LMZ12008

具备 20V 最高输入电压的 8A SIMPLE SWITCHER® 易电源电源模块

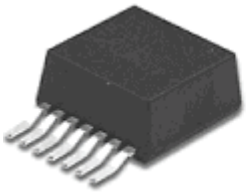
Literature Number: ZHCS585
March 2010

National Semiconductor

LMZ12008

具备20V最高输入电压的8A SIMPLE SWITCHER®易电源电源模块

易于使用11引脚封装



顶视图



底视图

30155701

TO-PMOD 11 引脚封装
15 x 17.79 x 5.9mm (0.59 x 0.7 x 0.232 英寸)
θ_{JA} = 9.9 °C/W, θ_{JC} = 1.0 °C/W (*注释 1*)
符合 RoHS（危害物质限用指令）标准

电气性能规格

40W最大总输出功率
输出电流高达8A
输入电压范围为6V至20V
输出电压范围为0.8V至6V
效率高达92%

主要特征

- 集成屏蔽电感器
- 单PCB(印刷电路板)布线
- 固定开关频率（350kHz）
- 使用外部的软启动、跟踪和精确使能，可以实现灵活的上电时序控制
- 针对浪涌电流以及输入欠压锁定和输出短路等故障提供保护
- 工作结温范围-40℃至125℃
- 采用单裸露焊盘和标准引脚，更易于装配和制造
- 可得到WEBENCH®电源设计软件的全面支持
- 引脚兼容 LMZ22010/08/06, LMZ12010/06, LMZ23610/08/06, 和 LMZ13610/08/06

应用领域

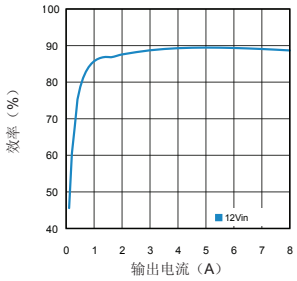
- 从12V输入电压轨负载点转换
- 应用于时间受限的项目
- 应用于空间受限的高温场合
- 应用于负输出电压，请参阅AN-2027

性能优势

- 高效减少系统产生的热量
- 低电磁辐射(EMI)，符合EN55022 B级标准要求（*注释2*）
- 只有7个外部元件
- 低输出电压纹波
- 无需外部散热器

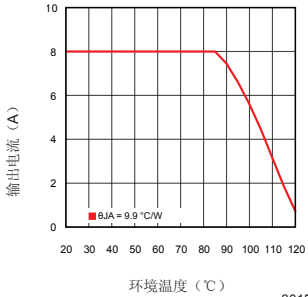
系统性能

V_{IN} = 12V V_{OUT} = 3.3V时效率



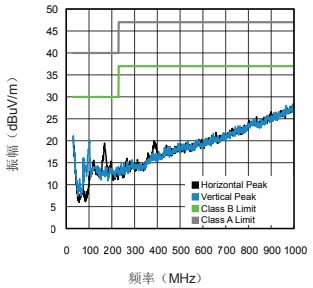
30155703

V_{IN} = 12V V_{OUT} = 3.3V时热降额曲线



30155709

辐射电磁干扰(EN 55022)
V_{IN} = 12V, V_{OUT} = 5V, I_{OUT} = 8A



30155714

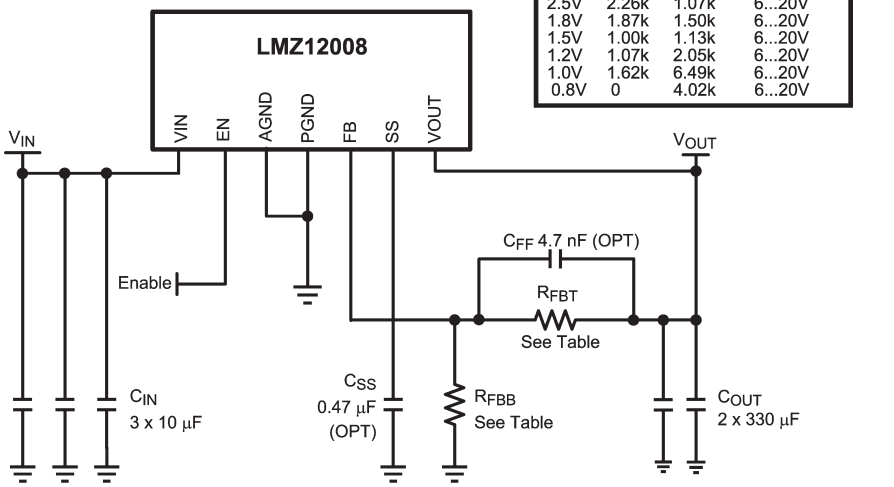
注释 1： θ_{JA}在一个75mm x 90 mm四层印刷电路板上测得。

注释 2： 在有电磁干扰配置的评估板上进行测试，符合EN 55022:2006, +A1:2007, FCC 第15部分子条件B的要求。

© 2011年美国国家半导体公司 301557

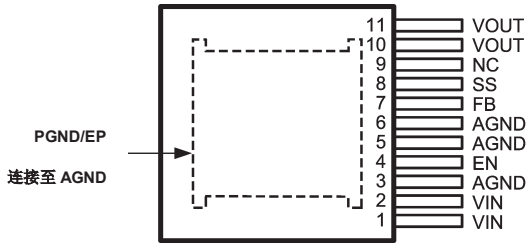
应用原理简图

V_{OUT}	R_{FBT}	R_{FBB}	V_{IN} Range
6V	15.4k	2.37k	8.5...20V
5V	5.62k	1.07k	7...20V
3.3V	3.32k	1.07k	6...20V
2.5V	2.26k	1.07k	6...20V
1.8V	1.87k	1.50k	6...20V
1.5V	1.00k	1.13k	6...20V
1.2V	1.07k	2.05k	6...20V
1.0V	1.62k	6.49k	6...20V
0.8V	0	4.02k	6...20V



30155721

连线图



30155732

顶视图

11 引脚 TO-PMOD 封装

订购信息

订购号	封装类型	NSC 封装图纸	供货方式
LMZ12008TZ	TO-PMOD-11	TZA011A	每排 32 件
LMZ12008TZE	TO-PMOD-11	TZA011A	250件，卷带封装

引脚描述

引脚号	名称	说明
1，2	VIN	电源输入—标称工作范围6V到20V。内部集成封装少量电容。必须在该引脚与裸露焊盘之间增加外部输入电容。
3，5，6	AGND	模拟接地—所有规定电压的参照点。必须从外部连接到接地线（EP）。
4	EN	使能端—高精度使能比较器的输入端，典型的上升阈值为1.274V。 一旦模块使能，一个13uA的源电流从内部激发有利于可编程迟滞。
7	FB	反馈—在内部连接至调节放大器和过电压比较器。在这个输入引脚，调节参考点是0.795V。在VOUT和AGND之间连接反馈电阻分压器以设定输出电压。
8	SS	软启动/跟踪—连接一个外部软启动电容，将内部软启动时间延长1.6毫秒。对于跟踪，要连接一个与具有更高优先级电源轨连接的外部电阻分压器，请参阅相关应用章节。
9	NC	无连接 - 该引脚必须保持浮接，不得接地。

10，11	VOUT	输出电压—从内部电感器输出。在该引脚与反裸露焊盘之间连接输出电容。
EP	PGND	裸露焊盘/电源接地 - 模块内电路电源通道。 保护接地（PGND）在内部不与AGND连接（引脚5,6）。 必须在封装外部与引脚5和引脚6有电气连接。 裸露焊盘在运行过程中用于封装体的散热。 从顶部到底部覆铜层使用100百个12密耳的散热孔进行散热已达到最佳热性能。

未发行副本 301557 第二版 第一次修订 印刷日期/时间：2011/03/31 10:22:12

绝对最大额定值(注释3)

如果是用于军事航空专用设备，请向美国国家半导体销售办事处/经销商咨询具体可用性和规格。

VIN至PGND	-0.3V至24V
EN至AGND	-0.3V至5.5V
SS, FB至AGND	-0.3V至2.5V
AGND至PGND	-0.3V至0.3V
结点温度	150°C
存储温度范围	-65°C至150°C
静电放电（ESD）敏感性（注释4）	±2kV

焊接规格：要了解相关产品资料，请登录www.national.com和www.national.com/ms/MS/MS-SOLDERING.pdf

额定工作定值(注释3)

VIN	6V至20V
EN	0V至5.0V
工作结点温度	-40°C至125°C

电气特性

用标准字体表示的数值仅用于在T_J=25℃时；使用粗体字体表示的极限值适用于结点温度（T_J）范围在-40℃至125℃之间；最小和最大极限值通过测试、设计或统计数据得以保证。典型值是T_J=25℃时标准的参数值，这里仅供参考。V_{IN} = 12V, V_{OUT} = 3.3V，除非在工作条件一栏中另有规定。

标识	参数	工作条件	最小值（注释5）	典型值（注释6）	最大值（注释5）	单位
系统参数						
使能控制						
V_{EN}	使能阈值	V_{EN}上升	**1.096**	1.274	**1.452**	V
V_{EN-HYS}	使能迟滞电流源	V_{EN} > 1.274V		13		µA
软启动						
I_{SS}	软启动源电流	V_{SS} = 0V	**40**	50	**60**	µA
t_{SS}	内部软启动间隔			1.6		msec
电流限制						
I_{CL}	电流限制阈值	直流平均值	10.5			A
内部开关振荡器						
f_{osc}	不同步振荡器频率	连接到接地线的同步输入	314	359	404	kHz
调节和过电压比较器						
V_{FB}	内部调节反馈电压	V_{SS} >+ 0.8V I_O = 8A	**0.775**	0.795	**0.815**	V
V_{FB-OV}	反馈过电压保护阈值			0.86		V
I_{FB}	反馈输入偏流			5		nA
I_Q	无切换静态电流			3		mA
I_{SD}	关断静态电流	V_{EN}= 0V		32		µA
D_{max}	最大占空比系数			85		%
热特性						
T_{SD}	热关断	上升		165		℃
$T_{SD-HYST}$	热关断迟滞	下降		15		℃
θ_{JA}	至环境结点（注释7）	自然对流		9.9		°C/W
		225 LFPM		6.8		
		500 LFPM		5.2		
θ_{JC}	至外壳结点			1.0		°C/W
性能参数（注释8）						
ΔV_O	输出电压纹波	BW@ 20 MHz		24		mV PP
$\Delta V_O/\Delta V_{IN}$	线路调节	V_{IN} = 12V 至 20V, I_{OUT}= 8A		±0.2		%
$\Delta V_O/\Delta I_{OUT}$	负载调节	V_{IN} = 12V, I_{OUT}= 0.001A和8A		1		mV/A
η	峰值效率	V_{IN} = 12V V_{OUT} = 3.3V I_{OUT} = 5A		89.5		%
η	满负载效率	V_{IN} = 12V V_{OUT} = 3.3V I_{OUT} = 8A		88.5		%

未发行副本 301557 第二版 第一次修订 印刷日期/时间：2011/03/31 10:22:12

注释 3：对最大额定值为极限值。超过极限值会导致设备损坏。额定工作值是保证设备正常工作的工作条件。关于规范保证和测试环境，请参阅电气特性。

注释 4：人体模型是通过一个 1.5kΩ 电阻向每个引脚放电的 100pF 电容器。测试方法依据 JESD-22-114。

注释 5：在 25℃的环境温度下对百分之百的产品进行了最大和最小极限值试验。在工作温度范围内的极限值是通过使用统计质量控制(SQC)方法得到的关系确定的。这些极限值可用来计算美国国家半导体产品的平均出厂质量水平（AOQL）。

注释 6：典型值是在 25℃时测得的，代表最可能的参数指标。

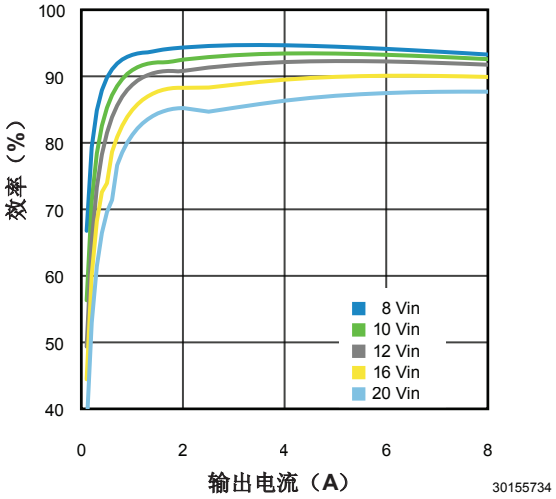
注释 7：θ_{JA} 在一个 3.0" x 3.5"四层评估板上测得。（该评估板外层覆铜 2 盎司，内层覆铜一盎司，有 210 个 12 密耳散热孔，功耗为 2W）。请参阅评估板应用说明布局图。

注释 8：请参阅 *典型应用物料清单 --- 表 1*

典型性能特性

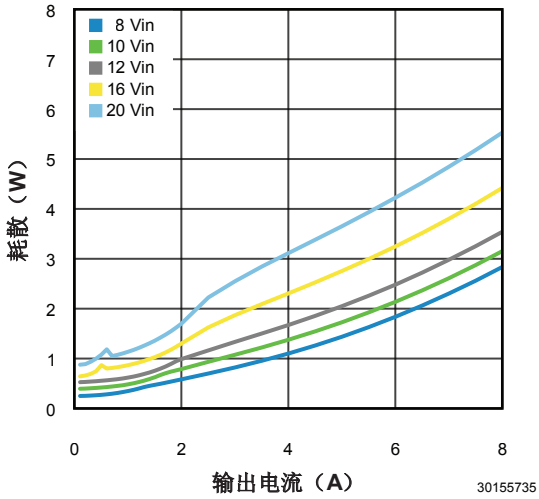
除非另有规定，否则以下条件适用于：V_{IN} = 12V; C_{IN} = 3 x 10µF + 47 nF X7R 陶瓷，C_{OUT}= 2 x 330µF 聚合物+47 uF 陶瓷 + 47nF 陶瓷; C_{FF} = 4.7nF; 波形环境温度Tambient = 25°C 。所有所示温度均为环境温度。

在 25℃时 5.0V 输出效率



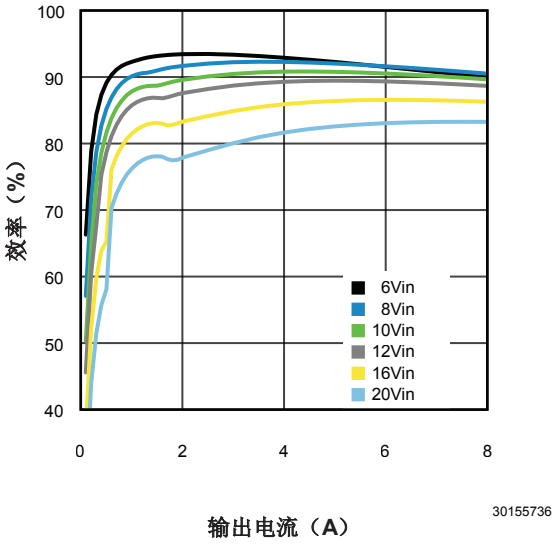
30155734

在 25℃时 5.0V 输出耗散



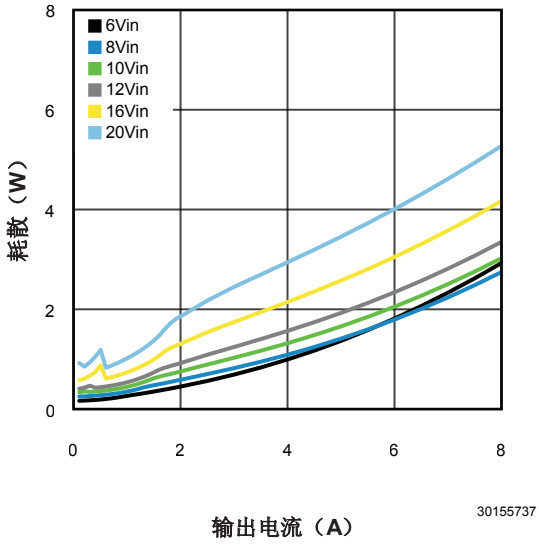
30155735

在25°C时3.3V输出效率



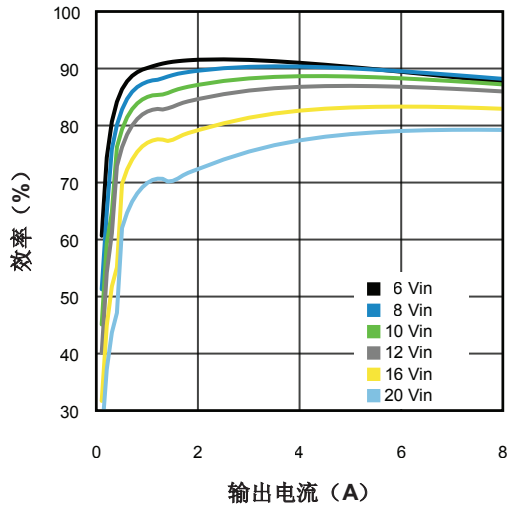
30155736

在25°C时3.3V输出耗散



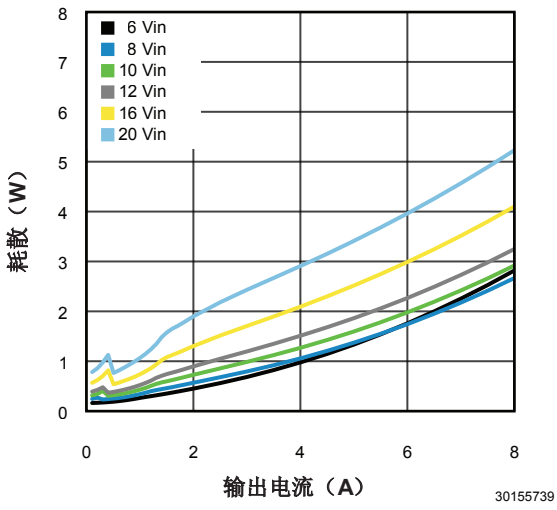
30155737

在25°C时2.5V输出效率



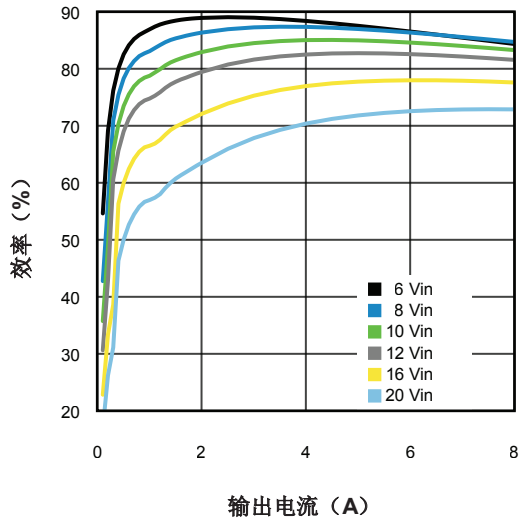
30155738

在25°C时2.5V输出耗散



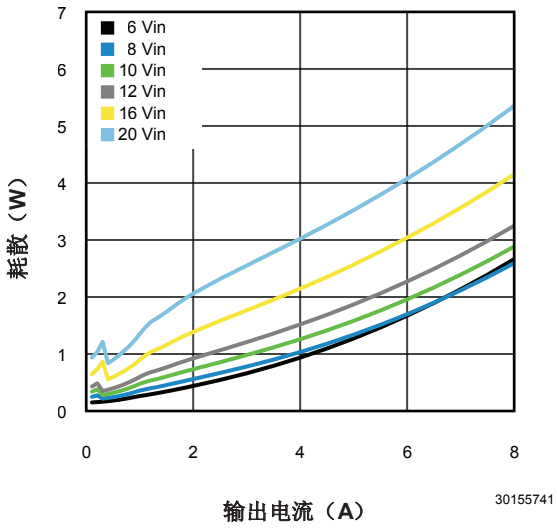
30155739

在25°C时1.8V输出效率



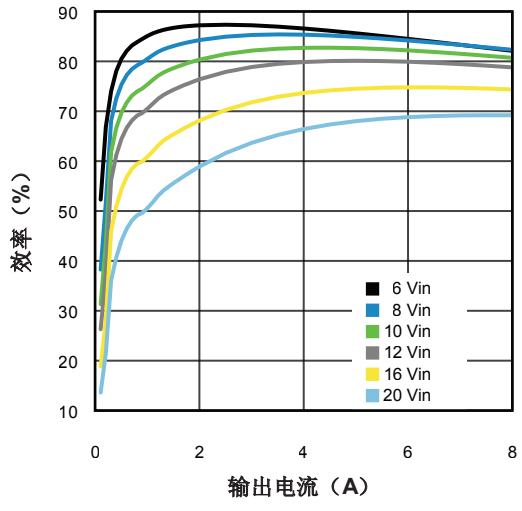
30155740

在25°C时1.8V输出耗散



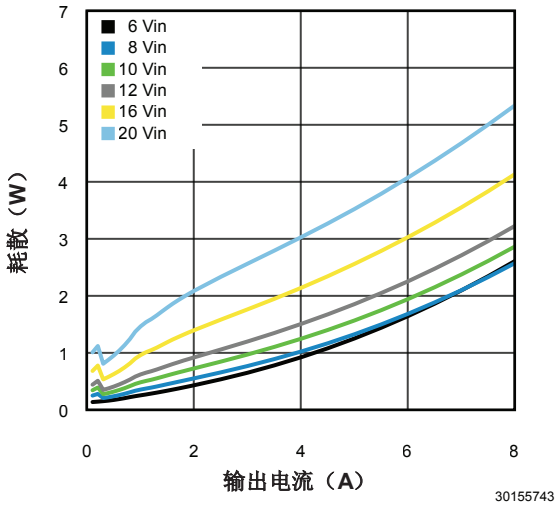
30155741

在25°C时1.5V输出效率



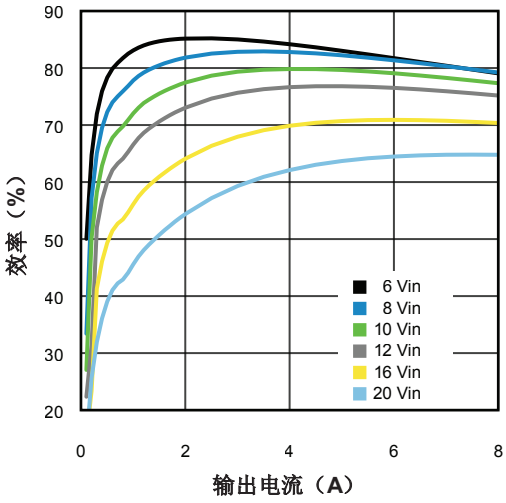
30155742

在25°C时1.5V输出耗散



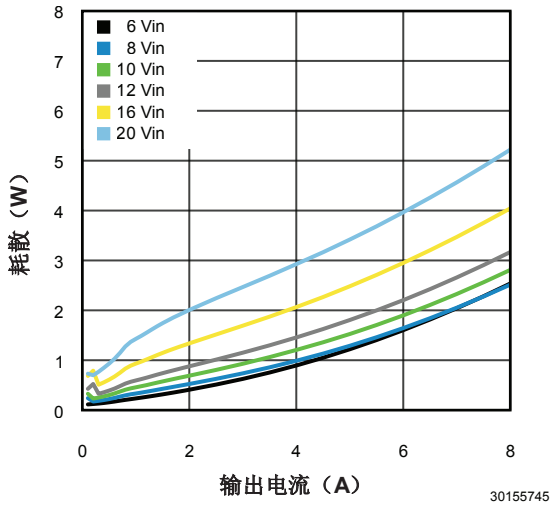
30155743

在25°C时1.2V输出效率



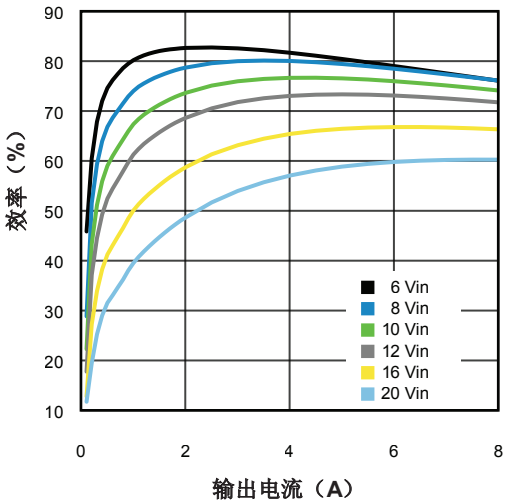
30155744

在25°C时1.2V输出耗散



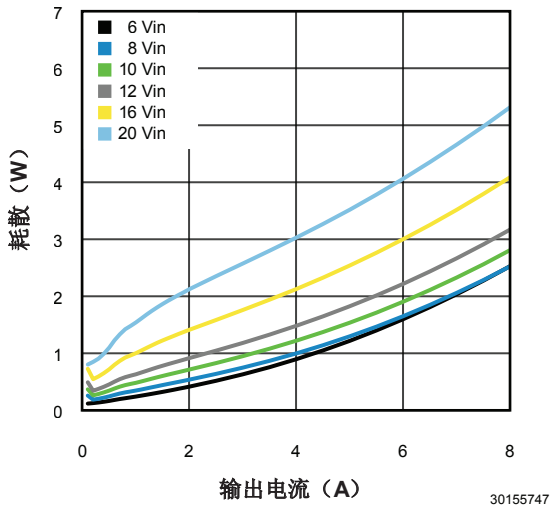
30155745

在25°C时1.0V输出效率



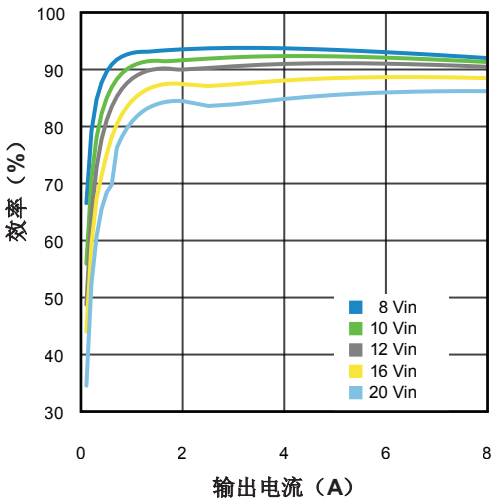
30155746

在25°C时1.0V输出耗散



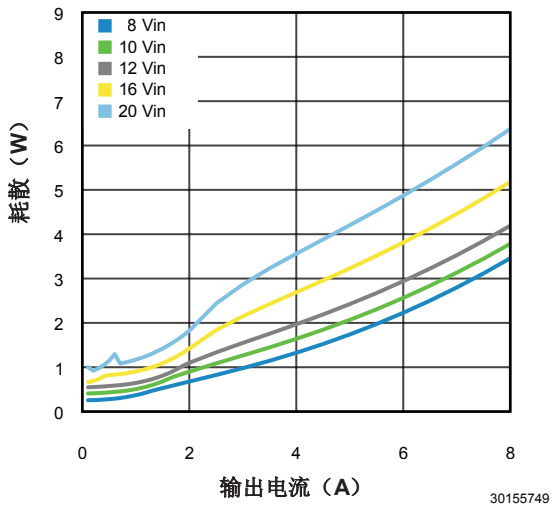
30155747

在85°C时5.0V输出效率



30155748

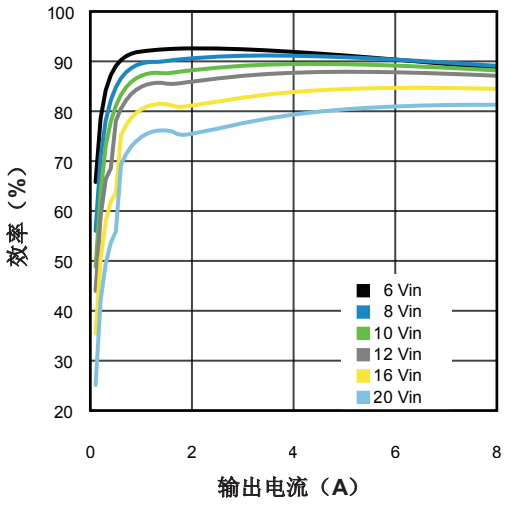
在85°C时5.0V输出耗散



30155749

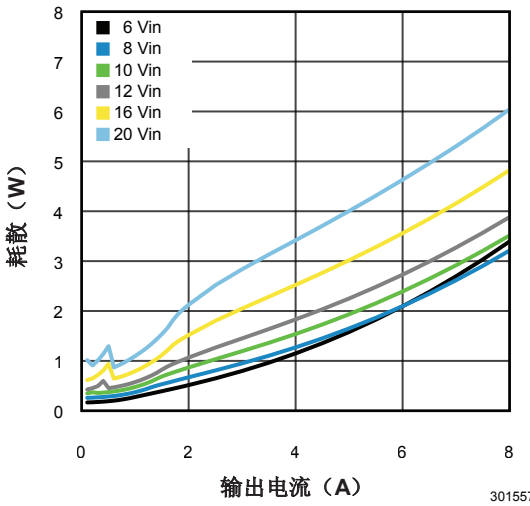
未发行副本 301557 第二版 第一次修订 印刷日期/时间：2011/03/31 10:22:12

在85°C时3.3V输出效率



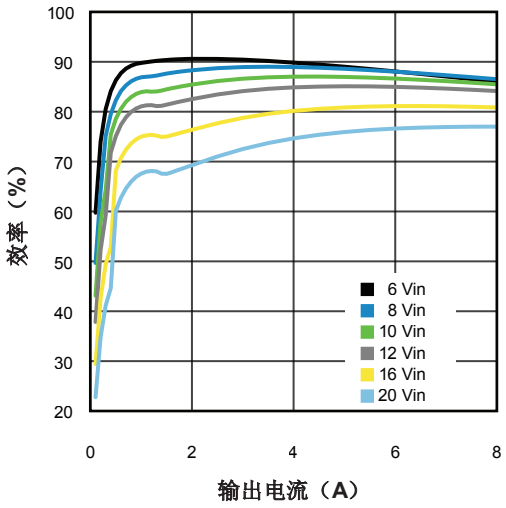
30155750

在 85°C 时 3.3V 输出耗散



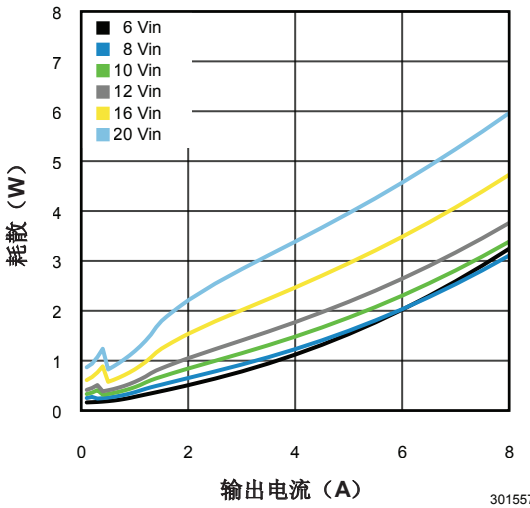
30155751

在 85°C 时 2.5V 输出效率



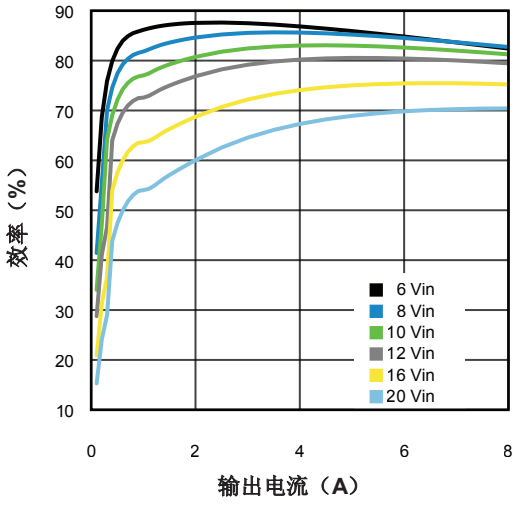
30155752

在 85°C 时 2.5V 输出耗散



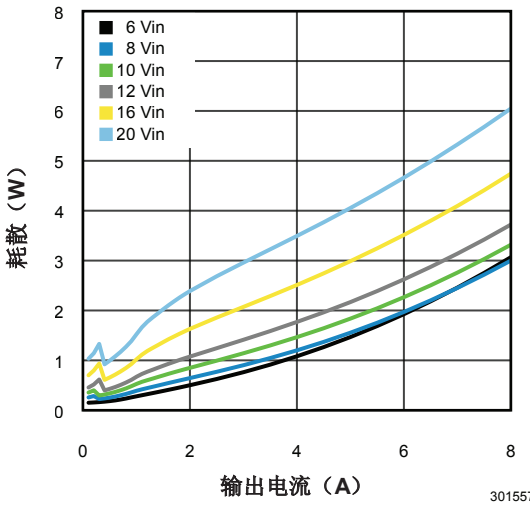
30155753

在 85°C 时 1.8V 输出效率



30155754

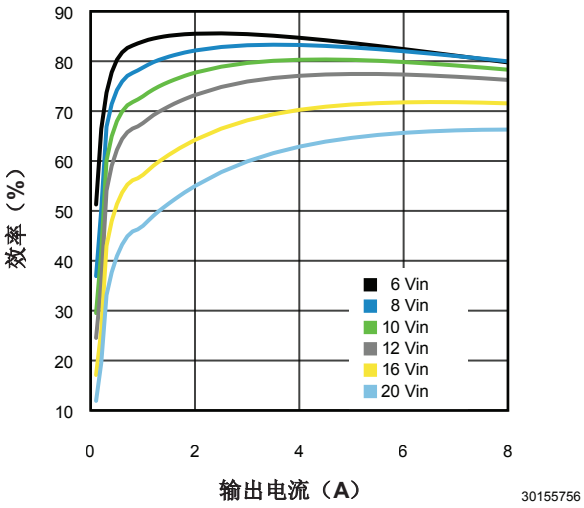
在 85°C 时 1.8V 输出耗散



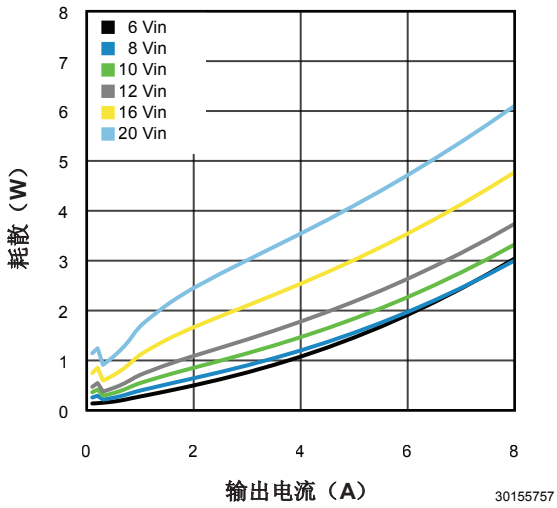
30155755

未发行副本 301557 第二版 第一次修订 印刷日期/时间：2011/03/31 10:22:12

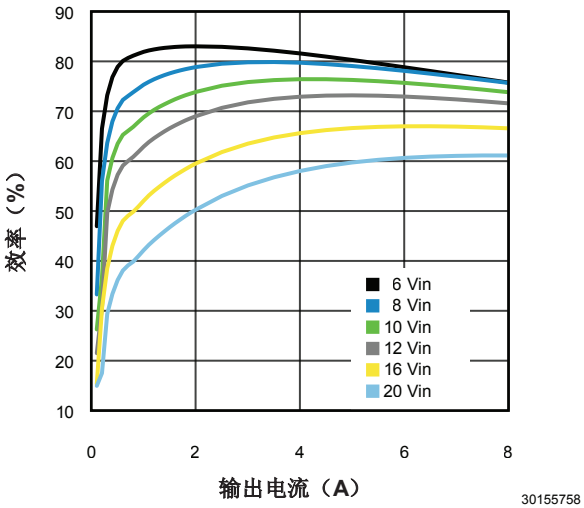
在 85°C 时 1.5V 输出效率



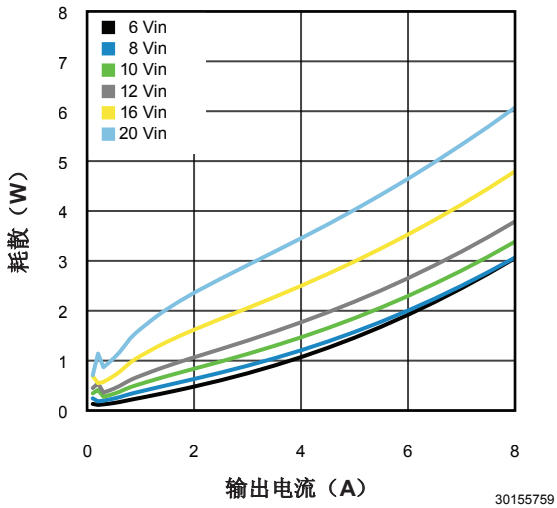
在 85°C 时 1.5V 输出耗散



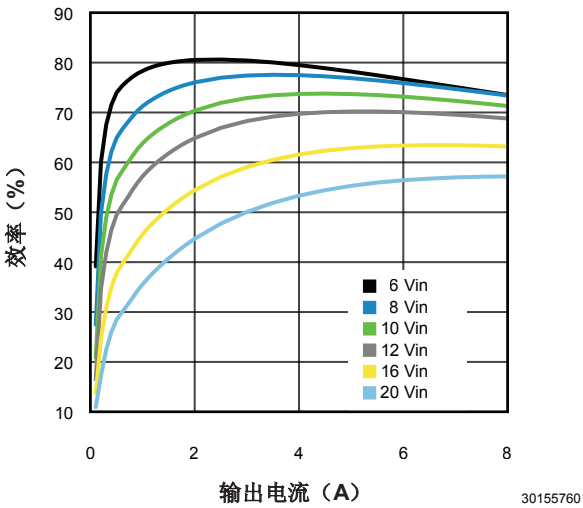
在 85°C 时 1.2V 输出效率



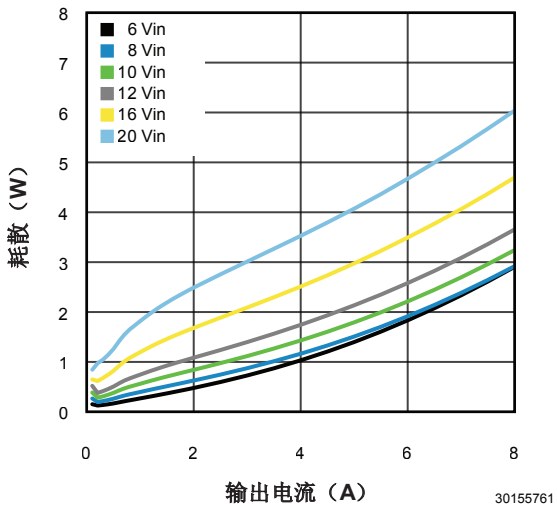
在 85°C 时 1.2V 输出耗散



在 85°C 时 1.0V 输出效率

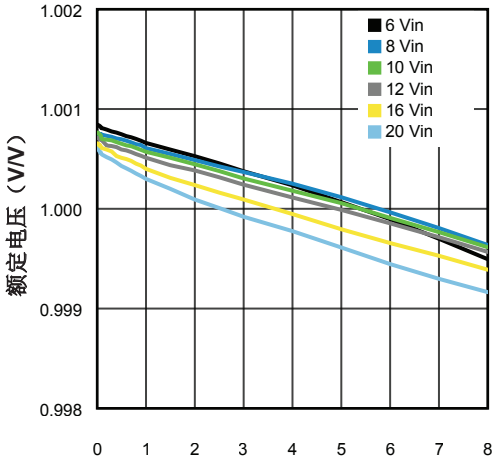


在 85°C 时 1.0V 输出耗散



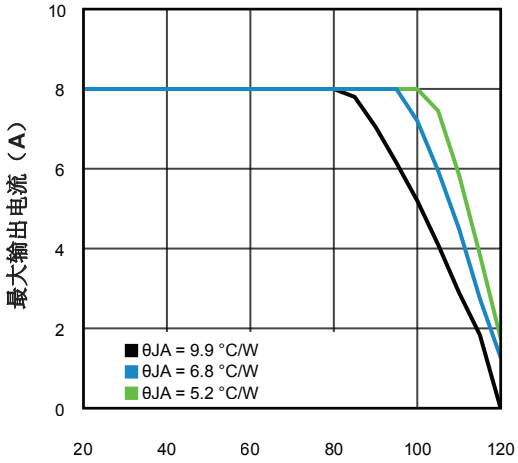
未发行副本 301557 第二版 第一次修订 印刷日期/时间：2011/03/31 10:22:12

额定线路及负载调节 V_{OUT} = 3.3V



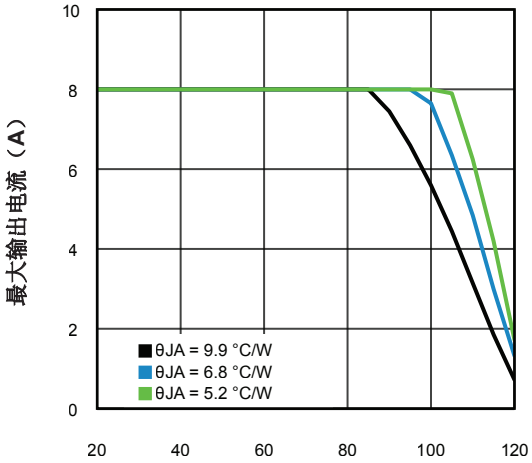
30155762

热降额 V_{IN} = 12V, V_{OUT} =5.0V



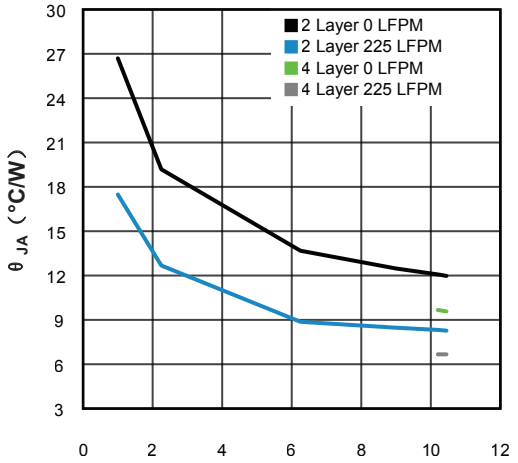
30155763

热降额 V_{IN} = 12V, V_{OUT} =3.3V



30155764

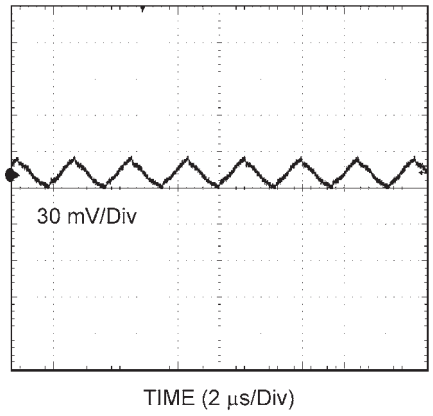
θ JA 与覆铜散热面积



30155765

输出纹波

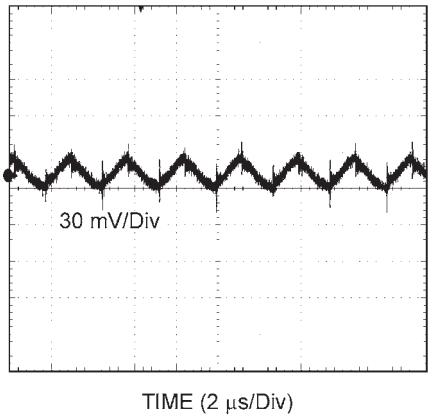
V_{IN}=12V，V_{OUT}=5.0V 满负载下带宽=20 MHz



30155766

输出纹波

V_{IN}=12V，V_{OUT}=5.0V 满负载下带宽=250MHz

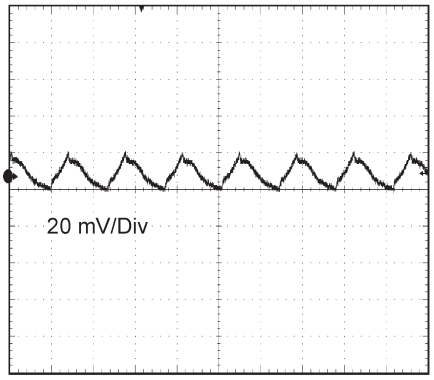


30155769

未发行副本 301557 第二版 第一次修订 印刷日期/时间：2011/03/31 10:22:12

输出纹波

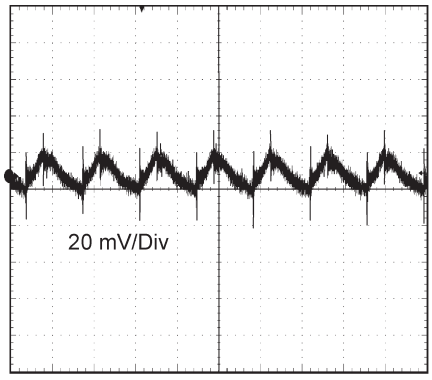
V_{IN}=12V，V_{OUT}=3.3V 满负载下带宽=20 MHz



30155767

输出纹波

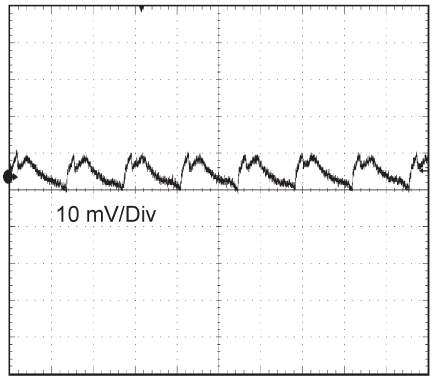
V_{IN}=12V，V_{OUT}=3.3V 满负载下带宽=250 MHz



30155770

输出纹波

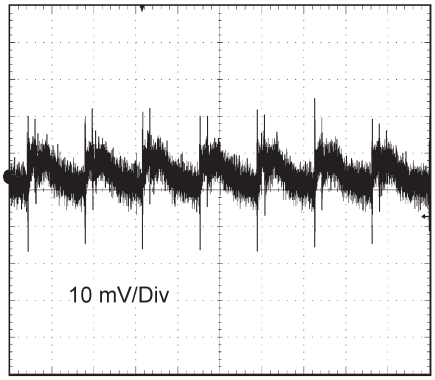
V_{IN}=12V，V_{OUT}=1.2V 满负载下带宽=20MHz



30155768

输出纹波

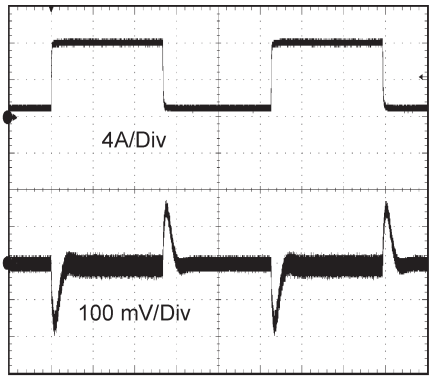
V_{IN}=12V，V_{OUT}=1.2V 满负载下带宽= 250 MHz



30155771

瞬态响应

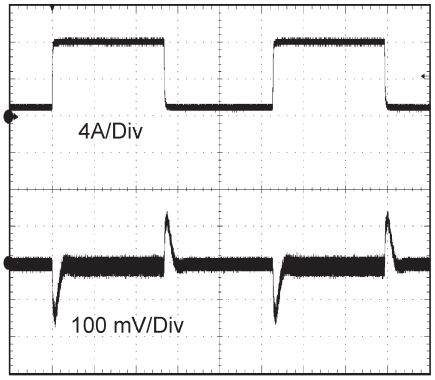
V_{IN}=12V，V_{OUT}=5.0V 1 至 8A 阶跃



30155772

瞬态响应

V_{IN}=12V，V_{OUT}=3.3V 1 至 8A 阶跃

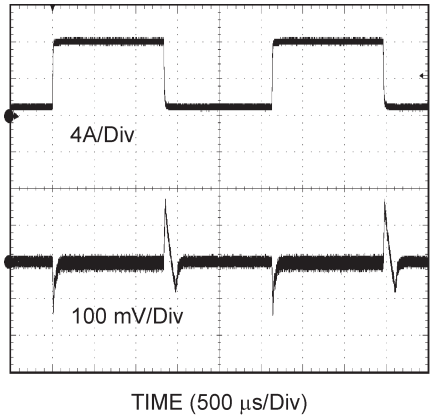


30155773

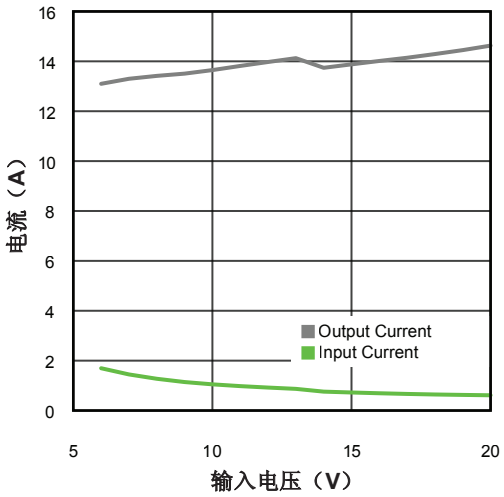
未发行副本 301557 第二版 第一次修订 印刷日期/时间：2011/03/31 10:22:12

瞬态响应

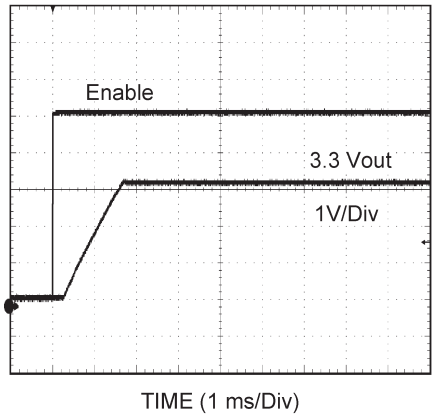
V_{IN}=12V，V_{OUT}=1.2V 1 至 8A 阶跃



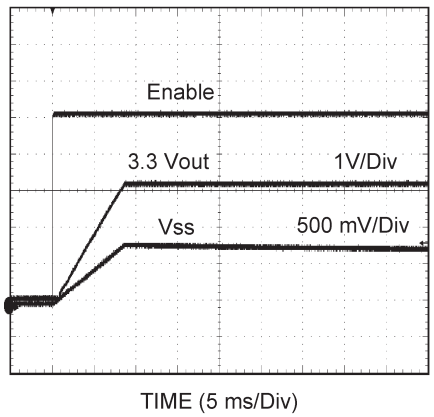
短路电流与输入电压



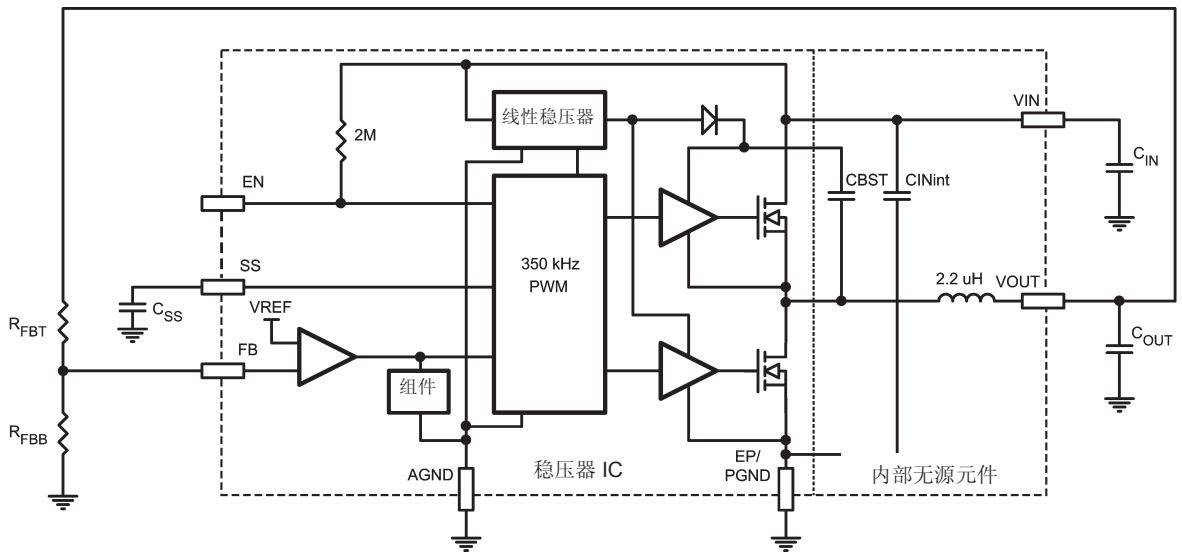
V_{OUT}=3.3，软启动,无 C_{SS}



V_{OUT}=3.3，软启动, C_{SS} = 0.47uF



框图



一般说明

LMZ12008 SIMPLE SWITCHER®易电源电源模块是一种易于使用的降压式直流/直流解决方案，可驱动高达8A的负载。LMZ12008采用创新封装模式，提高了散热性能并可手工或机器焊接。

LMZ12008可工作于6V和20V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。LMZ12008仅需2个外部电阻和外部电容即可实现电源解决方案。LMZ12008是一种可靠、稳健的设计方案，具有以下保护功能：热关断、输入欠压锁定、输出过电压保护、短路保护、输出电流限制并允许预偏置电压输出启动。

LMZ12008应用的设计步骤

LMZ12008可得到Webench®的全方位技术支持，它提供：元件的选择，电气和热模拟。另外，还有可供设计开始时使用的评估板和演示板。以下所列步骤可用于LMZ12008应用的手动设计。

所有值的引用参阅典型应用原理图*图4*。

- 选择具有使能分压电阻的最小工作输入电压V_{IN}
- 选择带电阻分压器的编程V_{OUT}
- 选择C_{OUT}
- 选择C_{IN}
- 确定模块功耗
- 根据所需热特性布置印刷电路板（PCB）

使能分压器，R_{ENT}，R_{ENB}和R_{ENH}选择

在模块内部，一个2 mega ohm的上拉电阻器从V_{IN}连接到使能端。因为该应用不需要要精确的欠压锁定，使能输入可能处于开路状态，内部电阻将一直对模块使能。这种情况下，通常在电压为4.3V(V_{IN} 上升)时发生内部欠压锁定。

在单独监控电路应用中，使能可以与一个逻辑源直接连接。在电源定序的情况下，分压器与一个在上电周期中比LMZ12008输出电压轨更早激活的电压轨连接。

使能提供了一个精确的1.274V阈值，这使得可以直接逻辑驱动或者从一个更高的使能电压比如Vin连接到一个电压分压器。此外还有一个允许可编程迟滞的13μA(典型)的开关偏置电流。请参阅*图1*。

使能分压器的作用是帮助设计师选择一个输入电压，低于这个输入电压电路就会停停止运行。这体现了可编程欠压锁定的特性。这两个电阻器的选择应该要符合如下比率：

$$R_{ENT} / R_{ENB} = (V_{IN\ UVLO} / 1.274V) - 1 \quad (1)$$

LMZ12008典型应用所示，当R_{ENB}为12.7k ，R_{ENB}为42.2k 时，导致5.51V的欠压锁定（UVLO）上升。请注意，当V_{IN}提高到20V时，分压器将对使能输入提供4.62V的电压。应始终对该高电压进行检查，确保它不会超过使能5.5V的绝对最大极限值。

在高电压超越使能输入的运行范围时，可使用5.1V齐纳钳位。如果目标应用禁止超越最大使能输入电压，就无需齐纳钳位。额外的使能电压迟滞也可以通过R_{ENH}增加。可以对R_{ENT}和R_{ENB}的值进行选择，以使R_{ENH}的值为0，在设计时可忽略不计。

上升阈值可按如下方程计算：

$$V_{EN(上升)} = 1.274 \ (\ 1 + (R_{ENT} || \ 2 \ 兆欧) / \ R_{ENB}) \quad (2)$$

下降阈值电平可使用下列方程式计算：

$$V_{EN(下降)} = V_{EN(上升)} - 13\ \mu A \ (\ R_{ENT} || \ 2 \ 兆欧 \ || \ R_{ENTB} + R_{ENH} \ ) \quad (3)$$

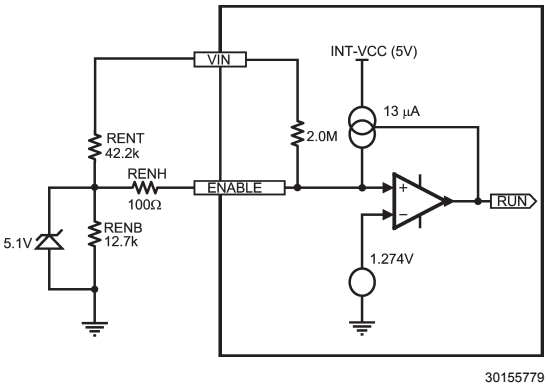


图1. 使能输入详图

输出电压选择

输出电压可以用连接在 V_{OUT} 和接地之间的两个电阻的分压器来确定。分压器的中点连接到 FB 输入。

调节输入电压由外部分压电阻 R_{FBT} 和 R_{FBB} 确定：

$$V_{OUT} = 0.795V * (1 + R_{FBT} / R_{FBB}) \ \textbf{(4)}$$

变换上式,为了获得期望输出电压，反馈电阻的比率是：

$$R_{FBT} / R_{FBB} = (V_{OUT} / 0.796V) - 1 \ \textbf{(5)}$$

一般地，这些电阻的阻值的选择应在 1.0k 到 10.0k 范围内。因为 V_{OUT}=0.8V，FB 引脚可以直接连接到输出，R_{FBB} 可以设定为 8.06k 以提供最小输出负载。

R_{FBT},和 R_{FBB} 的数值表见第二页应用原理简图。

软启动电容选择

可编程软启动允许稳压器在上电后缓慢斜升至稳定工作状态点，从而降低输入电源电流浪涌和减慢输出电压的上升时间。接通后，在通过了所有的欠压锁定条件后，一个 1.6 毫秒电路使 SS/TRK 输入缓慢斜升，实现内部软启动。如果 1.6 毫秒是一个足够的接通时间，那么 Css 电容就可不用。通过在该输入端增加一个外部电容就可以获得更长的软启动时间。

软启动持续时间按照如下方程计算

$$t_{SS} = V_{REF} * C_{SS} / Iss = 0.795V * C_{SS} / 50uA \quad (6)$$

该该方程可变换为：

$$C_{SS} = t_{SS} * 50\mu A / 0.795V \quad (7)$$

用一个0.22μF 的电容就可以获得一个3.5毫秒的典型软启动持续时间；0.47μF 可获得的典型软启动持续时间是 7.5 毫秒。0.47μF 是推荐初始值。

当软启动输入电压超过 0.795V，功率级输出将进行调节，并使 50μA 的电流失活。注意下列条件下使用内部电流吸收器通过 SS 输入对地放电将使软启动电容器复位：

- 使能输入下拉
- 热关断条件
- V_{IN} 下降至 4.3V 以下 (典型)并触发 V_{CC} 欠电压锁定跳闸

跟踪电源分压器选择

跟踪功能允许模块作为从属电源连接到一次电压轨（通常是 3.3V 系统电压轨），在其中从属模块输出电压比主电压更小。正确的配置允许从属电压轨与主电压轨同时上电，从而减小电压斜升期间两个电压轨之间的电压差（即<0.15V）。跟踪电阻分压器的值的选择要能使内部 50uA 电流源的影响最小化。在大多数情况下，电阻分压电阻器的比率是跟输出电压设定分压器的比值是一样的。跟踪模块的正常工作要求从属电压轨的软启动时间要比主电压轨的更短；由于用 R_{TKB} 取代了聚合物电容 C_{SS}，这是一个容易满足的条件。跟踪功能只在主电源的上电间隔有效；一旦 SS/TRK 上升超过 0.795V 就不再被使能，50uA 内部电流源也会被关断。

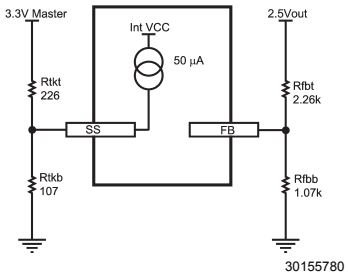


图 2 跟踪选择输入详图

C_{OUT}（输出电容）的选择

所需C_{OUT}输出电容均不包含在该模块内。基于误差信号放大器内部补偿值，对于6V和1.2V输出，要求最小额定电容值范围为330μF 至660μF 。

假如有效电容器的等效串联电阻阻值高于15兆欧，可以降低这些最小额定电容值。为获得最低纹波，建议使用低等效串联电阻阻值（15兆欧姆）的钽，有机半导体或聚合物或电容器与一个高频降噪47nFX7R陶瓷电容器并联。输出电容器C_{OUT}可以由几个在靠近相邻模块并联布置的多个电容器组成。

该输出电容器必须满足通过(18)方程式计算的最差外壳额定纹波电流 i_L的要求。

除此之外，只要等效串联电阻阻值（ESR）足够低并且在允许范围内，额外的电容会减小输出纹波。环路响应验证将有助于闭环状态的确认。对于动态负载阶跃，下面的方程式针对负载瞬时响应要求较为准确地估算了初步C_{OUT}值：

$$C_{OUT} \geq \frac{I_{step}}{(\Delta V_{OUT} - I_{STEP} \times ESR) \times (\frac{f_{SW}}{V_{OUT}})} \quad (8)$$

对于V_{IN}等于12V，V_{OUT}等于3.3V，5%的V_{OUT}瞬态电压为0.165V，负载阶跃7A（I_{STEP}），输出电容器的有效等效串联电阻阻值为3兆欧，开关频率为350kHz (f_{SW}):

$$C_{OUT} \geq \frac{7A}{(0.165V - 7A \times 0.003) \times (\frac{350e3}{3.3V})} \geq 458\ \mu F \quad (9)$$

请注意，最小输出电容稳定性的要求必须始终得以满足。

所推荐的输出电容器组合是两个330μF ，等效串联电阻阻值（ESR）为15兆欧的钽聚合物电容器与一个47uF 6.3V X5R陶瓷电容器并联。这种组合可提供极佳的性能，可能超过某些应用的要求。此外，可使用一些小的47nF陶瓷电容器，以抑制可用于高频电磁干扰。

C_{IN}选择

该LMZ12008模块包含两个内部输入陶瓷电容。实际应用中，模块外部需要增加输入电容以减小输入纹波电流。输入电容器可以是多个电容器并联。该输入电容位置应非常接近模块。输入电容的选择通常是为了满足输入电流纹波的要求，而不是取决于电容值得大小。额定输入纹波电流通过下列方程式式计算：

$$I_{CIN\text{-}RMS} = I_{OUT} \times \sqrt{D(1-D)} \quad (10)$$

式中D V_{OUT}/V_{IN}

（作为一个参考点，当模块处于满负载电流情况下且V_{IN} = 2 * V_{OUT}时，将会产生最糟外壳波纹电流。).

推荐的最小输入电容是 30uF X7R (或者 X5R)陶瓷电容，其电压额定值至少要高于该应用中最大输入电压的 25%。另外需要注意的是所选电容的电压和温度的降额。还应该注意到陶瓷电容器的波纹电流额定值在电容数据表中可能没有列出，你需要直接与电容生产商联系。

如果系统设计要求保持某个小的峰-峰输入纹波电压值(V_{IN})，可用下列方程计算：

$$C_{IN} \geq \frac{I_{OUT} \times D \times (1 - D)}{f_{SW} \times \Delta V_{IN}} \quad (11)$$

若 V_{IN} 为 200mV，或在 12V 输入，3.3V 输出的应用中，为 V_{IN} 的 1.66%，且 f_{SW}=350kHz，那么：

$$C_{IN} \geq \frac{8A \times \left(\frac{3.3V}{12V}\right) \times \left(1 - \frac{3.3V}{12V}\right)}{350\ kHz \times 200\ mV} \geq 22.4\ \mu F \quad (12)$$

为抑制输入电源线的寄生电感和输入电容的共振效应需要增加 ESR 值较高的大容量电容。为实现这个功能，LMZ12008 典型应用原理图和评估板包含一个 150μF 50V 的铝电容。在很多情况下这个电容并非是必需的。

功率耗散和电路板散热要求

计算模块耗散时，要使用该应用的最大输入电压和平均输出电流。在特性曲线中提供了很多一般工作条件，这样通过插值就可以推导出不常见的应用。在所有的设计中，结点温度必须保持低于 125°C 的额定最大值。

对于 V_{IN} = 12V, V_{OUT} = 3.3V, I_{OUT} = 8A, 和 T_{A-MAX} = 50°C 的设计实列，模块从外壳到环境中的热阻(θ_{CA})必须小于：

$$\theta_{CA} < \frac{T_{J-MAX} - T_{A-MAX}}{P_{IC_LOSS}} - \theta_{JC} \quad (13)$$

假设从结点到外壳的典型热阻(θ_{JC})为 1.0°C/W。使用在典型性能特性章节所述的 85°C 时功率耗散来估算该应用设计的 $P_{IC-LOSS}$,在该应用中它是 3.9W。

$$\theta_{CA} < \frac{125°C - 50°C}{3.9\ W} - 1.0\frac{°C}{W} < 18.23\frac{°C}{W} \quad (14)$$

为使 θ_{CA}=18.23，要求印刷电路板（PCB）能有效散热。在没有空气流动，无外部散热器的情况下，按照以下方程近似估算用 2 盎司铜皮在顶层和底层覆盖的所需印刷电路板面积：

$$\text{Board Area_cm}^2 \geq \frac{500}{\theta_{CA}} \cdot \frac{°C \times cm^2}{W} \quad (15)$$

结果显示，印刷电路板设计需要大概 27.42 平方厘米的 2 盎司铜皮以覆盖顶层和底层板。这是 5.23 x5.23 厘米（2.06 x 2.06 英寸）的正方形。印刷电路板铜散热器必须连接到裸露焊盘上。为获得最佳性能，使用约 100 个 12 密耳（305μm ）的间距为 59 密耳的散热通孔（1.5 毫米）连接铜顶部至底部铜覆层。

另一种来估计设计温升的方法是使用 θ_{JA}。对于不同的散热覆铜面积和气流，θ_{JA} 的估测值可从典型的应用曲线图获得。如果我们的设计要求相同的工作条件，但气流为 225LFPM，我们得到了所需的 θ_{JA} 为

$$\theta_{JA} < \frac{T_{J-MAX} - T_{A-MAX}}{P_{IC_LOSS}}$$

$$\theta_{JA} < \frac{(125 - 50)\ °C}{3.9\ W} < 19.23\frac{°C}{W} \quad (16)$$

在 θ_{JA} 与铜散热曲线图上所示，该应用所要求的覆铜面积本现在仅有 1 平方英寸。气流减少了 4 倍的所需散热面积。

为了进一步减少散热覆铜面积，该封装兼容了 D3-PAK 表面贴装散热片。

对于 SIMPLE SWITCHER®易电源电源模块的高导热性能的印刷电路板布局举例，参阅 AN- 2093，AN-2084，AN- 2125，AN- 2020 和 AN - 2026。

印刷电路板布局指南

印刷电路板布线是直流-直流转换器设计的一个重要部分。不理想的布线方案会增加电磁干扰、接地反弹和走线上的电阻压降，这些都将影响直流-直流转换器和周围电路的性能。这些将向直流-直流转换器发送错误的信号，导致调节不利或不稳定。好的布线方案需要遵循以下几点简单的设计规则。*图 5* 所示就是一个很好的布局范例。

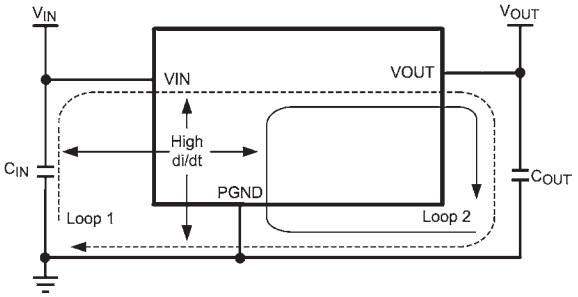


图 3 高电流回路

1. 使开关电流回路尽可能小。

从抑制电磁干扰的角度来看，如上图所示，PC 板布局过程中必须尽量降低高的 di/dt 电流通路。不重叠的大电流回路有高 di/dt 区域，如果输入电容(C_{in})安装位置远离 LMZ12008，在输出引脚上就会引起显著的高频噪声。因此要尽可能使输入电容 C_{in} 接近 LMZ12008 的 VIN 引脚和 GND 裸露焊盘，以避免输出引脚上产生的明显的高频噪声。这将使高 di/dt 区面积最小化，从而降低辐射的电磁干扰。另外，输入和输出电容接地都需要包括一个局部的顶部平面，用来连接 GND 裸露焊盘(EP)。

2. 采用单点接地。

反馈电路、软启动和使能端元件的接地线只能连接到器件的 AGND 引脚。这样可避免开关电流或负载电流流入模拟地线中。如果布置不当，接地不良可能导致负载调节性能降低或出现输出电压纹波漂移现象。连接引脚 4 到 EP，形成单点接地连接。

3. 使 FB 引脚的走线长度尽可能短。

反馈电阻 R_{FBT} 和 R_{FBB} 应尽可能靠近 FB 引脚。由于 FB 引脚具有高阻抗，因此应使覆铜面积尽可能小。从 R_{FBT}，R_{FBB} 走线应该与 LMZ12008 模块保持一定的距离，将可能的噪声拾取最小化。

4. 输入输出总线连线尽可能宽。

这样可以减少转换器输入或输出上的压降，从而使效率最大化。为了优化负载上的电压精度，要确保负载上有单独的电压反馈走线。这样将纠正压降，提供最优输出精度。

5. 确保器件散热充分。

使用一组散热孔将裸露焊盘和印刷电路板底层的接地平面连接起来。如果印刷电路板有多个覆铜层，散热通孔同样可以用来连接内层散热接地平面。为了达到最佳效果，可使用一个最小半径为 12 密耳(305 µm) 、间隔为 46.8 密耳(1.5 mm)的 10 x 10 散热通孔组。确保有足够大的覆铜面积用来散热，保持结点温度低于 125℃。

附加特性

输出过电压保护

如果在 FB 的电压大于 0.86V 的内部基准电压，误差信号放大器输出会下拉至接地，导致 V_{OUT} 下降。

电流限制

通过低边（LS)和高边(HS)两边的电流限制电路来保护 LMZ12008 模块。在关断时间，通过监控通过低边同步金属氧化物半导体场效应晶体管（MOSFET）的电流，就可以对低边电流限制值进行检测。请参阅功能框图，当顶部 MOSFET 断开，电感电流流过负载，PGND 引脚和内部同步 MOSFET。如果该电流超过 13A（典型值），电流限制比较器就会终止下一个开关周期的开始，这个过程会一直持续到电流低于限制值为止。还应该注意的是直流电流限制取决于在典型性能章节的图中所示的占空比。高边电流限制监控顶部金属氧化物半导体场效应晶体管（MOSFET）的电流。一旦检测出高边电流限制值（典型值为 16A），高边金属氧化物半导体场效应晶体管（MOSFET）立即会被关断，直到下一个周期。超过高边电流限制值会导致 V_{OUT} 下降。超过低边电流限制值的典型运行状态是 f_{SW} 降低到运行频率的 1/2。

热保护

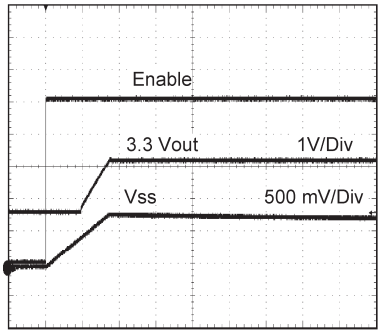
LMZ12008模块的结点温度不得超过其最大额定值。热保护通过一个内部热关断电路实现。在165°C(典型)的情况下该电路就会启动，进入一个低功率备用状态。在这种状态下，主要MOSFET保持关断而使V_{OUT}下降，同时C_{SS}电容器对地放电。热保护功能有助于防止器件意外过热造成严重事故。。当结点温度降低到150°C(典型迟滞=15°C)以下时，SS引脚释放，V_{OUT}平稳上升，恢复正常运行。

在要求有最大输出电流的应用中，尤其是在高输入电压应用中，可能会要求有额外的高温降额。

预偏置启动

LMZ12008 将正常启动进入预偏置输出。在多轨逻辑应用中，这种启动情况是很普通的。在启动程序执行期间，在不同的电源轨之间会存在有多个电源通道。下面捕获到的波形图展示了在这种模式下正确的运行状态。波形轨迹 1 为使能走高。波形轨迹 2 为 1.8V 预偏置上升到 3.3V。波形轨迹 3 所示为由 C_{SS} 确定的上升时间

预偏执启动



30155785

非连续传导和连续传导模式

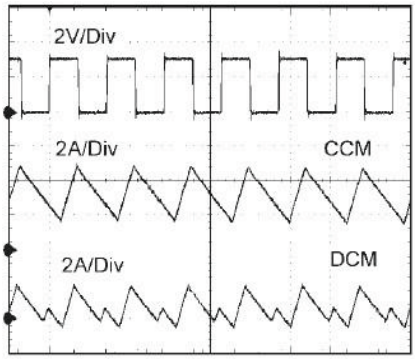
小负载情况下，稳压器将以非连续传导模式(DCM)运行。随着负载电流大于临界传导点，稳压器将以连续传导模式运行。当在非连续传导模式下运行时，电感器电流保持一个等于输出电流的平均值。在非连续传导模式下，电感器电流下降到零时，低边开关将关闭，这将导致电感器电流产生谐振。虽然在非连续传导模式下运行，但允许有轻微的负电流对自举电容进行充电。

在连续传导模式（CCM）下，在整个开关周期内电流流过电感且在关断时间内绝不会降至零。

下面所示为连续模式（上部）和非连续模式的一组波形比较图。

连续运行模式和非连续运行模式

V_{IN} = 12V, V_{OUT} = 3.3V, I_O = 3A/0.3A



未发行副本 301557 第二版 第一次修订 印刷日期/时间：2011/03/31 10:22:12

30155786

确定 DCM/CCM 界限的近似方程如下：

$$I_{DCB} = \frac{(V_{IN} - V_{OUT}) \times D}{2 \times L \times f_{SW}} \quad (17)$$

模块内部的电感器是 2.2μH。这个值的选择是在低输入电压和高输入电压应用间是一个很好的平衡值。被电感器影响的主要参数是电感波纹电流的幅值(Δi_L)，Δi_L 可以用下面的方程计算：

$$\Delta i_L = \frac{(V_{IN} - V_{OUT}) \times D}{L \times f_{SW}} \quad (18)$$

方程中，V_{IN} 是最大输入电压，f_{SW} 是 359kHz（典型值）。通过假设 $I_{OUT}=I_L$,如果确定了输出电流 I_{OUT}，那么即可确定更高和更低的 Δi_L 峰值。

典型应用原理图及物料清单

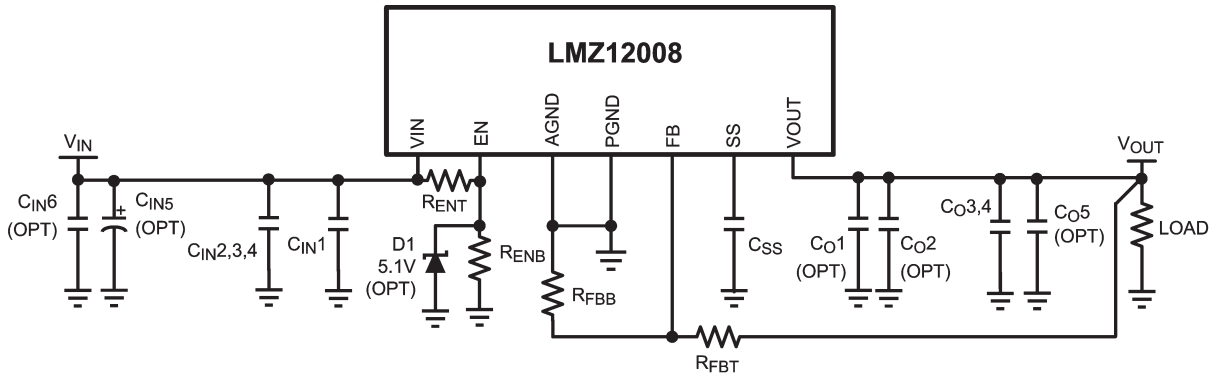
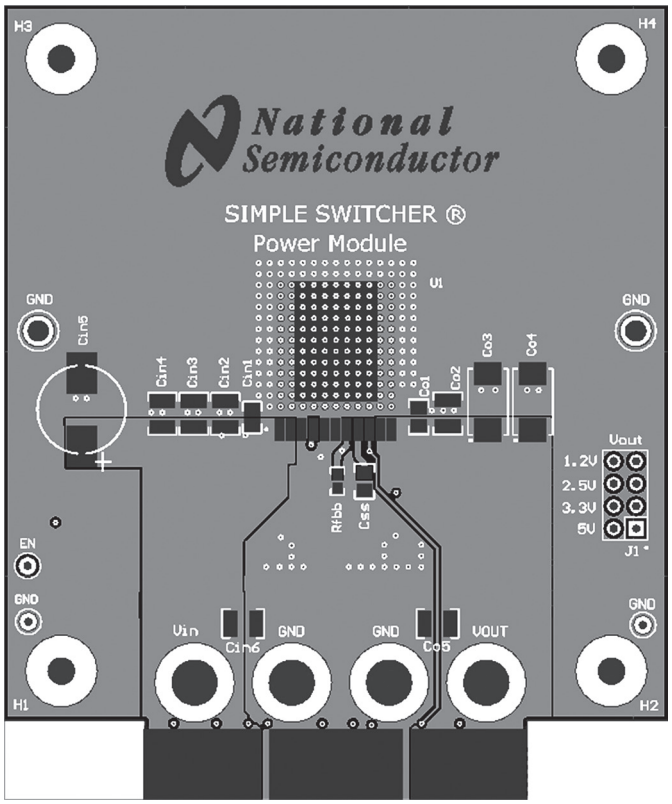


图4

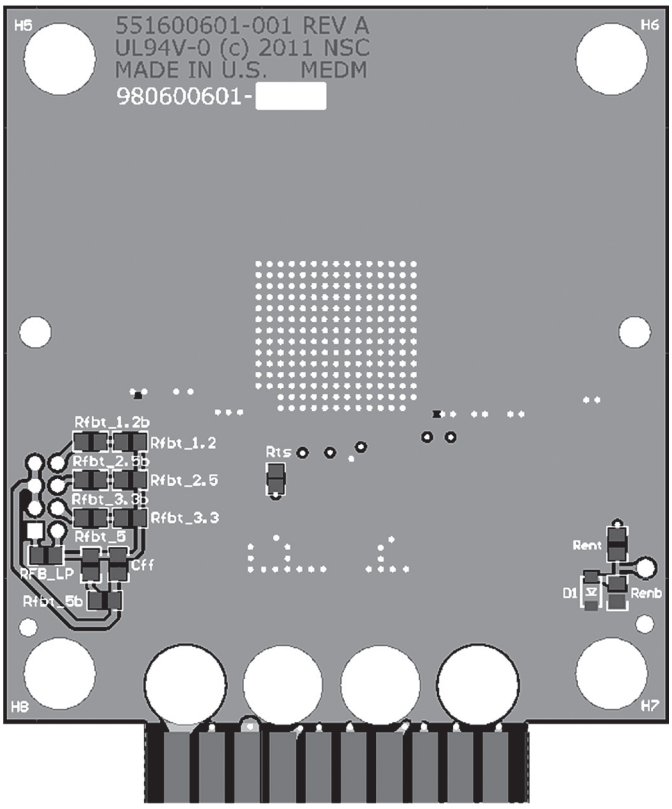
典型应用物料清单—表1

参考编号	说明	外壳尺寸	制造商	P/N制造商
U1	SIMPLE SWITCHER ®易电源	TO-PMOD-11	美国国家半导体公司	LMZ12008TZ
C_{IN}1,6 (OPT)	0.047 µF, 50V, X7R	1206	国巨美国公司	CC1206KRX7R9BB473
C_{IN}2,3,4	10 µF, 50V, X7R	1210	日本太阳诱电	UMK325BJ106MM-T
C_{IN}5 (OPT)	CAP, AL, 150µF, 50V	Radial G	松下电器	EEE-FK1H151P
C_O1,5 (OPT)	0.047 µF, 50V, X7R	1206	国巨美国公司	CC1206KRX7R9BB473
C_O2 (OPT)	47 µF, 10V, X7R	1210	村田	GRM32ER61A476KE20L
C_O3,4	330 µ F, 6.3V, 0.015 ohm	CAPSMT_6_UE	Kemet	T520D337M006ATE015
R_{FBT}	3.32 k	0805	松下电器	ERJ-6ENF3321V
R_{FBB}	1.07 k	0805	松下电器	ERJ-6ENF1071V
R_{ENT}	42.2 k	0805	松下电器	ERJ-6ENF4222V
R_{ENB}	12.7 k	0805	松下电器	ERJ-6ENF1272V
C_{SS}	0.47 µ F, ±10%, X7R, 16V	0805	AVX	0805YC474KAT2A
D1(OPT)	5.1V, 0.5W	SOD-123	Diodes Inc.	MMSZ5231BS-7-F

未发行副本 301557 第二版 第一次修订 印刷日期/时间：2011/03/31 10:22:12



30155788

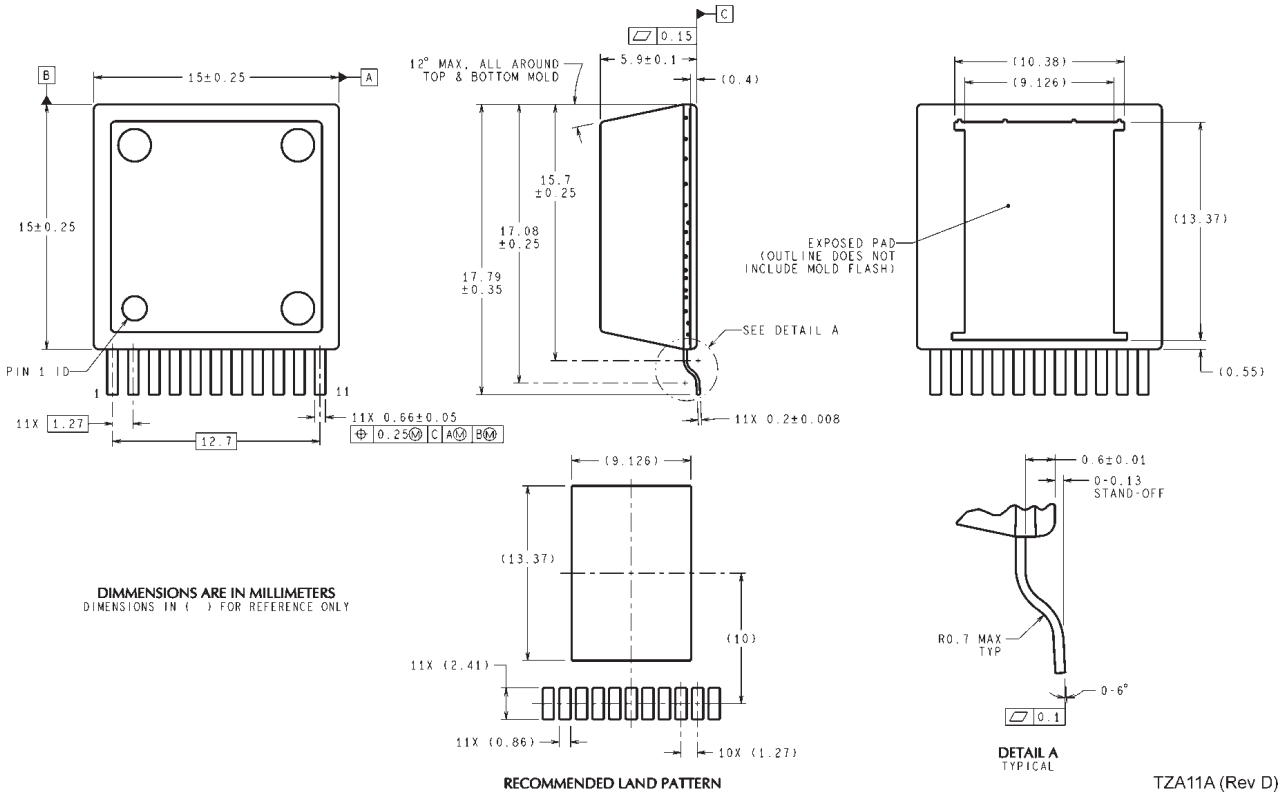


30155789

图 5. 布局范例

未发行副本 301557 第二版 第一次修订 印刷日期/时间：2011/03/31 10:22:12

物理尺寸英寸（毫米）（除非另作说明）



11引脚TZA封装

NS 封装号 TZA011A

未发行副本 301557 第二版 第一次修订 印刷日期/时间：2011/03/31 10:22:12

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package | Pins	Package qty | Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
LMZ12008TZ/NOPB	Active	Production	PFM (NDY) | 11	32 | TUBE	Yes	SN	Level-3-245C-168 HR	-40 to 85	LMZ12008
LMZ12008TZ/NOPB.A	Active	Production	PFM (NDY) | 11	32 | TUBE	Yes	SN	Level-3-245C-168 HR	-40 to 85	LMZ12008
LMZ12008TZE/NOPB	Active	Production	PFM (NDY) | 11	250 | SMALL T&R	Yes	SN	Level-3-245C-168 HR	-40 to 85	LMZ12008
LMZ12008TZE/NOPB.A	Active	Production	PFM (NDY) | 11	250 | SMALL T&R	Yes	SN	Level-3-245C-168 HR	-40 to 85	LMZ12008

(1) **Status:** For more details on status, see our product life cycle.

(2) **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

(3) **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the TI RoHS Statement for additional information and value definition.

(4) **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

(5) **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

(6) **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

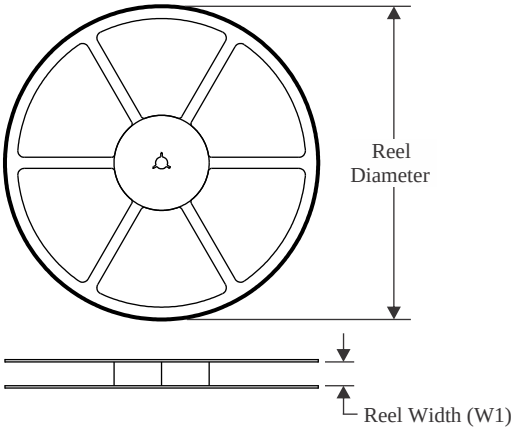
Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

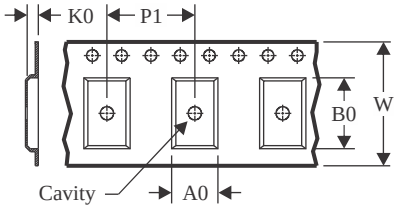
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION

REEL DIMENSIONS

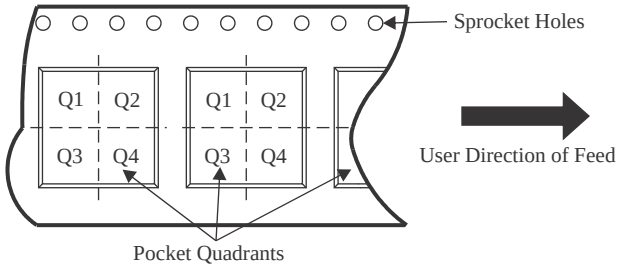


TAPE DIMENSIONS



A0	Dimension designed to accommodate the component width
B0	Dimension designed to accommodate the component length
K0	Dimension designed to accommodate the component thickness
W	Overall width of the carrier tape
P1	Pitch between successive cavity centers

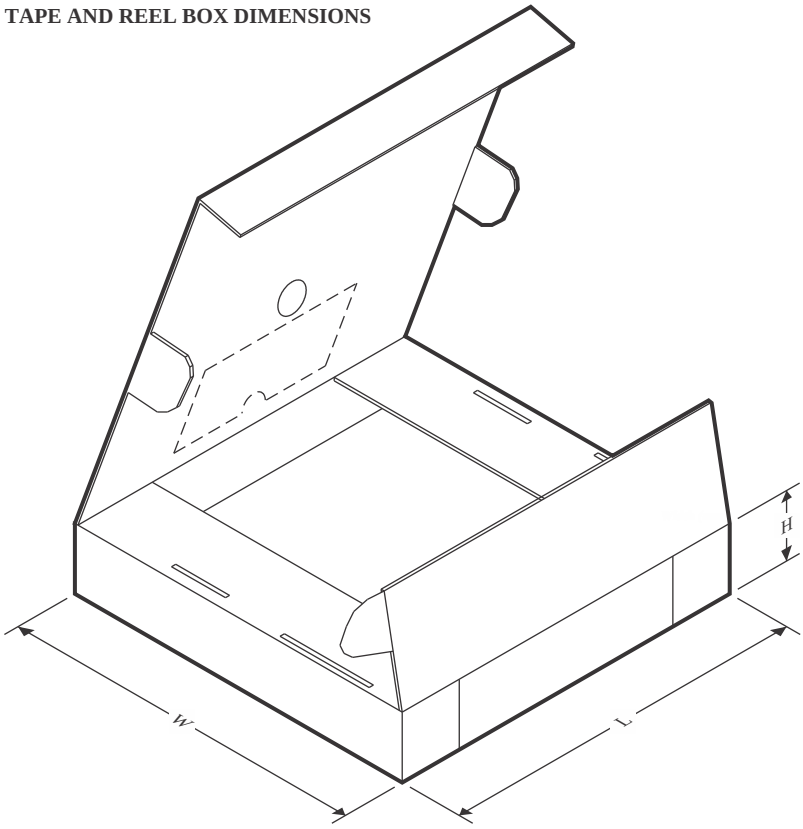
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
LMZ12008TZE/NOPB	PFM	NDY	11	250	330.0	32.4	15.45	18.34	6.2	20.0	32.0	Q2

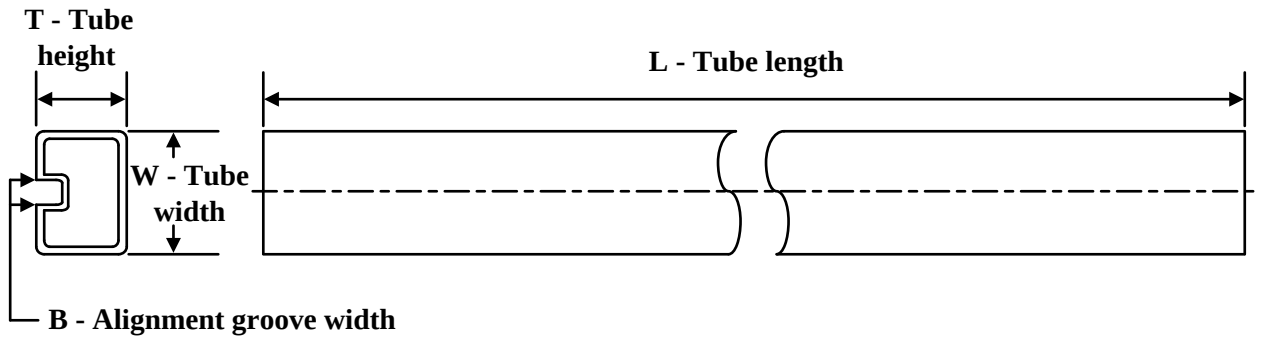
TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
LMZ12008TZE/NOPB	PFM	NDY	11	250	367.0	367.0	55.0

TUBE



*All dimensions are nominal

Device	Package Name	Package Type	Pins	SPQ	L (mm)	W (mm)	T (µm)	B (mm)
LMZ12008TZ/NOPB	NDY	TO-PMOD	11	32	502	22	7500	13.1
LMZ12008TZ/NOPB.A	NDY	TO-PMOD	11	32	502	22	7500	13.1

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（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，不保证没有瑕疵且不做出任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(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、安保法规或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 TI 销售条款)、TI 通用质量指南 或 ti.com 上其他适用条款或 TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。 除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月