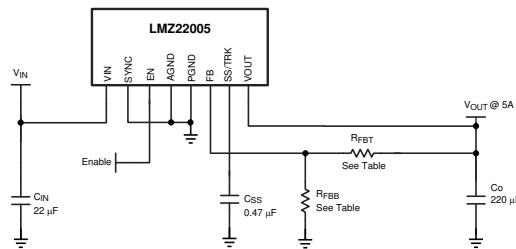


# LMZ22005 具有 20V 最大输入电压的 5A、SIMPLE SWITCHER® 电源模块

## 1 特性

- 集成屏蔽式电感器
- 简单的印刷电路板 (PCB) 布局
- 频率同步输入 (650kHz 至 950kHz)
- 采用外部软启动、跟踪和精密使能组件实现灵活启动时序
- 针对浪涌电流以及输入 UVLO 和输出短路等故障提供保护
- 结温范围：-40°C 至 125°C
- 便于装配和制造的单个外露焊盘
- 为 FPGA 和 ASIC 供电的快速瞬态响应
- 与 LMZ23605、LMZ23603、LMZ22003 引脚兼容
- 电气规格
  - 30W 最大总输出功率
  - 输出电流高达 5A
  - 输入电压范围为 6V 至 20V
  - 输出电压范围：0.8V 至 6V
  - 效率高达 92%
- 性能优势
  - 高效率帮助减少了系统产生的热量
  - 通过了 EN55022 B 类测试<sup>(1)</sup>
  - 元件数量少，仅需五个外部元件
  - 低输出电压纹波
  - 将 PCB 用作散热器，无需气流<sup>1</sup>
- 使用 LMZ22005 和 WEBENCH® Power Designer 工具创建定制设计方案



简化版应用原理图

## 2 应用

- 12V 输入轨的负载点转换
- 时间关键型项目
- 空间受限且散热要求较高的应用
- 负输出电压应用 (请参阅 SNVA425)

## 3 说明

LMZ22005 SIMPLE SWITCHER® 电源转换器模块是易于使用的降压直流/直流设计，能够驱动高达 5A 的负载。LMZ22005 采用卓越的封装，可提高热性能并支持手工或机器焊接。

LMZ22005 可接受 6V 到 20V 之间的输入电压轨，提供低至 0.8V 的可调且高度精确的输出电压。LMZ22005 只需两个外部电阻器和三个外部电容器即可完成电源设计。LMZ22005 采用可靠而稳健的设计，并具有以下保护特性：热关断、输入欠压锁定、输出过压保护、短路保护、输出限流，并且该器件支持启动至预偏置输出。同步输入可在 650kHz 至 950kHz 开关频率范围内实现同步。

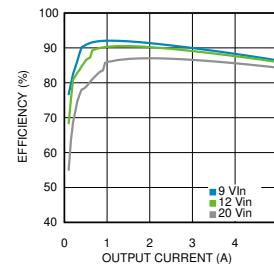
### 封装信息

| 器件型号 <sup>(3)</sup> | 封装 <sup>(1)</sup>   | 封装尺寸 <sup>(2)</sup> |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| LMZ22005            | NDW ( TO-PMOD , 7 ) | 10.16mm × 13.77mm   |

(1) 有关更多信息，请参阅 [节 10](#)。

(2) 封装尺寸 (长 × 宽) 为标称值，并包括引脚 (如适用)。

(3) 峰值回流焊温度等于 245°C。请参阅 [SNAA214](#) 了解更多详细信息。



25°C 环境温度下 5V 输出的效率

<sup>1</sup> EN 55022:2006、+A1:2007、FCC 第 15 部分 B 子部分 : 2007. 有关待测器件的信息，请参阅 [AN-2125 LMZ23605/03、LMZ22005/03 演示板用户指南](#) 和布局。Vin = 12V, Vo = 3.3V, Io = 5A



本资源的原文使用英文撰写。为方便起见，TI 提供了译文；由于翻译过程中可能使用了自动化工具，TI 不保证译文的准确性。为确认准确性，请务必访问 [ti.com](#) 参考最新的英文版本 (控制文档)。

## 内容

|                  |           |                       |           |
|------------------|-----------|-----------------------|-----------|
| <b>1 特性</b>      | <b>1</b>  | <b>7 应用和实施</b>        | <b>17</b> |
| <b>2 应用</b>      | <b>1</b>  | <b>7.1 应用信息</b>       | <b>17</b> |
| <b>3 说明</b>      | <b>1</b>  | <b>7.2 典型应用</b>       | <b>17</b> |
| <b>4 引脚配置和功能</b> | <b>3</b>  | <b>7.3 电源相关建议</b>     | <b>23</b> |
| <b>5 规格</b>      | <b>4</b>  | <b>7.4 布局</b>         | <b>23</b> |
| 5.1 绝对最大额定值      | 4         | <b>8 器件和文档支持</b>      | <b>28</b> |
| 5.2 ESD 等级       | 4         | 8.1 器件支持              | 28        |
| 5.3 建议运行条件       | 4         | 8.2 文档支持              | 28        |
| 5.4 热性能信息        | 4         | 8.3 接收文档更新通知          | 28        |
| 5.5 电气特性         | 5         | 8.4 支持资源              | 28        |
| 5.6 典型特性         | 6         | 8.5 商标                | 28        |
| <b>6 详细说明</b>    | <b>14</b> | 8.6 静电放电警告            | <b>29</b> |
| 6.1 概述           | 14        | 8.7 术语表               | 29        |
| 6.2 功能方框图        | 14        | <b>9 修订历史记录</b>       | <b>29</b> |
| 6.3 特性说明         | 14        | <b>10 机械、封装和可订购信息</b> | <b>29</b> |
| 6.4 器件功能模式       | 16        |                       |           |

## 4 引脚配置和功能

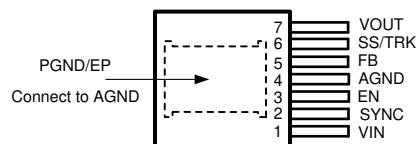


图 4-1. NDW 封装 TO-PMOD 7 引脚 ( 顶视图 )

表 4-1. 引脚功能

| 引脚     |    | 类型 | 说明   |
|--------|----|----|--|
| 名称     | 编号 |    |  |
| AGND   | 4  | 接地 | 模拟地 - 所有已声明电压的基准点。必须在外部连接至 EP/PGND。  |
| EN     | 3  | 模拟 | 使能 - 精密使能比较器的输入。上升阈值典型值为 1.279V。启用模块后，在内部激活 20 $\mu$ A 拉电流以适应可编程迟滞。  |
| FB     | 5  | 模拟 | 反馈 - 在内部连接到稳压、过压和短路比较器。在此输入引脚上的稳压基准点为 0.796V。在输出端和 AGND 之间连接反馈电阻分压器，以便设置输出电压。                                |
| PGND   | —  | 接地 | 模块内电源电路的外露焊盘/电源接地电气路径。- 未在内部连接到 AGND/引脚 4。用于在运行期间从封装中散热。必须以电气方式连接至封装外部的引脚 4。                                 |
| SS/TRK | 6  | 模拟 | 软启动/跟踪 - 要延长 1.6ms 内部软启动时间，请连接一个外部软启动电容器。若要跟踪，请连接到外部电阻分压器，该分压器已连接到更高优先级的电源轨。请参阅 <a href="#">设计步骤</a> 。       |
| SYNC   | 2  | 模拟 | 同步输入 - 施加频率介于 650kHz 和 950kHz 之间的 CMOS 逻辑电平方波，将 PWM 工作频率同步到外部频率源。当不使用同步功能时，请接地。模块自由运行 PWM 频率为 812kHz ( 典型值 ) |
| VIN    | 1  | 电源 | 电源输入 - 标称工作范围为 6V 至 20V。封装组件内包含少量内部电容。在这个引脚和外露焊盘 (PGND) 之间需要额外的外部输入电容。                                       |
| VOUT   | 7  | 电源 | 输出电压 - 来自内部电感器的输出。在此引脚和外露焊盘之间连接输出电容器。  |

## 5 规格

### 5.1 绝对最大额定值

在自然通风条件下的工作温度范围内测得 (除非另有说明) [\(1\)](#) [\(2\)](#) [\(3\)](#)

|                  | 最小值  | 最大值 | 单位 |
|------------------|------|-----|----|
| VIN 至 PGND       | -0.3 | 24  | V  |
| EN、SYNC 至 AGND   | -0.3 | 5.5 | V  |
| SS/TRK、FB 至 AGND | -0.3 | 2.5 | V  |
| AGND 到 PGND      | -0.3 | 0.3 | V  |
| 结温               |      | 150 | °C |
| 峰值回流焊管壳温度 (20 秒) |      | 245 | °C |
| 贮存温度, $T_{stg}$  | -65  | 150 | °C |

- (1) 应力超出绝对最大额定值 下列出的值可能会对器件造成永久损坏。这些列出的值仅仅是应力等级，并不表示器件在这些条件下以及在 **建议工作条件** 以外的任何其他条件下能够正常运行。长时间处于绝对最大额定条件下可能会影响器件的可靠性。  
 (2) 如果需要军用、航天专用器件，请与德州仪器 (TI) 销售办事处、分销商联系以了解供货情况和技术规格。  
 (3) 有关焊接规格，另请参阅 [焊接的绝对最大额定值应用手册](#)。

### 5.2 ESD 等级

|                  | 值     | 单位 |
|------------------|-------|----|
| $V_{(ESD)}$ 静电放电 | ±2000 | V  |

- (1) JEDEC 文档 JEP155 指出：500V HBM 能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。

### 5.3 建议运行条件

在自然通风条件下的工作温度范围内测得 (除非另有说明)

|         | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|---------|-----|-----|----|
| VIN     | 6   | 20  | V  |
| EN、SYNC | 0   | 5   | V  |
| 工作结温    | -40 | 125 | °C |

### 5.4 热性能信息

| 热指标 <sup>(1)</sup>                    | LMZ22005                  |      | 单位   |  |
|---------------------------------------|---------------------------|------|------|--|
|                                       | NDW (TO-PMOD)             |      |      |  |
|                                       | 7 引脚                      |      |      |  |
| $R_{\theta JA}$ 结至环境热阻 <sup>(2)</sup> | 4 层评估印刷电路板，<br>60 个过孔，无气流 | 19.3 | °C/W |  |
|                                       | 2 层 JEDEC 印刷电路板，<br>无气流   | 21.5 |      |  |
| $R_{\theta JC(top)}$ 结至外壳 (顶部) 热阻     | 无气流                       | 1.9  | °C/W |  |

- (1) 有关新旧热指标的更多信息，请参阅 [半导体和 IC 封装热指标应用手册](#)。

- (2) 在 3.5in x 3.5in 的 4 层电路板上测量  $\theta JA$ ，外层为 3oz 覆铜，内层为 2oz 覆铜，60 个散热过孔，无气流，1W 功率耗散。请参阅应用手册布局图。

## 5.5 电气特性

最小和最大限制经过测试、设计和统计相关性分析确定。典型值表示  $T_J = 25^\circ\text{C}$  条件下最有可能达到的参数标准，仅供参考。除非另有说明，以下条件适用： $V_{IN} = 12\text{V}$ ， $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ 。

| 参数                            | 测试条件       | 最小值 <sup>(1)</sup>   | 典型值 <sup>(2)</sup> | 最大值 <sup>(1)</sup> | 单位               |
|-------------------------------|------------|--|--------------------|--------------------|------------------|
| <b>系统参数</b>                   |            |  |                    |                    |                  |
| <b>使能控制</b>                   |            |  |                    |                    |                  |
| $V_{EN}$                      | EN 阈值跳变点   | $V_{EN}$ 上升， $T_J = 25^\circ\text{C}$  | 1.279              |                    | V                |
|                               |            | $V_{EN}$ 上升， $T_J = -40^\circ\text{C}$ 至 $+125^\circ\text{C}$  | 1.1                | 1.458              |                  |
| $V_{EN-HYS}$                  | EN 输入迟滞电流  | $V_{EN} > 1.279\text{V}$   | 21                 |                    | $\mu\text{A}$    |
| <b>软启动</b>                    |            |  |                    |                    |                  |
| $I_{SS}$                      | SS 源电流     | $V_{SS} = 0\text{V}$ ， $T_J = 25^\circ\text{C}$  | 50                 |                    | $\mu\text{A}$    |
|                               |            | $V_{SS} = 0\text{V}$ ， $T_J = -40^\circ\text{C}$ 至 $+125^\circ\text{C}$  | 40                 | 60                 |                  |
| $t_{SS}$                      | 内部软启动间隔    |  | 1.6                |                    | ms               |
| <b>电流限制</b>                   |            |  |                    |                    |                  |
| $I_{CL}$                      | 电流限制阈值     | 直流平均值， $T_J = -40^\circ\text{C}$ 至 $+125^\circ\text{C}$  | 5.4                |                    | A                |
| <b>内部开关振荡器</b>                |            |  |                    |                    |                  |
| $f_{osc}$                     | 自由运行振荡器频率  | 同步输入接地。  | 711                | 812                | 914              |
| $f_{sync}$                    | 同步范围       |  | 650                | 950                | kHz              |
| $V_{IL-sync}$                 | 同步逻辑零振幅    | 相对于 AGND， $T_J = -40^\circ\text{C}$ 至 $+125^\circ\text{C}$   | 0.4                |                    | V                |
| $V_{IH-sync}$                 | 同步逻辑单振幅    | 相对于 AGND， $T_J = -40^\circ\text{C}$ 至 $+125^\circ\text{C}$   | 1.5                |                    | V                |
| $Sync_{dc}$                   | 同步占空比范围    |  | 15%                | 50%                | 85%              |
| $D_{max}$                     | 最大占空比      |  | 83%                |                    |                  |
| <b>稳压和过压比较器</b>               |            |  |                    |                    |                  |
| $V_{FB}$                      | 经稳压调节的反馈电压 | $V_{SS} > +0.8\text{V}$ ， $I_O = 3\text{A}$ ， $T_J = 25^\circ\text{C}$   | 0.796              |                    | V                |
|                               |            | $V_{SS} > +0.8\text{V}$ ， $I_O = 3\text{A}$ ， $T_J = -40^\circ\text{C}$ 至 $+125^\circ\text{C}$                       | 0.776              | 0.816              |                  |
| $V_{FB-OV}$                   | 反馈过压保护阈值   |  | 0.86               |                    | V                |
| $I_{FB}$                      | 反馈输入偏置电流   |  | 5                  |                    | nA               |
| $I_Q$                         | 非开关输入电流    | $V_{FB} = 0.86\text{V}$  | 2.6                |                    | mA               |
| $I_{SD}$                      | 关断静态电流     | $V_{EN} = 0\text{V}$   | 70                 |                    | $\mu\text{A}$    |
| <b>热特性</b>                    |            |  |                    |                    |                  |
| $T_{SD}$                      | 热关断        | 上升   | 165                |                    | $^\circ\text{C}$ |
| $T_{SD-HYST}$                 | 热关断迟滞      | 下降   | 15                 |                    | $^\circ\text{C}$ |
| <b>性能参数<sup>(3)</sup></b>     |            |  |                    |                    |                  |
| $\Delta V_O$                  | 输出电压纹波     | $C_{out} = 220\mu\text{F}$ ， $7\text{m}\Omega$ ESR + $100\mu\text{F}$<br>$X7R + 2 \times 0.047\mu\text{F}$ ，20MHz 带宽 | 9                  |                    | $\text{mV}_{PP}$ |
| $\Delta V_O / \Delta V_{IN}$  | 线路调整率      | $V_{IN} = 12\text{V}$ 至 $20\text{V}$ ， $I_O = 0.001\text{A}$   | $\pm 0.02\%$       |                    |                  |
| $\Delta V_O / \Delta I_{OUT}$ | 负载调整率      | $V_{IN} = 12\text{V}$ ， $I_O = 0.001\text{A}$ 至 $3\text{A}$  | 1                  |                    | $\text{mV/A}$    |
| $\eta$                        | 峰值效率       | $V_{IN} = 12\text{V}$ ， $V_O = 3.3\text{V}$ ， $I_O = 1\text{A}$  | 86%                |                    |                  |
| $\eta$                        | 满负载效率      | $V_{IN} = 12\text{V}$ ， $V_O = 3.3\text{V}$ ， $I_O = 3\text{A}$  | 81.5%              |                    |                  |

- (1) 最小值和最大值限值在  $25^\circ\text{C}$  下经过完整的生产测试。使用统计质量控制 (SQC) 方法通过相关性验证了工作温度范围内的限值。这些限值用于计算平均出厂质量水平 (AOQL)。
- (2) 典型数值在  $25^\circ\text{C}$  下测得，表示最可能的参数标准。
- (3) 请参阅表 7-1 中的 BOM。

## 5.6 典型特性

除非另有说明，否则以下条件适用： $V_{IN} = 12V$ ； $C_{IN} = 2 \times 10 \mu F + 1 \mu F X7R$  陶瓷； $C_O = 220 \mu F$  专用聚合物 +  $10\mu F$  陶瓷；绘制波形时， $T_A = 25^\circ C$ 。带有 \* 标记的效率和功耗图在轻负载时可能会出现循环跳跃，这会导致输出纹波稍微增加 - 请参阅 [设计步骤](#) 部分。

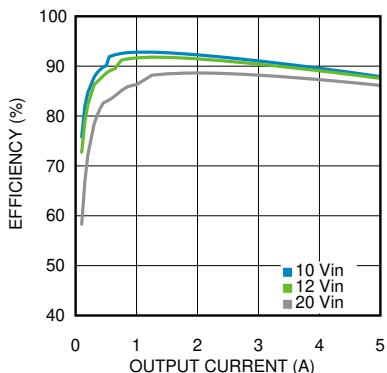


图 5-1. 25°C 环境温度下 6V 输出的效率

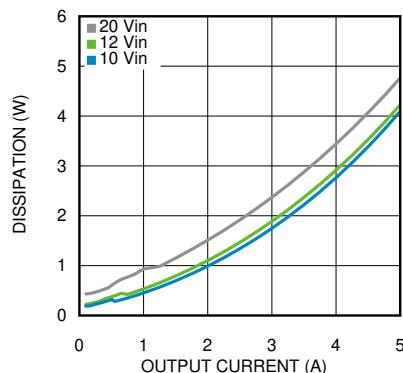


图 5-2. 25°C 环境温度下 6V 输出的功耗

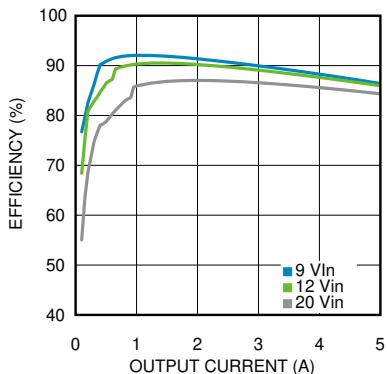


图 5-3. 25°C 环境温度下 5V 输出的效率

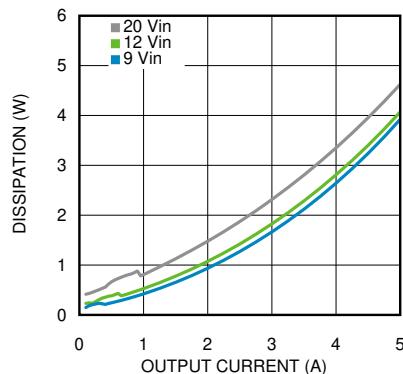


图 5-4. 25°C 环境温度下 5V 输出的功耗

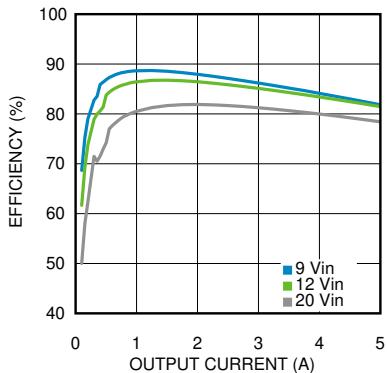


图 5-5. 25°C 环境温度下 3.3V 输出的效率

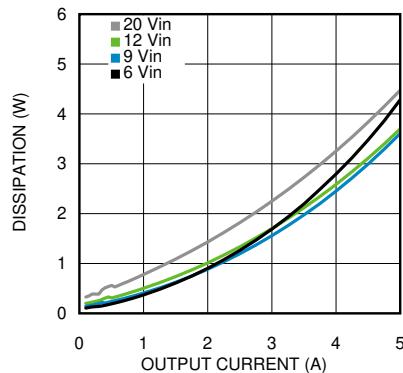


图 5-6. 25°C 环境温度下 3.3V 输出的功耗

## 5.6 典型特性 (续)

除非另有说明，否则以下条件适用： $V_{IN} = 12V$ ； $C_{IN} = 2 \times 10 \mu F + 1 \mu F X7R$  陶瓷； $C_O = 220 \mu F$  专用聚合物 +  $10\mu F$  陶瓷；绘制波形时， $T_A = 25^\circ C$ 。带有 \* 标记的效率和功耗图在轻负载时可能会出现循环跳跃，这会导致输出纹波稍微增加 - 请参阅 [设计步骤](#) 部分。

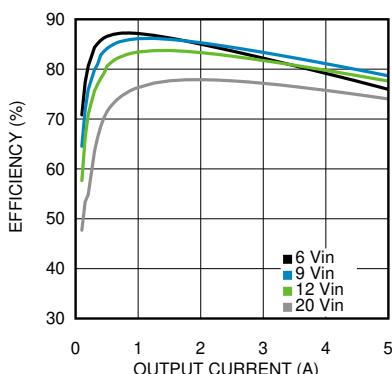


图 5-7. 25°C 环境温度下 2.5V 输出的效率

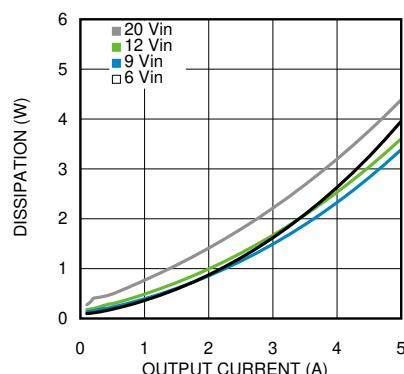


图 5-8. 25°C 环境温度下 2.5V 输出的功耗

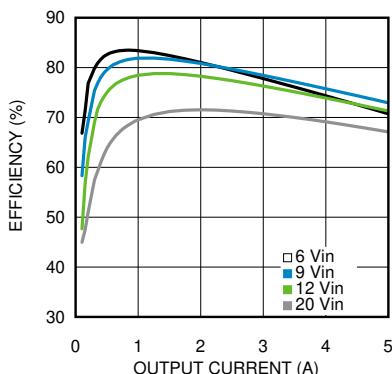


图 5-9. 25°C 环境温度下 1.8V 输出的效率

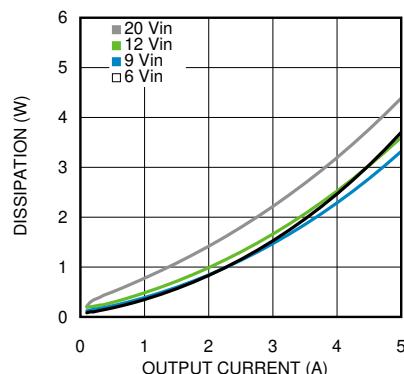


图 5-10. 25°C 环境温度下 1.8V 输出的功耗

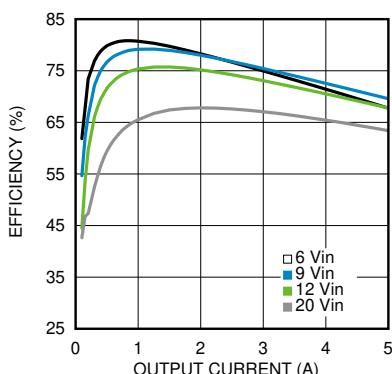


图 5-11. 25°C 环境温度下 1.5V 输出的效率

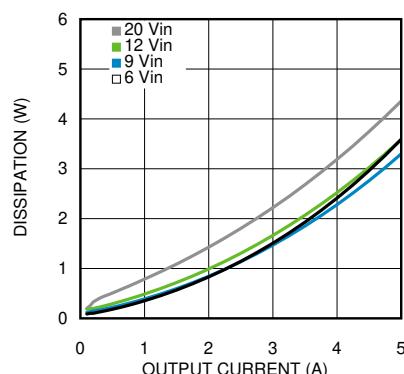


图 5-12. 25°C 环境温度下 1.5V 输出的功耗

## 5.6 典型特性 (续)

除非另有说明，否则以下条件适用： $V_{IN} = 12V$ ； $C_{IN} = 2 \times 10 \mu F + 1 \mu F X7R$  陶瓷； $C_O = 220 \mu F$  专用聚合物 +  $10\mu F$  陶瓷；绘制波形时， $T_A = 25^\circ C$ 。带有 \* 标记的效率和功耗图在轻负载时可能会出现循环跳跃，这会导致输出纹波稍微增加 - 请参阅 [设计步骤](#) 部分。

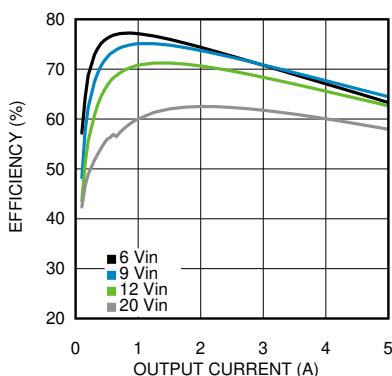


图 5-13. 25°C 环境温度下 1.2V 输出的效率

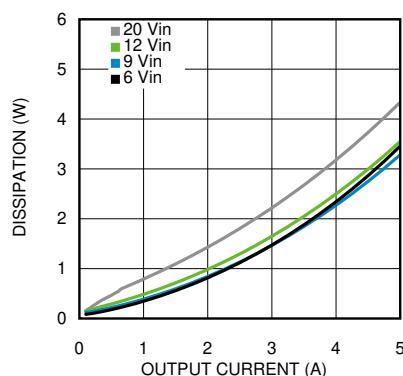


图 5-14. 25°C 环境温度下 1.2V 输出的功耗

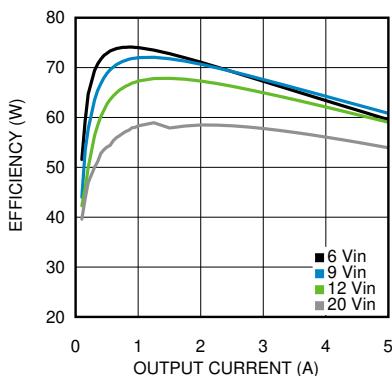


图 5-15. 25°C 环境温度下 1V 输出的效率

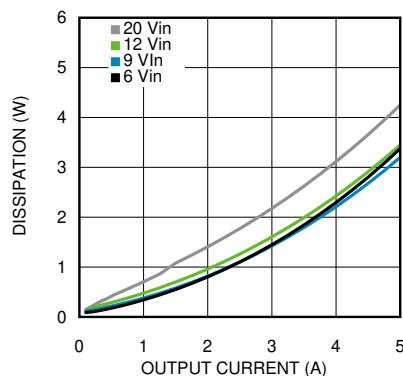


图 5-16. 25°C 环境温度下 1V 输出的功耗

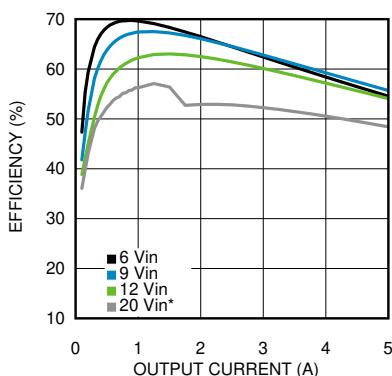


图 5-17. 25°C 环境温度下 0.8V 输出的效率

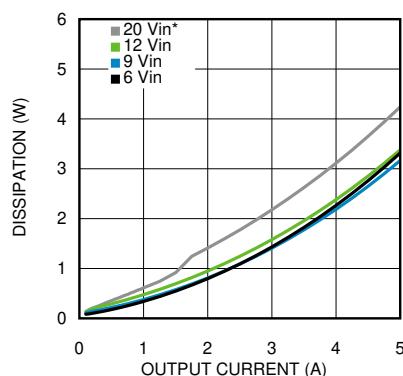


图 5-18. 25°C 环境温度下 0.8V 输出的功耗

## 5.6 典型特性 (续)

除非另有说明，否则以下条件适用： $V_{IN} = 12V$ ； $C_{IN} = 2 \times 10 \mu F + 1 \mu F X7R$  陶瓷； $C_O = 220 \mu F$  专用聚合物 +  $10\mu F$  陶瓷；绘制波形时， $T_A = 25^\circ C$ 。带有 \* 标记的效率和功耗图在轻负载时可能会出现循环跳跃，这会导致输出纹波稍微增加 - 请参阅 [设计步骤](#) 部分。

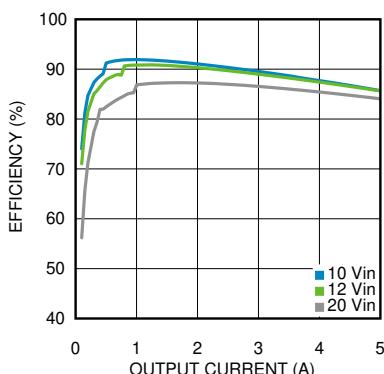


图 5-19. 85°C 环境温度下 6V 输出的效率

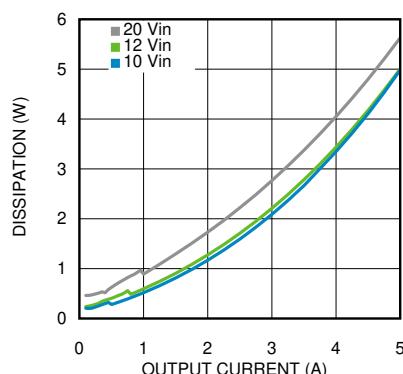


图 5-20. 85°C 环境温度下 6V 输出的功耗

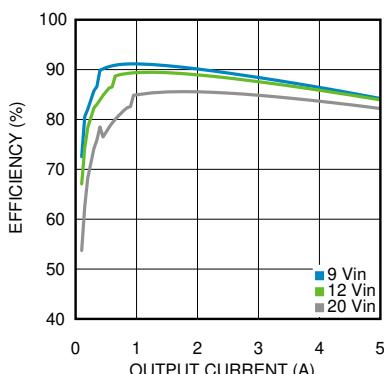


图 5-21. 85°C 环境温度下 5V 输出的效率

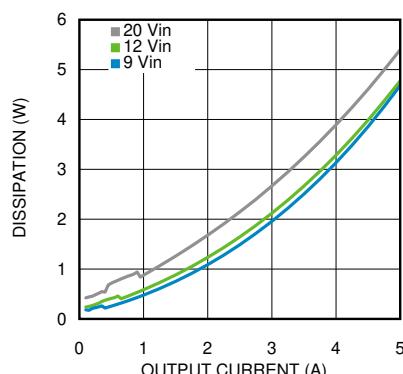


图 5-22. 85°C 环境温度下 5V 输出的功耗

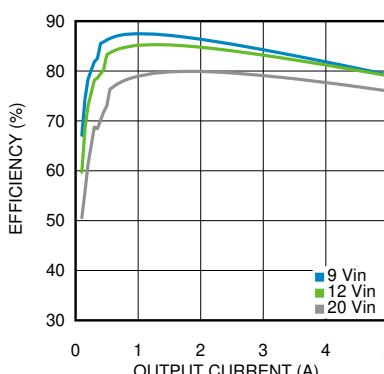


图 5-23. 85°C 环境温度下 3.3V 输出的效率

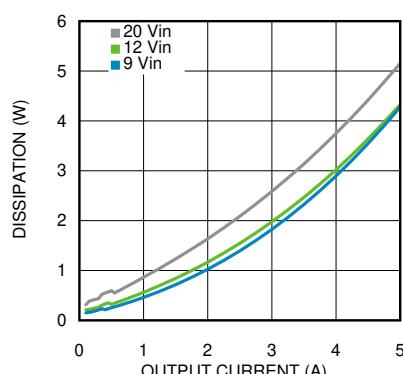


图 5-24. 85°C 环境温度下 3.3V 输出的功耗

## 5.6 典型特性 (续)

除非另有说明，否则以下条件适用： $V_{IN} = 12V$ ； $C_{IN} = 2 \times 10 \mu F + 1 \mu F X7R$  陶瓷； $C_O = 220 \mu F$  专用聚合物 +  $10\mu F$  陶瓷；绘制波形时， $T_A = 25^\circ C$ 。带有 \* 标记的效率和功耗图在轻负载时可能会出现循环跳跃，这会导致输出纹波稍微增加 - 请参阅 [设计步骤](#) 部分。

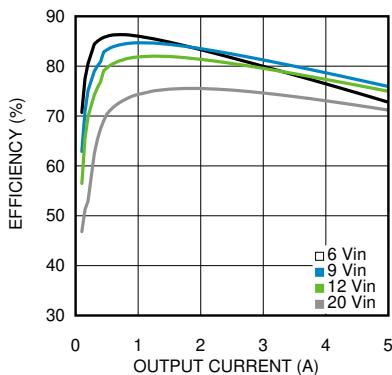


图 5-25. 85°C 环境温度下 2.5V 输出的效率

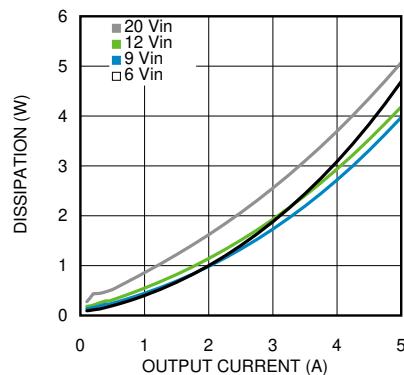


图 5-26. 85°C 环境温度下 2.5V 输出的功耗

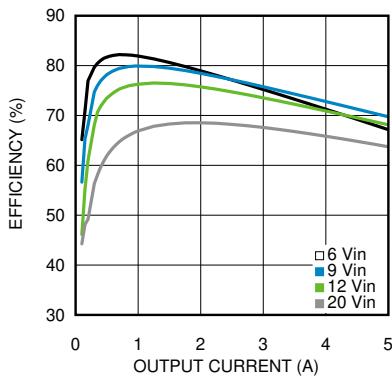


图 5-27. 85°C 环境温度下 1.8V 输出的效率

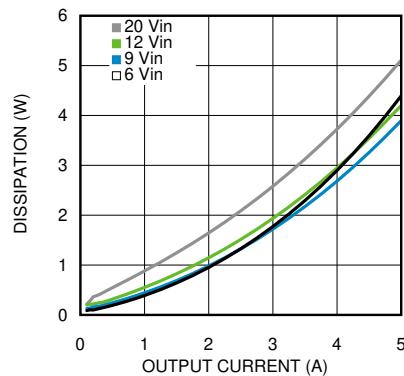


图 5-28. 85°C 环境温度下 1.8V 输出的功耗

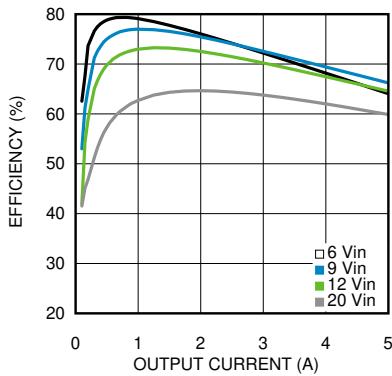


图 5-29. 85°C 环境温度下 1.5V 输出的效率

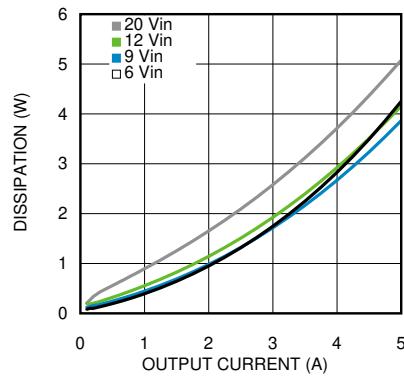


图 5-30. 85°C 环境温度下 1.5V 输出的功耗

## 5.6 典型特性 (续)

除非另有说明，否则以下条件适用： $V_{IN} = 12V$ ； $C_{IN} = 2 \times 10 \mu F + 1 \mu F X7R$  陶瓷； $C_O = 220 \mu F$  专用聚合物 +  $10\mu F$  陶瓷；绘制波形时， $T_A = 25^\circ C$ 。带有 \* 标记的效率和功耗图在轻负载时可能会出现循环跳跃，这会导致输出纹波稍微增加 - 请参阅 [设计步骤](#) 部分。

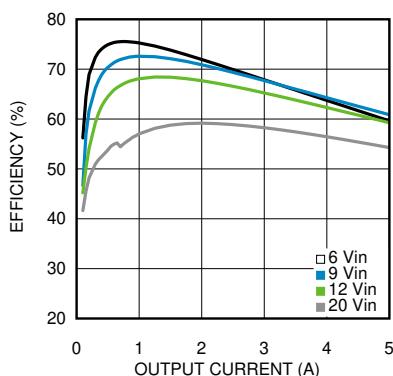


图 5-31. 85°C 环境温度下 1.2V 输出的效率

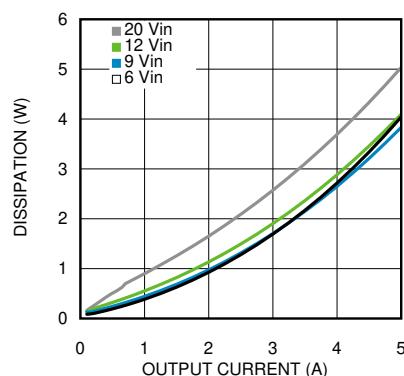


图 5-32. 85°C 环境温度下 1.2V 输出的功耗

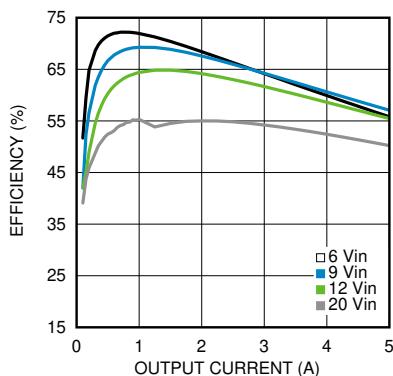


图 5-33. 85°C 环境温度下 1V 输出的效率

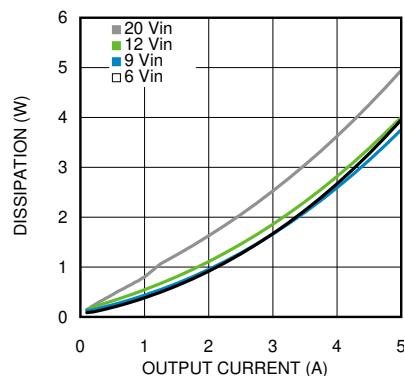


图 5-34. 85°C 环境温度下 1V 输出的功耗

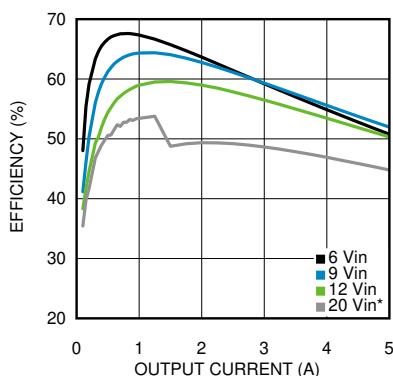


图 5-35. 85°C 环境温度下 0.8V 输出的效率

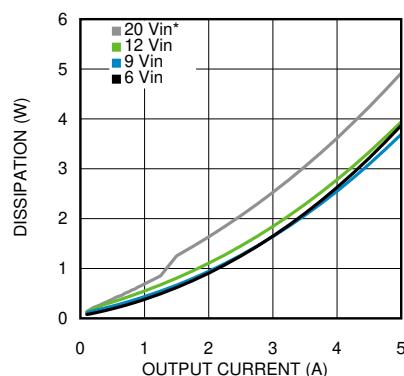
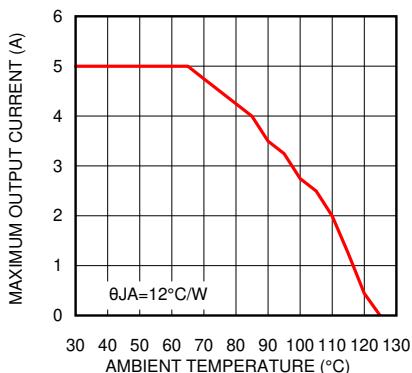


图 5-36. 85°C 环境温度下 0.8V 输出的功耗

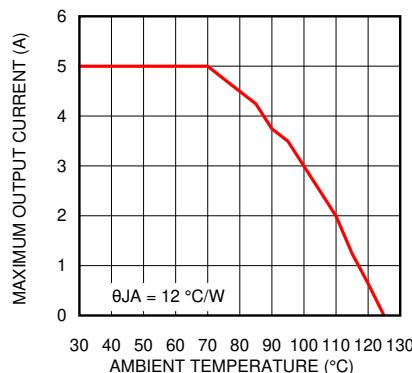
## 5.6 典型特性 (续)

除非另有说明，否则以下条件适用： $V_{IN} = 12V$ ； $C_{IN} = 2 \times 10 \mu F + 1 \mu F X7R$  陶瓷； $C_O = 220 \mu F$  专用聚合物 +  $10\mu F$  陶瓷； $T_A = 25^\circ C$ 。带有 \* 标记的效率和功耗图在轻负载时可能会出现循环跳跃，这会导致输出纹波稍微增加 - 请参阅 [设计步骤](#) 部分。



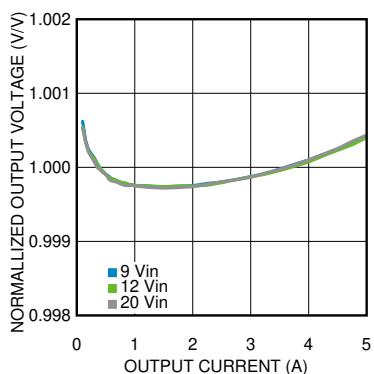
$V_{IN} = 12V$ ,  $V_{OUT} = 5V$

图 5-37. 热降额



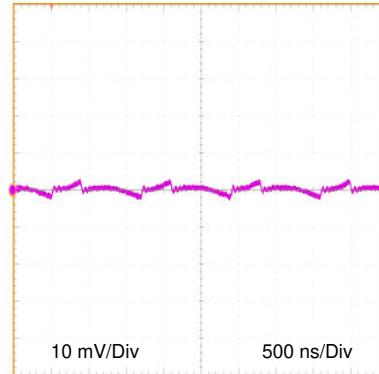
$V_{IN} = 12V$ ,  $V_{OUT} = 3.3V$

图 5-38. 热降额



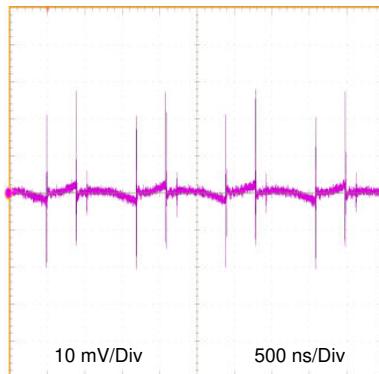
$V_{OUT} = 3.3V$

图 5-39. 标准化 - 线性和负载调整



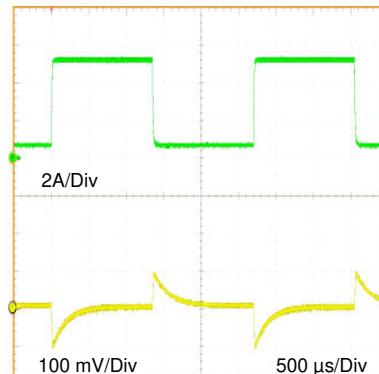
5A 时,  $V_{IN} = 12V$ ,  $V_O = 3.3V$ , 带宽 = 20MHz

图 5-40. 输出纹波



5A 时,  $V_{IN} = 12V$ ,  $V_O = 3.3V$ , 带宽 = 250MHz

图 5-41. 输出纹波



$V_{IN} = 12V$ ,  $V_O = 3.3V$ , 0.5A 至 5A 阶跃

图 5-42. 来自评估板的瞬态响应

## 5.6 典型特性 (续)

除非另有说明，否则以下条件适用： $V_{IN} = 12V$ ； $C_{IN} = 2 \times 10 \mu F + 1 \mu F X7R$  陶瓷； $C_O = 220 \mu F$  专用聚合物 +  $10\mu F$  陶瓷；绘制波形时， $T_A = 25^\circ C$ 。带有 \* 标记的效率和功耗图在轻负载时可能会出现循环跳跃，这会导致输出纹波稍微增加 - 请参阅 [设计步骤](#) 部分。

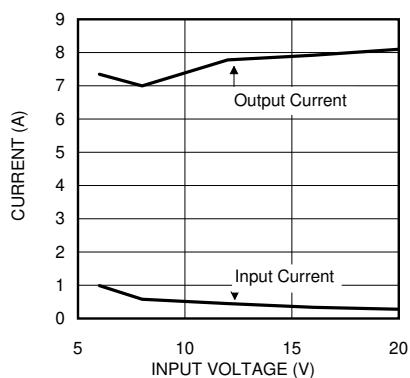


图 5-43. 短路电流与输入电压间的关系

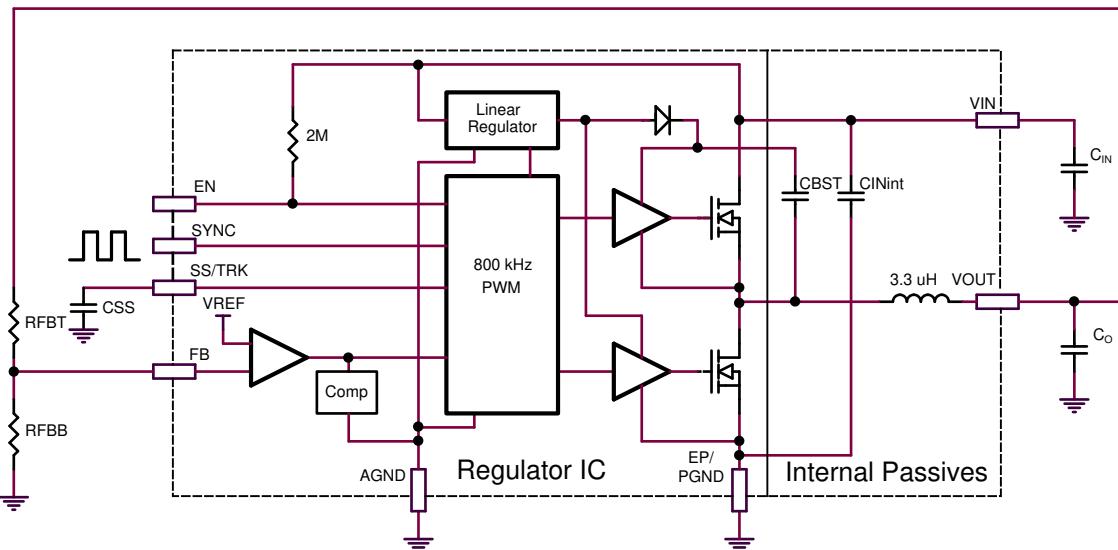
## 6 详细说明

### 6.1 概述

使用的架构是一种内部补偿仿真峰值电流模式控制，该架构基于能够支持高负载电流的单片同步 SIMPLE SWITCHER 电源转换器模块内核。与内部 0.8V 基准电压进行比较，通过反馈使输出电压保持在预期范围内。对于仿真峰值电流模式，在电感器电流的下降斜坡上对谷值电流进行采样。该电流用作启动下一个周期的电流直流值。

仿真峰值电流模式的主要应用是在窄占空比下运行的高输入电压至低输出电压。通过在开关周期结束时对电感器电流进行采样并添加外部斜坡，可以显著缩短最短导通时间，无需消隐或滤波，而峰值电流模式控制通常需要消隐或滤波。

### 6.2 功能方框图



### 6.3 特性说明

#### 6.3.1 同步输入

PWM 开关频率可同步到外部频率源。如果未使用此功能，则将此输入直接接地，或通过  $1.5\text{k}\Omega$  或更低的电阻器连接到地。允许的同步频率范围为 650kHz 至 950kHz。典型的输入阈值为 1.4V 转换电平。理想情况下，输入时钟信号的振幅必须至少比阈值高 2 倍，因此 TI 建议通过  $1.5\text{k}\Omega$  戴维南源电阻从 3.3V 逻辑电平直接驱动。

#### 备注

施加持续逻辑 1 对应于零赫兹 PWM 频率，并会导致模块停止开关。

#### 6.3.2 输出过压保护

如果 FB 电压大于 0.86V 内部基准电压，则误差放大器的输出会下拉至接地，从而导致  $V_O$  下降。

### 6.3.3 电流限制

LMZ22005 由低侧 (LS) 和高侧 (HS) 电流限制电路提供保护。在关断期间，通过监测流经 LS 同步 MOSFET 的电流来执行 LS 电流限制检测。请参考 [功能方框图](#)，当顶部 MOSFET 关闭时，电感器电流会流经负载、PGND 引脚和内部同步 MOSFET。如果此电流超过 5.4A ( 典型值 )，电流限制比较器会禁用下一个开关周期的启动。在电流降至限值以下之前，禁止开关周期。

#### 备注

直流电流限制取决于占空比，如 [典型特性](#) 部分的图中所示。

HS 电流限制会监控顶部 MOSFET 的电流。一旦检测到 HS 电流限制 ( 典型值为 7A )，立即关断 HS MOSFET，直到进入下一个周期。超过 HS 电流限制会导致  $V_O$  下降。超出 LS 电流限制的典型行为是  $f_{SW}$  降至工作频率的 1/2。

### 6.3.4 热保护

LMZ22005 的结温不得超过最大额定值。在 165°C ( 典型值 ) 激活的内部热关断电路会使器件进入低功耗待机状态，从而实现热保护。在此状态下，主 MOSFET 保持关断状态，导致  $V_O$  下降，此外 CSS 电容器也会放电至接地。热保护有助于防止因器件意外过热而发生灾难性故障。当结温回落至 150°C ( 典型迟滞 = 15°C ) 以下时，释放 SS 引脚， $V_O$  平稳上升，并恢复正常运行。

需要最大输出电流的应用，尤其是高输入电压下的应用，在高温下可能需要额外的降额。

### 6.3.5 预偏置启动

LMZ22005 在启动时会正确地进入预偏置输出状态。这种启动情况在多轨逻辑应用中很常见，在启动序列期间，不同电源轨之间可能存在电流路径。图 6-1 展示了此模式下的正常行为。布线一为使能信号变为高电平。布线二为 1.5V 预偏置上升至 3.3V。上升时间由  $C_{SS}$ 、布线三决定。

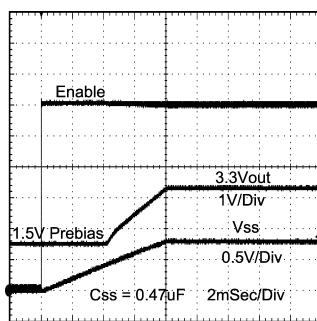


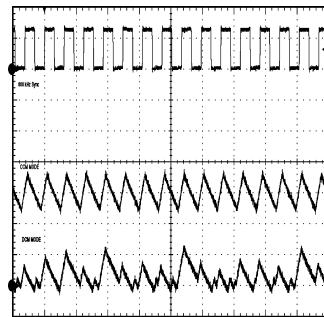
图 6-1. 预偏置启动

## 6.4 器件功能模式

### 6.4.1 不连续导通模式和连续导通模式

在轻负载条件下，稳压器将以不连续导通模式 (DCM) 运行。当负载电流高于临界导通点时，它将以连续导通模式 (CCM) 运行。在 CCM 下，电流在整个开关周期内流经电感器，在关断期间绝不会下降至零。在 DCM 下运行时，电感器电流保持为等于  $I_{OUT}$  的平均值。对于所用的仿真电流模式控制方法，电感器电流表现出正常行为。在这种工作模式下，输出电压纹波通常会增加。

图 6-2 是一个波形对比图，显示了 CCM ( 上部 ) 和 DCM 工作模式。



$V_{IN} = 12V$  ,  $V_O = 3.3V$  ,  $I_O = 3A/0.3A$  ,  $2 \mu s/div$

图 6-2. CCM 和 DCM 工作模式

## 7 应用和实施

### 备注

以下应用部分中的信息不属于 TI 器件规格的范围，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客户应负责确定器件是否适用于其应用。客户应验证并测试其设计，以确保系统功能。

### 7.1 应用信息

LMZ22005 是一款降压型直流/直流电源模块。该器件通常用于将较高的直流电压转换为较低的直流电压，最大输出电流为 5A。以下设计过程可用于为 LMZ22005 选择元件。或者，也可以使用 WEBENCH 软件生成完整设计。

生成设计时，WEBENCH 软件使用迭代设计过程并访问综合的元件数据库。有关更多详细信息，请访问 [www.ti.com.cn](http://www.ti.com.cn)。

### 7.2 典型应用

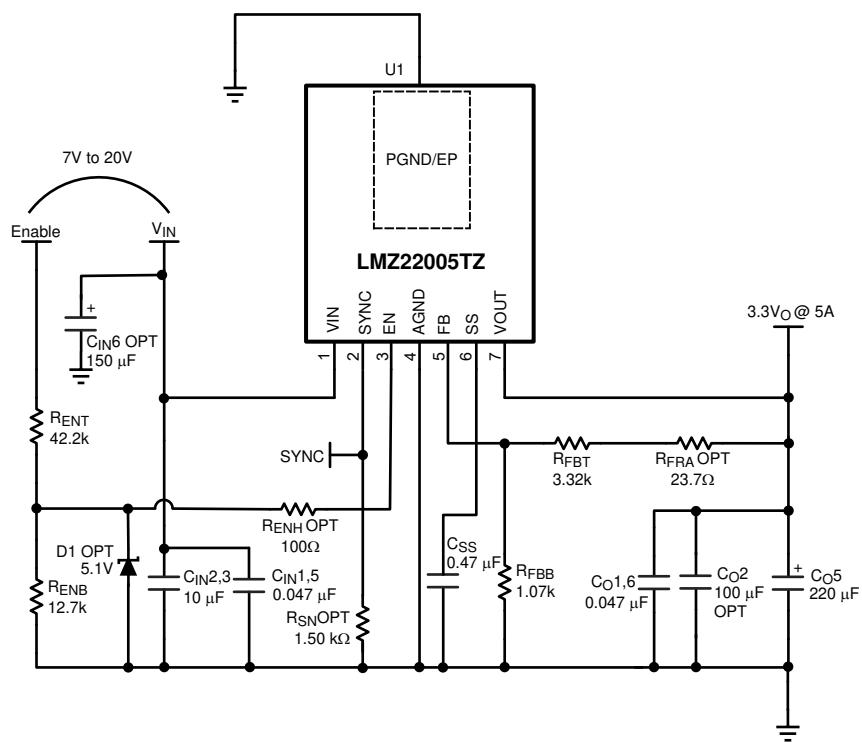


图 7-1. 典型应用原理图

#### 7.2.1 设计要求

此示例使用以下应用参数：

- $V_{IN}$  范围 = 最高 20V
- $V_{OUT}$  = 0.8V 至 6V
- $I_{OUT}$  = 5A

#### 7.2.2 详细设计过程

##### 7.2.2.1 使用 WEBENCH® 工具创建定制设计方案

[点击此处](#)，使用 LMZ22005 器件并借助 WEBENCH® Power Designer 创建定制设计方案。

1. 首先键入输入电压 ( $V_{IN}$ )、输出电压 ( $V_{OUT}$ ) 和输出电流 ( $I_{OUT}$ ) 要求。

2. 使用优化器表盘，优化该设计的关键参数，如效率、占用空间和成本。
3. 将生成的设计与德州仪器 (TI) 其他可行的解决方案进行比较。

WEBENCH Power Designer 提供了定制原理图，并罗列了实时价格和元件供货情况的物料清单。

在多数情况下，可执行以下操作：

- 运行电气仿真，观察重要波形以及电路性能
- 运行热性能仿真，了解电路板热性能
- 将定制原理图和布局方案以常用 CAD 格式导出
- 打印 PDF 格式的设计报告并与同事共享

有关 WEBENCH 工具的更多信息，请访问 [www.ti.com/WEBENCH](http://www.ti.com/WEBENCH)。

### 7.2.2.2 设计步骤

WEBENCH 全面支持 LMZ22005，该工具提供：元件选型、电气和热仿真。此外，还提供评估板和演示板，可作为设计的起点。可以按照以下步骤列表来快速设计 LMZ22005 应用。

1. 使用使能分压电阻器选择最小工作  $V_{IN}$
2. 通过电阻分压器选择对  $V_O$  进行编程
3. 选择  $C_O$
4. 选择  $C_{IN}$
5. 确定模块功率耗散
6. 可满足所需热性能的 PCB 布局

### 7.2.2.3 使能分压器、 $R_{ENT}$ 、 $R_{ENB}$ 和 $R_{ENH}$ 选型

模块内部是一个  $2M\Omega$  上拉电阻器，从  $V_{IN}$  连接到使能。对于不需要精密欠压锁定 (UVLO) 的应用，使能输入可保持开路，且内部电阻器会始终启用模块。在这种情况下，通常在  $4.3V$  ( $V_{IN}$  上升) 发生内部 UVLO。

在具有独立监控电路的应用中，“使能”可以直接连接到逻辑源。在电源时序控制的情况下，分压器连接到一个电源轨，该电源轨在加电周期中比 LMZ22005 输出电源轨更早变为活动状态。

使能提供精确的  $1.279V$  阈值，从而可以从较高的使能电压 (例如  $V_{IN}$ ) 直接逻辑驱动或连接至分压器。此外，还提供  $21\mu A$  (典型值) 的开关失调电流，从而实现可编程迟滞。具体请参阅图 7-2。

使能分压器的功能是让设计人员可以选择一个输入电压，低于该电压时会禁用电路。这实现了可编程 UVLO 的功能。必须根据以下比率选择两个电阻器：

$$R_{ENT} / R_{ENB} = (V_{IN\ UVLO} / 1.279\ V) - 1 \quad (1)$$

LMZ22005 典型应用中使用  $12.7k\Omega$  的  $R_{ENB}$  和  $42.2k\Omega$  的  $R_{ENT}$ ，从而使上升 UVLO 为  $5.46V$ 。

#### 备注

有一个中点  $5.1V$  齐纳钳位可将 UVLO 设置为在扩展工作范围内运行。如果目标应用禁止超过最大使能输入电压，则不需要齐纳钳位。

通过包括  $R_{ENH}$ ，可以添加额外的使能电压迟滞。可以为  $R_{ENT}$  和  $R_{ENB}$  选择相应的值，使得  $R_{ENH}$  的值为零，从而可以从设计中省略该电阻。

上升阈值可按如下方式计算：

$$V_{EN(rising)} = 1.279 (1 + R_{ENT} \parallel 2\ meg / R_{ENB}) \quad (2)$$

而下降阈值水平可通过以下方式计算：

$$V_{EN(falling)} = V_{EN(rising)} - 21\ \mu A (R_{ENT} \parallel 2\ meg \parallel R_{ENTB} + R_{ENH}) \quad (3)$$

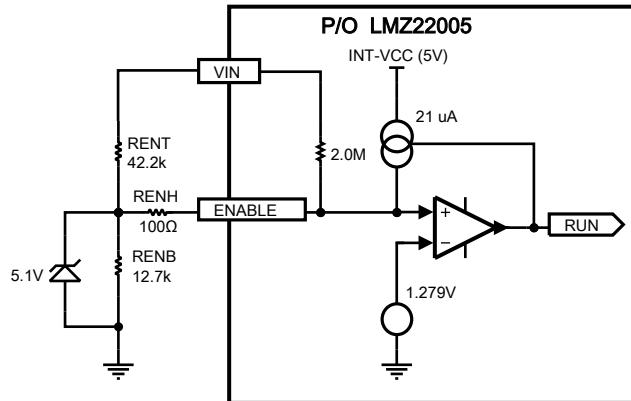


图 7-2. 使能输入详细信息

#### 7.2.2.4 输出电压选择

输出电压由  $V_O$  和地之间连接的两个电阻器组成的分压器决定。分压器的中点连接至  $FB$  输入端。

由外部分压电阻器  $R_{FBT}$  和  $R_{FBB}$  确定的稳压输出电压为：

$$V_O = 0.8 V \times (1 + R_{FBT} / R_{FBB}) \quad (4)$$

重新排列各项，可实现所需输出电压的两个反馈电阻器的比值为：

$$R_{FBT} / R_{FBB} = (V_O / 0.796 V) - 1 \quad (5)$$

所选电阻器的阻值通常必须在  $1.0k\Omega$  至  $10.0k\Omega$  范围内。

$V_O = 0.8V$  时， $FB$  引脚可直接连接至输出，因此可省略  $R_{FBB}$ 。

表 7-1 列出了  $R_{FBT}$  和  $R_{FBB}$  的值。

表 7-1. 典型应用物料清单

| 参考位号            | 说明                              | 外壳尺寸     | 制造商           | 制造商器件型号           |
|-----------------|---------------------------------|----------|---------------|-------------------|
| U1              | SIMPLE SWITCHER 电源转换器           | PFM-7    | 德州仪器 (TI)     | LMZ22005TZ        |
| $C_{in1,5}$     | 0.047μF, 50V, X7R               | 1206     | Yageo America | CC1206KRX7R9BB473 |
| $C_{in2,3}$     | 10μF, 50V, X7R                  | 1210     | Taiyo Yuden   | UMK325BJ106MM-T   |
| $C_{in6}$ (OPT) | 电容, 铝, 150μF, 50V               | Radial G | Panasonic     | EEE-FK1H151P      |
| $C_{o1,6}$      | 0.047μF, 50V, X7R               | 1206     | Yageo America | CC1206KRX7R9BB473 |
| $C_{o2}$ (OPT)  | 100μF, 6.3V, X7R                | 1210     | TDK           | C3225X5R0J107M    |
| $C_{o5}$        | 220 μF, 6.3V, SP-Cap            | (7343)   | Panasonic     | EEF-UE0J221LR     |
| $R_{FBT}$       | $3.32k\Omega$                   | 0805     | Panasonic     | ERJ-6ENF3321V     |
| $R_{FBB}$       | $1.07k\Omega$                   | 0805     | Panasonic     | ERJ-6ENF1071V     |
| $R_{SN}$ (OPT)  | $1.50k\Omega$                   | 0805     | Vishay Dale   | CRCW08051K50FKEA  |
| $R_{ENT}$       | $42.2k\Omega$                   | 0805     | Panasonic     | ERJ-6ENF4222V     |
| $R_{ENB}$       | $12.7k\Omega$                   | 0805     | Panasonic     | ERJ-6ENF1272V     |
| $R_{FRA}$ (OPT) | $23.7\Omega$                    | 0805     | Vishay Dale   | CRCW080523R7FKEA  |
| $R_{ENH}$       | $100\Omega$                     | 0805     | Vishay Dale   | CRCW0805100RFKEA  |
| $C_{FF}$        | $180pF, \pm 10\%, C0G, 50V$     | 0805     | TDK           | 08055A181JAT2A    |
| $C_{ss}$        | $047 \mu F, \pm 10\%, X7R, 16V$ | 0805     | AVX           | 0805YC474KAT2A    |

表 7-1. 典型应用物料清单 (续)

| 参考位号    | 说明         | 外壳尺寸    | 制造商         | 制造商器件型号        |
|---------|------------|---------|-------------|----------------|
| D1(OPT) | 5.1V, 0.5W | SOD-123 | Diodes Inc. | MMSZ5231BS-7-F |

### 7.2.2.5 软启动电容器选型

可编程软启动让稳压器可以在启用后缓慢斜升至稳态工作点，从而减少来自输入电源的电流浪涌，并缩短输出电压上升时间。

导通时，在经过确保输入电压足够高的 UVLO 条件后，内部 2ms 电路会缓慢地使 SS/TRK 输入斜升，从而实现内部软启动。如果 1.6ms 时间足以实现导通，则可以不安装  $C_{SS}$  电容器。通过向此输入添加外部电容器，可实现更长的软启动时间。

软启动持续时间由以下公式得出：

$$t_{SS} = V_{REF} \times C_{SS} / I_{SS} = 0.796 \text{ V} \times C_{SS} / 50 \mu\text{A} \quad (6)$$

此公式可按如下方式重新排列：

$$C_{SS} = t_{SS} \times 50 \mu\text{A} / 0.796 \text{ V} \quad (7)$$

使用  $0.22 \mu\text{F}$  电容器可实现 3.5ms 的典型软启动持续时间；使用  $0.47 \mu\text{F}$  电容器可实现 7.5ms 的典型值。 $0.47 \mu\text{F}$  是建议的初始值。

软启动输入超过 0.796V 之后，功率级的输出会处于稳压状态，并停用  $50 \mu\text{A}$  电流。在以下状况下，使用内部灌电流将 SS 输入放电至地，从而重置软启动电容器。

- 使能输入被拉低
- 热关断条件
- 内部  $V_{CC}$  UVLO ( 输入至  $V_{IN}$  约 4.3V )

### 7.2.2.6 跟踪电源分压器选项

跟踪功能让该模块可以作为从电源连接到初级电压轨（通常是 3.3V 系统轨），从模块输出电压低于主模块的电压。适当的配置可使从电源轨与主电源轨同时加电，这样，在斜升期间，电源轨之间的电压差很小（即，典型值  $<0.15\text{V}$ ）。必须选择跟踪电阻分压器的值，以便尽可能减小内部  $50\mu\text{A}$  电流源的影响。大多数情况下，跟踪分压电阻器的比率与输出电压设置分压器的比率相同。在跟踪模式下，为了保证正常运行，从电源轨的软启动时间必须比主电源轨的软启动时间更短；因为  $C_{SS}$  电容器被  $R_{TKB}$  取代，所以这是一个很容易满足的条件。仅在主电源的上电间隔时间内支持跟踪功能；一旦 SS/TRK 上升至超过 0.8V，则不再启用输入，且关闭  $50\mu\text{A}$  内部电流源。

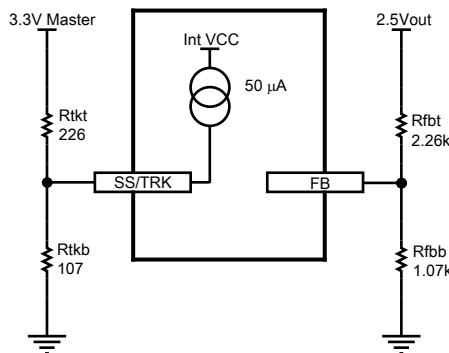


图 7-3. 跟踪选项输入详细信息

### 7.2.2.7 $C_O$ 选型

模块中不包含任何所需的  $C_O$  输出电容。根据误差放大器内部补偿的值，需要的最小值为  $200 \mu F$ 。为了获得更低的纹波，建议使用低 ESR 钽、有机半导体或专用聚合物电容器类型。输出电容器  $C_O$  可能包含多个靠近模块放置的并联电容器。输出电容器组件还必须满足  $0.5 \times ILRP-P$  的最坏情况下最小纹波电流额定值，如方程式 14 中计算的值。除此之外，只要 ESR 足够低，不会限制其纹波抑制能力，则增加电容可以降低输出纹波。环路响应验证对于确认闭环行为也很重要。

对于具有动态负载阶跃的应用；以下公式针对负载瞬态要求提供了良好的  $C_O$  初步近似值。其中  $V_{O-TRAN}$  在  $3.3V$  输出设计中为  $100mV$ 。

$$C_O \geq I_{O-TRAN} / (V_{O-TRAN} - ESR \times I_{O-TRAN}) \times (f_{sw} / V_O) \quad (8)$$

求解：

$$C_O \geq 4.5 A / (0.1 V - 0.007 \times 4.5 A) \times (800000 Hz / 3.3 V) \geq 271 \mu F \quad (9)$$

#### 备注

$200\mu F$  最小输出电容的稳定性要求是优先考虑的因素。

一种推荐的输出电容器组合是将  $220\mu F$ 、 $7m\Omega$  ESR 专用聚合物电容器与  $100\mu F$ 、 $6.3V$  X5R 陶瓷电容器并联。这种组合提供出色的性能，可能会超出某些应用的要求。此外，为实现高频 EMI 抑制，可使用一些小型陶瓷电容器。

### 7.2.2.8 $C_{IN}$ 选型

LMZ22005 模块仅包含少量输入电容。模块外部需要额外的输入电容来处理应用的输入纹波电流。输入电容器可以是多个并联电容器。此输入电容必须非常靠近模块。输入电容器的选择通常是为了满足输入纹波电流要求，而不是按照电容值进行选择。输入纹波电流额定值由以下公式决定：

$$I(C_{IN(RMS)}) \approx 1/2 \times I_O \times \text{SQRT}(D/1 - D) \quad (10)$$

其中

- $D \approx V_O / V_{IN}$

作为参考依据，当模块出现满负载电流和  $V_{IN} = 2 \times V_O$  时，会出现最坏情况纹波电流。

建议的最小输入电容为  $22\mu F$  X7R ( 或 X5R ) 陶瓷电容，其额定电压至少比为应用施加的最大输入电压高  $25\%$ 。TI 建议注意所选电容器的电压和温度降额。电容器数据表中可能会缺失陶瓷电容器的纹波电流额定值，您可能必须联系电容器制造商来获取此参数。

如果系统设计需要维持一定的峰峰值输入纹波电压最小值 ( $\Delta V_{IN}$ )，则可以使用以下公式。

$$C_{IN} \geq I_O \times D \times (1 - D) / f_{sw-CCM} \times \Delta V_{IN} \quad (11)$$

对于  $12V$  输入至  $3.3V$  输出应用，如果  $\Delta V_{IN}$  是  $V_{IN}$  的  $1\%$ ，则此值等于  $120mV$  且  $f_{sw} = 812kHz$ 。

$$C_{IN} \geq 5 A \times 3.3 V / 12 V \times (1 - 3.3 V / 12 V) / (812000 \times 0.120 V) \geq 10.2 \mu F \quad (12)$$

为了抑制传入电源线的输入电容和寄生电感的任何谐振效应，可能需要具有更高 ESR 的额外大容量电容。LMZ22005 典型应用原理图建议使用  $150 \mu F$   $50V$  铝电容器来实现此功能。在许多情况下，无需使用此电容器。

### 7.2.2.9 不连续导通模式和连续导通模式选择

确定 DCM/CCM 边界的近似计算公式如下：

$$I_{DCB} \approx V_O \times (V_{IN} - V_O) / (2 \times 3.3 \mu H \times f_{SW(CCM)} \times V_{IN}) \quad (13)$$

模块内部的电感器是  $3.3 \mu H$ 。选择此值是为了在低输入电压应用和高输入电压应用之间实现良好平衡。受电感器影响的主要参数是电感器纹波电流 ( $I_{LR}$ ) 的振幅。 $I_{LR}$  可以使用以下公式来计算：

$$I_{LR\ P-P} = V_O \times (V_{IN} - V_O) / (3.3 \mu H \times f_{SW} \times V_{IN}) \quad (14)$$

其中

- $V_{IN}$  为最大输入电压
- $f_{SW}$  通常为  $812\text{kHz}$ 。

如果输出电流  $I_O$  是通过假设  $I_O = I_L$  来确定，则可以确定  $I_{LR}$  的更高峰值和更低峰值。

### 7.2.3 应用曲线

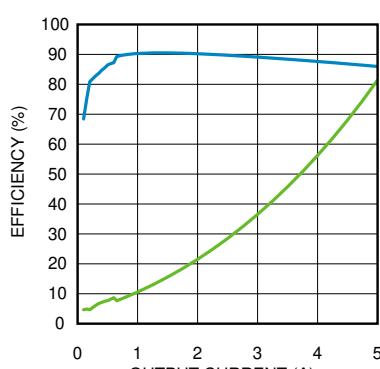


图 7-4. 效率

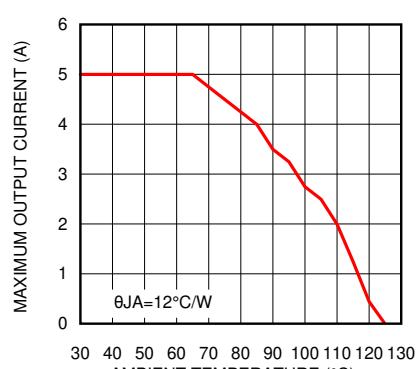


图 7-5. 热降额曲线

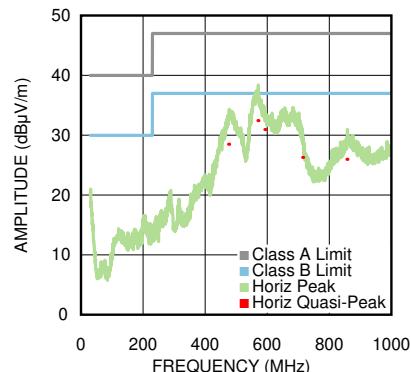


图 7-6. 演示板的辐射 EMI (EN 55022) (请参阅 AN-2125 )

## 7.3 电源相关建议

LMZ22005 器件可在 6V 至 20V 的输入电源电压范围内运行。此输入电源必须经过良好调节，能承受最大输入电流并且保持稳定的电压。输入电源轨的电阻必须足够低，以使输入电流瞬态不会在 LMZ22005 电源电压上造成足够高的压降，从而避免导致错误的 UVLO 故障触发和系统复位。如果输入电源距离 LMZ22005 超过几英寸，那么除了陶瓷旁路电容器之外可能还需要额外的大容量电容。大容量电容的容值并不关键，但一般选择 47 µF 或 100 µF 的电解电容。

## 7.4 布局

### 7.4.1 布局指南

PCB 布局是直流/直流转换器设计的一个重要部分。糟糕的电路板布局布线会由于造成了布线内的电磁干扰 (EMI)、接地反弹和阻性压降，而影响直流/直流转换器和周围电路的性能。将错误的信号发送给直流/直流转换器，从而导致不良稳压或不稳定。遵循以下几项简单设计规则有助于实现良好布局。图 7-9 展示了一个良好的示例布局。

#### 1. 尽可能减小开关电流环路的面积。

从降低 EMI 的角度来看，必须在 PCB 布局期间尽可能减小高  $di/dt$  路径，如图 7-7 中所示。不重叠的高电流环路具有高  $di/dt$ ，如果输入电容器 (CIN1) 与 LMZ22005 之间存在一定的距离，则会在输出引脚上产生可观察到的高频噪声。因此，将 CIN1 放置在尽可能靠近 LMZ22005 VIN 和 PGND 外露焊盘的位置。这将更大限度

地减小高  $di/dt$  面积并减少辐射 EMI。此外，输入电容器和输出电容器的接地都必须包含连接到 PGND 外露焊盘 (EP) 的局部顶层平面。

2. 有单点接地。

反馈的接地连接、软启动和使能元件必须连接到器件的 AGND 引脚。这可防止任何开关或负载电流在模拟接地走线中的流动。如果地线处理不好，会导致负载调节性能下降或输出电压纹波不正常。此外，从引脚 4 (AGND) 至 EP/PGND 提供单点接地连接。

3. 尽可能减小到 FB 引脚的布线长度。

反馈电阻器  $R_{FBT}$  和  $R_{FBB}$  以及前馈电容器  $C_{FF}$  必须放置在靠近 FB 引脚的位置。由于 FB 节点具有高阻抗，因此应保持尽可能小的铜面积。 $R_{FBT}$ 、 $R_{FBB}$  和  $C_{FF}$  的布线必须远离 LMZ22005 的主体布线，以尽可能减少可能的噪声拾取。

4. 使输入和输出总线连接尽可能宽。

这可减小转换器输入或输出上的压降并尽可能提高效率。为了优化负载端的电压精度，请确保对负载使用单独的反馈电压检测布线。由此将可校正压降并提供更好的输出精度。

5. 提供充分的器件散热。

使用矩阵式散热过孔将外露焊盘连接到 PCB 底层上的接地平面。如果 PCB 有多个铜层，还可以使用这些散热过孔来连接到内层散热接地平面。为获得更好的结果，请使用  $6 \times 10$  过孔阵列，其最小过孔直径为 8mil，散热过孔间隔为 39mil (1.0mm)。确保用于散热的铜箔面积充足，以使器件的结温保持在 125°C 以下。

#### 7.4.2 布局示例

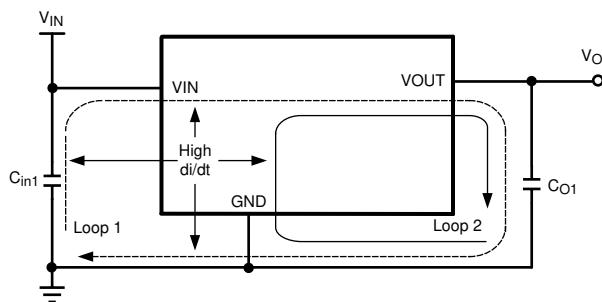


图 7-7. 尽可能减少关键电流环路

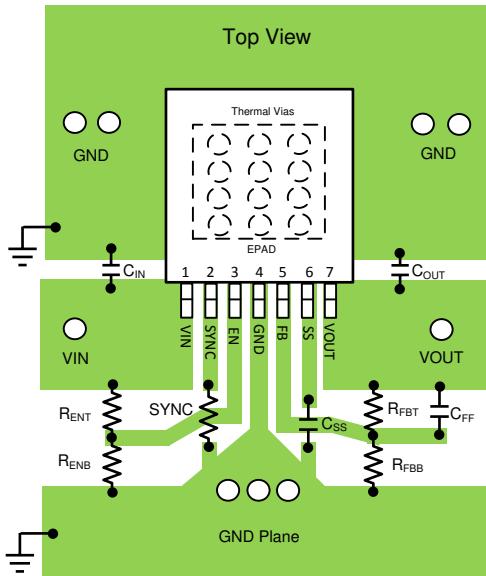


图 7-8. PCB 布局指南

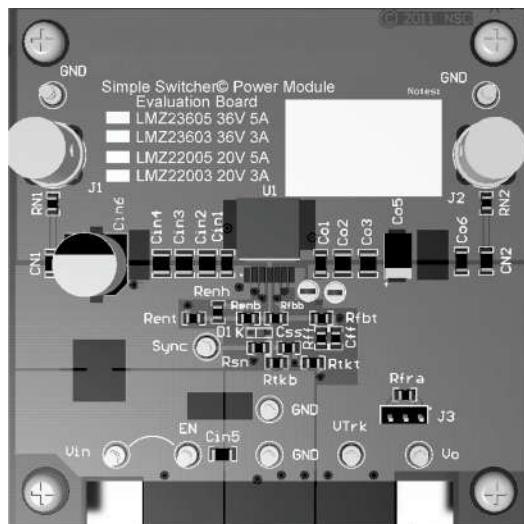


图 7-9. 顶视图评估板 - 请参阅 AN - 2085 SNVA457

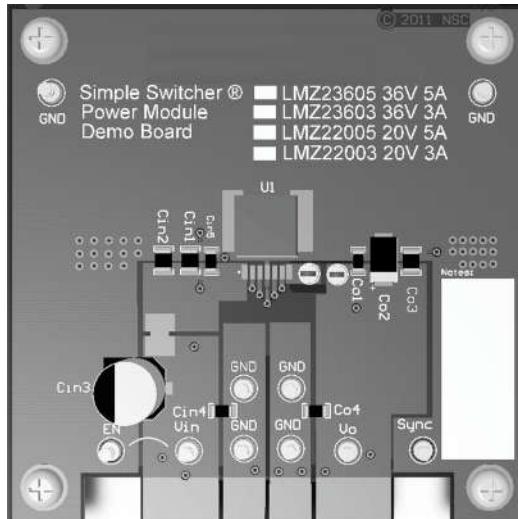


图 7-10. 底视图演示板

#### 7.4.3 功率耗散和热效应注意事项

计算模块耗散时，请使用应用的最大输入电压和平均输出电流。特性曲线中提供了许多常见的工作条件，因此通过插值可以推导出不太常见的应用。在所有设计中，结温必须保持在 125°C 的额定最大值以下。

对于  $V_{IN} = 12V$ 、 $V_{O} = 3.3V$ 、 $I_{O} = 5A$  且  $T_{AMB(MAX)} = 85^{\circ}C$  的设计情形，模块从外壳到环境的热阻必须小于：

$$R_{\theta CA} < (T_{J-MAX} - T_{A-MAX}) / P_{IC-LOSS} - R_{\theta JC} \quad (15)$$

假设结至外壳的典型热阻为  $1.9^{\circ}C/W$ 。使用 [典型特性](#) 部分中的  $85^{\circ}C$  功率耗散曲线来估算所设计应用的  $P_{IC-LOSS}$ 。在此应用中，它是  $4.3W$ 。

$$R_{\theta CA} = (125 - 85) / 4.3 W - 1.9 = 7.4 \quad (16)$$

为了使  $R_{\theta CA} = 7.4$ ，要求 PCB 能够有效散热。在没有空气流量且没有外部散热器的情况下，顶部和底部金属层上均覆盖  $2oz$  铜所需的电路板面积可以使用以下公式准确地估算：

$$Board\_Area\_cm^2 = 500^{\circ}C \times cm^2/W / R_{\theta CA} \quad (17)$$

因此，PCB 设计的顶层和底层使用  $2oz$  铜需要的面积大约为 67 平方厘米。PCB 铜散热器必须连接到外露焊盘。大约六十个间隔为  $39mil$  ( $1.0mm$ ) 的  $8mil$  散热过孔将顶层铜连接到底层铜。有关 SIMPLE SWITCHER 电源转换器模块的高热性能 PCB 布局的示例，另请参阅 AN-2085 ([SNVA457](#))、AN-2125 ([SNVA437](#))、AN-2020 ([SNVA419](#)) 和 AN-2026 ([SNVA424](#))。

#### 7.4.4 电源模块 SMT 指南

以下建议适用于标准模块表面贴装组件

- 焊盘图案 - 阻焊层限定焊盘或非阻焊层限定焊盘均遵循 PCB 焊盘图案。
- 板孔孔径
  - 对于裸露芯片连接焊盘 (DAP)，调整模板以使 PCB 焊盘图案的覆盖率为 80%。
  - 对于所有其他 I/O 焊盘，在孔径和焊盘图案之间建议使用 1:1 的比率。
- 焊锡膏 - 使用标准 SAC 合金，例如 SAC 305、3 类或更高类别。
- 板孔厚度 - 0.125mm 至 0.15mm。
- 回流焊 - 请参阅焊锡膏供应商建议，并根据电路板尺寸和密度进行优化。
- 有关回流焊的信息，请参阅 [LMZ1xxx](#) 和 [LMZ2xxx](#) 电源模块系列设计摘要应用说明。
- 允许的最大回流焊数为一。

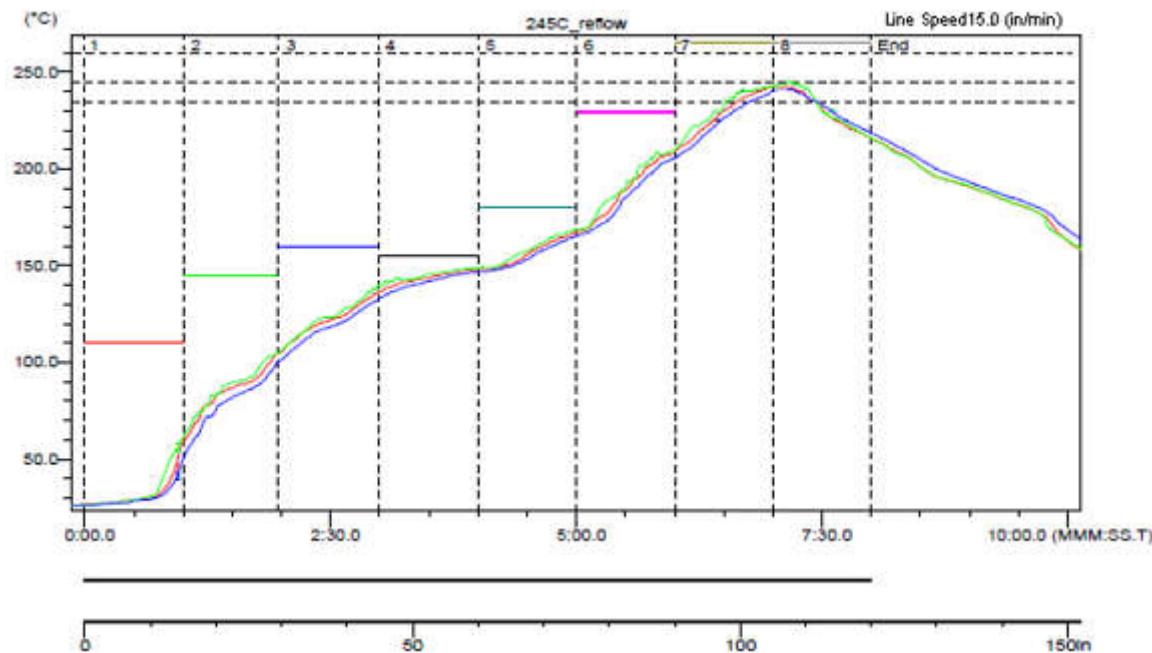


图 7-11. 示例回流焊曲线

表 7-2. 示例回流焊曲线表

| 探头 | 最高温度 (°C) | 达到最高温度 | 高于 235°C 的时间 | 已达到 235°C | 高于 245°C 的时间 | 已达到 245°C | 高于 260°C 的时间 | 已达到 260°C |
|----|-----------|--------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|
| 1  | 242.5     | 6.58   | 0.49         | 6.39      | 0.00         | -         | 0.00         | -         |
| 2  | 242.5     | 7.10   | 0.55         | 6.31      | 0.00         | 7.10      | 0.00         | -         |
| 3  | 241.0     | 7.09   | 0.42         | 6.44      | 0.00         | -         | 0.00         | -         |

## 8 器件和文档支持

### 8.1 器件支持

#### 8.1.1 开发支持

##### 8.1.1.1 使用 WEBENCH® 工具创建定制设计方案

[点击此处](#)，使用 LMZ22005 器件并借助 WEBENCH® Power Designer 创建定制设计方案。

1. 首先键入输入电压 ( $V_{IN}$ )、输出电压 ( $V_{OUT}$ ) 和输出电流 ( $I_{OUT}$ ) 要求。
2. 使用优化器表盘，优化该设计的关键参数，如效率、占用空间和成本。
3. 将生成的设计与德州仪器 (TI) 其他可行的解决方案进行比较。

WEBENCH Power Designer 提供了定制原理图，并罗列了实时价格和元件供货情况的物料清单。

在多数情况下，可执行以下操作：

- 运行电气仿真，观察重要波形以及电路性能
- 运行热性能仿真，了解电路板热性能
- 将定制原理图和布局方案以常用 CAD 格式导出
- 打印 PDF 格式的设计报告并与同事共享

有关 WEBENCH 工具的更多信息，请访问 [www.ti.com/WEBENCH](http://www.ti.com/WEBENCH)。

### 8.2 文档支持

#### 8.2.1 相关文档

请参阅以下相关文档：

- 德州仪器 (TI)，[LMZ14203 SIMPLE SWITCHER 电源模块的反相应用](#)应用手册
- 德州仪器 (TI)，[焊接的绝对最大额定值](#)应用手册
- 德州仪器 (TI)，[LMZ1420x / LMZ1200x 评估板](#)应用手册
- 德州仪器 (TI)，[LMZ23605/03、LMZ22005/03 评估板](#)应用手册
- 德州仪器 (TI)，[LM10000 - PowerWise AVS 系统控制器评估板](#)应用手册
- 德州仪器 (TI)，[热设计：学会洞察先机，不做事后诸葛](#)应用手册
- 德州仪器 (TI)，[PCB 设计对 SIMPLE SWITCHER 电源模块热性能的影响](#)应用手册
- 德州仪器 (TI)，[LMZ1xxx 和 LMZ2xxx 电源模块系列设计摘要](#)应用手册

### 8.3 接收文档更新通知

要接收文档更新通知，请导航至 [ti.com](http://ti.com) 上的器件产品文件夹。点击[通知](#)进行注册，即可每周接收产品信息更改摘要。有关更改的详细信息，请查看任何已修订文档中包含的修订历史记录。

### 8.4 支持资源

[TI E2E™ 中文支持论坛](#)是工程师的重要参考资料，可直接从专家处获得快速、经过验证的解答和设计帮助。搜索现有解答或提出自己的问题，获得所需的快速设计帮助。

链接的内容由各个贡献者“按原样”提供。这些内容并不构成 TI 技术规范，并且不一定反映 TI 的观点；请参阅 TI 的[使用条款](#)。

### 8.5 商标

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

WEBENCH® and SIMPLE SWITCHER® are registered trademarks of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 8.6 静电放电警告



静电放电 (ESD) 会损坏这个集成电路。德州仪器 (TI) 建议通过适当的预防措施处理所有集成电路。如果不遵守正确的处理和安装程序，可能会损坏集成电路。

ESD 的损坏小至导致微小的性能降级，大至整个器件故障。精密的集成电路可能更容易受到损坏，这是因为非常细微的参数更改都可能会导致器件与其发布的规格不相符。

## 8.7 术语表

[TI 术语表](#) 本术语表列出并解释了术语、首字母缩略词和定义。

## 9 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

| <b>Changes from Revision K (May 2024) to Revision L (June 2025)</b> | <b>Page</b> |
|---|-------------|
| • 向特性列表添加了 WEBENCH 链接.....  | 1           |
| • 将峰值回流焊管壳温度时间从 30 秒更改为 20 秒.....                                   | 4           |
| • 添加了所需的 WEBENCH 部分.....  | 17          |
| • 添加了所需的 WEBENCH 部分.....  | 28          |

| <b>Changes from Revision J (August 2015) to Revision K (May 2024)</b> | <b>Page</b> |
|---|-------------|
| • 更新了格式以匹配新的 TI 布局和流程。整个文档中的表、图和交叉参考使用新的编号顺序.....                     | 1           |

## 10 机械、封装和可订购信息

以下页面包含机械、封装和可订购信息。这些信息是指定器件可用的最新数据。数据如有变更，恕不另行通知，且不会对此文档进行修订。有关此数据表的浏览器版本，请查阅左侧的导航栏。

**PACKAGING INFORMATION**

| Orderable part number | Status<br>(1) | Material type<br>(2) | Package   Pins    | Package qty   Carrier | RoHS<br>(3) | Lead finish/<br>Ball material<br>(4) | MSL rating/<br>Peak reflow<br>(5) | Op temp (°C) | Part marking<br>(6) |
|-----------------------|---------------|----------------------|-------------------|-----------------------|-------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------|---------------------|
| LMZ22005TZ/NOPB       | Active        | Production           | TO-PMOD (NDW)   7 | 45   TUBE             | Yes         | SN                                   | Level-3-245C-168 HR               | -40 to 85    | LMZ22005            |
| LMZ22005TZ/NOPB.A     | Active        | Production           | TO-PMOD (NDW)   7 | 45   TUBE             | Yes         | SN                                   | Level-3-245C-168 HR               | -40 to 85    | LMZ22005            |
| LMZ22005TZE/NOPB      | Active        | Production           | TO-PMOD (NDW)   7 | 250   SMALL T&R       | Yes         | SN                                   | Level-3-245C-168 HR               | -40 to 85    | LMZ22005            |
| LMZ22005TZE/NOPB.A    | Active        | Production           | TO-PMOD (NDW)   7 | 250   SMALL T&R       | Yes         | SN                                   | Level-3-245C-168 HR               | -40 to 85    | LMZ22005            |
| LMZ22005TZX/NOPB      | Active        | Production           | TO-PMOD (NDW)   7 | 500   LARGE T&R       | Yes         | SN                                   | Level-3-245C-168 HR               | -40 to 85    | LMZ22005            |
| LMZ22005TZX/NOPB.A    | Active        | Production           | TO-PMOD (NDW)   7 | 500   LARGE T&R       | Yes         | SN                                   | Level-3-245C-168 HR               | -40 to 85    | LMZ22005            |

<sup>(1)</sup> **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).

<sup>(2)</sup> **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.

<sup>(3)</sup> **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.

<sup>(4)</sup> **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.

<sup>(5)</sup> **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.

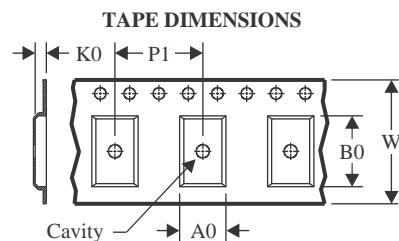
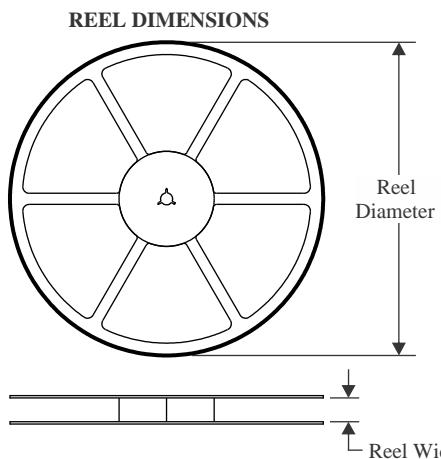
<sup>(6)</sup> **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

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.

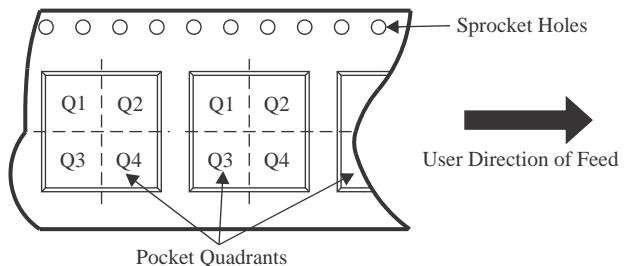
**Important Information and Disclaimer:** The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. 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.



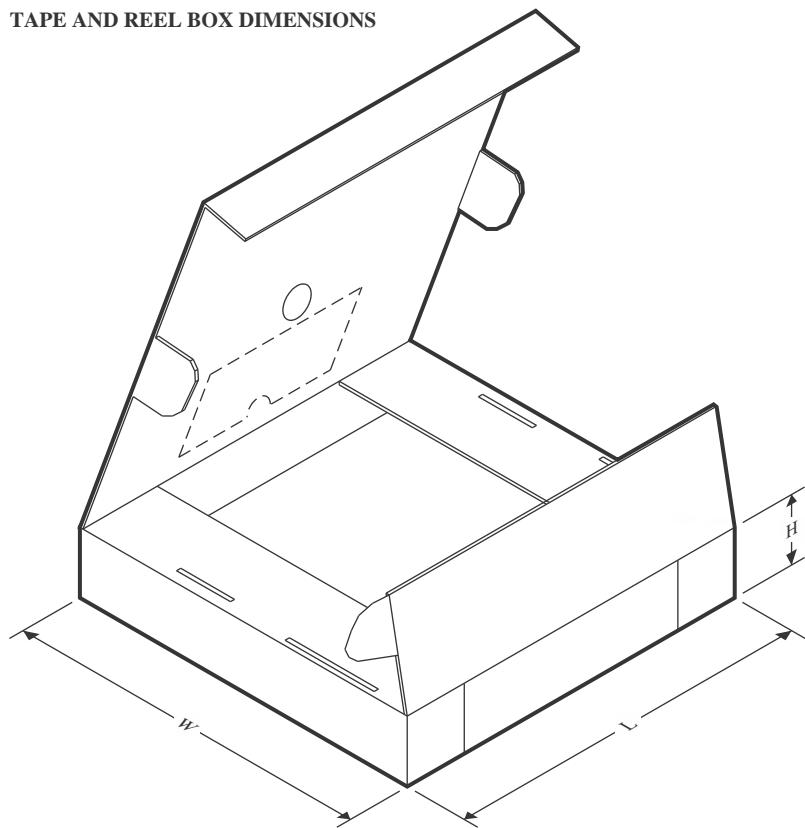
**TAPE AND REEL INFORMATION**


|    |   |
|----|---|
| 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**


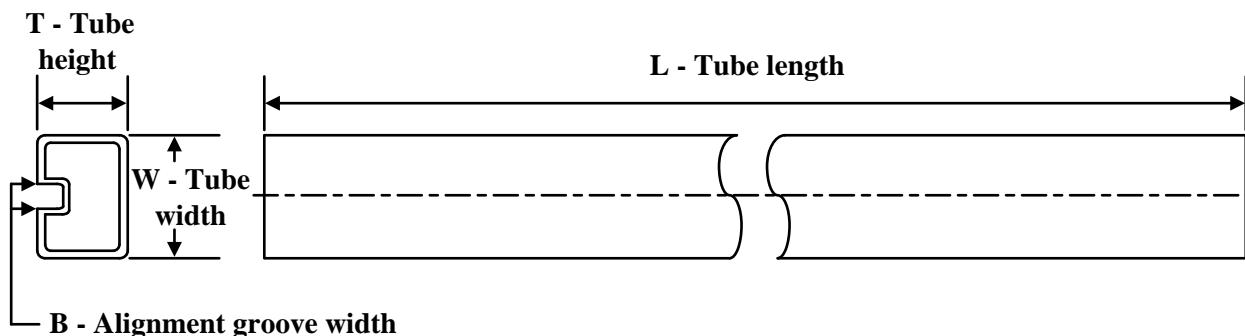
\*All dimensions are nominal

| 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 |
|------------------|--------------|-----------------|------|-----|--------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|--------|---------------|
| LMZ22005TZE/NOPB | TO-PMOD      | NDW             | 7    | 250 | 330.0              | 24.4               | 10.6    | 14.22   | 5.0     | 16.0    | 24.0   | Q2            |
| LMZ22005TZX/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) |
|------------------|--------------|-----------------|------|-----|-------------|------------|-------------|
| LMZ22005TZE/NOPB | TO-PMOD      | NDW             | 7    | 250 | 356.0       | 356.0      | 45.0        |
| LMZ22005TZX/NOPB | TO-PMOD      | NDW             | 7    | 500 | 356.0       | 356.0      | 45.0        |

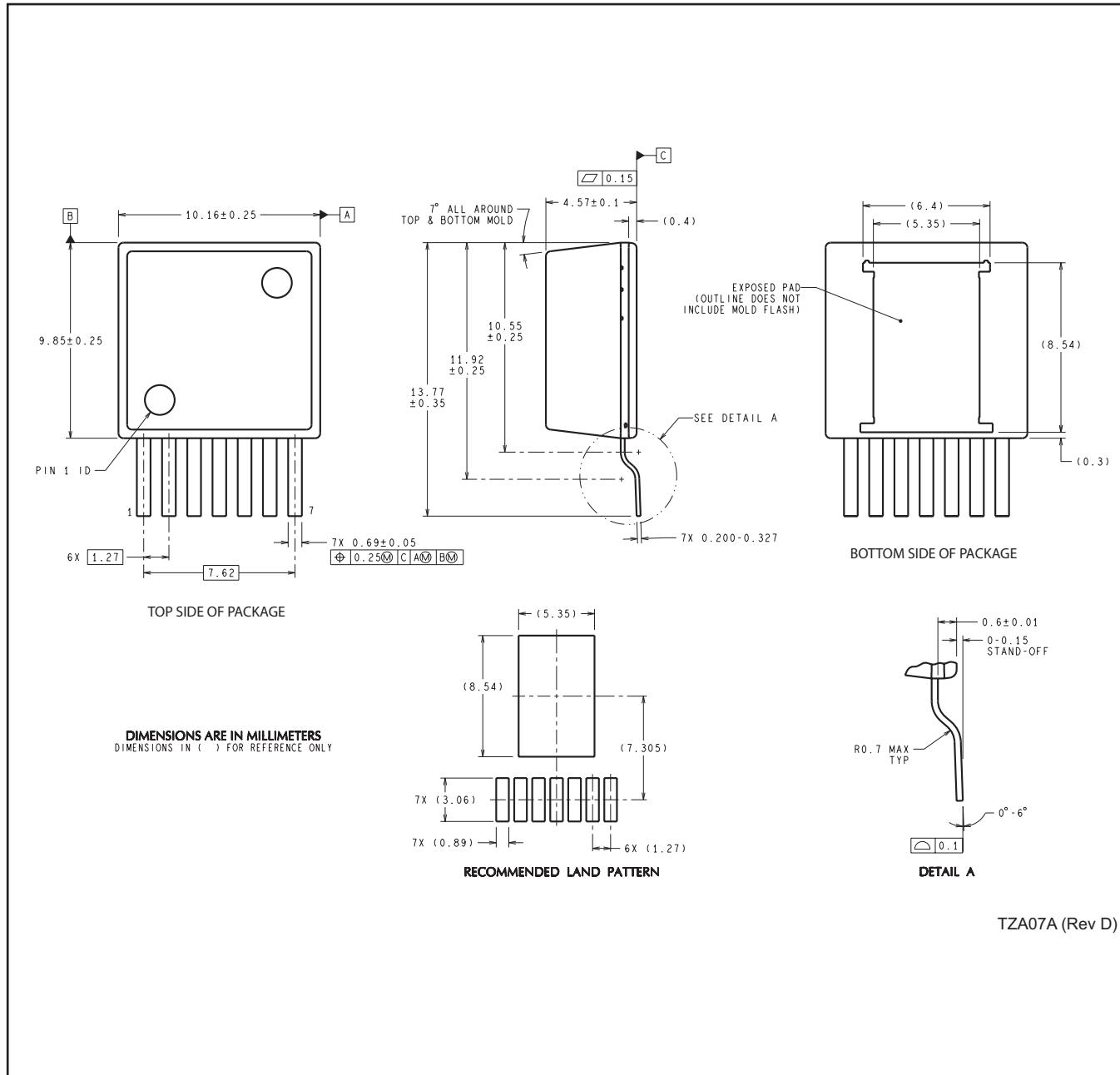
**TUBE**


\*All dimensions are nominal

| Device            | Package Name | Package Type | Pins | SPQ | L (mm) | W (mm) | T ( $\mu$ m) | B (mm) |
|-------------------|--------------|--------------|------|-----|--------|--------|--------------|--------|
| LMZ22005TZ/NOPB   | NDW          | TO-PMOD      | 7    | 45  | 502    | 17     | 6700         | 8.4    |
| LMZ22005TZ/NOPB.A | NDW          | TO-PMOD      | 7    | 45  | 502    | 17     | 6700         | 8.4    |

## MECHANICAL DATA

NDW0007A



TZA07A (Rev D)

## 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