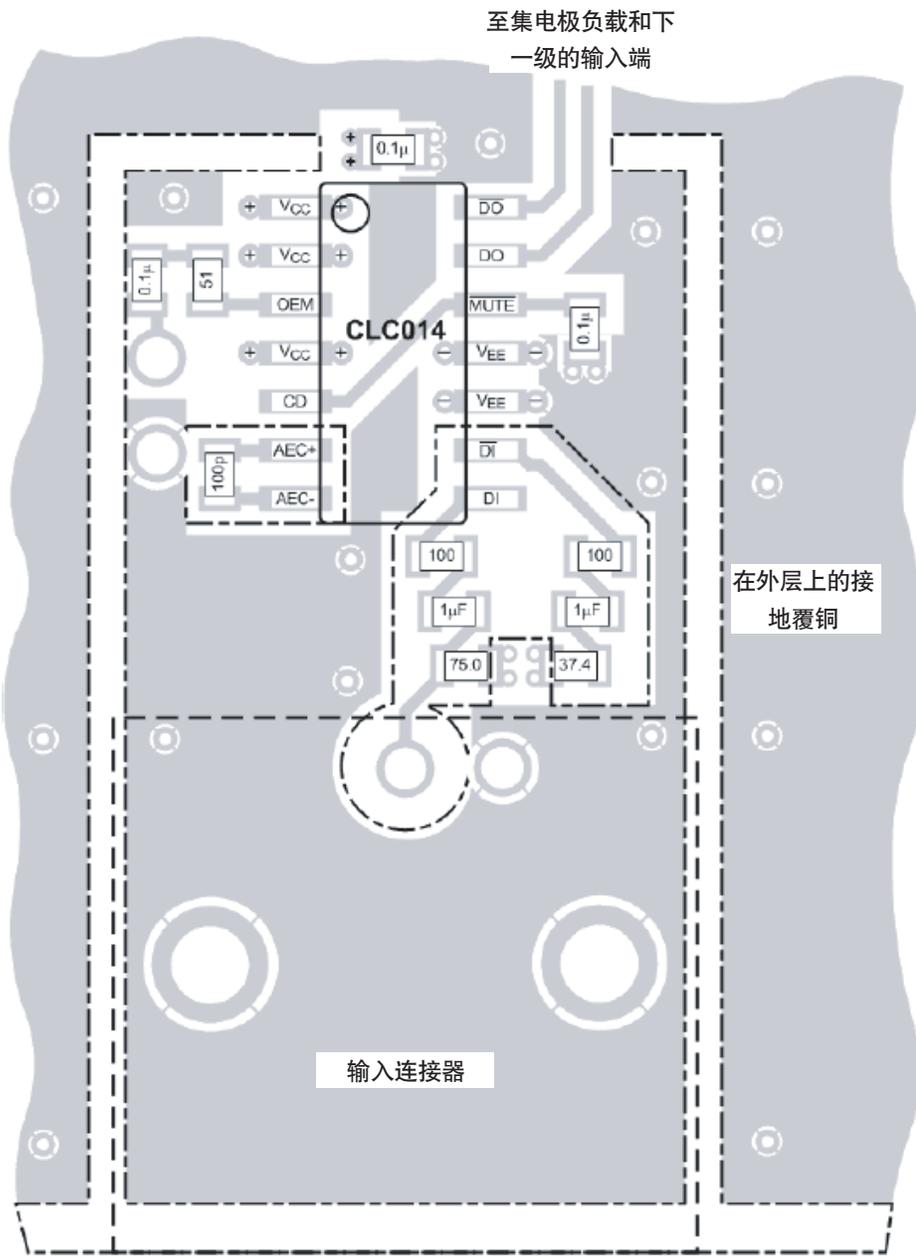
还须在输入连接器中间引脚四周的安全区域。应保证不同层中环绕中间引脚的安全区域有足够宽度。因为这将减少对输入返回损耗有不利影响的杂散电容值。安全区域精确的尺寸和位置依赖于连接器的类型而定；但是一般来说，保护环的直径可以延伸到连接器的邻近接地层引脚。在通孔周围的最小空隙应该为30至40mil。

注意到AEC引脚和电容与其他电路是相互隔离的。这样做可以防止有害的信号干扰均衡器的积分器和滤波器控制电路。

图4所示如何通过PCB外层上的覆铜技术获得更多的隔离和屏蔽性能。在该例中建议采用类似的布局以及保护环。在内层板中的输入网络下方的铜箔空隙区域和隔离带也在图3中标识出来。为了实现有效的屏蔽，覆铜必须连接到其他的内层地平面，其中间距大约为1cm。

文中描述的使用PCB布局和噪声控制技术的均衡器电路比未使用之前的布局表现出更佳的性能，并使设计过程变得更容易。这些技术的应用并不会增加PCB设计的成本。此外，这些技术还将提高产品的性能，并可减少为克服均衡器干扰和性能问题而重复设计PCB的次数和成本。最主要的收获就是：更少的产品开发难题以及更短的产品上市时间。

PCB问题的防止措施 (续)



20130404

图4.用覆铜技术进行屏蔽

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