

LED 的最佳操作点

作者: Donald Schelle

模拟现场应用

实现 LED 灯具或 LED 背光源设计的最优性能需要进行诸多的权衡折衷。了解 LED 的功率传输特性能够就成本、功耗和效率做出明智的选择。虽然大多数 LED 产品手册均公布了可用于做出此类决定的相关数据,但是可能没有采取一种可使此类数据容易地适用于选定应用的方式对其进行格式化。实现最优性能需要从制造商的 LED 产品手册中找到有关的信息,并运用合适的方法对这些数据进行捕获、重新格式化和分析。

一个相关的案例研究涉及一种典型的平板电脑 LCD 背光源应用,其驱动一个宽高比为 16:9 的 10 英寸显示屏。在我们举的例子中,用于驱动背光源所选的 LED 是 Nichia NNSW208CT^[1]。当以最大亮度驱动时,新式移动设备中的典型显示屏的发光亮度大约为 650 尼特。产生的大部分 LED 光都在通过集成于显示屏中的物理元件(散光器、偏光器、RGB 滤色器、ITO 触摸屏,等等)时损失掉了。新的堆叠式显示屏会使 LED 产生的光损失 95% 左右。在本案例研究中,该器件在以推荐的 25 mA 连续驱动电流进行驱动的情况下发出 10.398 流明的光能量。采用 (1) 式来计算最小的 LED 数量。

采用转换常数 $K = 1550.0031$ 和上面列出的设计要求,计算得出的最小 LED 数量为 35 个。虽然采用 7 个 LED

$$\#LED_{min} > \frac{L_S^2}{K} \underbrace{\left(\frac{A_X \times A_Y}{A_X^2 + A_Y^2} \right)}_{\text{屏幕面积 (m}^2\text{)}} \times \underbrace{M_{V(\text{disp})}}_{\text{最大亮度 (尼特)}} \times \underbrace{\frac{1}{1 - V_{\text{disp}}}}_{\text{集总堆叠损失}} \times \underbrace{\frac{1}{\Phi_V}}_{\text{单个LED的流明输出}} \quad (1)$$

屏幕尺寸 (英寸)
宽高比
16:9

转换常数
(平方英寸至平方米)

灯串(每串 5 个 LED)就能满足设计要求,但是该市场中的大多数 LED 驱动器 IC 都是只为驱动 6 个 LED 灯串而定制的。把 LED 的数量调整为 36 个即可使用现成有售的 LED 驱动器。假设 LED 驱动器的效率为 100%,那么以最大亮度驱动 36 个 LED 时的功耗为 2.56 W。

LED 效率、色移和热性能是关键的数据指标。LED 产品手册中很少提供“效率与 LED 正向电流的关系”信息,在规格指标中也很难找到列成表格的效率数据。采用提供的“ I_F 与 V_F 的关系”曲线和“发光度与 I_F 的关系”曲线可以相对容易地计算此类关键的指标。另外,还需要了解某种给定 I_F 条件下的典型流明输出(在 $I_F = 20$ mA 时为 8.4 流明)。所有需要的数据都可在制造商的产品手册中容易地获得。

首先,采用预先定义的 LED 电流增量把产品手册中的曲线图(图 1)导入/数字化为一张电子表格。免费提供的软件工具加快了这一过程,并针对预定的 X 增量进行了 Y 数据的数字化处理^[2],从而实现了推导效率所需的计算。

图 1: 用于推导最佳 LED 操作点的基础曲线图

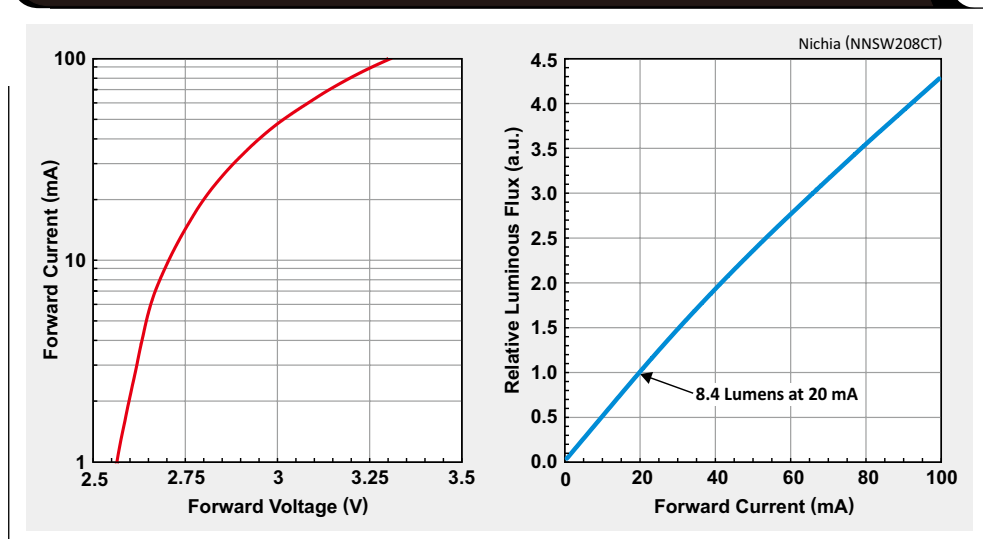
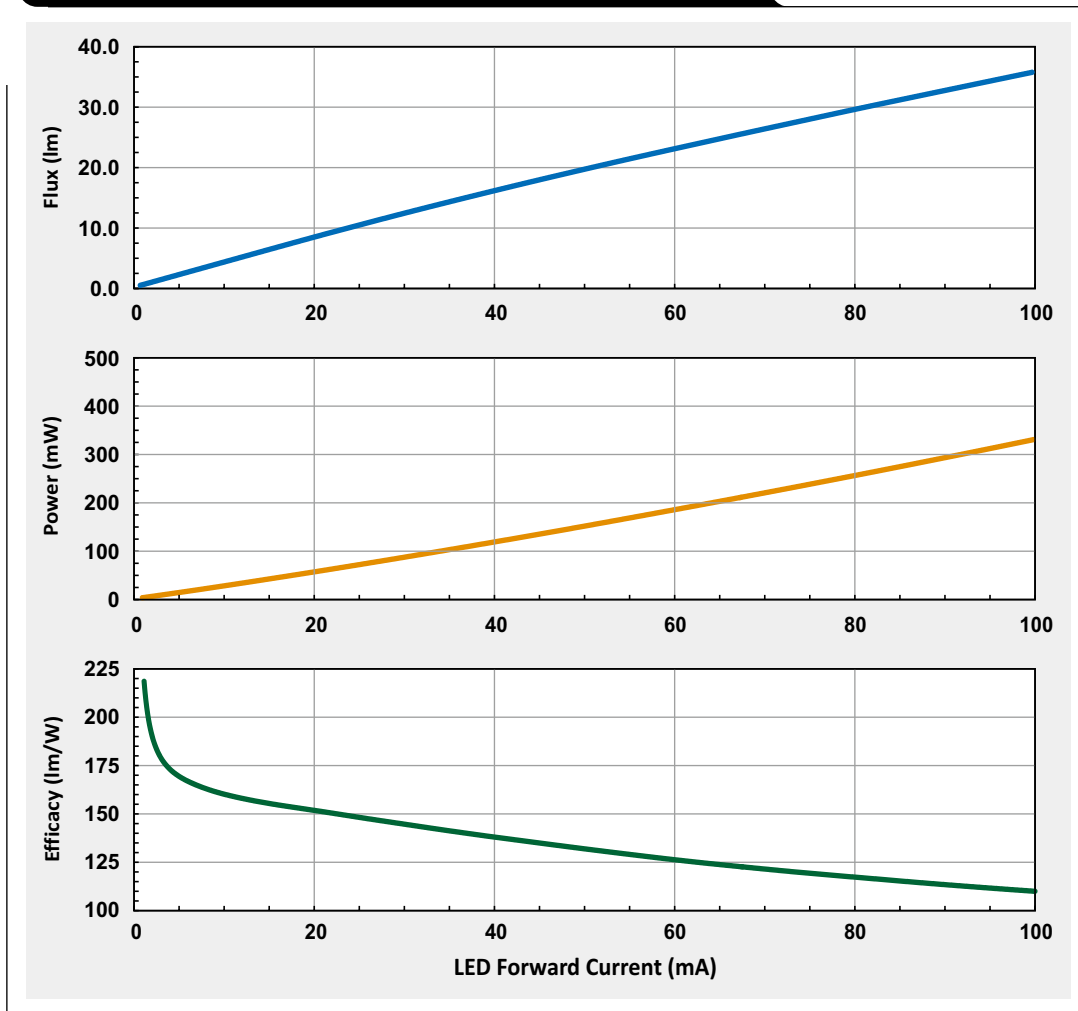


图 2: 可以计算 LED 光通量输出、功耗和效率并绘制其曲线图



一旦完成了数字化和制表, 即可计算相对于 LED 正向电流 (I_F) 的 LED 光通量输出 (Φ_V)、LED 功耗 (P_{LED}) 和效率 (η) (图 2)。峰值效率在相对较低的正向电流条件下达到, 并随着正向电流接近最大额定值平稳地下降。

电池供电型应用可通过降低这些功率要求而极大地受益。对于某种给定的固定光输出, 在较低的正向电流条件下运作更多的 LED 可实现功耗的净减少。表 1 概要列出了最初的应用要求, 并比较了三种可供选择的 LED 配置。

成本和体积要求有可能限制最终的配置; 不过, 使 LED 的数量倍增可省电 160 mW。这等同于功耗净减少了 6.3%。此外, 当环境光条件 (室外 / 白天) 要求提供较亮的图像时, 还能以高得多的亮度来运作背光源 (功耗有所增加)。

表 1: 背光源设计的比较研究

LED 的数量	LED 操作点 (mA)	总的光输出 (lm)	LED 阵列的总功耗 (W)	操作功耗的净减少 (%)
减少 LED 的数量				
24	32.6	373.2	2.65	-3.5
控制				
36	25	374.2	2.56	0
增加 LED 的数量				
42 (16%)	21.2	373.2	2.50	2.2
54 (50%)	16.4	374.1	2.45	4.1
72 (100%)	12.2	374.1	2.40	6.3

图 3 通过多个 LED 数据点突出显示了省电量逐渐增加的趋势。请注意，LED 旋钮的旋转是双向的。对每个 LED 进行过驱动将减少所需的总 LED 数量，从而降低显示器模块的成本；这在以成本为关键考虑因素的情况下是特别有益的。

以减低的亮度来运作 LED 需要 100% 的占空比和一个减小的电流。采用传统的脉宽调制 (PWM) 架构以最大 LED 电流来驱动 LED 并不会实现性能的提升。

对于背光源应用来说，较低电流条件下的白点漂移 (White-point shift) 是一种可感知的复杂度 (perceived complication)。新式 LED 的色移极小，甚至可以忽略。对 LED 的色移参量进行数字化 (图 4) 并把一个麦克亚当椭圆叠加到操作范围的中心上可凸显这一点。当在 5 mA 至 25 mA 的正向电流范围内操作时，一个单步麦克亚当椭圆 (one-step MacAdam ellipse) 可囊括所有的 LED 彩色。对于一般观察者而言，位于一个单步麦克亚当椭圆之内的彩色在感觉上是一样的。

图 3: LED 功耗分析表明: 采用更多的 LED 可降低功耗

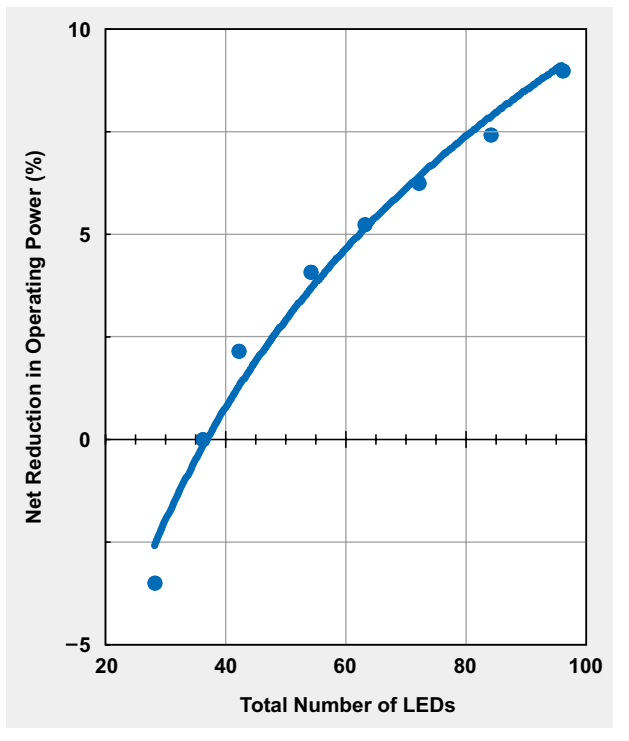


图 4: 白点色移与 LED 电流之间的关系

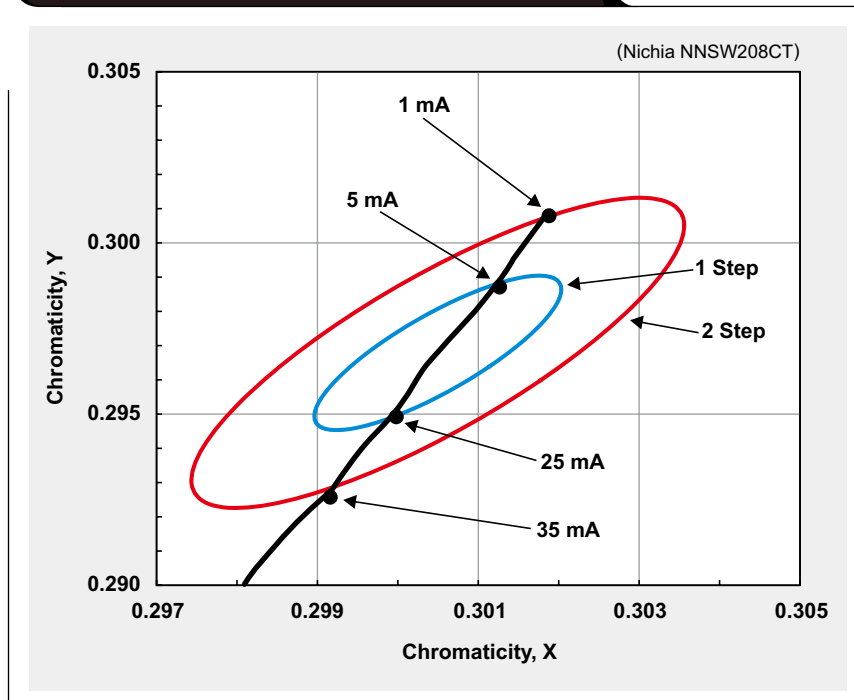
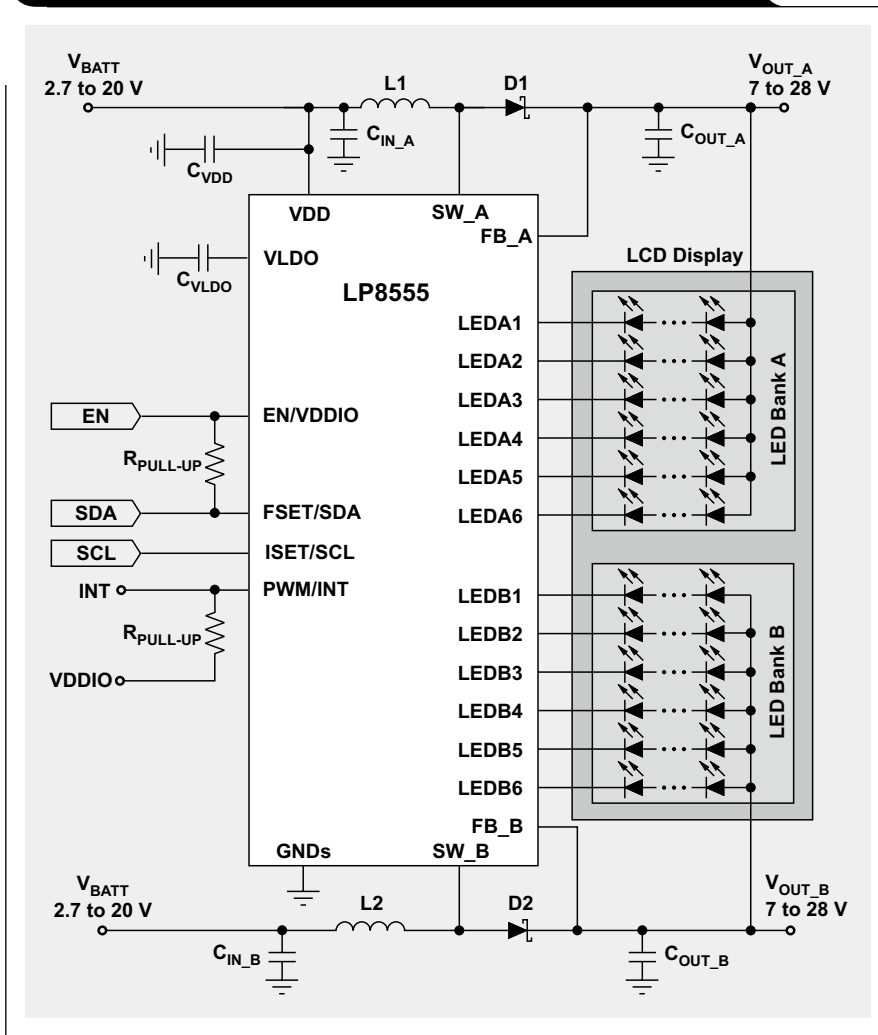


Figure 5. The LP8555 can power large matrices of LEDs



采用诸如 LP8555 等 LED 驱动器来给大型 LED 阵列供电是一件相对容易的事情（图 5）。该器件最多可驱动 96 个 LED，适合于目前最大的移动设备显示屏，并能够驱动上面提到的所有 LED 配置。LED 灯串之间的 2% 匹配准确度是保持均匀画质的一项重要指标。一种双路升压架构可实现电效率的最大化，同时最大限度地减低相关电感器的高度。此外，这款器件还具有 12 个电流吸收器 (current-sink) 输入，因而可缩短串接式 LED 灯串的长度。这使得升压型转换器能够在更为高效的电气操作点上为 LED 供电。自适应调光和可根据显示内容调节的背光源控制 (CABC) 等重要特性可在所有的操作模式中进一步提高电效率。

结论

为了最大限度地节省功率，关键的目标是针对应用电路最典型的运作模式相应地调整 LED 的操作点。虽然 LCD

背光源应用一直是主要的关注焦点，但是这里所提出的概念可以很容易地运用到任何要求将效率作为一项重要性能指标的 LED 照明应用中。

参考文献

1. Nichia NNSW208CT 产品手册。在线版地址：www.nichia.co.jp/en/
2. 作者：Donald Schelle, Mark Brouwer, 《轻松而准确地实施图形数据的数字化》，EDN, 2013 年 3 月。在线版地址：www.edn.com/

相关网站

www.ti.com/1q15-LP8555

TI Designs 参考设计库提供完整的设计方案，由资深工程师团队精心创建，支持汽车、工业、医疗、消费等广泛应用的设计。在这里，您能找到包括原理图、物料清单、设计文件及测试报告的全面设计方案。登陆TI Designs，找寻更多适合您的参考设计！简单设计，从TI起步。

马上登录 ti.com.cn/tidesigns 查询最适合您的设计文档。



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 My Designs

Clocks	Filters	传感器
电源	FPGA/μP	LED

输入您的供电要求:

直流 交流

最小 最大

输入电压 14.0 V 22.0 V

输出 3.3 V 2.0 A

环境温度 30 °C

多负载 单输出

Power Architect **开始设计**

WEBENCH® Designer My Designs

最小 最大

输入电压 14.0 V 22.0 V

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

www.deyisupport.com

中国产品信息中心 免费热线:

800-820-8682

TI新浪微博



weibo.com/tisemi

热门产品

DAC8760	用于 4-20mA 电流回路应用的单通道、16 位、可编程电流/电压输出 DAC
DAC7760	单通道、12 位可编程电流输出和电压输出 DAC
ADS1247	极低噪声、精密 24 位 模数转换器
ADS1120	具有串行外设接口的低功耗、低噪声、16 位 ADC
ISO7242	四通道 2/2 25Mbps 数字隔离器
ISO7631FM	4kV _{PK} 低功耗三通道、150Mbps 数字隔离器
TPS54062	4.7V 至 60V 输入、50mA 同步降压转换器
TLK105L	工业温度、单端口 10/100Mbps 以太网物理层
SN65HVD255	CAN 收发器具有快速循环次数, 可用于高度已加载网络

了解更多, 请搜索以下产品型号:

DAC8760



重要声明

德州仪器及其下属子公司 (TI) 有权根据 JESD46 最新标准, 对所提供的半导体产品和服务进行修改、增强、改进或其它更改, 并有权根据 JESD48 最新标准终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, 并验证这些信息是最新且完整的。所有半导体产品 (本文也指“组件”) 的销售都遵循在确认订单时 TI 的销售条款与条件。

TI 确保其销售的组件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。TI 仅在认为有必要时才采用测试或其它质量控制技术。除非相关法律有强制规定, 否则 TI 没有必要对每种组件的所有参数进行测试。

TI 没有义务承担应用帮助或客户产品设计。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, 客户应提供充足的设计与操作安全保障措施。

TI 不对任何 TI 专利权、版权、屏蔽作品权或使用了 TI 组件或服务的任何产品组合、机器或流程相关的其他 TI 知识产权中授予的直接或隐含权限做出任何担保或解释。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、担保或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其他知识产权方面的许可, 或 TI 的专利权以及 TI 其他知识产权的许可。

如需复制 TI 产品手册或数据表中 TI 信息的重要部分, 不得对内容进行任何篡改, 且须带有相关授权、条件、限制和声明。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遵从其他限制条件。

经销 TI 组件或服务时, 如果经销商对该组件或服务参数的陈述与 TI 标明的参数之间存在差异或存在虚假成分, 则相关 TI 组件或服务的所有明示或暗含的保修将作废, 且此行为被视为不正当的欺诈性商业行为。TI 不对任何此类虚假陈述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可能仍由 TI 提供, 但其将自行负责符合与其产品及其在其应用中使用 TI 组件相关的所有法律、法规和安全方面的要求。客户声明并同意, 他们具备制定与实施安全措施所需的所有专业技术和知识, 可预见故障的危险、监测故障及其后果、降低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攸关的应用中使用任何 TI 组件而对 TI 及其代理造成的任何损失。

在某些情况下, TI 可能进行特别促销推进安全应用的发展。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相关功能安全标准和要求的终端产品解决方案。尽管如此, 此类组件仍然受这些条款约束。

TI 组件未获得用于 FDA 三级 (或类似生命攸关的医疗设备) 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 组件才是专门设计用于军事/航空应用或环境的产品。客户认可并同意, 如将不带有该标识的 TI 组件用于军事或航空航天应用, 则风险由客户自行承担, 客户自行负责满足与此类使用相关的所有法律和法规要求。

TI 特别标示了符合 ISO/TS16949 要求的特定组件, 这类组件主要用于汽车。在任何情况下, TI 均不因使用非指定产品而无法达到 ISO/TS16949 的要求而承担任何责任。

产品

音频	www.ti.com/audio
放大器	amplifier.ti.com
数据转换器	dataconverter.ti.com
DLP® 产品	www.dlp.com
DSP	dsp.ti.com
时钟与定时器	www.ti.com/clocks
接口	interface.ti.com
逻辑	logic.ti.com
电源管理	power.ti.com
微控制器	microcontroller.ti.com
RFID	www.ti-rfid.com
OMAP 应用处理器	www.ti.com/omap
无线连接	www.ti.com/wirelessconnectivity

应用

汽车与运输	www.ti.com/automotive
通信与电信	www.ti.com/communications
计算机及外设	www.ti.com/computers
消费电子	www.ti.com/consumer-apps
能源和照明	www.ti.com/energy
工业控制	www.ti.com/industrial
医疗	www.ti.com/medical
安防	www.ti.com/security
空间、航空和国防	www.ti.com/space-avionics-defense
视频和影像	www.ti.com/video
TI E2E 社区	e2e.ti.com

邮寄地址: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

© 2014 年德州仪器公司版权所有

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间接版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, 但他们将独自负责满足与其产品及其应用中使用 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, 并且由客户独自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

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2015, Texas Instruments Incorporated