

10mW待机功耗低成本反向解决方案

作者：Adnaan Lokhandwala，德州仪器 (TI) 产品经理

就低功率AC/DC转换而言，反向拓扑因其结构简单和成本低仍然是人们的首选。只需使用少量的外部组件，这种拓扑便可提供一个或多个输出，实现非常宽的输入电压范围。它能够以隔离和非隔离方式使用，适用于大量应用，例如：智能电话和平板电脑的电池充电器；电视机、桌面计算机和各种家用电器的辅助电源；便携计算机、机顶盒和网络设备的AC适配器等。图1显示了这些应用中一部分的典型功率电平。消费类市场中对反向拓扑结构的大量采用及其广泛的适用性（图1所示2012年世界市场估计出货量超过数十亿件），让它成为对所有性能指标进行优化的一个理想选择，例如：成本、效率和待机功耗等。

在大多数应用中，反向转换器都是墙上充电器/适配器的单独外部电源。在一些情况下，它们为更大型设备的一部分供电，或者在设备不执行其主要功能时提供待机功率，以维持一些系统功能，例如：用户显示和远程控制等。在所有情况下，反向转换器的待机功耗都被严格监控，目的是在转换器闲置时最小化总功耗。例如，AC墙上充电器中使用的反激电源，其批量生产型产品的待机功耗规格小于30mW。如果实际

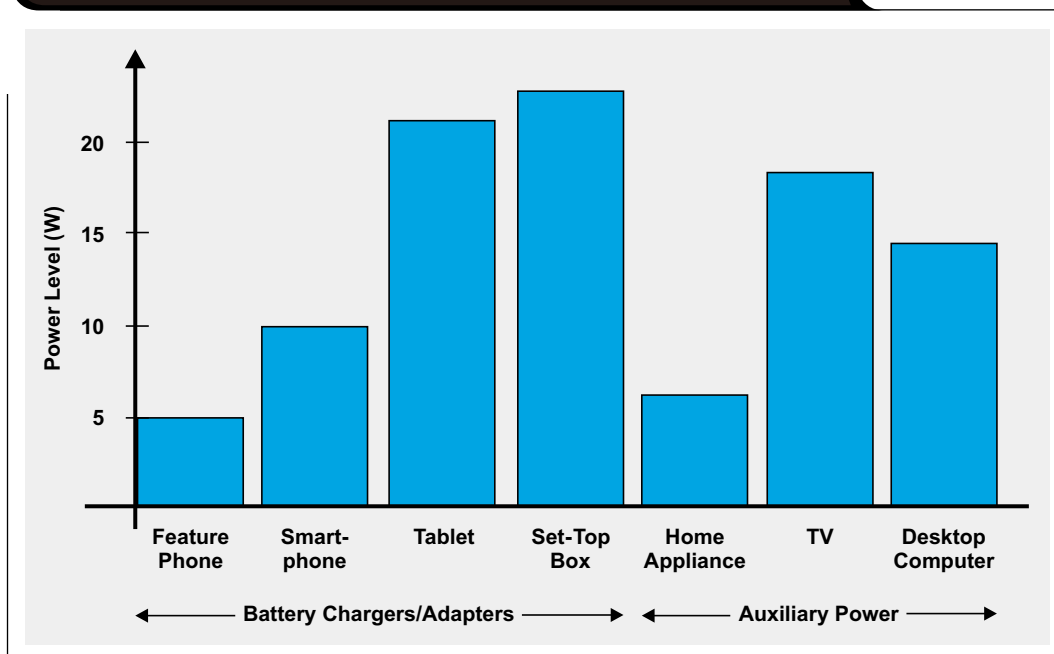
电源的待机功耗仅为10mW，那么节省出来的20mW可以为漏电电路组件带来更大的余量，例如：输入滤波器、电容和各种偏置组件，从而降低总解决方案成本。同样，低待机功耗的反向转换器可以允许在待机模式下运行更多的系统功能，并同时让终端设备总功耗保持最小。

推动绿色电源发展

在电源行业，有关电源效率和待机功耗的发展计划和规范有很多，但因终端设备、功率电平和管理部门不同而各异。在美国，有加州能源委员会与环保局颁布的“能源之星®”，欧盟有“待机功耗发展计划”等，诸如此类。在大概了解这些节能计划之后，我们可以清楚地知道，它们都有一个共同的主题—不断降低轻负载和无负载/待机的功耗。世界许多地区还正在推行一些针对外部电源待机功耗和轻负载工作效率的强制和自愿规定。

在美国，加州能源委员会于2013年2月开始在本州实施一项电池充电效率标准。另外，美国能源部正在最终敲定一份草案，它将在世界范围内影响目前的电源

图 1 AC/DC反向转换器设计的典型功率电平



效率规定。同样，在2013年10月，欧洲委员会 (EC) 联合研究中心发布了外部电源能源效率规范第5版的最终草案。相比欧洲委员会目前的《节能化设计规定》(Ecodesign Directive)，这些新近颁布的非强制性规定（降低产品工作模式效率和无负载功耗建议）更难达到。

为了确保外部电源在一些应用的闲置和待机模式下更加高效，欧洲委员会在四点工作模式平均效率规定以外，又增加了一个10%负载状态的效率规定。另外，从2014年开始，欧洲委员会还增加了一个针对8W以下移动手持式电池供电外部电源的附加分类，其规定必须将无负载功耗控制在75mW以下。最后，欧洲委员会能源相关产品的《节能化设计规定》(Tier 2的 Lot 6) 已在2013年1月生效。这部分规定把家用和办公设备的总系统待机功耗限制在低于0.5W。

10mW以下待机功耗

图2显示了一个待机功耗低于10mW的隔离式反激转换器的典型构架。图中显示了，一次反激中对待机功耗影响最大的4个关键要素（使用A到D四个字母标识）及其相关成本。一般而言，这种类型的转换器会将其输出电压与一个次侧基准电压进行比较。一个光耦合器用于在隔离层之间传输误差信号。

这种方法存在两个基本问题。首先，低成本基准器件

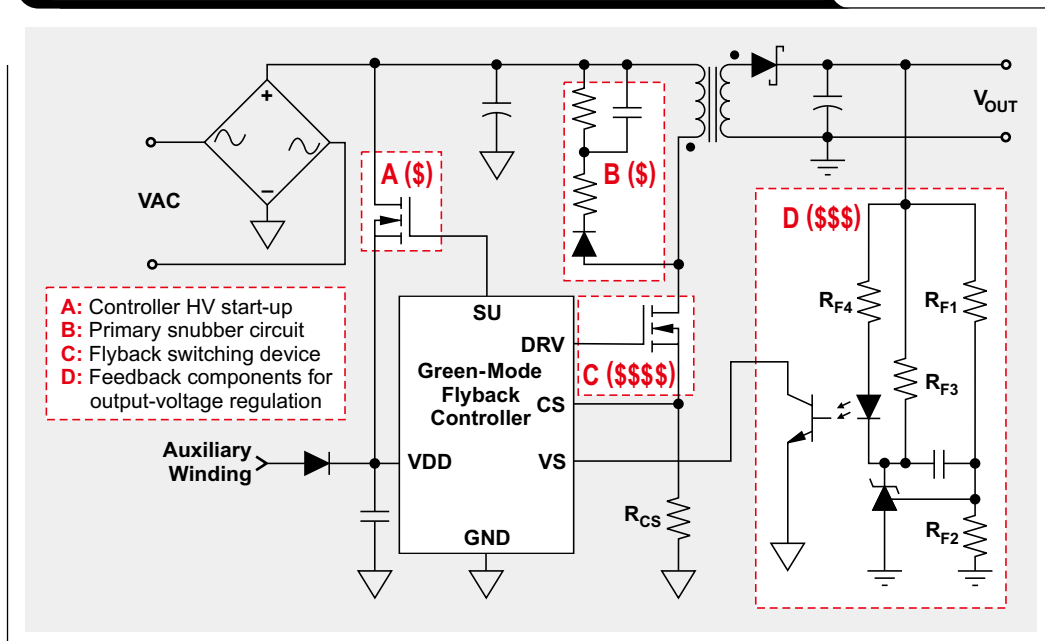
（如广泛使用的 TI TL431分路稳压器）需要一个最小阴极偏置电流（ $\sim 1\text{ mA}$ ），其与所有状态下的负载转换器均无关。其次，标准光耦合器结构在无负载状态下时消耗大部分的电流。请注意，为了达到低于10mW的待机功耗，反馈控制可能需要使用一个成本更高的基准器件，例如：超低偏置电流的TI TLV431分路稳压器。

解决这个问题一个方法是，使用一个带一次侧稳压的恒定电压、恒定电流 (CVCC) 控制器，例如：TI 的UCC28710。这种控制器可以简化AC/DC设计，并提高其性能。UCC28710可在5%精确度范围内稳压反馈输出电压和输出电流，无需光耦合器反馈。另外，它还处理来自一次侧电源开关和变压器辅助绕组的信息，以实现精确的输出CVCC控制。

为了降低其无负载功耗，转换器负载降低并且控制器将其平均电流消耗降至95 μA 时，控制器进入智能睡眠模式。控制算法对转换器的开关频率和一次电流的峰值大小进行调制，并同时维持MOSFET谷值开关，以在线压和负载之间实现高转换效率。最后，由于高压IC技术的发展，外部HV启动MOSFET也被集成到控制器中，进一步减少了组件数量，并简化了解决方案（请参见图3a）。

反向转换器开关的选择要根据具体的应用和性能要求。在一些情况下，相比MOSFET，双极面结型晶

图 2 待机功耗小于10mW的传统AC/DC反向功耗



晶体管 (BJT) 是一种更好的选择。从根本上讲, BJT成本比功率MOSFET更低, 因为它们的制造过程中的工艺更简单, 层数更少, 特别是面向高压 ($\geq 700\text{V}$) 和低功耗应用时, 更是如此。今天, 超高压 ($>900\text{V}$) BJT是较为经济的选择, 在工业市场以及一些AC工作电压差异较大的地区, 离线电源中使用基于BJT的设计具有较大的吸引力。

使用BJT的转换器拥有更低的制造成本, 因为它们常常具有更低的 di/dt 和 dV/dt 开关应力, 无Y电容的EMI兼容更容易, 不要求共模扼流圈, 并且变压器结构更简单。另外, 由于较为缓慢的关闭 di/dt , 变压器漏电感的一部分能量可在BJT关闭过渡期间耗散掉, 从而消除了一些设计中对于缓冲器电路的潜在需求。在反面, BJT承受着更高的开关损耗, 被限于更低开关频率的一些设计, 并且要求复杂的驱动方案。

图3b显示了驱动一个BJT的高集成度解决方案。UCC28720控制器集成了一个驱动器, 它根据转换器负载, 动态地稳压基极电流大小。这样可以确保BJT始终工作在最佳开关状态下, 即使是更高功率的AC/DC设计, 开关和传导损耗也都最小。

两个5V/1A USB充电器用于描述前面的一些点。图4简单列出了它们的测试数据。请注意, 该控制器让低于10mW的超低待机功耗成为现实。经过优化的调制和驱动方案, 还帮助实现高平均效率, 以达到世界上大多

图 3 简化版反向拓扑示意图

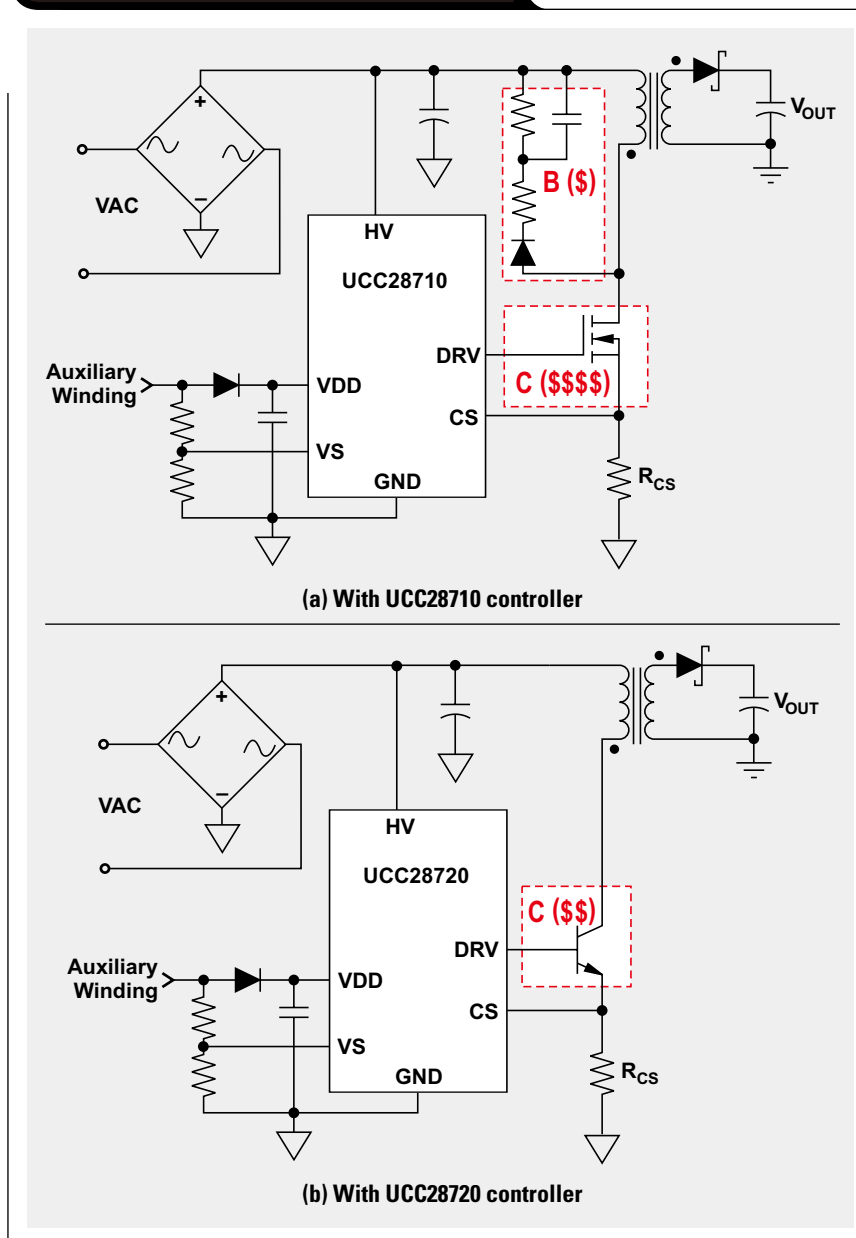
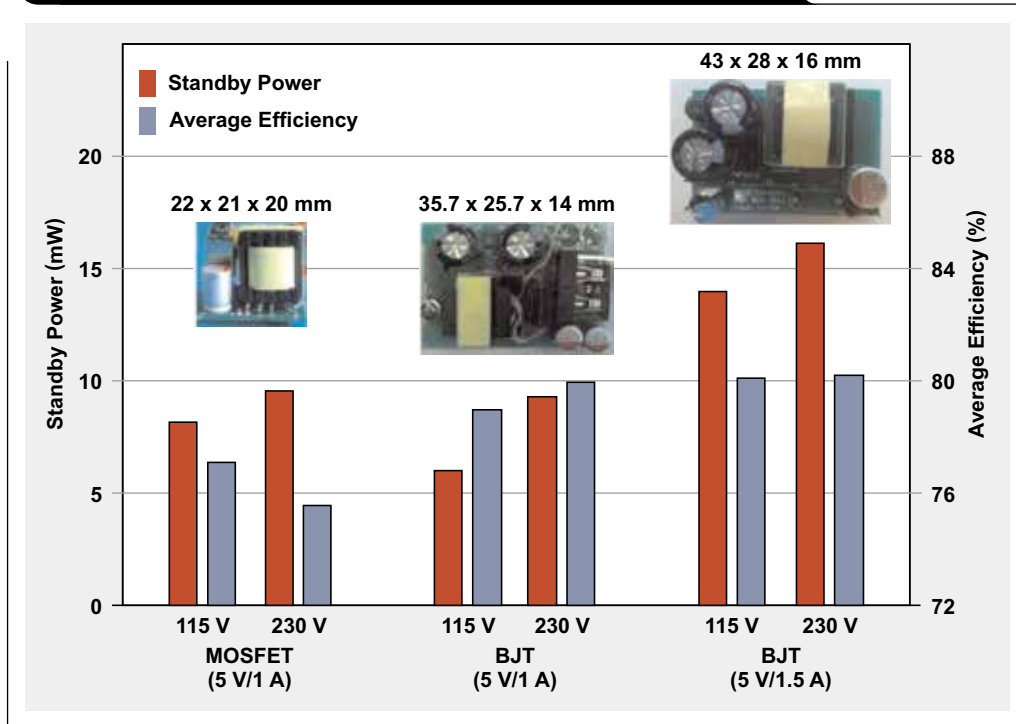


图8 负载瞬态期间的集成线性稳压器



数严格的能耗规定。参考2和3给出了这些设计的完整测试数据和一份材料清单。图4包括了一个高功率5V/1.5A设计的测试数据，目的是说明这种BJT型解决方案可以提供80+%的平均效率。⁴

结论

反向拓扑的简单性和高成本效益，让其成为许多驱动消费类电子产品的低功耗AC/DC设计的首选。为了以更低的成本达到相同的性能，或者在成本不变的情况下实现更高的性能，电源设计人员面临众多的挑战。本文只介绍了一部分这些性能，并说明了如何灵活地选择高功效的控制器来解决电源解决方案的成本问题。TI的700V反向控制器系列产品UCC28710和UCC28720，拥有同级别中最低的待机功耗和最高的效率，可实现最为经济的设计，能够达到目前和未来的行业标准。

参考文献

- 1、《无负载功耗：30mWc以上》，作者：Adnaan Lokhandwala, 2013年5月20日，见于《电源系统设计》（在线版），网址：www.powersystemsdesign.com

- 2、《无负载功耗小于10mW的通用AC输入5V@1.2A充电器》，见《使用UCC28710的参考设计》，网址：www.ti.com/pmp4344-aaaj
- 3、《低成本BJT解决方案的5V1A低待机电源AC充电器》，见《使用UCC28720的参考设计》，网址：www.ti.com/pmp4373-aaaj
- 4、《使用BJT解决方案的高效率5V@1.5A适配器》，见《使用UCC28720的参考设计》，网址：www.ti.com/pmp4372-aaaj

相关网站

电源管理：

- www.ti.com/power-aaaj
- www.ti.com/tl431-aaaj
- www.ti.com/tlv431-aaaj
- www.ti.com/ucc28710-aaaj
- www.ti.com/ucc28720-aaaj
- www.ti.com/adapterpower-aaaj

订阅《模拟应用期刊》请访问：

- www.ti.com/subscribe-aaaj



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 **Power Architect** | Single Output **Start Design**

WEBENCH® Designer My Designs

输入电压	最小 14.0 V	最大 22.0 V
输出电压	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/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