

# LMZ10503,LMZ10504,LMZ10505

*Application Note 2022 LMZ1050x Evaluation Board*



Literature Number: ZHCA384

# LMZ1050x评估板

美国国家半导体  
应用注释2022  
Ricardo Capetillo  
2010年8月12日



## 简介

LMZ1050x SIMPLE SWITCHER®电源模块是一套完整便捷的DC-DC转换解决方案。它可用于驱动3A、4A或5A的负载。电源转换效率卓越。输出电压精度高。具有良好的输入电压调节率和负载调节率。LMZ1050x具有独创的封装。它能增强散热效率。可进行手动或机械焊接。

LMZ1050x可以工作于2.95V和5.5V之间的输入电压轨。并提供低至0.8V的可调高精度输出电压。1兆赫固定频率PWM开关产生可预测的电磁干扰特性。可以通过调节两个外部补偿元件设置其最小响应时间。同时允许选择使用陶瓷及/或电解输出电容。外部可编程软启动电容有利于控制启动。该LMZ1050x是一种可靠、稳健的方案。具有以下特点：针对过流或短路故障提供无损逐周期峰值电流限制、热关断、输入欠压锁定和预偏置启动。

## 评估板规格

- $V_{IN} = 2.95V$  至  $5.5V$
- $V_{OUT} = 2.5V$  (默认输出电压定值。其他输出定值请参阅表2)
- 电压输出为2.5V时。反馈电压精度为 $\pm 2.5\%$  (包括 $T_J = -40^\circ C$ 至 $125^\circ C$ 时的输入和负载调节率)
- 温度过高时的反馈电压精度在 $\pm 1.63\%$
- $I_{OUT} = 0A$  至  $3A, 4A,$  和  $5A$
- $\theta_{JA} = 20^\circ C/W, \theta_{JC} = 1.9^\circ C/W$
- 设计为4层。顶层和底层均为1盎司重铜。两内层为1/2盎司重铜
- 在FR4层板上外形尺寸2.25英寸x2.25英寸(5.8厘米x5.8厘米)。厚度为62mil (.062")

## 评估板设计理念

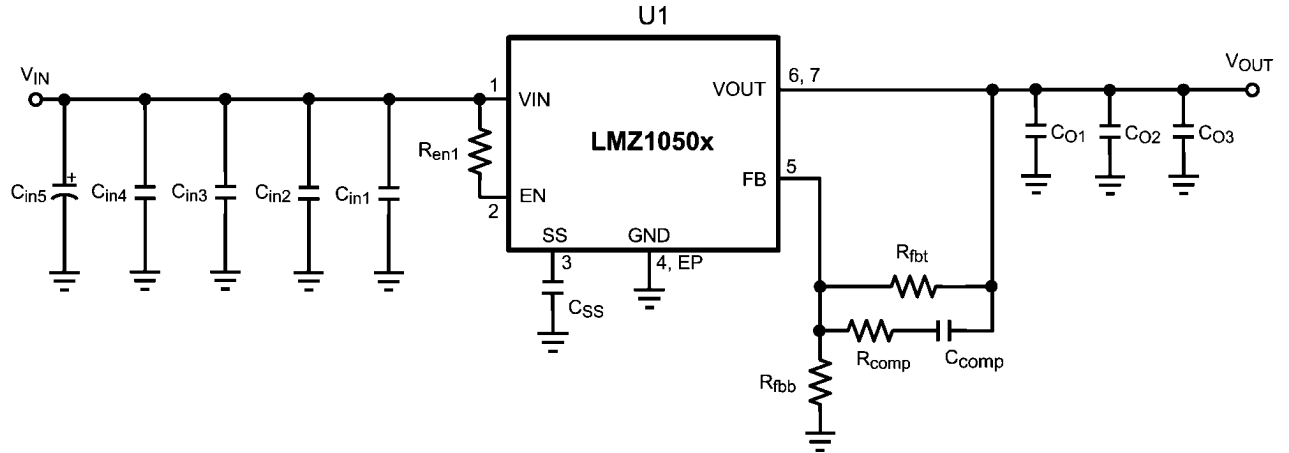
该评估板是为了展示输入和输出线路的低噪音而设计的。图11和14中显示的4个输入电容( $C_{in1}-C_{in4}$ )和3个输出电容( $C_{o1}-C_{o3}$ )即是为了减小噪音。输入和输出滤波电容不一定都要求符合辐射度标准。符合辐射排放标准(EN55022, B级)要求的电路示例。如图19所示。此外。在电源通过电缆连接到评估板和输入电容时。 $C_{in5}$ 电容可减小输入线路电缆中由感抗和电阻引起的共振。

## 附加元件布置

使用LMZ1050x跟踪功能时。要拆除软启动电容 $C_{SS}$ 。并可在指示器 $R_{trkb}$ 和 $R_{trkt}$ 上安装电阻分压器。其地面和指示器 $V_{trk}$ 接线柱的连接简单快捷。为快捷连接。提供有地线及 $V_{trk}$ 接线柱。LMZ1050x评估板具有精度很高的使能电路。可用100 k $\Omega$ 上拉电阻使其达到输入电压水平。其上使能电阻符号为 $R_{ent}$ 。下使能电阻则为 $R_{enb}$ 。详细的设计实施请参阅LMZ1050x数据表设计指导和运行说明。

对于特别的上电顺序以及其他所要求的电压轨排序。可选择逻辑门阵列(FPGAs)中特定的浪涌输入电流。以防止启动和闭锁问题的产生。为防止多电源轨的LMZ1050x系统过早上电接通。精度使能和跟踪功能在主输入电压轨升高时具有很大作用。

## 电子元件电路图



30111317

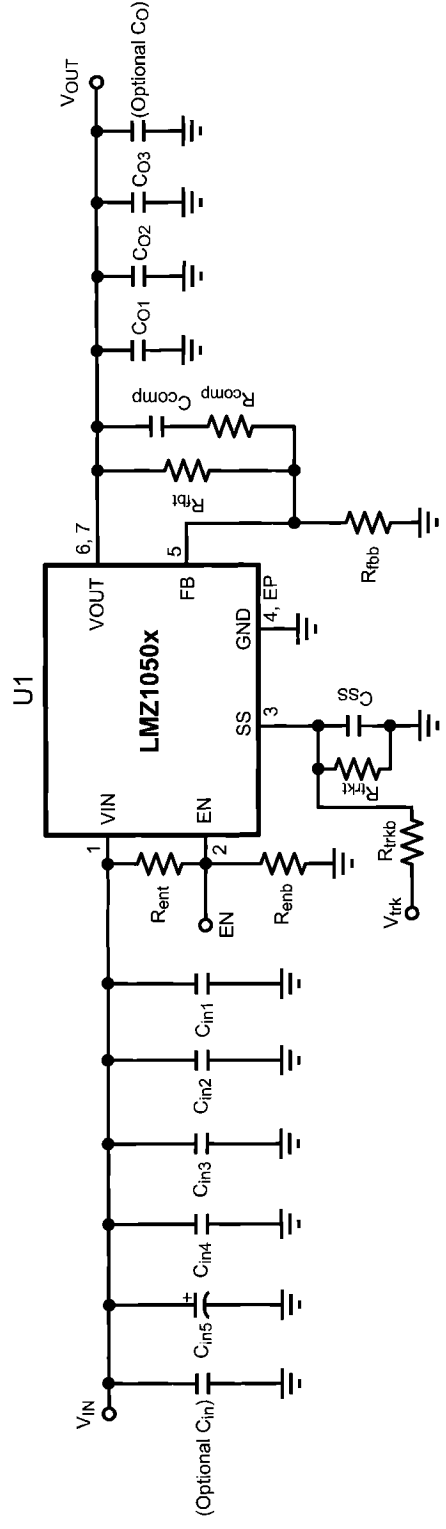
图1 评估板电子元件电路图

表1 评估板材料清单 ·  $V_{IN} = 3.3V$ 至 $5V$ ,  $V_{OUT} = 2.5V$ 

指示器	说明	外壳尺寸	制造商	制造商零件号	数量
U1	SIMPLE SWITCHER®	TO-PMOD-7	美国国家半导体	LMZ1050xTZ-ADJ	1
$C_{in1}$	1 $\mu F$ , X7R, 16V	0805	TDK	C2012X7R1C105K	1
$C_{in2}$ , $C_{O1}$	4.7 $\mu F$ , X5R, 6.3V	0805	TDK	C2012X5R0J475K	2
$C_{in3}$ , $C_{O2}$	22 $\mu F$ , X5R, 16V	1210	TDK	C3225X5R1C226M	2
$C_{in4}$	47 $\mu F$ , X5R, 6.3V	1210	TDK	C3225X5R0J476M	1
$C_{in5}$	220 $\mu F$ , 10V, AL-Elec	E	松下	EEE1AA221AP	1
$C_{O3}$	100 $\mu F$ , X5R, 6.3V	1812	TDK	C4532X5R0J107M	1
$R_{fbt}$	75 $k\Omega$	0805	威士达勒	CRCW080575K0FKEA	1
$R_{fbb}$	34.8 $k\Omega$	0805	威士达勒	CRCW080534K8FKEA	1
$R_{comp}$	1.1 $k\Omega$	0805	威士达勒	CRCW08051K10FKEA	1
$C_{comp}$	180 pF, $\pm 5\%$ , COG, 50V	0603	TDK	C1608C0G1H181J	1
$R_{en1}$	100 $k\Omega$	0805	威士达勒	CRCW0805100KfKEA	1
$C_{SS}$	10 nF, $\pm 5\%$ , COG, 50V	0805	TDK	C2012C0G1H103J	1

表2 输出电压定值( $R_{fbt} = 75 k\Omega$ )

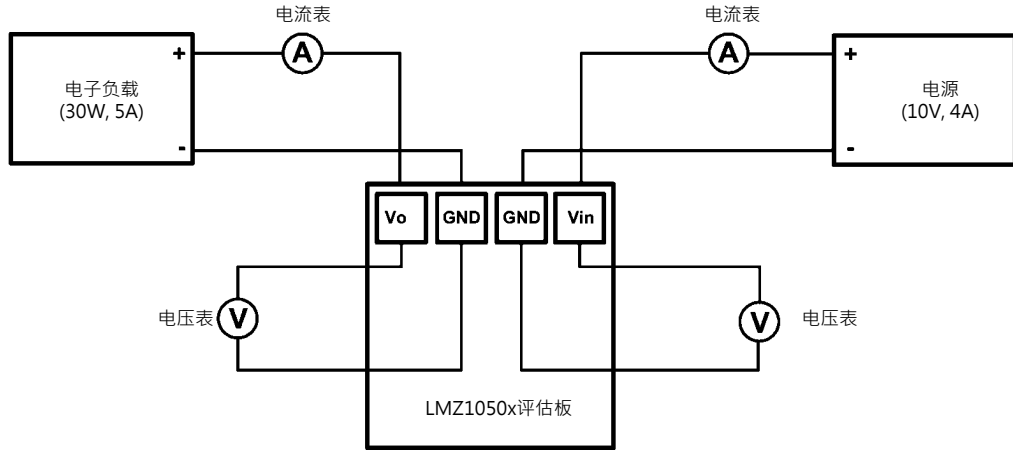
$V_{OUT}$	$R_{fbb}$
3.3 V	23.7 $k\Omega$
2.5 V	34.8 $k\Omega$
1.8 V	59 $k\Omega$
1.5 V	84.5 $k\Omega$
1.2 V	150 $k\Omega$
0.9 V	590 $k\Omega$



30111324

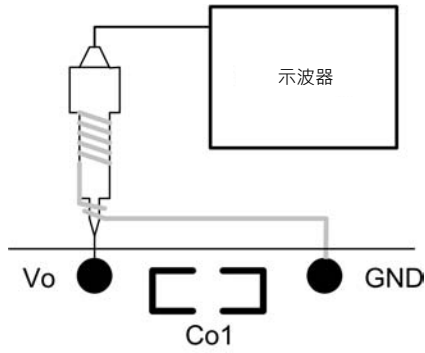
图2 评估板原理全图

接线图



30111315

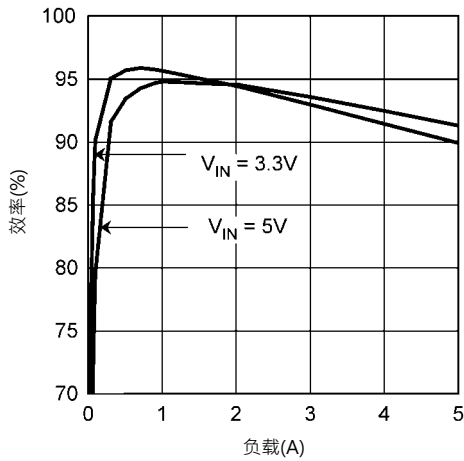
图3 效率测试配置



30111316

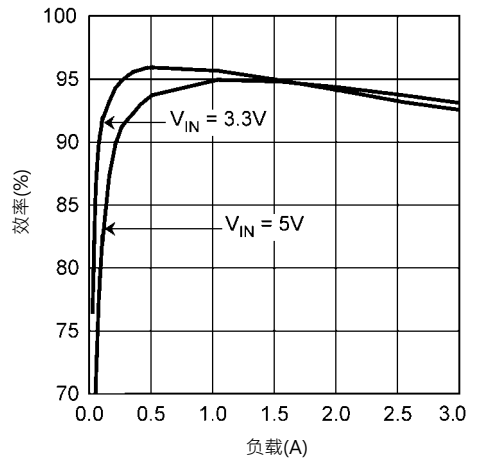
图4 输出电压纹波测试配置

相对于载荷电流的效率  
LMZ10504 & LMZ10505,  $V_{OUT} = 2.5V$ ,  $T_{AMB} = 25^{\circ}C$



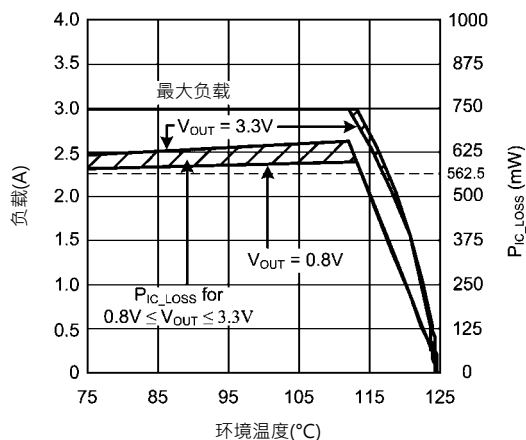
30111328

相对于载荷电流的效率  
LMZ10503,  $V_{OUT} = 2.5V$ ,  $T_{AMB} = 25^{\circ}C$



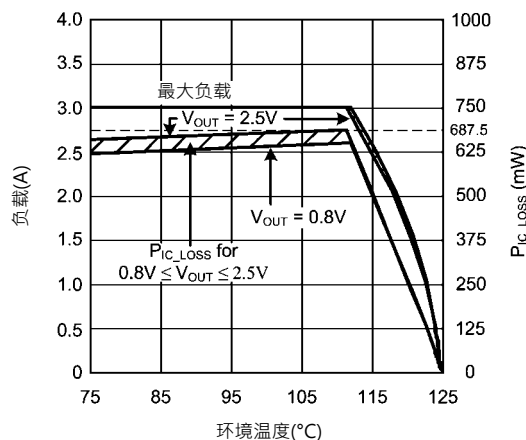
30111331

# 功能特性



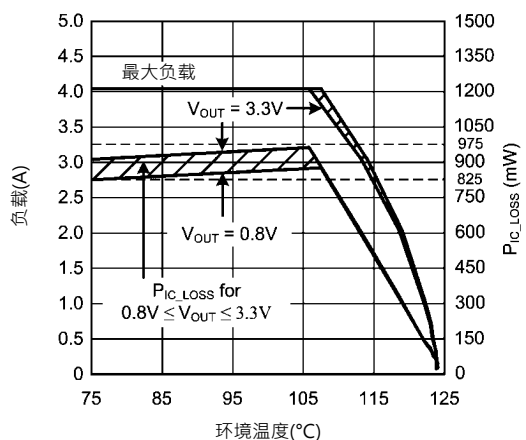
30111329

图5相对于环境温度的电流降低额定值  
LMZ10503,  $V_{IN} = 5.0V$ ,  $\theta_{JA} = 20^{\circ}C/W$



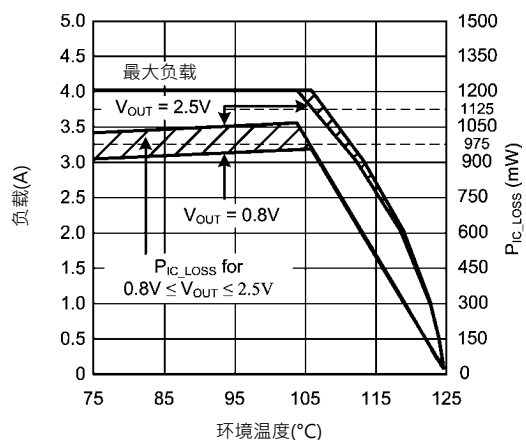
30111330

图8相对于环境温度的电流降低额定值  
LMZ10503,  $V_{IN} = 3.3V$ ,  $\theta_{JA} = 20^{\circ}C/W$



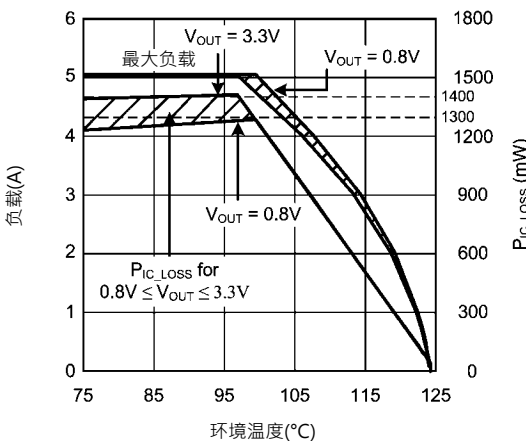
30111322

图6相对于环境温度的电流降低额定值  
LMZ10504,  $V_{IN} = 5.0V$ ,  $\theta_{JA} = 20^{\circ}C/W$



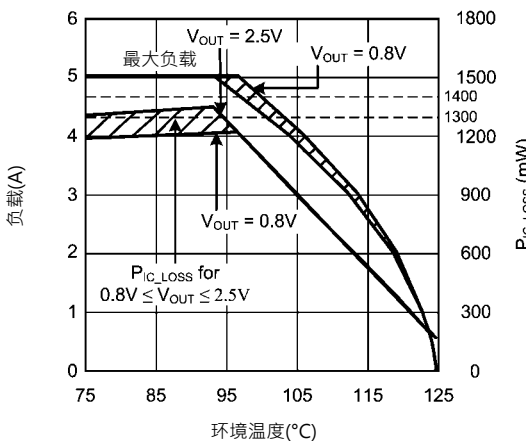
30111323

图9相对于环境温度的电流降低额定值  
LMZ10504,  $V_{IN} = 3.3V$ ,  $\theta_{JA} = 20^{\circ}C/W$



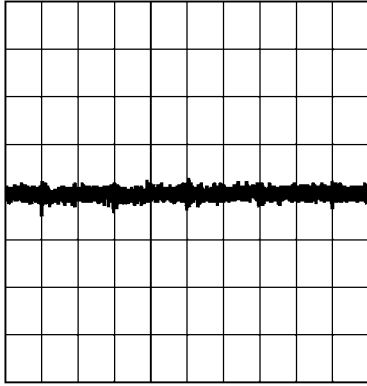
30111332

图7相对于环境温度的电流降低额定值  
LMZ10505,  $V_{IN} = 5.0V$ ,  $\theta_{JA} = 20^{\circ}C/W$



30111333

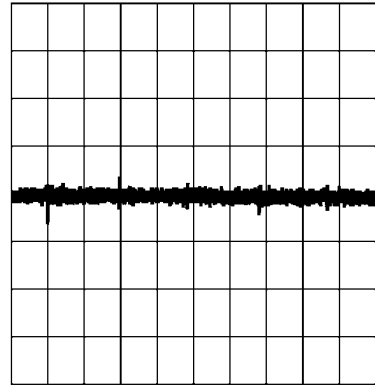
图10相对于环境温度的电流降低额定值  
LMZ10505,  $V_{IN} = 3.3V$ ,  $\theta_{JA} = 20^{\circ}C/W$



500 ns/DIV

30111318

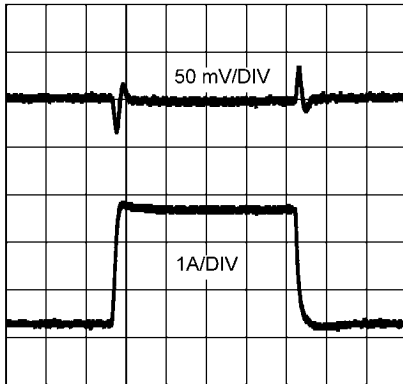
图11输出电压纹波  
 $V_{IN} = 5V, V_{OUT} = 2.5V, I_{OUT} = 3A, 4A, \& 5A$   
 LMZ10503 / LMZ10504 / LMZ10505



500 ns/DIV

30111320

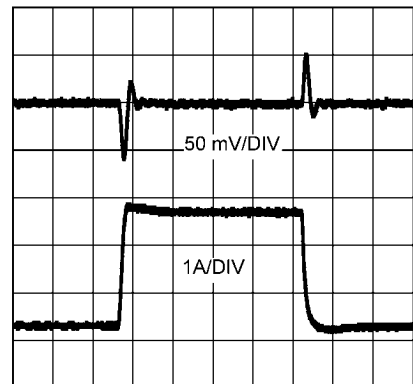
图14输出电压纹波  
 $V_{IN} = 3.3V, V_{OUT} = 2.5V, I_{OUT} = 3A, 4A, \& 5A$   
 LMZ10503 / LMZ10504 / LMZ10505



100 µs/DIV

30111337

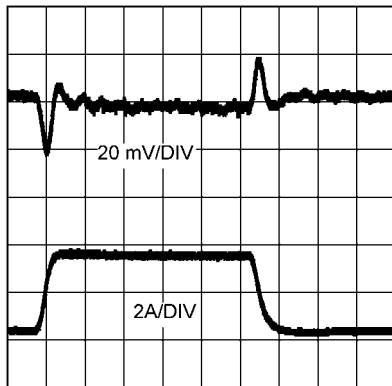
图12负载瞬态响应  
 $V_{IN} = 5.0V, V_{OUT} = 2.5V$   
 LMZ10503,  $I_{OUT} = 400\text{ mA至}2.7A, 20\text{ MHz 带宽限制}$



100 µs/DIV

30111336

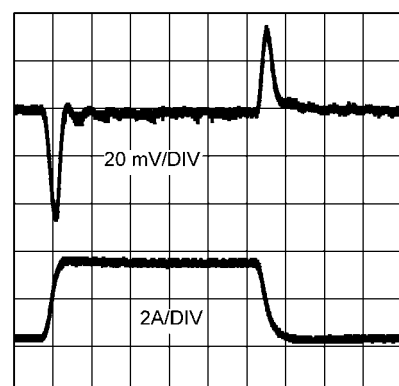
图15负载瞬态响应  
 $V_{IN} = 3.3V, V_{OUT} = 2.5V$   
 LMZ10503,  $I_{OUT} = 300\text{ mA至}2.7A, 20\text{ MHz 带宽限制}$



50 µs/DIV

30111319

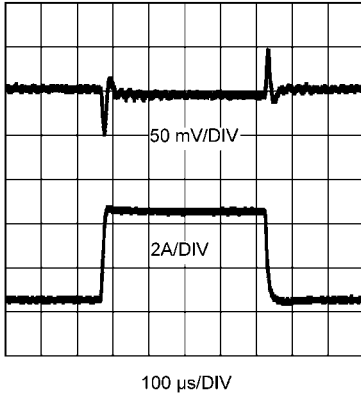
图13负载瞬态响应  
 $V_{IN} = 5V, V_{OUT} = 2.5V$   
 LMZ10504,  $I_{OUT} = 400\text{ mA至}3.6A, 20\text{ MHz 带宽限制}$



50 µs/DIV

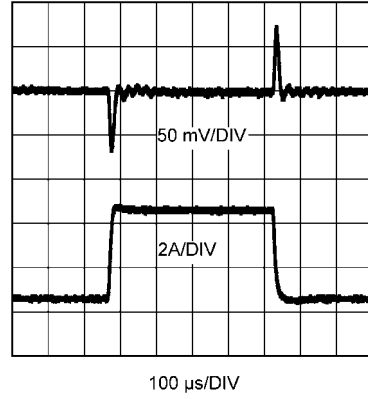
30111321

图16负载瞬态响应  
 $V_{IN} = 3.3V, V_{OUT} = 2.5V$   
 LMZ10504,  $I_{OUT} = 400\text{ mA至}3.6A, 20\text{ MHz 带宽限制}$



30111335

图17负载瞬态响应

 $V_{IN} = 5.0V, V_{OUT} = 2.5V$ LMZ10505,  $I_{OUT} = 500\text{ mA}$ 至 $4.5A$ , 20 MHz 带宽限制

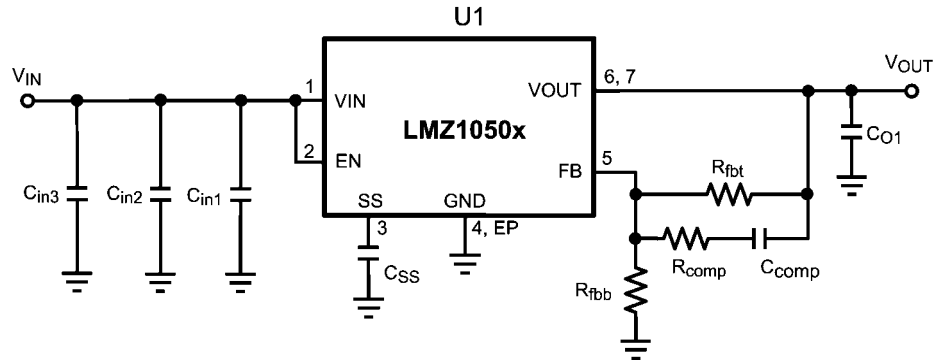
30111334

图18负载瞬态响应

 $V_{IN} = 3.3V, V_{OUT} = 2.5V$ LMZ10505,  $I_{OUT} = 500\text{ mA}$ 至 $4.5A$ , 20 MHz 带宽限制



## 电路示例：电磁辐射符合EN55022标准的B级要求

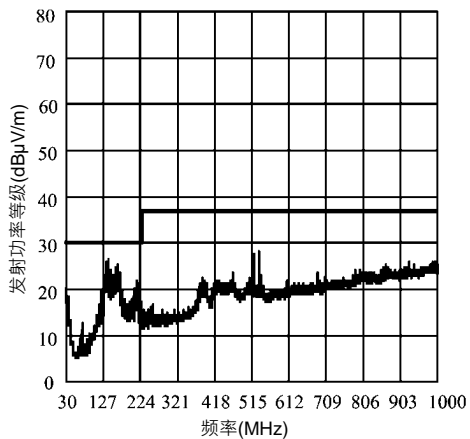


30111325

图19 元件原理图  $V_{IN} = 5V$ ,  $V_{OUT} = 2.5V$ , 电磁辐射符合EN55022标准的B级要求

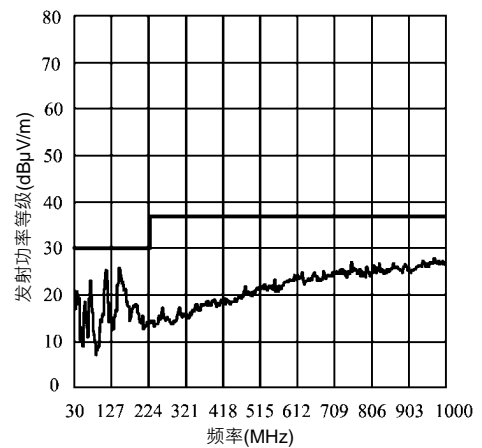
表3 材料清单

指示器	说明	外壳尺寸	制造商	制造商零件号	数量
U1	SIMPLE SWITCHER®	TO-PMOD-7	美国国家半导体	LMZ10503/4/05TZ-ADJ	1
$C_{in1}$	1 $\mu F$ , X7R, 16V	0805	TDK	C2012X7R1C105K	1
$C_{in2}$	4.7 $\mu F$ , X5R, 6.3V	0805	TDK	C2012X5R0J475K	1
$C_{in3}$	47 $\mu F$ , X5R, 6.3V	1210	TDK	C3225X5R0J476M	1
$C_{O1}$	100 $\mu F$ , X5R, 6.3V	1812	TDK	C4532X5R0J107M	1
$R_{fbt}$	75 k $\Omega$	0805	威士达勒	CRCW080575K0FKEA	1
$R_{fbb}$	34.8 k $\Omega$	0805	威士达勒	CRCW080534K8FKEA	1
$R_{comp}$	1.1 k $\Omega$	0805	威士达勒	CRCW08051K10FKEA	1
$C_{comp}$	180 pF, $\pm 5\%$ , COG, 50V	0603	TDK	C1608C0G1H181J	1
$C_{SS}$	10 nF, $\pm 5\%$ , COG, 50V	0805	TDK	C2012C0G1H103J	1



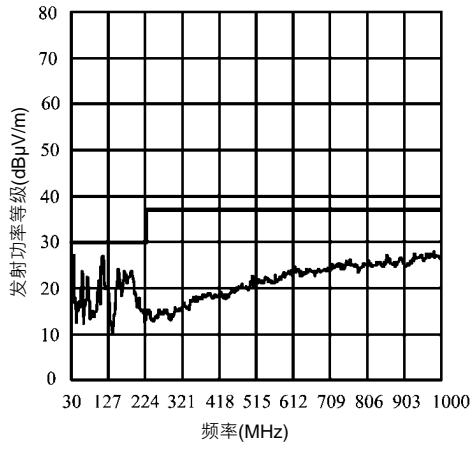
30111338

图20电磁辐射(EN55022, Class B)  
 $V_{IN} = 5V$ ,  $V_{OUT} = 2.5V$ ,  $I_{OUT} = 3A$   
在LMZ10503评估板上测试



30111326

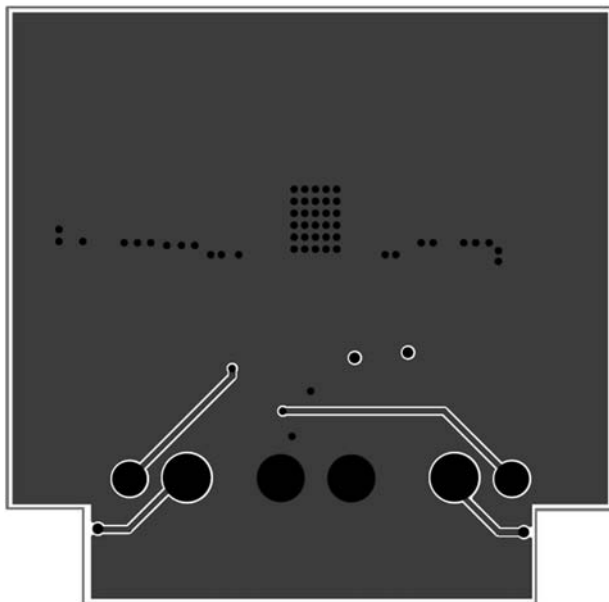
图21电磁辐射(EN55022, Class B)  
 $V_{IN} = 5V$ ,  $V_{OUT} = 2.5V$ ,  $I_{OUT} = 4A$   
在LMZ10504评估板上测试



30111327

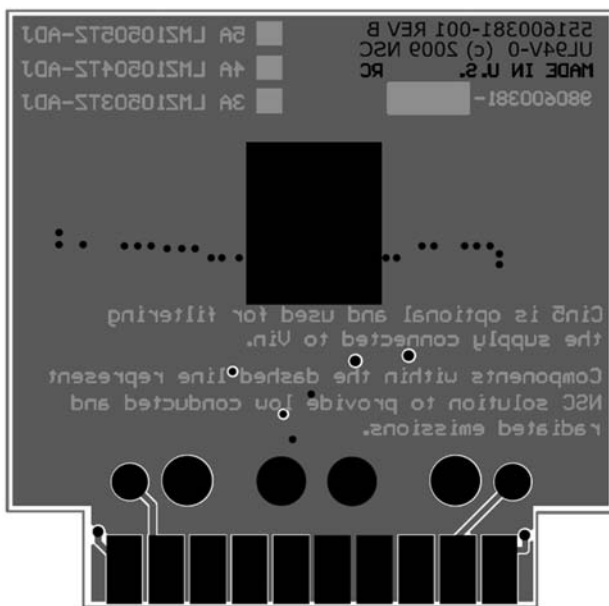
图22电磁辐射(EN55022, Class B)  
 $V_{IN} = 5V, V_{OUT} = 2.5V, I_{OUT} = 5A$   
在LMZ10505评估板上测试





30111311

图25 内层2(接地)



30111313

图26 底层

## 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](http://www.national.com)

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>
LDOs	<a href="http://www.national.com/lido">www.national.com/lido</a>	质量可靠性	<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/tempsensors">www.national.com/tempsensors</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® 设计大学	<a href="http://www.national.com/training">www.national.com/training</a>

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/或者产品使用权利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2011版权所有。

欲了解最新产品信息，请访问公司网站：[www.national.com](http://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](mailto: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](mailto: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](mailto: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](mailto: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	<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		<a href="http://www.deyisupport.com">www.deyisupport.com</a>

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

## 重要声明和免责声明

TI 均以“原样”提供技术性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证其中不含任何瑕疵，且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、适合某特定用途或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

所述资源可供专业开发人员应用TI 产品进行设计使用。您将对以下行为独自承担全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的TI 产品；(2) 设计、验证并测试您的应用；(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保或其他要求。所述资源如有变更，恕不另行通知。TI 对您使用所述资源的授权仅限于开发资源所涉及TI 产品的相关应用。除此之外不得复制或展示所述资源，也不提供其它TI 或任何第三方的知识产权授权许可。如因使用所述资源而产生任何索赔、赔偿、成本、损失及债务等，TI 对此概不负责，并且您须赔偿由此对TI 及其代表造成的损害。

TI 所提供产品均受TI 的销售条款 (<http://www.ti.com.cn/zh-cn/legal/termsofsale.html>) 以及ti.com.cn上或随附TI产品提供的其他可适用条款的约束。TI提供所述资源并不扩展或以其他方式更改TI 针对TI 产品所发布的可适用的担保范围或担保免责声明。

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 © 2019 德州仪器半导体技术（上海）有限公司