LMZ14203H
高输出电压 3A SIMPLE SWITCHER® 电源模块

Literature Number: ZHCS578
January 2011

2011年1月21日

LMZ14203H

高输出电压3A SIMPLE SWITCHER®电源模块

易于使用的7引脚封装



顶视图



底视图

30135686

TO-PMOD 7引脚封装
10.16 x 13.77 x 4.57 mm(0.4 x 0.542 x 0.18英寸)
θ_{JA}=16˚C/W, θ_{JC}=1.9˚C/W
符合RoHS(危害物质限用指令)标准

电气性能规格

- 输出电流高达3A
- 输入电压范围为6V至42V
- 5V低输出电压
- 效率高达97%

主要特征

- 集成屏蔽电感器
- 简单的印刷电路板布线
- 使用外部的软启动电容器和高精度使能端，可以实现灵活的启动时序控制
- 针对浪涌电流提供保护
- 输入欠压锁定和输出短路故障提供保护
- 结温范围-40°C至125°C
- 采用整块的裸露焊盘和标准引脚，更易于装配和制造
- 低输出电压纹波
- 引脚到引脚兼容族：
  LMZ14203H/2H/1H (42V 最大值 3A, 2A, 1A)
  LMZ14203/2/1 (42V 最大值 3A, 2A, 1A)
  LMZ12003/2/1 (20V 最大值 3A, 2A, 1A)
- 可得到WEBENCH® Power Designer的支持

应用领域

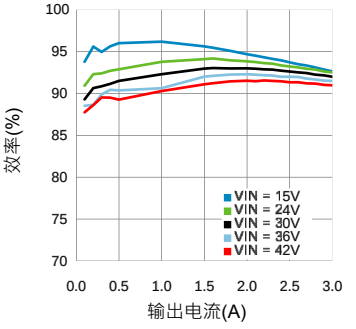
- 中间总线转换到12V和24V电压轨
- 应用于时间受限项目
- 应用于空间受限/高温场合
- 应用于负输出电压场合

性能优势

- 高效率降低系统热量的产生
- 低电磁辐射(符合EN 55022 B类标准)(*注释5*)
- 无需任何补偿
- 低封装热阻

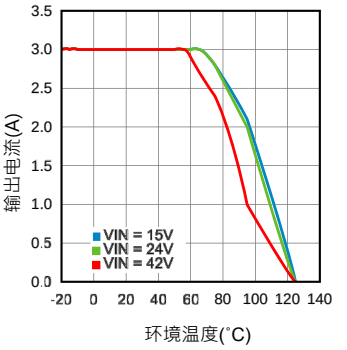
系统性能

效率V_{OUT}=12V



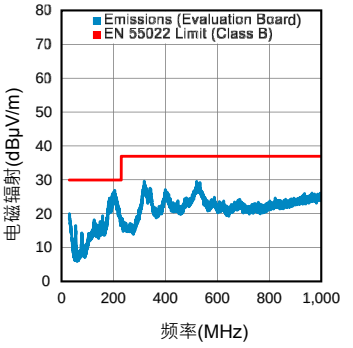
301356100

热特性降额V_{OUT}=12V, θ_{JA}=16°C/W



30135678

电磁辐射值(EN 55022 B级)

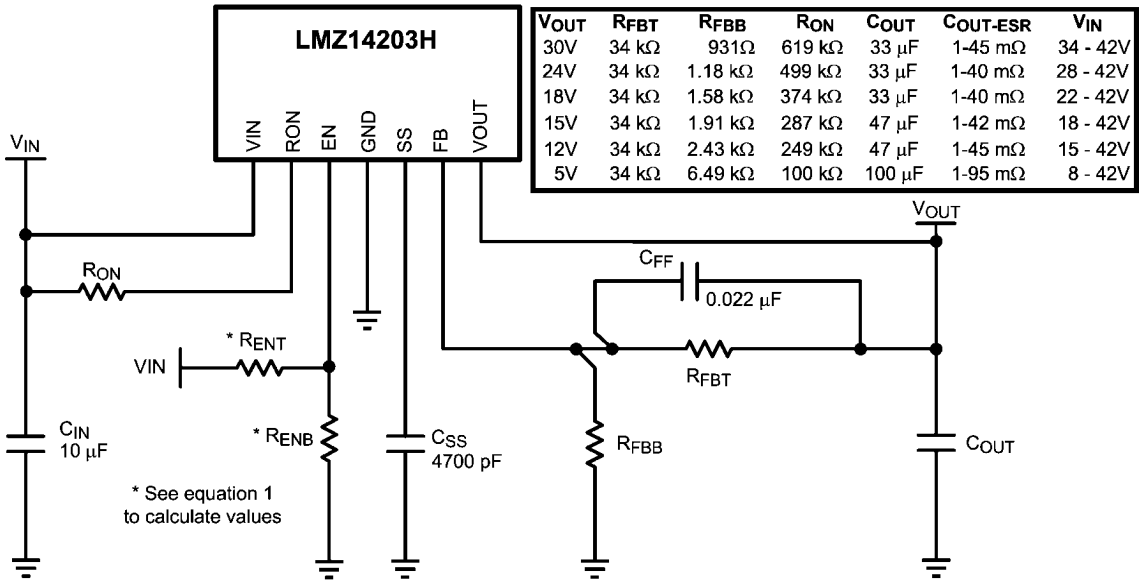


30135691

SIMPLE SWITCHER® is a registered trademark of National Semiconductor Corporation

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。
© 2011美国国家半导体公司

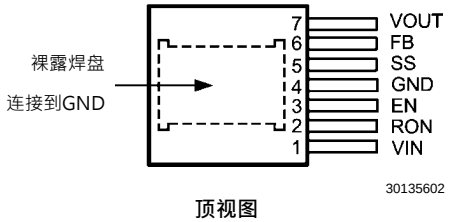
应用原理简图



VOUT	RFBT	RFBB	RON	COUT	COUT-ESR	VIN
30V	34 kΩ	931Ω	619 kΩ	33 µF	1-45 mΩ	34 - 42V
24V	34 kΩ	1.18 kΩ	499 kΩ	33 µF	1-40 mΩ	28 - 42V
18V	34 kΩ	1.58 kΩ	374 kΩ	33 µF	1-40 mΩ	22 - 42V
15V	34 kΩ	1.91 kΩ	287 kΩ	47 µF	1-42 mΩ	18 - 42V
12V	34 kΩ	2.43 kΩ	249 kΩ	47 µF	1-45 mΩ	15 - 42V
5V	34 kΩ	6.49 kΩ	100 kΩ	100 µF	1-95 mΩ	8 - 42V

30135601

连接图



30135602

顶视图
7引脚TO-PMOD

订购信息

订购号	封装类型	NSC封装图	供货方式
LMZ14203HTZ	TO-PMOD-7	TZA07A	250件，卷带封装
LMZ14203HTZX	TO-PMOD-7	TZA07A	500件，卷带封装
LMZ14203HTZE	TO-PMOD-7	TZA07A	每排45件

引脚描述

引脚	名称	描述
1	VIN	电源输入—要求在该引脚与裸露焊盘(EP)之间增加外部输入电容。
2	RON	导通时间电阻—V_{IN}与该引脚之间的外部电阻可设置导通 时间。典型阻值范围为100k至700k欧姆。
3	EN	使能端—高精度使能比较器的输入端。标称上升阈值1.18V。
4	GND	接地—所有电压的参考点。必须从外部连接至裸露焊盘(EP)。
5	SS	软启动—由一个内部8 µA电源向一个外部电容充电实现软启动功能。
6	FB	反馈—内部连接调节、过电压和短路比较器。该输入引脚的调节参考电压为0.8V。连接输出端和接地端之间的反馈电阻分压器以调节输出电压。

引脚	名称	描述
7	VOUT	输出电压—从内部电感器输出。连接该引脚和裸露焊盘之间的输出电容。
EP	EP	裸露焊盘 - 内部连接至引脚4。在运行过程中用于封装体的散热。必须和封装外引脚4有电气连接。

最大绝对额定值 (注释1)

如果用于军用/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, RON 到GND	-0.3V至43.5V
EN, FB, SS到GND	-0.3V至7V
结点温度	150˚C
存储温度范围	-65˚C至150˚C

ESD敏感性(注释2) ±2kV

如需了解焊接规范，请于www.national.com参看产品文件夹和www.national.com/ms/MS/MS-SOLDERING.pdf的内容。

额定工作值 (注释1)

VIN	6V至42V
EN	0V至6.5V
工作结点温度	−40˚C至125˚C

电气特性

规格中的标准字体仅用于在T_J=25˚C时；使用粗体字体的极限值适用于T_J在-40˚C至+125˚C工作结点温度范围内。最小值和最大值通过测试、设计或统计关系确定。典型值是T_J = 25˚C时最标准的参数值，这里仅供参考。除非另有规定，否则在以下条件适用：V_{IN}=24V，V_{OUT}=12V，RON=249kΩ

符号	参数	工作条件	最小值 (注释3)	典型值 (注释4)	最大值 (注释3)	单位
系统参数						
使能端控制						
V_{EN}	使能阈值跳变点	V_{EN} 上升	**1.10**	1.18	**1.25**	V
V_{EN-HYS}	使能阈值迟滞			90		mV
软启动						
I_{SS}	软启动电流源	V_{SS} = 0V	**8**	10	**15**	µA
I_{SS-DIS}	软启动放电电流			-200		µA
电流限制						
I_{CL}	电流限定值	直流平均值	**3.2**	4.7	**5.5**	A
VIN UVLO						
VIN_{UVLO}	Input UVLO	EN pin floating V_{IN} rising		3.75		V
$VIN_{UVLO-HYST}$	Hysteresis	EN pin floating V_{IN} falling		130		mV
开/关定时器						
t_{ON-MIN}	开启定时器最小脉冲宽度			150		ns
t_{OFF}	关闭定时器脉冲宽度			260		ns
调节器及过电压比较器						
V_{FB}	内部调节器反馈电压	V_{IN} = 24V, V_{OUT} = 12V V_{SS} >+ 0.8V T_J = -40°C至125°C I_{OUT} = 10mA至3A	**0.782**	0.803	**0.822**	V
		V_{IN} = 24V, V_{OUT} = 12V V_{SS} >+ 0.8V T_J = 25°C I_{OUT} = 10mA至3A	0.786	0.803	0.818	V
V_{FB}	内部调节器反馈电压	V_{IN} = 36V, V_{OUT} = 24V V_{SS} >+ 0.8V T_J = -40°C至125°C I_{OUT} = 10mA至3A	**0.780**	0.803	**0.826**	V
		V_{IN} = 36V, V_{OUT} = 24V V_{SS} >+ 0.8V T_J = 25°C I_{OUT} = 10mA至32A	0.787	0.803	0.819	V
V_{FB-OVP}	反馈过电压保护阈值			0.92		V
I_{FB}	反馈输入偏置电流			5		nA

符号	参数	工作条件	最小值 (注释3)	典型值 (注释4)	最大值 (注释3)	单位
I_Q	非切换输入电流	V_{FB}= 0.86V		1		mA
I_{SD}	关断静态电流	V_{EN}= 0V		25		µA
热特性						
T_{SD}	热关断	上升		165		°C
$T_{SD-HYST}$	热关断迟滞			15		°C
θ_{JA}	至环境结点	4层印刷电路板, 7.62cm x7.62cm (3英吋 x 3英吋)面积, 覆铜1盎司，无空气流动		16		°C/W
		4层印刷电路板, 6.35cm x 6.35cm (2.5英吋 x 2.5英吋)面积, 覆铜1盎司，无空气流动		18.4		°C/W
θ_{JC}	至外壳结点	无空气流动		1.9		°C/W
性能参数						
ΔV_{OUT}	输出电压纹波	V_{OUT} = 5V, C_O = 100µF 6.3V X7R		8		mV_{PP}
$\Delta V_{OUT}/\Delta V_{IN}$	线路调节	V_{IN} = 16V至42V, I_{OUT} = 3A		.01		%
$\Delta V_{OUT}/\Delta I_{OUT}$	负载调节	V_{IN} = 24V, I_{OUT}= 0A至3A		1.5		mV/A
η	效率	V_{IN} = 24V V_{OUT} = 12V I_{OUT} = 1A		94		%
η	效率	V_{IN} = 24V V_O = 12V I_O = 3A		93		%

注释1：绝对最大额定值为极限值，一旦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。对于规范保证和测试环境，请参阅电气特性。

注释2：人体模型是一个通过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-I14。

注释3：对100%的产品在25°C温度下进行最大和最小极限值试验。利用统计质量控制(SQC)方法确定超过工作温度时的临界值。这些极限值可用来计算美国国家半导体的平均出厂质量水平(AOQL)。

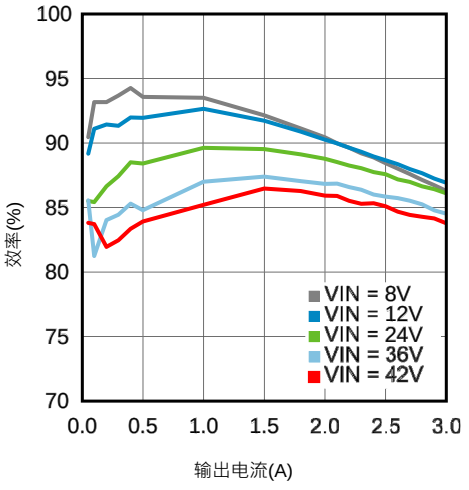
注释4：典型值在25°C时测得，最能代表参数指标。

注释5：EN 55022:2006, +A1:2007, FCC Part 15 Subpart B:2007。

典型性能特性

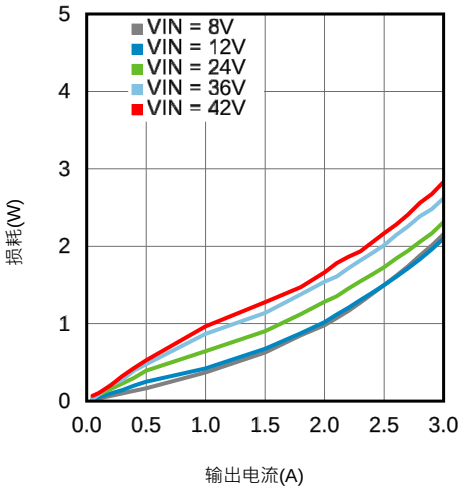
除非另有规定，否则以下条件适用：V_{IN}=24V; Cin=10uF X7R陶瓷; C_O=47uF; T_{AMB}=25˚C。

效率V_{OUT} = 5.0V T_{AMB} = 25°C



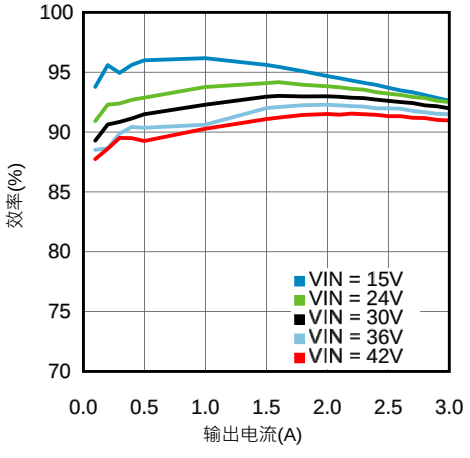
30135697

功耗V_{OUT} = 5.0V T_{AMB} = 25°C



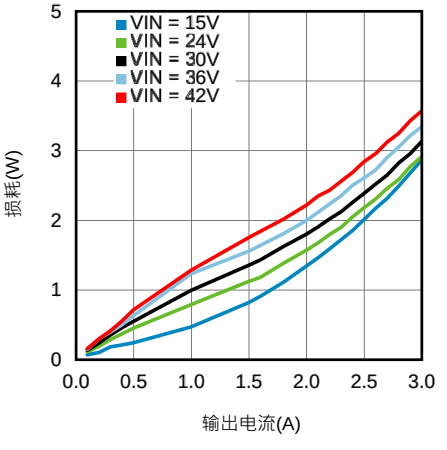
30135698

效率V_{OUT} = 12V T_{AMB} = 25°C



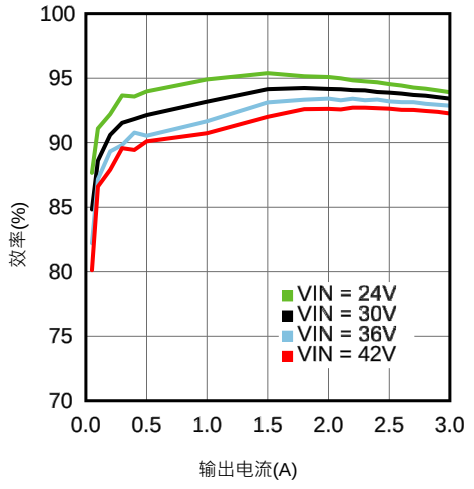
301356100

功耗V_{OUT} = 12V T_{AMB} = 25°C



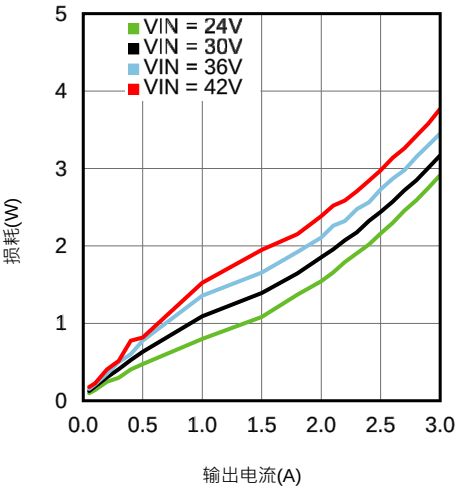
30135693

效率V_{OUT} = 15V T_{AMB} = 25°C



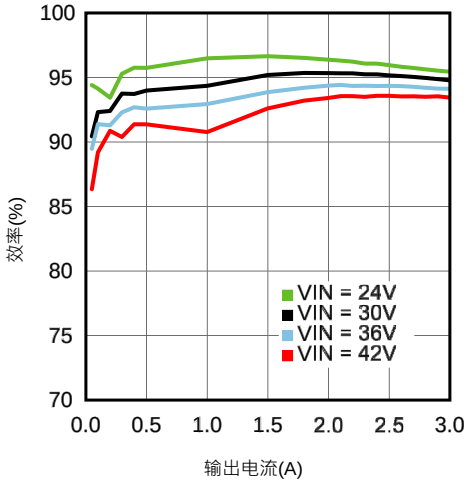
30135699

功耗V_{OUT} = 15V T_{AMB} = 25°C



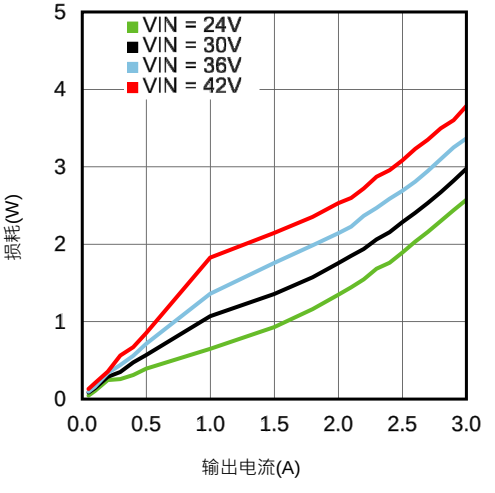
30135660

效率V_{OUT} = 18V T_{AMB} = 25°C



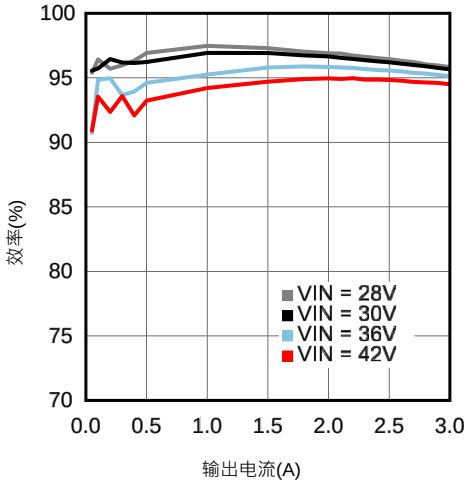
30135661

功耗V_{OUT} = 18V T_{AMB} = 25°C



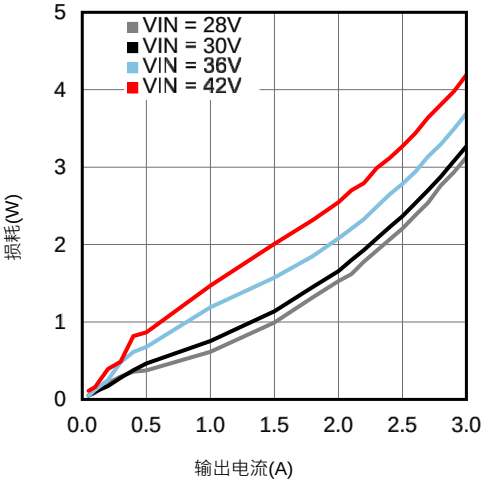
30135662

效率V_{OUT} = 24V T_{AMB} = 25°C



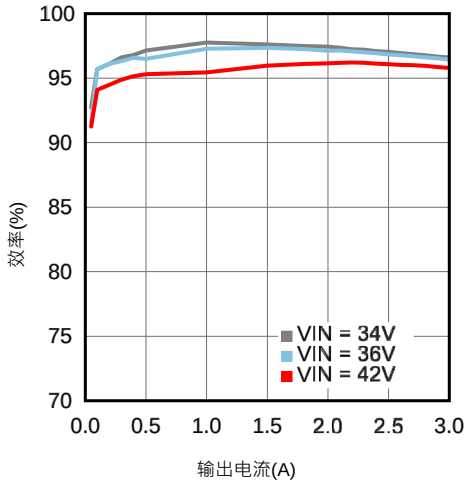
30135663

功耗V_{OUT} = 24V T_{AMB} = 25°C



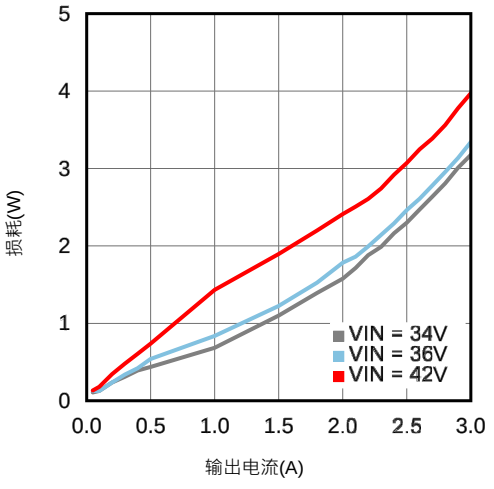
30135664

效率V_{OUT} = 30V T_{AMB} = 25°C



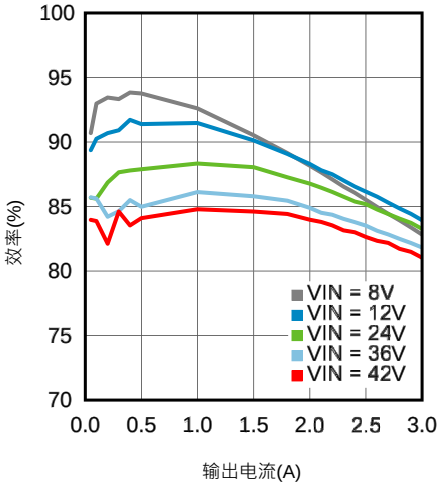
30135670

功耗V_{OUT} = 30V T_{AMB} = 25°C



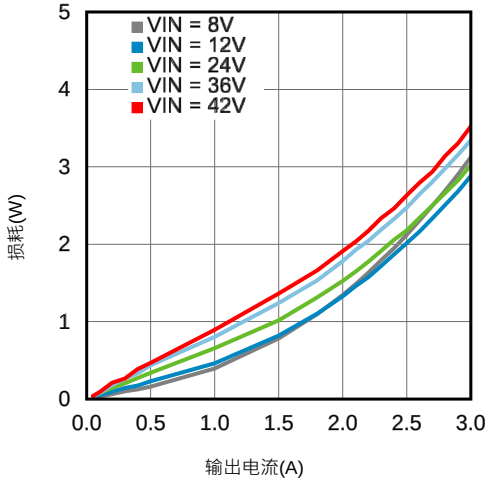
30135671

效率V_{OUT} = 5.0V T_{AMB} = 85°C



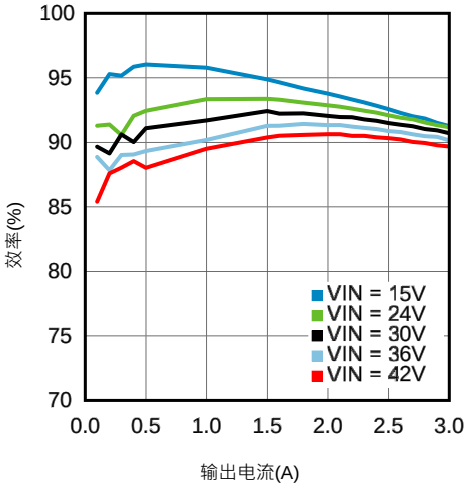
30135694

功耗V_{OUT} = 5.0V T_{AMB} = 85°C



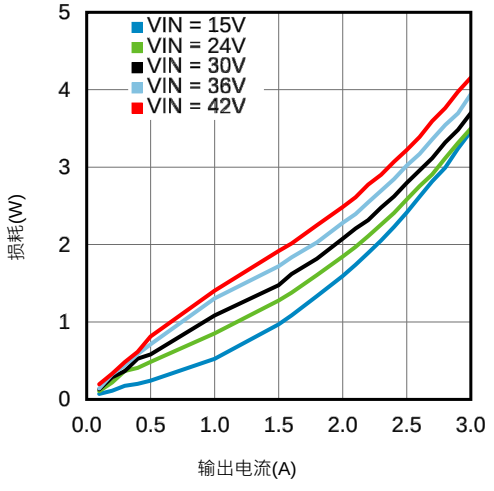
30135665

效率V_{OUT} = 12V T_{AMB} = 85°C



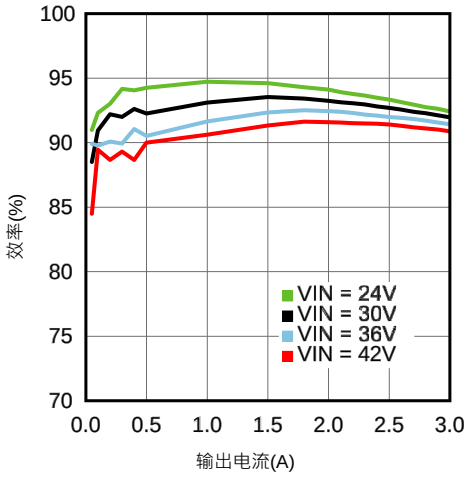
30135695

效率V_{OUT} = 12V T_{AMB} = 85°C



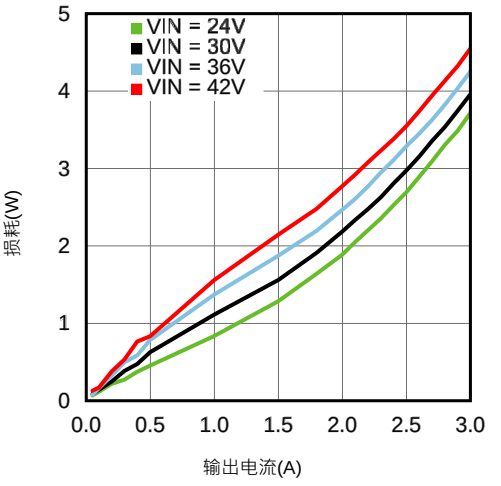
30135696

效率V_{OUT} = 15V T_{AMB} = 85°C



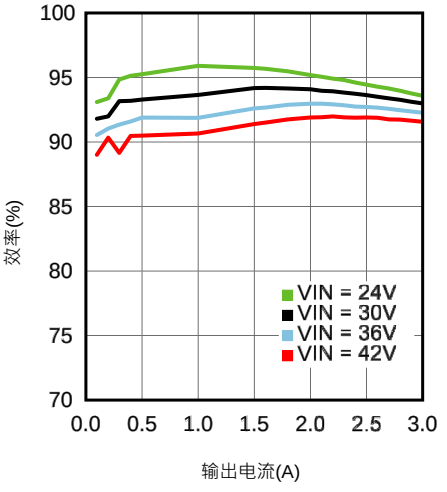
30135668

功耗V_{OUT} = 15V T_{AMB} = 85°C



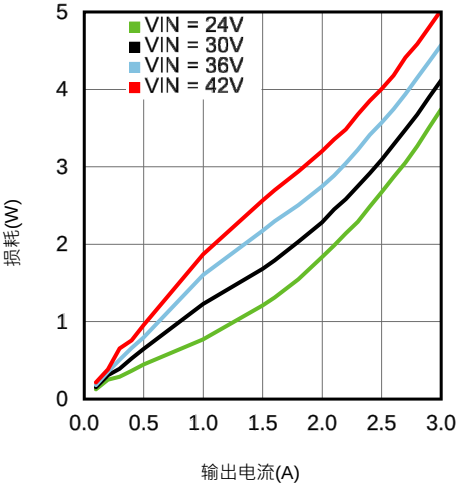
30135669

效率V_{OUT} = 18V T_{AMB} = 85°C



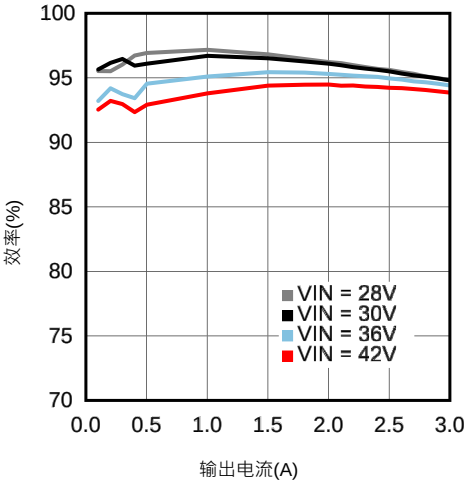
30135666

功耗V_{OUT} = 18V T_{AMB} = 85°C



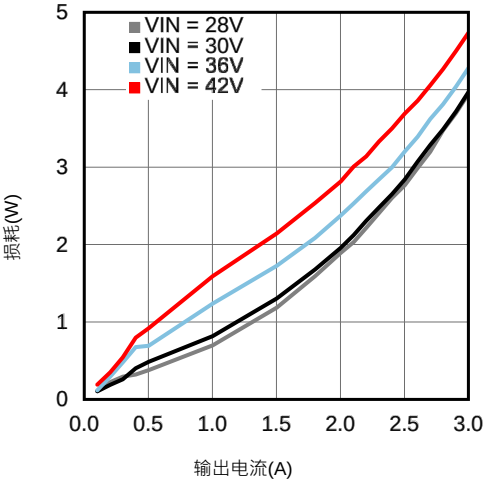
30135667

效率V_{OUT} = 24V T_{AMB} = 85°C



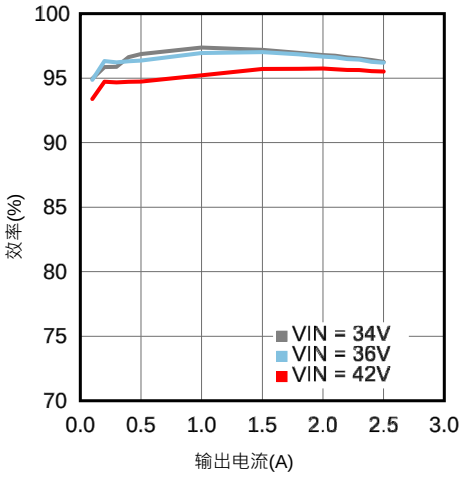
30135672

功耗V_{OUT} = 24V T_{AMB} = 85°C



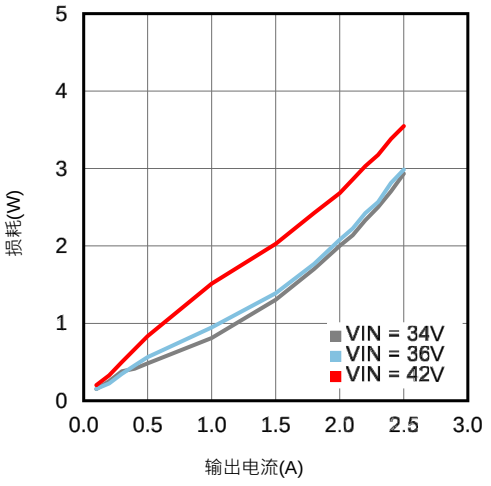
30135673

效率V_{OUT} = 30V T_{AMB} = 85°C



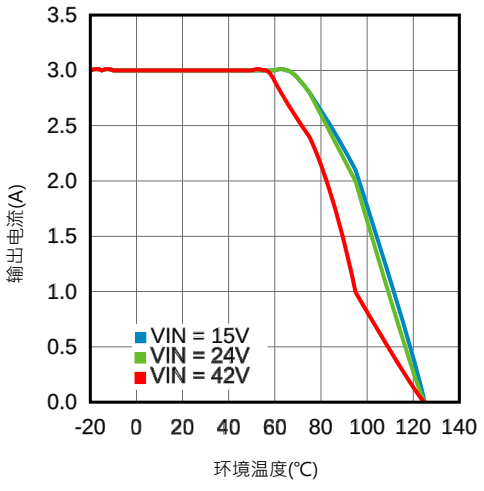
30135674

功耗V_{OUT} = 30V T_{AMB} = 85°C



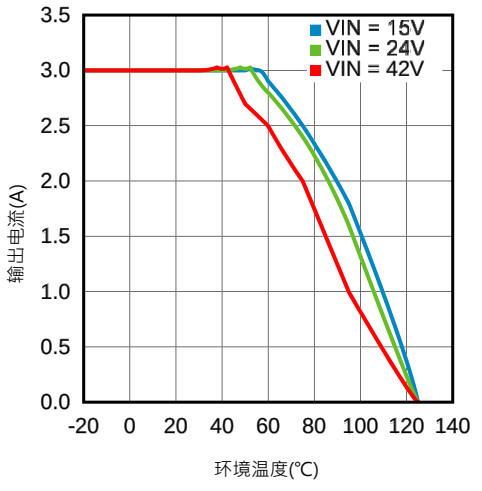
30135675

热降额V_{OUT} = 12V · θ_{JA}=16°C/W



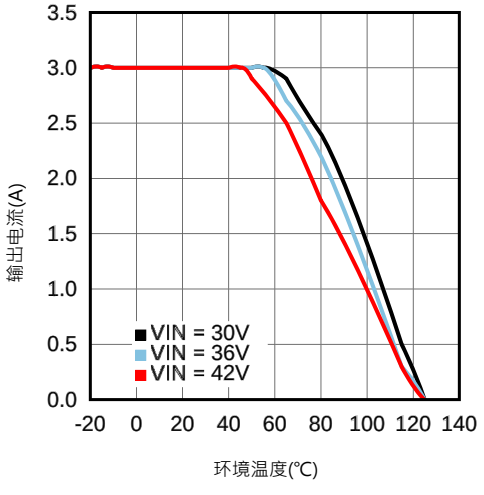
30135678

热降额V_{OUT} = 12V · θ_{JA}=20°C/W



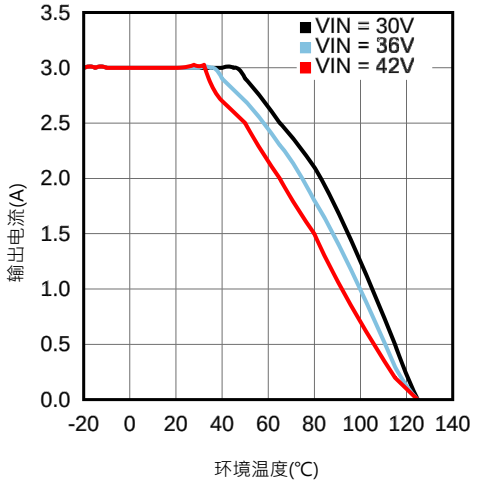
30135687

热降额V_{OUT} = 24V · θ_{JA}=16°C/W



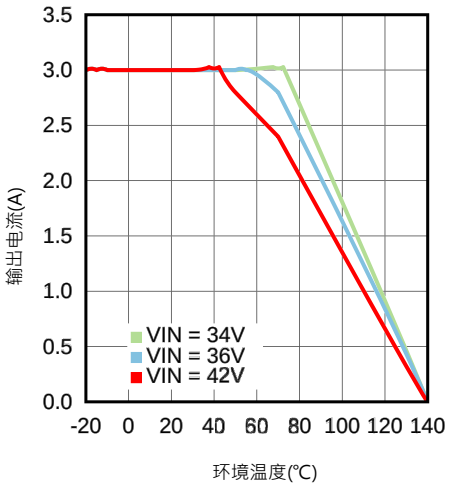
30135679

热降额V_{OUT} = 24V · θ_{JA}=20°C/W



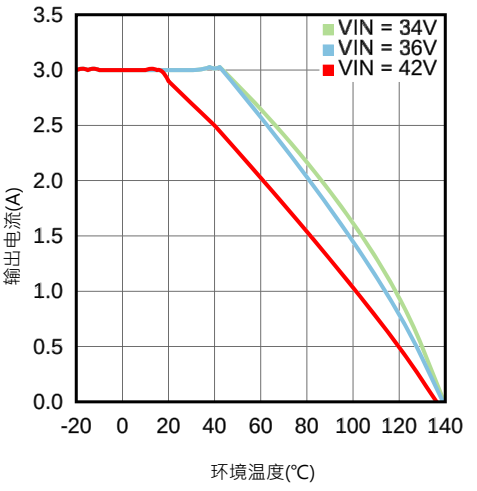
30135688

热降额V_{OUT} = 30V · θ_{JA}=16˚C/W



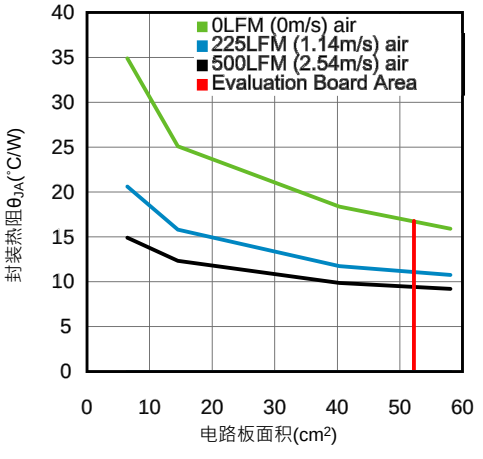
30135653

热降额V_{OUT} = 30V · θ_{JA}=20˚C/W



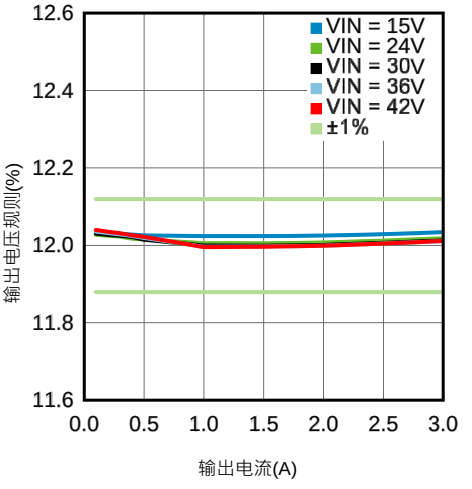
30135654

封装热阻θ_{JA}
覆铜**1**盎司的**4**层印刷电路板



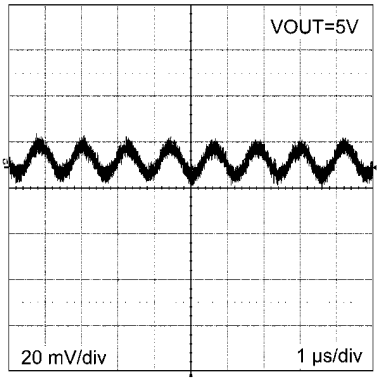
30135689

线路和负载调节T_{AMB}=25℃



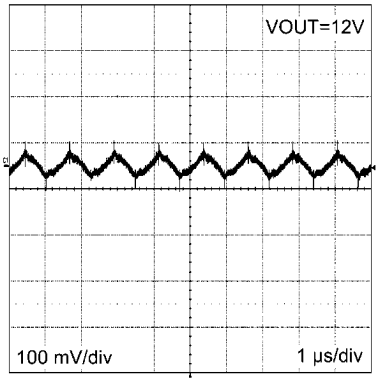
30135652

输出纹波
V_{IN} = 12V, I_{OUT} = 3A, Ceramic C_{OUT}, BW = 200 MHz



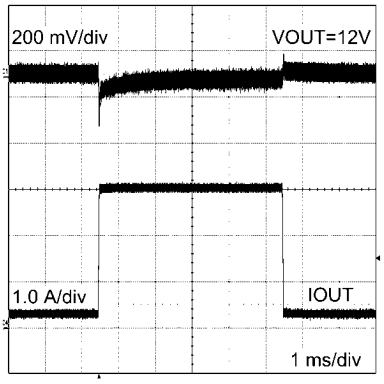
30135605

输出纹波
V_{IN} = 24V, I_{OUT} = 3A, Polymer Electrolytic C_{OUT}, BW = 200 MHz



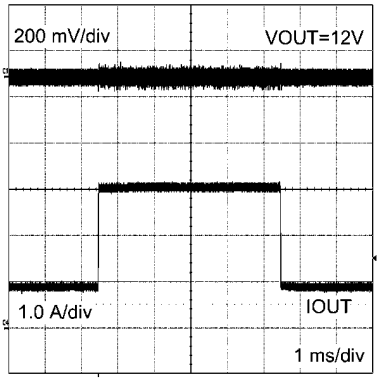
30135604

负载瞬态响应，V_{IN} = 24V，V_{OUT}= 12V
负载阶跃从10%至100%



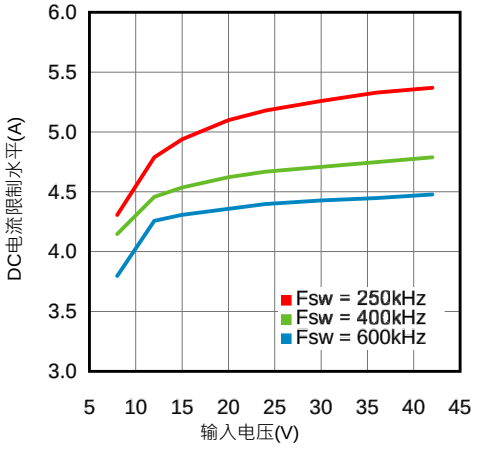
30135603

负载瞬态响应，V_{IN} = 24V，V_{OUT}= 12V
负载阶跃从30%至100%



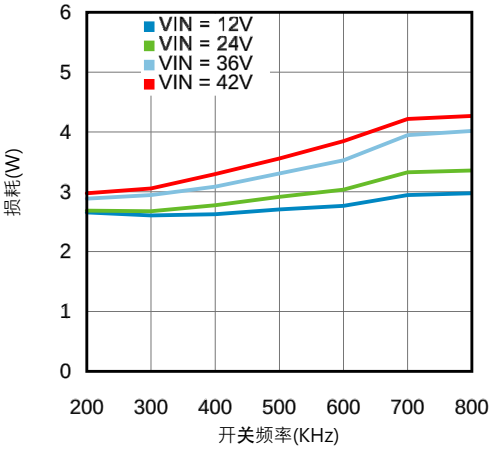
30135606

电流限制与输入电压
V_{OUT} = 5V



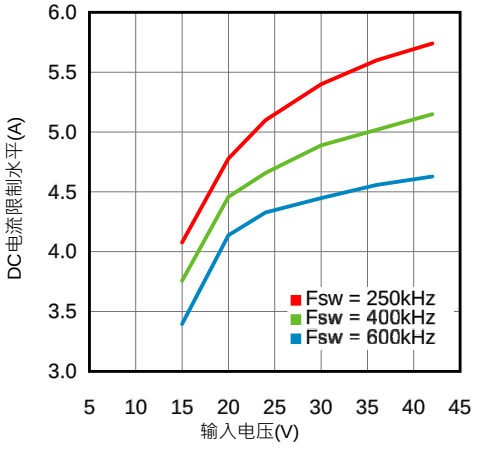
30135621

开关频率与功耗
V_{OUT} = 5V



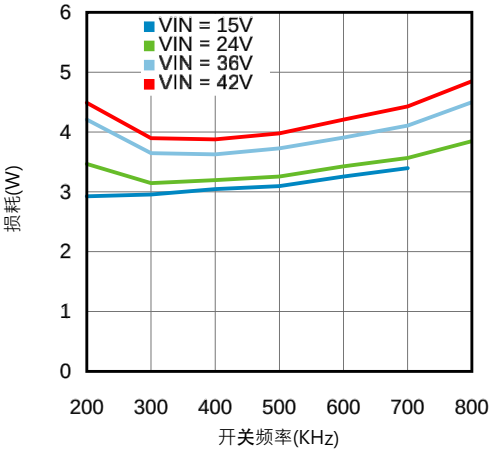
30135618

电流限制与输入电压
V_{OUT} = 12V



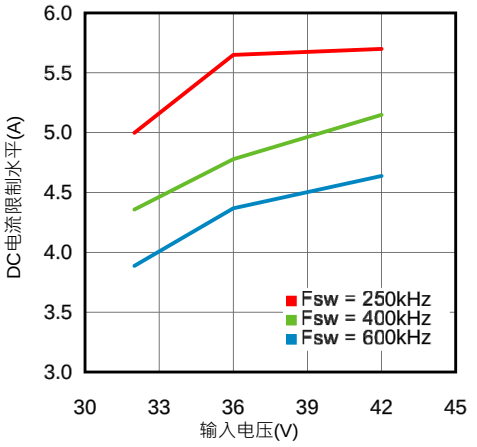
30135622

开关频率与功耗
V_{OUT} = 12V



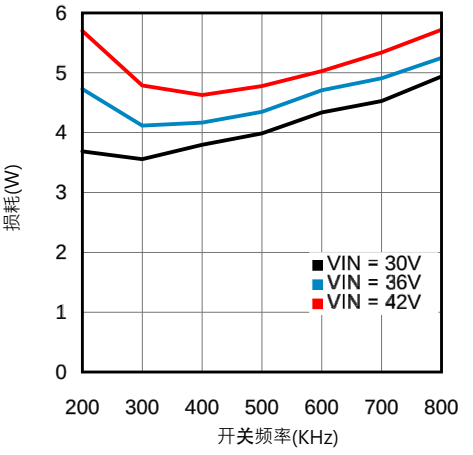
30135619

电流限制与输入电压
V_{OUT} = 24V



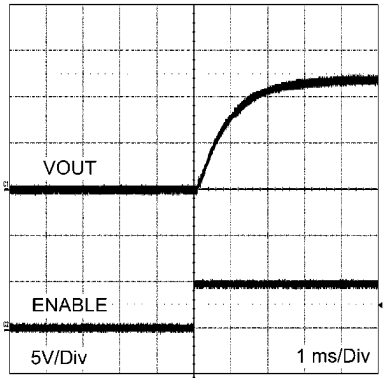
30135623

开关频率与功耗
V_{OUT} = 24V



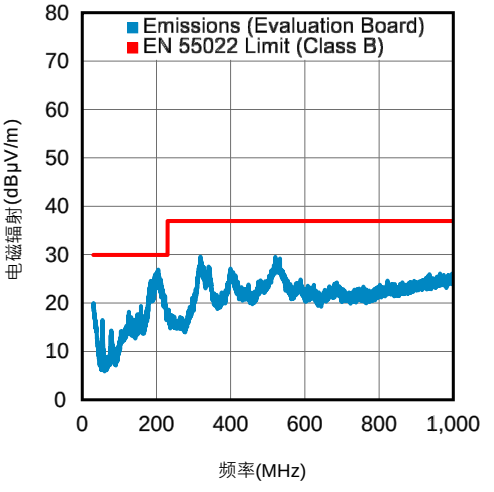
30135620

启动
V_{IN} = 24V I_{OUT} = 3A



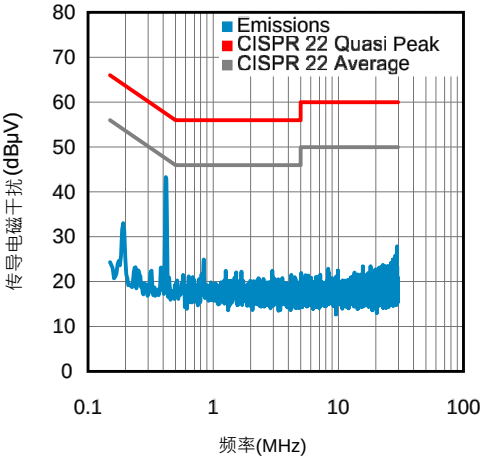
30135655

评估板电磁辐射, V_{OUT} = 12V



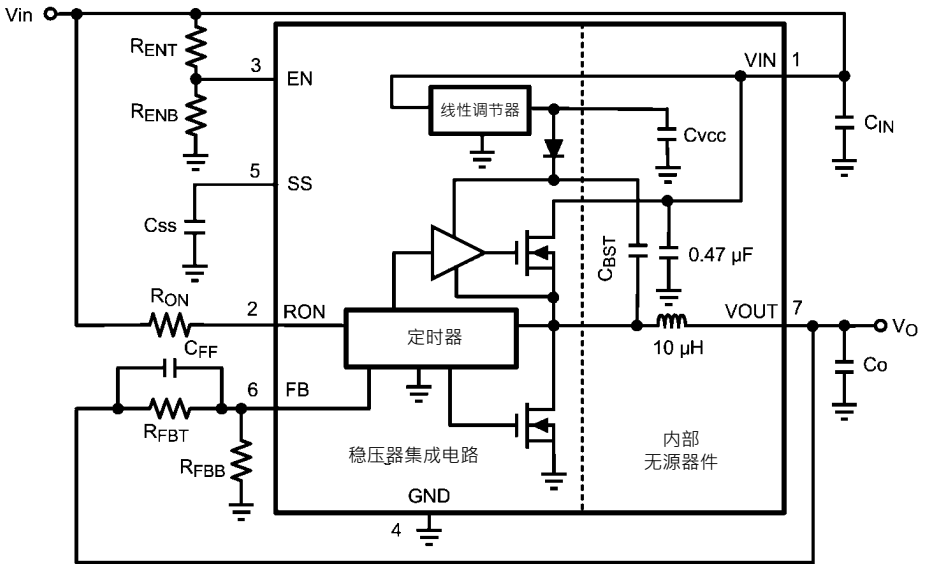
30135691

传导电磁干扰，V_{OUT} = 12V
评估板材料清单和3.3µH 2*10µF LC 线路滤波器



30135624

应用原理框图



30135608

COT控制电路概述

恒定导通时间控制方式基于一个比较器和一个导通时间单次触发器，及相对于内部0.8V参考电压的反馈输出电压。若反馈电压低于参考电压，主金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)将通过一个可编程式电阻R_{ON}接通以固定导通时间。R_{ON}与V_{IN}连接，以便通过提高输入电压来缩短导通时间。此后，主金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)保持最短260 ns关闭时间。若反馈引脚电压再次低于参考电压，导通时间循环重复。调节功能以该方式实现。

LMZ14203H应用设计步骤

LMZ14203H可得到WEBENCH®的全方位技术支持，它提供：

- 元器件的选择
- 电气模拟
- 热特性模拟
- 为减少设计时间的模型板

以下所列步骤可用于LMZ14203H手动设计。

- 利用使能脚的电阻分压器设定最小工作输入电压V_{IN}
- 根据所选反馈分压电阻确定V_O
- 根据所选软启动电容确定启动时间
- 选择C_O
- 选择C_{IN}
- 根据R_{ON}设置工作频率
- 确定模块功耗
- 根据散热性能要求设计印刷电路板布线

使能引脚分压器、R_{ENT}和R_{ENB}选择

使能输入提供了精确的1.18V带隙上升阈值电压，允许采用直接逻辑驱动或连接更高电压(如V_{IN})的使能分压器。使能输入包含90mV(典型)迟滞，造成阈值电压下降1.09V。EN引脚建议的最大输入电压为6.5V。实际应用中，当使能分压器中点电压超过6.5V时，可增加一个齐纳二极管限制电压。

该电阻分压器允许设计者选择输入电压值(低于该值则禁用电路)。这实现了欠压锁定的可编程功能。这通常用于电池供电系统，以防止系统电池深度放电。在输出电压轨有时序控制的系统设计或防止由于主输入电压轨上升期间的提前导通，这也非常实用。在高输入电压系统中，在要求工作范围窄的情况下，通常将使能分压器应用于主输入电压轨中。在时序上电情况下，分压器将接入相对于LMZ14203H输出电压轨提前上电的电压轨中。这两个电阻应基于以下比率选择：

$$R_{ENT} / R_{ENB} = (V_{IN-ENABLE} / 1.18V) - 1 \quad \textbf{(1)}$$

EN引脚在内部拉至V_{IN}，常接通运行状态时可浮接。但是，一个好的做法是使用使能分压器，当V_{IN}接近其标称值时接通稳压器。这将保证平滑启动，并会防止输入电源超负荷。

输出电压选择

输出电压由连接在VO端和接地之间的两个电阻分压器决定。分压器中点与FB输入端相连。FB引脚电压与0.8V内部参考电压比较。正常运行情况下，当FB引脚电压降至0.8V以下时初始化导通时间周期。主金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)导通使得输出电压上升且FB引脚电压超过0.8V。只要FB引脚电压高于0.8V，导通随即停止。

可调输出电压由外部分压器电阻R_{FBT}和R_{FBB}决定：

$$V_O = 0.8V * (1 + R_{FBT} / R_{FBB}) \quad \textbf{(2)}$$

变换上方程；所需输出电压的反馈电阻比为：

$R_{FBT} / R_{FBB} = (V_O / 0.8V) - 1$ ***(3)***

这些电阻的选择范围为1 kΩ至50 kΩ。

为改善负载阶跃瞬态响应，将一个前馈电容与R_{FBT}并联放置。其值通常由非连续传导模式(DCM)和连续传导模式(CCM)传导方式之间的带载阶跃响应应实验测定，且可调节至最佳的瞬态响应和最小的输出纹波。

应用原理图中包含有R_{FBT}、R_{FBB}和R_{ON}值的列表。

软启动电容C_{SS}选择

上电后，可编程软启动允许调节器缓慢上升至其稳定状态运行点，从而减少了输入电源的浪涌电流，减小了输出电压上升时间，以防止过冲。

导通且通过所有欠压锁定(UVLO)状态后，内部8μA电流源开始为外部软启动电容充电。软启动过程(达到稳定工作状态)的时间由下列方程给出：

$t_{SS} = V_{REF} * C_{SS} / Iss = 0.8V * C_{SS} / 8uA$ ***(4)***

等式变换如下：

$C_{SS} = t_{SS} * 8\mu A / 0.8V$

使用4700pF电容器的结果是会产生一个0.5ms的软启动时间。这是一个推荐值。请注意，当一个负载瞬态穿过DCM-CCM边缘时，C_{SS}电容的高值会引起更多的输出电压值下降。运用下面方程18计算出具体工作条件下DCM-CCM边缘负载电流。如果DCM和CCM之间的阶跃需要一个快速负载瞬态响应，那么软启动电容器值应小于0.018μF。请注意以下情况将通过SS输入端以200μA内部电流对地放电而使软启动电容器复位。

- 使能输入被“拉低”
- 热关断情况
- 过电流故障
- 内部V_{IN}输入欠压锁定

输出电容器，C_O，选择

所需C_O输出电容均不包含在该模块内。最小输出电容必须达到最不利情况下的最小纹波电流$0.5*I_{LR\ P-P}$(通过(17)方程计算)。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。通常最小值为10μF。若以最小值工作需要进行试验。

电容：

下面的方程针对负载瞬时响应要求较为准确地估算了初步CO值：

$C_O \geq I_{STEP} * V_{FB} * L * V_{IN} / (4 * V_O * (V_{IN} — V_O) * V_{OUT-TRAN})$ ***(6)***

举例来说，负载阶跃为3A时，V_{IN} = 24V, V_{OUT} = 12V,

$V_{OUT-TRAN}$ = 50mV:

$C_O \geq 3A * 0.8V * 10\mu H * 24V / (4 * 12V * (24V — 12V) * 50mV)$

$C_O \geq 20\mu F$

等效串联电阻阻值：

输出电容的等效串联电阻阻值(ESR)会对输出电压纹波产生影响。高的等效串联电阻阻值(ESR)将导致产生一个较大的V_{OUT}峰间纹波电压。此外，由过高的等效串联电阻阻值(ESR)引起的高输出电压纹波可以在FB引脚触发过电压保护动作。等效串联电阻阻值(ESR)的选择应满足最大所需V_{OUT}的峰间纹波电压，并在正常运行期间避免过电压保护动作。可使用下列方程：

$ESR_{MAX-RIPPLE} \leq V_{OUT-RIPPLE} / I_{LR\ P-P}$ ***(7)***

方程中，$I_{LR\ P-P}$使用下列方程(19)进行计算。

$ESR_{MAX-OVP} < (V_{FB-OVP} - V_{FB}) / (I_{LR\ P-P} \times A_{FB})$ ***(8)***

式中，A_{FB}是在该开关频率时从V_{OUT}至V_{FB}反馈电路的增益。

至于最坏的情况下，假定在该开关频率时C_{FF}电容器A_{FB}增益为1。

所选择的电容器应具有足够的电压和有效(RMS)电流额定值。通过输出电容器的有效电流(RMS)为：

$I(C_{OUT(RMS)}) = I_{LR\ P-P} / \sqrt{12}$ ***(9)***

输入电容器，C_{IN}，选择

该LMZ14203H模块包含一个0.47μF的内部输入陶瓷电容器。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。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的大小。最差情况下额定输入纹波电流由下方程计算：

$I(C_{IN(RMS)}) \cong 1/2 * I_O * \sqrt{(D / 1-D)}$ ***(10)***

方程中$D \cong V_O / V_{IN}$

(作为参考值，当模块满负载电流且V_{IN}=2 * V_O时，将产生最差情况下纹波电流)。

实际应用中，建议使用的最小输入电容是10μF X7R陶瓷电容且额定电压至少高于输入电压的25%。同时请注意所选电容的电压和温度降额。应该指出的是，某些陶瓷电容的纹波电流额定值可能不在电容数据表中，您需要联系电容制造商获取该额定值。

如果系统设计需要保持特定的输入纹波电压最低值ΔVIN，可用下面的方程计算。

$C_{IN} \geq I_O * D * (1–D) / f_{SW-CCM} * \Delta V_{IN}$ ***(11)***

若输入为24V，输出为12V且ΔV_{IN}为1%V_{IN}时，则该值等于240 mV, f_{SW} = 400kHz。

$C_{IN} \geq 3A * 12V/24V * (1– 12V/24V) / (400000 * 0.240\ V) \geq 7.8\mu F$

为抑制输入线路中输入电容和寄生电感的共振效应需要增加等效串联电阻阻值(ESR)较高的大容量电容。

导通电阻器，R_{ON}，选择

许多设计都需要首先考虑所需的开关频率。为此可采用下列公式。如典型性能特性章节中所描述的，在300kHz - 400kHz的开关频率范围内可获得最佳的效率。RON的值可使用下列方程式计算。

$f_{SW(CCM)} \cong V_O / (1.3 * 10^{-10} * RON)$ ***(12)***

等式变换如下：

$R_{ON} \cong V_O / (1.3 * 10^{-10} * f_{SW(CCM)})$ ***(13)***

R_{ON} 和 $f_{SW(CCM)}$选择受限于COT控制模块导通时间和关闭时间限制。LMZ14203H定时器的导通时间由电阻R_{ON}和输入电压V_{IN}决定。计算公式如下：

$t_{ON} = (1.3 * 10^{-10} * R_{ON}) / V_{IN}$ ***(14)***

在VIN变化时，tON和VIN之间的反比关系给出一个近似恒定的开关频率。选择的RON应使得在输入电压最大时导通时间大于150ns。导通定时器使用了一个限制器，以确保tON最短时间为150ns。这限定了最高工作频率，该频率由下式求得：

$f_{SW(最大值)} = V_O / (V_{IN(最大值)} * 150\ nsec)$ ***(15)***

如果在最小导通时间为150ns的条件下需要特定工作频率，可用该式选择R_{ON}。R_{ON}的限定值計算如下：

$R_{ON} \geq V_{IN(最大值)} * 150\ nsec / (1.3 * 10^{-10})$ ***(16)***

若由(13)式计算得到R_{ON}值小于由(16)确定的最小值，需要选择更低的频率。另外，也可以限制$V_{IN(最大值)}$以保持频率不变。

还应注意的是，260 ns的最短**关**闭时间会限制最大占空比。在任何要求大占空比的应用场合都应选择更大的R_{ON}(较低的F_{SW})。

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)工作。随着负载电流大于临界传导点，稳压器将以连续传导模式(CCM)工作。在非连续传导模式(DCM)下，开**关**周期始于0安电感电流时；上升至峰值后在**关**断时间结束前降至0安。注意，在电感电流为零期间，所有负载电流均由输出电容提供。当FB引脚电压低于内部参考值时下一次导通开始。与连续传导模式(CCM)相比，在非连续传导模式(DCM)下开**关**频率较低且随负载电流变化较大。通过减小负载和降低开**关**频率，减少了传导和开**关**损失，因此可保持非连续传导模式(DCM)的转换效率。非连续传导模式(DCM)下的工作频率计算如下：

$f_{SW(DCM)} \cong V_O*(V_{IN}-1)*10\mu H*1.18*10^{20}*I_O/(V_{IN}-V_O)*R_{ON}^2$ ***(17)***

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。随着负载电流和线路电压变化，开**关**频率保持相对稳定。连续传导模式(CCM)工作频率可由12方程计算。

确定非连续传导模式(DCM)/连续传导模式(CCM)边界的近似方程如下：

$I_{DCB} \cong V_O*(V_{IN}-V_O) / (2*10\ \mu H*f_{SW(CCM)}*V_{IN})$ ***(18)***

模块的内部电感为10μH。该值为高电压和低电压输入之间较好的平衡点。电感影响的主要参数是电感纹波电流(ILR)幅值。ILR可计算如下：

$I_{LR\ P-P}=V_O*(V_{IN}- V_O) / (10\mu H*f_{SW}*V_{IN})$ ***(19)***

方程中V_{IN}为最大输入电压，且f_{SW}由12方程确定。

假设输出电流$I_O = I_L$，则可确定I_{LR}峰值和谷值。注意，若为连续传导(CCM)工作模式，I_{LR}的谷值必须为正。

功耗和电路板散热要求

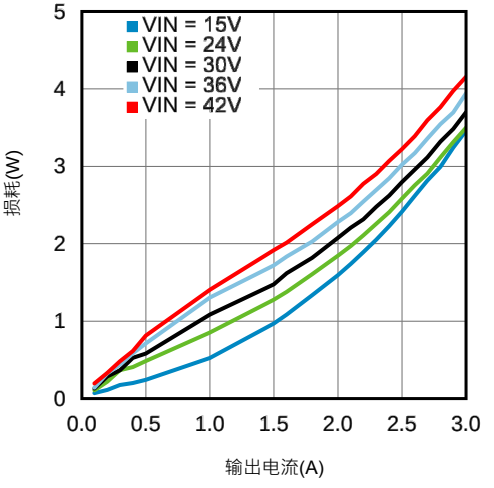
对于V_{IN} = 24V, V_{OUT} = 12V, I_{OUT} = 3A, T_{AMB}(最大值) =65°C，且$T_{JUNCTION}$ = 125°C的设计案例，元器件必须控制外壳到环境的热阻：

$\theta_{JA-MAX} < (T_{J-MAX} - T_{AMB(最大值)}) / P_D$

θ_{JA-MAX}将确保在特定的应用环境温度中稳压器结点温度不超过T_{J-MAX}。

计算所需的θ_{JA-MAX}，我们需要有一个IC功率损耗的估计值。下面的曲线图选自典型性能特征章节，它显示了在V_{OUT}=12V，T_{AMB}=85°C时LMZ14203H的功率耗散。

功耗V_{OUT} = 12V T_{AMB} = 85°C



30135696

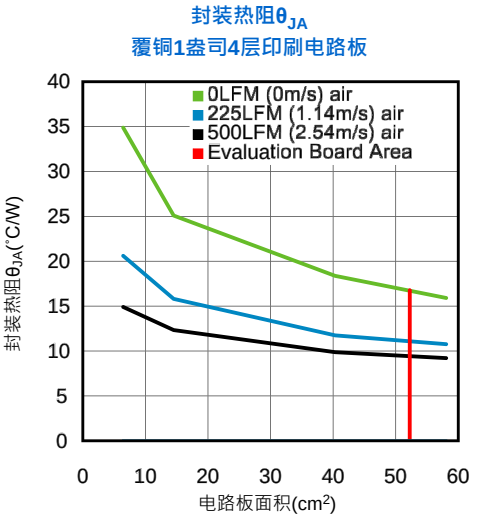
将T_{AMB}=85°C时的功率耗散数据，在V_{IN}=24V和V_{OUT} =12V的情况下，功率耗散P_D估计为3.5W。现在我们就可以计算出必需的θ_{JA-MAX}值。

$\theta_{JA-MAX} < (125°C - 65°C) / 3.5W$

$\theta_{JA-MAX} < 17.1°C/W$

为了获得这一热阻，印刷电路板需要有效散热。印刷电路板的面积大小对整体结点-环境热阻有直接的影响。为了估测必要的覆铜面积，我们可以参考以下封装热阻图。

下面的曲线图选自典型性能特征章节，它显示了θ_{JA}是如何随着印刷电路板面积的变化而变化的。



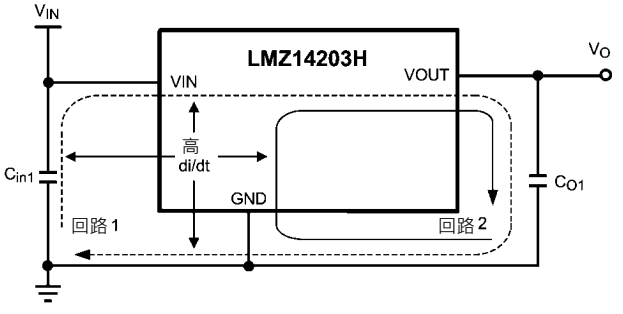
30135689

在θ_{JA-MAX}<17.1°C/W，仅有自然对流(即无空气流)情况下，印刷电路板面积可小于52平方厘米。这相当于一个覆铜面积为7.25cm x 7.25cm (2.85英吋x2.85英吋)的正方形板，共4层，覆铜层重1盎司。覆铜层厚度加大将进一步提高整体热性能。作为参考，该评估版在顶层和底层有2盎司覆铜，在同样的评估板面积上获得一个14.9°C/W的θ_{JA}。请注意，散热孔应位于IC封装之下，以便轻松地将印刷电路板顶层，内层和底层的热量导出。

更多的有关印刷电路板覆铜面积，散热孔布局以及一般热设计的指导原则与见解，请参阅应用注释AN-2020 (http://www.national.com/AN/AN-2020.pdf 文件)

PC板布线指南

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。



30135611

1. 使开关电流回路尽可能小。

从抑制电磁干扰的角度来看，在印刷电路板布线时必须尽量降低高的di/dt电流通路。如果输入电容C_{IN1}和LMZ14203H之间距离较远，具有高di/dt特性的非重叠大电流回路将在输出引脚产生明显的高频噪声。因此在空间上使C_{IN1}与LMZ14203H的VIN和GND裸露焊盘尽量接近。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以应连接到器件的GND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。

3. 使FB引脚的走线长度尽可能短。

反馈电阻R_{FBT}、R_{FBB}和前馈电容C_{FF}应靠近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。来自R_{FBT}、R_{FBB}和C_{FF}的走线应远离LMZ14203H主体以减小噪声。

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零电位平面连接起来。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零电位平面。为了达到最佳效果，可使用一个最小半径为10密耳(254 µm)、间隔为59密耳(1.5 mm)的6x6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

输出过电压比较器

FB引脚电压与0.92V内部参考电压比较。若FB引脚电压超过0.92V，立即终止导通。这种情况被称为过电压保护(OVP)。如果输入电压突然上升或输出负载突然减少，将产生这种现象。一旦触发过压保护，高端MOSFET将被关断直到过压消除。此外，同步MOSFET将导通直到电感电流下降到零。

电流限制

通过在关闭时间内监测同步MOSFET的电流进行限流检测。参阅功能框图，当高端MOSFET关闭，电感电流流过负载、PGND引脚和内部同步MOSFET。如果此电流超过4.2A，电流限制比较器将禁止进入下一次导通。只有当FB输入电压低于0.8V，且电感器电流低于4.2A时才会进入下一个开关周期。同步金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)导通期间对电感器电流实施监测。只要电感器电流超过4.2A，顶部金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)就不会进行进一步导通。由于延长了关闭时间，限流期间的开关频率较低。还应指出的是直流电流限制随占空比，开关频率和温度的变化而变化。

热保护

LMZ14203H结点温度不应超过其最大额定值。热保护由一个内部热关断电路实现，它在165℃(典型值)时被激活，使设备进入低功耗待机状态。在这种状态下，主MOSFET保持关闭使得V_O下降，另外CSS电容对地放电。热保护功能有助于防止器件意外过热成的严重事故。当结点温度降至低于145℃(典型Hyst =20℃)，SS引脚电流被释放，V_O平稳上升并进入正常工作状态。

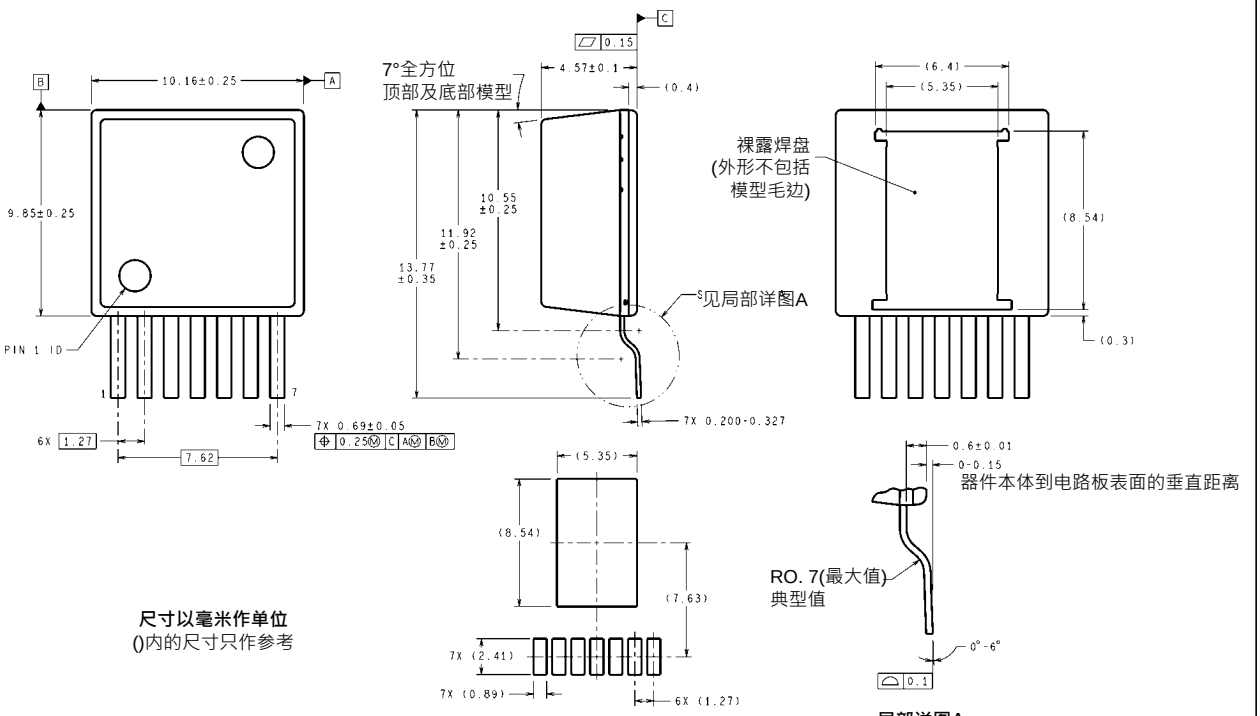
零线圈电流检测

通过一个零线圈电流检测电路监测低端(同步)金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)中的电流，当该电流为零时控制同步金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)，直至下次导通。该电路采用非连续传导(DCM)工作模式，从而提高了轻载时的效率。

预偏置起动

LMZ14203将正常启动进入预偏置输出。这种启动情况在多路电源轨逻辑应用中非常普遍。在该应用中启动程序中不同电源轨之间可能存在有多个电流通路。输出电压预偏置水平必须低于输入欠压锁定设定点。这将防止输出预偏置通过高边金属氧化物半导体场效应晶体管使稳压器上电。

物理尺寸 (除非另作说明)英寸(毫米)



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)
LMZ14203HTZ/NOPB	Active	Production	TO-PMOD (NDW) | 7	250 | SMALL T&R	Yes	SN	Level-3-245C-168 HR	-40 to 125	LMZ14203 HTZ
LMZ14203HTZ/NOPB.A	Active	Production	TO-PMOD (NDW) | 7	250 | SMALL T&R	Yes	SN	Level-3-245C-168 HR	-40 to 125	LMZ14203 HTZ
LMZ14203HTZE/NOPB	Active	Production	TO-PMOD (NDW) | 7	45 | TUBE	Yes	SN	Level-3-245C-168 HR	-40 to 125	LMZ14203 HTZ
LMZ14203HTZE/NOPB.A	Active	Production	TO-PMOD (NDW) | 7	45 | TUBE	Yes	SN	Level-3-245C-168 HR	-40 to 125	LMZ14203 HTZ
LMZ14203HTZX/NOPB	Active	Production	TO-PMOD (NDW) | 7	500 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-3-245C-168 HR	-40 to 125	LMZ14203 HTZ
LMZ14203HTZX/NOPB.A	Active	Production	TO-PMOD (NDW) | 7	500 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-3-245C-168 HR	-40 to 125	LMZ14203 HTZ

(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.

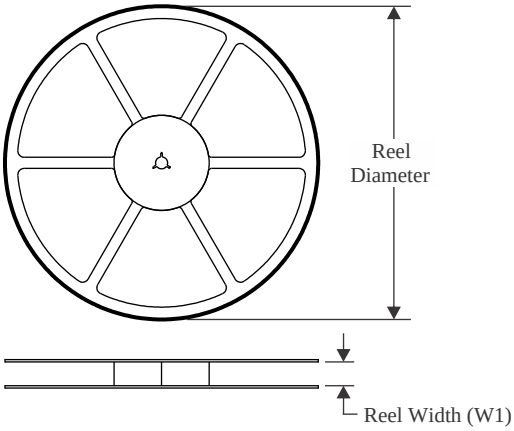
Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

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.

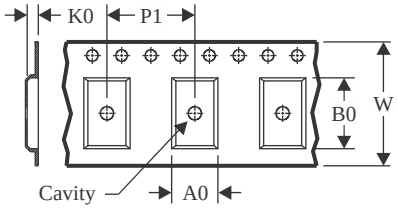
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION

REEL DIMENSIONS

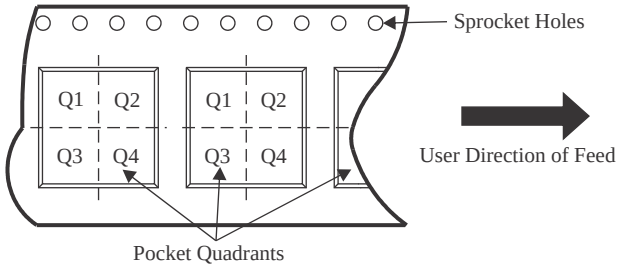


TAPE DIMENSIONS



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

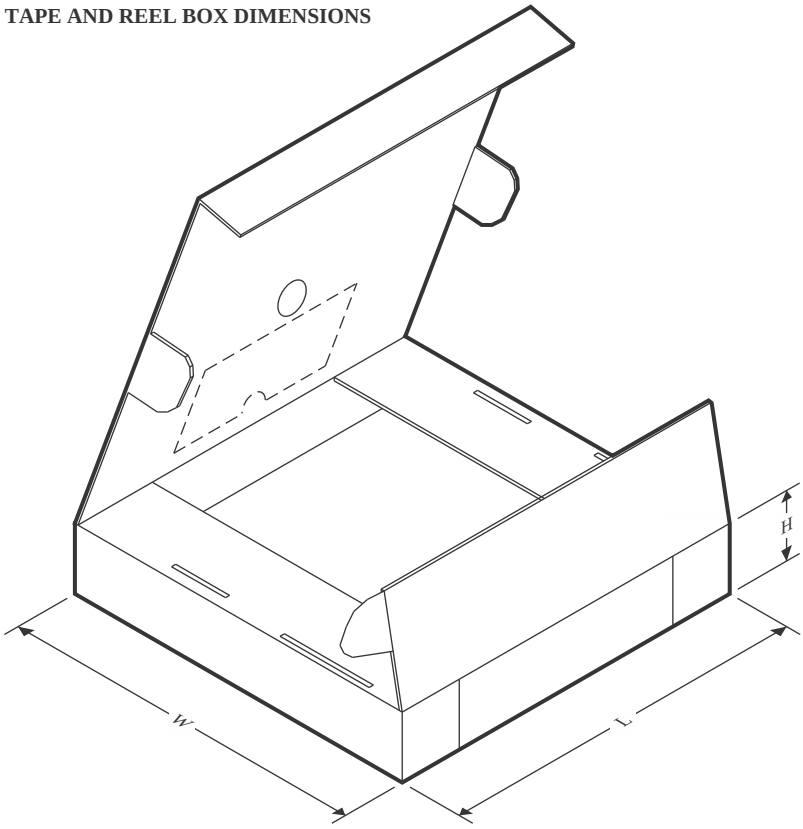
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



*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
LMZ14203HTZ/NOPB	TO-PMOD	NDW	7	250	330.0	24.4	10.6	14.22	5.0	16.0	24.0	Q2
LMZ14203HTZX/NOPB	TO-PMOD	NDW	7	500	330.0	24.4	10.6	14.22	5.0	16.0	24.0	Q2

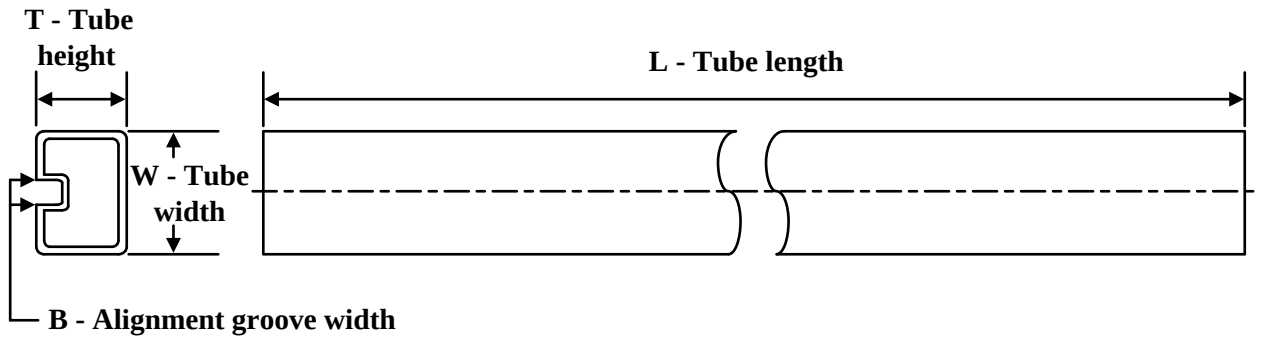
TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
LMZ14203HTZ/NOPB	TO-PMOD	NDW	7	250	356.0	356.0	45.0
LMZ14203HTZX/NOPB	TO-PMOD	NDW	7	500	356.0	356.0	45.0

TUBE



*All dimensions are nominal

Device	Package Name	Package Type	Pins	SPQ	L (mm)	W (mm)	T (µm)	B (mm)
LMZ14203HTZE/NOPB	NDW	TO-PMOD	7	45	502	17	6700	8.4
LMZ14203HTZE/NOPB.A	NDW	TO-PMOD	7	45	502	17	6700	8.4

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