

# 如何为噪声敏感型应用选择一款线性稳压器

作者: Sureena Gupta, 德州仪器 (TI) 营销工程师

噪声敏感型应用要求一种内部噪声低且能够抑制电源噪声的电源。这些应用包括测试与测量应用、医疗设备、通信设备、基站等等。低噪声电源用于驱动信号链, 包括数据转换器、放大器、时钟、抖动消除器、PLL、模拟前端以及众多其它器件。对于保持信号精确度和完整性而言, 低噪声电源解决方案是一种基本要求。本文为您介绍在电源解决方案等设计过程中需要考虑的一些标准和参数, 包括选择线性稳压器所需的一些重要规范。

术语“电源纹波抑制”(PSRR)和“线性稳压器”通常一起使用。线性稳压器的高纹波抑制性让其成为电源解决方案不可或缺的重要组成部分。PSRR是一种计量标准, 它表明稳压器对某个电路进行滤波的好坏程度。稳压器对各种频率下来自电源输入端的噪声或者纹波进行抑制。在低压降稳压器(LDO)和线性稳压器中, PSRR是衡量某个频率范围输出纹波对比输入纹波的一种计量标准。

由于PSRR以纹波抑制度计算, 因此它是一个负数。但是, 在数据表中它表示为一个正数, 数值越大表示噪声抑制度越高。它的数学表示方法如下:

$$\text{PSRR} = 20 \times \log \left( \frac{V_{\text{IN\_ripple}}}{V_{\text{OUT\_ripple}}} \right)$$

线性稳压器的PSRR可被划分为三个频率范围区域。第一个区域从DC到转降频率。该区域内的纹波抑制制度基本由开环路增益和带隙基准主导。第二个区域从转降频率延伸到单位增益频率。该区域内的PSRR常常高于第一个区域, 并且主要由稳压器的开环路增益主导。第三个区域的频率范围高于单位增益频率。输出电容器以及线性稳压器的寄生现象(在 $V_{\text{IN}}$ 到 $V_{\text{OUT}}$ 通路中)主导该区域。因此, 选定输出电容器及其等效串联电阻的值十分重要。在任何数据表中都说明了这一点。

除 $V_{\text{IN}}$ 、 $V_{\text{OUT}}$ 和系统负载要求以外, 一名工程师还需要知道系统或者电源中纹波和噪声的频率范围, 以便在该频率范围内选择一些具有良好PSRR的线性稳压器。例如, 在2MHz频率下进行开关操作的某个开关, 可能要求一个在约2MHz下具有较高PSRR的线性稳压器。图1表明, 2MHz下线性稳压器的PSRR约为55dB, 其可帮助消除输入噪声。另外, 在对稳压器数据表中PSRR图进行评估时, 需始终注意测得该PSRR的压差。高压差可带来更好的PSRR, 但却降低了器件的效率。

图 1 线性稳压器的宽带宽、高 PSRR 的曲线图

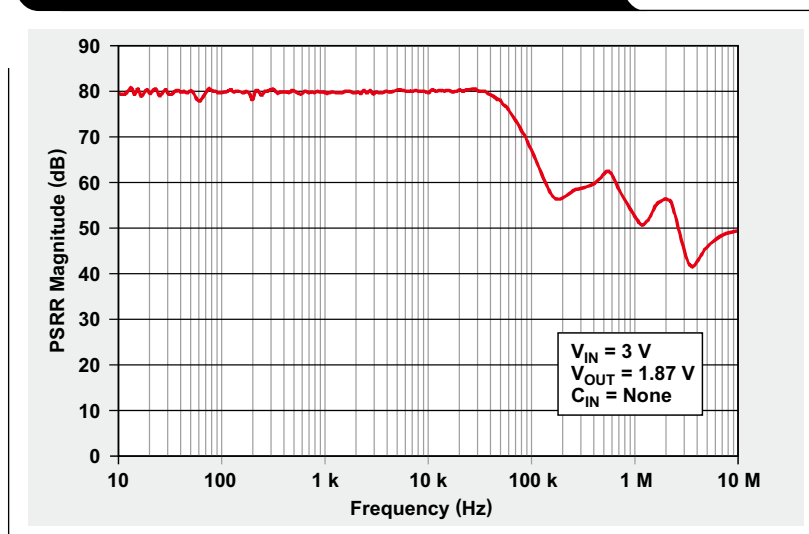


图2显示了送至一个线性稳压器的开关式稳压器的频谱噪声。我们可以看到，该开关工作在500kHz下。图3显示了TI TPS7A4700线性稳压器的输出能谱。500kHz下开关引起的尖峰被削弱。如果电源解决方案并非为高PSRR线性稳压器噪声抑制而设计，则尖峰可能出现在RF压控振荡器的扇出，其在混频后会影PA性能。这种尖峰还可能会向后折叠进入音频带，并在音频应用中形成噪声。

通常，噪声和PSRR参数都会在线性稳压器的数据表中集

中说明，这很容易引起困惑，因为噪声和PSRR是非常不同的特性。噪声完全是一种物理现象，其在一种非常基本的层面伴随线性稳压器内部晶体管和电阻器出现。这种噪声可能包括热、闪烁和散粒噪声。噪声通常以一条曲线表示，它表明频谱噪声密度( )与频率的对比关系(图4)。噪声还可以表示为综合输出噪声(  $\mu\text{VRMS}$  )，其在数据表的电气特性表格下面列出(图5)。输出噪声(  $\mu\text{VRMS}$  )某个频率范围的频谱噪声密度，可被看作是规定频率范围的总噪声。

图 2 开关式稳压器的典型噪声频谱

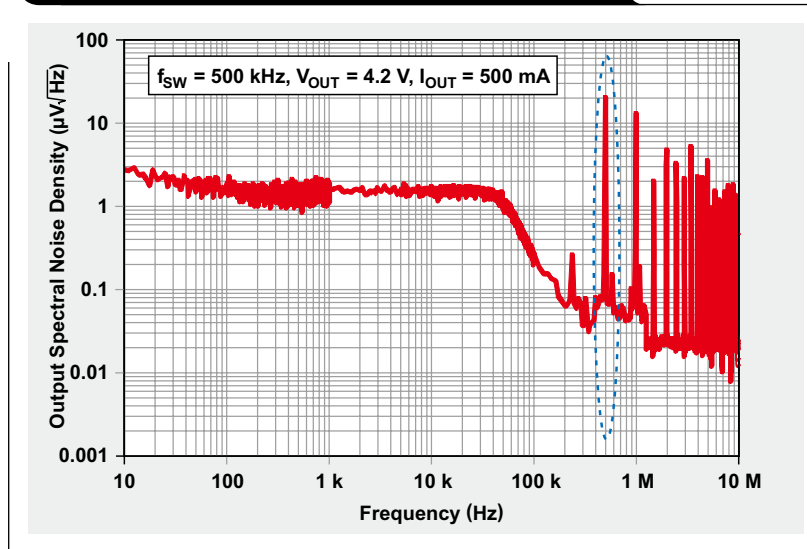
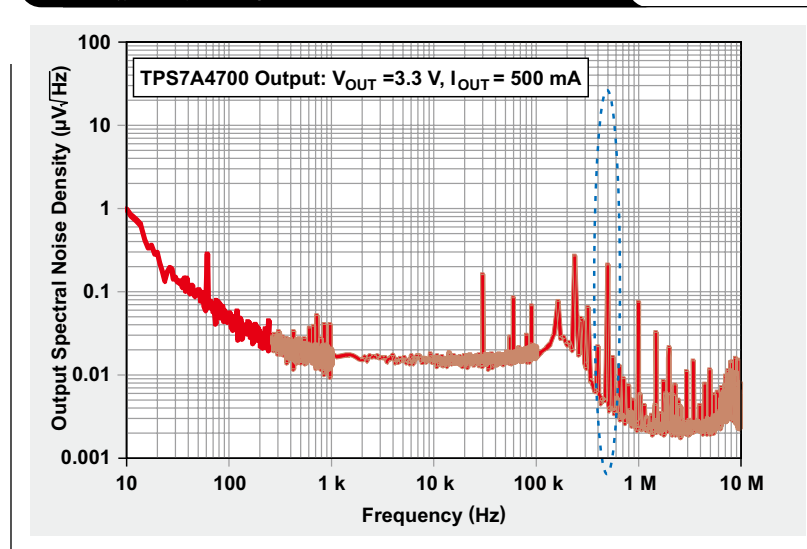


图 3 削弱后500kHz尖峰的TPS7A4700线性稳压器的输出噪声频谱



很明显，接下来的问题是，工程师应用研究频谱噪声密度还是综合输出噪声，又或者两者一起研究呢。问题的答案完全取决于工程师的应用。例如，在RF应用中，信号对频率没有任何依赖度，因此研究线性稳压器的频谱噪声密度更加合理。但是，在一些噪声将会被系统整合的应用中，例如：DAC和ADC驱动，工程师就应该研究线性稳压器的综合输出噪声。

## 结论

本文讨论了选择线性稳压器时设计工程师需要考虑的一些重要规范。另外，文章还介绍了低噪声应用电源解决方案设计需要考虑的标准和参数。有了这些指导，工程师应能够保持其应用的信号精确度和完整性。

## 参考文献

1、《高速ADC的电源设计》，作者：Thomas Neu，刊发于《模拟应用期刊》（2010年第1季度），在线版地址：[www.ti.com/slyt366-aaj](http://www.ti.com/slyt366-aaj)

## 相关网站

电源管理：

[www.ti.com/power-aaj](http://www.ti.com/power-aaj)

[www.ti.com/lido-aaj](http://www.ti.com/lido-aaj)

[www.ti.com/tps7a4700-aaj](http://www.ti.com/tps7a4700-aaj)

订阅《模拟应用期刊》，

请访问：[www.ti.com/subscribe-aaj](http://www.ti.com/subscribe-aaj)

图 4 TPS7A4700的频谱噪声密度

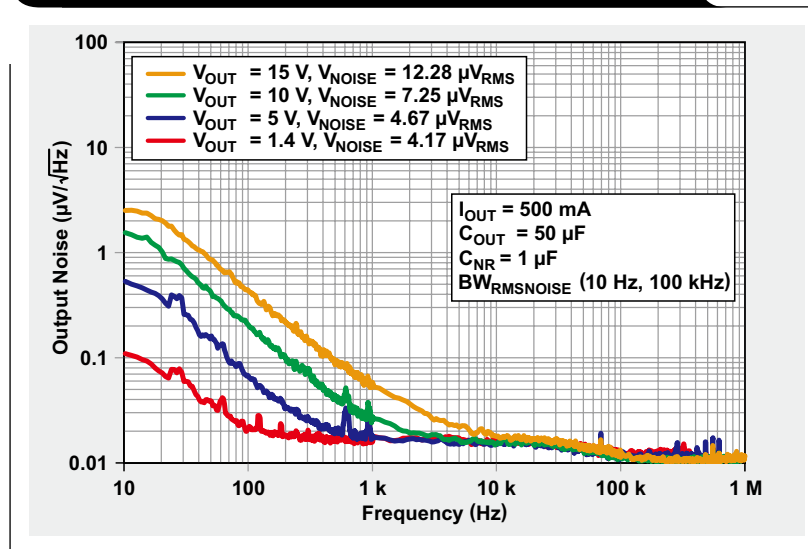


图 5 表明综合输出噪声电压的TPS7A4700数据表摘录

PARAMETER	TEST CONDITIONS	TYP	UNIT
V <sub>NOISE</sub> Output noise voltage	V <sub>IN</sub> = 3 V, V <sub>OUT(NOM)</sub> = 1.4 V, C <sub>OUT</sub> = 50 µF, C <sub>NR</sub> = 1 µF, BW = 10 Hz to 100 kHz	4.17	µV <sub>RMS</sub>
	V <sub>IN</sub> = 6 V, V <sub>OUT(NOM)</sub> = 5 V, C <sub>OUT</sub> = 50 µF, C <sub>NR</sub> = 1 µF, BW = 10 Hz to 100 kHz	4.67	µV <sub>RMS</sub>



**WEBENCH®**  
Design Center



WEBENCH® 设计中心: 易于使用且可提供定制结果的设计工具。  
PowerLab™ 参考设计库, 包含了近千个适用于所有应用的参考设计。  
电源在线培训课程

[www.ti.com.cn/webench](http://www.ti.com.cn/webench)  
[www.ti.com.cn/powerlab](http://www.ti.com.cn/powerlab)  
[www.ti.com.cn/powertraining](http://www.ti.com.cn/powertraining)

**WEBENCH® Designer**

Power | **FPGA/μP** | Sensors | LED

Enter your power supply requirements:

Min      Max  
Vin      14.0 V      22.0 V

Vout      Iout  
Output    3.3 V      2.0 A

Ambient Temp      30 °C

Multiple Loads      Single Output  
**Power Architect**      **Start Design**

**WEBENCH® Designer** *My Designs*

最小      最大  
输入电压    14.0 V      22.0 V

输出电压      输出电流  
输出      3.3 V      2.0 A

环境温度      30 °C

**SIMPLE SWITCHER®**  
开始设计 ▶

德州仪器在线技术支持社区

中国产品信息中心 免费热线:

TI新浪微博



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

800-820-8682

[e.weibo.com/tisemi](http://e.weibo.com/tisemi)

### 热门产品

TPS92075	具有自适应基准的非隔离式、相位可调光、降压 PFC LED 驱动器
BQ24195	具有 5.1V 1A/2.1A 同步升压运行的由 I2C 控制的 2.5A/4.5A 单电池
LM3447	相位调光、初级侧电源调整的准谐振反激式控制器
LM34917	具有智能电流限制的超小型 33V、1.25A 恒准时降压开关稳压器
ADS1298	具有集成 ECG 前端的 8 通道 24 位模数转换器
SN65HVD82	针对要求严格的工业类应用的稳健耐用的驱动器和发送器
LM22670	具有同步或可调节开关频率的 3A SIMPLE SWITCHER、降压电压稳压器
ISO1050	电镀隔离的隔离式 CAN 收发器

了解更多, 请搜索以下产品型号:

TPS92075



**TEXAS  
INSTRUMENTS**

## 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间接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, 但他们将独立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, 并且独立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>	接口	<a href="http://www.ti.com.cn/interface">http://www.ti.com.cn/interface</a>
通信与电信	<a href="http://www.ti.com.cn/telecom">www.ti.com.cn/telecom</a>	安防应用	<a href="http://www.ti.com.cn/security">www.ti.com.cn/security</a>
放大器和线性器件	<a href="http://www.ti.com.cn/amplifiers">http://www.ti.com.cn/amplifiers</a>	逻辑	<a href="http://www.ti.com.cn/logic">http://www.ti.com.cn/logic</a>
计算机及周边	<a href="http://www.ti.com.cn/computer">www.ti.com.cn/computer</a>	汽车电子	<a href="http://www.ti.com.cn/automotive">www.ti.com.cn/automotive</a>
数据转换器	<a href="http://www.ti.com.cn/dataconvert">ers http://www.ti.com.cn/dataconvert</a>	电源管理	<a href="http://www.ti.com.cn/power">http://www.ti.com.cn/power</a>
消费电子	<a href="http://www.ti.com.cn/consumer-apps">www.ti.com.cn/consumer-apps</a>	视频和影像	<a href="http://www.ti.com.cn/video">www.ti.com.cn/video</a>
DLP® 产品	<a href="http://www.dlp.com">www.dlp.com</a>	微控制器	<a href="http://www.ti.com.cn/mcu">ers http://www.ti.com.cn/mcu</a>
能源	<a href="http://www.ti.com.cn/energy">www.ti.com.cn/energy</a>		<a href="http://www.ti.com.cn/microcontrol">microcontrol</a>
DSP - 数字信号处理器	<a href="http://www.ti.com.cn/dsp">http://www.ti.com.cn/dsp</a>	无线通信	<a href="http://www.ti.com.cn/wireless">www.ti.com.cn/wireless</a>
工业应用	<a href="http://www.ti.com.cn/industrial">www.ti.com.cn/industrial</a>	RFID 系统	<a href="http://www.ti.com.cn/rfid">http://www.ti.com.cn/rfid</a>
时钟和计时器	<a href="http://www.ti.com.cn/clockandtim">ers http://www.ti.com.cn/clockandtim</a>	RF/IF 和 ZigBee® 解决方案	<a href="http://www.ti.com.cn/radio">www.ti.com.cn/radio</a>
医疗电子	<a href="http://www.ti.com.cn/medical">www.ti.com.cn/medical</a>		

**TI E2E 工程师社区 <http://e2e.ti.com/cn/> IMPORTANT NOTICE**

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

## 重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权根据 JESD46 最新标准, 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, 并有权根据 JESD48 最新标准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 保证其所销售的组件的性能符合产品销售时 TI 半导体产品销售条件与条款的适用规范。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。除非适用法律做出了硬性规定, 否则没有必要对每种组件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 组件或服务的组合设备、机器或流程相关的 TI 知识产权中授予的直接或隐含权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中 TI 信息的重要部分, 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。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任或义务。复制第三方的信息可能需要服从额外的限制条件。

在转售 TI 组件或服务时, 如果对该组件或服务参数的陈述与 TI 标明的参数相比存在差异或虚假成分, 则会失去相关 TI 组件或服务的所有明示或暗示授权, 且这是不正当的、欺诈性商业行为。TI 对任何此类虚假陈述均不承担任何责任或义务。

客户认可并同意, 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与其产品及其应用中使用的 TI 产品相关的所有法律、法规和安全相关要求。客户声明并同意, 他们具备制定与实施安全措施所需的全部专业技术和知识, 可预见故障的危险后果、监测故障及其后果、降低有可能造成人身伤害的故障的发生机率并采取适当的补救措施。客户将全额赔偿因在此类安全关键应用中使用任何 TI 组件而对 TI 及其代理造成的任何损失。

在某些场合中, 为了推进安全相关应用有可能对 TI 组件进行特别的促销。TI 的目标是利用此类组件帮助客户设计和创立其特有的可满足适用的功能安全性标准和要求的终端产品解决方案。尽管如此, 此类组件仍然服从这些条款。

TI 组件未获得用于 FDA Class III (或类似的生命攸关医疗设备) 的授权许可, 除非各方授权官员已经达成了专门管控此类使用的特别协议。

只有那些 TI 特别注明属于军用等级或“增强型塑料”的 TI 组件才是设计或专门用于军事/航空应用或环境的。购买者认可并同意, 对并非指定面向军事或航空航天用途的 TI 组件进行军事或航空航天方面的应用, 其风险由客户单独承担, 并且由客户独力负责满足与此类使用相关的所有法律和法规要求。

TI 已明确指定符合 ISO/TS16949 要求的产品, 这些产品主要用于汽车。在任何情况下, 因使用非指定产品而无法达到 ISO/TS16949 要求, TI 不承担任何责任。

	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.cn/consumer-apps">www.ti.com.cn/consumer-apps</a>
DLP® 产品	<a href="http://www.dlp.com">www.dlp.com</a>	能源	<a href="http://www.ti.com.cn/energy">www.ti.com.cn/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应用处理器	<a href="http://www.ti.com.cn/omap">www.ti.com.cn/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 © 2013 德州仪器 半导体技术 (上海) 有限公司