

**LMZ10503,LMZ10504,LMZ10505,LMZ12001,
LMZ12001EXT,LMZ12002,LMZ12002EXT,
LMZ12003,LMZ12003EXT,LMZ14201,
LMZ14201EXT,LMZ14201H,LMZ14202,
LMZ14202EXT,LMZ14202H,LMZ14203,
LMZ14203EXT,LMZ14203H,LMZ22003,LMZ22005,
LMZ23603,LMZ23605**

*Application Note 2026 The Effect of PCB Design on the Thermal Performance
of SIMPLE SWITCHER® Power Modules*



Literature Number: ZHCA386

印刷电路板设计对SIMPLE SWITCHER®电源模块热性能的影响

美国国家半导体
应用说明2026
Lianxi Shen
2010年2月8日



总结

SIMPLE SWITCHER®电源模块使用的TO-PMOD封装与TO-263类似。本应用说明主要讲述封装尺寸为10.16X4.57X9.81 mm的7脚低电流模块。此封装具有优越的热性能，这归功于可以焊接到印刷电路板上的一个裸露焊盘。核心的热特性是：

- $\theta_{JC} = 1.9^{\circ}\text{C/W}$
- $\theta_{JC} 21.6^{\circ}\text{W}$ (在一个四层热板上)

什么因素决定 θ_{JA} 值？

为了理解印刷电路板的热性能如何决定印刷电路板上电源模块的热阻(θ_{JA})，下面给出对 θ_{JA} 的简单分析。有两条热量耗散路径，即结-印刷电路板-周围环境和结-封装表面-周围环境。因为这两条路径并联，所以 θ_{JA} 可表示为

$$\theta_{JA} = (\theta_{JCA} \times \theta_{JTA}) / (\theta_{JCA} + \theta_{JTA})$$

θ_{JCA} 是结通过印刷电路板到周围环境的热阻， θ_{JTA} 是通过封装表面到周围环境(主要是封装顶部)的热阻。对于封装顶部没有散热片的情况，95%或更多的功率都是通过印刷电路板耗散的，这就意味着 θ_{JA} 主要由 θ_{JCA} 决定(也意味着 θ_{JTA} 远大于 θ_{JCA})。所以 θ_{JA} 可简单表示为

$$\theta_{JA} = \theta_{JCA} - R_{JTA} = \theta_{JC} + \theta_{CA} - R_{JTA}$$

θ_{CA} 是从封装底部外壳，经过印刷电路板到周围环境的热阻。它主要取决于印刷电路板的热导率以及封装与印刷电路板之间的热连接。 R_{JTA} 使得 θ_{JA} 略微有所减小，归因于通过封装顶部耗散的热量。

所以，由上述公式可知，在任何所给的板上，较小的 θ_{JC} 值和较大的裸露热焊盘使得电源模块在热性能方面较之其他封装要更胜一筹。例如，LGA封装的 θ_{JC} 值约为5C/W或者高于封装尺寸类似的产品，这取决于铜和垫片内的热过孔。

参数研究

为了使印刷电路板设计最优化以获得SIMPLE SWITCHER®电源模块的最佳热性能以及理解周围条件的影响，本应用说明分析了这些因素如何影响印刷电路板的热性能，或者说如何影响印刷电路板上封装的 θ_{JA} 值。这些因素包括

1. 直接热附着焊盘的尺寸
2. 铜层(2或4层)
3. 印刷电路板尺寸
4. 空气流动
5. 散热片

图1显示了这些因素。

为进行参数研究，上述因素进行了下列变化：

1. 顶层和底层的铜面积大小包括：
 - 铜面积 = DAP尺寸(8.5 X 5.4 mm)
 - 铜面积 = 封装体尺寸(10 X 10 mm)
 - 铜面积 = 2 X 封装体尺寸(20 X 20 mm)
 - 铜面积 = 全铜层(4个固体铜层)
2. 2层板和4层板
3. 印刷电路板尺寸变化从4" X 3"(102 X 76 mm)到1.5" X 1.5"(38 X 38 mm)
4. 空气流动包括自然对流、200LFPM(线性英尺每分钟)和400LFPM
5. 散热片可在封装上部，也可在印刷电路板底侧

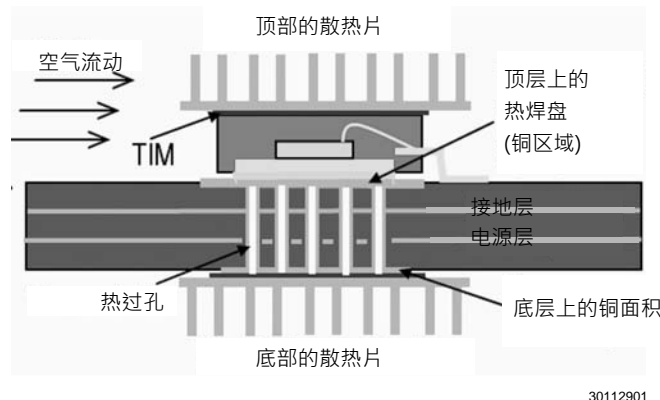


图1. 4层印刷电路板上SIMPLE SWITCHER®电源模块的热管理

热测量和仿真

我们测量了4层评估板上模块的热性能。这可用来验证我们进行参数研究的热模型。4层评估板尺寸为3" X 1.75"，厚度为1.6 mm，且有厚度为1盎司的4个固体铜层。利用CFD软件Flotherm进行热学仿真，其中环境温度为25°C，功耗为1.82W。

注意： θ_{JC} 是结到外壳的热阻，它表征了封装本身的热特性，可用于评估不同的封装。

注意： θ_{JA} 是结到周围环境的热阻，可用于评估应用环境中封装的热性能。

通过比较测量数据和仿真数据进行热模型验证。最终，使用经验证的仿真模型完成对前述五个因素的参数研究。结果如图2-6所示。

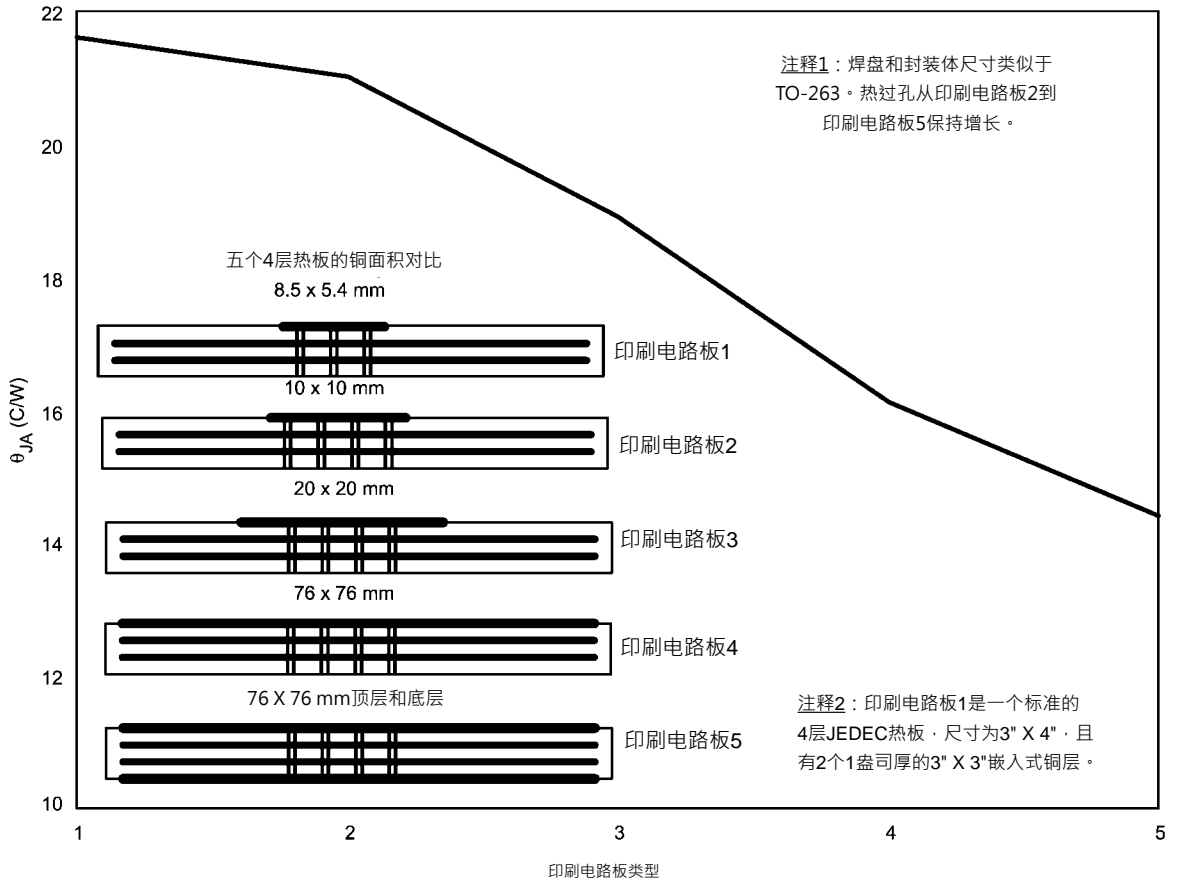
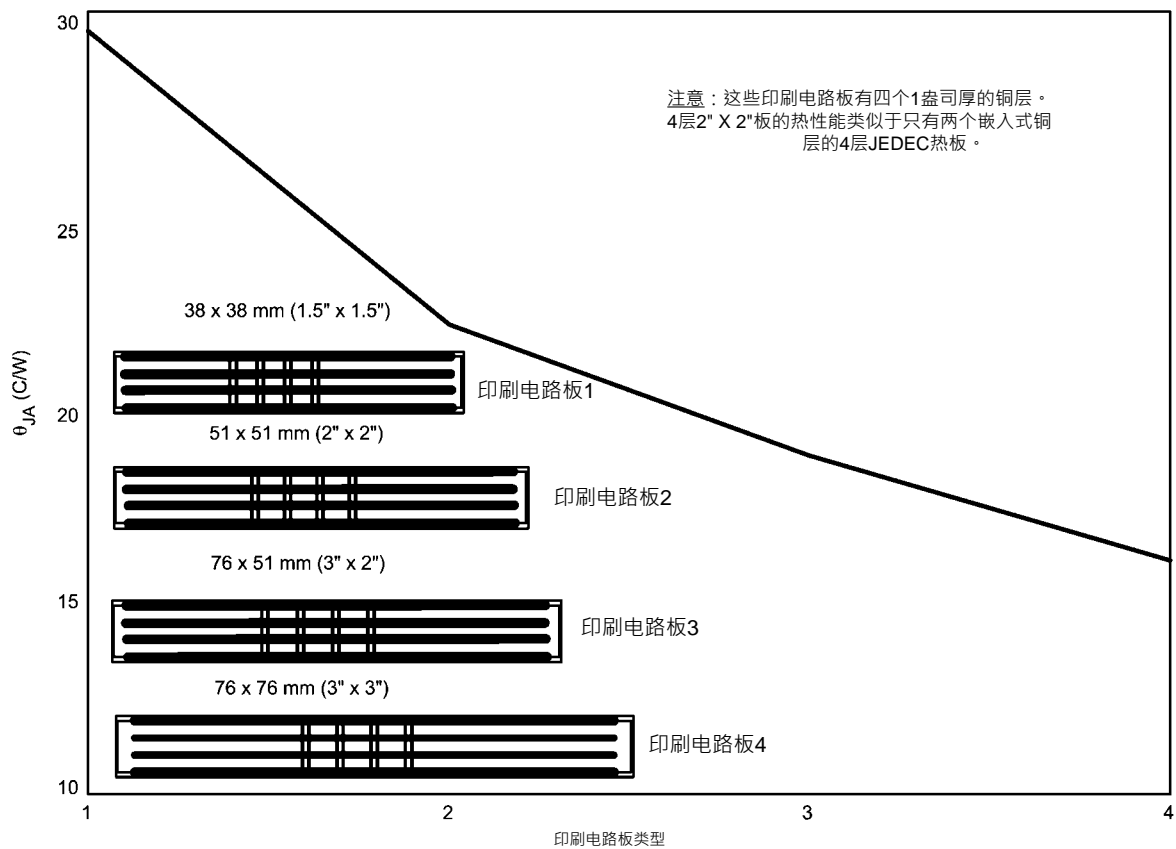


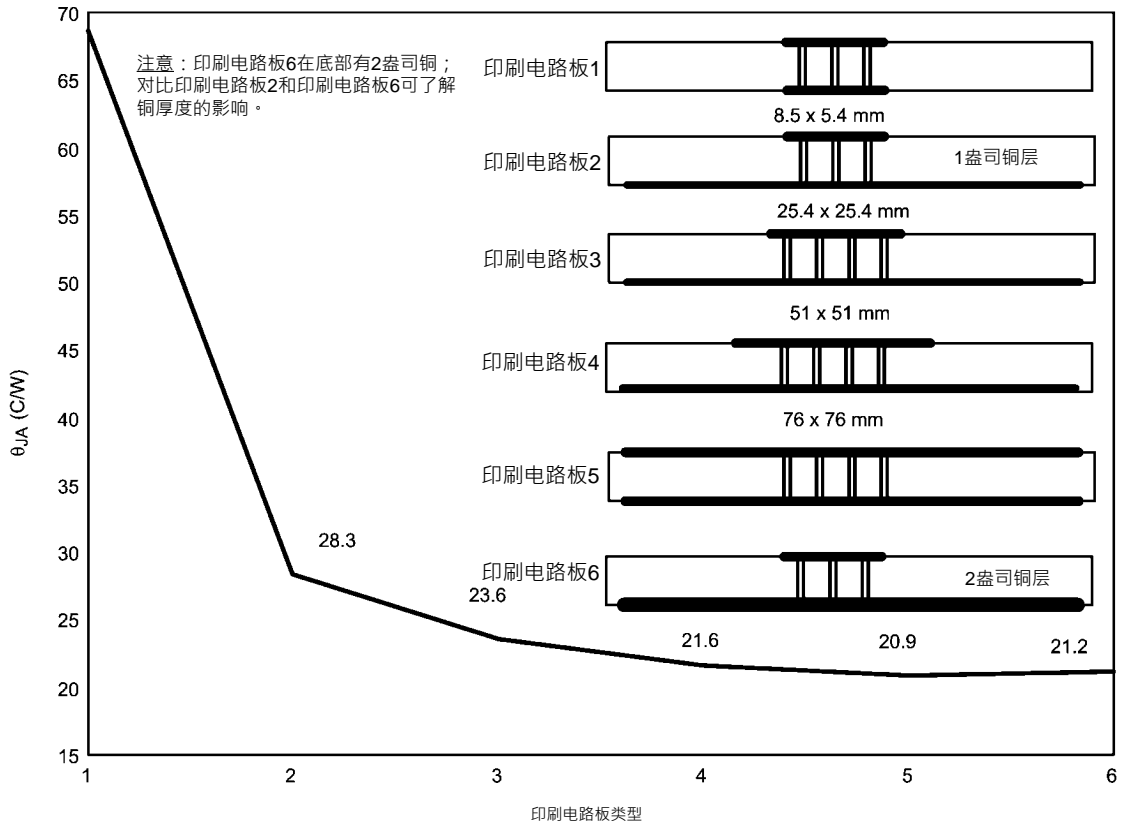
图2. 4层印刷电路板顶部和底部铜面积的影响

30112902



30112903

图3. 4层印刷电路板尺寸的影响



30112904

图4. 2层印刷电路板顶部和底部铜面积的影响

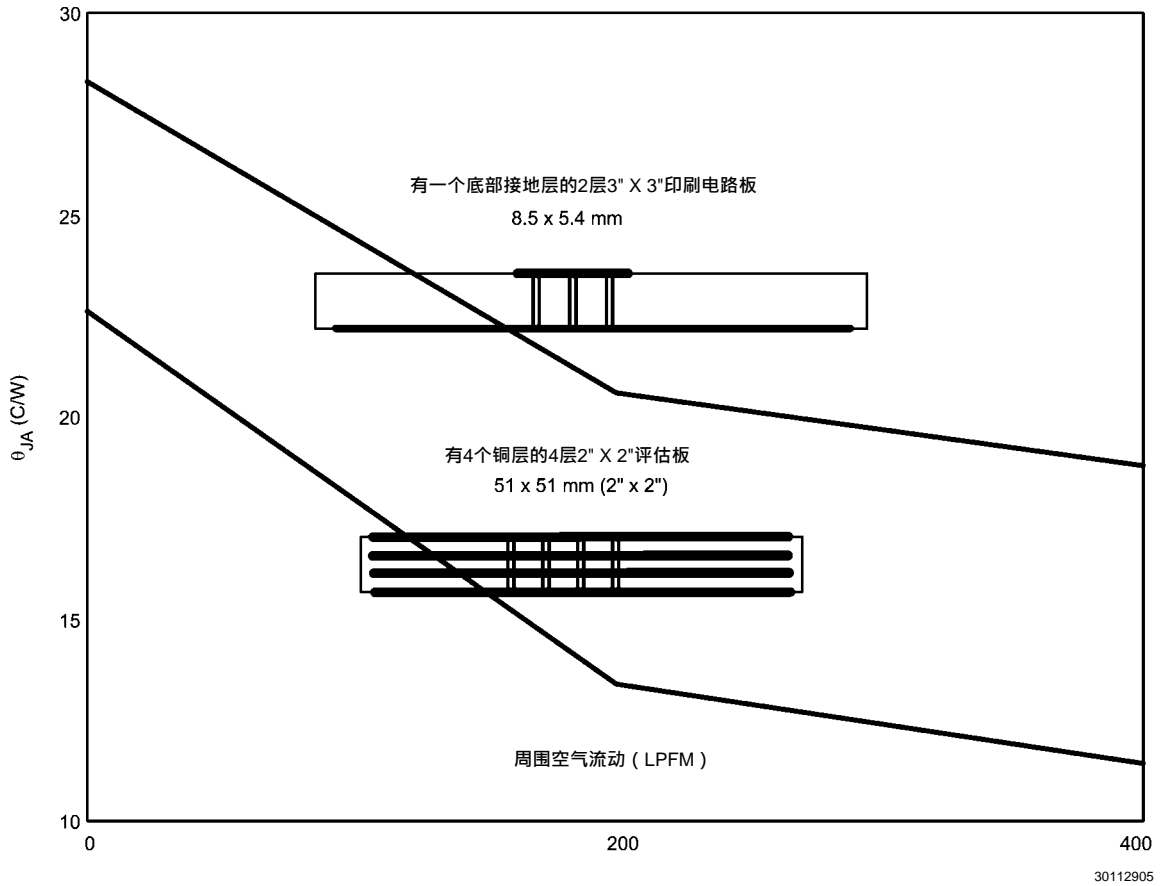


图5. 两个印刷电路板空气流动的影响

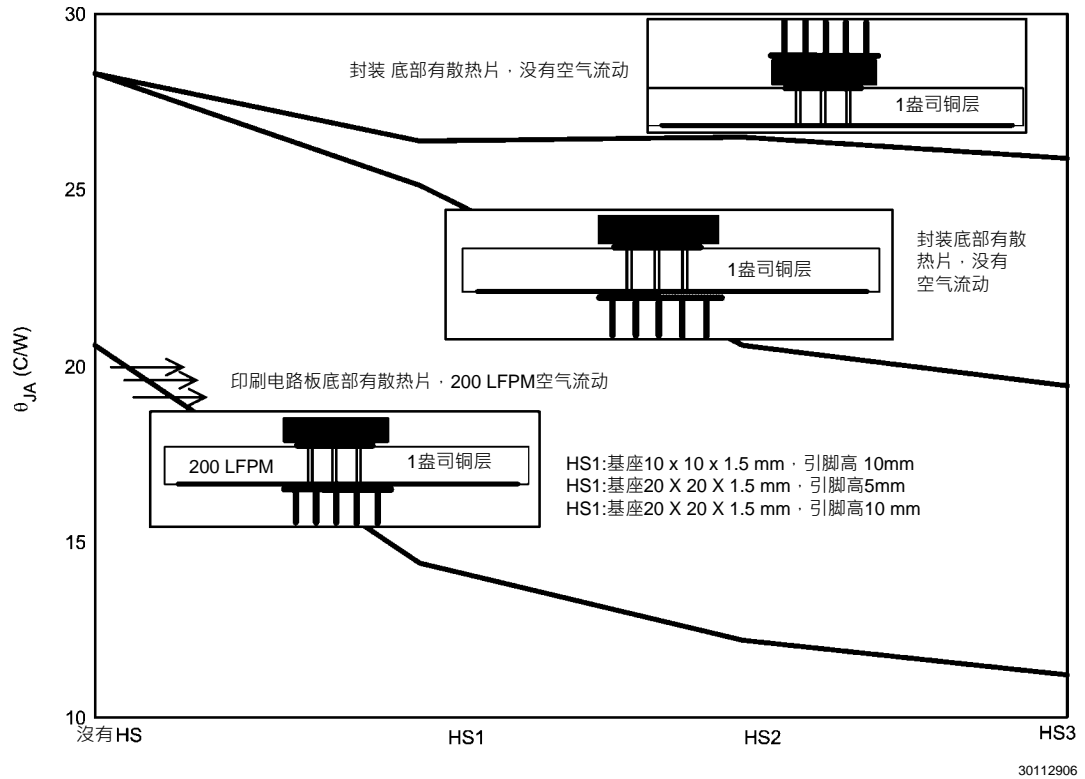


图6. 散热片的影响

结论

TO-PMOD封装具有卓越的热性能，从其较低的 θ_{JA} 和 θ_{JC} 值就能看出。任何封装的热性能都非常依赖于其应用环境。但封装如何利用好高热导率印刷电路板这一优势则是由封装本身决定的，也就是说它的 θ_{JC} 值和裸露焊盘尺寸。TO-PMOD封装模块在两边都进行了最优化设计，提供了优越的热性能。具体应用时，SIMPLE

SWITCHER®电源模块用户可参考图2 - 图6中参数研究的结果来快速估计出真实的 θ_{JA} 值，并评估器件可承受的功耗。注意分析中不考虑同一印刷电路板上其他热源的影响。所以，当涉及其他复杂因素时往往需要系统级仿真。为此，因应要求可提供Flotherm模型。

注释

欲了解有关美国国家半导体的产品和验证设计工具的更多信息，请访问以下站点：

www.national.com

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
LDOs	www.national.com/ldo	质量可靠性	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® 设计大学	www.national.com/training

本文内容涉及美国国家半导体公司(NATIONAL)产品。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，恕不另行公司通知。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，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2010版权所有。

欲了解最新产品信息，请访问公司网站：www.national.com



美国国家半导体美洲区技术支持中心

电子邮件: support@nsc.com
电话: 1-800-272-9959

美国国家半导体欧洲技术支持中心

电子邮件: europe.support@nsc.com

美国国家半导体亚太区技术支持中心

电子邮件: ap.support@nsc.com

美国国家半导体日本技术支持中心

电子邮件: 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