LMZ22010
具备 20V 最大输入电压和电流分配的 10A SIMPLE SWITCHER®易电源电源模块

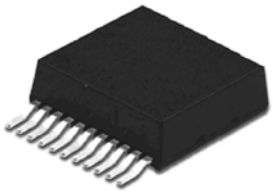
Literature Number: ZHCS575
February 2011

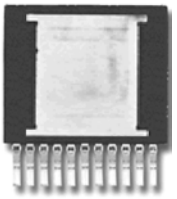
2011年2月28日

LMZ22010

具备20V最大输入电压和电流分配的10A SIMPLE SWITCHER®易电源电源模块

易于使用11引脚封装





顶视图　　底视图

30133101

TO-PMOD 11引脚封装
15 x 17.79 x 5.9 mm (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

- 50W最大总输出功率
- 输出电流高达10A
- 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
- 频率同步输入(350 kHz到600 kHz)
- 电流分配能力
- 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
- 卓越的瞬态响应，可应用于现场可编程门列(FPGA)和专用集成电路(ASIC)的供电电源
- 可得到WEBENCH®电源设计软件的全面支持
- 引脚兼容LMZ22008/06, LMZ12010/08/06, LMZ23610/08/06, 和LMZ13610/08/06

应用领域

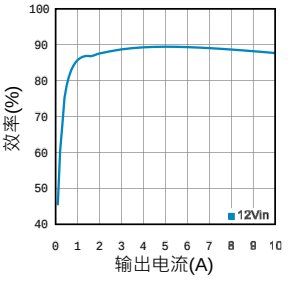
- 从12V输入电压轨负载点转换
- 应用于时间受限的项目
- 应用于空间/高温受限的环境
- 应用于付输出电压的环境，请看到AN-2027

性能优势

- 高效减少系统产生的热量
- 低辐射干扰(EMI)要求符合EN55022(*注释2*)
- 只有7个外部元件
- 低输出电压纹波
- 不需要外部散热片
- 更高电流应用单电流分配

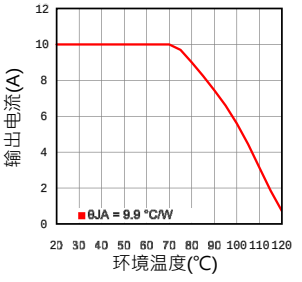
系统性能

V_{IN} = 12V V_{OUT} = 3.3V时效率



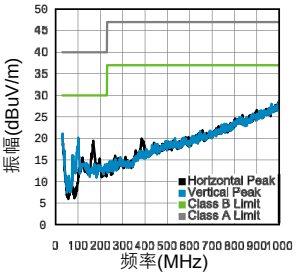
30133102

V_{IN} = 12V V_{OUT} = 3.3V时热降额曲线



30133108

辐射电磁干扰(EN55022)
V_{IN} =12V, V_{OUT} = 5V, I_{OUT} = 10A



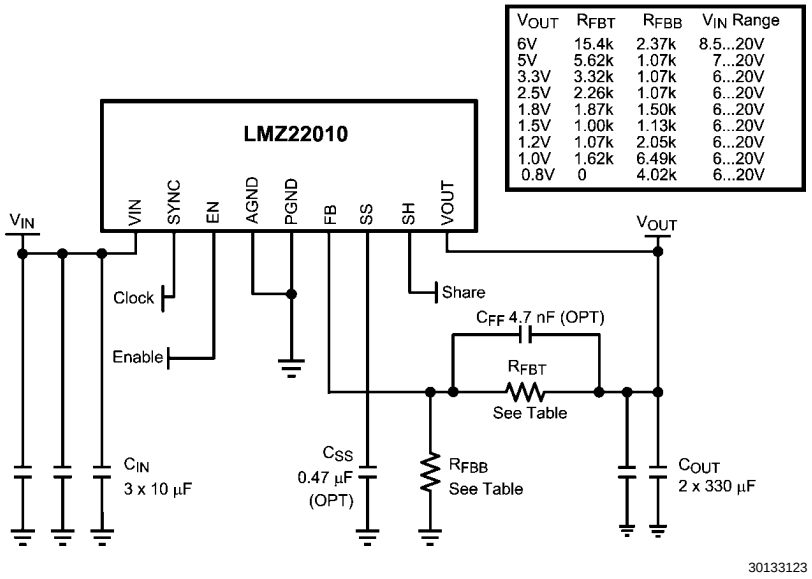
30133114

注释1：θ_{JA}在一个75 mm x 90 mm四层印刷电路板上测得。

注释2：EN 55022:2006, +A1:2007, FCC第15章B子节，在一个具有电磁干扰布局的评估板上测得

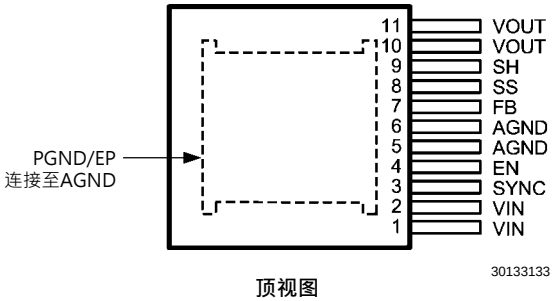
本文是National Semiconductor英文版的译文，本公司不对翻译中存在的差异或由此产生的错误负责。如需确认任何内容的准确性，请参考本公司提供的英文版。

应用原理简图



VOUT	RFBT	RFBB	VIN 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

连线图



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
LMZ22010TZ	TO-PMOD-11	TZA011A	每排32件
LMZ22010TZX	TO-PMOD-11	TZA011A	250件，卷带封装

引脚描述

引脚号	名称	说明
1, 2	VIN	输入电源—标称工作范围是在6V到20V之间。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	SYNC	同步—使用一个频率范围在314 kHz到600 kHz之间的CMOS(互补金属氧化物半导体)逻辑级方波来将PWM(脉宽调制)工作频率和一个外部频率源同步。在不进行同步的时候这个引脚必须接地。该模块不同步PWM频率是359 kHz (典型值)。
4	EN	使能端—高精度使能比较器的输入端。典型的上升阀值是1.274V。一旦模块使能，一个13 uA的源电流从内部激发有利于可编程迟滞。
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)。

未发行副本 301331更正128 印刷日期/时间：2011/03/16 17:42:08

引脚号	名称	说明
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。在输出和模拟接地(AGND)之间连接上反馈电阻分压器以设定输出电压。
8	SS	软启动/跟踪—把1.6毫秒的内部软启动延长连接到一个外部软启动电容。为了跟踪，连接到一个外部电阻分压器，连接到一个更高优先电源轨。请参阅应用章节。
9	SH	电流分配—把这个引脚跟LMZ22010模块的分配引脚连接起来，就可以分配元件间的负载。一般通过连接FB引脚人们就可以把一个元件配置成主元件。只要不固定各个FB引脚就可以把全部其它的元件配置成副元件。如果无需用到电流分配，就不要固定SH引脚。不要接地。请参阅应用章节。
10, 11	VOUT	输入电压—从内部电感器输出，把输出电容器连接到这个引脚和裸露焊盘之间。
EP	PGND	裸露焊盘/电源接地—模块内电源线路的电通路。在模块内部不要把PGND和AGND(引脚5，6)连接起来。一定要把引脚5和引脚6在外部电子连接到模块上。裸露焊盘也要用来帮助模块在工作的时候散热。为了获得最好的热性能要在顶层铜片和底层铜片间使用一百个12密耳散热孔。

未发行副本 301331更正128 印刷日期/时间：2011/03/16 17:42:08

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, SYNC至AGND	-0.3V至5.5V
SS, FB, SH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, SYNC	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}	EN阈值	V_{EN}上升	**1.096**	1.274	**1.452**	V
I_{EN-HYS}	EN迟滞源电流	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	12.5			A
内部开关振荡器						
f_{osc}	不同步振荡器频率	同步输入连接到接地线	314	359	404	kHz
f_{sync}	同步范围	V_{sync} = 3.3V_{p-p}	314		600	kHz
$V_{IL-sync}$	同步逻辑零振幅	相对于(AGND)			**0.4**	V
$V_{IH-sync}$	同步逻辑1振幅	相对于(AGND)	**1.8**			V
Sync $_{d.c.}$	同步占空比范围		15	50	85	%
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 = 10A	**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	非转换输入电流	SYNC = 3.0V		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		°C
$T_{SD-HYST}$	热关断迟滞	下降		15		°C
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

未发行副本 301331更正128 印刷日期/时间：2011/03/16 17:42:08

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
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}= 10A		±0.2		%
$\Delta V_O/\Delta I_{OUT}$	负载调节	V_{IN} = 12V, I_{OUT}= 0.001A至10A		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} = 10A		87.5		%

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1.5 kΩ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"四层板上测得，该板的外层含铜2盎司，内层含1盎司铜，210个12密耳散热孔，无空气流动，功耗为2W。请参考应用说明布局图。

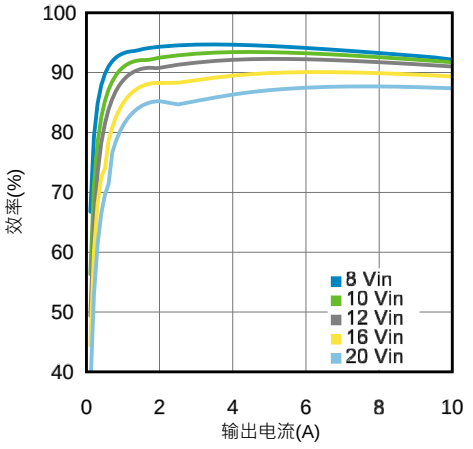
注释8：请参阅 *典型应用材料清单—表1*

未发行副本 301331更正128 印刷日期/时间：2011/03/16 17:42:08

典型性能特性

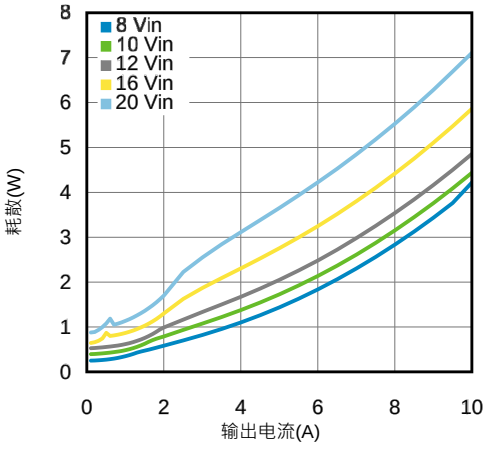
除非另有说明，均使用以下条件：为了获得相关波形，V_{IN} = 12V; C_{IN} = 3 x 10µF + 47nF X7R 陶瓷; C_{OUT} = 2 x 330µF 专用聚合物+ 47 uF 陶瓷 + 47nF 陶瓷; C_{FF} = 4.7nF，T(环境温度)= 25°C。所有提及的温度都是环境温度。

输出5.0V，环境温度为25°C时的效率



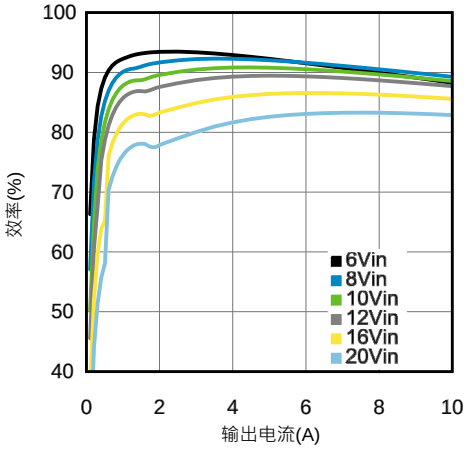
30133134

输出5.0V，环境温度为25°C时的耗散



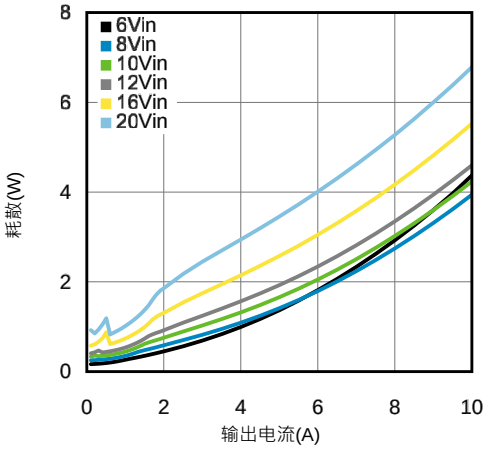
30133135

输出3.3V，环境温度为25°C时的效率



30133136

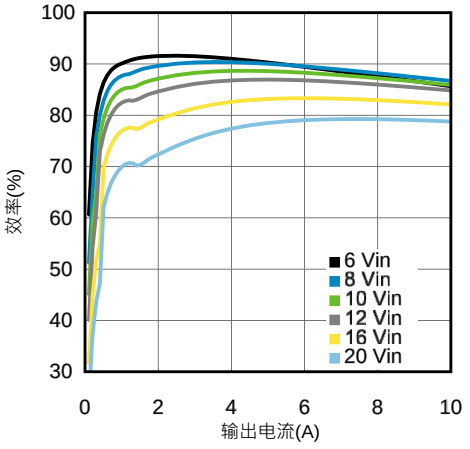
输出3.3V，环境温度为25°C时的耗散



30133137

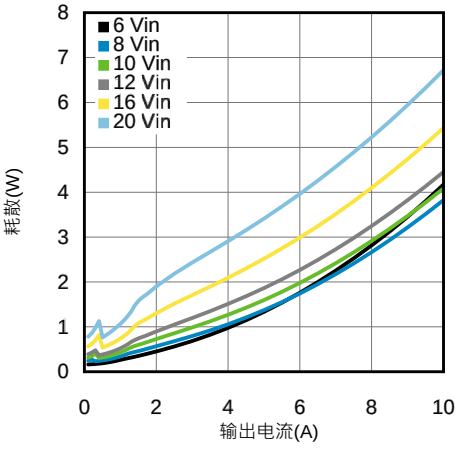
未发行副本 301331更正128 印刷日期/时间：2011/03/16 17:42:08

输出2.5V，环境温度为25°C时的效率



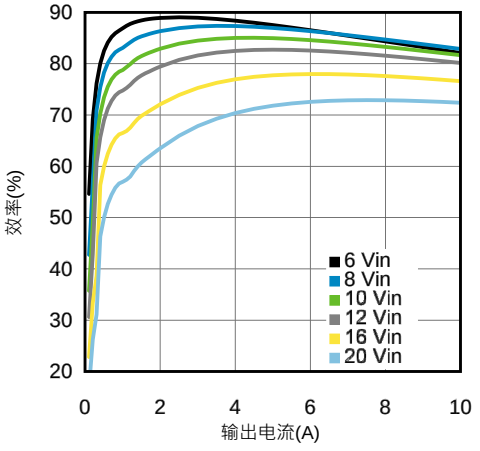
30133138

输出2.5V，环境温度为25°C时的耗散



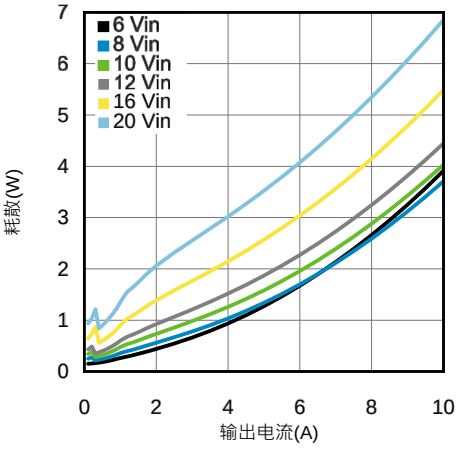
30133139

输出1.8V，环境温度为25°C时的效率



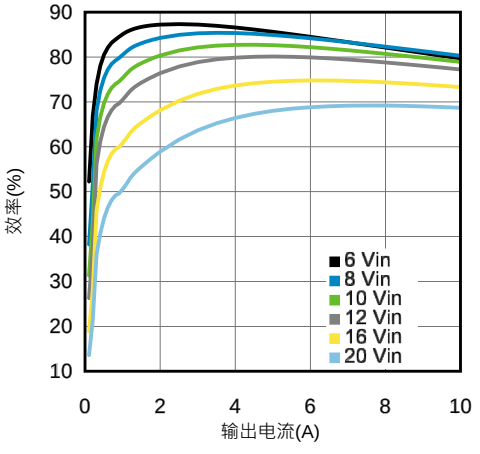
30133140

输出1.8V，环境温度为25°C时的耗散



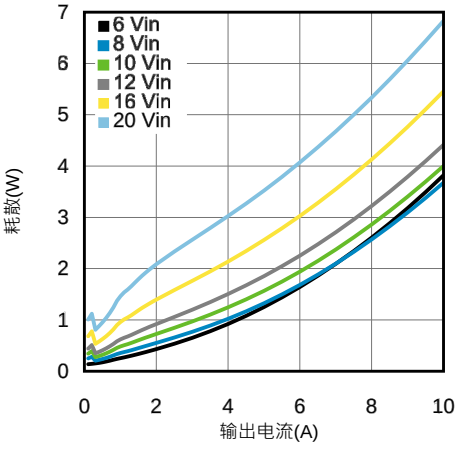
30133141

输出1.5V，环境温度为25°C时的效率



30133142

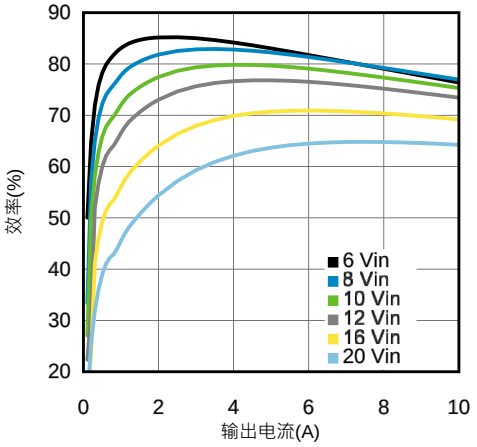
输出1.5V，环境温度为25°C时的耗散



30133143

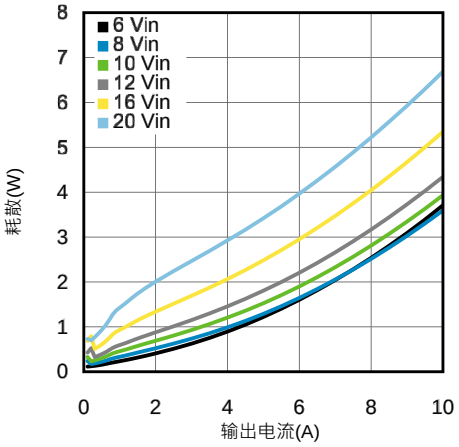
未发行副本 301331更正128 印刷日期/时间：2011/03/16 17:42:08

输出1.2V，环境温度为25°C时的效率



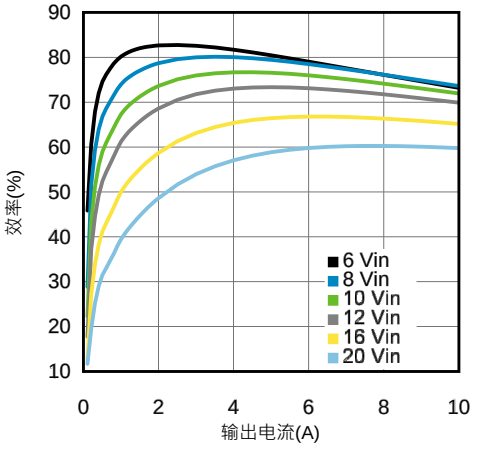
30133144

输出1.2V，环境温度为25°C时的耗散



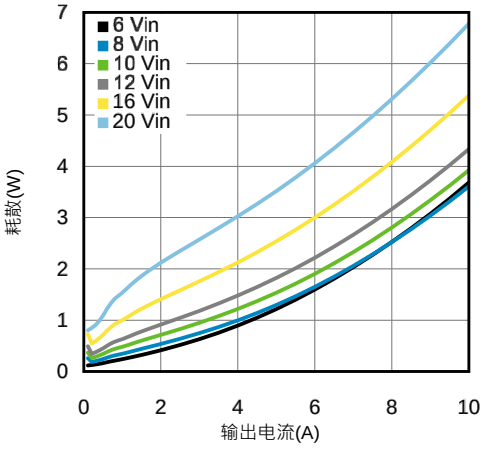
30133145

输出1.0V，环境温度为25°C时的效率



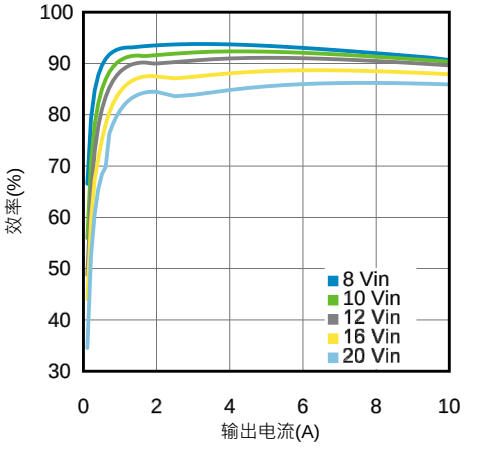
30133146

输出1.0V，环境温度为25°C时的耗散



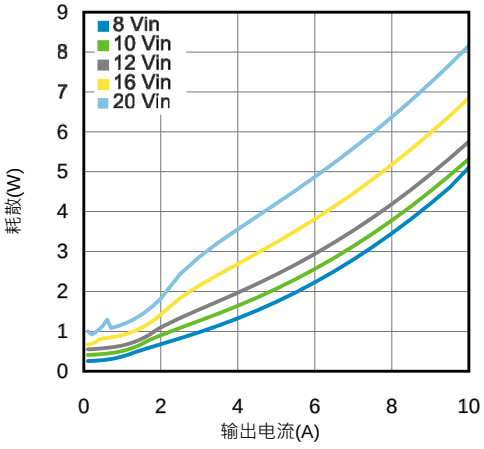
30133147

输出5.0V，环境温度为85°C时的效率



30133148

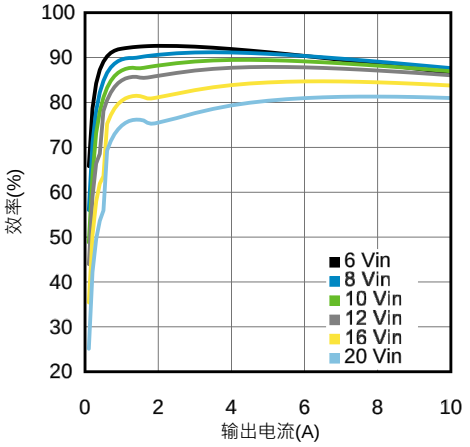
输出5.0V，环境温度为85°C时的耗散



30133149

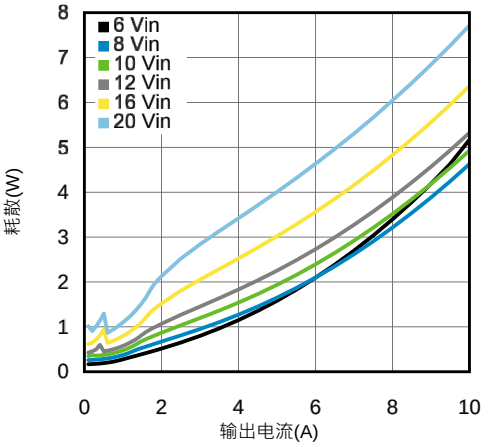
未发行副本 301331更正128 印刷日期/时间：2011/03/16 17:42:08

输出3.3V，环境温度为85°C时的效率



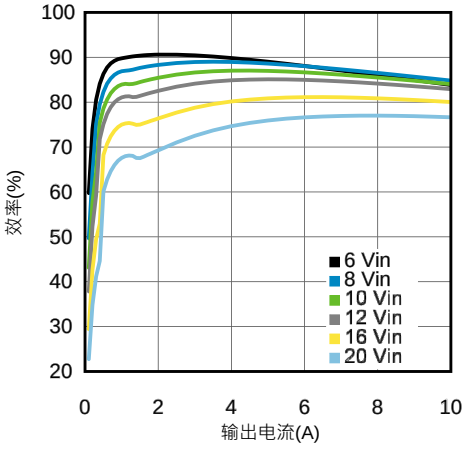
30133150

输出3.3V，环境温度为85°C时的耗散



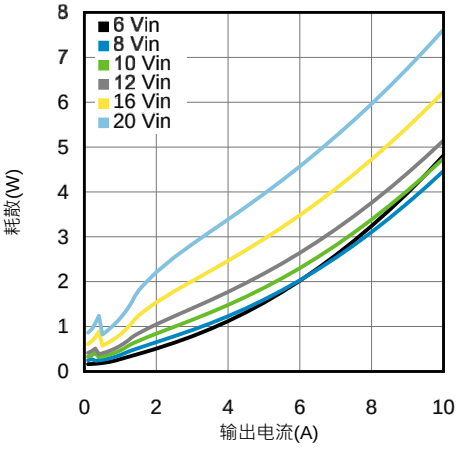
30133151

输出2.5V，环境温度为85°C时的效率



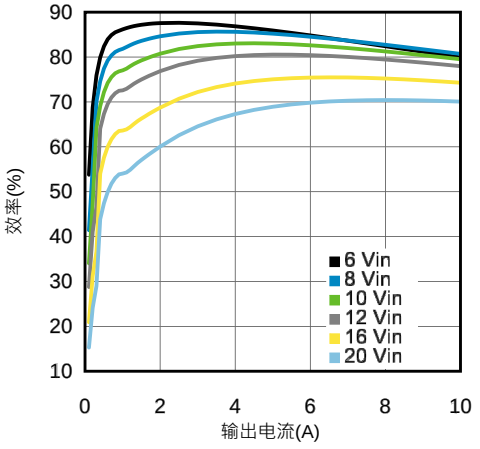
30133152

输出2.5V，环境温度为85°C时的耗散



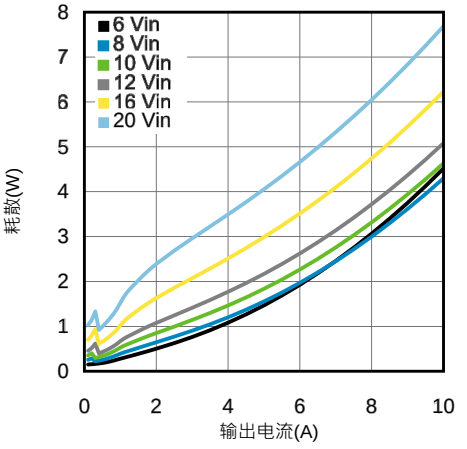
30133153

输出1.8V，环境温度为85°C时的效率



30133154

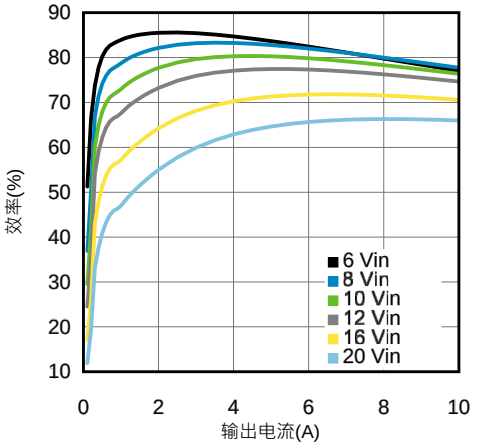
输出1.8V，环境温度为85°C时的耗散



30133155

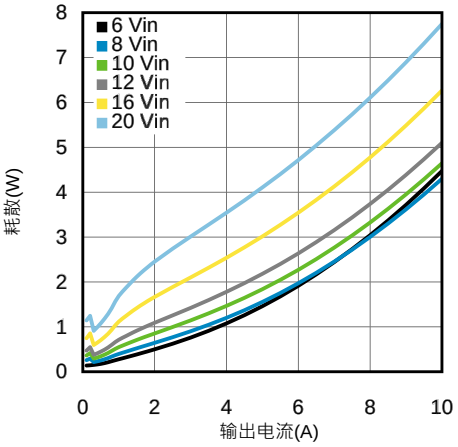
未发行副本 301331更正128 印刷日期/时间：2011/03/16 17:42:08

输出1.5V，环境温度为85°C时的效率



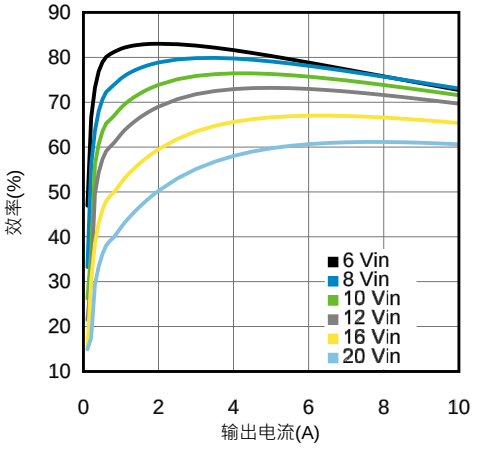
30133156

输出1.5V，环境温度为85°C时的耗散



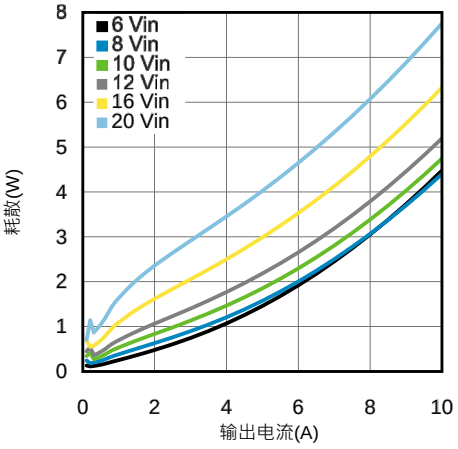
30133157

输出1.2V，环境温度为85°C时的效率



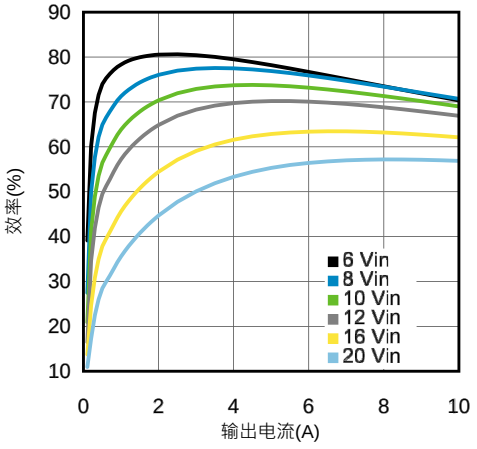
30133158

输出1.2V，环境温度为85°C时的耗散



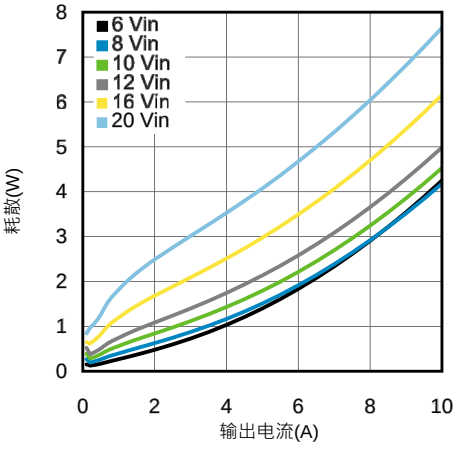
30133159

输出1.0V，环境温度为85°C时的效率



30133160

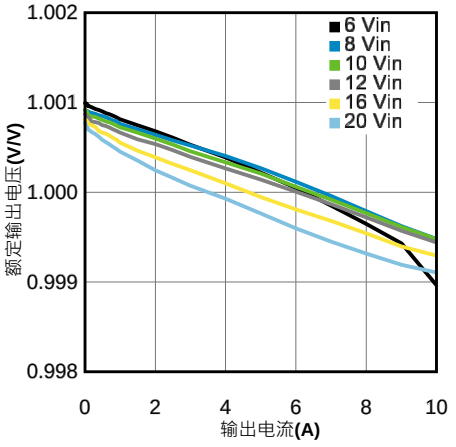
输出1.0V，环境温度为85°C时的耗散



30133161

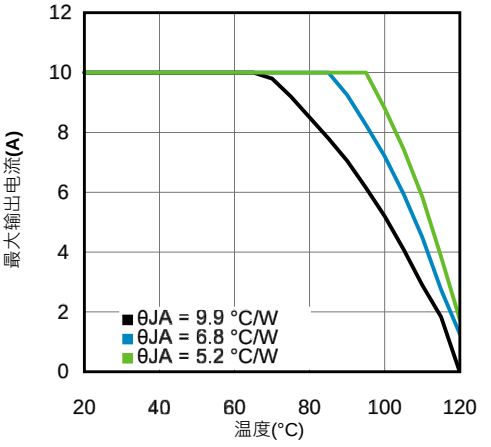
未发行副本 301331更正128 印刷日期/时间：2011/03/16 17:42:08

标称电源负载调节V_{OUT} = 3.3V



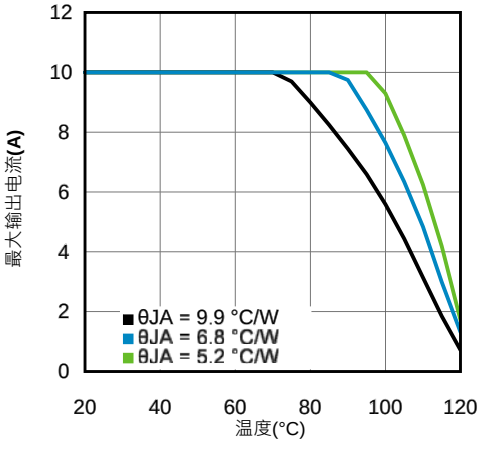
30133162

热降额V_{IN} = 12V, V_{OUT} = 5.0V



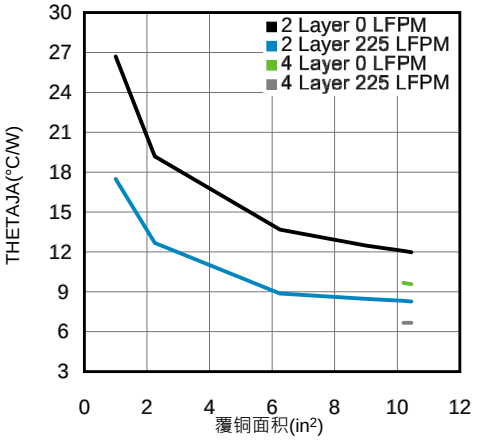
30133163

热降额V_{IN} = 12V, V_{OUT} = 3.3V



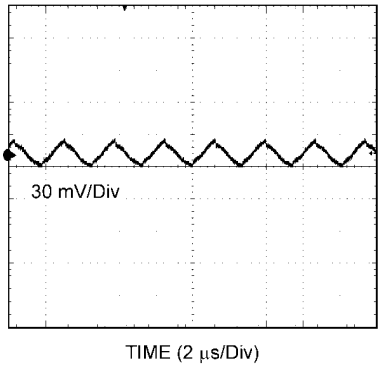
30133164

θ_{JA}和铜散热片尺寸



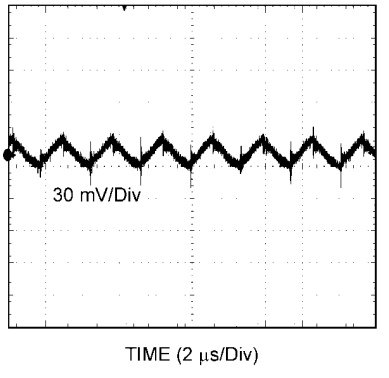
30133165

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



30133166

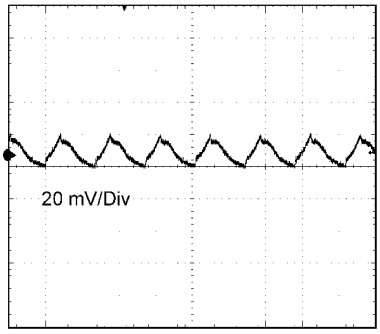
输出纹波
V_{IN}=12V， V_{OUT}=5.0V，满负载下带宽=250 MHz



30133167

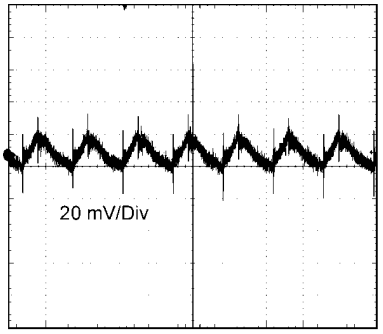
未发行副本 301331更正128 印刷日期/时间：2011/03/16 17:42:08

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



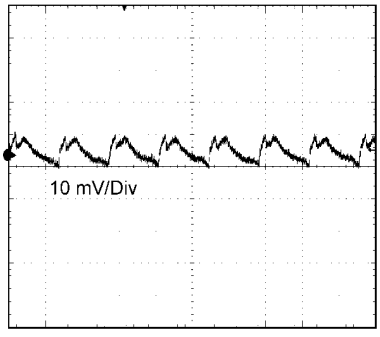
30133168

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



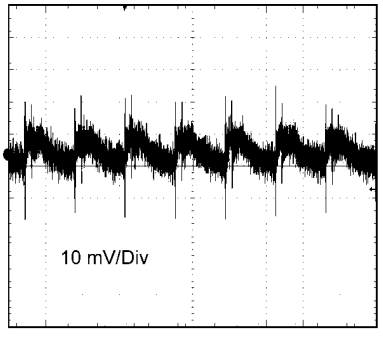
30133169

输出纹波
V_{IN}=12V， V_{OUT}=1.2V，满负载下带宽=20 MHz



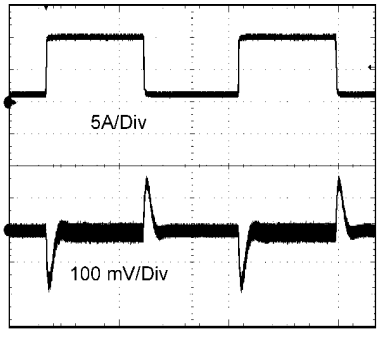
30133170

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



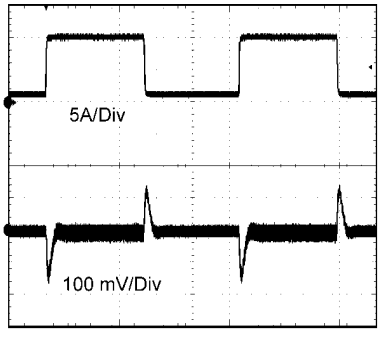
30133171

瞬态响应
$12V_{IN}$ $5.0V_{OUT}$ 1至10A 阶跃



30133172

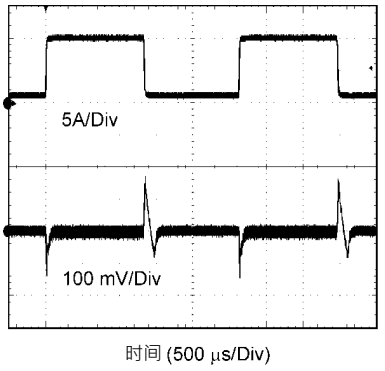
瞬态响应
$12V_{IN}$ $3.3V_{OUT}$ 1至10A 阶跃



30133173

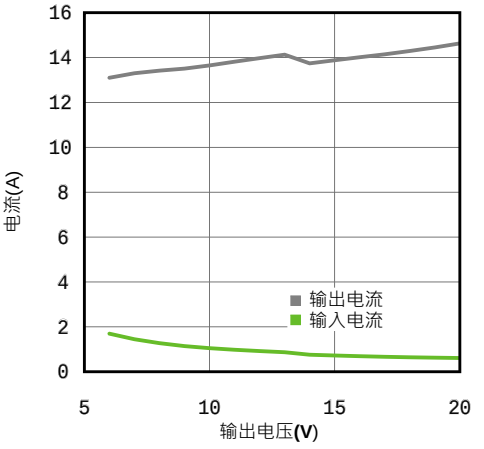
未发行副本 301331更正128 印刷日期/时间：2011/03/16 17:42:08

瞬态响应
12V_{IN} 1.2V_{OUT} 1至10A 阶跃



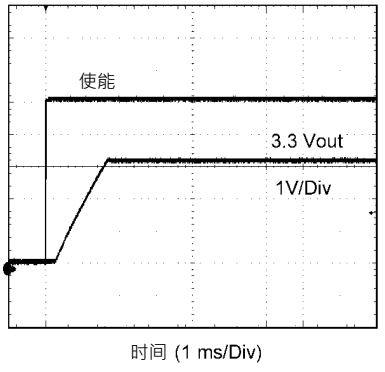
30133174

短路电流和输入电压



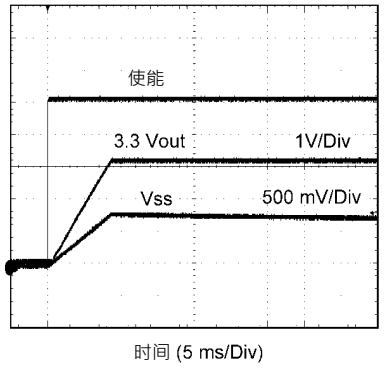
30133175

输出电压3.3V软启动，没有C_{SS}



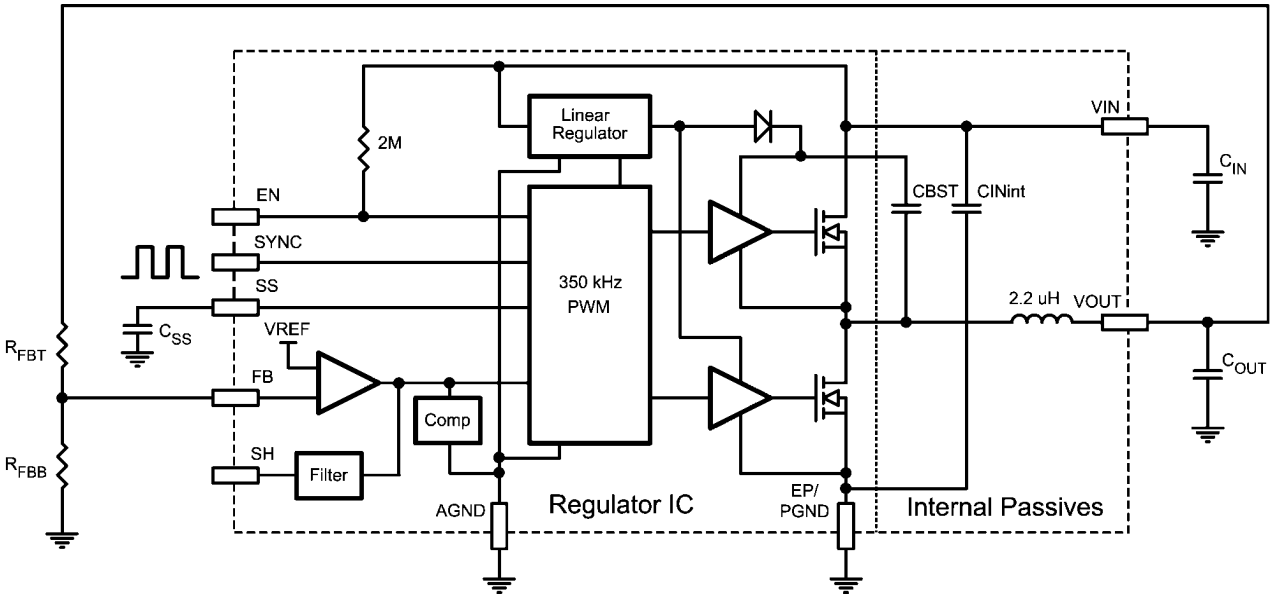
30133176

输出电压3.3V软启动, C_{SS} = 0.47uF



301331a4

框图



30133177

未发行副本 301331更正128 印刷日期/时间：2011/03/16 17:42:08

一般说明

LMZ22010 SIMPLE SWITCHER®易电源电源模块是一种易于使用的降压直流/直流解决方案，可提供高达10A的负载电流。

LMZ22010采用创新封装模式，提高了散热性能，可以手工或机器焊接。

LMZ22010可以接受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。LMZ22010只需要两个外部电阻器和外部电容器就可以完成这个电源解决方案。该LMZ22010是一种可靠、稳健的设计，具有以下保护特性：热关断，可编程输入欠压锁定、输出过电压保护、输出过电压保护、短路保护、输出电流限制和允许启动到预偏置输出。

同步输入使得同步的开关频率范围在314到600 kHz之间，为了获得更高的负载电流可以把多达4个模块平行连接起来。

LMZ22010应用的设计步骤

LMZ22010可得到WEBENCH®的全面支持并提供：元器件选择、电气模拟和热模拟。另外，开始设计的时候可能还同时需要用到评估板和演示版。在手工设计LMZ22010应用的时候可能要用到如下列出的步骤。

所有参考的数值请看到典型应用原理*图5*.

- 选择具有使能分压电阻的最小化工作输入电压V_{IN}
- 编程带电阻分压器选择的V_{OUT}(输出电压)
- 选择C_{OUT}
- 选择C_{IN}
- 确定模块功耗
- 布置确定了热性能的印刷电路板(PCB)

使能分压器，R_{ENT}，R_{ENB}和R_{ENH}选择

内部连接到模块的是一个2 mega ohm的上拉电阻器，该电阻器从V_{IN}连接到启用。因为该应用不需要要精确的欠压锁定，启用输入可能留下开路，内部电阻可能会一直启用模块。这种情况下，内部欠压锁定典型发生的电压是4.3V(输入上升)。

在具有分隔监控电路应用中，启用可以跟一个逻辑源直接接口。在序列化电源的情况下，分压器跟一个轨连接，这个轨在供电循环中比起在LMZ22010输出轨中激发的更早。

启用提供了一个精确的1.274V 阀值，这使得可以直接逻辑驱动或者从一个更高的启用电源比如Vin连接到一个电压分压器。此外还有一个允许可编程磁滞的13 μA(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用。这实现了可编程欠压锁定的特性。两个电阻器的选择应该要符合如下比率：

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

LMZ22010模板典型应用所示，当R_{ENB}是12.7 kΩ和R_{ENT}是42.2 kΩ时，会产生一个5.51V的上升欠压锁定。请注意用一个中点4.62V齐纳钳位电路就可以设定欠压锁定涵盖工作范围。

如果目标应用禁止超过最大启动输入电压，那就不再需要这个齐纳钳位电路。

附加启用电压磁滞也可以用含R_{ENH}的元件添加进来。为R_{ENT}和R_{ENB}选择一个值是可以的，这样当R_{ENH}的值是0的时候就是它没有被列入设计当中来。

上升阀值可按如下方程计算：

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

下降阀值等级可按照如下方程计算：

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

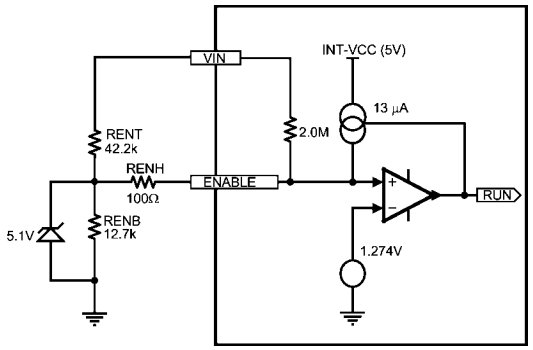


图1: 启用输入细节

输出电压选择

输出电压可以用在V_{OUT}和接地间连接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：

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

重排条件；为了获得期望输出电压，反馈电阻的比率是：

$$R_{FBT} / R_{FBB} = (V_{OUT} / 0.795V) - 1 \quad (5)$$

挑选的这些电阻的值都是在1.0kΩ到10.0kΩ范围内。

因为V_O=0.8V，FB引脚可以直接连接到输出，R_{FBB}可以设定为8.06kΩ以提供最小输出负载。

R_{FBT},和R_{FBB}的数值表包含在第二页的简化应用原理图中。

软启动电容选择

可编程软启动允许调节器在启用后慢慢减少到稳定工作状态点，由此从输入电源降低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，一个内部1.6毫秒电路慢慢减速SS输入，实现了内部软启动。如果1.6毫秒就是一个足够的接通时间，那Css电容可能留下不用。通过增加一个外部电容到输入端就可以获得更长的软启动时间。

未发行副本 301331更正128 印刷日期/时间：2011/03/16 17:42:08

软启动持续时间按照如下方程计算

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

该方程可照如下重排：

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

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

一旦软启动输入电压超过0.795V，功率级输出将需要做调节，50 µA电流要去掉。用一个内部电流吸收器把SS输入接通接地端去放电，这样就可以重启软启动电容，请请注意如下要求：

- 启用输入要拉低
- 热关断条件
- 内部V_{CC}欠压锁定(V_{IN}下降至4.3V(典型值)以下)

跟踪电源分压器选择

跟踪功能允许模块作为副电源连接到初级电压轨(通常是3.3V系统轨)，副模块输出电压比主电压更小。正确的布局允许副轨加电跟上主轨，这样在等待时间内轨间的电压区别是很小的(比如一般<0.15V)。跟踪电阻分压器的值的选择要能使内部50 uA电流源的影响可以被最小化。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规定了副轨的软启动时间要比主轨的更短；容易满足的一个条件是因为C_{SS}盖是用R_{TKB}取代了。跟踪功能只能在主电源的加电间隔有效；一旦SS/TRK上升超过0.795V，输入就不能再启用了，50 uA内部电流源也会被关断。

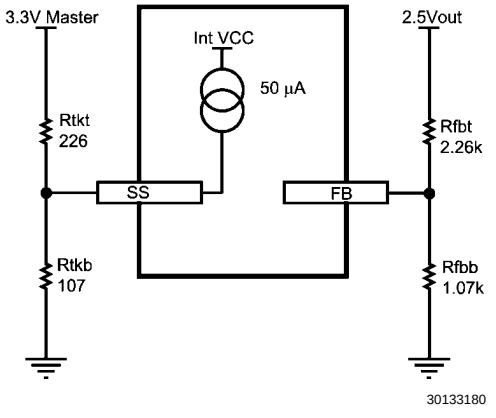


图2. 跟踪选择输入细节

C_{OUT}的选择

在模块内没有要求含C_{OUT}输出电容。根据错误放大器内的内部补偿值，要求一个最小值的范围是从330 µF时候6V_{OUT}到660 µF时候1.2V_{OUT}。如果有效电容ESR大于15欧姆，这个最小值可以被减小。

为了获得最低波纹，推荐用一个低有效电容(ESR)(15 mOhm)，有机半导体或者专用聚合物类电容，它们跟一个47nF X7R陶瓷电容平行。这个陶瓷电容可以降低高频噪声。输出电容(C_{OUT})可能包含几个平行的电容，这些电容安装在紧靠模块的位置。

按照下面方程式(***18***)计算，输出电容的组装也必须达到Δi_L的最差外壳波纹电流额定值。此外，只要有效电容ESR低到足够允许的值，增加电容会降低输出波纹。在确定闭合环路的运转状态时，环路响应验证也是非常重要的。

对于具有动态负载步的应用；下面的方程式为负载瞬态要求提供了输出电容C_{OUT}的一个很好的首先通过近似值。

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

因为12V_{IN}, 3.3V_{OUT}，5%的静态电压，一个9A负载步，一个输出电容典型有效电容(ESR)是7.5 mOhms，而开关频率是350kHz (f_{SW}):

$$C_{OUT} \geq \frac{9A}{(0.165V - 9A \times 0.003) \times (\frac{350e3}{3.3V})} \geq 615\ \mu F \quad (9)$$

请注意，为了满足稳定的要求对，必须最小化输出电容。

一个推荐的输出电容组合是两个330 µF, 15 mOhm有效电容(ESR)坦专门聚合物电容与一个47 uF 6.3V X5R陶瓷电容平行。这个组合的性能非常好，其性能可能会超过某些应用的要求。此外，因为高频电磁波干扰，可以用一些小47 nF陶瓷电容器。

C_{IN}选择

LMZ22010模块包含一个小容量的内部陶瓷输入电容。在外接到模组上去解决应用的输入波纹电流的应用中要求一个附加输入电容。输入电容器可以是几个平行电容器。这个输入电容应该装在非常接近模块的位置。输入电容选择一般是要能直接满足输入波纹电流要求，而非电容值。输入波纹电流额定值用如下方程来计算：

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

这里$D \cong V_{OUT}/V_{IN}$

(作为一个参考点，当模组带满负载电流时候，最糟外壳波纹电流将会产生，此时$V_{IN} = 2 * V_{OUT}$).

推荐最小输入电容是30uF X7R (或者X5R)，在应用中带至少25%电压率的陶瓷比起应用在输入电压的最大值更高。另外也建议注意所选电容的电压和温度的降额。还应该注意陶瓷电容器的波纹电流额定值在电容数据表里面可能会没有，这些参数你可能需要直接联系电容生产商。

未发行副本 301331更正128 印刷日期/时间：2011/03/16 17:42:08

如果系统设计要求峰到峰输入波纹电压的某一个最小值被维持，那就可能要用到如下的方程式。

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

在12V输入，3.3V输出这个应用中，ΔV_{IN}是1.66%；这就等于200 mV和f_{SW} = 350 kHz.

$$C_{IN} \geq \frac{10A \times \left(\frac{3.3V}{12V}\right) \times \left(1 - \frac{3.3V}{12V}\right)}{350\ kHz \times 200\ mV} \geq 28\ \mu F \quad (12)$$

为抑制输入电源线的输入电容和寄生电感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，LMZ22010典型应用原理图推荐使用一个150 µF 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

在该应用中，计算模块损耗时要用到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更少的一般应用。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。

设计实列V_{IN} = 12V, V_{OUT} = 3.3V, I_{OUT} = 10A, 和T_{A-MAX} = 50°C，模块必须能看到从外壳到环境中的热电阻要小于：

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

从结点到外壳，所提供的典型热电阻是1.0 °C/W。在典型性能特性章节用85°C功率损耗来估计该应用设计的$P_{IC-LOSS}$。在该应用中它是5.3W。

$$\theta_{CA} < \frac{125°C - 50°C}{5.3\ W} - 1.0\ \frac{°C}{W} < 13.15\ \frac{°C}{W} \quad (14)$$

为使θ_{CA}=13.15，要求印刷电路板(PCB)需能有效散热。在没有空气流动，不需要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规定印刷电路板面积：

$$\text{电路板面积}_cm^2 \geq \frac{500}{\theta_{CA}} \cdot \frac{°C \times cm^2}{W} \quad (15)$$

结果是，为了满足例子中印刷电路板(PCB)设计的最小要求尺寸，大概38.02平方厘米的2盎司铜皮覆盖在顶层和底层板上。这就是6.16 x 6.16 厘米(2.42 x 2.42 英寸)平方。PCB板上的铜散热片必须要跟裸露焊盘连接起来。为了获得最佳性能，用一个接近100, 12密耳(305 µm)、间隔为59密耳(1.5 mm)的散热通孔来连接顶层和底层的铜箔区域。

要估算出一个设计的温度上升的另外一个办法就要用到θ_{JA}。在典型应用曲线中可以找到这个不同铜散热片面积和气流的估算。如果我们的设计要求跟前面一样的工作要求，但是有225 LFPM的气流。我们就需要定下要求的θ_{JA}。

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

$$\theta_{JA} < \frac{(125 - 50)\ °C}{5.3\ W} < 14.15\ \frac{°C}{W} \quad (16)$$

关于Theta JA和铜散热曲线，该应用中铜的面积现在只需要2平方英寸。气流会以3的系数降低对要求的散热器面积。

为了进一步减小散热片铜的面积，该模块要跟D3-PAK表面突起散热片相匹配。

SIMPLE SWITCHER®易电源高热性能PCB布局的一个例子。电源模块，请看到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-直流转换器和周边电路的性能。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6*所示的是一个很好的布线实例。

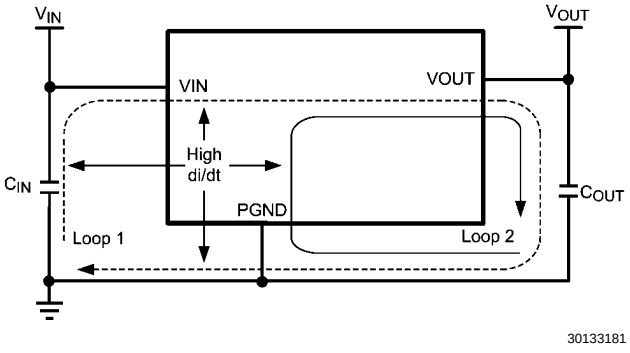


图3. 高电流环路

1. 使开关电流回路尽可能小。

从抑制电磁干扰的角度来看，在上图所示的PC板布局里面必须尽量降低高的di/dt电流通路。不重叠的大电流回路必须有高di/dt区域，如果输入电容(C_{IN})安装在LMZ22010一定距离远，在输出引脚上，就会引起可观察的高频噪声。因此在空间上使输入电容(C_{IN})尽可能近LMZ22010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。这将最小化高di/dt区面积，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PGND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。

未发行副本 301331更正128 印刷日期/时间：2011/03/16 17:42:08

3. 使FB引脚的走线长度尽可能短。

反馈电阻R_{FBT}，R_{FB}和电容器CFF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LMZ22010模组布线保持一点距离，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在PCB底层的接地层连接起来。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层。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

同步输入

PWM开关频率可以跟一个外部频率源同步。PWM开关与外部频率源同相。如果不需要使用该特性，把输入引脚的一端接地，或者通过一个1.5 kΩ欧姆或者更小的电阻接地。这使得同步频率范围达到314 kHz到600 kHz。典型输入阀值是1.4V过渡等级。理想情况下，输入时钟应该以2的系数来超过阀值，因此，推荐通过一个1.5 kΩ或更小的等效源电阻来直接驱动出3.3V逻辑值。请注意用一个相当于0Hz PWM频率的持续“逻辑1”来使得模块停止开关。

电流分配

在一个应用中，当要求负载电流大于10A的时候。LMZ22010可以设计用来分配多个元件间的负载。为了分配多个元件间的负载，把所有电流分配LMZ22010模块的SH引脚都连接起来。通过跟FB引脚正常连接起来，应该要把一个元件设置成主元件。只所有其它元件的FB引脚都不要固定，就可以把它们设置成副元件。模块应该要用一个时钟信号来进行同步，以避免由在内部359 kHz时钟内细小差异产生的拍频。如果模块没有被同步，纹波电压的幅度将由内部时钟的相位关系决定。所有模块的外部同步时钟可以同相，或者是在输入和输出电容器上的异相减少电流应力。举个例子，两个模块可以运行180度异相，而三个模块则运行120度异相。VIN, VOUT, PGND和AGND引脚也应该用低阻通路连接起来。尤其重要的是注意AGND和SH引脚的布局，因为接地的失调或者从别的元件得到噪声都可以看做电流分配时的失配，这可能会产生噪声的问题。

可以配置电流分配模组来分配同一套成批输入和输出电容，但是每一个电流分配模块都有他们自己的局域输入和输出旁路电容器。当C_{IN_BYP} >= 30uF时，在一个电流分配布局内，依然建议每个模块都要连接起来。一个C_{OUT_BYP}包含一个47 nF X7R陶瓷电容，这个电容器跟一个22 µF陶瓷电容器平行，推荐每个电容都要在其区域避开输出电压。这些电容器提供高频开关电流的局部旁路。当分配引脚跟第二个模块连接起来的时候，主模块的环路增益按照两个系数增加了。因为稳定性的要求，这增加了成批输出电容量。例如，配置两个模块提供1.2V_{OUT}和20 放大器电流，就要求一个C_{OUT_BULK} = 2 x 450 µF (ESR 25mOhms)的输出电容量。这给一个独立模块的要求输出电容量造成了36%的增长。对那些高达40A的负载可以把多达4个模块平行连接起来。

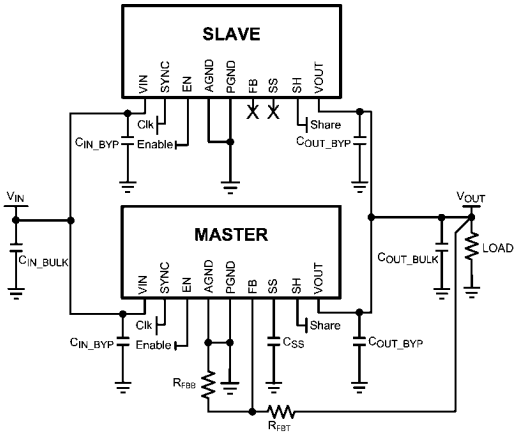
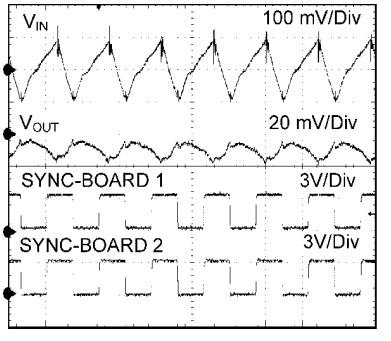


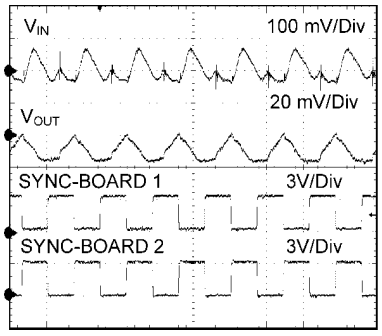
图4. 电流分配实例原理图

具有同相同步时钟的两个模块的输出电压波纹



未发行副本 301331更正128 印刷日期/时间：2011/03/16 17:42:08

具有180度异相同步时钟的两个模块的输出电压波纹



30133184

输出过电压保护

如果电压在FB大于内置参考数值0.86V，错误放大器的输出会向接地，导致V_{OUT}下降。

电流限制

通过底侧(LS)和高侧(HS)两边的电流限制电路来保护LMZ22010模块。在关断时间，通过监控通过低侧同步金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)的电流，就可以进行对底侧电流限制值的检测。请看到功能框图，当上面的MOSFET打开；电感电流流过负载、PGND引脚和内部同步MOSFET。如果这个电流超过了13A(典型情况)电流限制值，电流限制比较器就会关闭下一个切换过程的开始。直到电流低于限制值，开关循环会一直被禁止。还应该注意到直流电流限制是取决于在典型性能章节的图上所示的占空比。高侧电流限制监控顶侧MOSFET的电流。一旦检测出HS电流限制值(典型情况是16A)，HS MOSFET立即会被关断，直到下一个循环。超过HS电流限制值会导致V_{OUT}失效。超过LS电流限制的典型运作状态是f_{SW}降低到工作频率的1/2。

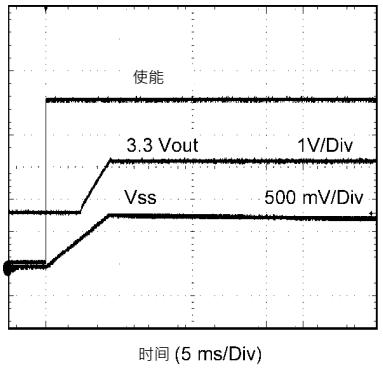
热保护

LMZ22010模块的结点温度不能超过最大额定值。通过一个内部热关断电路就可以实现热保护，在165 °C (典型)的情况下该电路就会启动，从而进入一个低功率待命状态。在这个状态下，主要MOSFET保持关断，导致V_{OUT}失效；另外C_{SS}电容器从接地线放电。热保护为故障元件过热帮助避免突变失效。当结点温度降低到150 °C (典型磁滞 = 15°C)，SS引脚打开，V_{OUT}平稳上升，恢复正常工作。
要求最大输出电流的应用，尤其是在高输入电压那些应用中，可能会在高温时会要求附加降额。

预偏置启动

LMZ22010模块会正确启动到预偏执输出。在多轨逻辑应用中，这种启动情况是很普通的，在启动序列里电流通道会存在于不同的电源轨间。下面的范围获取在这个模式中展示了正确的运转状态。走一线是启用走高。走两线是1.8V预偏执上升到3.3V。走三线是一个C_{SS}= 0.47 uF的SS电压。上升时间由C_{SS}确定。

预偏执启动

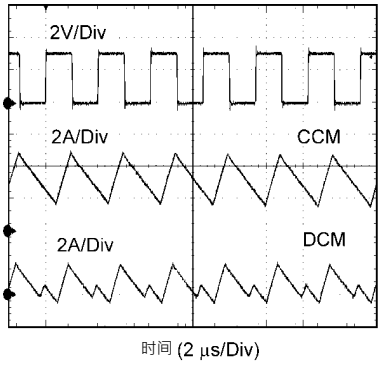


30133185

非连续传导和连续传导模式

在轻负载的情况下，调节器将在非连续传导模式下工作。当负载电流高于临界传导点，调节器将在连续传导模式(CCM)下工作。当在非连续传导模式下工作时，电感器电路维持在跟LOUT(数据输出)一样大小的平均值。
在连续传导模式下，通过电感器，通过整个开关周期电流接通，和在关断时间电流永远不会降低到0。
下面所示的是非连续传导模式(上面)和连续传导模式的一个波形的比较组。

连续传导模式和非连续传导模式
V_{IN} = 12V, V_O = 3.3V, I_O = 3A/0.3A



30133186

确定DCM/CCM界限的近真公式如下：

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

模组内部的电感器是2.2 µH。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(Δi_L)的幅值。电感波纹电流可以用下面的这个方程计算：

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

这里V_{IN}是最大输入电压，f_{SW}是359kHz。
通过假设I_{OUT}=I_L,如果确定了输出电流I_{OUT}，更高和更低的电感波纹电流(Δi_L)的峰值可以被确认。

未发行副本 301331更正128 印刷日期/时间：2011/03/16 17:42:08

典型应用原理图和材料清单

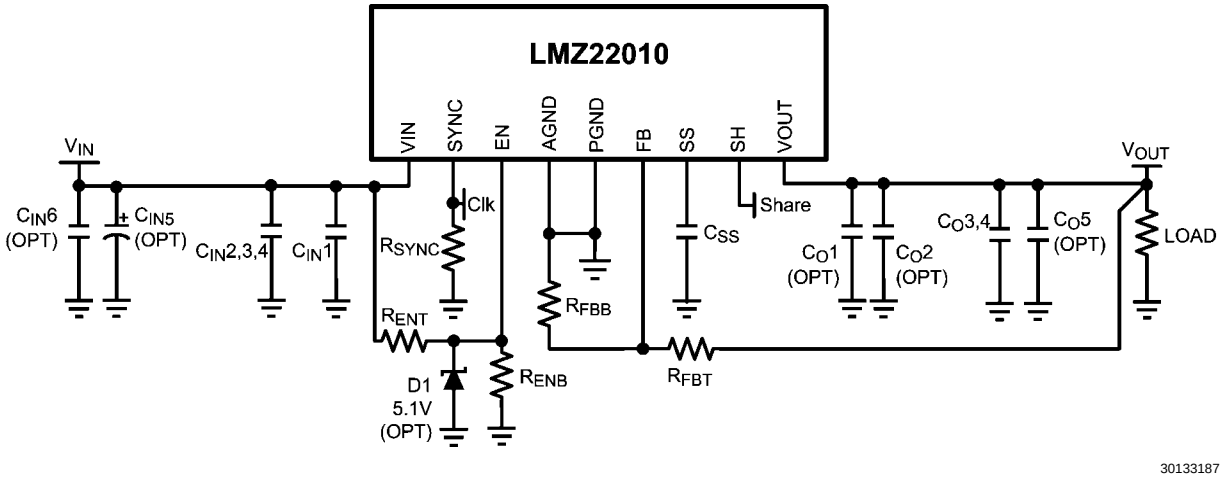


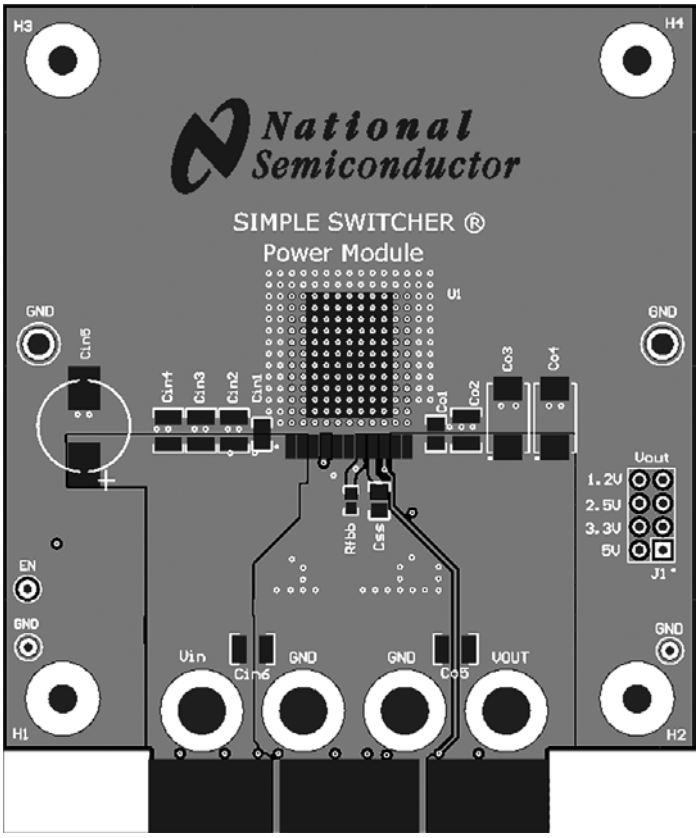
图5

典型应用物料清单—表1

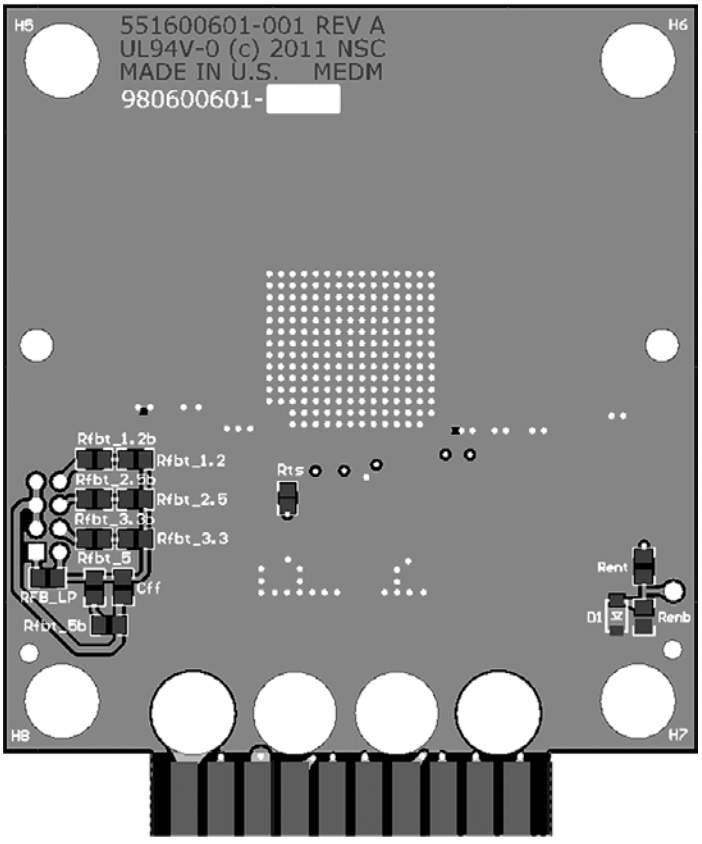
参考编号	说明	外壳尺寸	制造商	P/N制造商
U1	SIMPLE SWITCHER ®易电源	TO-PMOD-11	美国国家半导体公司	LMZ22010TZ
C_{IN}1,6 (OPT)	0.047 µF, 50V, X7R	1206	国巨美国公司	CC1206KRX7R9BB473
C_{IN}2,3,4	10 µF, 50V, X7R	1210	日本太阳诱电	UMK325BJ106MM-T
C_{IN}5 (OPT)	CAP, AL, 150µF, 50V	Radial G	松下电器	EEE-FK1H151P
C_O1,5 (OPT)	0.047 µF, 50V, X7R	1206	国巨美国公司	CC1206KRX7R9BB473
C_O2 (OPT)	47 µF, 10V, X7R	1210	Murata	GRM32ER61A476KE20L
C_O3,4	330 µF, 6.3V, 0.015 ohm	CAPSMT_6_UE	Kemet	T520D337M006ATE015
R_{FBT}	3.32 kΩ	0805	松下电器	ERJ-6ENF3321V
R_{FBB}	1.07 kΩ	0805	松下电器	ERJ-6ENF1071V
R_{SYNC}	1.50 kΩ	0805	威世达勒	CRCW08051K50FKEA
R_{ENT}	42.2 kΩ	0805	松下电器	ERJ-6ENF4222V
R_{ENB}	12.7 kΩ	0805	松下电器	ERJ-6ENF1272V
C_{SS}	0.47 µF, ±10%, X7R, 16V	0805	AVX	0805YC474KAT2A
D1 (OPT)	5.1V, 0.5W	SOD-123	Diodes Inc.	MMSZ5231BS-7-F

表1

未发行副本 301331更正128 印刷日期/时间：2011/03/16 17:42:08



30133188

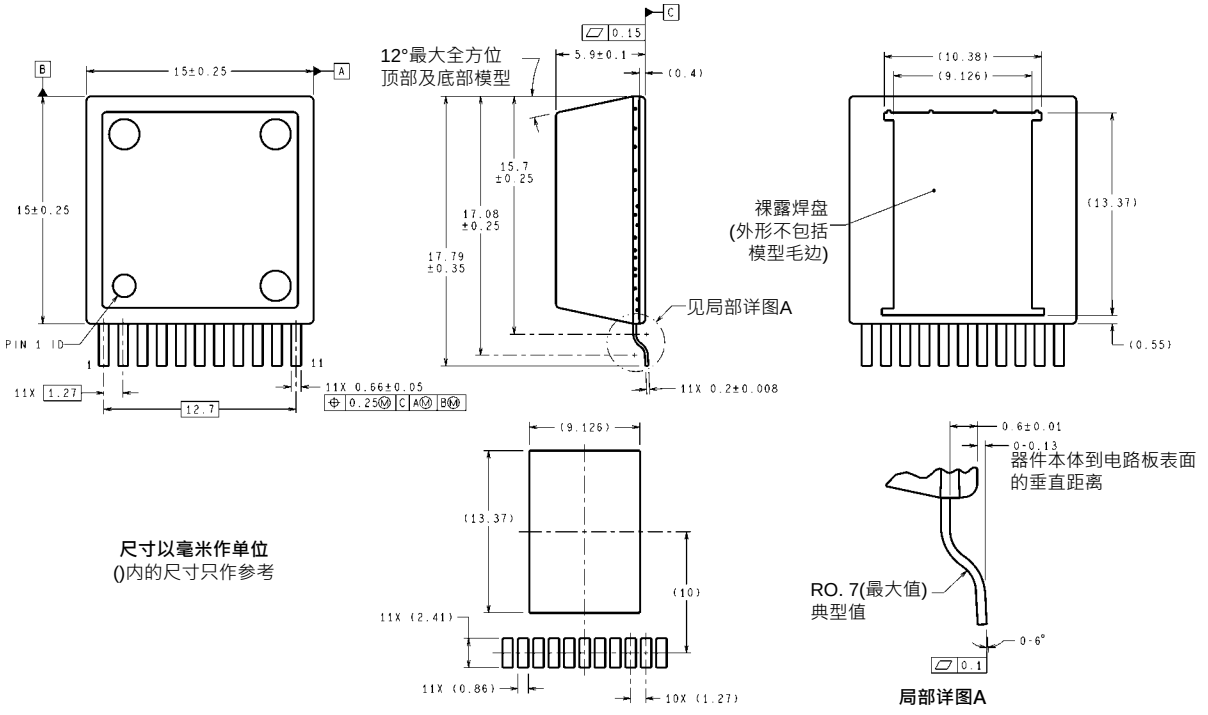


30133189

图6：布局实例

未发行副本 301331更正128 印刷日期/时间：2011/03/16 17:42:08

物理尺寸 英寸(毫米)(除非另作说明)



尺寸以毫米作单位
()内的尺寸只作参考

推荐接触面图

局部详图A

TZA11A (Rev D)

11引脚**TZA**封装
NS封装号 **TZA011A**

未发行副本 301331更正128 印刷日期/时间：2011/03/16 17:42:08

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

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)
LMZ22010TZ/NOPB	Active	Production	PFM (NDY) | 11	32 | TUBE	Yes	SN	Level-3-245C-168 HR	-40 to 85	LMZ22010
LMZ22010TZ/NOPB.A	Active	Production	PFM (NDY) | 11	32 | TUBE	Yes	SN	Level-3-245C-168 HR	-40 to 85	LMZ22010
LMZ22010TZ/NOPB.B	Active	Production	PFM (NDY) | 11	32 | TUBE	-	Call TI	Call TI	-40 to 85	
LMZ22010TZE/NOPB	Active	Production	PFM (NDY) | 11	250 | SMALL T&R	Yes	SN	Level-3-245C-168 HR	-40 to 85	LMZ22010
LMZ22010TZE/NOPB.A	Active	Production	PFM (NDY) | 11	250 | SMALL T&R	Yes	SN	Level-3-245C-168 HR	-40 to 85	LMZ22010
LMZ22010TZE/NOPB.B	Active	Production	PFM (NDY) | 11	250 | SMALL T&R	-	Call TI	Call TI	-40 to 85	

(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.

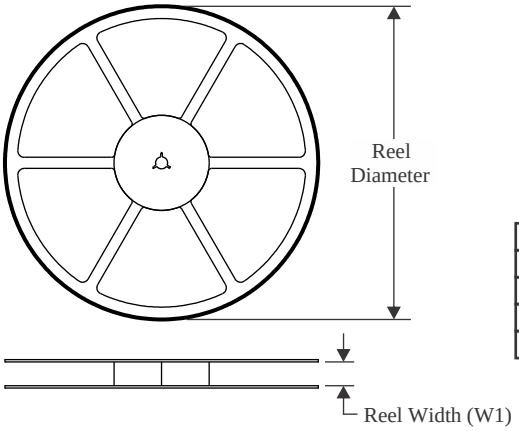
Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

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.

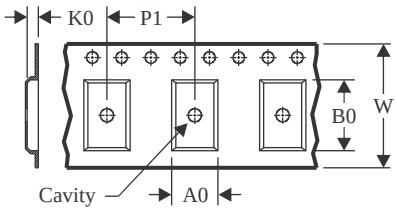
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION

REEL DIMENSIONS

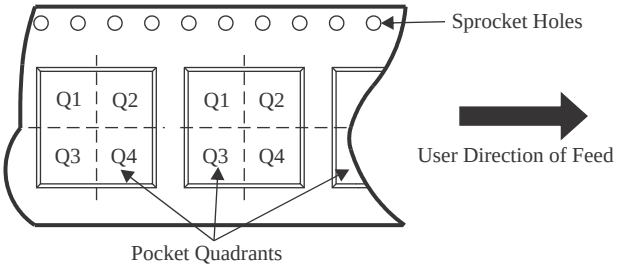


TAPE DIMENSIONS



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

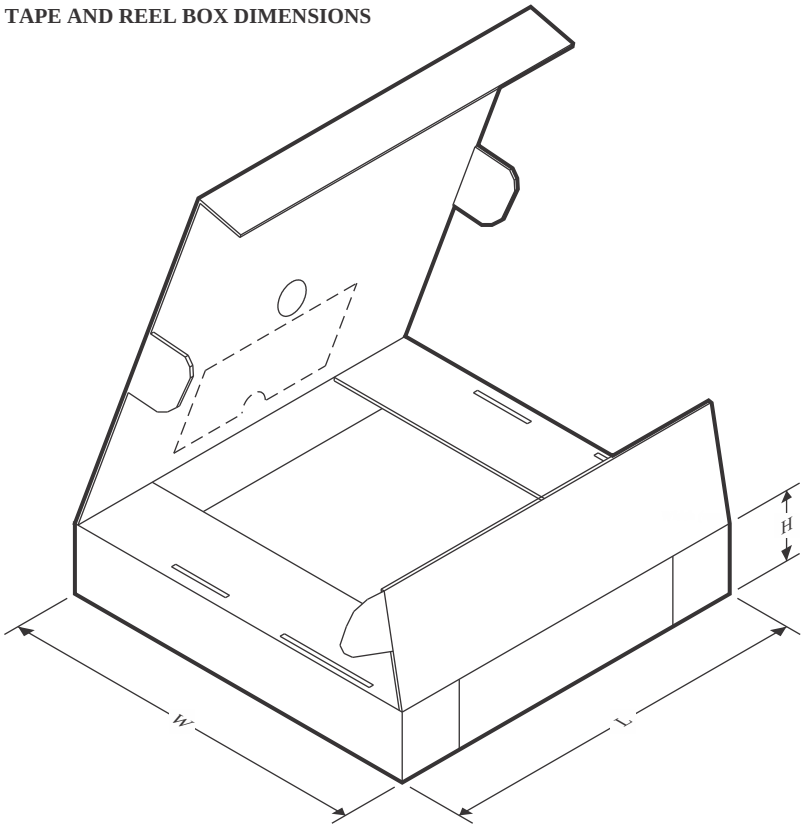
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



*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
LMZ22010TZE/NOPB	PFM	NDY	11	250	330.0	32.4	15.45	18.34	6.2	20.0	32.0	Q2

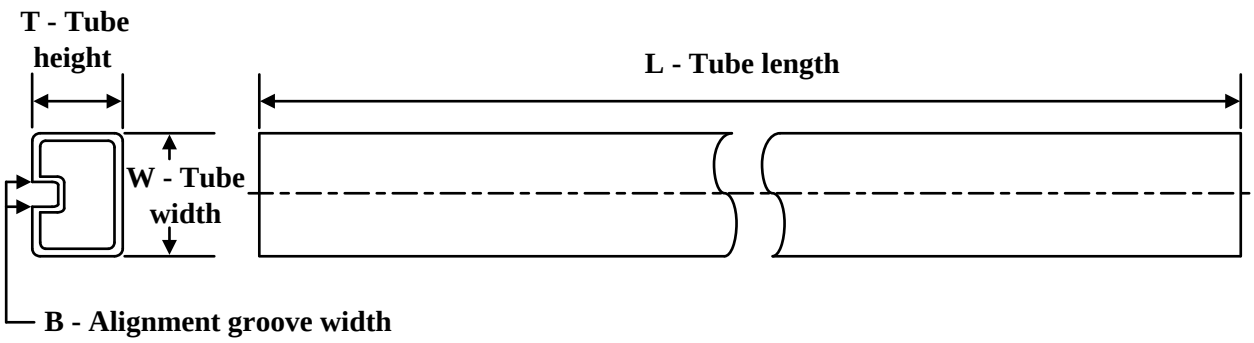
TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
LMZ22010TZE/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)
LMZ22010TZ/NOPB	NDY	TO-PMOD	11	32	502	22	7500	13.1
LMZ22010TZ/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 © 2025，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月