



引言

LM3431是一款集成了开关升压转换器和多通道LED电流控制器的产品。LM3431评估板设计成输入电压范围为8V到18V，驱动并联的4列LED，每列电流为140 mA串有8个LED。升压转换器以最佳效率调整LED的阴极电压，使输出与LED的正向电压非常配合。LM3431具有完整的故障保护功能，其中包括LED短路和开路保护、过流保护、过压和欠压保护以及热停机。可在DLY接线端监测到错误检测标志，其有可编程的延迟时间。

评估板有一个DIM输入端，用于可选的数字或模拟的调光控制信号。在100:1的对比度下，PWM调光频率可高达1 kHz；而在200 Hz调光频率下，调光对比度可达到500:1。

设计评估板的工作环境温度可达70°C。

完整的评估板原理图如图2所示。典型的波形图和性能曲线显示在图3到图8中。

虽然LM3431可驱动组合范围很宽的LED和电流，但对于给定的LED阵列，为了达到最佳性能，还是要对原理图做一些修改。当然，出于基本评估和演示的目的，也仅可对默认设置作一些修改。一些可能的修改参见以下说明并列入表2和表3中。

可设定LED的电流在较低的每列100 mA，而不会显著降低性能；LED串的数量也可从4列减少到3列或2列；每列的LED数量可以在6个到9个之间。

有关非默认的LED阵列的设计，以及完整的器件和设计信息，请参看LM3431数据手册。

通电前的准备

在给LM3431评估板通电前，必须确定一些选项。

首先，确定默认的140 mA LED电流值是否适合所要驱动的LED。若要驱动其它电流的LED，请参照表2的设置。如果所需要的LED电流值不在其中，则需要更多扩充的修改，亦可参考LM3431的数据手册。

在默认设置下，LM3431评估板有1到4个激活的通道。在驱动少于4个通道时，首先要拆除感测电阻或禁止通道上的NPN晶体管（R10到R13或者Q2到Q5）。然后，根据表3做必要的调整。表3也给出了每列LED较少的选项。

最后，选择所用的调光控制信号的类型。默认设置下已安装了RMODE电阻，其激活了数字调光控制方式。为了使用这一方式，可将一个数字脉冲信号接到DIM接线柱上。调光信号的逻辑高电平不得低于2.3V。

为了使用模拟调光方式，必须拆除RMODE电阻，并将一个模拟电压电平连到DIM接线柱上。在模拟方式下，调光的工作周期是可变的，接到DIM接线柱上的电压在0.37V到2.5V之内。默认的模拟调光频率为1 kHz。如数据手册中描述的一样，改变C5的数值可改变这一频率。

在数字和模拟方式下，都可用180 Hz到20 kHz的调光频率。当然，默认的原理图设计不支持高于1kHz的调光频率。一旦完成评估板配置，按照图2连接LED串。将每列LED的第一个阳极连到VA端子，将每列LED的最后一个阴极分别连到VC1到VC4接线柱上。可通过8针连接器或接线柱来连接LED。图1给出了连接器的引脚标识。

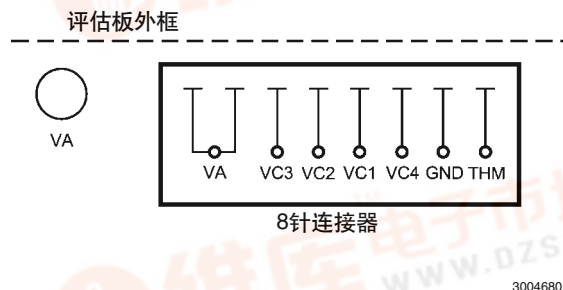
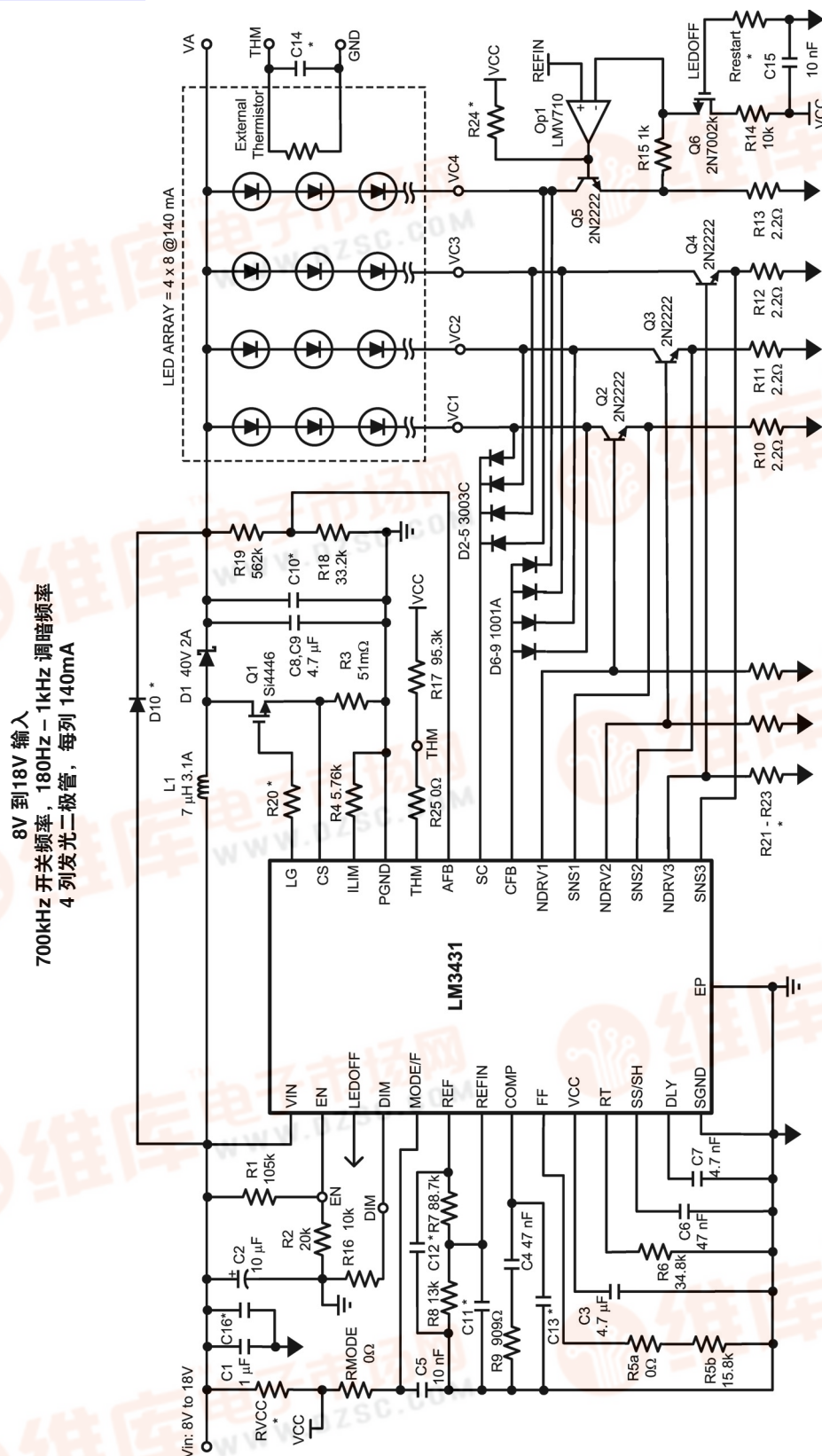


图1. LED连接，连接器引脚标识的俯视图

把输入电压源连到VIN和GND接线柱。当完成所有连接并检查极性无误之后，就可开启电源。当输入电压超过典型的7.7V时，EN引脚电压将跨过欠压锁定（UVLO）门限，此时将启动LM3431。可以（通过EN接线柱）将EN引脚电压拉低，使评估板停机。



* 没有安装

图2. 完整的LM3431评估板原理图

300046802

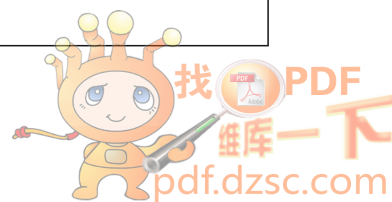


表1. 标准的元件清单

器件标识	功能	说明	元件型号	制造商
IC1		升压控制和LED驱动器	LM3431MHX	National Semiconductor
C1	Cin	1 μ F 50V B陶瓷电容	GRM32RB11H105KA01	Murata
C2	Cin	10 μ F 50V电解质电容	UUD1H100MCL	Nichicon
C3	VCC	4.7 μ F 10V X7R陶瓷电容	C2012X7R1A475M	TDK
C4	Comp	47nF 50V X7R陶瓷电容	GRM21BR71H473KA01L3K	Murata
C5	MODE/F	10nF 10V COG陶瓷电容	GRM2195C1H103JA01D	Murata
C6	SS	47nF 50V X7R陶瓷电容	GRM21BR71H473KA01L3K	Murata
C7	DLY	4.7nF 50V COG陶瓷电容	GRM2165C1H472JA01D	Murata
C8	VA	4.7 μ F 50V X7R陶瓷电容	GRM32ER71H475KA88L	Murata
C9	VA	4.7 μ F 50V X7R陶瓷电容	GRM32ER71H475KA88L	Murata
C10	VA	未安装	-	-
C11	REFIN旁路	未安装	-	-
C12	REF旁路	未安装	-	-
C13	Comp2	未安装	-	-
C14	THM	未安装	-	-
C15	OP1	10nF 10V COG陶瓷电容	GRM2195C1H103JA01D	Murata
C16	Cin	未安装	-	-
D1	功率二极管	2A 40V肖特基二极管	SS24	Vishay
D2-D3	SC	600mA双阴极二极管	CMPD3003C	Central Semiconductor
D4-D5	SC	600mA双阴极二极管	CMPD3003C	Central Semiconductor
D6-D7	CFB	250mA双阳极二极管	CMPD1001A	Central Semiconductor
D8-D9	CFB	250mA双阳极二极管	CMPD1001A	Central Semiconductor
D10	旁路二极管	未安装	-	-
L1	功率线圈	7 μ H 3.1A电感器	MSS1038-702NL	Coilcraft
Op1	通道4	轨到轨放大器	LMV710	National Semiconductor
Q1	功率FET	4A 40V N-沟道MOS管	Si4446DY	Vishay
Q2-Q5	调整器	40V 600mA NPN晶体管	CXT2222A	Central Semiconductor
Q6	通道4	60V 200mA N-沟道MOS管	2N7002K	Vishay
R1	EN uvlo set	105k, 1%		
R2	EN uvlo set	20k		
R3	I sense	51mohm 0.5W 1%	WSL2010R0510F	Vishay
R4	I limit	5.76k 1%		
R5a	FF	0 Ω		
R5b	FF	15.8k 1%		
R6	RT	34.8k		
R7	REFIN set	88.7k 1%		
R8	REFIN set	13.0k 1%		
R9	Comp	909 Ω 1%		
R10 - R13	LED电流感测	2.2 Ω 1%		
R14	通道4	10k		
R15	通道4	1k		
R16	DIM	10k		
R17	THM	95.3k		

[查询LM3431供应商](#)

器件标识	功能	说明	元件型号	制造商
R18	AFB	33.2k		
R19	AFB	562k		
R20	HG	未安装	-	-
R21 - R23	NDRV	未安装	-	-
R24	通道4	未安装	-	-
R25	THM hys	0Ω		
Rmode	MODE/F	0Ω		
Rrestart	重启选择	未安装	-	-
RVCC		未安装	-	-

可选装的元器件

原理图里有若干个未安装元件是可选的。一般不需要这些元件，但对某些应用可能有用。C10提供额外的输出电容，或使用多个小尺寸的电容器。C11和C12可用于滤除参考电压的噪声。REF_IN引脚上的噪声会以噪声的形式出现在LED电流中。是否需要这些电容器取决于开关噪声的总量，使用的NPN晶体管的类型，以及LED电流的脉宽。若使用了高ESR的输出电容器，就可能需要C13，这是个二次补偿电容器。欲了解详情，请LM3431的参考数据手册。D10在启动期间提供了一条从VIN到VA的电流通路。在通电初始，通过将电感器旁路，D10可以防止VA电压升高超过VIN。在某些条件下，不安装D10可能会发生过压保护（OVP）失效。R20是N沟道MOS管Q1的栅极驱动电阻。为降低开关噪声，高达10Ω的电阻R10可减少栅极的上升和下降时间。为了安装电阻R20，应先切断R20焊盘的迹线。R21及R23是开关管驱动引脚（NDRV）端的下拉电阻。300Ω到1k的阻值可减小LED电流的噪声。当驱动N沟道MOS管稳流器时，通常使用这三个电阻最有效。RVCC连接了VCC和VIN。对于输入电压为5V的应用，应使用4.7Ω的RVCC上拉到VCC。对于这些应用，可能还需要额外的输入电容C16。重启（Restart）端激活自动重启功能。当使用4个通道的LED时，不能激活自动重启功能。如果只驱动3通道或更少的通道时，可安装0Ω的R-restart电阻，激活自动重启功能，它在停机失败后重新启动LM3431。正如之前描述的那样，用RMODE电阻选择DIM的控制方式。对于电流较小的应用，在评估板上还有第二个适合SOT-23封装的N沟MOS管Q1的焊盘。在THM焊盘和SGND端子之间，或在8针连接器的引脚7和8引脚上，可接入一个外部的负温度系数（NTC）热敏电阻。这个热敏电阻器用来监视LED的温度。对于已安装的R17的阻值，当热敏电阻阻值降到31kΩ时，LM3431将进入待机状态（standby）。例如，一个25°C阻值为680k和4125B值的热敏电阻，能提供110°C的停机温度。R25是用于THM功能的迟滞电阻。R25的默认值为0Ω，其产生10°C的重启滞后。按照数据手册的说明，使用R25能增加THM迟滞。可安装C14作为对外部热敏电阻电压的噪声滤波器。

LED串的选项

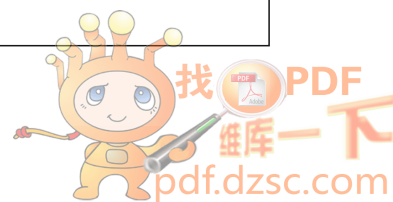
表2和表3给出了驱动非默认设置的LED阵列时所需元件值的更改。假定典型LED在140 mA电流下的正向电压VF为3.2V时给出以下数值。设计这些表格是为了更改的简单和方便，但并未对性能作优化。因此，以下任何的更改与默认的LED阵列相比都会降低最大对比度。为了优化性能，应重新验证所有元件的数值。表中的R5为原理图中的R5a和R5b之和。为了获得最佳性能，可根据输入电压、调光频率和每种应用的LED电流对R5作手动调整。

表2. LED电流设置（nc表示没有变化）

LED电流	R7	R8	R5
160mA	78.7k	13k	nc
130mA	100k	13k	17.4k
115mA	115k	13k	18.7k
100mA	93.1k	9.09k	20k

表3. 140 mA设置下的LED阵列选项（nc表示没有变化）

2列LED				
每列LED数量	R19	R3	R5	R6
6	432k	80m	24.9k	43.2k
7	499k	90m	28.7k	26.7k
8	nc	70m	30.1k	23.2k
3列LED				
6	432k	nc	28k	43.2k
7	499k	nc	24.3k	nc
8	nc	nc	20k	nc
9	634k	nc	19.1k	30.1k
4列LED				
6	432k	nc	19.1k	43.2k
7	499k	nc	16.9k	nc
9	634k	40m	14.3k	nc



评估板的典型性能.

查询 M3431 供应商

除非另作说明, 下面的应用条件均为: $V_{in}=12V$, $T_a=25^{\circ}C$, LED阵列为4串并联, 每列为8个LED, 每列电流为140 mA。
LED型号为: Nichia NFSW036BT.

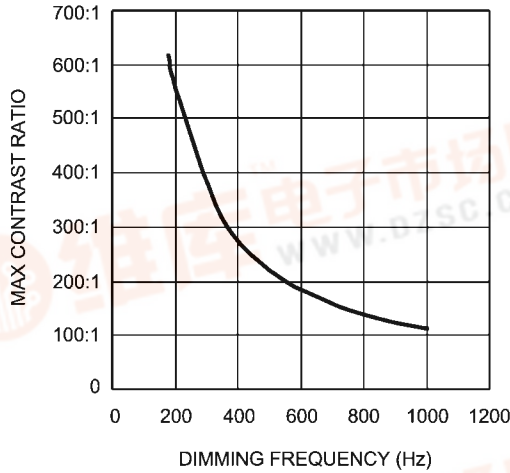


图3. 最大对比度与调光频率的关系

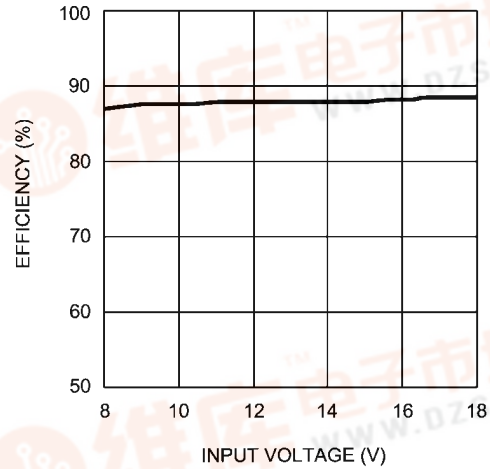


图6. 效率与输入电压的关系

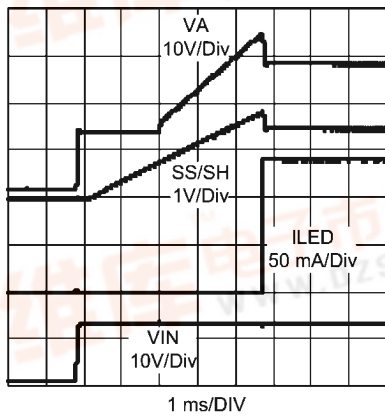


图4. 电源的启动波形

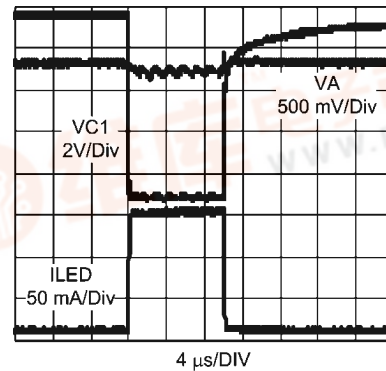


图7. 典型的调光波形 (1%占控比, 1kHz频率)

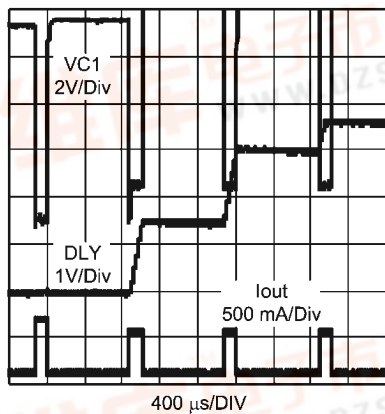


图5. 故障延迟波形 (一个LED开路)

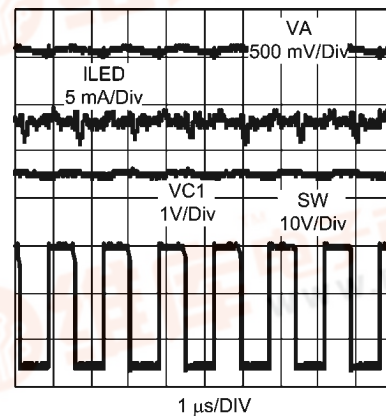
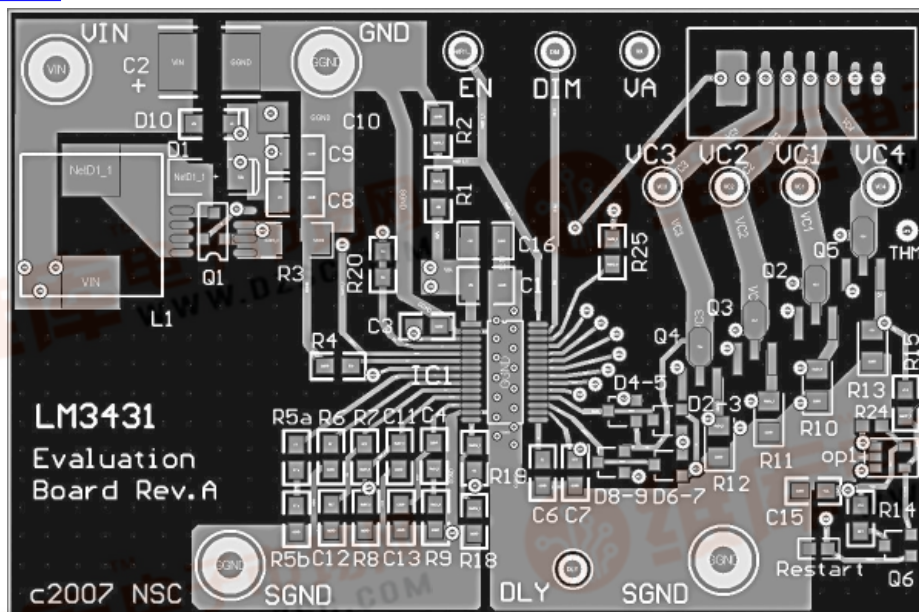


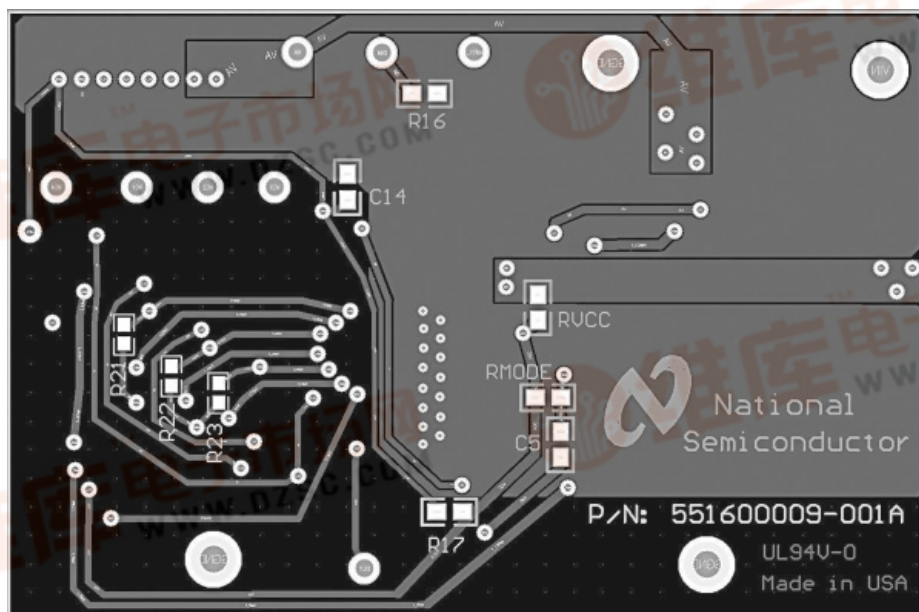
图8. 升压转换器波形图

印刷电路板布局图

[查询LM3431供应商](#)


30046809

图9. 印刷电路板顶层布局图



30046810

图10. 印刷电路板底层布局图

[查询LM3431供应商](#)

注释



注释

[查询LM3431供应商](#)

For more National Semiconductor product information and proven design tools, visit the following Web sites at:

Products		Design Support	
Amplifiers	www.national.com/amplifiers	WEBENCH	www.national.com/webench
Audio	www.national.com/audio	Analog University	www.national.com/AU
Clock Conditioners	www.national.com/timing	App Notes	www.national.com/appnotes
Data Converters	www.national.com/adc	Distributors	www.national.com/contacts
Displays	www.national.com/displays	Green Compliance	www.national.com/quality/green
Ethernet	www.national.com/ethernet	Packaging	www.national.com/packaging
Interface	www.national.com/interface	Quality and Reliability	www.national.com/quality
LVDS	www.national.com/lvds	Reference Designs	www.national.com/refdesigns
Power Management	www.national.com/power	Feedback	www.national.com/feedback
Switching Regulators	www.national.com/switchers		
LDOs	www.national.com/ldo		
LED Lighting	www.national.com/led		
PowerWise	www.national.com/powerwise		
Serial Digital Interface (SDI)	www.national.com/sdi		
Temperature Sensors	www.national.com/tempsensors		
Wireless (PLL/VCO)	www.national.com/wireless		

THE CONTENTS OF THIS DOCUMENT ARE PROVIDED IN CONNECTION WITH NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION ("NATIONAL") PRODUCTS. NATIONAL MAKES NO REPRESENTATIONS OR WARRANTIES WITH RESPECT TO THE ACCURACY OR COMPLETENESS OF THE CONTENTS OF THIS PUBLICATION AND RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES TO SPECIFICATIONS AND PRODUCT DESCRIPTIONS AT ANY TIME WITHOUT NOTICE. NO LICENSE, WHETHER EXPRESS, IMPLIED, ARISING BY ESTOPPEL OR OTHERWISE, TO ANY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS IS GRANTED BY THIS DOCUMENT.

TESTING AND OTHER QUALITY CONTROLS ARE USED TO THE EXTENT NATIONAL DEEMS NECESSARY TO SUPPORT NATIONAL'S PRODUCT WARRANTY. EXCEPT WHERE MANDATED BY GOVERNMENT REQUIREMENTS, TESTING OF ALL PARAMETERS OF EACH PRODUCT IS NOT NECESSARILY PERFORMED. NATIONAL ASSUMES NO LIABILITY FOR APPLICATIONS ASSISTANCE OR BUYER PRODUCT DESIGN. BUYERS ARE RESPONSIBLE FOR THEIR PRODUCTS AND APPLICATIONS USING NATIONAL COMPONENTS. PRIOR TO USING OR DISTRIBUTING ANY PRODUCTS THAT INCLUDE NATIONAL COMPONENTS, BUYERS SHOULD PROVIDE ADEQUATE DESIGN, TESTING AND OPERATING SAFEGUARDS. EXCEPT AS PROVIDED IN NATIONAL'S TERMS AND CONDITIONS OF SALE FOR SUCH PRODUCTS, NATIONAL ASSUMES NO LIABILITY WHATSOEVER, AND NATIONAL DISCLAIMS ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTY RELATING TO THE SALE AND/OR USE OF NATIONAL PRODUCTS INCLUDING LIABILITY OR WARRANTIES RELATING TO FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, MERCHANTABILITY, OR INFRINGEMENT OF ANY PATENT, COPYRIGHT OR OTHER INTELLECTUAL PROPERTY RIGHT.

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

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