

利用分离轨方法扩大升压转换器输入电压范围

作者: Haifeng Fan, 德州仪器 (TI) 系统工程师

引言

宽输入范围DC/DC控制器通常都具有内置欠压锁定 (UVLO) 电路, 以在输入电压低于UVLO阈值时防止转换器误操作。但是, 在一些应用中, 启动时的输入电压高于UVLO阈值但稍后却可能降至该阈值以下, 倘若出现负载瞬态或者超级电容放电, UVLO电路便可能会引起我们不需要的关断。除此以外, 在一些应用中, 输入电压始终低于UVLO阈值, 我们一般无法使用这些控制器。本文为您介绍几种分离轨方法, 用于扩大升压转换器输入电压范围, 从而让我们可以使用这些输入电压低于其UVLO阈值的控制器。文章提供了设计例子和测试结果, 旨在验证这些方法的有效性。

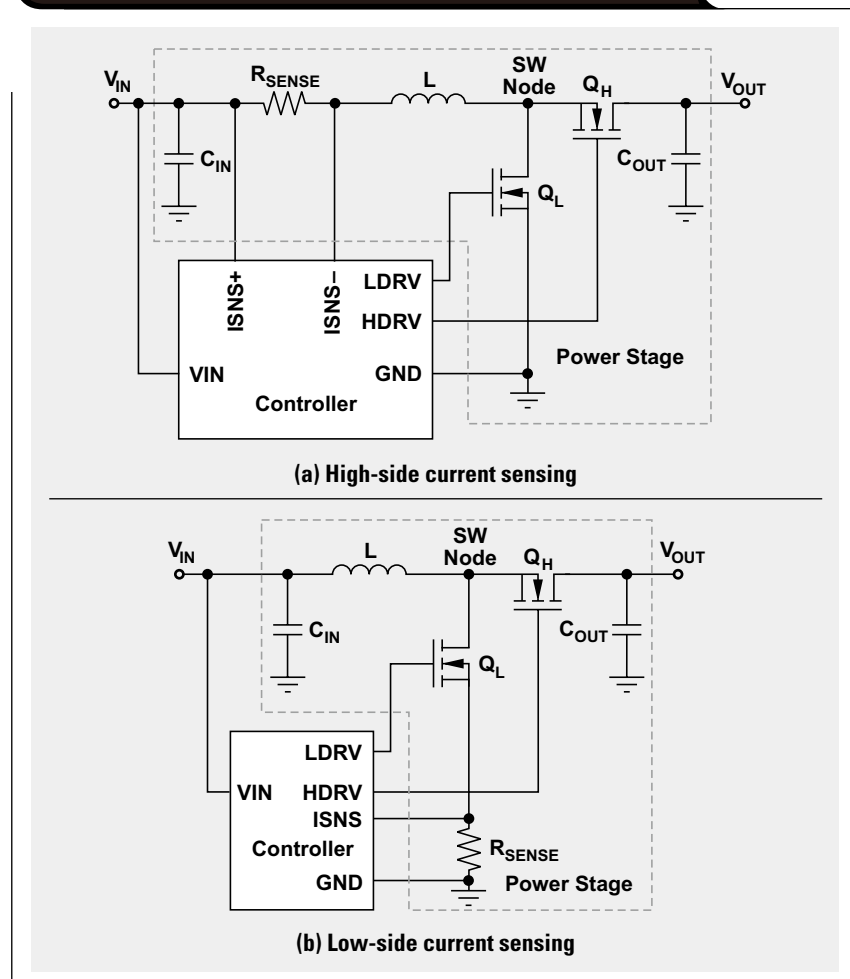
升压转换器的最小输入电压

图1显示了单输入电源 (V_{IN}) 的典型升压转换器, 其向功率级提供输入电压, 并向控制器提供偏置电压。 V_{IN} 引脚的控制器最小偏置电压由控制器的输入UVLO阈值设置。为了保证高侧电流检测升压转换器的功能 (请参见图1a), 功率级的最小输入电压由电流检测比较器的最小共模电压定义。

这是因为, 输入电压同时也连接电流检测比较器的非反相输入。电流检测比较器的最小共模电压通常小于控制器的输入UVLO阈值。对于低侧电流检测的升压转换器 (请参见图1b) 来说, 功率级的输入电压并非直接连接电流检测比较器。因此, 不要求匹配最小共

模电压。所以, 使用单轨结构时, 功率级的输入电压和控制器的偏置电压连接在一起, 这样, 控制器的输入UVLO阈值便强行限制了升压功率级输入电压下降的程度。

图1 单轨结构升压转换器



如图2所示，升压转换器的输入电源可以被分离为两个轨：功率级输入轨 (V_{IN}) 和控制器的偏置输入轨 (V_{BIAS})。使用分离轨结构时，尽管仍然要求 V_{BIAS} 高于控制器的 UVLO 阈值来开启控制器，但是， V_{IN} 可以降至 UVLO 阈值以下。由于 V_{BIAS} 仅需提供非常小的功率，因此其可以由一个充电泵产生，甚至可以共用另一个系统内已存在的电压轨。这样，便可以扩大电源轨 (V_{IN}) 的电压范围。

本文将为您介绍几种实施这种分离轨结构的方法。TI 的 TPS43061 同步升压控制器，将用于阐述这种分离轨概念，并验证所介绍方法的有效性。该升压控制器拥有一个高侧电流检测比较器，并在偏置电源输入 (V_{IN}) 引脚有一个内部输入 UVLO 电路。

图3显示了图1a所示单轨结构下升压转换器的关闭波形。一旦 V_{IN} 降至 3.9V（控制器的 UVLO 关闭阈值）以下，转换器便停止开关操作。仅当 V_{IN} 升至 4.1V UVLO 开启阈值以上时，升压转换器才会开启。

扩大启动后的输入电压范围

在一些仅有一个输入电源的应用中，启动时，输入电源电压大于控制器的 UVLO 开启阈值。但在启动之后，它会降至输入 UVLO 阈值以下，从而导致意外关闭。例如，在使用光伏板和超级电容作为输入电源的电力系统中，放电会使输入电压降至控制器 UVLO 关闭阈值以下。另一个例子是，USB 电源线驱动电源系统，在负载瞬态期间，其电压会明显下降，导致意外系统关闭。

图 2 分离轨结构升压转换器

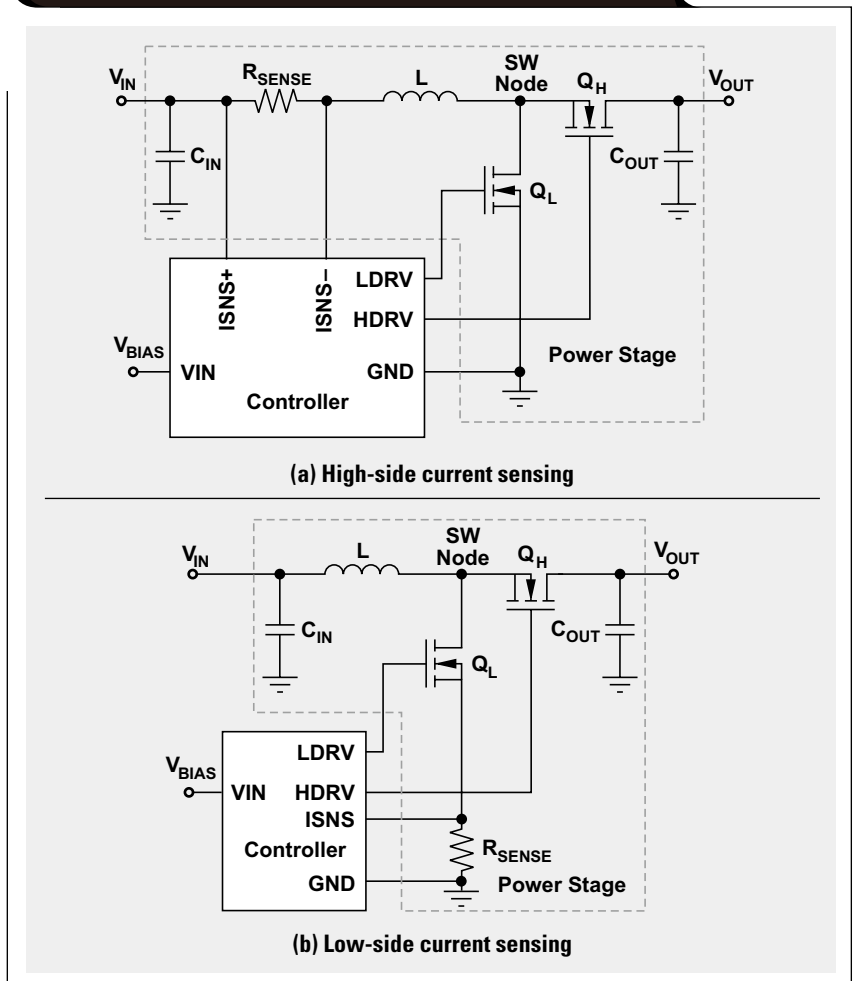


图3 单轨结构升压转换器的关闭波形

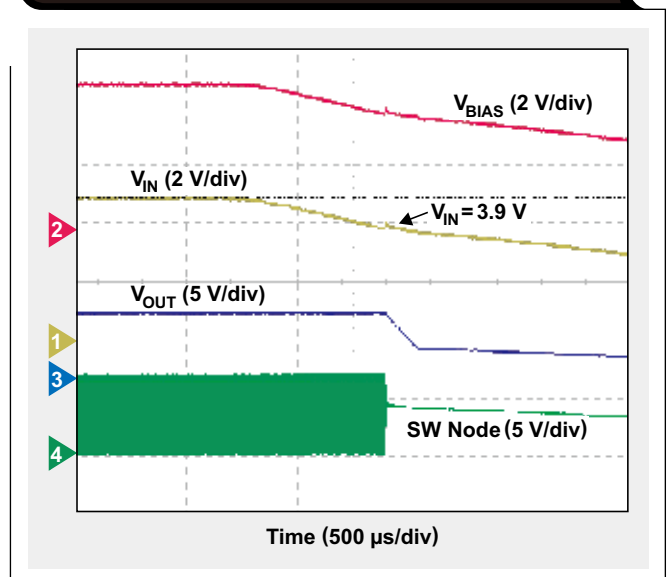
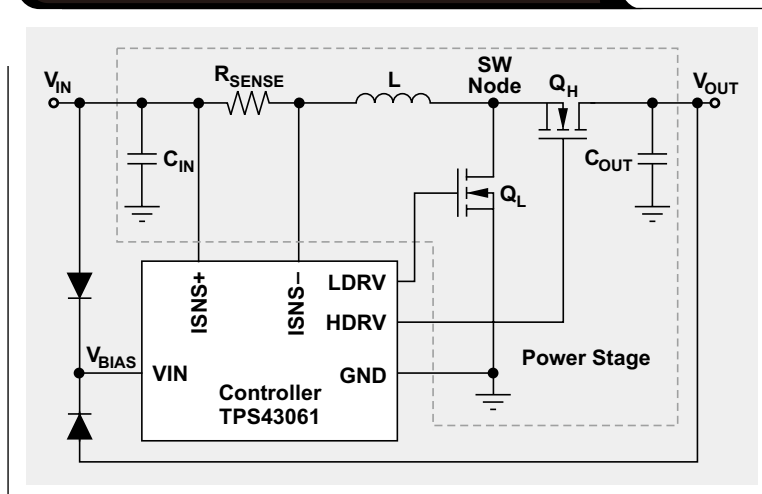


图 4 将V_{OUT}反馈为偏置电源的分离轨方法

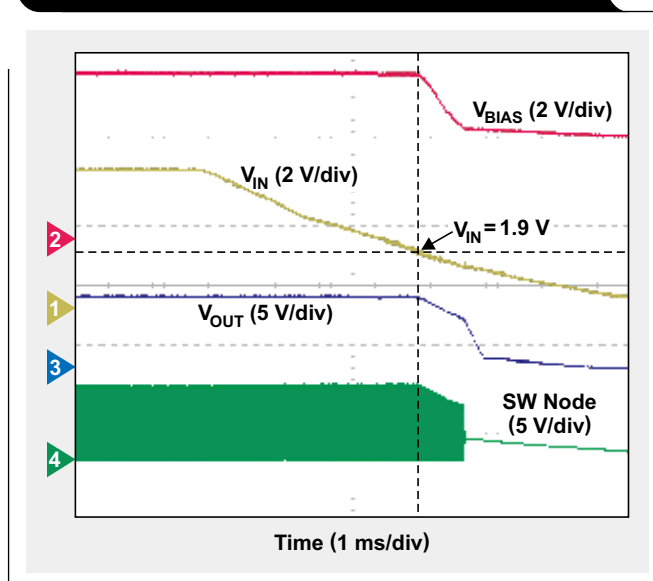
就这些应用而言，如果 V_{OUT} 在 V_{BIAS} 规格范围内（其总是大于 $UVLO$ 开启阈值），则 V_{OUT} 可通过一个二极管反馈为偏置电源（ V_{BIAS} ）。在启动以后， V_{BIAS} 被控制在 V_{OUT} ，其大于 V_{IN} ，并且即使在 V_{IN} 降至该阈值以下时它也保持在 $UVLO$ 阈值以上。只要 V_{IN} 可以满足电流检测比较器的最小共模电压要求，升压转换器便可以维持正常工作。

图5显示了图4所示升压转换器的关闭波形，其中， V_{OUT} 设置为6V，并且反馈为偏置电源。忽略二极管正向压降的情况下，启动后 V_{OUT} 高于 V_{IN} 时，偏置电源电压（ V_{BIAS} ）被控制为大于 V_{IN} 的 V_{OUT} 。因此，当 V_{IN} 降至3.9V以下时， V_{BIAS} 保持在3.9V $UVLO$ 关闭阈值以上。 V_{OUT} 保持稳压范围以内，直到 V_{IN} 降至电流检测比较器的最小共模电压以下（本例中为1.9V）。这就意味着，启动后的最小输入电压（ V_{IN} ）从3.9V降至1.9V。

扩大启动输入电压范围

锂离子（Li-Ion）电池广泛应用于智能电话、平板电脑和其他手持设备中。由于需要放电和充电，单节锂离子电池3.6V的额定电压通常具有2.7V到4.2V的范围。即使在启动之前，它也比一些宽输入范围升压控制器的 $UVLO$ 阈值要低。就这些应用而言，不管是单轨方案还是把 V_{OUT} 反馈为偏置电源的分离轨方法都不起作用。我们需要一种不同于电池输入的单独偏置电源。

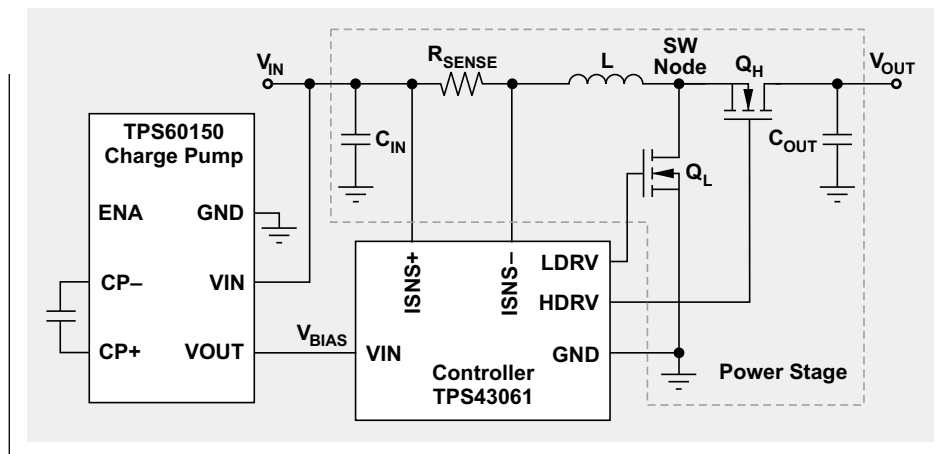
图 5 图4所示结构的关闭波形



幸运的是，偏置电池仅需提供非常低的功率。如果在系统中，存在另一个高于已有 $UVLO$ 开启阈值的电源轨，则它可以在连接电源轨（ V_{IN} ）至电池（请参见图2）的同时连接至 V_{BIAS} 。如果没有，则可以为偏置电源添加一个充电泵（请参见图6）。

在本例中，由于电池输入范围为2.7V到4.2V，因此TI的TPS60150充电泵产生一个经过稳压的5V电源，其

图 6 利用充电泵产生偏置电压的分离轨方法



高于TPS43061控制器的UVLO开启阈值，这样它便可以用作偏置电源。通过一个使用分离轨方法的充电泵，升压转换器可以使用一个电压高于升压控制器UVLO开启阈值的单输入电源来启动和运行。

图7显示了图6所示升压转换器的启动波形。尽管VIN仅为2.7V，但由于VBIAS在5V下稳压，因此该转换器可以使用一个单2.7V电源启动和运行。通过这种分离轨方法，升压转换器的最小工作输入电压范围从4.1V进一步扩展至2.7V。

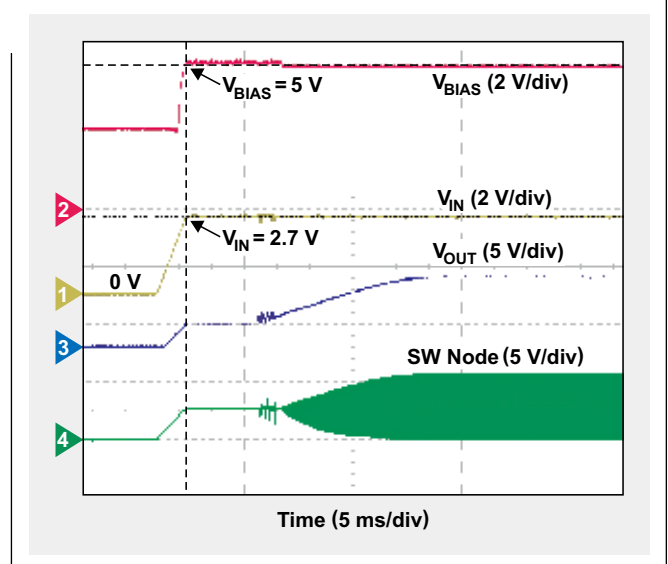
结论

升压转换器工作通常要求两个输入：功率级输入电源和控制器偏置电源。控制器的UVLO阈值决定了偏置电源的下限。另外，如果这两个轨连接在一起共用一个输入电源，则它还限制了功率级的输入电源。分离轨方法把电源轨分离于偏置电源轨，目的是消除对电源轨最小工作电压的限制。这样做可扩大升压转换器的输入电压范围。

参考文献

- 1、《宽VIN范围的低静态电流同步升压DC-DC控制器》，见《TPS43060/61产品说明书》，网址：
www.ti.com/slvsbp4-aaj
- 2、《TPS60150 5V/140mA充电泵器件》，见《TPS60150产品说明书》，网址：www.ti.com/slvs888-aaj

图 7 图6所示结构的启动波形



相关网站

电源管理

www.ti.com/power-aaj
www.ti.com/tps43060-aaj
www.ti.com/tps43061-aaj
www.ti.com/tps60150-aaj

订阅《模拟应用期刊》请访问：
www.ti.com/subscribe-aaj



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
www.ti.com.cn/powerlab
www.ti.com.cn/powertraining

WEBENCH® Designer

Power | **FPGA/μP** | Sensors | LED

Enter your power supply requirements:

Min	14.0 V	Max	22.0 V
Vin			
Vout	3.3 V	Iout	2.0 A
Output			
Ambient Temp			30 °C

Multiple Loads | Single Output

Power Architect | **Start Design**

WEBENCH® Designer My Designs

最小	14.0 V	最大	22.0 V
输入电压			
输出	3.3 V	输出电流	2.0 A
环境温度			30 °C

SIMPLE SWITCHER®
开始设计 ▶



从通讯、计算机、消费类电子到汽车、工业, 从能源、医疗到安防、航空航天, TI推出一系列创新、完整、独特的制胜解决方案, 给您带来前所未有的技术支持体验。 <http://www.ti.com.cn/www/more/>



德州仪器在线技术支持社区

www.deyisupport.com

中国产品信息中心 免费热线:

800-820-8682

TI新浪微博



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



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	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.cn/consumer-apps
DLP® 产品	www.dlp.com 能源 www.ti.com.cn/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应用处理器	www.ti.com.cn/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 © 2014, 德州仪器半导体技术(上海)有限公司