

LM5101,LMP8277,LMP8601,LMP8602,LMP8603, LMV762

Application Note 1923 Current Sense Demo Board (SOIC) User's Guide



Literature Number: ZHCA370



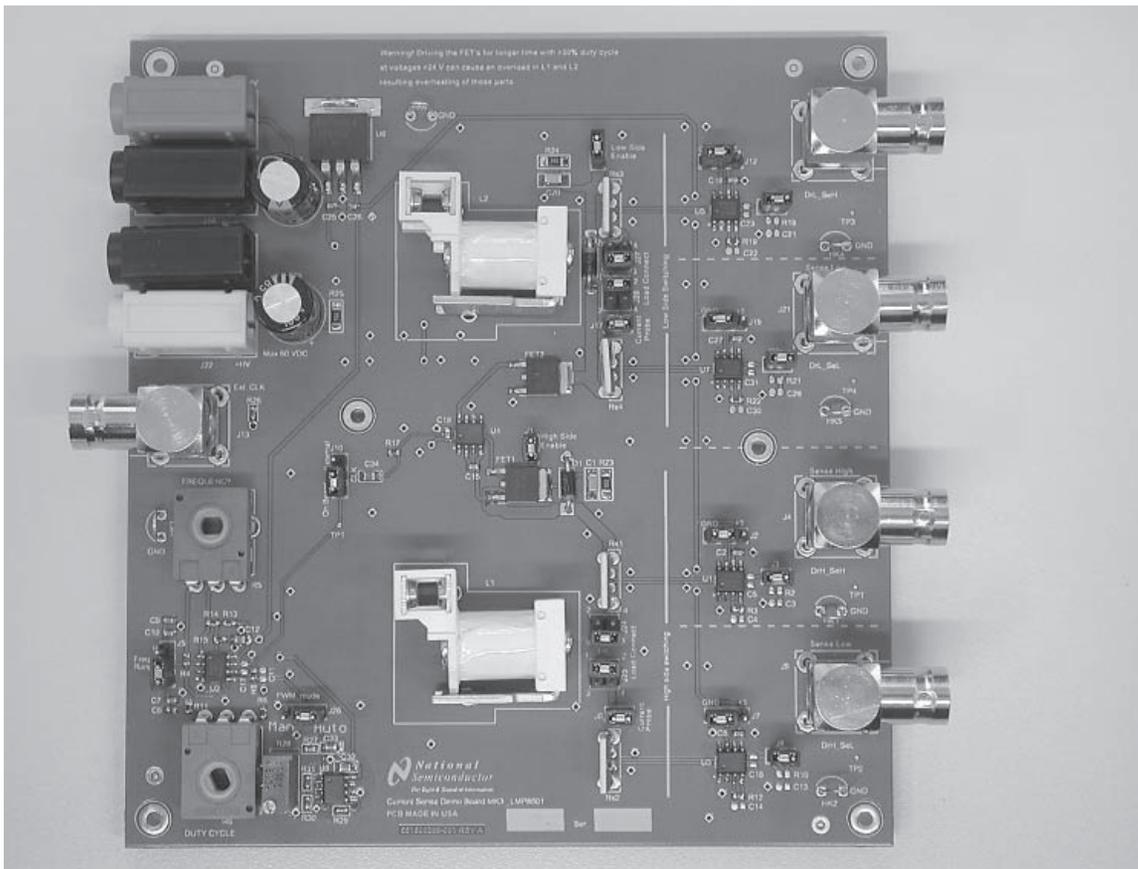
电流检测演示板 (SOIC) 用户指南

美国国家半导体公司
应用注释1923
BeB Hennink
2009年4月29日

引言

本电流检测演示板 (SOIC) 设计用于验证美国国家半导体公司采用SOIC封装的电流检测放大器的四个不同的电流检测配置。这些器件为是LMP8601、LMP8602和LMP8602 60V共模双向高精度电流检测放大器以及LMP8277和LMP8278高共模14x增益高精度电流检测放大器。该演示板具有安装在PCB上的四个电流检测放大器以及时钟发生器、FET开关、两个电感负载和用于评估的外围部件。该演示板

提供了分别用于高边和低边开关电感负载的高边和低边检测电路。高边和低边检测信号可同时用于测量负载中的电流，提供了用于同时比较这两种选择方案的性能的选择。该演示板提供用于开关FET的板上时钟振荡器，因此可以在不使用外部振荡器的情况下验证这四种配置。该时钟振荡器的占空比可由电位计修改，或者经由板上的脉宽调制器自动变化。



30085901

图1. 电流检测演示板

概述

美国国家半导体公司的电流检测放大器是固定增益高精度放大器。器件在高共模电压的环境下对小差分信号进行放大和滤波。输入共模电压范围远大于供电轨电压范围。这些电流检测器件是Linear Monolithic Precision (LMP®) 产品系列的成员，并且是单向电流检测应用和双向电流检测应用(LMP860X)的理想器件。

这些器件均具有在14V/V~100V/V范围内变化的高精度固定增益，对于大部分实际应用，其增益足够用于将ADC驱动到满量程值。该固定增益是在两个分立式中实现的，即处理宽共模电压的前置放大器和输出级缓冲放大器。信号路径两级之间的连接被引出到两个引脚上，以便于在输出缓冲放大器周围产生附加的滤波器线路。这些引脚还可用于设定不同增益的其它配置，如数据手册的应用章节中描述的。

LMP860X的中间轨偏移调节引脚使用户能够将这些器件用于单供电电压双向电流检测。将该引脚连接到正电源轨时，输出信号是双向的并以中间轨为基准。将该偏移引脚接地时，输出信号是单向的并以地为基准。

LMP8601Q引入了针对汽车市场的增强型制造和支持工艺，包括缺陷检测方法学。其可靠性鉴定符合AEC Q100标准中定义的要求和温度等级。

器件型号	增益 (V/V)	CMVR范围		温度范围
		V _S =3V3	V _S =5V	
LMP8277	14	NA	-2V~16V	-40 °C
LMP8278	14	NA	-2V~40V	~125 °C
LMP8603	20	-4V~27V	-22V~60V	-40 °C
LMP8602	50	-4V~27V	-22V~60V	~125 °C
LMP8603	100	-4V~27V	-22V~60V	~125 °C

从此处起，为了更易于理解，本文将使用LMP8601表示安装在该电流检测演示板上的所有电流检测放大器。如果是美国国家半导体公司的另一款电流检测放大器安装在该演示板上，在阅读本文的剩余部分时请使用相应器件的型号替换LMP8601。

电流检测演示板的特性

该电流检测演示板设计用于演示美国国家半导体公司的电流检测放大器如何在四种不同的电流检测配置中工作。

1. 负载高边处的开关以及负载和开关之间的检测电阻
2. 负载高边处的开关以及负载和地之间的检测电阻
3. 负载低边处的开关以及负载和高供电电压之间的检测电阻
4. 负载低边处的开关以及开关和负载之间的检测电阻
5. 用于开关FET的板上脉宽可控振荡器
6. 用于自动扫描占空比的板上PWM振荡器。

用于开关负载的FET开关可以利用板上振荡器或外部振荡器工作。

板上方波振荡器的频率可以在100Hz~10kHz之间变化。该振荡器的占空比可以在约10%~90%的范围内自动扫描，也可以手动改变。

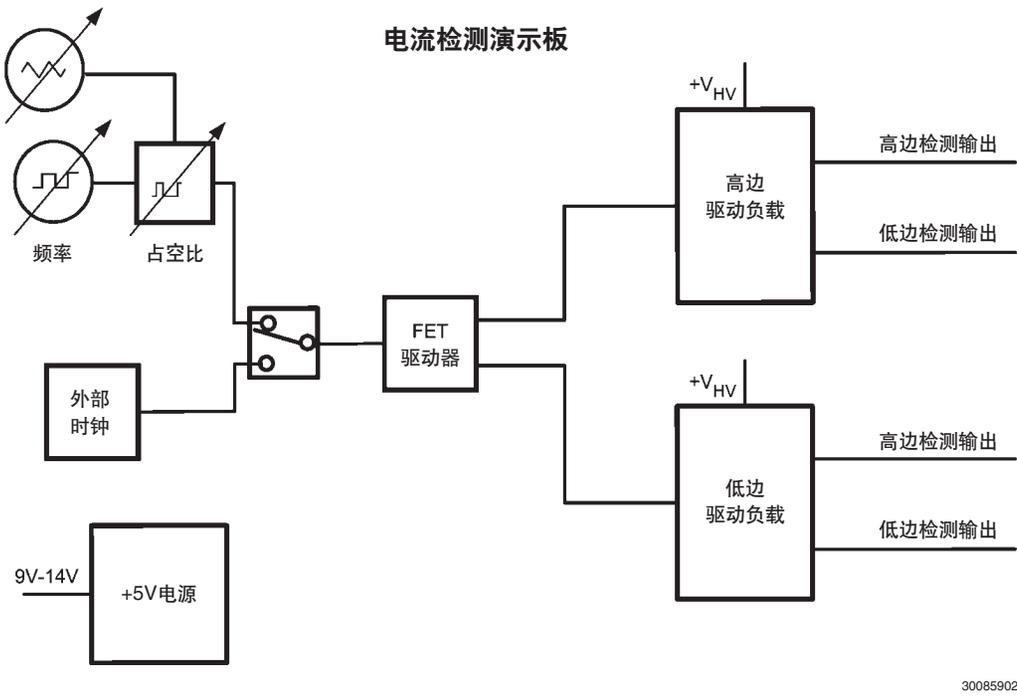


图2. 原理图

演示板工作条件

- 温度范围：0 °C ~85 °C
- 电源电压 (DC) : $9V \leq V_{\text{supply}} \leq 14V$
- 负载电源电压 (DC) (注释1) : $0V \leq V_{\text{HV}} \leq 60V$

注释1: 最大负载电源电压受限于安装在演示板上的电流检测放大器 U1、U3、U5和U7的最大输入电压范围。

注释2: 注意! 安装在演示板上的电感负载 (L_1 及 L_2) 是用于模拟接近特定目标应用的开关行为的折衷方案。该电感负载不能长时间地处理占比 >50%和负载供电电压>24V的负载条件。该负载条件将导致这些部件过热并有可能损坏这些部件。

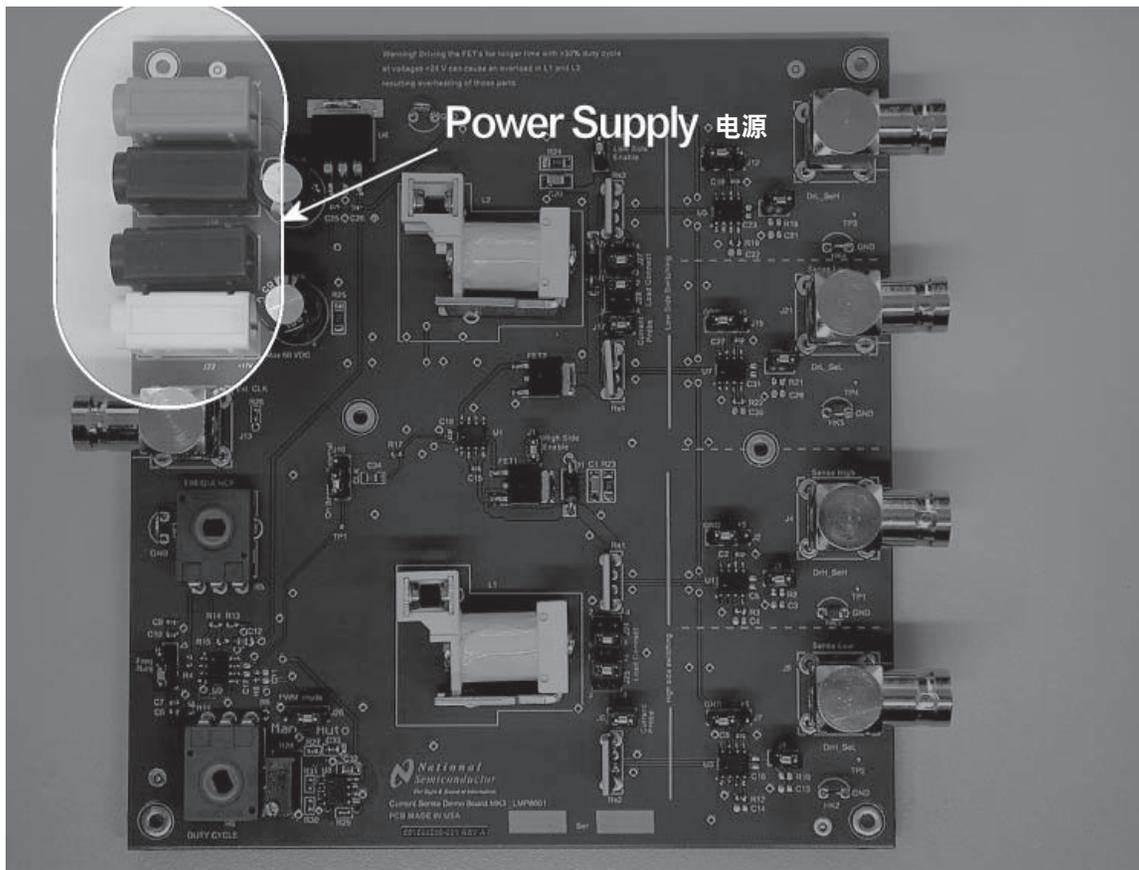
电流检测演示板电路说明

电流检测演示板的电源

该电流检测演示板需要两个电源电压: 一个电源电压 (标为+9~14V) 用于为板上振荡器、FET控制电路和板上 LMP8601器件供电。此电源电压应为 $9V \sim 14V_{\text{DC}}$ 。该电源的供电电流需要低于50 mA。

第二个供电电压 (标为+HV) 为开关负载供电。+HV电源的最大电压受限于安装在PCB上的电流检测器件。对于 LMP8601, 该电压的上限为60 VDC。

演示板上的两个负载电路可以分别开启。J1上的跳线可以实现高边开关负载电路。J11上的跳线可以实现低边开关负载电路。



30085904

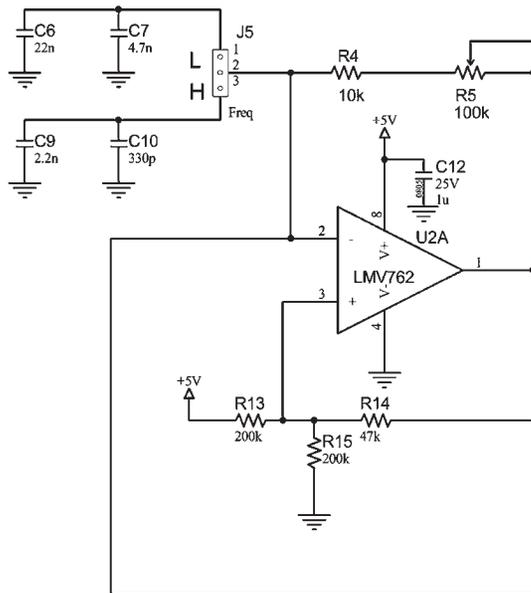
图3. 电源连接器和接头

板上振荡器

为了简化器件评估和电流检测放大器的工作验证，LMP8601电流检测放大器演示板配备了板上正弦振荡器。该振荡器用于驱动板上FET开关。图4示出了该板上振荡器电路的原理图。其频率范围可选为100Hz~1kHz（跳线J5置于引脚1-2）或1kHz~10kHz（跳线J5置于2-3）。可以利用R5在这些范围内调节频率。

频率范围
L from +/- 100 Hz to 1 kHz
H from +/- 1 kHz to 10 kHz

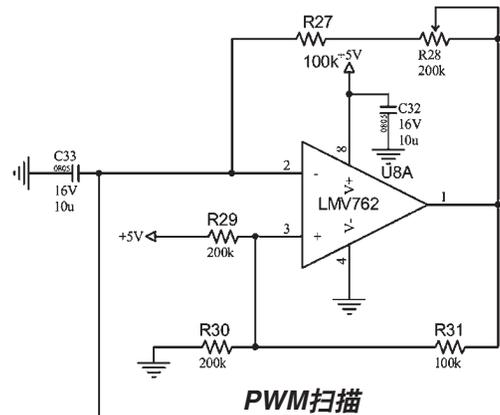
频率调节



该板上振荡器支持两种不同的工作模式：

- 稳定状态，其中FET变向的占空比受控于电位计R9（跳线J26置于引脚2-3）
- PWM模式，其中FET变向的占空比受控于板上振荡器（跳线J26置于引脚1-2），该振荡器从高到低再从低到高往复扫描占空比。

还可以通过J13选择向FET驱动器提供外部时钟。对于该操作模式，跳线J10必须置于引脚2-3。该信号的电平必须符合CMOS 5V逻辑电平。



占空比调节

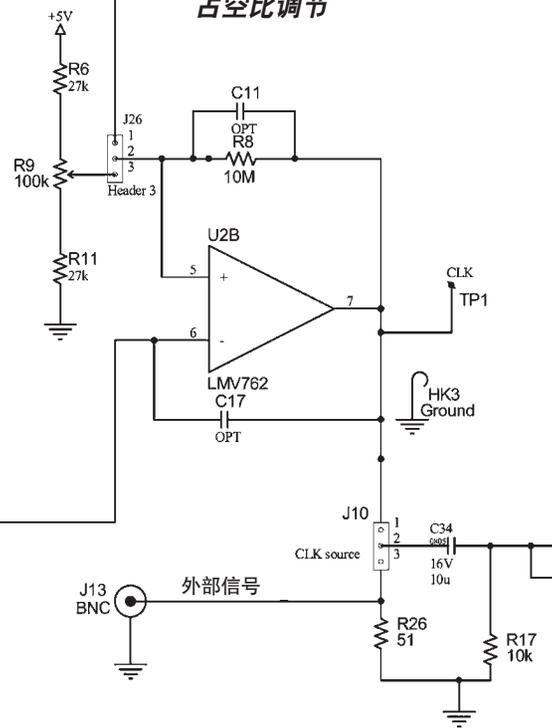
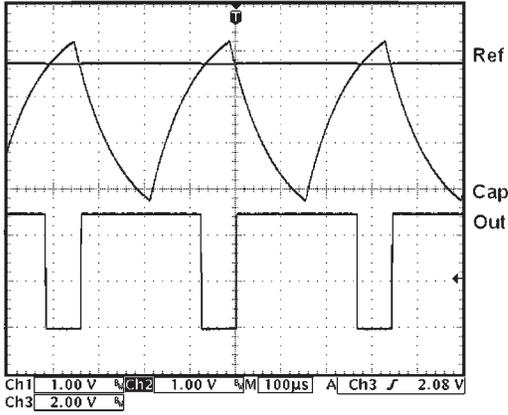


图4. 板上振荡器的原理图

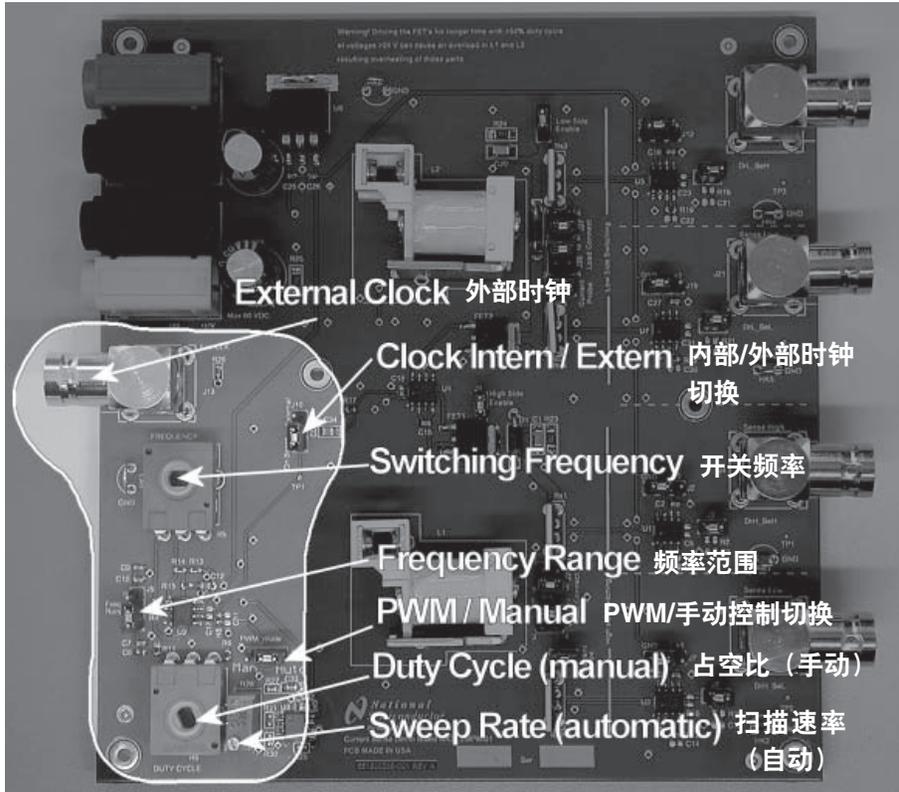
该板上振荡器是在U2周围构建的具有推挽输出的双LMV762低电压高精度比较器。该振荡器电路由U2A周围构建的一个非稳态多谐振荡器组成。该电路在U2A的输出端生成方波电压，并在电容的(-)输入端生成锯齿波。该电容电压（参见图5中的Cap）与比较器U2B中可调节的参考电压（参见图5中的Ref）进行比较。因此，通过改变比较器针脚的参考电压即可改变U2B输出波形的占空比。图5示出该电路的波形。



30085906

图5. 振荡器波形

板上振荡器控制位置



30085920

图6. 振荡器控制

第二个低频振荡器（U8A）产生自动脉宽调制器扫描功能。该电路的工作与上述关于U2A的振荡器的工作相同。

将跳线J26置于针脚1-2，控制U2B输出端占空比的U2B参考电压输入连接到C33。C33处的信号是随着低于1Hz的频率缓慢变化的锯齿波。因此在该配置中，振荡器的脉宽在约10%~90%之间自动地上下扫描。

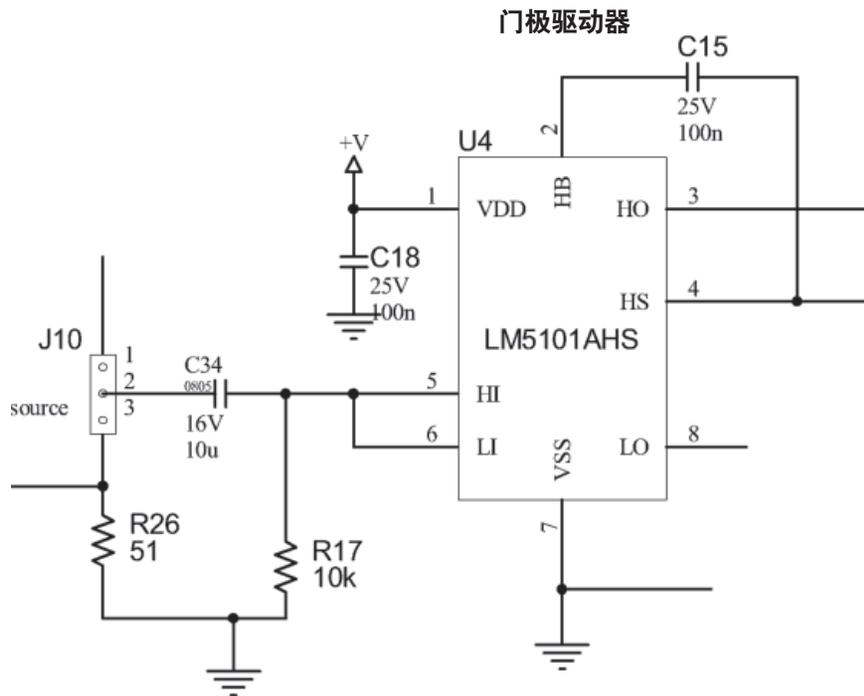
扫描速率受控于R28。

FET驱动器

板上FET的开关受控于LM5101 (U4)。该器件是设计用于在同步降压或半桥配置中驱动高边和低边N沟道MOSFET的高压门极驱动器。

当时钟信号意外由恒定“高”电平驱动时，驱动FET驱动器电路U4的网络C34、R17可提供保护。当+HV电压

高于25V时，可能会烧毁安装在PCB上的电感。利用稳定的“高”驱动信号，R17上的电压将衰减至低于FET驱动器U4的最小高输入电平，并且其输出将在FET截止时达到安全状态。



30085908

图7. FET驱动器电路

高边开关应用

该电流检测放大器演示板提供了两个电路应用实例，在这两个实例中通过FET开关负载。一个实例适用于负载接地且FET开关在负载供电端的应用。该电路中提供了两个电流检测电阻，它们连接到两个LMP8601放大器。一个电阻RS1位于负载的供电端，在FET的开关过程中该位置将出现很大的电压瞬变。另一个检测电阻RS2与负载的接地端串联连接。

选择安装在该演示板上的电感负载，以使波形在非常低的电流下与目标应用相匹配。对于高边开关电路，通过将接头J24和J25的针脚1-2之间的跳线取下，并将负载置于J24和J25的针脚2、3、4之间，可以连接板上负载。

该负载的阻抗必须保证所有的电流和电压处于安装在演示板上的各种部件（如FET、电容、检测电阻等）的安全标称范围内。

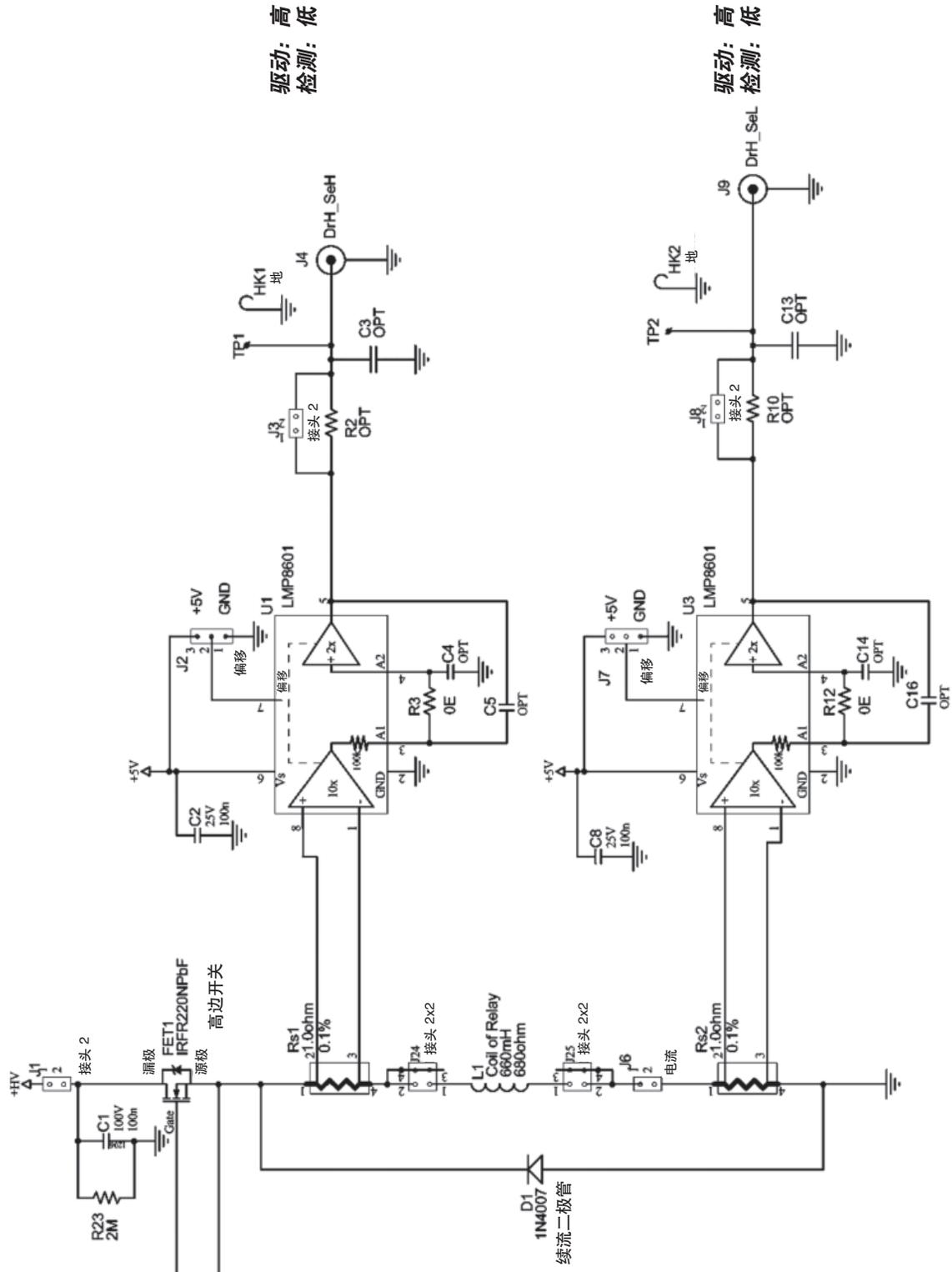
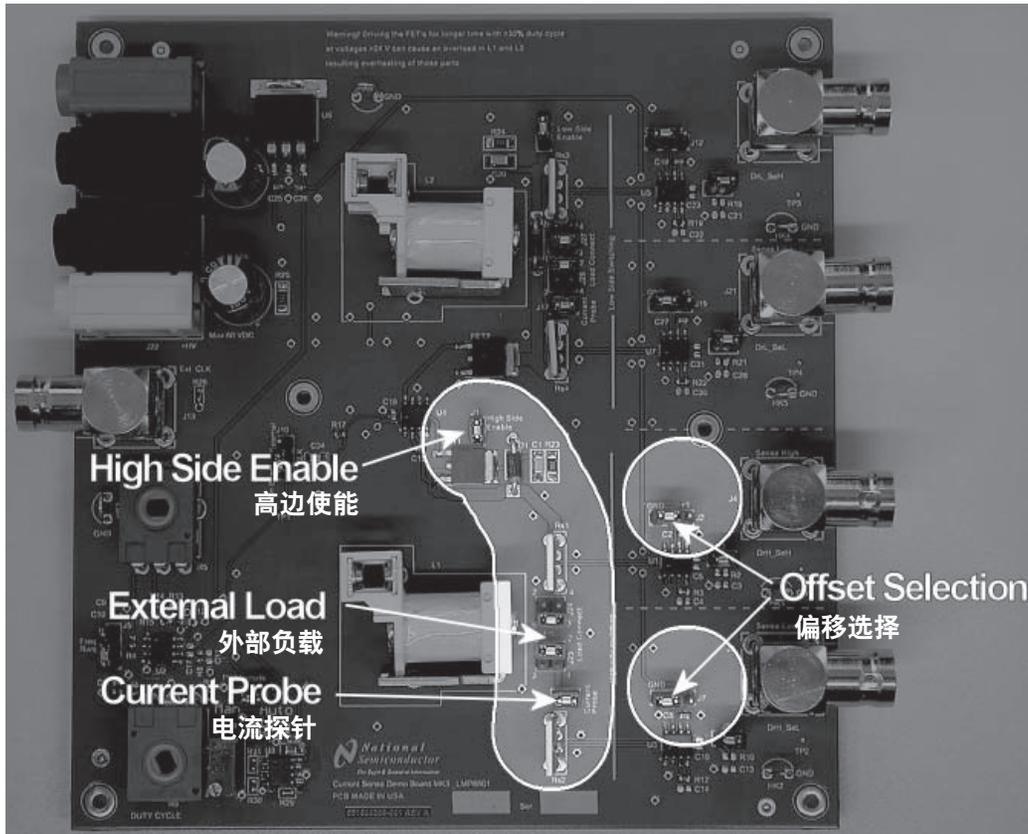


图8. 高边开关应用



30085921

图9. 用于高边开关应用的连接器和跳线

低边开关应用

在低边开关应用电路中，负载连接到+HV供电电压并且FET将负载的低边切换到GND。该电路提供了两个电流检测电阻，它们连接到两个LMP8601放大器。一个电阻RS3位于负载的供电端，另一电阻RS4位于负载的低边，在FET的开关过程中该位置将出现很大的电压瞬变。

选择安装在该演示板上的电感负载，以使波形在非常低的电流下与主要的目标应用相匹配。对于高边开关电路，通过将接头J27和J28的针脚1-2之间的跳线取下，并将负载置于J27和J28的针脚2、3、4之间，可以连接板上负载。

该负载的阻抗必须保证所有的电流和电压处于安装在演示板上的各种部件（如FET、电容、检测电阻等）的安全标称范围内。

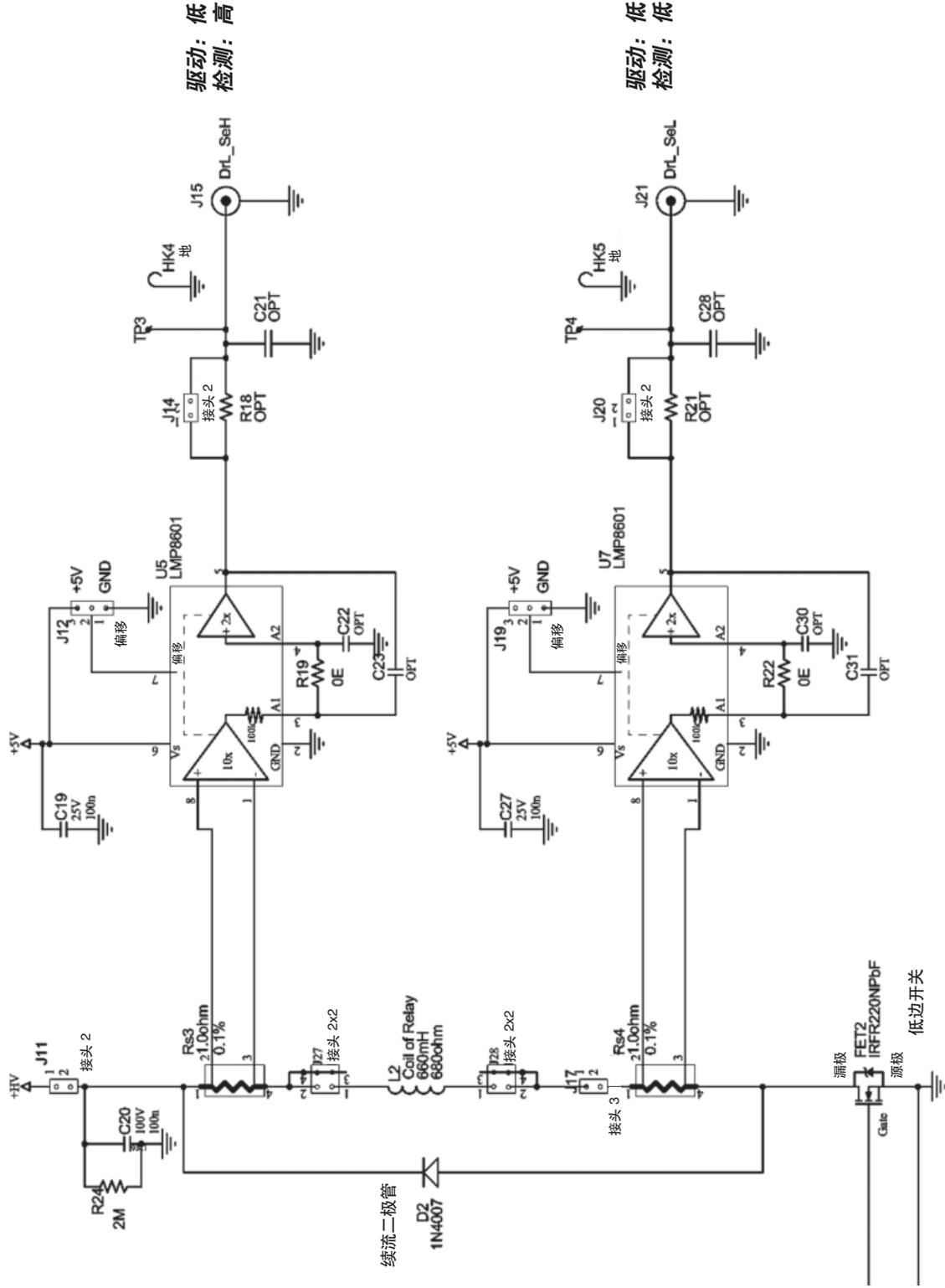
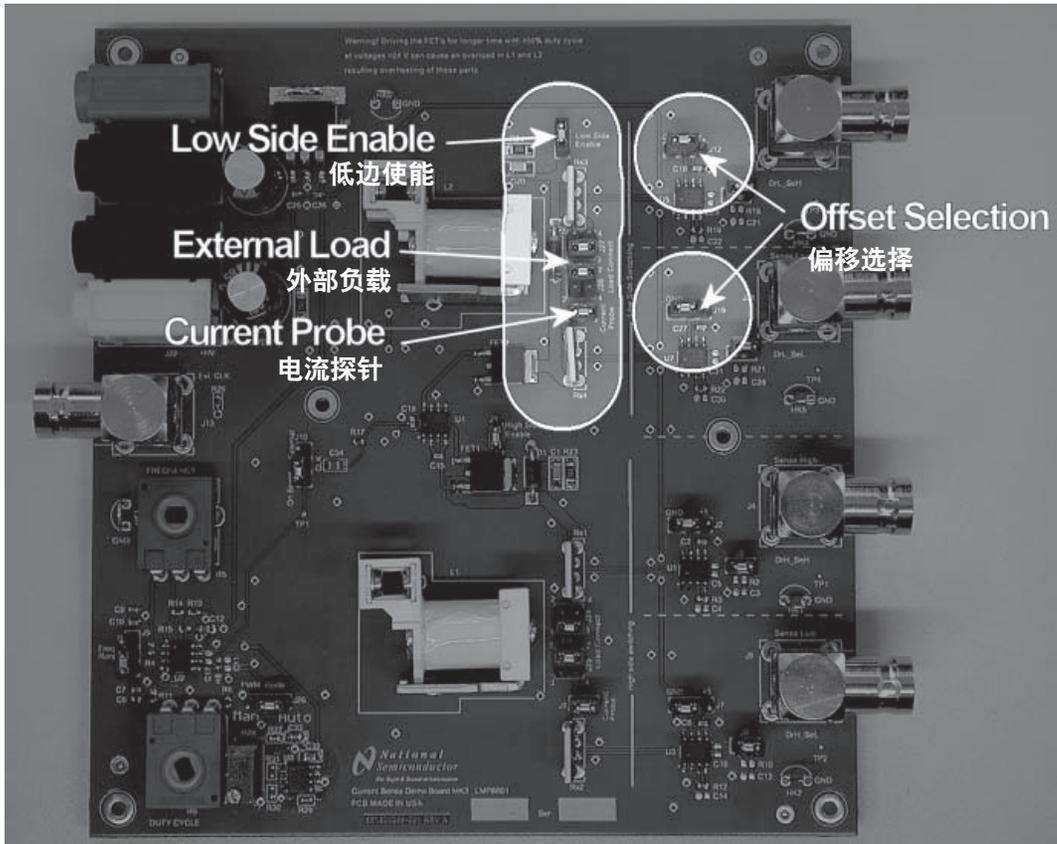


图10. 低边开关应用



30085922

图11. 用于低边开关应用的连接器和跳线

PCB布局图指南

本节提供了使用多种电源线和地线的PCB布局的通用实践指南。设计人员应注意，这些指南仅是“经验性”推荐，而实际结果应基于最终布局。

差分信号

通过使差分信号的走线相互接近并使其具有相同的长度，可保持这两个信号的耦合。两个差分信号线路中的所有

阻抗应保持相同。在这些差分信号线路之间不允许存在任何其它信号线路或地线。

电源和地

应使所有地线回路接近原始信号。

电流检测演示板的接头和连接器的说明

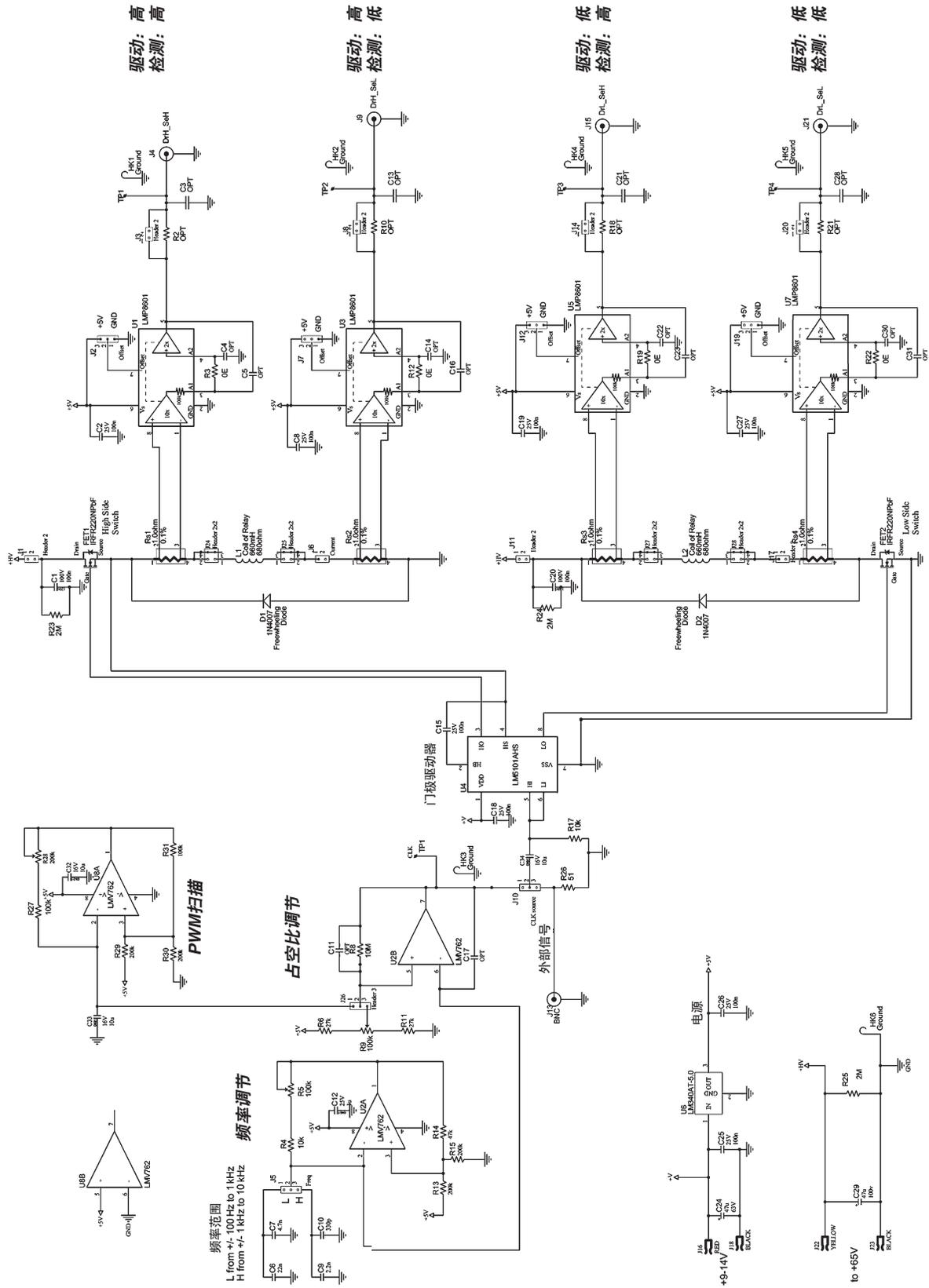
本电流检测演示板提供了许多用于连接测试设备和控制演示板设置的接头和连接器。如图12所示，在PCB上也通过

丝网印刷指明了由电流检测演示板（SOIC）上的跳线所控制的功能（括号中的名称是丝网印刷的）。

连接器和接头功能

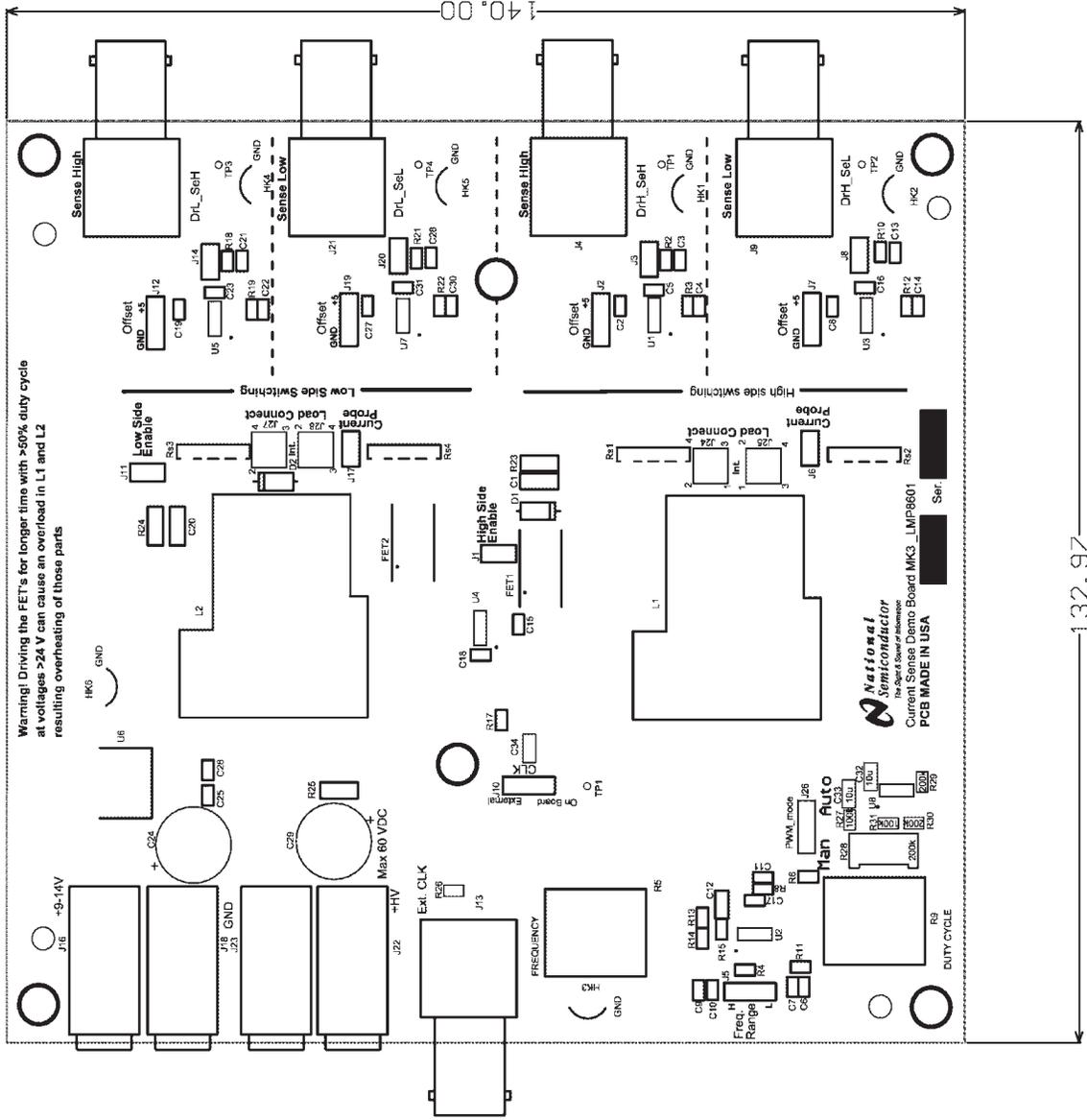
元件标识	功能或用途	注释
J1	使能高边开关负载	闭合接通
J2	偏移选择	1-2以地为基准（单向） 2-3中间轨偏移（双向）
J3	短接可选择的输出滤波器	通常短接
J4	输出信号高边检测	连接到示波器
J5	选择板上振荡器范围	1-2=100Hz~1kHz 2-3=1kHz~10kHz
J6	用于连接电流探针回路的接头	通常闭合。取下跳线以连接电流探针回路
J7	偏移选择	1-2以地为基准（单向） 2-3中间轨偏移（双向）
J8	短接可选择的输出滤波器	通常短接
J9	输出信号低边检测	连接到示波器
J10		
J11	使能低边开关负载	闭合接通
J12	偏移选择	1-2以地为基准（单向） 2-3中间轨偏移（双向）
J14	短接可选择的输出滤波器	通常短接
J15	输出信号高边检测	连接到示波器
J16	+V _{sup}	连接到+9 ~ +14V电源
J17	用于连接电流探针回路的接头	通常闭合。取下跳线以连接电流探针回路
J18	GND (V _{sup})	连接到-9 ~ +14V 电源负端
J19	偏移选择	1-2以地为基准（单向） 2-3中间轨偏移（双向）
J20	短接可选择的输出滤波器	通常短接
J21	输出信号低边检测	连接到示波器
J22	+ (V _{HV})	连接到+负载电源
J23	GND (V _{HV})	连接到-负载电源
J24、J25	负载连接，高边开关	1-2使用片上负载 2、3、4之间使用外部负载
J26	PWM选择	1-2 PWM模式 2-3手动占空比控制
J27、J28	负载连接，低边开关	1-2使用片上负载 2、3、4之间使用外部负载

原理图



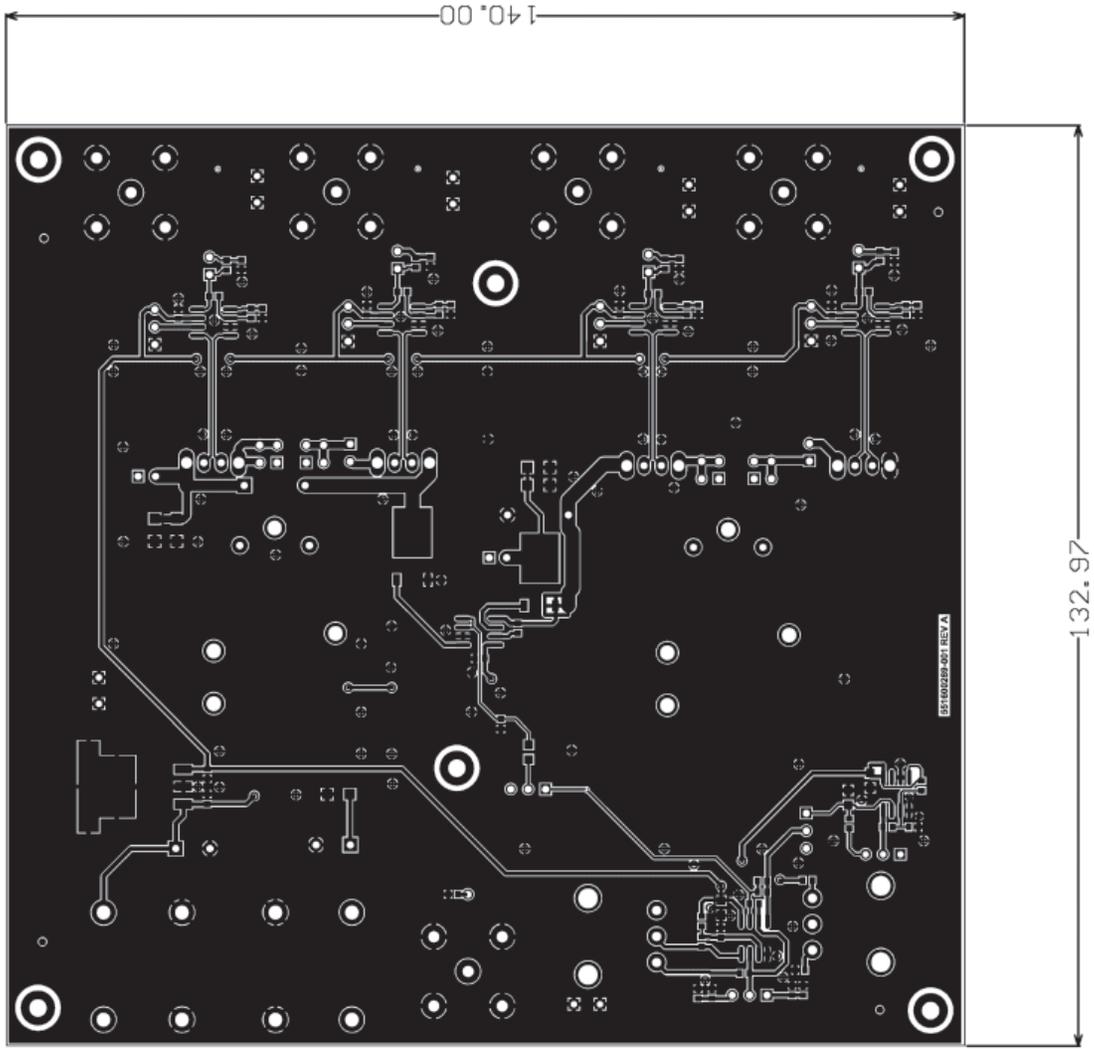
559898006

版图



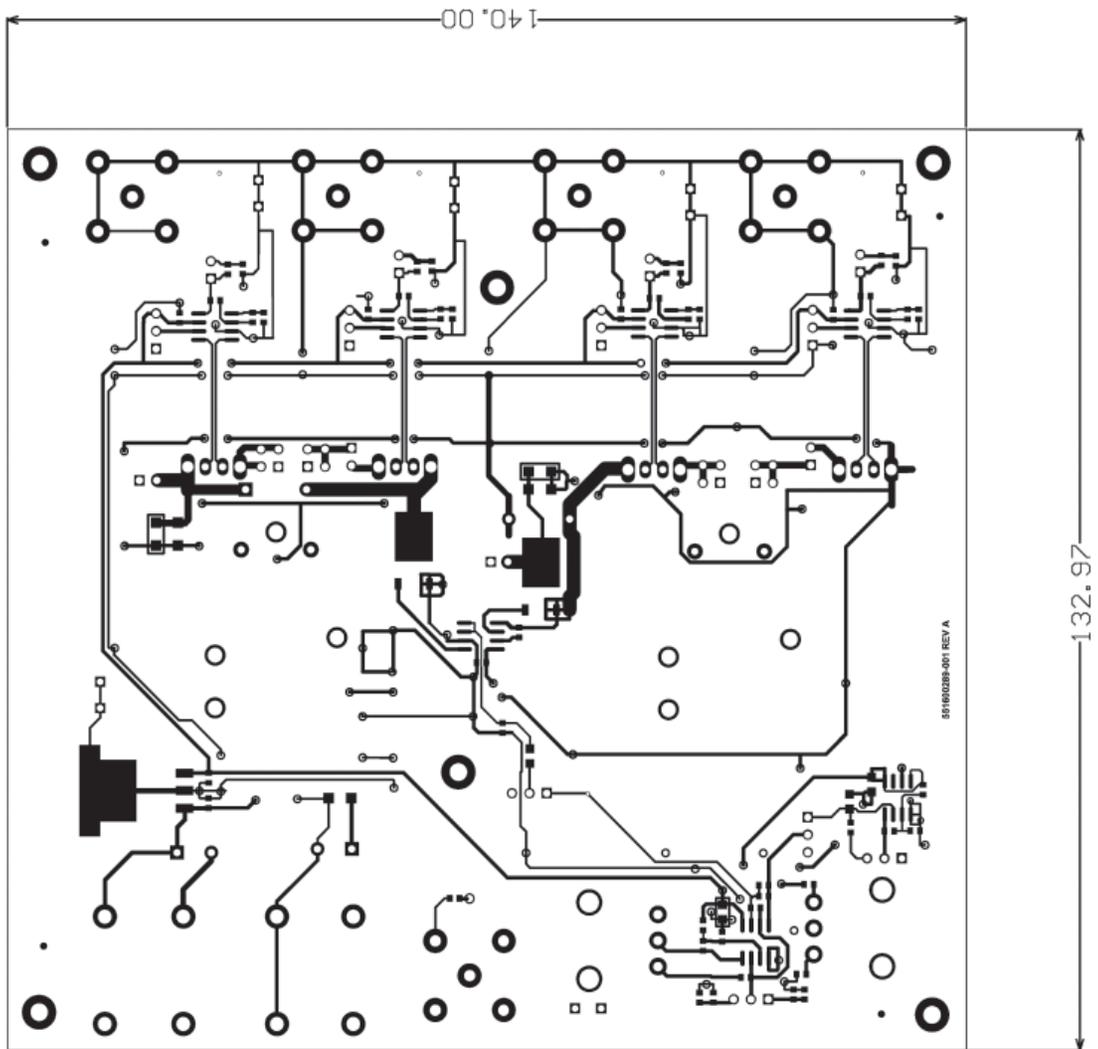
30085950

图12. 布局, 丝网印刷



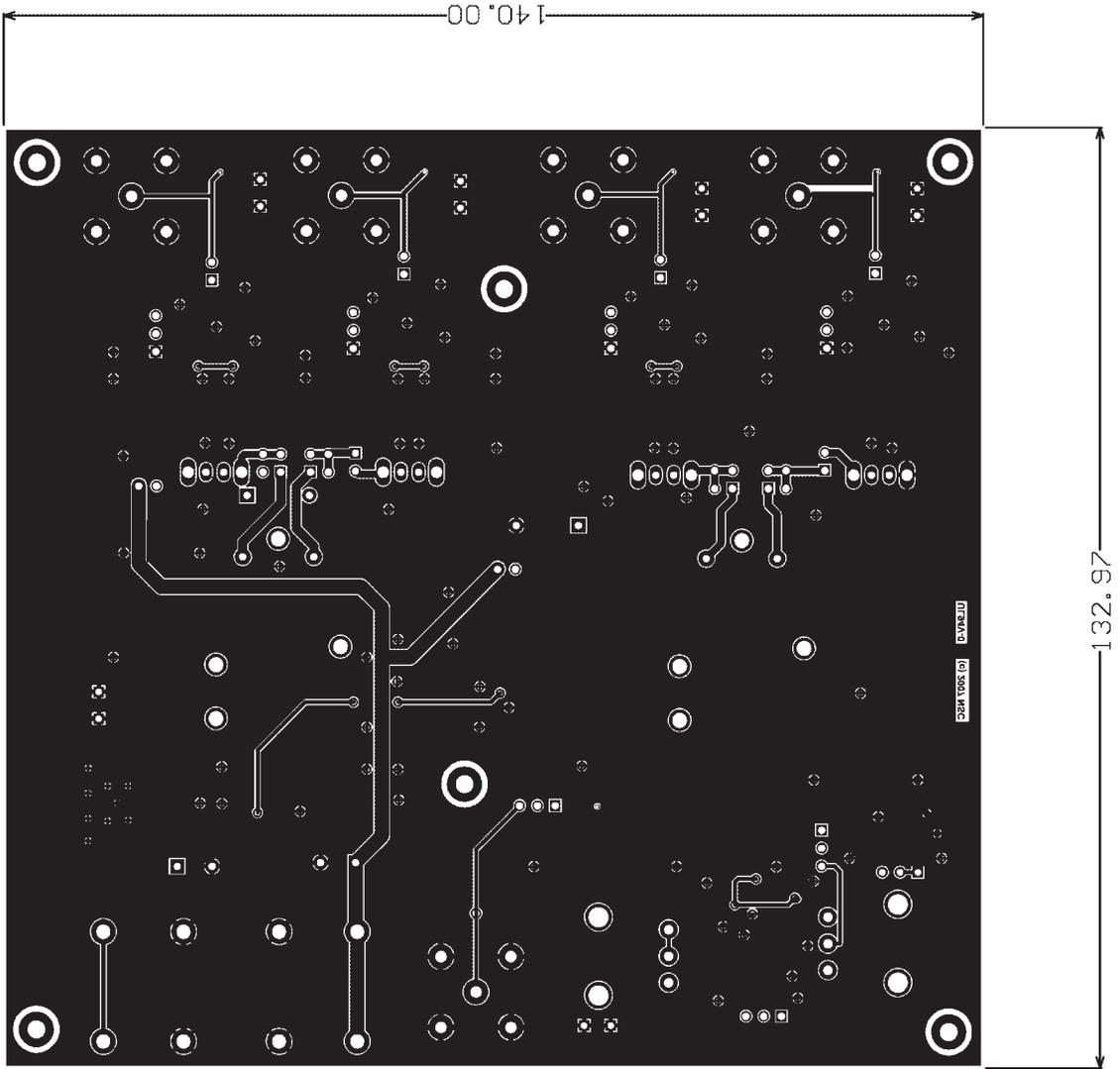
30085952

图13. 布局, 顶层



30085956

图14. 布局, 顶层, 线路未灌铜



30085954

图15. 布局, 底层

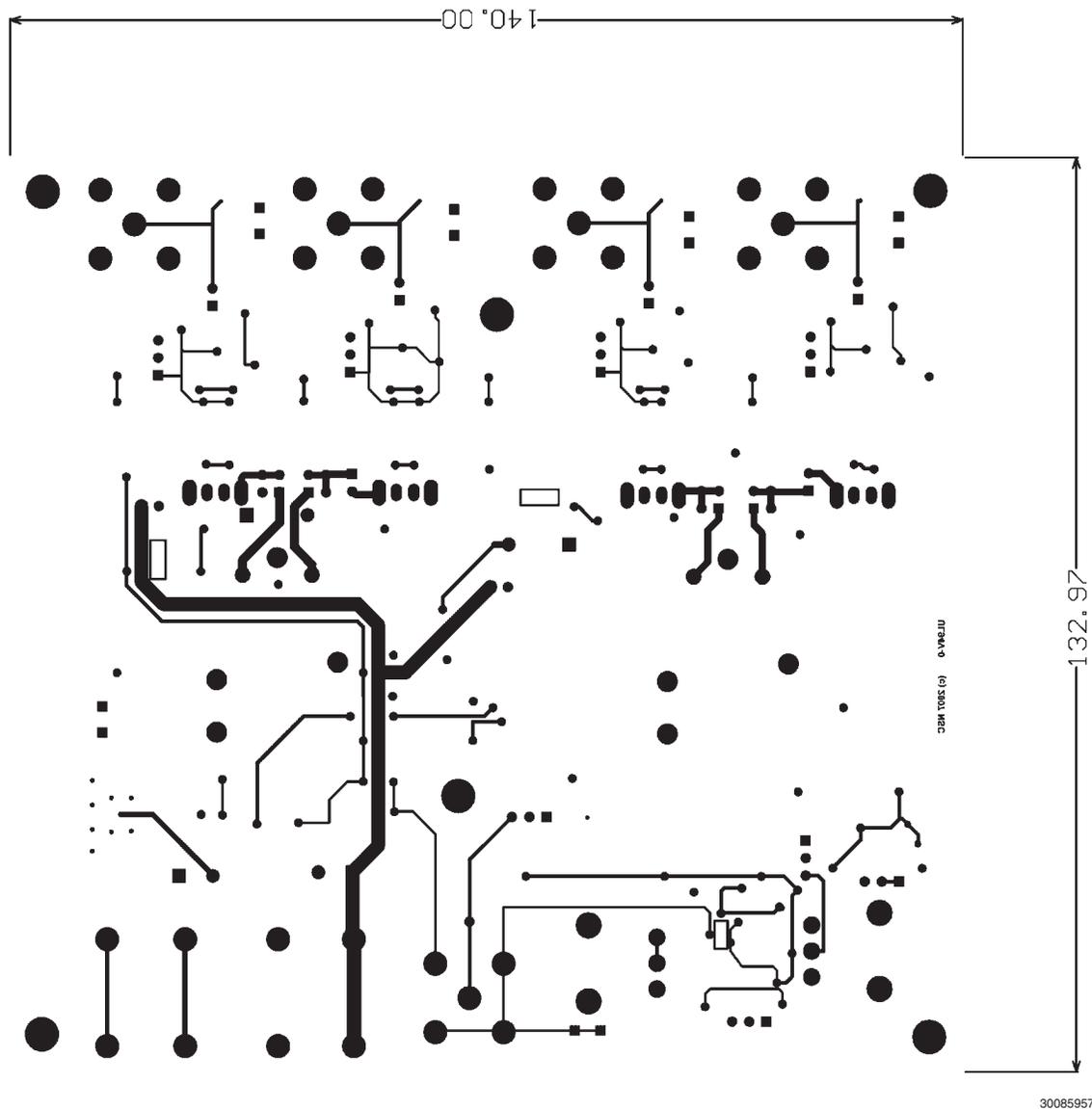


图16. 布局, 底层, 线路未灌铜

注释

注释

欲了解有关美国国家半导体公司的产品和验证设计工具的更多信息，请访问以下站点：

产品		设计支持工具	
放大器	www.national.com/amplifiers	WEBENCH®设计工具	www.national.com/webench
音频	www.national.com/audio	应用注解	www.national.com/appnotes
时钟及定时	www.national.com/timing	参考设计	www.national.com/refdesigns
数据转换器	www.national.com/adc	索取样片	www.national.com/samples
接口	www.national.com/interface	评估板	www.national.com/evalboards
LVDS	www.national.com/lvds	封装	www.national.com/packaging
电源管理	www.national.com/power	绿色公约	www.national.com/quality/green
开关稳压器	www.national.com/switchers	分销商	www.national.com/contacts
LDO	www.national.com/lldo	质量网络	www.national.com/quality
LED照明	www.national.com/led	反馈及支持	www.national.com/feedback
电压参考	www.national.com/vref	简易设计步骤	www.national.com/easy
PowerWise®解决方案	www.national.com/powerwise	解决方案	www.national.com/solutions
串行数字接口 (SDI)	www.national.com/sdi	军事/宇航	www.national.com/milaero
温度传感器	www.national.com/tempsensors	SolarMagic™	www.national.com/solarmagic
无线通信解决方案 (PLL/ VCO)	www.national.com/wireless	PowerWise®设计培训	www.national.com/training

本文内容是关于美国国家半导体公司 (NATIONAL) 产品的。美国国家半导体公司对本文内容的准确性与完整性不作任何表示且不承担任何法律责任。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。本文没有明示或暗示地以禁止反言或其他任何方式，授予过任何知识产权许可。

美国国家半导体公司按照其认为必要的程度执行产品测试及其它质量控制以支持产品质量保证。没有必要对每个产品执行政府规定范围外的所有参数测试。美国国家半导体公司没有责任提供应用帮助或者购买者产品设计。购买者对其使用美国国家半导体公司的部件的产品和应用承担责任。在使用和分销包含美国国家半导体公司的部件的任何产品之前，购买者应提供充分的设计、测试及操作安全保障。

除非有有关该产品的销售条款规定，否则美国国家半导体公司不承担任何由此引出的任何责任，也不承认任何有关该产品销售权与/或者产品使用权的明示或暗示的授权，其中包括以特殊目的、以营利为目的的授权，或者对专利权、版权、或其他知识产权的侵害。

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：

生命支持设备或系统指：(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) 支持或维持生命的设备或系统，其在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。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或系统失效，或影响生命支持设备或系统的安全性或效力的任何部件。

National Semiconductor和National Semiconductor标志均为美国国家半导体公司的注册商标。其他品牌或产品名称均为有关公司所拥有的商标或注册商标。

美国国家半导体公司2009版权所有。

欲了解最新的产品信息，请访问公司网站：www.national.com。

 National Semiconductor
Americas Technical
Support Center
Email: support@nsc.com
Tel: 1-800-272-9959

National Semiconductor
Europe Technical Support Center
Email: europe.support@nsc.com

National Semiconductor
Asia Pacific Technical
Support Center
Email: ap.support@nsc.com

National Semiconductor
Japan Technical Support Center
Email: jpn.feedback@nsc.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