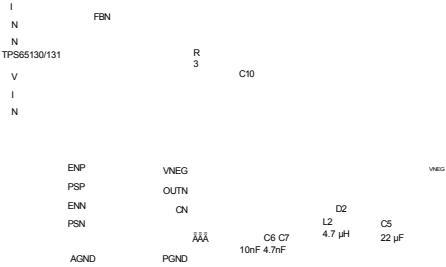


C3 100 nF



在本数据表的末尾有一个重要的通知，涉及到可用性、保证、变化、在安全关键应用中的使用、知识产权事项和其他重要的免责声明。生产数据。



## 目录

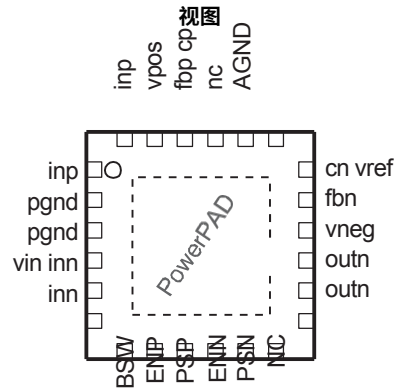
<b>1 特点</b> .....	<b>1</b>	<b>7.4 器件功能模式</b> .....	<b>10</b>
<b>2 应用</b> .....	<b>1</b>	<b>8 应用和实施</b> .....	<b>11</b>
<b>3 描述</b> .....	<b>1</b>	8.1 申请信息 .....	11
<b>4 修订的历史</b> .....	<b>2</b>	8.2 典型应用 .....	11
<b>5 引脚配置和功能</b> .....	<b>3</b>	<b>9 电源建议</b> .....	<b>24</b>
<b>6 规格</b> .....	<b>4</b>	<b>10 布局</b> .....	<b>24</b>
6.1 绝对最大额定值 .....	4	10.1 布局指南 .....	24
6.2 ESD评级 .....	4	10.2 布局实例 .....	24
6.3 建议的操作条件 .....	4	10.3 热能方面的考虑 .....	25
6.4 热能信息 .....	4	<b>11 设备和文件支持</b> .....	<b>26</b>
6.5 电气特性 .....	5	11.1 设备支持 .....	26
6.6 开关特性 .....	5	11.2 相关链接 .....	26
6.7 典型特征 .....	6	11.3 社区资源 .....	26
<b>7 详细说明</b> .....	<b>8</b>	11.4 商标 .....	26
7.1 概述 .....	8	11.5 静电放电的注意事项 .....	26
7.2 功能框图 .....	8	11.6 词汇表 .....	26
7.3 特征描述 .....	8	<b>12 机械、包装和可订购信息</b> .....	<b>26</b>

## 4 修订历史

从C版（2015年6月）到D版的变化	页码
• 将 "2.7-V至5.5-V输入电压范围" 的特征项移至列表顶部，并更改应用项列表 .....	1
从B版（2004年9月）到C版的变化	页码
• 增加了 <i>引脚配置和功能</i> 部分、 <i>ESD 额定值表</i> 、 <i>特性描述</i> 部分、 <i>器件功能模式</i> 、 <i>应用和实现</i> 部分、 <i>电源建议</i> 部分、 <i>布局</i> 部分、 <i>器件</i> 和 <i>文件支持</i> 部分，以及 <i>机械、包装和可订购信息</i> 部分。 .....	1
• 添加、更新并重新安排了 <i>热信息</i> 、 <i>电气特性</i> 、 <i>详细描述</i> 部分、 <i>典型特征</i> 部分。 .....	1

## 5 引脚配置和功能

**RGE套餐**  
**带PowerPAD™的24引脚VQFN顶**



NC - 没有内部连接

### 引脚功能

名称	密码	输入/输出	描述
	不。		
AGND	19	-	模拟接地引脚
BSW	7	O	用于外部电池开关的门控引脚。当ENP被设置为高电平时，该引脚变为低电平。
氯化物	18	-	用于倒置转换器控制的补偿引脚
AAA	21	-	用于升压转换器控制的补偿引脚
ENN	10	I	负输出电压的启用引脚（0V：禁用，VIN：启用）。
ENP	8	I	正输出电压的启用引脚（0V：禁用，VIN：启用）。
FBN	16	I	负输出分压器的反馈引脚
FBP	22	I	正输出分压器的反馈引脚
INN	5, 6	I	反相转换器开关输入
INP	1, 24	I	升压转换器开关输入。
NC	12, 20	-	未连接
淘汰	13, 14	O	倒置转换器的开关输出。
PGND	2, 3	-	电源接地引脚
PSN	11	I	逆变器级的省电模式启用（0V：禁用，VIN：启用）。
笔记本电脑	9	I	升压转换器级的省电模式启用（0V：禁用，VIN：启用）。
VIN	4	I	控制电源输入
VNEG	15	I	负输出电压感应输入
VPOS	23	I	正向输出电压感应输入

谷值	17	O	参考输出电压。用一个220-nF的电容把这个引脚旁路到地。将负输出为电容器的低电阻连接到此引脚
TPS65130, TPS65131			

## 6 规格

### 6.1 绝对最大额定值

在自由空气温度范围内，除非另有说明 <sup>(1)</sup>

	敏	规模	单位
V <sub>IN</sub> , I <sub>NN</sub> 引脚上的输入电压 <sup>(2)</sup>	-0.3	6	V
V <sub>POS</sub> 引脚上的最大电压 <sup>(2)</sup>	-0.3	17	V
V <sub>NEG</sub> 引脚上的最低电压 <sup>(2)</sup>	-17	V <sub>IN</sub> + 0.3	V
引脚ENN, ENP, FBP, FBN, CN, CP, PSP, PSN, BSW上的电压 <sup>(2)</sup>	-0.3	V <sub>IN</sub> + 0.3	V
I <sub>NP</sub> 引脚的输入电压 <sup>(2)</sup>	-0.3	17	V
引脚OUTN到V之间的差分电压 I <sub>NN</sub> <sup>(2)</sup>	-0.3	24	V
T <sub>J</sub> 工作虚拟结点温度	-40	150	°C
T <sub>STG</sub> 储存温度	-65	150	°C

- (1) 超过绝对最大额定值下所列的应力可能会导致设备的永久性损坏。这些只是压力等级，并不意味着设备在这些或任何其他条件下的功能操作超出了推荐操作条件下的规定。长期暴露在绝对最大额定值的条件下可能会影响器件的可靠性。
- (2) 除非另有说明，所有电压值都是相对于网络接地端而言的。

### 6.2 静电防护等级

		价值	单位
V <sub>(ESD)</sub> 静电放电	人体模型 (HBM)，根据ANSI/ESDA/JEDEC JS-001。 <sup>(1)</sup>	±2000	V
	充电设备模型 (CDM)，根据JEDEC规范JESD22- C101。 <sup>(2)</sup>	±750	

- (1) JEDEC文件JEP155指出，500-V HBM允许以标准的ESD控制过程进行安全生产。
- (2) JEDEC文件JEP157指出，250-V CDM允许使用标准的ESD控制流程进行安全生产。

### 6.3 建议的操作条件

除另有说明外，超过自由空气温度的工作温度

	敏	规模	单位
V <sub>I</sub> , V <sub>IN</sub> , V <sub>INN</sub> 应用输入电压范围，VIN和INN引脚的输入电压范围	2.7	5.5	V
V <sub>POS</sub> 升压转换器的输出电压范围可调节	V <sub>I</sub> + 0.5	15	V
V <sub>NEG</sub> 反相转换器的输出电压范围可调节	-15	-2	V
文恩，文普 使能信号电压	0	5.5	V
V <sub>PSN</sub> , V <sub>PSP</sub> 省电模式启用信号电压	0	5.5	V
T <sub>A</sub> 工作的自由空气温度范围	-40	85	°C
T <sub>J</sub> 工作结点温度范围	-40	125	°C

### 6.4 热能信息

	淘宝网	淘宝网	
--	-----	-----	--

# TPS65130, TPS65131

Slvs493d - 2004年3月 - 2016年1月修订

www.ti.com

热量表 <sup>(1)</sup>		RGE (VQFN)	RGE (VQFN)	单位
		24个引脚	24个引脚	
$R_{\theta JA}$	结点对环境的热阻	34.1	34.1	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结点对外壳(top)热阻	36.8	36.8	°C/W
$R_{\theta JB}$	结点对电路板的热阻	12.2	12.2	°C/W
$\Psi_{JT}$	结点到顶点的特性参数	0.4	0.4	°C/W
$\Psi_{JB}$	结点到板的特性参数	12.3	12.3	°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	结点至外壳（底部）的热阻	2.8	2.8	°C/W

(1) 关于传统和新的热指标的更多信息，请参见半导体和集成电路封装热指标应用报告，[SPRA953](#)。



## 6.5 电气特性

除非另有说明，本规范适用于全部推荐的输入电压范围 $V_I = 2.7\text{ V}$ 至 $5.5\text{ V}$ 和温度范围 $T_J = -40^\circ\text{C}$ 至 $125^\circ\text{C}$ 。典型值适用于 $V_I = 3.6\text{ V}$ 和 $T_J = 25^\circ\text{C}$ 。

参数			测试条件	敏		TYP	规模	单位
DC-DC级 (V <sub>POS</sub> , V <sub>NEG</sub> )								
VPOS	可调节的输出电压范围			V <sub>IN</sub> + 0.5 V			15	V
VNEG	可调节的输出电压范围			-15			-2	V
谷值	参考电压		I <sub>REF</sub> = 10 μA	1.2		1.213	1.225	V
IFBP	正反馈输入偏置电流		VFBP = VREF	50				nA
IFBN	负反馈输入偏置电流		vfbn = 0.1 v <sub>ref</sub>	50				nA
VFBP	正反馈调节电压		V <sub>IN</sub> = 2.7 V至5.5 V	1.189		1.213	1.237	V
VFBN	负反馈调节电压		V <sub>IN</sub> = 2.7 V至5.5 V	-0.024		0	0.024	V
	总输出直流精度			3%				
rDS <sub>(ON)(N)</sub>	变频器开关的导通电阻	V <sub>IN</sub> = 3.6 V		440		620		mΩ
		V <sub>IN</sub> = 5 V		330		530		
辽宁省	TPS65130 变频器开关电流限制		2.7 V < V <sub>IN</sub> < 5.5 V	700		800	900	毫安
辽宁省	TPS65131 逆变器开关电流限制		V <sub>IN</sub> = 3.6 V	1800		1950	2200	毫安
rDS <sub>(ON)(P)</sub>	升压开关的导通电阻	V <sub>POS</sub> = 5 V		230		300		mΩ
		V <sub>POS</sub> = 10 V		170		200		
AAA	TPS65130 升压开关电流限制		2.7 V < V <sub>IN</sub> < 5.5 V	700		800	900	毫安
AAA	TPS65131升压开关电流限制		V <sub>IN</sub> = 3.6 V, V <sub>POS</sub> = 8 V	1800		1950	2200	毫安
控制阶段								
VIH	高电平输入电压，ENP，ENN，PSP，PSN			1.4				V
VIL	低电平输入电压、ENP、ENN、PSP、PSN						0.4	V
IIN	输入电流、ENP、ENN、PSP、PSN		ENP, ENN, PSP, PSN = GND或V <sub>IN</sub>	0.01			0.1	μA
RBSW	输出电阻			27				kΩ
VIN	输入电压范围			2.7			5.5	V
I <sub>Q</sub>	静态电流	VIN	v <sub>IN</sub> = 3.6 v, i <sub>POS</sub> = i <sub>NEG</sub> = 0, enp = enn = psp = psn = v <sub>IN</sub> , v <sub>POS</sub> = 8 v, v <sub>NEG</sub> = -5 v	300		500		μA
		VPOS		100	120		μA	
		VNEG		100	120		μA	
ISD	关机电源电流		ENN = ENP = GND	0.2			1.5	μA
VUVLO	低电压锁定阈值			2.1		2.35	2.7	V
	热关机			150				°C
	热关机滞后		结点温度下降	5				°C

## 6.6 开关特性

除非另有说明，本规范适用于全部推荐的输入电压范围 $V_I = 2.7\text{ V}$ 至 $5.5\text{ V}$ 和温度范围 $T_J = -40^\circ\text{C}$ 至 $125^\circ\text{C}$ 。典型值适用于 $V_I =$

**TPS65130, TPS65131**

Slys493d - 2004年3月 - 2016年1月修订

[www.ti.com](http://www.ti.com)

 3.6 V和 $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ 。

参数	测试条件	敏	TYP	规模	单位
<b>频度</b>					
$f_s$ 振荡器频率		1250	1380	1500	千赫兹
<b>工作周期</b>					
DMAXP      最大占空比升压转换器			87.5%		
ΔΔMAXN      最大占空比变频器			87.5%		
DMINP      最小占空比升压转换器			12.5%		
邓小平      最小占空比反相转换器			12.5%		

## 6.7 典型特征

在25°C, 除非另有说明。

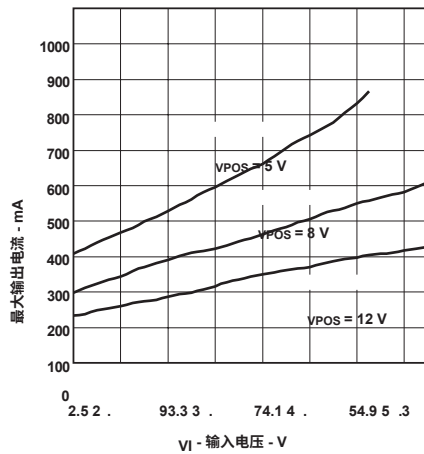


图1.TPS65130最大输出电流 ( $V_{POS}$ ) 与输入电压的关系

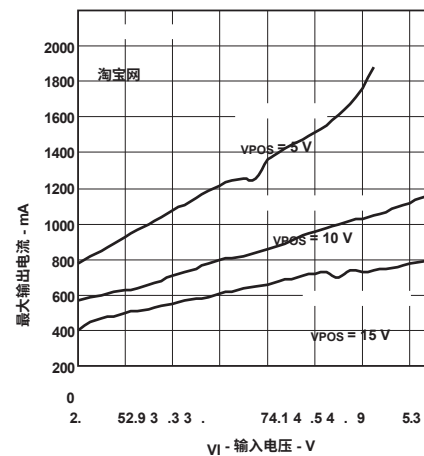


图2.TPS65131最大输出电流 ( $V_{POS}$ ) 与输入电压的关系

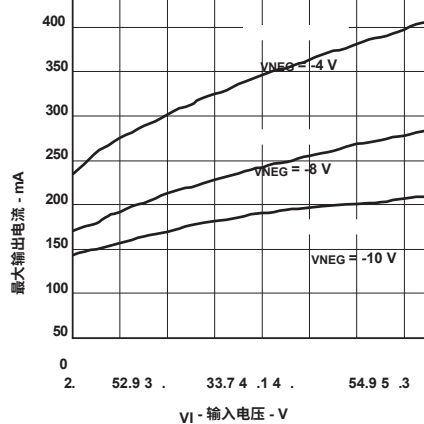


图3.TPS65130最大输出电流 ( $V_{NEG}$ ) 与输入电压的关系

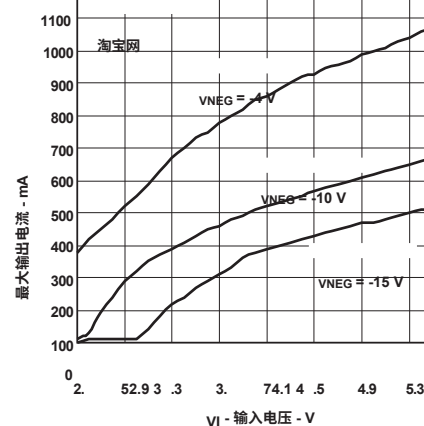


图4.TPS65131最大输出电流 ( $V_{NEG}$ ) 与输入电压的关系

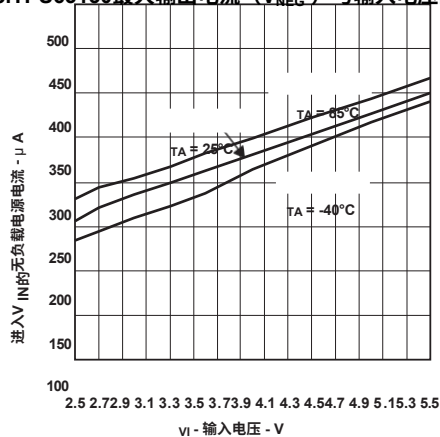


图5.进入 $V_{IN}$ 的无负载电源电流与输入电压的关系

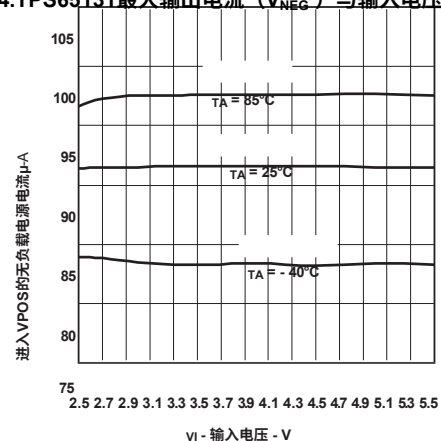


图6.进入 $V_{POS}$ 的无负载电源电流与输入电压的关系

## 典型特征 (续)

在25°C, 除非另有说明。

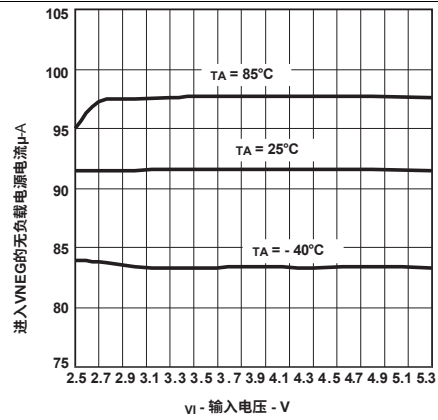


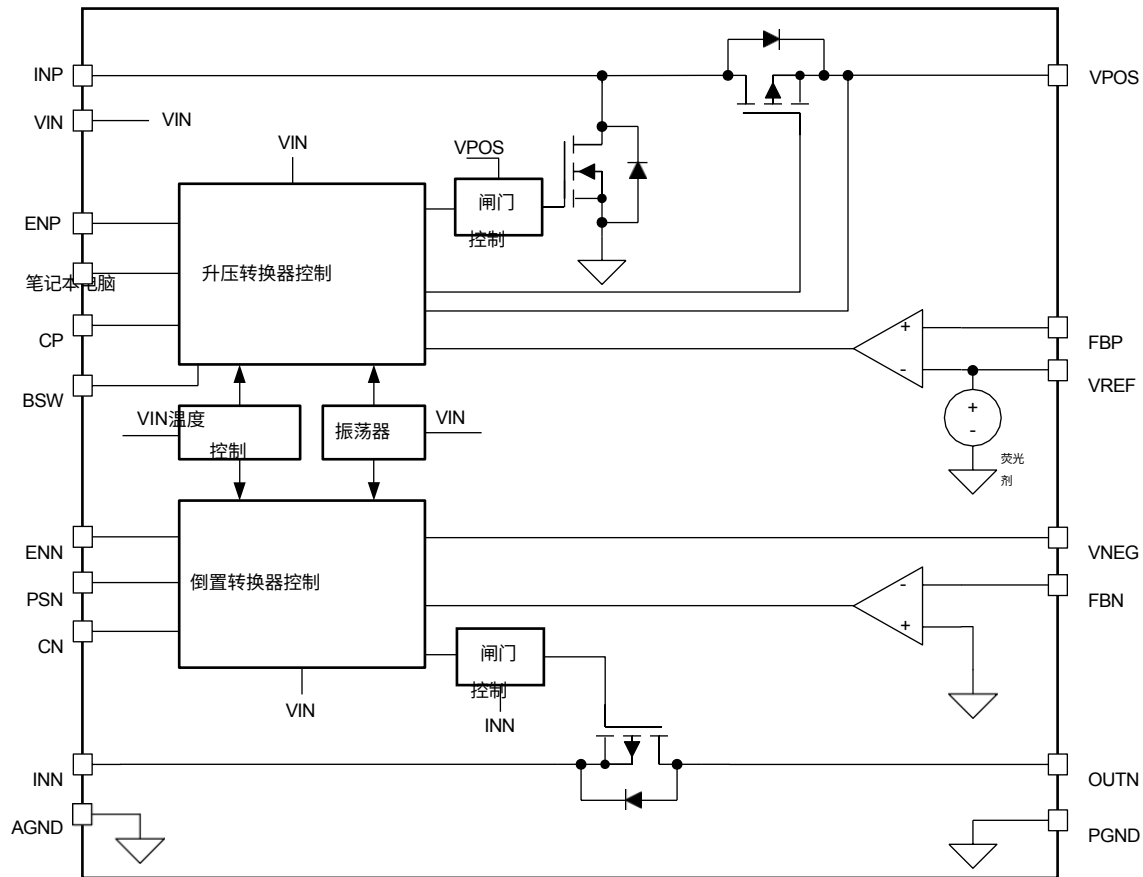
图7.进入 $V_{NEG}$ 的无负载电源电流与输入电压的关系

## 7 详细说明

### 7.1 概述

TPS6513x的工作电压范围为2.7 V至5.5 V，可产生正负输出。两个转换器都是独立工作的。它们只共享一个共同的时钟和一个共同的电压基准。两个输出都是由一个固定频率的脉宽调制（PWM）调节器单独控制。一般来说，每个转换器在连续导通模式（CCM）下工作。在轻度负载时，负极转换器可以进入非连续导通模式（DCM）。随着负载电流的减少，如果启用，转换器可以进入省电模式。这在两个转换器上独立工作。输出电压在升压输出端可以上升到15V，在逆变器输出端可以下降到-15V。

### 7.2 功能框图



### 7.3 特征描述

#### 7.3.1 电力转换

这两个转换器都以固定频率、PWM控制方案运行。因此，开关的接通时间根据输入输出电压比和负载而变化。在这个导通时间内，连接到转换器的电感器会充入电流。在剩下的时间里，也就是由固定工作频率设定的时间段，电感通过整流二极管向输出电容放电。通常在较大的负载下，电感电流是连续的。在较轻的负载下，升压转换器使用

一个额外的内部开关，允许电流流回输入端。这就避免了电感电流在升压转换器中变得不连续。因此，升压转换器总是以连续电流模式进行控制。在反相转换器中，在轻负载期间，电感电流可能变得不连续。在这种情况下，反相控制器输出的控制电路会自动照顾到这些变化的条件，从而始终以最佳控制设置运行。

## 功能描述 (续)

### 7.3.2 控制

两个转换器的控制器电路都采用了固定频率、多前馈控制器拓扑结构。这些电路监测输入电压、输出电压和开关上的电压降。转换器工作条件的变化直接影响占空比，而不能通过输出电压控制回路采取间接和缓慢的方式。这个前馈系统的测量误差由一个自学控制系统来纠正。一个外部电容器对输出进行阻尼，以避免由于该自学控制系统的输出变化而导致的输出电压阶跃。

由误差放大器决定的电压环路，必须只处理小的信号误差。误差放大器具有内部补偿功能。它们的输入是FBP和FBN引脚上的反馈电压。该器件使用这些电压与内部参考电压的比较来产生一个准确和稳定的输出电压。

### 7.3.3 启用

两个转换器都可以单独启用或禁用。在使能引脚（升压转换器为ENP，反相转换器为ENN）上施加一个逻辑高电平信号，使相应的输出成为可能。启用后，操作特定转换器所需的内部电路就会打开，接着就是[软启动](#)。

在使能ENP或ENN引脚上施加一个低信号会关闭相应的转换器。当两个使能引脚都为低电平时，该器件进入关断模式，所有内部电路都关闭。该器件现在消耗流向VIN引脚的关断电流。转换器的输出负载可以与输入断开，见[负载断开](#)。

### 7.3.4 负载断线

当转换器被禁用时，该器件支持完全断开负载。对于反相转换器，该器件关闭了内部PMOS开关。如果反相转换器被关闭，就不会有可能对电池或电源放电的直流电流路径存在。

这对升压转换器来说是不同的。外部整流二极管与升压电感器一起形成一个直流电流路径，如果有任何负载连接到输出端，就会使电池或电源放电。该器件没有内部开关来防止电流的流动。出于这个原因，该器件提供了一个PMOS栅极控制输出（BSW），以启用和禁用该直流电流路径中的PMOS开关，最好是直接在升压电感器和电池之间。为了能够完全断开电池，该开关的寄生背门二极管的正向方向必须指向电池或电源。连接到BSW的外部PMOS开关，在升压转换器启用时打开，在升压转换器禁用时关闭。

### 7.3.5 软启动

两个转换器都有实施软启动功能。当每个转换器被启用时，实施的开关电流限制在大约1毫秒内缓慢上升到其额定编程值。实施软启动是为了在启动期间限制输入电流，以避免电池的高峰值电流，这可能会干扰连接到同一电池的其他系统。如果没有软启动，高输入峰值电流可能会触发已实施的开关电流限制，这可能会导致电池及其连接的串联电阻上出现明显的电压降。

### 7.3.6 过电压保护

两个转换器（升压和逆变）都实施了单独的过压保护。如果正常操作下的反馈电压超过额定值的5%，相应的转换器会立即关闭，以保护任何连接的电路免受可能的损害。

### 7.3.7 低电压锁定

如果VIN引脚的电源电压低于欠压锁定阈值，欠压锁定（UVLO）可防止器件启动和运行。对于这种情况，当VIN的电源电压低于该阈值时，该器件会自动关闭两个转换器。尽管如此，部分控制电路仍然处于活动状态，这与器件关断是不同的。



## 功能描述 (续)

### 7.3.8 超温关机

如果实施的内部温度传感器检测到芯片温度高于热关断温度，该器件会自动关闭两个转换器。当芯片温度下降到该热关断温度以下时，它又自动开始工作。内置的滞后功能避免了由关机振铃引起的未定义操作，并防止在接近超温关机阈值的温度下运行。

## 7.4 器件功能模式

### 7.4.1 省电模式

省电模式可以提高轻负载时的效率。在省电模式下，转换器只在输出电压低于设备内部设定的阈值电压时才工作。转换器通过一个或几个操作脉冲提高输出电压，一旦电感电流变得不连续，就再次进入省电模式。

PSN和PSP的逻辑电平可以选择省电模式和连续导通模式。如果特定的引脚（升压转换器的PSP，反相转换器的PSN）为高电平，则相应转换器的省电模式在轻负载下工作。同样，如果PSP引脚或PSN引脚为低电平，则相应转换器的省电模式失效。

### 7.4.2 在 $V_{IN} > 2.7\text{ V}$ 的情况下全面运行

建议TPS6513x器件的最低输入电源电压为2.7 V。在此电压以上，该器件可达到本数据表中所述的性能。

### 7.4.3 在 $V_{UVLO} < V_{IN} < 2.7\text{ V}$ 的情况下有限运行。

在输入电源电压介于 $V_{UVLO}$  和2.7 V之间时，器件继续工作--没有功能被禁用--但不能确保全部性能。

### 7.4.4 在 $V_{IN} < V_{UVLO}$ 的情况下，没有操作。 $UVLO$

当输入电源电压低于 $UVLO$ 阈值时，TPS6513x进入欠压锁定状态。在这种模式下，所有器件功能都被禁用，输入电源电流消耗降到最低。另请参见[欠压锁定](#)部分。

## 8 应用和实施

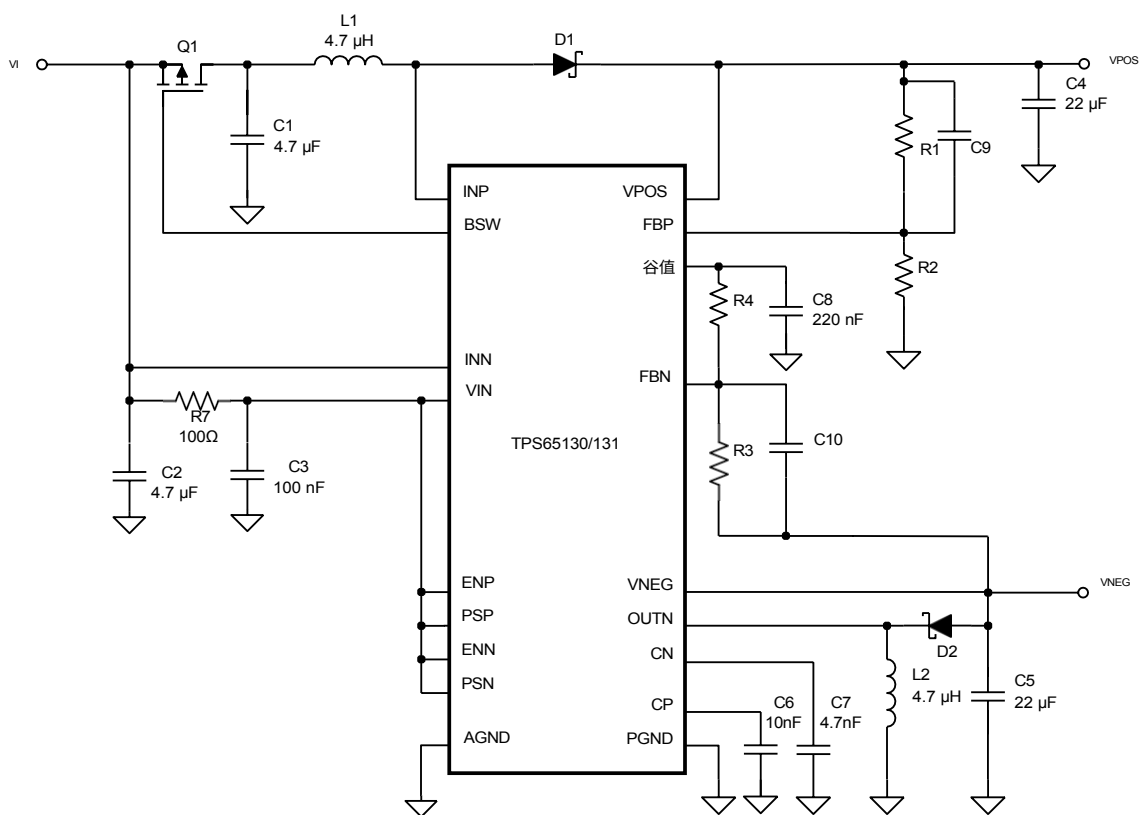
### 注意事项

以下应用部分的信息不是 TI 组件规范的一部分，TI 不保证其准确性或完整性。TI 的客户负责确定组件对其用途的适用性。客户应验证并测试其设计实现，以确认系统功能。

## 8.1 申请信息

TPS6513x 升压转换器的输出电压  $V_{POS}$ ，反相转换器的输出电压  $V_{NEG}$ ，需要外部元件来设置所需的输出电压。有效的输出电压范围如 [推荐工作条件](#) 中所示。以下章节展示了一个典型的应用实例，其中有不同的输出电压设置和外部元件选择指导。

## 8.2 典型应用



**图8.典型应用示意图:  $V_{POS} = 10.5\text{ V}$ ,  $V_{NEG} = -10\text{ V}$**

## 典型应用（续）

### 8.2.1 设计要求

图8使用了以下参数：

**表1.设计参数**

设计参数	例证价值	
输入电压范围	2.7 V至5.5 V	
升压转换器输出电压, $V_{POS}$	R1 = 1 M $\Omega$ R2 = 130k $\Omega$ C9 = 6.8 pF	10.5 V
反相转换器输出电压, $V_{NEG}$	R3 = 1 M $\Omega$ R4 = 121.2 k $\Omega$ C10 = 7.5 pF	-10 V

**表2.组件列表**

参考资料	设置	值, 描述
C1, C2	-	4.7 $\mu$ F, 陶瓷, 6.3 V, X5R
C3		0.1 $\mu$ F, 陶瓷, 10 V, X5R
C4、C5		4 x 4.7 $\mu$ F, 陶瓷, 25 V, X7R
C6		10 nF, 陶瓷, 16 V, X7R
C7		4.7 nF, 50 V, C0G
C8		220 nF, 陶瓷, 6.3 V, X5R
R1	$V_{POS} = 10.5$ V	1 M $\Omega$
	$V_{POS} = 15$ V	975 k $\Omega$
R2	$V_{POS} = 10.5$ V	130 k $\Omega$
	$V_{POS} = 15$ V	85.8 k $\Omega$
R3	$V_{NEG} = -10$ V	1 M $\Omega$
	$V_{NEG} = -15$ V	1.3 M $\Omega$
R4	$V_{NEG} = -10$ V	121.2 k $\Omega$
	$V_{NEG} = -15$ V	104.8 k $\Omega$
R7	-	100 $\Omega$
D1、D2		肖特基, 1 A, 20 V, Onsemi MBRM120
L1, L2		Würth Elektronik 7447789004 (TPS65130), EPCOS B82462-G4472 (TPS65131)
Q1		MOSFET, P沟道, 12 V, 4 A, Vishay Si2323DS

### 8.2.2 详细设计程序

TPS6513x DC-DC转换器适用于通常由终端电压为2.7 V至4.2 V的单芯锂离子或锂聚合物电池供电的系统。由于推荐的输入电压高达5.5 V, 该器件也适用于3芯碱性、镍镉或镍氢电池, 以及2.7 V至5.5 V的任何调节电源电压。

#### 8.2.2.1 对输出电压进行编程

## TPS65130, TPS65131

Slvs493d - 2004年3月 - 2016年1月修订

[www.ti.com](http://www.ti.com)

### 8.2.2.1.1 升压转换器

TPS6513x升压转换器级的输出电压可以通过连接到FBP引脚的外部电阻分压器来调整。FBP引脚上的电压的典型值是参考电压，即1.213

V。为了达到适当的精度，通过反馈分压器的电流应该比进入FBP引脚的电流大100倍左右，升压转换器的最大推荐输出电压是15V。进入FBP引脚的典型电流为0.05  $\mu\text{A}$ ，R2上的电压为1.213 V。根据这些数值，R2的建议值应低于200 k $\Omega$ ，以将分压器的电流设置为5  $\mu\text{A}$ 或更大。

用公式1计算电阻R1的值，作为所需输出电压（ $V_{POS}$ ）的函数：

$$R1 = R2 \frac{V_{POS}}{V_{REF}} - 1 \quad (1)$$

在这个例子中， $R2 = 130 \text{ k}\Omega$ ，选择 $R1 = 1 \text{ M}\Omega$ ，设置 $V_{POS} = 10.5 \text{ V}$ 。

### 8.2.2.1.2 倒置转换器

反相转换器级的输出电压也可以用一个外部电阻分压器来调整。它必须被连接到FBN引脚。与升压转换器的反馈分压器不同，反馈分压器的参考点不是GND，而是 $V_{REF}$ 。因此FBN引脚的典型电压值是0 V。反相转换器的最小推荐输出电压是-15 V。反馈分压器的电流考虑与升压转换器的考虑相似。出于同样的原因，反馈分压器的电流应在5μA或更大的范围内。 $R4$ 两端的电压为1.213 V。根据这些数值， $R4$ 的推荐值应低于200 kΩ，以便将分压器的电流设置为所需值。

用公式2计算电阻R3的值，作为所需输出电压（ $V_{NEG}$ ）的函数：

$$R3 = R4 \frac{V_{NEG}}{V_{REF}} \quad (2)$$

在这个例子中， $R4 = 121.2 \text{ k}\Omega$ ，选择 $R3 = 1 \text{ M}\Omega$ ，设置 $V_{NEG} = -10 \text{ V}$ 。

### 8.2.2.2 电感器的选择

电感式转换器通常需要两个主要的无源元件，用于在转换过程中储存能量。因此，每个转换器都需要一个电感器和一个存储电容。在选择合适的电感器时，TI 建议保持可能的电感器峰值电流低于所选配置中功率开关的电流限制阈值。在合适的电感器时，TI建议将可能的电感器峰值电流保持在所选配置中的功率开关的电流极限阈值以下。例如，TPS65130 器件的升压转换器和反相转换器的开关限流阈值名义上为 800 mA，TPS65131 器件为 1950 mA。通过开关和电感器的最高峰值电流取决于输出负载、输入电压（ $V_{IN}$ ）和输出电压（ $V_{POS}$ ， $V_{NEG}$ ）。使用公式3来估计升压转换器的电感峰值电流， $I_{L\_P}$ 。公式4显示了反相转换器的相应公式， $I_{L\_N}$ 。

$$I_{L\_P} = \frac{V_{POS} V_{IN}}{0.64} I_{POS} \quad (3)$$

$$I_{L\_N} = \frac{V_{IN} V_{NEG}}{V_{IN} 0.64} I_{NEG} \quad (4)$$

选择电感器的第二个参数是电感器中所期望的电流纹波。通常情况下，建议工作中的纹波应小于平均电感电流的20%。较小的纹波可以减少电感器的损耗，以及输出电压纹波和EMI。但以同样的方式，输出电压调节会变慢，在快速负载变化时造成更大的电压变化。此外，较大的电感器通常会增加系统的总成本。牢记这些参数，用公式5计算升压转换器的可能电感值，用公式6计算逆变转换器的可能电感值。

$$L1 = \frac{V_{IN} V_{POS} V_{IN}}{I_{L\_P} f \Delta I_{L\_P}} \quad (5)$$

$$L2 = \frac{V_{IN} V_{NEG}}{I_{L\_N} f \Delta I_{L\_N}} \quad (6)$$

参数f是开关频率。对于升压转换器， $\Delta I_{L\_P}$  是电感中的纹波电流，即  $I_{L\_P}$  的 20%。相应地，对于逆变转换器， $\Delta I_{L\_N}$

是电感中的纹波电流，即  $I_{L-N}$  的 20%。 $V_I$  是输入电压，本例中为 3.3 V。因此，升压电感器的计算电感值为 5.1  $\mu$ H。反相转换器电感值为 5.1  $\mu$ H。有了这些计算值和计算出的电流，就有可能选择一个合适的电感器。

SLVS493d - 2004年3月 - 2016年1月修订

在典型的应用中，建议选择一个4.7μH的电感器。该器件经过优化，可与3.3μH至6.8μH的电感值一起工作。然而，在某些应用中，以更大的电感值工作也是可能的。在这种情况下要进行详细的稳定性分析。请注意，负载瞬变和电路中的损耗可能会导致电流高于公式3和公式4的估计值。另外，由磁滞和导体电阻引起的损失是总电路效率的一个主要参数。

表3显示了TPS6513x转换器使用的不同供应商的电感器：

表3.电感器列表

供应商	电感系列
爱普科斯	B8246284-G4
Würth Elektronik	7447789XXX
	744031XXX
TDK	VLF3010
	VLF4012
库珀电子技术公司	SD12

### 8.2.2.3 电容器的选择

#### 8.2.2.3.1 输入电容

作为建议，为升压转换器(INP)的输入选择一个至少4.7μF的输入电容，并相应地为反相转换器(INN)的输入选择电容。这可以改善稳压器的瞬态行为和整个电源电路的EMI行为。选择一个陶瓷电容或一个钽电容。如果使用钽电容，则需要并联一个更小的陶瓷电容（100nF）。将输入电容放在靠近输入引脚的地方...

#### 8.2.2.3.2 输出电容

定义输出电容器的电容值所需的主要参数之一是转换器的最大允许输出电压纹波。这个纹波是由电容器的两个参数决定的，即电容和ESR。假设ESR为零，就有可能计算出定义纹波所需的最小电容。升压转换器的输出电容（C4min）使用公式7，反相转换器的输出电容（C5min）使用公式8。

$$C4min = \frac{I_{POS} \cdot V_{POS} \cdot V_I}{f \cdot \Delta V_{POS} \cdot V_S} \quad (7)$$

$$C5min = \frac{I_{NEG} \cdot V_{NEG}}{f \cdot \Delta V_{NEG} \cdot V_{NEG}} \quad (8)$$

参数f是开关频率。ΔV<sub>POS</sub> 和 ΔV<sub>NEG</sub> 是每个转换器的最大允许纹波电压。选择10 mV范围内的纹波电压需要最小电容为12 μF。由于输出电容的ESR，总纹波会更大。对升压转换器使用公式9，对逆变转换器使用公式10来计算这个额外的纹波成分。

$$\Delta V_{(esr)p} = I_{pos} \cdot ESR \quad (9)$$

$$\Delta V_{(esr)n} = I_{neg} \cdot ESR \quad (10)$$

在这个例子中，2 mV的额外纹波是使用一个典型的陶瓷电容器的ESR在10-mΩ范围内的结果。总纹波是由电容引起的纹波和由电容ESR引起的纹波之和。在这个例子中，总纹波为10 mV。

负载瞬态会产生额外的纹波。当负载电流迅速增加时，输出电容必须提供额外的电流，直到电感电流通过控制环路

增加，而控制环路设置了更高的主开关接通时间（占空比）。更高的占空比导致了更长的电感器充电时间。电感本身限制了电感器电流的增加速度。当负载电流快速下降时，输出电容必须储存多余的能量（存储在电感器中），直到调节器通过降低占空比来减少电感器电流。TI建议使用更大的电容值，如前述计算所示。



### 8.2.2.4 整流器二极管的选择

两个转换器（升压和反相转换器）都需要整流二极管，即D1和D2。作为建议，为减少损失，使用肖特基二极管。需要的正向额定电流等于最大输出电流。在选择二极管时，考虑到最大电流 $I_{POS\ max}$ 和 $I_{NEG\ max}$ ，对于 $V_{POS}$ 和 $V_{NEG}$ 可能有所不同。

### 8.2.2.5 外部PMOS选择

在关机期间，当连接到电源时，从电源到正输出的路径通过电感和外部二极管传导。可以选择在关机期间完全断开正输出 $V_{POS}$ ，添加一个外部PMOS（Q1）。BSW引脚控制PMOS的栅极。在选择合适的PMOS时， $V_{GS}$ 和 $V_{GD}$ 的额定电压必须覆盖输入电压范围，漏极电流的额定值不能低于流向应用的最大输入电流，而且PMOS工作区域的条件必须适合。

如果不打算使用外部PMOS，让BSW引脚保持浮动。

### 8.2.2.6 稳定控制环路

#### 8.2.2.6.1 前馈电容

作为建议，为了加快控制回路，在反馈分压器中放置前馈电容，与R1（升压转换器）和R3（反相转换器）平行。[公式11](#)显示了如何计算升压转换器的适当值，[公式12](#)显示了反相转换器的适当值。

$$C9 \geq \frac{6.8\ \mu s}{R1} \quad (11)$$

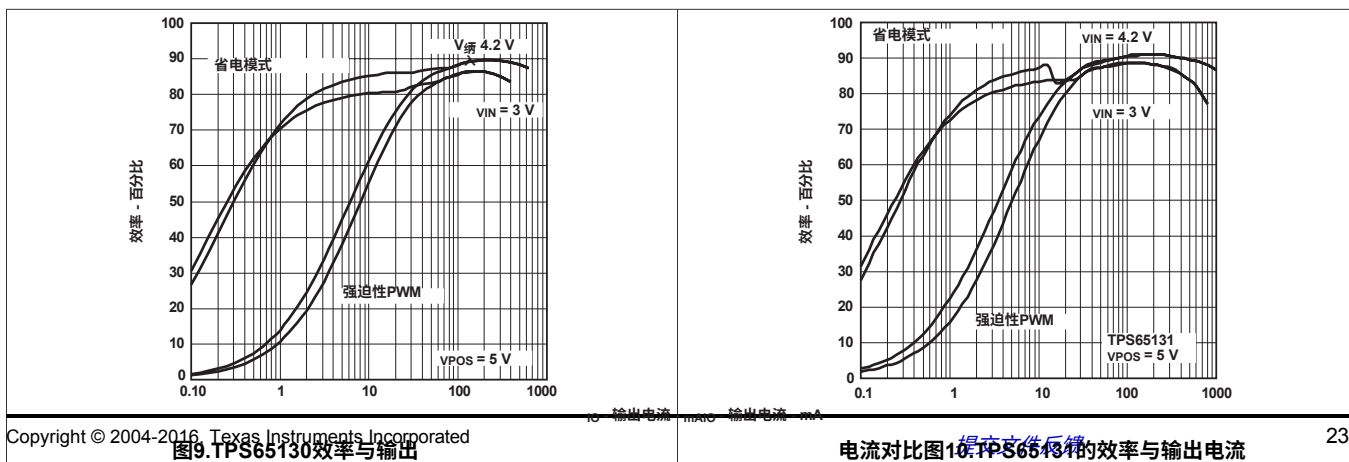
$$C10 \geq \frac{7.5\ \mu s}{R3} \quad (12)$$

为了避免前馈电容将噪声耦合到控制回路中，可以通过增加一个串联电阻来限制前馈效应的带宽。从10 kΩ到100 kΩ的任何数值都是合适的。电阻越大，耦合到控制回路系统中的噪声就越低。

#### 8.2.2.6.2 补偿电容

该器件的特点是两个转换器都有完全内部补偿的控制回路。内部前馈系统有内置的纠错功能，需要外部电容。作为建议，在升压转换器的CP引脚使用一个10-nF的电容，在反相转换器的CN引脚使用一个4.7-nF的电容。

## 8.2.3 应用曲线



# TPS65130, TPS65131

Slvs493d - 2004年3月 - 2016年1月修订

www.ti.com

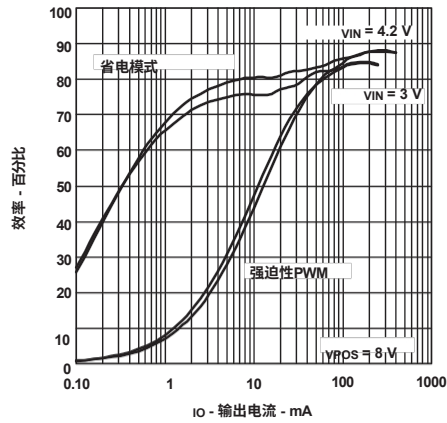


图11.TPS65130效率与输出电流

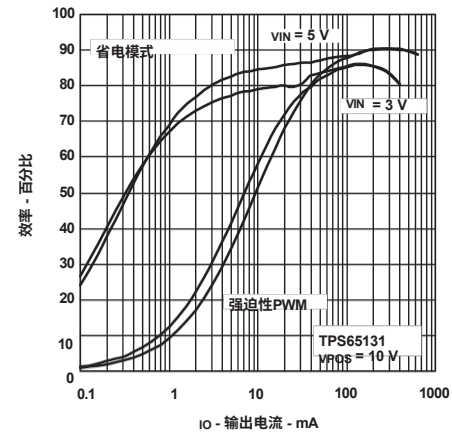


图12.TPS65131效率与输出电流

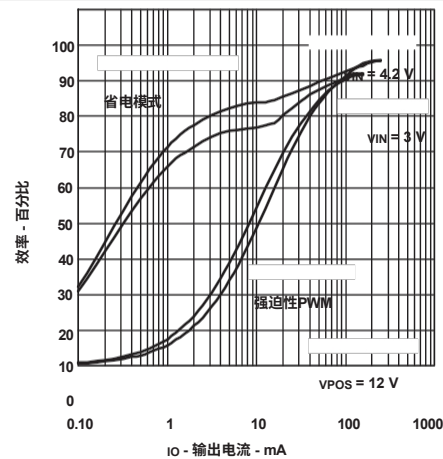


图13.TPS65130效率与输出电流

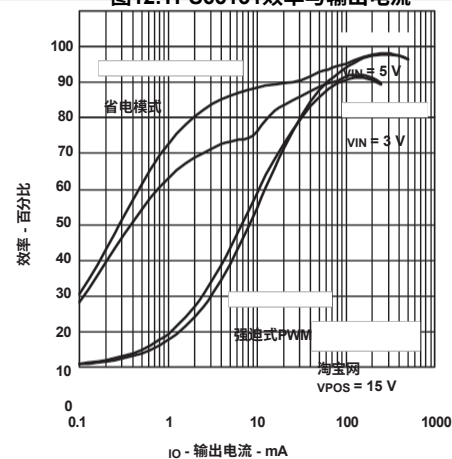


图14.TPS65131效率与输出电流

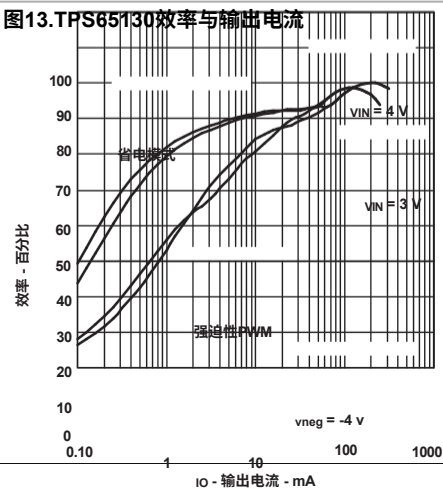


图15.TPS65130效率与输出电流

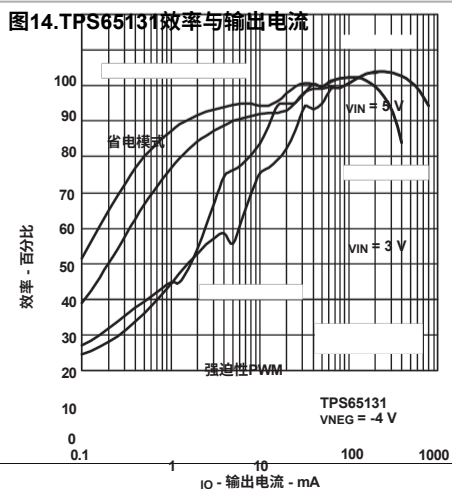


图16.TPS65131效率与输出电流

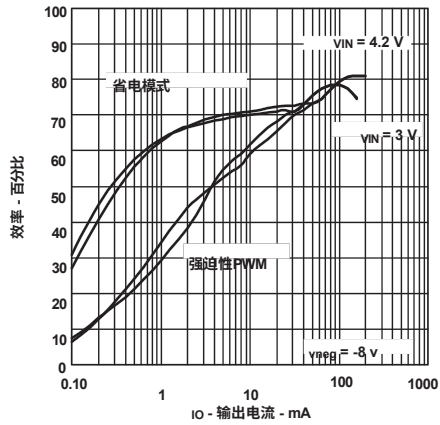


图17.TPS65130效率与输出电流

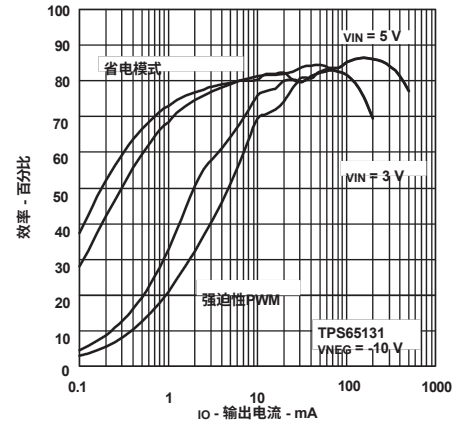


图18.TPS65131效率与输出电流

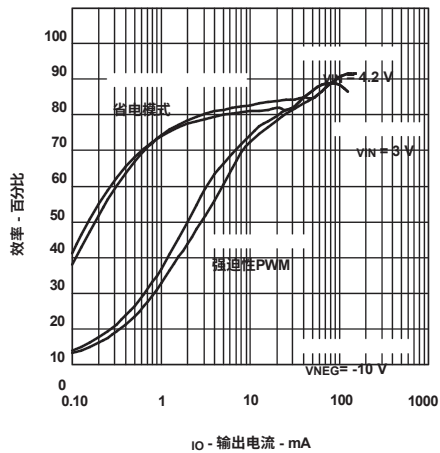


图19.TPS65130效率与输出电流

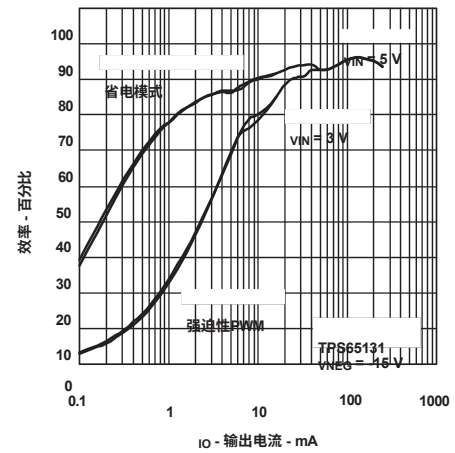


图20.TPS65131效率与输出电流

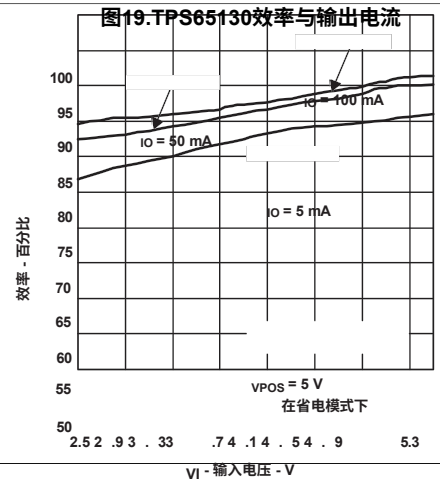


图21.TPS65130效率与输入电压

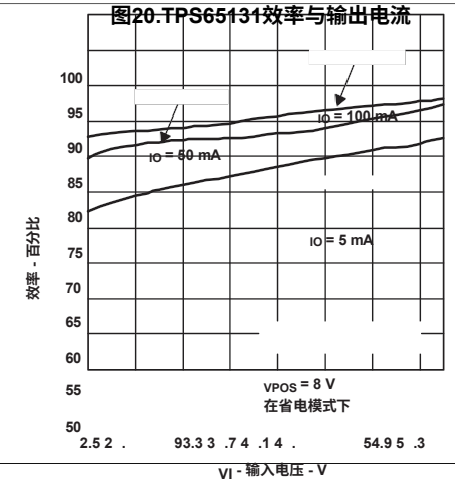


图22.TPS65130效率与输入电压

# TPS65130, TPS65131

Slvs493d - 2004年3月 - 2016年1月修订

www.ti.com

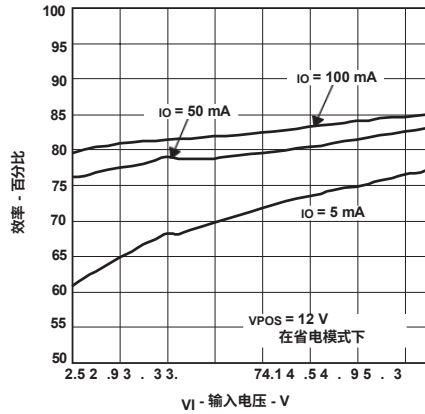


图23. TPS65130效率与输入电压

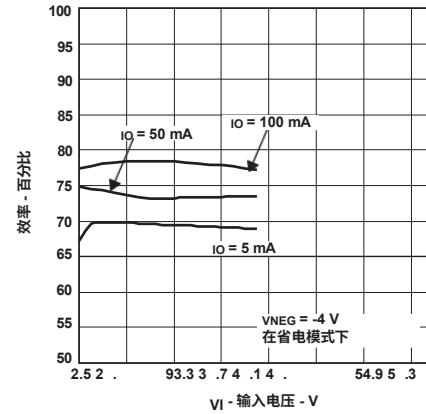


图24. TPS65130效率与输入电压

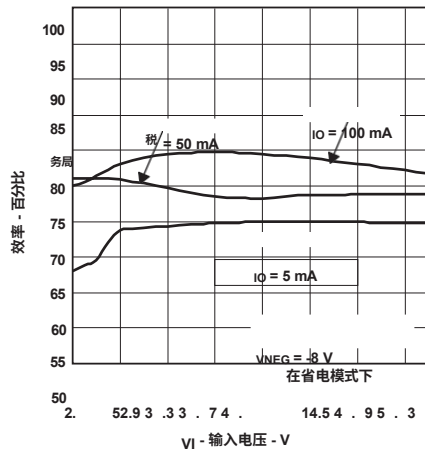


图25. TPS65130效率与输入电压

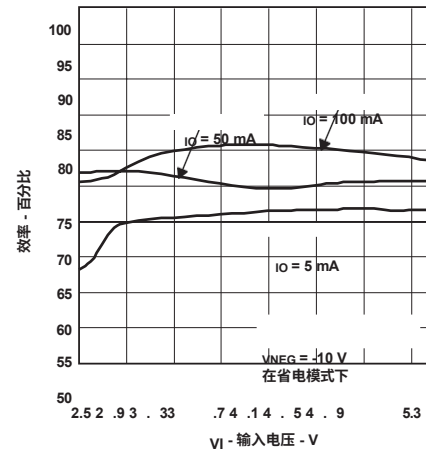


图26. TPS65130效率与输入电压

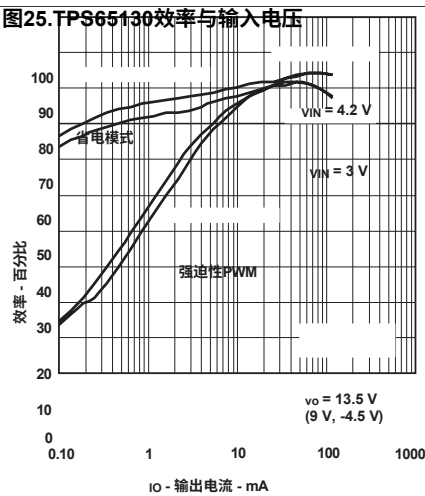


图27. TPS65130综合效率与输出电流

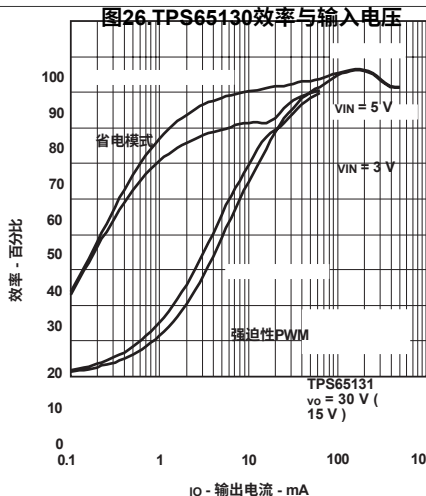


图28. TPS65131综合效率与输出电流

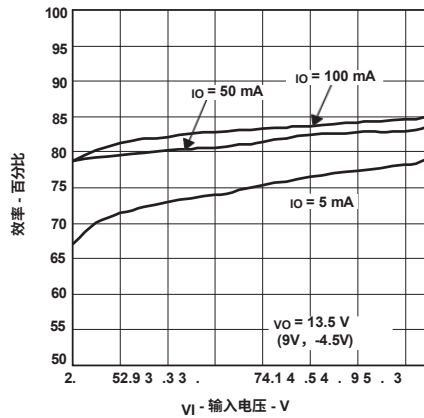


图29.TPS65130综合效率与输入电压

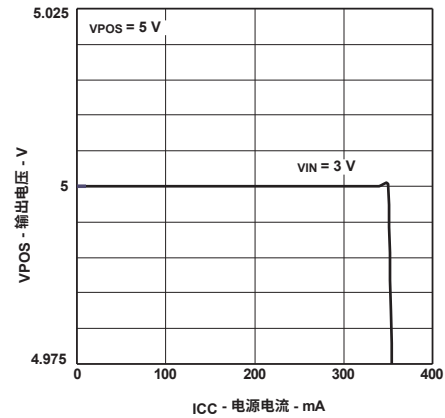


图30.TPS65130的输出电压与输出电流

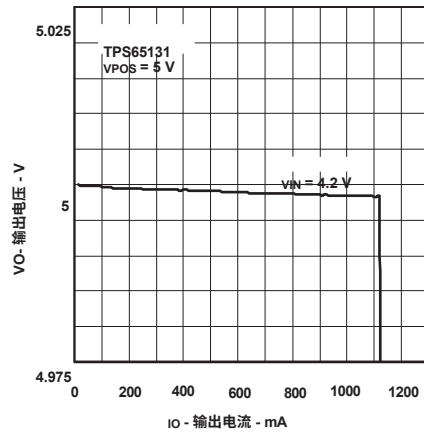


图31.TPS65131输出电压与输出电流

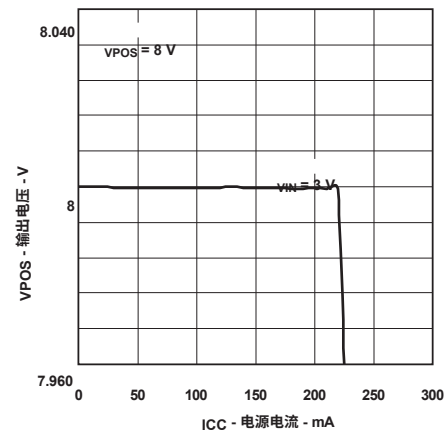


图32.TPS65130输出电压与输出电流

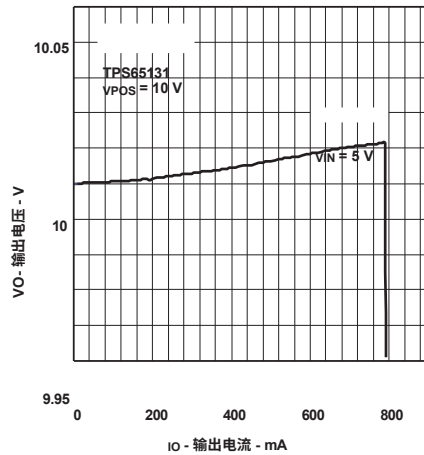


图33.TPS65131输出电压与输出电流

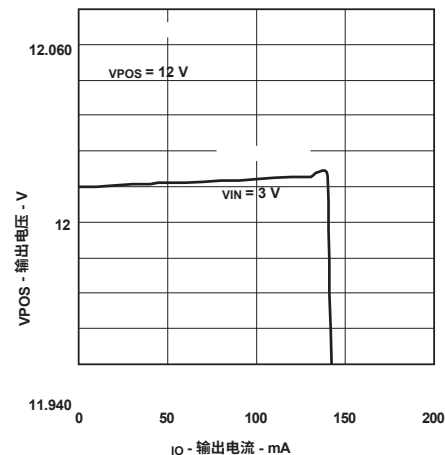


图34.TPS65130输出电压与输出电流

# TPS65130, TPS65131

Slvs493d - 2004年3月 - 2016年1月修订

www.ti.com

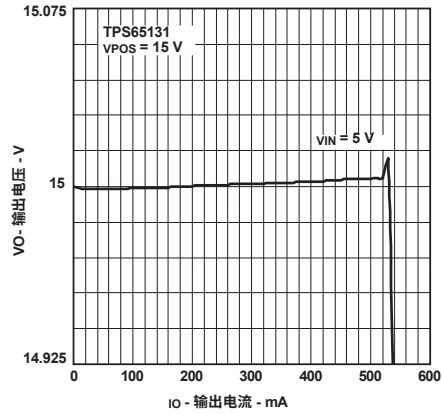


图35.TPS65131输出电压与输出电流

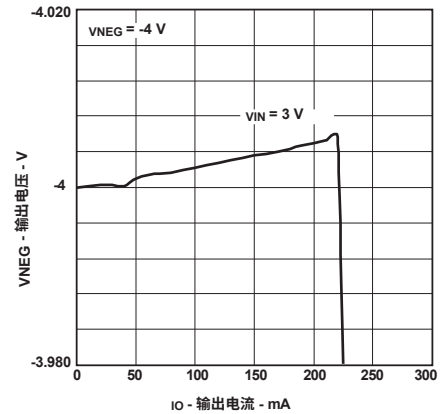


图36.TPS65130输出电压vs输出电流

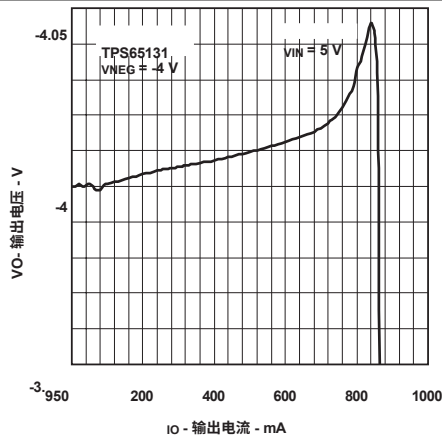


图37.TPS65131输出电压与输出电流

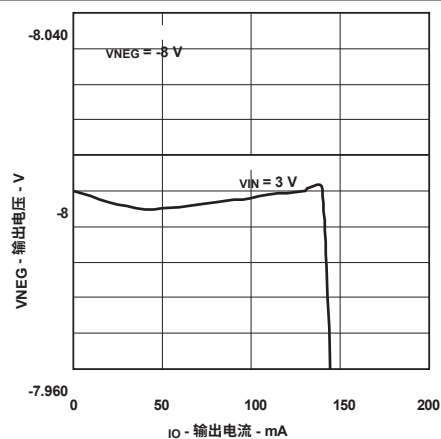


图38.TPS65130输出电压与输出电流

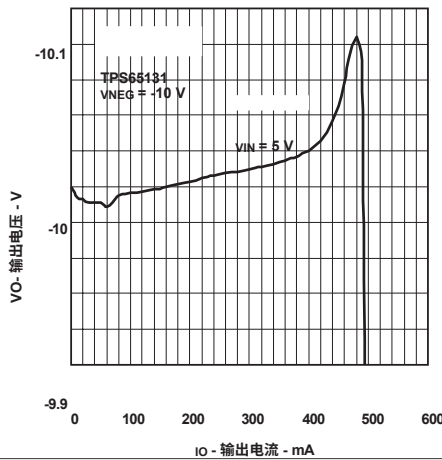


图39.TPS65131输出电压与输出电流

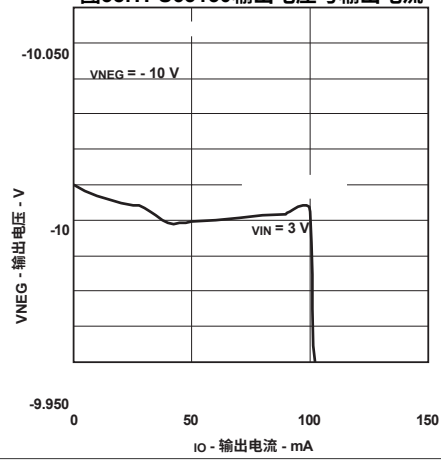


图40.TPS65130的输出电压与输出电流

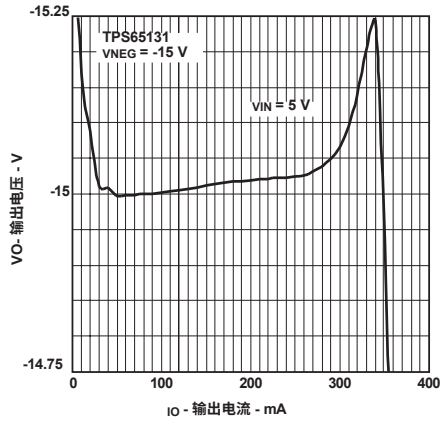


图41.TPS65131输出电压与输出电流

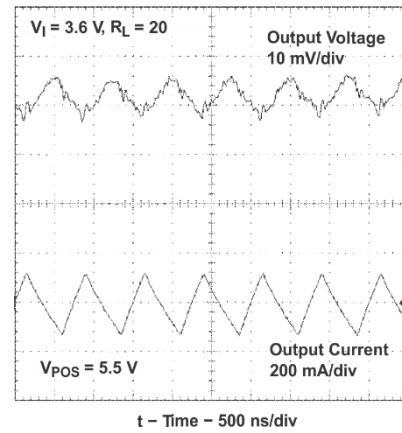


图42.V<sub>POS</sub> 在连续电流模式下

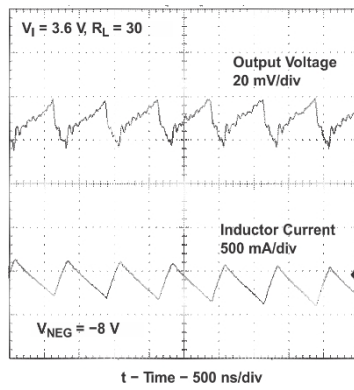


图43.V<sub>NEG</sub> 在连续电流模式下

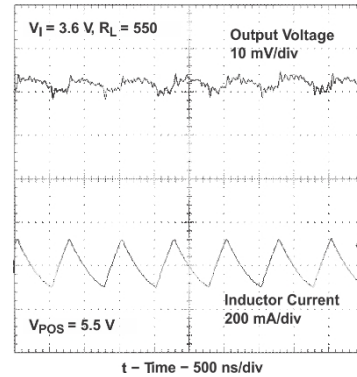


图44.V<sub>POS</sub> 在省电模式禁用时

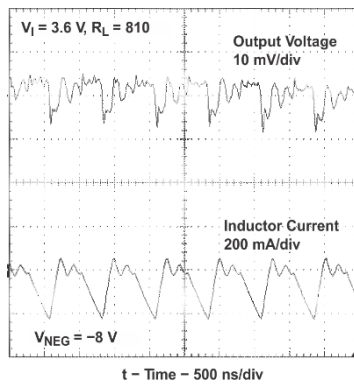


图45.V<sub>NEG</sub> 在省电模式禁用时

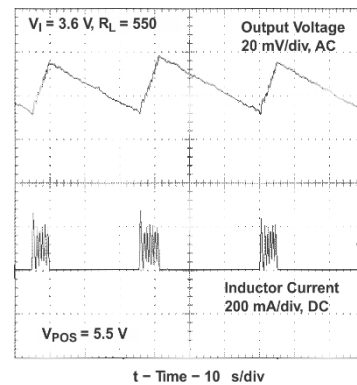


图46.V<sub>POS</sub> 在省电模式下

# TPS65130, TPS65131

Slvs493d - 2004年3月 - 2016年1月修订

www.ti.com

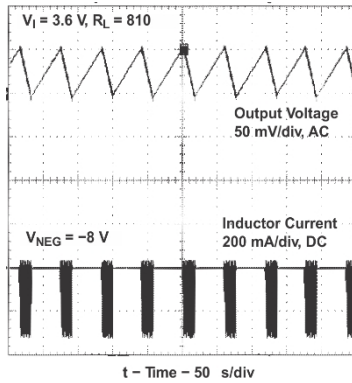


图47.  $V_{NEG}$  在省电模式下

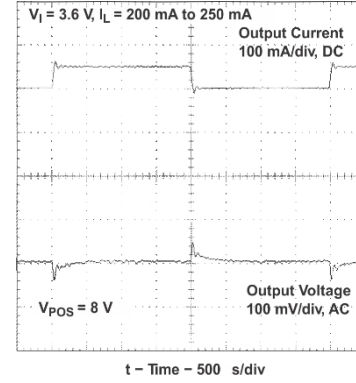


图48. 负载瞬态响应

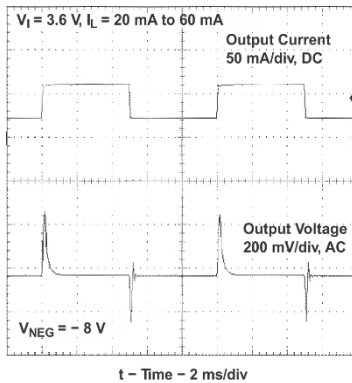


图49. 负载瞬态响应

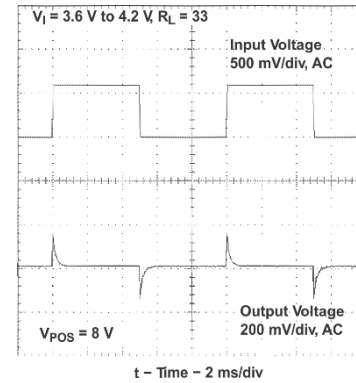


图50. 线路瞬态响应

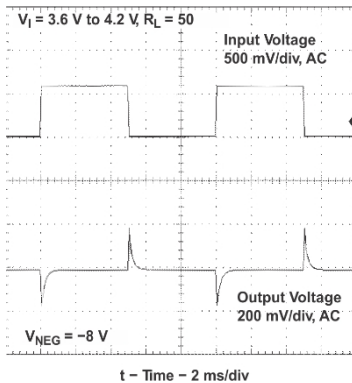


图51. 线路瞬态响应

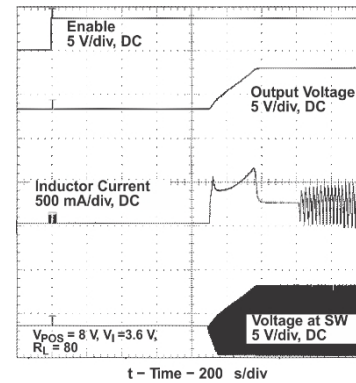


图52. 启用后的启动



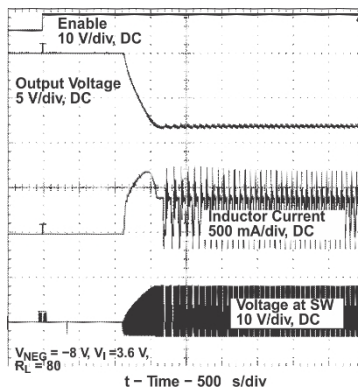


图53.启用后的启动

## 9 电源建议

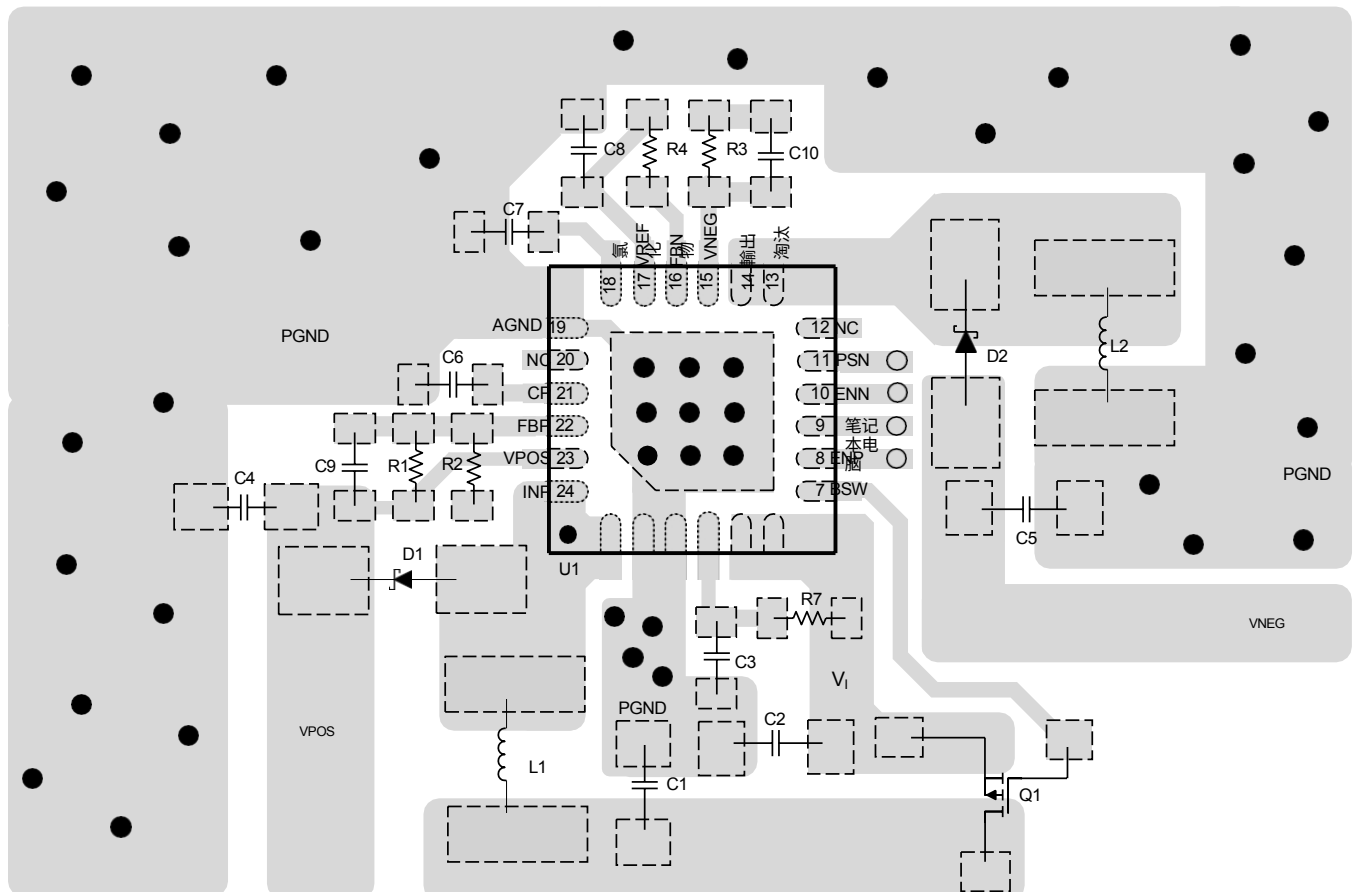
TPS6513x的输入电压范围为2.7 V至5.5 V。因此，电源可以来自3.3V或5V轨道。如果该器件在**软启动**阶段开始进入负载，所消耗的输入电流可能高于启动后的操作。在选择电源时要考虑到应用要求。为避免**欠压锁定**的意外切换，请通过低阻抗路径将TPS6513x连接到电源。

## 10 布局

### 10.1 布局指南

对于所有的开关电源来说，布局是设计中的一个重要步骤，特别是在高峰值电流和高开关频率下。不恰当的布局可能会表现出线路或负载调节不良、接地和输出电压偏移、稳定性问题、不令人满意的EMI行为或效率下降等症状。因此，在主要电流路径和电源接地轨道上使用宽而短的导线。输入电容（C1、C2、C3）、输出电容（C4、C5）、电感（L1、L2）和整流二极管（D1、D2）应尽可能靠近IC，以保持低寄生电感。使用一个宽的电源地（PGND）平面。将模拟接地引脚（AGND）连接到PGND平面。此外，将PGND平面与暴露的散热垫连接。将反馈分压器尽可能地靠近IC的控制引脚（升压转换器）或VREF引脚（反相转换器）。

### 10.2 布局实例



## 图54.TPS6513x布局建议

### 10.3 热能方面的考虑

在小尺寸和细间距的表面贴装封装中实现集成电路通常需要特别注意功率耗散。许多与系统有关的问题，如热耦合、气流、增加的散热器和对流表面，以及发热元件的存在，都会影响特定元件的功率耗散极限。

以下是提高热性能的三种基本方法：

- 提高PCB设计的功率耗散能力。
- 改善元件与PCB的热耦合。
- 向系统引入气流。

推荐的器件结温范围， $T_J$ ，为-40°C至125°C。24引脚QFN，4mm×4mm封装（RGE）的热阻为 $R_{\theta JA} = 34.1^\circ\text{C/W}$ 。该器件的推荐工作环境温度范围为 $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至85°C。使用[公式13](#)计算最大功率耗散， $P_{D \max}$ ，作为 $T_A$ 的函数。在这个公式中，使用 $T_J = 125^\circ\text{C}$ ，在推荐的温度范围内操作器件，使用 $T_J = T_{TS}$ ，确定器件可能进入热关机的绝对最大阈值。如果应用的最大环境温度较低，则可以进行更多的散热。

$$P_{D \max} = \frac{T_J - T_A}{R_{\theta JA}} \quad (13)$$

## 11 设备和文件支持

### 11.1 设备支持

#### 11.1.1 第三方产品免责声明

蒂公布有关第三方产品或服务的信息并不构成对此类产品或服务的适用性的认可，也不构成对此类产品或服务单独或与任何蒂产品或服务结合的保证、陈述或认可。

### 11.2 相关链接

下表列出了快速访问链接。类别包括技术文件、支持和社区资源、工具和软件，以及快速访问样品或购买。

**表4.相关链接**

部件	产品文件夹	试用和购买	技术文件	工具和软件	支持和社区
淘宝网	<a href="#">点击这里</a>	<a href="#">点击这里</a>	<a href="#">点击这里</a>	<a href="#">点击这里</a>	<a href="#">点击这里</a>
淘宝网	<a href="#">点击这里</a>	<a href="#">点击这里</a>	<a href="#">点击这里</a>	<a href="#">点击这里</a>	<a href="#">点击这里</a>

### 11.3 社区资源

以下链接连接到TI社区资源。链接的内容是由各自的贡献者 "按原样 "提供的。它们不构成TI规格，也不一定反映TI的观点；见TI的[使用条款](#)。

**TI E2E™ 在线社区** *TI 的工程师对工程师 (E2E) 社区*。为促进工程师之间的合作而创建。在e2e.ti.com，您可以提出问题，分享知识，探索想法，并帮助解决与其他工程师的问题。

**设计支持** *TI 的设计支持* 快速找到有用的 E2E 论坛以及设计支持工具和技术支持的联系信息。

### 11.4 商标

PowerPAD、E2E是德州仪器的商标。  
所有其他商标是其各自所有者的财产。

### 11.5 静电放电注意事项



这些器件具有有限的内置ESD保护。在储存或处理过程中，应将引线短接，或将器件置于导电泡沫中，以防止MOS门的静电损坏。

### 11.6 词汇表

[SLYZ022](#) - TI术语。

本词汇表列出并解释了术语、缩略语和定义。

## 12 机械、包装和可订购信息

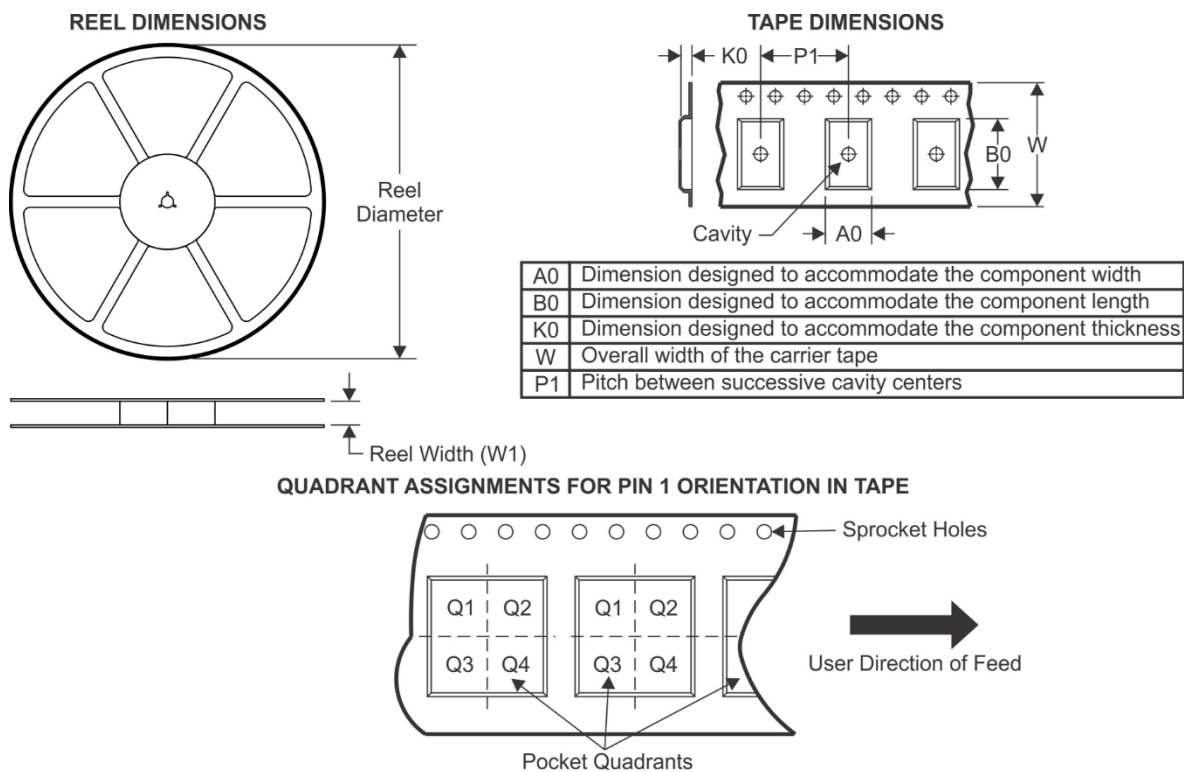
## TPS65130, TPS65131

Slvs493d - 2004年3月 - 2016年1月修订

[www.ti.com](http://www.ti.com)

以下几页包括机械、包装和可订购信息。这些信息是指定设备的最新数据。这些数据如有变化，恕不另行通知，并对本文件进行修订。有关本数据表的浏览器版本，请参考左侧的导航。

## 磁带和卷轴信息



\*所有尺寸均为标称值

器材	包装类型	包装图纸	插销	SPQ	卷轴直径 (毫米)	卷轴宽度 W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	引脚1 象限
TPS65130RGER	VQFN	RGE	24	3000	330.0	12.4	4.3	4.3	1.5	8.0	12.0	Q2
淘宝网	VQFN	RGE	24	250	180.0	12.4	4.3	4.3	1.5	8.0	12.0	Q2
TPS65131RGER	VQFN	RGE	24	3000	330.0	12.4	4.3	4.3	1.5	8.0	12.0	Q2
淘宝网	VQFN	RGE	24	250	180.0	12.4	4.3	4.3	1.5	8.0	12.0	Q2

**TPS65130, TPS65131**

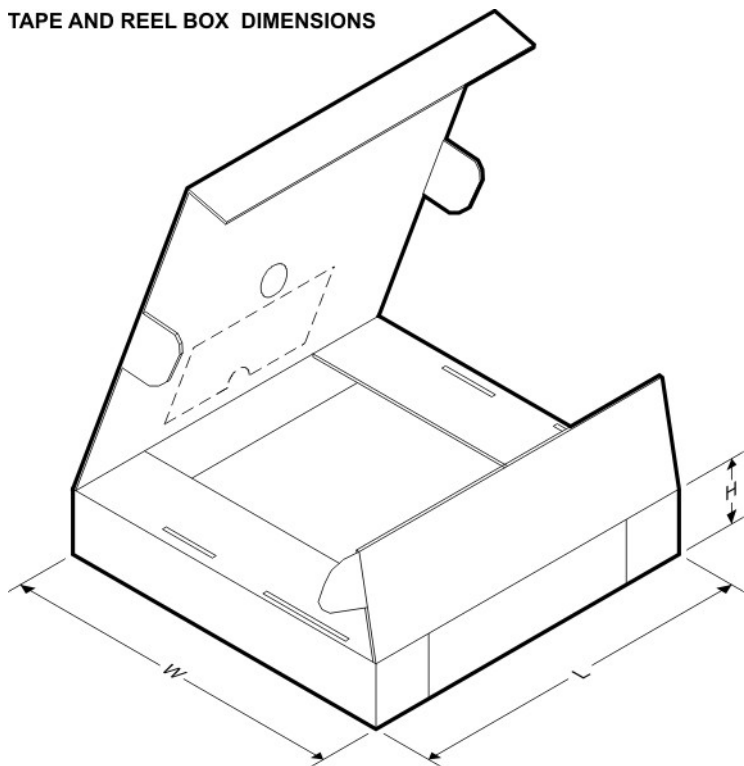
Slvs493d - 2004年3月 - 2016年1月修订

[www.ti.com](http://www.ti.com)

---

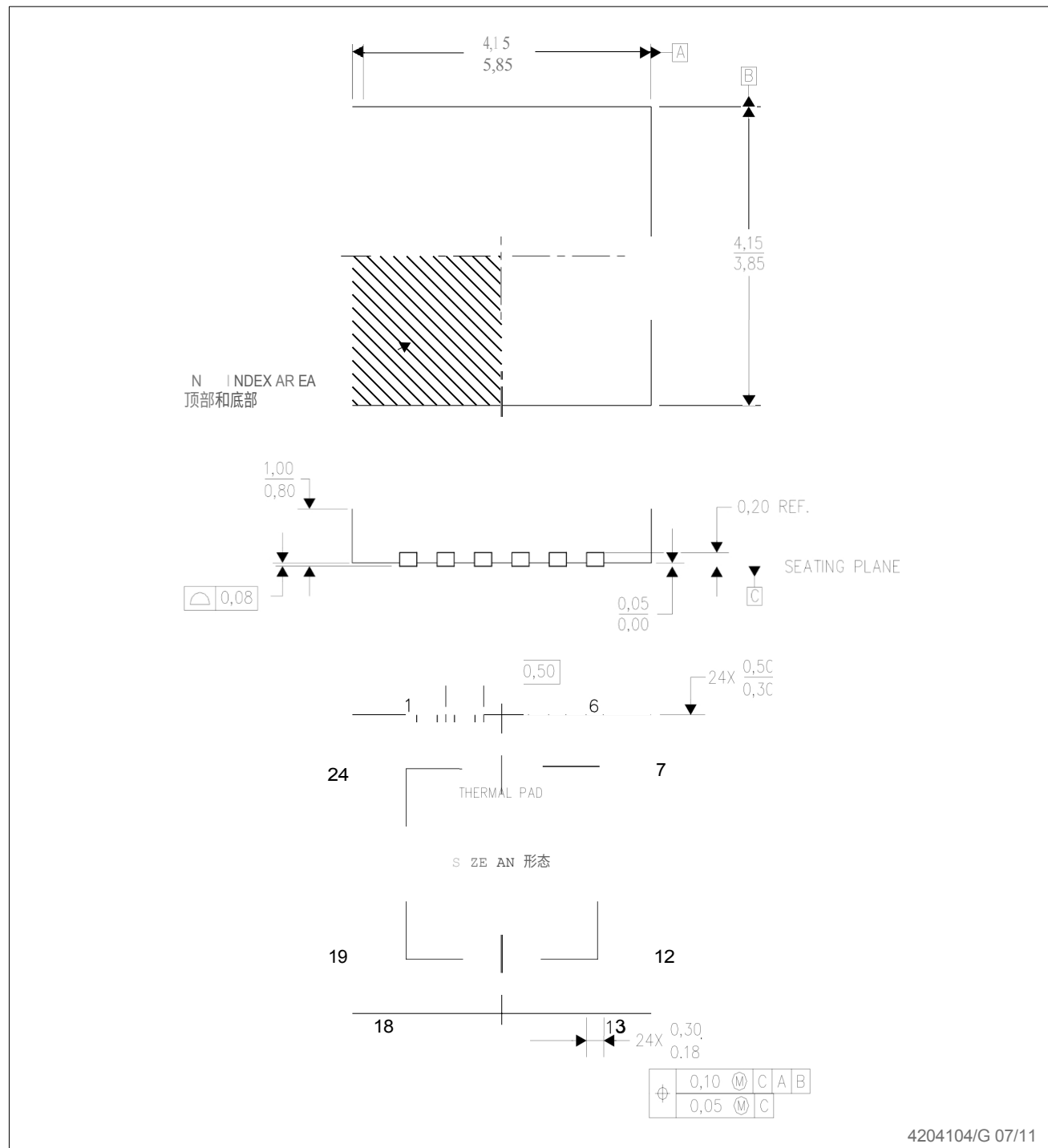


## TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



\*所有尺寸均为标称值

器材	包装类型	包装图纸	插销	SPQ	长度 (毫米)	宽度 (毫米)	高度 (毫米)
TPS65130RGER	VQFN	RGE	24	3000	336.6	336.6	28.6
淘宝网	VQFN	RGE	24	250	210.0	185.0	35.0
TPS65131RGER	VQFN	RGE	24	3000	336.6	336.6	28.6
淘宝网	VQFN	RGE	24	250	210.0	185.0	35.0



- 注意事项:
- A. 所有的尺寸都是以毫米为单位的。尺寸和公差符合ASME Y14.5M-1994标准。本图纸如有变动，恕不另
  - B. 行通知。
  - C. 行通知。
  - D. Quod Flatpack, No-Leads (QFN) package配置。
  - E. 必须将Package散热舱焊接到锅炉上，以保证其性能。

关于外露的保温箱尺寸的详情，请参见产品说明书中的附加图。

F.属于JEDEC M0-220。



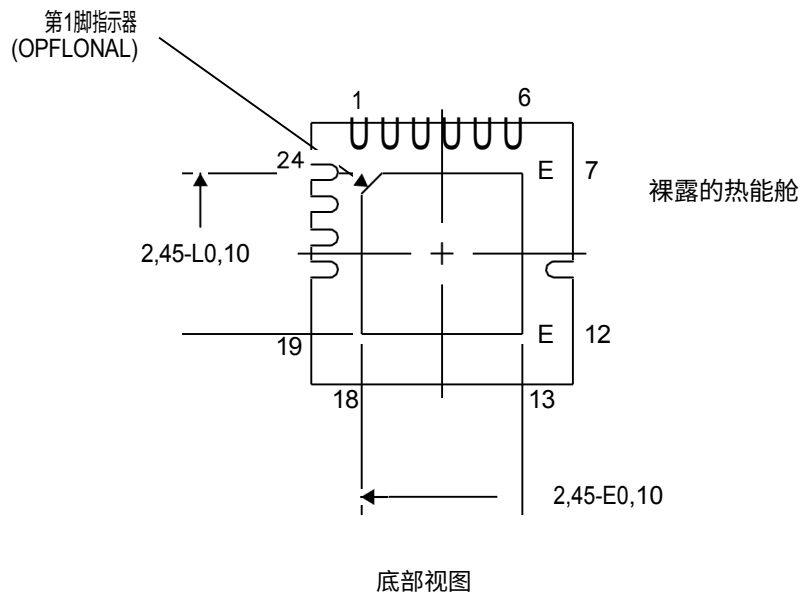
### 热信息

该插座采用了外露式热垫，旨在直接连接到外部散热器上。散热舱必须直接焊接到印刷电路板（PCB）上。焊接完成后，将

PCB可以被用作散热器。此外，通过使用导热硅胶，导热垫可以直接连接到设备电气原理图中显示的适当的铜平面上，或者，可以连接到设计在PCB上的特殊散热器结构上。这种设计优化了集成电路（IC）的热传递。

关于Quad Flatpack No-Lead (QFN) package及其优点的信息，请参阅应用报告，gFN/S0N PCB附件，德州仪器文献编号SLUA271。该文件可在[www.ti.com](http://www.ti.com)。

该插座的外露保温舱尺寸如下图所示。



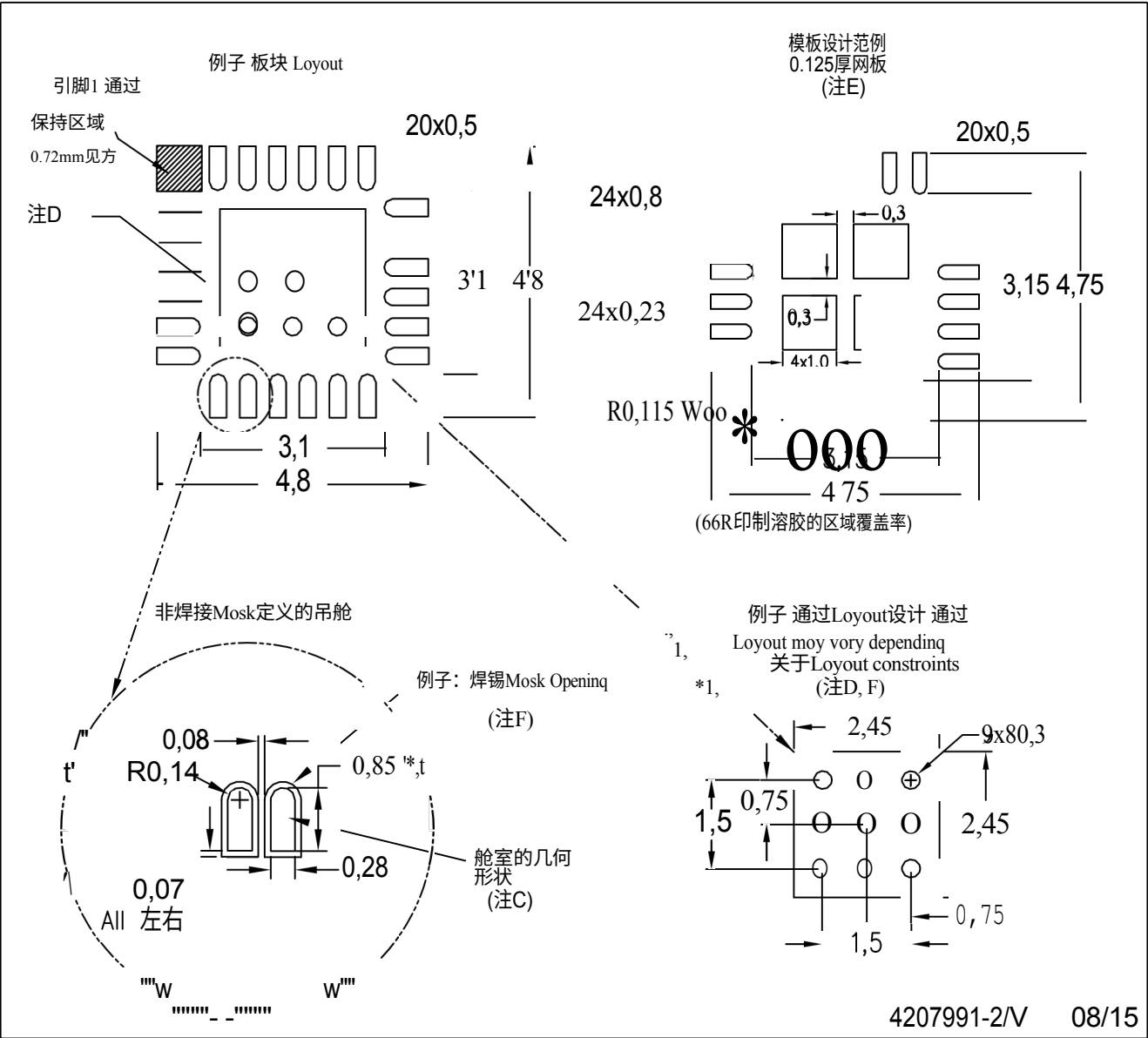
裸露的热能舱尺寸

4206344-3/AK 08/15

注意事项： A.所有线性张力的单位是毫米。

RGE (S- PVQFN - N24)

塑料制品 四层 扁平包装 无引线



- 注意事项: A. 所有线性尺寸的单位是毫米。  
B. 本图纸如有更改, 恕不另行通知。推荐使用IPC-7351出版物以  
C. 了解替代设计。  
D. 该封装被设计为焊接到板上的散热舱。请参考应用说明, Quad Flat-Pack  
容器, 德州仪器公司的文号为SLUA271, 以及产品数据表。  
有关具体的热信息, 通过要求和推荐的板子使用。这些文件可在以下网站查阅  
[www.ti.com](http://www.ti.com) <http://www.ti.com>  
E. 梯形壁和圆角的失败切割操作将提供更好的后释放。客户应与他们的电路板装配厂联系, 了解钢网设计建议。请参考IPC 7525  
关于钢网设计的考虑。  
F. 客户应与他们的工厂联系, 了解推荐的焊接掩模公差和放置在热垫中的vios的via tenting建议。



## 重要通知

德州仪器公司及其子公司（TI）保留对其半导体产品和服务按照JESD46（最新一期）进行修正、增强、改进和其他变更的权利，以及按照JESD48（最新一期）停止任何产品或服务权利。买家在下订单前应获得最新的相关信息，并应确认这些信息是最新和完整的。所有半导体产品（在此也被称为“元件”）的销售都受制于在订单确认时提供的TI销售条款和条件。

根据TI半导体产品销售条款和条件中的保证，TI保证其组件的性能符合销售时适用的规格。测试和其他质量控制技术是在TI认为必要的范围内使用的，以支持这项保证。除适用法律规定的情况外，不一定对每个部件的所有参数进行测试。

TI 对应用协助或买方产品的设计不承担任何责任。买方对其使用 TI 组件的产品和应用负责。为了最大限度地降低与买方产品和应用相关的风险，买方应提供足够的设计和操作保障。

TI 不保证或表示根据任何专利权、版权、掩模权或在使用 TI 组件或服务的任何组合、机器或流程有关的其他知识产权，授予任何明示或暗示的许可。由TI发布的有关第三方产品或服务的信息并不构成使用此类产品或服务的许可，也不构成对其的保证或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利或其他知识产权的许可，或获得TI的专利或其他知识产权的许可。

只有在没有修改的情况下，才允许复制TI数据手册或数据表中的TI信息的重要部分，并附有所有相关的保证、条件、限制和通知。德州仪器对这种更改的文件不负责任。第三方的信息可能受到额外的限制。

如果转售的TI组件或服务的声明与TI为该组件或服务所声明的参数不同或超出该参数，则相关的TI组件或服务的所有明示和任何默示保证均无效，并且是一种不公平和欺骗性的商业行为。TI 不对任何此类声明负责或承担责任。

买方承认并同意，对于遵守有关其产品的所有法律、法规和安全相关要求以及在其应用中对 TI 组件的任何使用，买方应承担全部责任，尽管 TI 可能提供了任何应用相关信息或支持。买方声明并同意，其拥有所有必要的专业知识来创建和实施保障措施，以预测故障的危险后果、监测故障及其后果、降低可能造成损害的故障的可能性并采取适当的补救措施。买方将完全赔偿TI及其代表因在安全关键应用中使用任何TI组件而造成的任何损失。

在某些情况下，TI组件可能会被专门推广，以促进安全相关的应用。通过此类组件，TI的目标是帮助客户设计和创建自己的最终产品解决方案，以满足适用的功能安全标准和要求。尽管如此，此类组件仍需遵守这些条款。

除非各方的授权官员签署了专门管理这种使用的特别协议，否则没有任何TI组件被授权用于FDA第三类（或类似的生命关键型医疗设备）。

只有那些被TI明确指定为军用级别或“增强型塑料”的TI组件才被设计用于军事/航空航天应用或环境。买方承认并同意，未被指定的TI组件的任何军事或航空航天用途完全由买方承担风险，并且买方完全负责遵守与此类用途有关的所有法律和监管要求。

TI特别指定某些组件符合ISO/TS16949要求，主要用于汽车用途。在使用非指定产品的任何情况下，TI将不对任何不符合ISO/TS16949的情况负责。

产品	应用
音频	<a href="http://www.ti.com/audio">www.ti.com/audio</a>
放大器	<a href="http://amplifier.ti.com">amplifier.ti.com</a>
数据转换器	<a href="http://dataconverter.ti.com">dataconverter.ti.com</a>
DLP®产品	<a href="http://www.dlp.com">www.dlp.com</a>
DSP	<a href="http://dsp.ti.com">dsp.ti.com</a>
时钟和计时器	<a href="http://www.ti.com/clocks">www.ti.com/clocks</a>
介面	<a href="http://接口.ti.com">接口.ti.com</a>
逻辑	<a href="http://logic.ti.com">logic.ti.com</a>
电力管理	<a href="http://power.ti.com">power.ti.com</a>
微控制器	<a href="http://microcontroller.ti.com">microcontroller.ti.com</a>
RFID	<a href="http://www.ti-rfid.com">www.ti-rfid.com</a>
OMAP应用处理器	<a href="http://www.ti.com/omap">www.ti.com/omap</a>
无线连接	<a href="http://www.ti.com/wirelessconnectivity">www.ti.com/wirelessconnectivity</a>
	汽车和运输
	通信和电信
	计算机和外围设备
	消费类电子产品
	能源和照明
	工业类
	医学
	安全问题
	空间、航空电子和国防
	视频和图像
	TI E2E 社区
	<a href="http://e2e.ti.com">e2e.ti.com</a>

www.ti.com

