

LM3401

Application Note 1657 LM3401 Demo Board



Literature Number: ZHCA309

LM3401 演示电路板

美国国家半导体公司
应用注释 1657
Allan Fisher
2007年8月



引言

LM3401是一款由降压型稳压器衍生的可控电流源，设计该器件来驱动串联的大功率、高亮度发光二极管。LM3401控制一个外置P-FET，允许用户按所需的正向LED电流水平来选择一个功率器件。LM3401演示电路板在4.5V至35V的输入电压范围内能提供高达1.0A的连续电流。设计芯片可在高达75°C的环境温度下运行。

只要输入电压大于LED串的合成正向电压，LM3401能维持流经串联的任何数目LED电流的恒定。LM3401演示电路板包含一个为数字调光信号而设的输入端口，与高达10kHz的PWM调光频率相兼容。完整的演示电路板电路如图1所示。LM3401演示板的典型波形和性能曲线如图3到图10所示。标准的元件清单如表2描述，大电流应用的附加元件清单列于表4。PCB布局可参见如图11

和图12。

上电

首先参考表1，检查电流设定电阻R1是否与要求的LED电流相匹配，以及限流电阻(R3)是否正确设置。当典型的峰值限流阈值为1.5A时，R1和R3的默认值设定LED平均电流为340mA。

接着，将LED串连至端口，如图2所示。将输入电压源连到VIN和GND端口杆上。如果应用调光，将一个数字PWM信号连到DIM端口。对所有的连接和极性都进行了验证之后，才加上电源。演示板上电时，不应当在输出端连接或断开LED串。

可简单修改LM3401演示板以驱动不同类型的LED。三种电流设定选项如表1描述。欲了解更多详细的设计和器件信息，请参考LM3401数据手册。

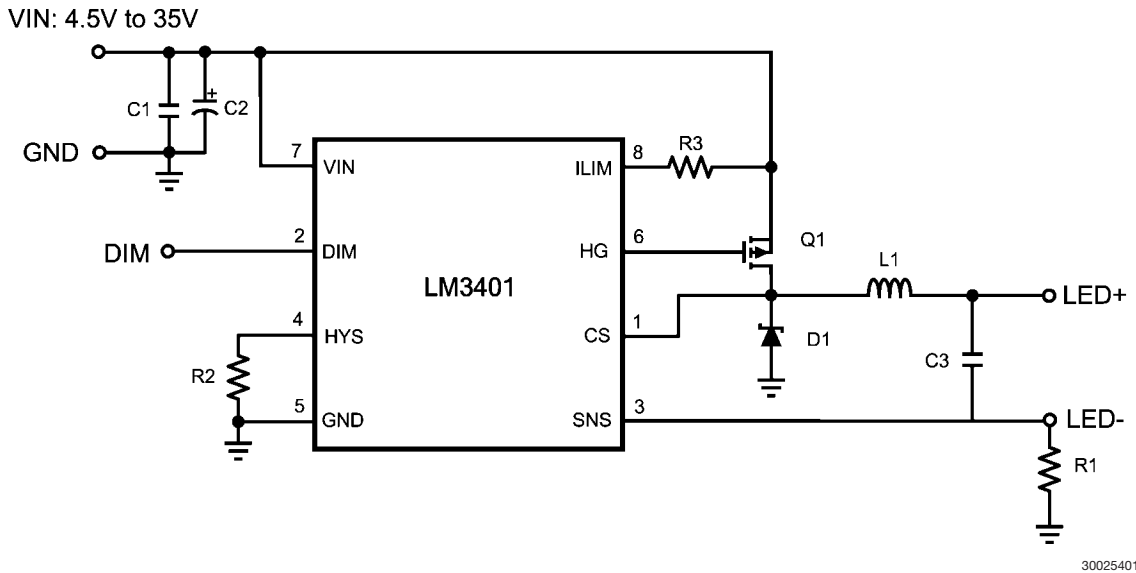


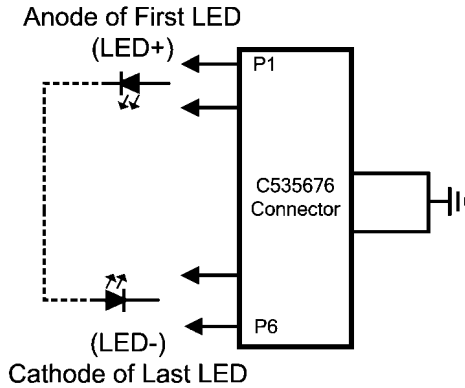
图1. 完整的LM3401演示电路板电路

表1. LED电流的设定电阻(带*号为默认值)

LED平均电流	R1	R3 (典型的限流值)	R1功耗
340 mA*	0.59Ω*	24.9 kΩ (1.5A)*	68 mW
700 mA	0.29Ω	47 kΩ (2.8A)	142 mW
1.0A	0.20Ω	68 kΩ (3.9A)	200 mW

LED阵列的连接

LM3401演示电路板包括一个6引脚SIP母口连接器和两个塔型桩头,用于连接LED阵列的阴极和阳极。这些端口标有"LED+"和"LED-"。可以采用任何一种连接。图2为SIP连接器的引脚排列。



30025402

图2. LED连接

降低纹波的电容C3

器件C3是可选的，并没有安装在标准的演示电路板上。采用这个电容可在无需改变LED平均电流或电感电流的情况下降低LED纹波电流。若无C3，则LED纹波电流等于电感的纹波电流。纹波电流的峰峰值如表3所示，其中并未安装C3。在绝大多数应用中推荐C3的典型值为1 μ F。允许采用任何类型的低ESR电容。然而，工作电压的额定值必须高于最大输入电压。也可采用C3来降低开

关噪声，因为开关噪声会影响SNS和DIM引脚，特别是在更高的LED电流情况下。为了降低噪声，推荐采用220 pF的C3。

PWM调光

PCB上的DIM端口提供了一个脉冲宽度调制(PWM)信号输入，以控制LED串的调光。PWM信号的最小逻辑高电平为2.25V，低电平和高电平的最小周期为100ns。对于默认的演示电路板电路，建议采用低于1kHz的调光频率以维持一个合适的对比度。最大对比度如图10所示，并假定最小为2个开关周期。最大对比度在很大程度上取决于电感电流的上升时间，因此也依赖于输入电压，电感尺寸和LED串的正向电压。此外，如果安装了C3，会进一步降低最大对比度或者调光频率。

开路/短路

如果LED阵列断开或者没有导通，LM3401将工作在100%的占空比下。输出电压(在LED+)和CS结点将上升至等于输入电压；电路的额定电压为40V，不会遭到损坏。然而，在演示板上电和输出为高电平时,应注意不要连接LED串，因为过高的浪涌电流会损坏LED。

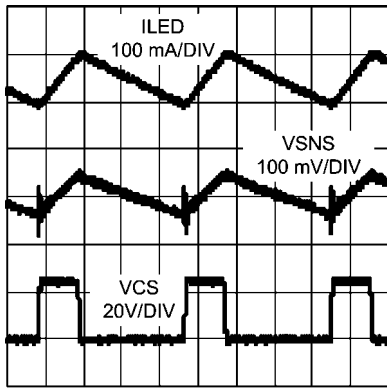
典型的限流阈值为1.5A，可通过R3来设定。在LED的阴极或阳极处产生短路时电流限制可保护电路。通过PFET的 $R_{DS(on)}$ 电阻来感测限流值，因为其会随着温度而产生变化。如果需要不同的限流阈值，可通过调节R3来实现。请参考LM3401的数据手册来获得关于限流的更多内容。

表2. 元件清单

标识	说明	器件型号	尺寸	供应商
IC1	LED 控制器	LM3401	MSOP-8	美国国家半导体
L1	68 μ H, 1.7A, 电感	MSS1260T-683ML	12x12	Coilcraft
Q1	40V, 1.8A, 100 m Ω , PFET	Si2319DS	SOT-23	Vishay
D1	40V, 2A, 肖特基二极管	EC21QS04	SMA	NIEC
C1	50V, 2.2 μ F, 陶瓷电容	C3225X5R1H225K	1210	TDK
C2	50V, 33 μ F, 电解电容	EEEHA1H330XP	6.6 x 6.6	Panasonic
C3*	未安装	-	1206	-
R1	0.59 Ω , 1%, 1/4W	SR732BLTER590F	1206	KOA
R2	5.76 k Ω , 1%	CRCW08055761F	0805	Vishay
R3	24.9 k Ω , 1%	CRCW08052492F	0805	Vishay

典型的性能特性

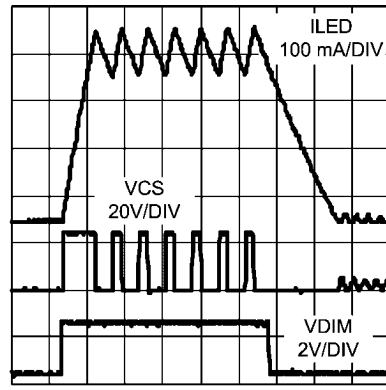
除非有其它特别说明，下列图表的测试条件均为： $V_{in} = 24V$ ， $T_a = 25^\circ C$ ，和2个Osram Golden Dragon LED ($V_f = 3.4V$ ， $I_f = 350 mA$)



400 ns/DIV

30025403

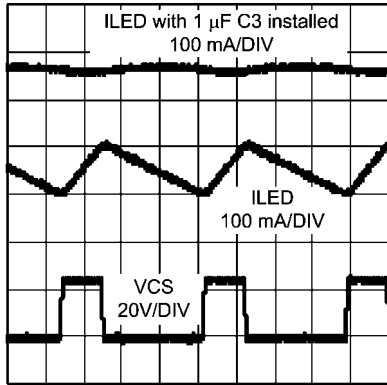
图 3. CS, SNS, 和 LED 电流的波形



2 μs/DIV

30025406

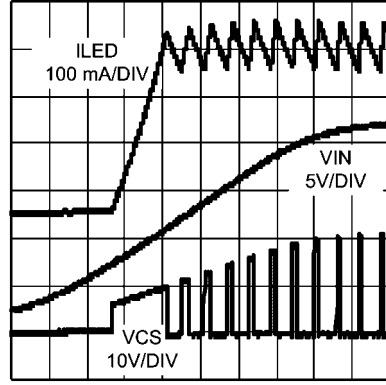
图 6. 调光波形



400 ns/DIV

30025404

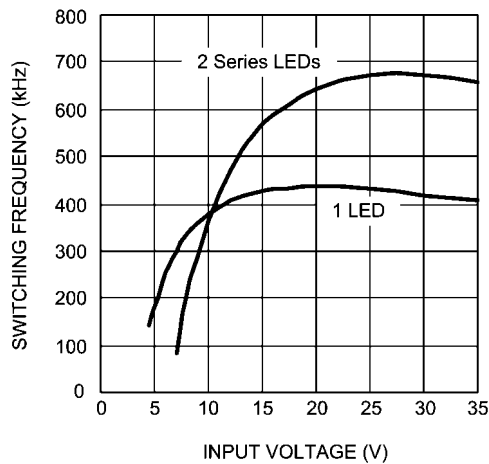
图 4. 有C3和无C3情况下的ILED电流



4 μs/DIV

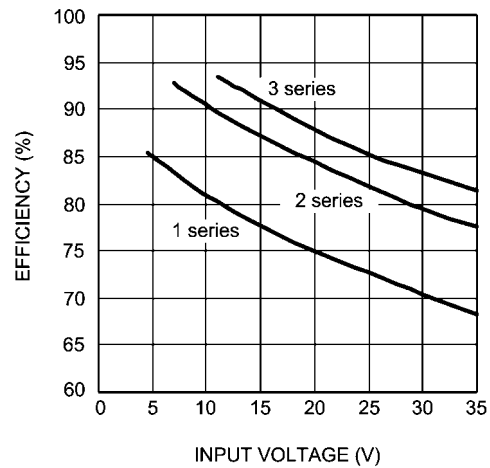
30025407

图 7. 启动波形



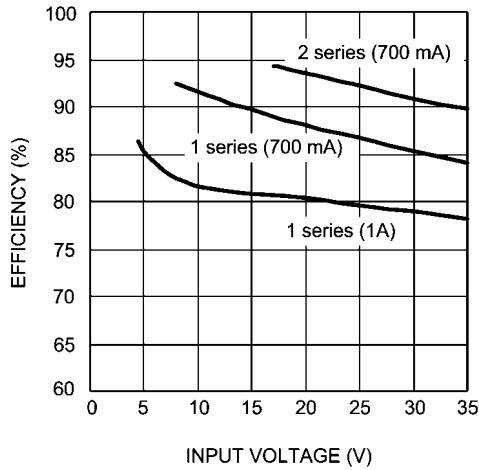
30025405

图 5. 开关频率与输入电压的关系



30025408

图 8. 驱动 350 mA LED 的效率与输入电压的关系



30025409

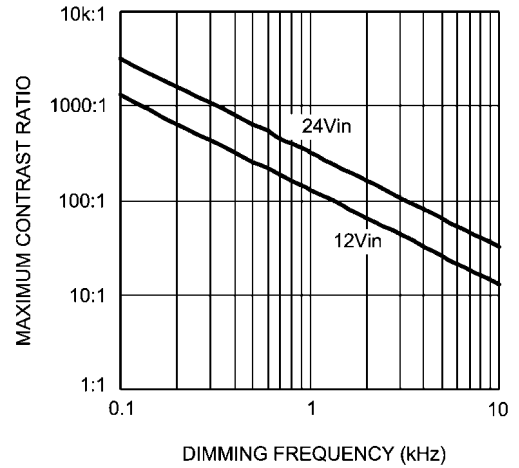
图9. 驱动700mA和1A LED的效率与输入电压的关系

LED串选项

设定默认的LED电流为340mA，对于许多1W的LED而言这是个典型值。为了调节该值，可按照表1来改变电流设定电阻R1。而对于其它数值，则采用下列的等式：

$$R1 = \frac{200 \text{ mV}}{I_{LED}}$$

必须设定R1的阻值来控制LED电流的功耗。例如，在稳态中R1会消耗 $(0.340^2 \times 0.59) = 68\text{mW}$ ，这表明一个1/8W额定功耗的电阻是合适的。LM3401演示板能驱动



30025410

图10. 最大对比度与调光频率的关系（占空比为100:1=1%）

多种类型的LED。纹波电流和开关频率都会随着LED正向电压，LED的数目和输入电压的改变而变化。表3为24V输入电压时采用表1的设定值，对一些常用LED串适用的典型结果。典型的开关频率与输入电压的变化如图5所示。

对于一些LED串而言，表1中给定的演示板设定值可能不太合适。例如，在开关频率增加超过最大1.5MHz或者当LED纹波电流高于LED的最大额定值时。在这种情况下，请参考LM3401的数据手册按照所需来修改演示板。

表3. 典型的工作条件(星号*表示输入电压为24V)

串联LED的数目	LED 类型	LED 平均电流	* 频率	* 峰峰值纹波	最小输入电压
1	Osram golden dragon	340 mA	425 kHz	110 mA	4.5V
2	Osram golden dragon	340 mA	655 kHz	110 mA	7.0V
3	Luxeon Star	340 mA	800 kHz	110 mA	10.4V
4	Luxeon Star	340 mA	845 kHz	110 mA	13.8V
1	Luxeon V Star	700 mA	415 kHz	190 mA	7.0V
2	Luxeon V Star	700 mA	500 kHz	190 mA	14.5V
1	Luxeon K2 Emitter	1A	230 kHz	280 mA	4.5V

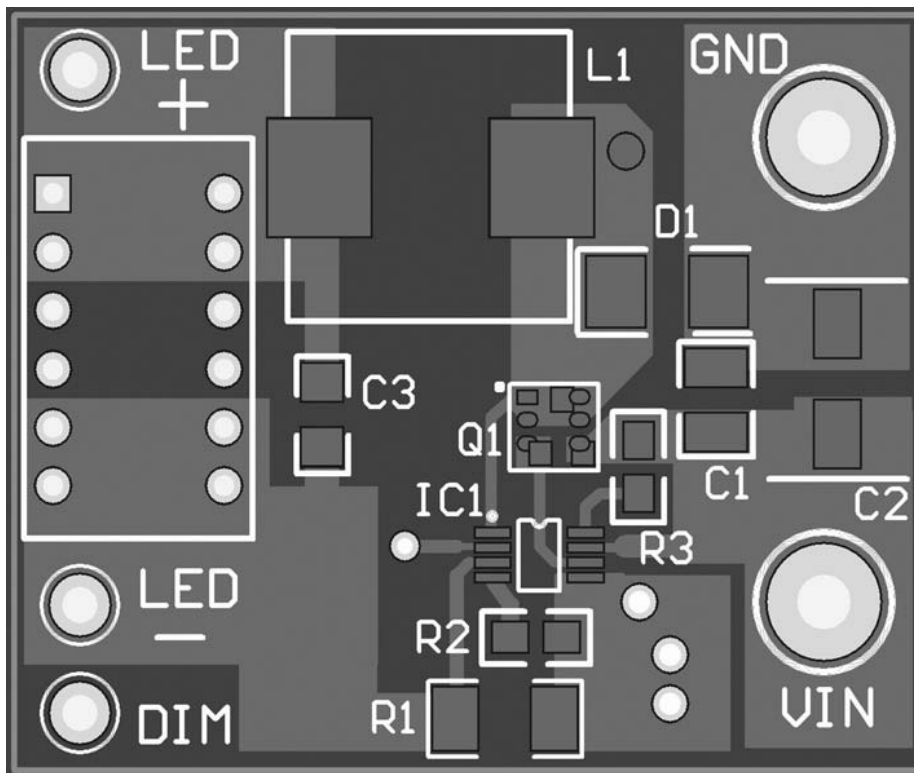
LM3401也能驱动电流超过1A的LED。在这些应用中将为较高电流的PFET提供较大的焊盘。典型3.5A应用的元件清单实例如表4所示。开关频率，纹波电流和限流值将取决于安装的LED的数目和类型，以及所选择的

PFET。推荐在较大电流的应用情况下采用低Vgs阈值的PFET，因为驱动栅电容较大的PFET时，初始的HG电压会稍微降低。请参考LM3401的数据手册以获得更详细的设计信息。

表4. 3.5A应用的元件清单 ($V_{in}=5V$ 至 $20V$)

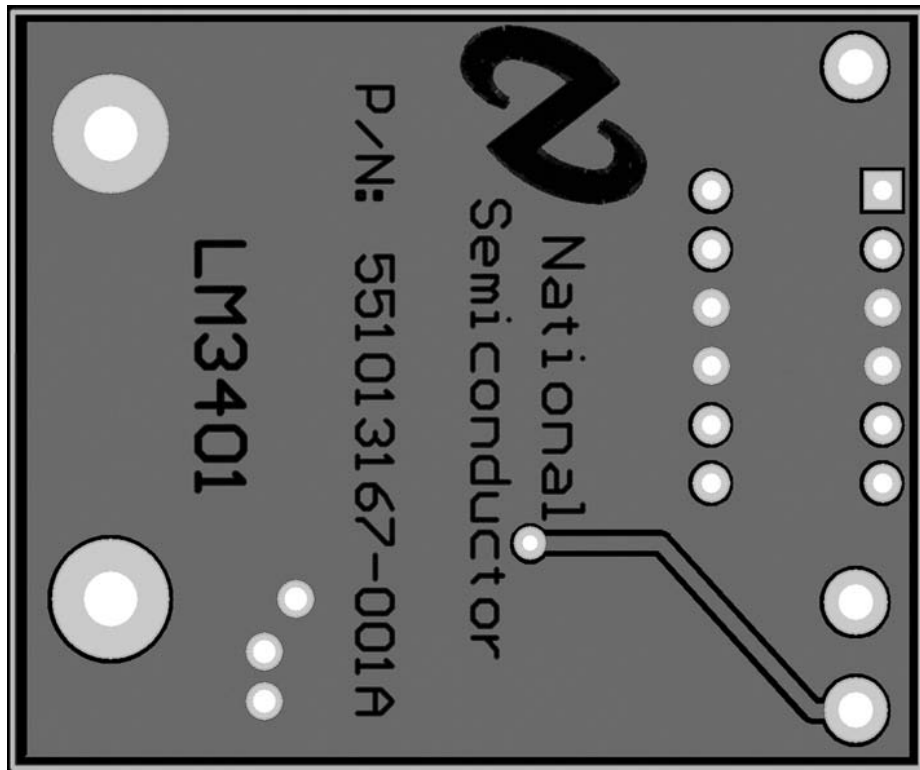
标识	说明	器件型号	尺寸	供应商
IC1	LED 控制器	LM3401	MSOP-8	美国国家半导体
L1	5.2 μ H, 5A, 电感	MSS1038-522NL	10.2 x 10.4	Coilcraft
Q1	20V, 4A, 25 m Ω , PFET	Si3493BDV	SO-6	Vishay
D1	30V, 4A, 肖特基二极管	SSB43L	SMB	Vishay
C1	25V, 10 μ F, 陶瓷电容	C3225X5R1E106K	1210	TDK
C2	50V, 33 μ F, 电解电容	EEEHA1H330XP	6.6 x 6.6	Panasonic
C3	25V, 220 pF, 陶瓷电容	-	0805	-
R1	0.0576 Ω , 1%, 1W	WSL2512R0576F	2512	Vishay
R2	4.7 k Ω , 1%	-	0805	-
R3	40 k Ω , 1%	-	0805	-

PCB 布局



30025411

图11.顶侧的PCB布局



30025412

图12. 底侧的PCB布局

注释

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时，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