

# LM49151

***Application Note 1964 LM49151 Demonstration Board and Software Guide***



Literature Number: ZHCA379

# LM49151演示板与软件指南

美国国家半导体公司  
应用注释1964  
Kashif Javaid  
2009年5月13日



## 简介

国家半导体公司音频产品部门提供完整的评估板帮助用户研究和评估LM49151的性能。参见图1所示。连接外部电源(2.7V~5V)，信号源和I<sup>2</sup>C主机控制器时，LM49151演示板可以很容易的演示放大器的特性。另外，GUI提供LM49151的I<sup>2</sup>C设置和特性的简单评估。

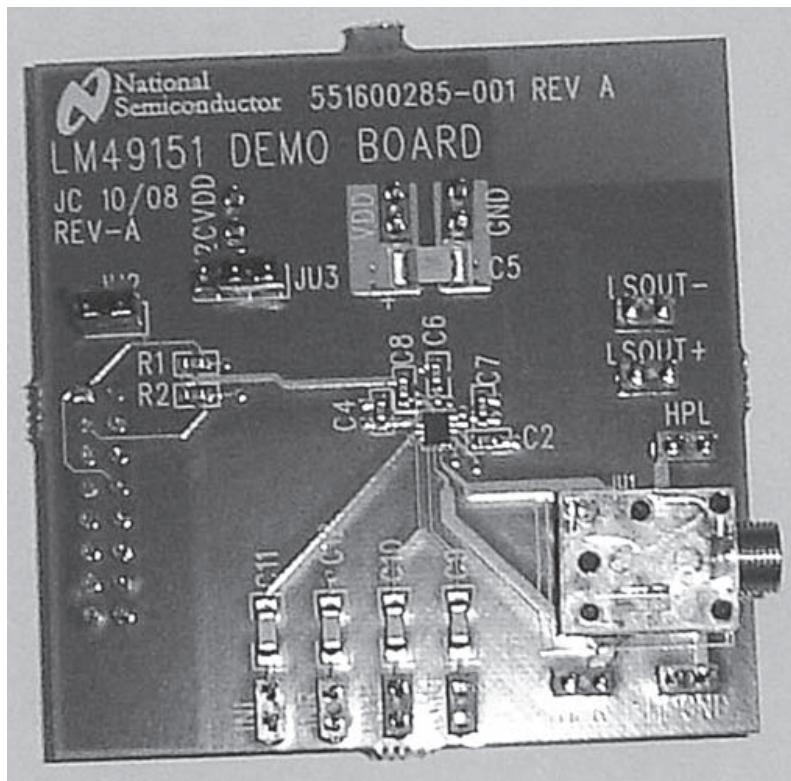
## 快速启动指南

- 1) I<sup>2</sup>C信号发生USB板X4连接到LM49151演示板的J2端子。
- 2) 安装LM49151的I<sup>2</sup>C界面软件。
- 3) 2.7V~5.5V电源正端输出和地分别接到板子的“V<sub>DD</sub>”和“GND”引脚。
- 4) 在标有INM+、INM-或/和INL、INR的端子上分别加单通道差分或/和两个单端信号。

5) A)对于D类扬声器输出，扬声器或者负载( $\geq 4\Omega$ )加在LSOUT+和LSOUT-端子上(测量时需要低通滤波器)。

B)对于耳机输出，连接耳机输出插座或者HPR、HPL端子引脚。

运行LM49151的I<sup>2</sup>C界面软件，选择模式1为扬声器，模式8为耳机，设定0dB声音增益和GUI上的上电选项。



30095917

图1 LM49151演示板

## 概述

LM49151是用于诸如手机等便携式应用的全集成音频子系统。LM49151单芯片包括1.25W E<sup>2</sup>S的单声道D类放大器，125mW AB类耳机驱动器，42mW/通道 接地参考的立体声头戴式耳机驱动器，音量控制器、输入混频器/多路切换器以及扬声器保护。LM49151 D类扬声器放大器采用了国家半导体独特的自动电平控制(ALC)特性，这种特性提供了通过I<sup>2</sup>C编程的带Clip控制的no-Clip特性和扬声器保护。E<sup>2</sup>S（增强版放射抑制）D类放大器采用已注册专利的超低电磁干扰脉冲宽度调制(PWM)架构，可大幅减少射频信号的辐射量，同时保证音频的质量和效率，在5V供电电源时，1.25W加在<1% THD+N的8Ω负载上。42mW/通道的耳机驱动器采用了国家半导体的地参考结构，这种结构从单电源中建立了地-参考输出，于是不再使用体积大而又昂贵的隔直电容，节约了面积，降低了系统成本。LM49151具有扬声器和耳机输入的独立音量控制的特征。模式选择，关机控制与音量增益通过I<sup>2</sup>C兼容软件控制。LM49151出众的click与pop抑制消除了电源上电/下电和关机过程的噪声影响。

## 工作条件

- 温度范围  $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$
- 供电电压 ( $V_{\text{DD}}$ )  $2.7\text{V} \leq V_{\text{DD}} \leq 5.5\text{V}$
- 供电电压( $I^2\text{CV}_{\text{DD}}$ )  $I^2\text{CV}_{\text{DD}} \leq V_{\text{DD}}$

## 板子特性

LM49151演示板提供了所有的必需连接用于接入供电电压和音频输入信号，这些连接都是使用100mil的端子。D类放大器输出也连接到100mil的端子上。AB类头戴式耳机放大器音频信号从立体声耳机插座或100mil的端子上输出。演示板还包括I<sup>2</sup>C信号发生板和易于使用的GUI界面软件。拥有这个板子和软件，用户能够容易的控制LM49151的不同特性。

## 原理图

图2是LM49151演示板的原理图。参考表1列出的端子及其功能。

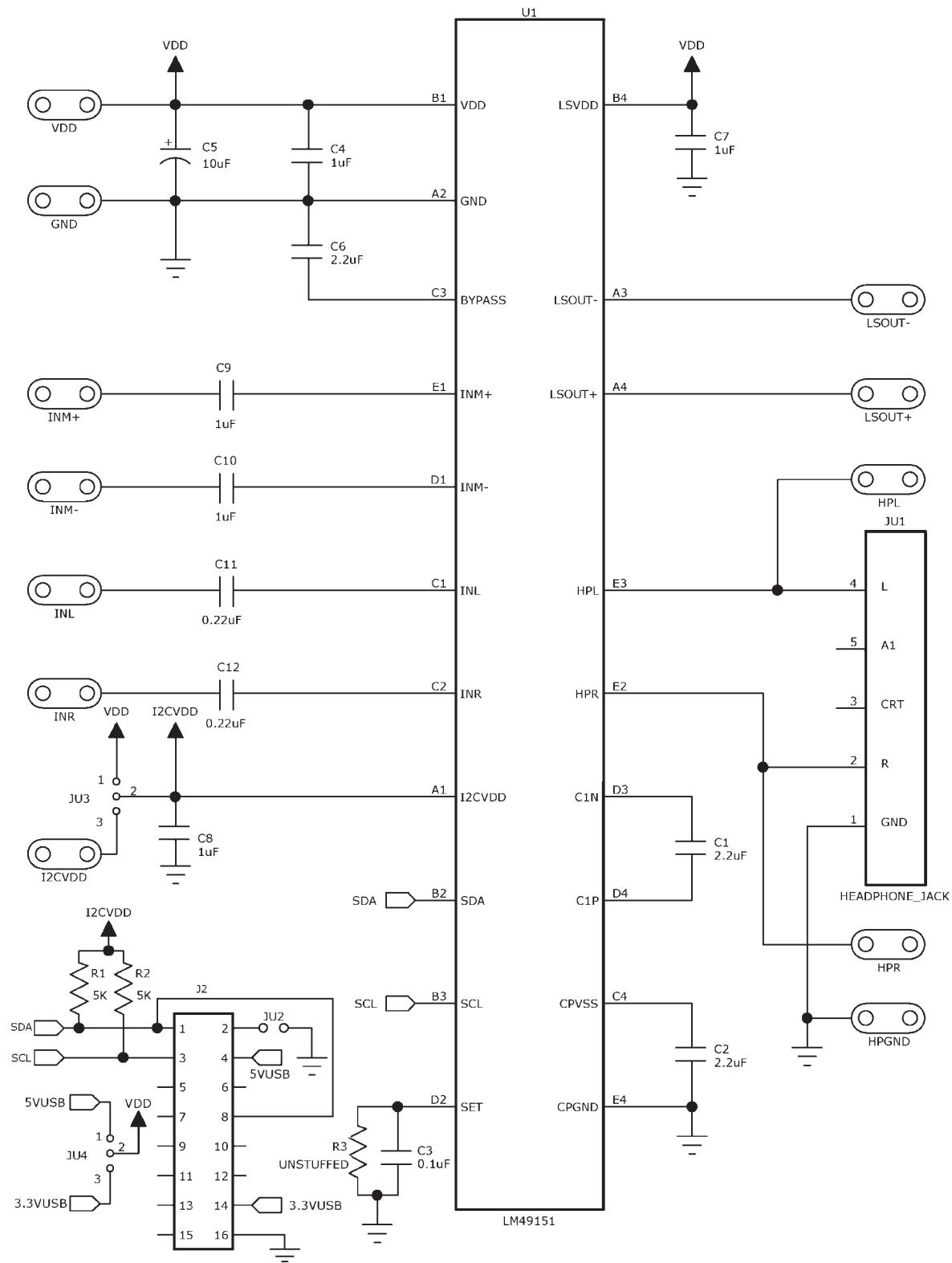


图2 LM49151演示板原理图

30095915

## 连接

LM49151演示板通过板上100mil的端子和外部连接。不同端子的功能如表1所列。

表1.

端子/跳线描述	功能/用途
V <sub>DD</sub> , GND	电源连接。外部电源的正端连接到V <sub>DD</sub> , 电源的地连接到GND端子引脚。
I <sup>2</sup> C V <sub>DD</sub>	如果使用外部I <sup>2</sup> C供电电压, 电源的正向电压连接到I <sup>2</sup> C V <sub>DD</sub> 端子引脚, 电源的地连接到标有GND的端子引脚。如果不使用外部电源, 悬空这个端子引脚。
INM+和INM-	这些端子提供用于单输入的差分音频输入信号的连接
INL和INR	这些端子提供立体声单端左右通道输入的连接
LSOUT-和 LOUST+	这些端子提供D类扬声器输出的连接。大于4Ω的负载可以连接到这个端子（测量时需要低通滤波器）
HPL和HPR	这些端子提供头戴式耳机输出的连接。大于16Ω的负载可以加在这个端子上。
JU1	0.125" 立体声耳机插座。左声道在T端, 右声道在R端, 地在S端。
JU2	连接USB板上的地到LM49151演示板的地
JU3	I <sup>2</sup> C的电源电压作为I <sup>2</sup> C V <sub>DD</sub> 引脚的电压源
JU4(仅使用于B板本)	这3个引脚通过USB板提供电源电压。可以选择5V或者3.3V的电压。只有V <sub>DD</sub> 和GND上没有接入外部电压时使用这些端子。

## 上电顺序

LM49151使用两个供电电压， $V_{DD}$ 给D类功率放大器和AB类耳机放大器供电。 $I^2CV_{DD}$ 给数字控制电路（音量，关机，ALC等）供电。如果使用两个独立的电源且确保正确的功能，应该先上 $I^2CV_{DD}$ 电源，再上 $V_{DD}$ 电源。芯片上电时，关机有效、音量控制设置为最低和ALC（自动电平控制）关闭。

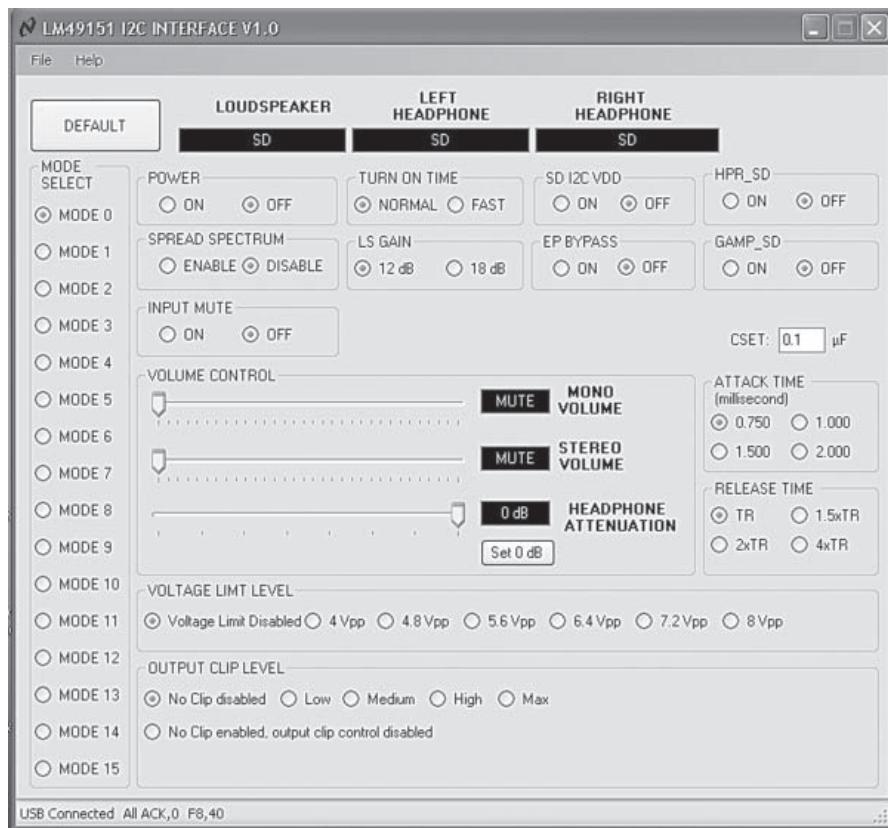
## $I^2C$ 界面GUI软件

$I^2C$ 信号发生USB接口板和LM49151 GUI软件一起产生由 $I^2C$ 控制数据交换的地址字节和数据字节（参见图3）。使用

$I^2C$ 信号发生USB接口板，请将此插入PC的USB端口（在笔记本电脑或者台式电脑上）。软件内有安装程序。请参见下一节的软件安装指南。

## 软件安装指令（Windows 2000/NT/XP）

- 1) 解压LM49151 setup.zip文件到某个指定文件夹
- 2) 在指定的文件夹下运行LM49151 setup.msi。（如果被问安装微软framework2.0，请先执行；需要网络连接）
- 3) 安装开始LM49151控制软件



30095914

图3 LM49151  $I^2C$ 界面GUI软件

## 布线指南

将电源，地和所有输出的走线阻抗降到最低以得到最佳的性能。LM49151与负载间由于走线阻抗引起的电压降将导致输出功率和效率的降低。供电电源（ $V_{DD}$ ）与LM49151的地（GND）之间的走线阻抗，与调节性能差的电源，增加的纹波，减少的峰值输出功率有相同的效果。电源输入和放大器的输出使用宽线将由走线阻抗带来的损耗降低到最低，使用宽线也提供芯片散热。正确的接地改善音频性能，将通道之间的交互干扰降到最低，阻止开关噪音干扰音频信号。推荐使用电源和地层的设计。当对LM49151不同的地布线时

应考虑如下推荐。参考演示板原理图得到相应的元件编号。 $AV_{DD}$ 的旁路电容（C4, C5）， $LSV_{DD}$ 的旁路电容（C7）的地应该通过地层接地到GND引脚。 $CPV_{SS}$ 的旁路电容（C4）的地应该通过宽线接到或者地层到CPGND引脚。头戴式耳机的地应该通过独立的走线接地。这样可以防止电荷泵的来的噪音注入到电源和输出。所有的数字元件和数字信号走线应与模拟元件和走线尽可能的远。不要在PCB的同一层并行走数字和模拟线。

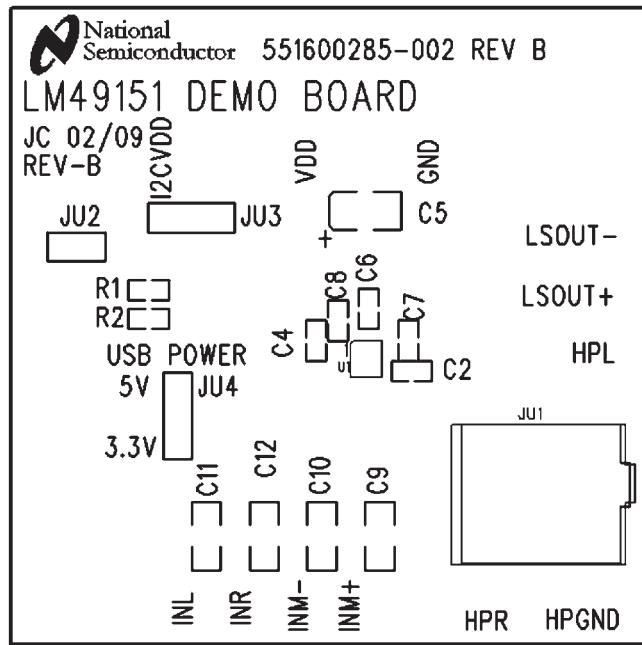
## 物料清单

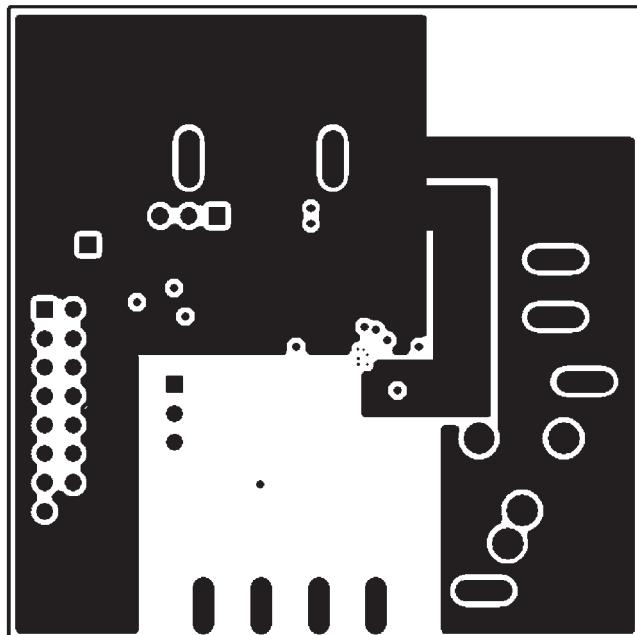
标号	数量	元件类型	数值	供应商	型号
U1	1	单通道D类音频子系统，具有耳机驱动器，接地参考的头戴式耳机驱动器和扬声器保护功能		NSC	LM49151TL
C1, C2, C6	3	CAP CERAMIC 2.2UF 10V X5R 10% 0603	2.2μF	Panasonic	ECJ-1VB1A225K
C3	1	CAP CERAMIC .1UF 50V X7R 10% 0603	0.1μF	Panasonic	ECJ-1VB1H104K
C4, C7, C8	3	CAP 1.0UF 16V CERAMIC X5R 10% 0603	1μF	Panasonic	ECJ-1VB1C105K
C9, C10	2	CAP 1UF 16V CERAMIC X7R 10% 1206	1μF	Panasonic	ECJ-3YB1C105K
C11, C12	2	CAP .22UF 16V CERAMIC X7R 10% 1206	0.22μF	Panasonic	ECJ-3VB1C224K
C5	1	CAP TANT LOESR 10UF 16V 10% SMD	10μF	AVX	TPSB106K016R0800
R1, R2	2	5K 0.05 1/10W Thick Film SMT RES_0603_CHIP	5K	Vishay	CRCW06035R1KJNEA
		Alt: RES 5.1K OHM 1/10W 5% 0603 SMD			Alt: CRCW06035K10JNEA
JU1	1	5-Pole CONN JACK STEREO 3.5MM HORIZON		Switch Craft	35RAPC4BH3
J2	1	CONN SOCKET PCB VERT 16POS .1", Bottom Mount		3M	8516-4500PL
GND, HPGND, HPL, HPR, I2CVDD, INL, INM-, INM+, INR, JU2, LSOUT-, LSOUT+, VDD	13	CONN HEADER VERT .100 2POS 30AU		AMP	87220-2
JU3, JU4	2	CONN HEADER VERT .100 3POS 30AU		AMP	87220-3
JU2_SH, JU3_SH	2	Jumper Shunt w/ handle, 30uin gold plated, 0.100" pitch		Tyco/AMP	881545-2

## 评估板PCB布线

图4到图9显示了LM49151四层演示板的不同层。图4是上层丝印层，显示了元件位置。图5是上层。图6为上面内

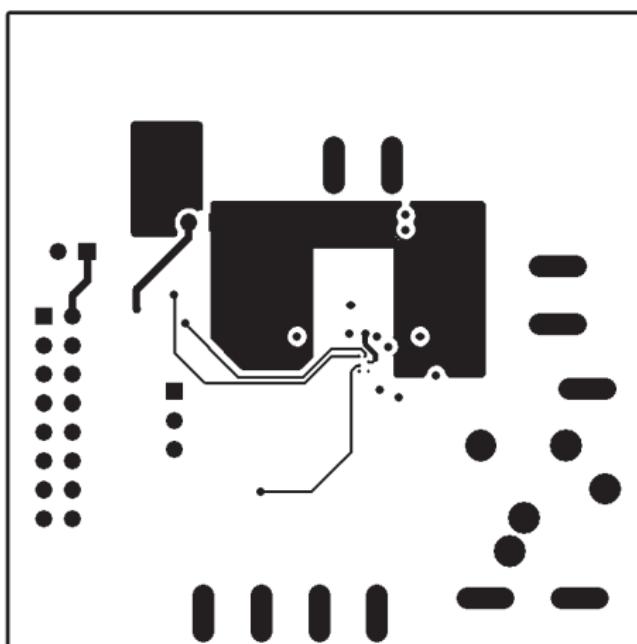
层。图7是下面内层。图9是下层。图9是下层丝印层并显示其余元件的位置。





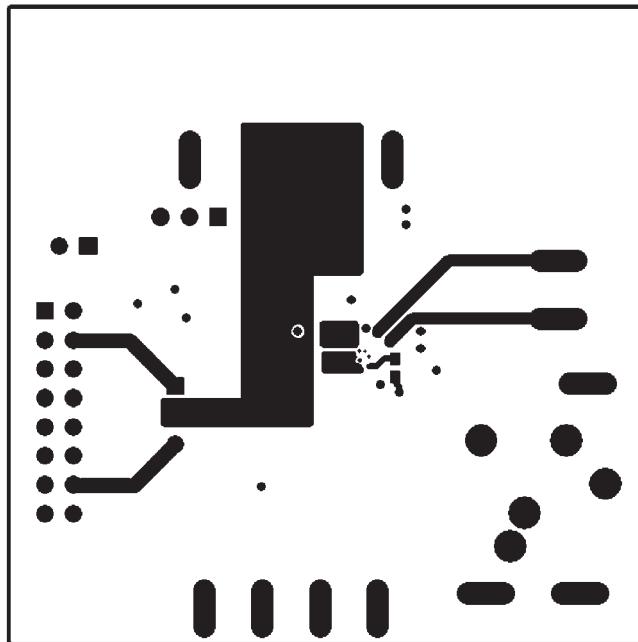
30095961

图6 上面中间层 (显示为2.6倍实际尺寸)



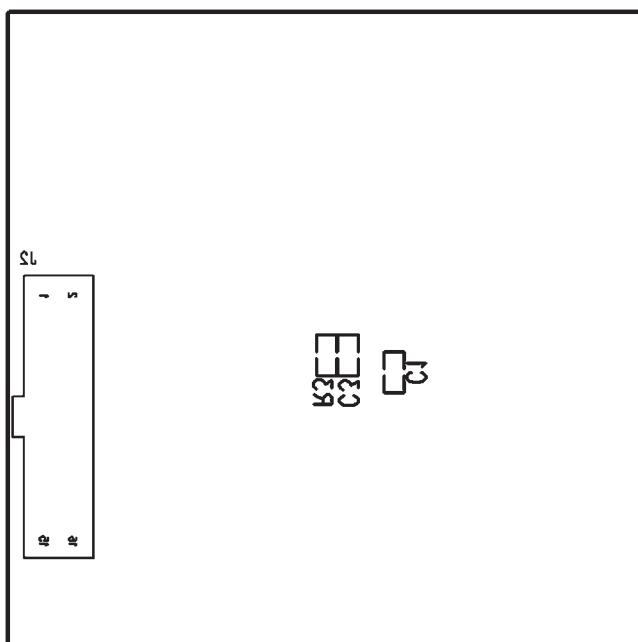
30095916

图7 下面中间层 (显示为2.6倍实际尺寸)



30095912

图8 下层 (显示为2.6倍实际尺寸)



30095913

图9 下层丝印层 (显示为2.6倍实际尺寸)

## 版本历史

版本	时间	描述
1.0	09年5月13日	首次网上发布

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

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](http://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联的风险，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，但他们将独自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，并且独自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 <a href="http://www.ti.com.cn/audio">www.ti.com.cn/audio</a>	通信与电信 <a href="http://www.ti.com.cn/telecom">www.ti.com.cn/telecom</a>
放大器和线性器件 <a href="http://www.ti.com.cn/amplifiers">www.ti.com.cn/amplifiers</a>	计算机及周边 <a href="http://www.ti.com.cn/computer">www.ti.com.cn/computer</a>
数据转换器 <a href="http://www.ti.com.cn/dataconverters">www.ti.com.cn/dataconverters</a>	消费电子 <a href="http://www.ti.com/consumer-apps">www.ti.com/consumer-apps</a>
DLP® 产品 <a href="http://www.dlp.com">www.dlp.com</a>	能源 <a href="http://www.ti.com/energy">www.ti.com/energy</a>
DSP - 数字信号处理器 <a href="http://www.ti.com.cn/dsp">www.ti.com.cn/dsp</a>	工业应用 <a href="http://www.ti.com.cn/industrial">www.ti.com.cn/industrial</a>
时钟和计时器 <a href="http://www.ti.com.cn/clockandtimers">www.ti.com.cn/clockandtimers</a>	医疗电子 <a href="http://www.ti.com.cn/medical">www.ti.com.cn/medical</a>
接口 <a href="http://www.ti.com.cn/interface">www.ti.com.cn/interface</a>	安防应用 <a href="http://www.ti.com.cn/security">www.ti.com.cn/security</a>
逻辑 <a href="http://www.ti.com.cn/logic">www.ti.com.cn/logic</a>	汽车电子 <a href="http://www.ti.com.cn/automotive">www.ti.com.cn/automotive</a>
电源管理 <a href="http://www.ti.com.cn/power">www.ti.com.cn/power</a>	视频和影像 <a href="http://www.ti.com.cn/video">www.ti.com.cn/video</a>
微控制器 (MCU) <a href="http://www.ti.com.cn/microcontrollers">www.ti.com.cn/microcontrollers</a>	
RFID 系统 <a href="http://www.ti.com.cn/rfidsys">www.ti.com.cn/rfidsys</a>	
OMAP 机动性处理器 <a href="http://www.ti.com/omap">www.ti.com/omap</a>	
无线连通性 <a href="http://www.ti.com.cn/wirelessconnectivity">www.ti.com.cn/wirelessconnectivity</a>	

德州仪器在线技术支持社区

[www.deyisupport.com](http://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