

LM3100

Application Note 1443 LM3100 Demonstration Board Reference Design



Literature Number: ZHCA212

LM3100演示电路板参考设计

美国国家半导体公司
应用注释 1443
T K Man
2007年1月

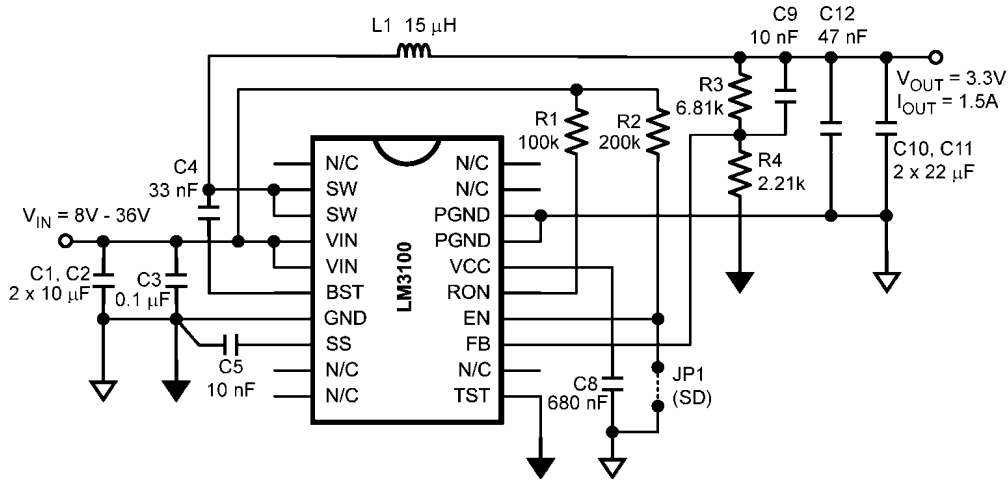


引言

包含了一个节约成本、能提供1.5A负载电流的高效降压稳压器，LM3100同步整流降压稳压器集成电路实现了所需的全部功能。典型的应用要求非常小的整体电路板空间，以及最少的外置器件数量。LM3100可以与陶瓷输出电容一起工作并包含双通道40V N沟道同步开关。器件采用散热增强型eTSSOP-20封装。固定导通时间(COT)的调节方案无需任何环路补偿，可产生快速的负载瞬态响应，并简化了具体电路的实现。控制器的稳定性

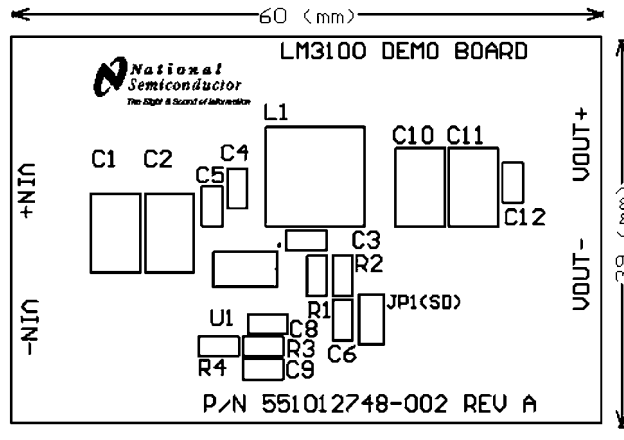
不依赖于输出电容的ESR，同时保持COT控制的简易性。由于输入电压和导通时间的反比例关系，对于线路和负载变化，工作频率几乎保持不变。保护特性包括VCC欠压闭锁，热停机和栅驱动欠压闭锁功能。由8V至36V的宽范围输入，该演示电路板提供一路3.3V输出，有1.5A负载能力。为提高全面转换效率作了设计优化，并设定工作频率为250kHz。该应用注释包含演示板电路、印刷板布局、元件清单和电路设计说明。并提供了性能和典型工作波形作为参考。

演示电路板电路



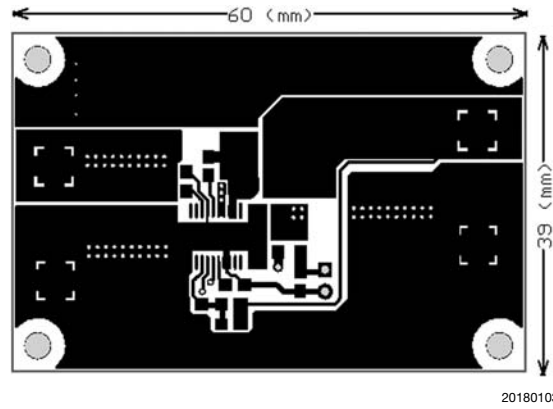
20180101

图1. LM3100演示电路板电路



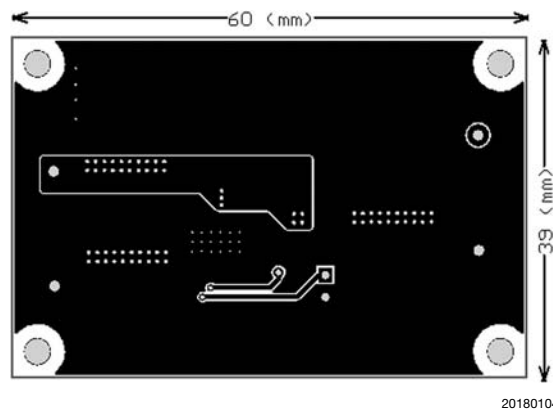
20180102

图2. LM3100演示电路板PCB顶层覆盖图



20180103

图3. LM3100 演示电路板顶层视图



20180104

图4. LM3100 演示电路板底层视图

演示电路板快速设置步骤

步骤	说明	注释
1	连接电源至VIN端	V_{IN} 范围从8V至36V
2	连接负载至VOUT端	I_{OUT} 范围从0A至1.5A
3	正常工作时SD (JP1) 保持开路, 将该跳线短路关机	
4	设置VIN=18V, 不加负载, 用电压表检测VOUT	标称值3.3V
5	施加1.5V负载并再次检测VOUT	标称值3.3V
6	将输出端短路, 并用电流表检测短路电流	标称值3.3V
7	将SD跳线短路以检测停机功能	

演示电路板性能特性

说明	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压	V_{IN}		8	18	36	V
输出电压	V_{OUT}		3.2	3.3	3.4	V
输出电流	I_{OUT}		0	-	1.5	A
输出电压纹波	$V_{OUT(Ripple)}$		-	-	50	mVP-P
输出电压调节	V_{OUT}	所有的VIN 和 IOUT 条件	-1.5		+1.5	%
效率		$V_{IN} = 8V$	88		93	%
		$V_{IN} = 36V$ ($I_{OUT} = 0.1A$ to $1.5A$)	73		82	
输出短路电流	I_{LIM-SC}			2.2		A

设计步骤

LM3100使用固定导通时间（COT）调节方案，无需任何环路补偿。因此采用该器件进行设计相比市场上同类产品要更为简单。LM3100集成了单片封装中的所有关键器件，包括高边和低边功率MOSFET。典型的应用中需要最少的无源外置器件。下面是利用包含前页所示电路的演示板的设计实例。

设计参数

$V_{IN} = 8V$ to $36V$, 典型值 $18V$

$V_{OUT} = 3.3V$

$I_{OUT} = 1.5A$

步骤1：计算反馈分压器

从下列公式可以计算反馈分压器的比率：

$$\frac{R3}{R4} = \frac{V_{OUT}}{0.8} - 1$$

通常应用下，在 $1.0\text{ k}\Omega$ - $10\text{ k}\Omega$ 范围内为R3和R4选择误差为1%的标称阻值，以满足以上阻值比率。

选择 $R4 = 2.21\text{ k}\Omega$ ， $V_{OUT} = 3.3V$

$$R3 = \left(\frac{V_{OUT}}{0.8} - 1 \right) 2.21\text{ k}\Omega = 6.91\text{ k}\Omega$$

步骤2：计算导通时间的设定电阻

导通时间设定电阻R1的最小值计算如下：

$$R1 \geq \frac{200\text{ ns} \times V_{IN(MAX)}}{1.3 \times 10^{-10}}$$

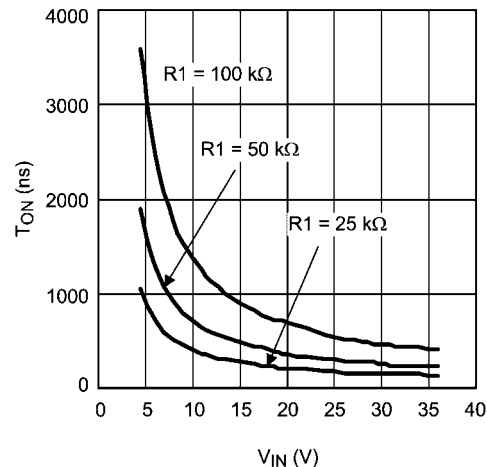
此时满足可靠工作条件所推荐的最小导通时间为 200 ns 。

或者，知道满足以上限制所需的开关频率，便可利用下式计算导通时间的设定电阻值。

$$F_{SW} = \frac{V_{OUT}}{1.3 \times 10^{-10} \times R1}$$

这里 F_{SW} 是转换器的开关频率。

为了帮助用户确定合适的导通时间设定电阻，提供的选择图如下所示。



T_{ON} 与 V_{IN} 之间的关系

20180109

对于演示板设计，选择 $R1 = 100\text{ k}\Omega$ ，相当于 $V_{IN} = 18V$ 及 F_{SW} 大约为 250 kHz 时，导通时间为 755 ns 。

步骤3：确定功率电感器的电感

受电感器影响的主要参数为输出电流纹波幅值 (I_{OR})。必须在最小和最大标称负载电流处确定最大的可允许 IOR 值。在最小负载电流处, 峰值电流下限不会变为 0A。在最大负载电流处, 峰值电流上限不会超出电流限定的阈值 (1.9A)。通过下式计算允许的纹波电流:

$$I_{OR(MAX)} = 2 \times I_{OUT}$$

以及

$$I_{OR(MAX)} = 2 \times (1.9 - I_{OUT(max)})$$

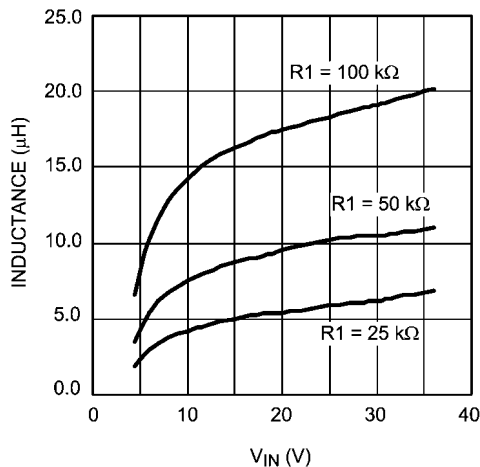
将上面计算得到的两个纹波幅值中较小的值代入至下式, 计算所需的电感。

$$L1 = \frac{V_{OUT} \times (V_{IN} - V_{OUT})}{I_{OR} \times F_{SW} \times V_{IN}}$$

将先前的计算结果和建议的 $I_{OR} = 0.7A$ 代入公式,

$$L1 = \frac{3.3 \times (18 - 3.3)}{0.7 \times 250 \times 10^3 \times 18}$$

由以上计算, 得到所需的电感值为 $15\mu H$ 。提供电感选择图如下



$V_{OUT} = 3.3V$ 时的电感选择

20180112

步骤4: 确定其他器件的值

C8: V_{CC} 输出端的电容不仅提供噪声滤波和稳定性能, 而且会防止在降压开关切换过程时误触发 V_{CC} UVLO。由此, 为了保持电路稳定, C8 不应该低于 $0.68\mu F$, 而且应选用优质、低 ESR 的陶瓷电容。在演示电路板上, 使用了 $0.68\mu F$ 的电容。

C10 and C11: 通常输出电容不会低于 $10\mu F$ 。有必要进行测试以确定 CO 所取的最小值, 因为负载本质上要求

取一个较大的值。相比一个固定负载, 产生显著瞬态的负载要求采用一个较大的 C_O 。在演示电路板上, 将两个 $22\mu F$ 的电容并联以提供一个低纹波输出。

C1 and C2: 输入电容的目的是在导通时间期间供应大部分的开关电流, 并限制 V_{IN} 上的电压纹波, 在此假定电压源 V_{IN} 具有大于零的输出阻抗。如果源动态阻抗 (有效电流源) 为高阻抗时, 它供应平均输入电流, 而非纹波电流。在最大负载电流下, 当降压开关开启时, 流进 V_{IN} 的电流突然增加到电感纹波电流的下限值, 上升至峰峰值, 然后在关闭时跌落回到零值。在导通期间的平均电流为负载电流。以最坏情况计算, 假定输入电容必须在最大导通时间提供该平均负载电流。要求的总输入电容通过下式计算:

$$C_{IN} = \frac{I_O \times t_{ON}}{\Delta V}$$

此处 I_{OUT} 是负载电流, t_{ON} 是导通时间最大值, ΔV 是在 V_{IN} 处所允许的纹波电压值。演示电路板采用两个并联放置的 $10\mu F$ 电容。

C3: C3 有助于避免在 V_{IN} 处的长引线电感而产生的瞬态和振铃现象。推荐在贴近 LM3100 的位置使用一个低 ESR, $0.1\mu F$ 陶瓷电容。

C4: 自举电容的推荐值为 $0.033\mu F$ 。推荐采用低 ESR 性能的优质陶瓷电容, 因为 C4 在开启时候会产生浪涌电流给降压开关栅充电。低 ESR 也会有助于在每个关闭期间确保进行完全放电。

C5: 在 SS 引脚处的电容确定软启动上升时间。例如, 在调节比较器处的参考电压和输出电压达到它们的最终值的时间。电容值由下式确定:

$$C5 = \frac{t_{SS} \times 8 \mu A}{0.8V}$$

在该例中, 使用 $10nF$ 的软启动电容, 相应的软启动时间约为 $1ms$ 。

C9: 如果调节的输出电压高于 $1.6V$, 非连续导通模式需要反馈电容来提高输出纹波性能, C_{FB} 推荐值为 $10nF$ 。

印刷板的布局指南

LM3100 的调节、过压保护和电流限制比较的速度非常快, 并对短期噪声脉冲作出响应。因此布局考虑对性能的优化极为关键。布局应尽可能整洁紧凑。所有元件应尽可能贴近器件的相关引脚。输入电容 C1 和 C2, 芯片内置的高边和低边开关, 以及 PGND 引脚形成的环路应尽可能缩小。连接至 C1 和 C2 接地端的 PGND 应尽可能短且直。应该尽可能在靠近电容的地方放置通孔连接 C1 和 C2 接地端至接地层。尽可能在靠近 SW 和 BST 引脚的地方连接升压电容。应将反馈分压器电阻和反馈电容 C9 靠近 FB 引脚放置。从分压器的顶部至输出的长线通常可以

接受，因为这是一个低阻抗结点。分压器底部接地端直接连接到PGND引脚。应该将输出电容C10和C11靠近负载连接并直接连接到接地层。应该尽可能采用短线将电感L1靠近SW引脚连接，有助于减少EMI的影响（电磁干扰）。

如果在正常工作期间，预计到LM3100的内置功耗会产生过高的结点温度，合理使用PC电路板的接地层则有助于进行有效地散热。将芯片封装底部的暴露焊盘焊接在

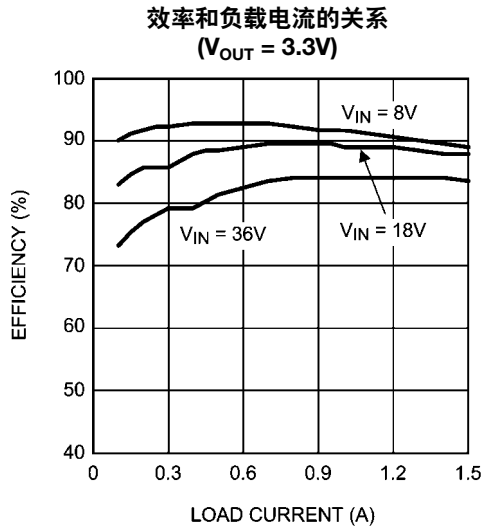
接地层，将该层从芯片底部延伸可以进行有效地散热。在内部暴露焊盘与芯片衬底进行连接。加之在允许的地方使用宽印刷电路板走线会有助于芯片的散热。使用大量的通孔连接晶粒附着焊盘至内置接地层是一个不错的方法。在终端产品内印刷电路板合理的定位，以及利用气流（强制或者自然对流）会有助于降低结温。

元件清单

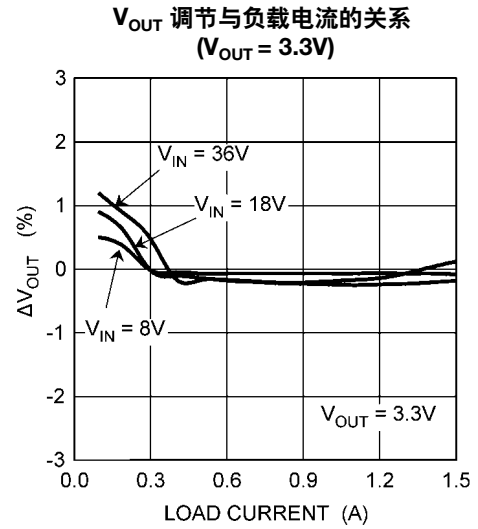
标识	说明	尺寸	制造型号	供应商
C1, C2	Cap MLCC 10 μ F 50V Y5V	1210	ECJ4YF1H106Z	Panasonic
C3	Cap MLCC 0.1 μ F 50V X7R	0805	ECJ2FB1H104M	Panasonic
			GRM21BR71H104KA01B	Murata
			VJ0805Y104KXAA	Vishay
C4	Cap MLCC 33nF 50V X7R	0805	ECJ2VB1H333K	Panasonic
			VJ0805Y333KXAA	Vishay
C5, C6, C9	Cap MLCC 10nF 50V X7R	0805	ECJ2VB1H103K	Panasonic
			VJ0805Y103KXAA	Vishay
C12	Cap MLCC 47nF 50V X7R	0805	ECJ2FB1H473K	Panasonic
			VJ0805Y473KXAA	Vishay
C8	Cap MLCC 680nF 16V X7R	0805	GRM219R71C684KA01B	Murata
C10, C11	Cap MLCC 22 μ F 10V X5R	1210	ECJ4YB1A226M	Panasonic
R1	Resistor Chip 100k Ω F	0805	CRCW08051003F	Vishay
R2	Resistor Chip 200k Ω F	0805	CRCW08052003F	Vishay
R3	Resistor Chip 6.81k Ω F	0805	CRCW08056811F	Vishay
R4	Resistor Chip 2.21k Ω F	0805	CRCW08052211F	Vishay
L1	Inductor 15 μ H 2.6A	10.5x10.3x3.1	CDRH103RNP-150NC-B	Sumida
U1	IC LM3100	eTSSOP-20	LM3100	美国国家半导体
PCB	LM3100 评估电路板			美国国家半导体

典型性能和波形图

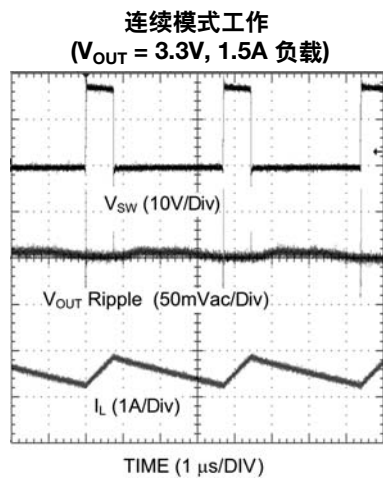
除非特别指出，所有的曲线和波形都基于演示板在 $V_{IN} = 18V$ 和 $T_A = 25^{\circ}C$ 下的工作条件。



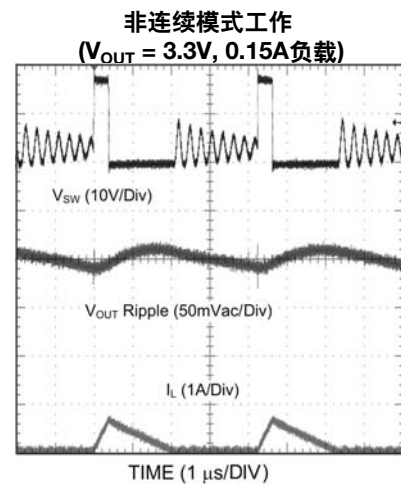
20180115



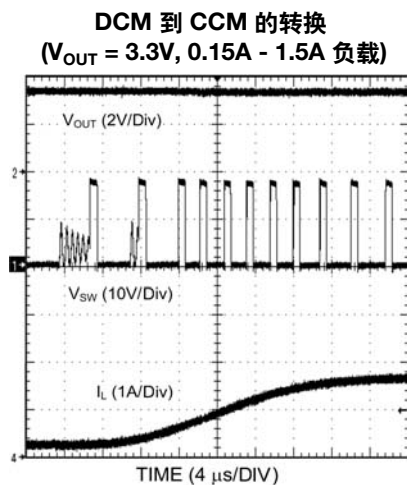
20180124



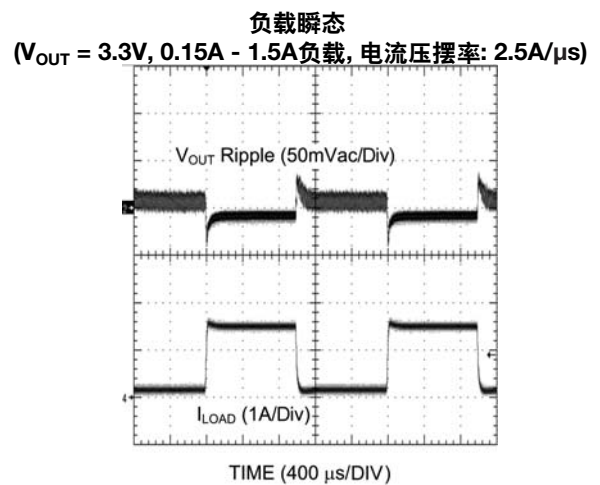
20180117



20180118

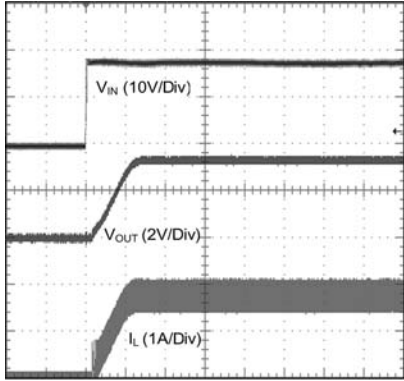


20180119



20180120

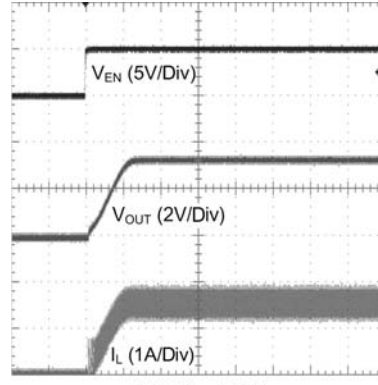
上电
($V_{OUT} = 3.3V, 1.5A$ 负载)



TIME (1 ms/DIV)

20180121

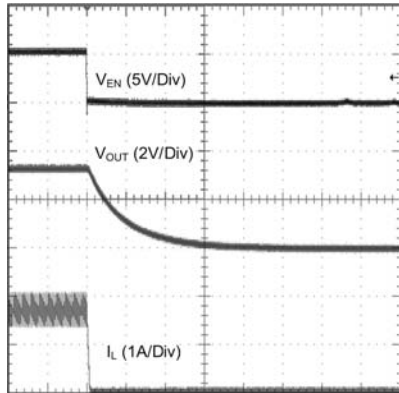
赋能瞬态
($V_{OUT} = 3.3V, 1.5A$ 负载)



TIME (1 ms/DIV)

20180122

关机瞬态
($V_{OUT} = 3.3V, 1.5A$ 负载)



TIME (1ms/DIV)

20180123

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，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

www.national.com

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

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