# LM1117-Q1 18V、1A、汽车级固定输出线性稳压器

## 1 特性

- 符合面向汽车应用的 AEC-Q100 标准：
  - 温度等级 1：–40°C 至 +125°C，$T_A$
  - 结温：–40°C 至 +150°C，$T_J$
- 输入电压范围 $V_{IN}$：
  - 绝对最大值：20V
  - 工作范围：2.5V 至 18V
- 输出电压范围 $V_{OUT}$：
  - 1.2V、3.3V、5V、12V 固定
  - 可根据要求提供 0.8V 至 13.0V（固定、100mV 阶跃）
- 输出电流：高达 1A
- 低静态电流 $I_Q$：65 μA（典型值）
- ±1% 输出精度
- 高 PSRR：
  - 1kHz 时为 60dB
  - 1MHz 时为 40dB
- 内部软启动时间：500μs（典型值）
- 折返电流限制和热保护
- 与 1μF 的陶瓷输出电容器搭配使用时可保持稳定
- 封装：
  - SOT-223 (DCY)，$R_{\theta JA}$ = 95.4°C/W
  - TO-252 (KVU)，$R_{\theta JA}$= 67.2°C/W

## 2 应用

- 车载充电器
- 牵引逆变器
- 两轮车和三轮车牵引驱动器
- 直流/直流转换器系统

## 3 说明

LM1117-Q1 是一款符合 AEC-Q100 标准的线性稳压器，适用于汽车应用。与传统的 x1117 稳压器相比，该器件提供了更高的性能、更严格的输出精度和低静态电流 ($I_Q$)，可将待机功耗降至最低。

LM1117-Q1 输入电压范围为 2.5V 至 18V（绝对最大值为 20V）。该器件提供 1.2V、3.3V、5V 和 12V 固定输出电压。

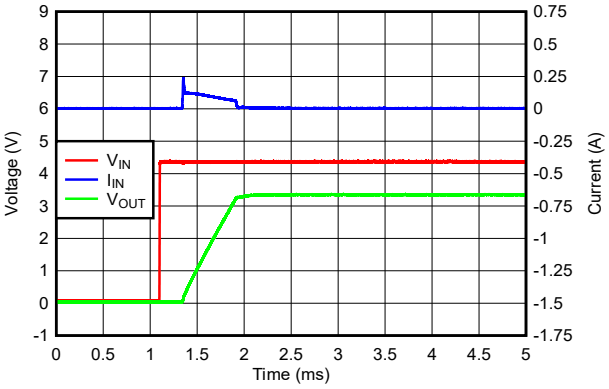
LM1117-Q1 的宽带宽 PSRR 性能通常在 1kHz 时大于 60dB，在 1MHz 时大于 40dB，这减小了上游直流/直流转换器的开关频率。

此外，LM1117-Q1 还具有内部软启动功能，可减少启动期间的浪涌电流，有助于通过尽可能减少输入电容需求来节省设计空间和成本。LM1117-Q1 具有折返电流限制，可在高负载电流故障或短路事件期间减少器件的功率耗散。

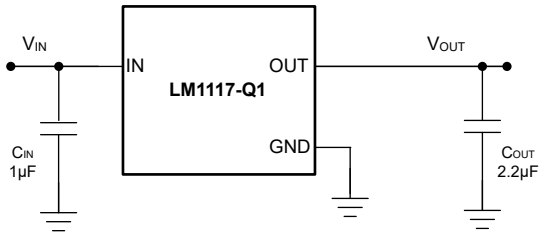
**封装信息**

| 器件型号 | 封装(1) | 封装尺寸(2) |
|---|---|---|
| LM1117-Q1 | DCY（SOT-223，4） | 6.5mm × 7mm |
| | KVU（TO-252，3） | 6.6mm × 10.11mm |

(1) 如需更多信息，请参阅*机械、封装和可订购信息*。
(2) 封装尺寸（长 × 宽）为标称值，并包括引脚（如适用）。




**$C_{OUT}$ 为 22μF 时的启动和浪涌电流**




**典型应用电路**

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

**1 特性** ..... 1
**2 应用** ..... 1
**3 说明** ..... 1
**4 引脚配置和功能** ..... 3
**5 规格** ..... 4
5.1 绝对最大额定值 ..... 4
5.2 ESD 等级 ..... 4
5.3 建议运行条件 ..... 4
5.4 热性能信息 ..... 5
5.5 电气特性 ..... 5
5.6 典型特性 ..... 6
**6 详细说明** ..... 10
6.1 概述 ..... 10
6.2 功能方框图 ..... 10
6.3 特性说明 ..... 10
6.4 器件功能模式 ..... 13
**7 应用和实施** ..... 14
7.1 应用信息 ..... 14
7.2 典型应用 ..... 16
7.3 最佳设计实践 ..... 18
7.4 电源相关建议 ..... 18
7.5 布局 ..... 19
**8 器件和文档支持** ..... 20
8.1 器件支持 ..... 20
8.2 文档支持 ..... 20
8.3 接收文档更新通知 ..... 20
8.4 支持资源 ..... 20
8.5 商标 ..... 20
8.6 静电放电警告 ..... 20
8.7 术语表 ..... 20
**9 修订历史记录** ..... 21
**10 机械、封装和可订购信息** ..... 21


Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

# 4 引脚配置和功能

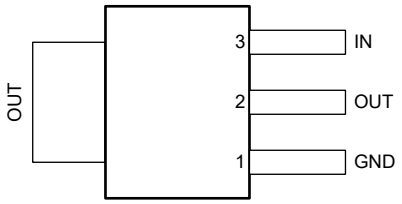



图 4-1. DCY 封装，4 引脚 SOT-223（顶视图）

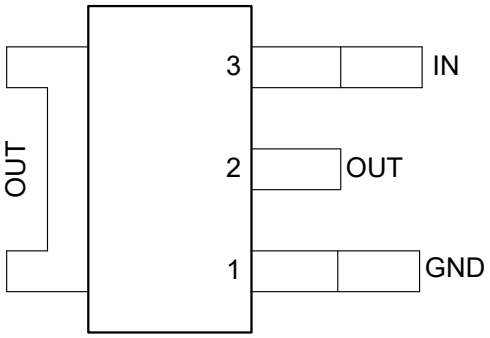



图 4-2. KVU 封装，3 引脚 TO-252（顶视图）

表 4-1. 引脚功能

| 引脚 | | | | 说明 |
|---|---|---|---|---|
| 名称 | DCY | KVU | 功能 | |
| GND | 1 | 1 | — | 接地引脚 |
| OUT | 2，Tab | 2，Tab | O | 输出引脚。使用 *建议运行条件* 表中列出的推荐电容值。将输出电容器放置在尽可能靠近器件的 OUT 引脚和 GND 引脚的位置上。 |
| IN | 3 | 3 | I | 输入引脚。使用 *建议运行条件* 表中列出的推荐电容值。将输入电容器放置在尽可能靠近器件的 IN 引脚和 GND 引脚的位置上。 |

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

# 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)

| | | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|---|---|---|---|---|
| 电压(2) | $V_{IN}$ | -0.3 | 20 | V |
| | $V_{OUT}$ (3) | -0.3 | $V_{IN}$ + 0.3 | |
| 电流 | 最大输出电流 | 受内部限制 | | A |
| 电源 | 功率耗散 | 受限封装 (4) | | W |
| 温度 | 工作结温 ($T_j$) | -50 | 150 | °C |
| | 贮存温度 ($T_{stg}$) | -65 | 150 | |

(1) 超出绝对最大额定值运行可能会对器件造成永久损坏。绝对最大额定值并不表示器件在这些条件下或在建议运行条件以外的任何其他条件下能够正常运行。如果超出建议运行条件但在绝对最大额定值范围内使用，器件可能不会完全正常运行，这可能影响器件的可靠性、功能和性能，并缩短器件寿命。
(2) 所有电压均以 GND 为基准。
(3) $V_{IN}$ + 0.3V 或 20V（以较低者为准）。
(4) 有关更多详细信息，请参阅热性能信息表。

## 5.2 ESD 等级

| | | | | 值 | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|
| $V_{(ESD)}$ | 静电放电 | 人体放电模型 (HBM)，符合 AEC Q100-002 标准，所有引脚(1) | | ±3000 | V |
| | | 充电器件模型 (CDM)，符合 AEC Q100-011 标准 | 转角引脚（1 和 3） | ±1000 | |
| | | | 其他引脚 | ±1000 | |

(1) AEC Q100-002 指示应当按照 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 规范执行 HBM 应力测试。

## 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 | 标称值 | 最大值 | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|
| $V_{IN}$ | 输入电压 | 2.5 | | 18 | V |
| $V_{OUT}$ | 输出电压 | 0.8 | | 13.0 | |
| $I_{OUT}$ | 输出电流 (2.5V ≤ $V_{IN}$ < 3V) | 0 | | 0.8 | A |
| $I_{OUT}$ | 输出电流 ($V_{IN}$ ≥ 3V) | 0 | | 1 | |
| $C_{OUT}$ ESR | 输出电容器 ESR | 2 | | 500 | mΩ |
| $C_{OUT}$ | 输出电容器(1) | 1 | 2.2 | 220 | µF |
| $C_{IN}$ | 输入电容器(2) | | 1 | | |
| $T_J$ | 结温 | -40 | | 150 | °C |

(1) 为了实现稳定性，需要最小值为 0.47µF 的有效输出电容。
(2) 不需要输入电容器即可实现 LDO 稳定性。但是，建议使用最小有效值为 0.47 µ F 的输入电容来抵消源电阻和电感的影响，在某些情况下，这可能会导致系统级不稳定的症状（例如振铃或振荡），尤其是在存在负载瞬态的情况下。


Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

## 5.4 热性能信息

| 热指标(1) | | LM1117-Q1 | | 单位 |
|---|---|---|---|---|
| | | DCY (SOT – 223) | KVU (TO – 252) | |
| | | 4 引脚 | 4 引脚 | |
| $R_{\theta JA}$ | 结至环境热阻 | 95.4 | 67.2 | °C/W |
| $R_{\theta JC(top)}$ | 结至外壳（顶部）热阻 | 55.6 | 71.8 | °C/W |
| $R_{\theta JB}$ | 结至电路板热阻 | 33.7 | 45.5 | °C/W |
| $\Psi_{JT}$ | 结至顶部特征参数 | 13.9 | 31.6 | °C/W |
| $\Psi_{JB}$ | 结至电路板特征参数 | 33.4 | 45.4 | °C/W |
| $R_{\theta JC(bot)}$ | 结至外壳（底部）热阻 | 不适用 | 40.5 | °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。

## 5.5 电气特性

规格条件为：$T_J$ = –40°C 至 150°C、$V_{IN}$ = $V_{OUT(nom)}$ + 1.5V 或 $V_{IN}$ = 2.5V（以较大者为准）、$I_{OUT}$ = 10mA、$C_{IN}$ = 1.0µF 且 $C_{OUT}$ = 1.0µF（除非另有说明）；典型值在 $T_J$ = 25ºC 条件下测得。

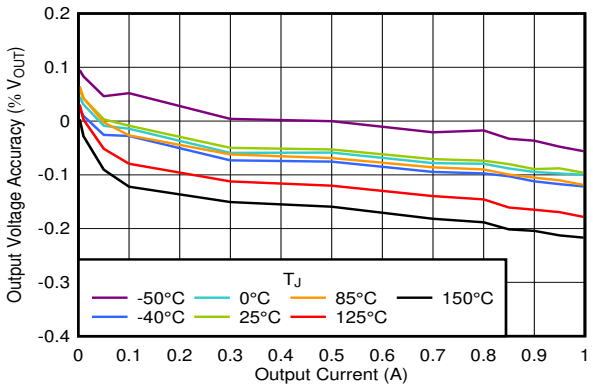
| 参数 | | 测试条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $V_{OUT}$ | 标称输出精度 | $T_J$ = 25°C | -1 | | 1 | % |
| $V_{OUT}$ | 整个工作温度范围内的输出精度 | VIN ≥ 3.0V，$V_{OUT(NOM)}$ ≤ 9.0V，1mA ≤ $I_{OUT}$ ≤ 1A | -1.75 | | 1.75 | % |
| | | $V_{OUT(NOM)}$ > 9.0V，1mA ≤ $I_{OUT}$ ≤ 1A | -1.75 | | 1.75 | |
| $\Delta V_{OUT}(\Delta VIN)$ | 线性调整率(1) | $V_{OUT(NOM)}$ ≤ 9.0V，$V_{OUT(NOM)}$ + 1.5V ≤ $V_{IN}$ ≤ 18V，$I_{OUT}$ = 10mA | | | 0.02 | %/V |
| | | $V_{OUT(NOM)}$ > 9.0V，$V_{OUT(NOM)}$ + 1.5V ≤ $V_{IN}$ ≤ 18V，$I_{OUT}$ = 10mA | | | 13.5 | mV |
| $\Delta V_{OUT}(\Delta IOUT)$ | 负载调整率 | 1mA ≤ $I_{OUT}$ ≤ 1A，$V_{IN}$ ≥ 3.0V | | 0.1 | 0.75 | %/A |
| $V_{DO}$ | 压降电压(2) | $V_{IN}$ ≥ 3.0V，$I_{OUT}$ = 1A | | 0.9 | 1.7 | V |
| $I_{CL}$ | 输出电流限制 | $V_{OUT}$ = 0.9 x $V_{OUT(NOM)}$，$V_{IN}$ = $V_{OUT(nom)}$ + 1.5V 或 $V_{IN}$ = 4.3V（以较大者为准） | 1.1 | | 1.6 | A |
| $I_{SC}$ | 短路电流限制 | $V_{OUT}$ = 0V | 150 | 250 | 350 | mA |
| $I_Q$ | 静态电流 | $I_{OUT}$ = 0mA | | 65 | 110 | µA |
| $I_{PULLDOWN}$ | 输出下拉电流(3) | $V_{IN}$ = 1.8V，$V_{OUT}$ = 2.5V | 0.7 | | 1.1 | mA |
| PSRR | 电源抑制比 | $V_{IN}$ = 3.3V，$V_{OUT}$ = 1.8V，$I_{OUT}$ = 300mA，f = 120Hz | | 70 | | dB |
| $V_n$ | 输出噪声电压 | BW = 10Hz 至 100kHz，$V_{IN}$ = 3.3V，$V_{OUT}$ = 0.8V，$I_{OUT}$ = 100mA | | 60 | | $\mu V_{RMS}$ |
| $V_{UVLO+}$ | UVLO 阈值上升 | $V_{IN}$ 上升 | | 2.2 | 2.4 | V |
| $V_{UVLO(HYS)}$ | UVLO 迟滞 | | | 130 | | mV |
| $V_{UVLO-}$ | UVLO 阈值下降 | $V_{IN}$ 下降 | 1.9 | | | V |
| $T_{SD(shutdown)}$ | 热关断温度 | 温度升高 | | 180 | | °C |
| $T_{SD(reset)}$ | 热关断复位温度 | 温度下降 | | 160 | | °C |

(1) 线性调整率是在 $V_{IN}$ = $V_{OUT(NOM)}$ + 1.5V 或 2.5V（以较大者为准）的条件下测得的。
(2) 对于固定输出器件，$V_{DO}$ 是在 $V_{IN}$ = 95% x $V_{OUT(nom)}$ 下测得的。当 $V_{OUT}$ < 2.5V 时，对于固定输出器件，不会测量 $V_{DO}$。
(3) $I_{PULLDOWN}$ 是在 $V_{IN}$ = 1.8V（低于 UVLO 下降阈值且 LDO 处于禁用状态）以及从外部向 $V_{OUT}$ 施加 2.5V 电压的情况下测得的。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

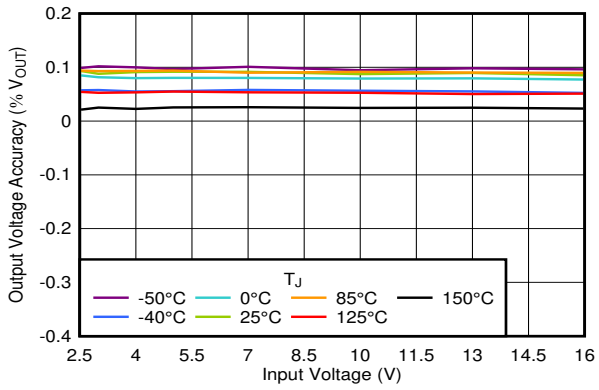
## 5.6 典型特性

在工作温度 $T_J$ = 25°C、$V_{IN}$ = $V_{OUT(NOM)}$ + 1.5V 或 2.5（以较大者为准）、$I_{OUT}$ = 10mA、$C_{IN}$ = 1.0µF 且 $C_{OUT}$ = 1.0µF 条件下（除非另有说明）



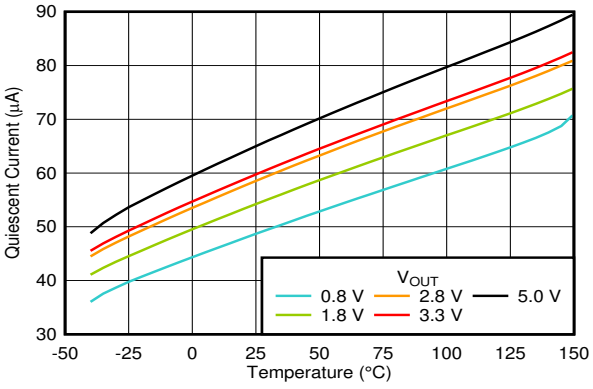

$V_{IN}$ ≥ 3.0V

**图 5-1. $V_{OUT}$ 精度与 $I_{OUT}$ 间的关系**



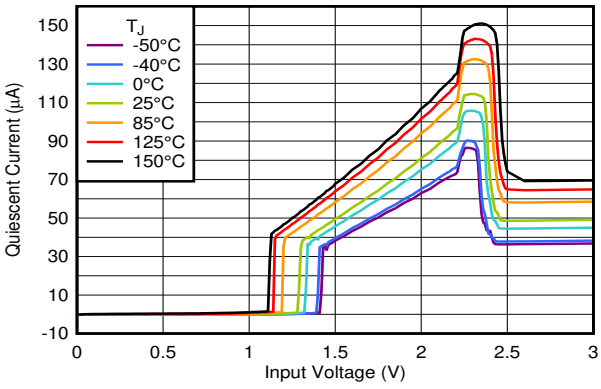

$I_{OUT}$ = 10mA

**图 5-2. $V_{OUT}$ 精度与 $V_{IN}$ 间的关系**



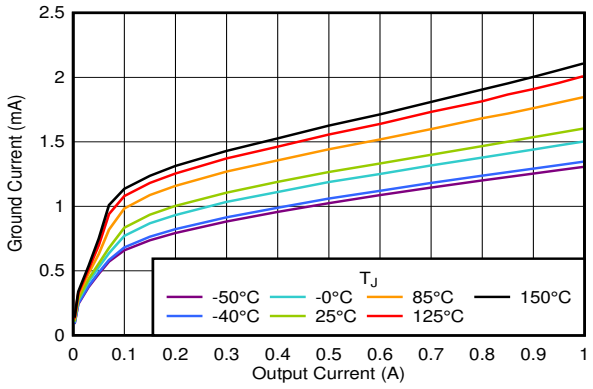

$I_{OUT}$ = 0mA

**图 5-3. $I_Q$ 与温度间的关系**



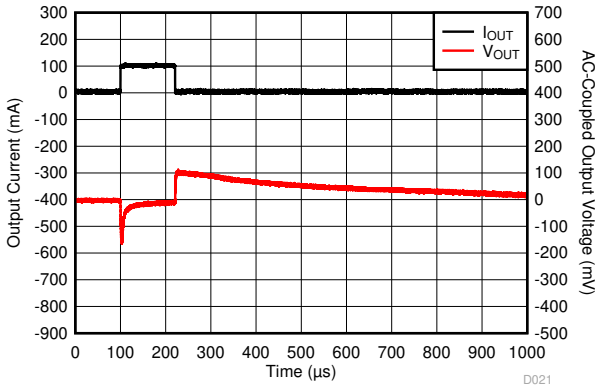

$I_{OUT}$ = 0mA

**图 5-4. 当电压低于 $V_{IN}$ 时 $I_Q$ 会增加**




$V_{IN}$ ≥ 3.0V

**图 5-5. $I_{GND}$ 与 $I_{OUT}$ 间的关系**



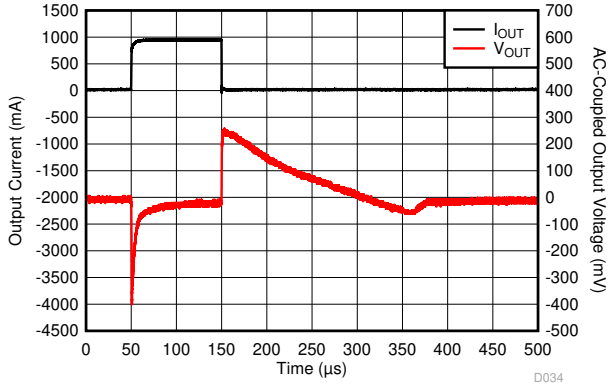

$V_{IN}$ = 5V，$V_{OUT}$ = 3.3V，斜升速率 = 0.4A/µs

**图 5-6. $I_{OUT}$ 从 0mA 到 100mA 的瞬变**


Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

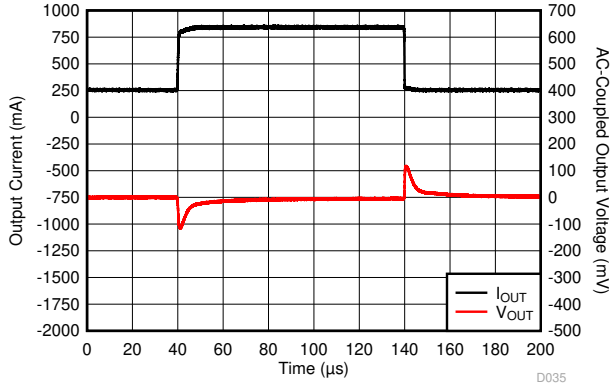
## 5.6 典型特性（续）

在工作温度 $T_J$ = 25°C、$V_{IN}$ = $V_{OUT(NOM)}$ + 1.5V 或 2.5（以较大者为准）、$I_{OUT}$ = 10mA、$C_{IN}$ = 1.0µF 且 $C_{OUT}$ = 1.0µF 条件下（除非另有说明）



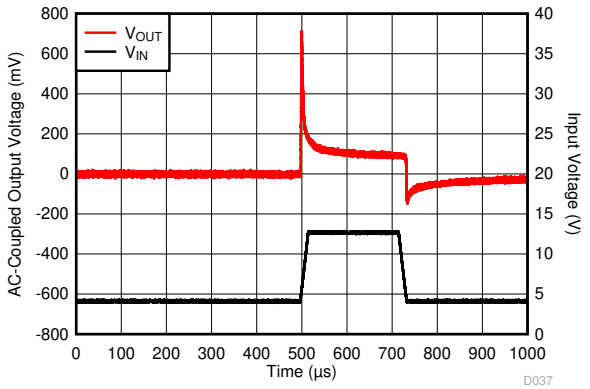

$V_{IN}$ = 5V，$V_{OUT}$ = 3.3V，斜升速率 = 0.5A/µs

**图 5-7. $I_{OUT}$ 从 1mA 到 1A 的瞬变**



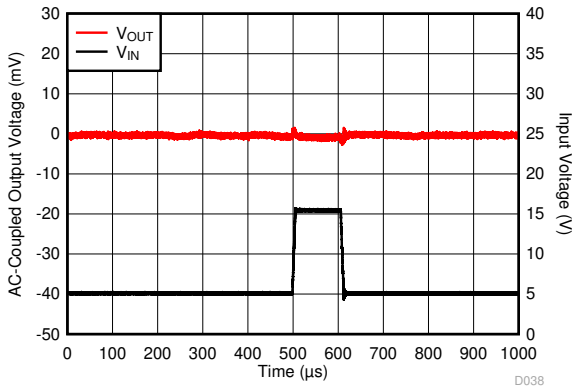

$V_{IN}$ = 5V，$V_{OUT}$ = 3.3V，斜升速率 = 0.8A/µs

**图 5-8. $I_{OUT}$ 从 250mA 到 850mA 的瞬变**



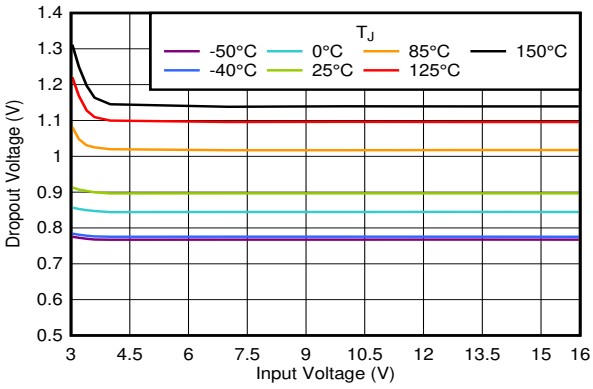

$V_{IN}$ = 5V，$V_{OUT}$ = 3.3V，$I_{OUT}$ = 1A，$V_{IN}$ 斜升速率 = 0.6V/µs

**图 5-9. 从 4V 到 13V 压降下的 $V_{IN}$ 瞬态**



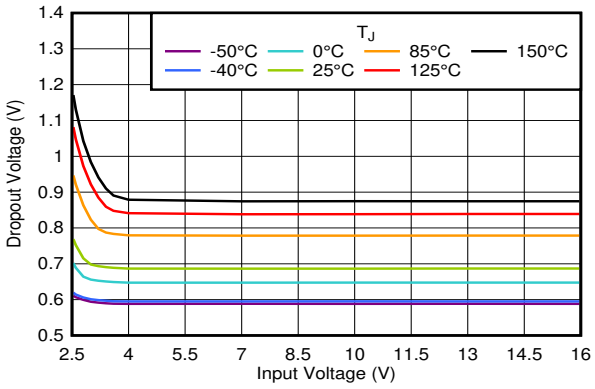

$V_{OUT}$ = 3.3V，$I_{OUT}$ = 33µA，$V_{IN}$ 斜升速率 = 1.6V/µs

**图 5-10. 从 5V 至 16V 的 $V_{IN}$ 瞬态**




$I_{OUT}$ = 1.0A

**图 5-11. $V_{DO}$ 与 $V_{IN}$ 间的关系**




$I_{OUT}$ = 0.8A

**图 5-12. $V_{DO}$ 与 $V_{IN}$ 间的关系**

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

## 5.6 典型特性（续）

在工作温度 $T_J$ = 25°C、$V_{IN}$ = $V_{OUT(NOM)}$ + 1.5V 或 2.5（以较大者为准）、$I_{OUT}$ = 10mA、$C_{IN}$ = 1.0µF 且 $C_{OUT}$ = 1.0µF 条件下（除非另有说明）

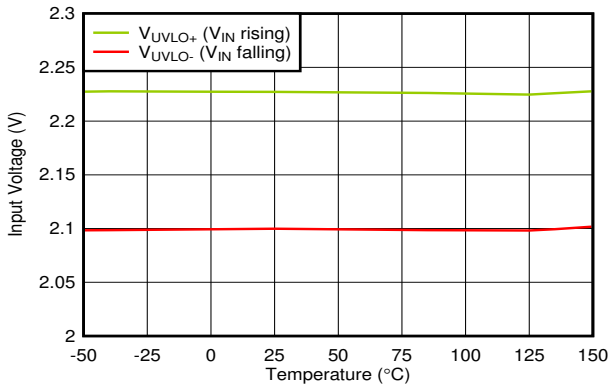
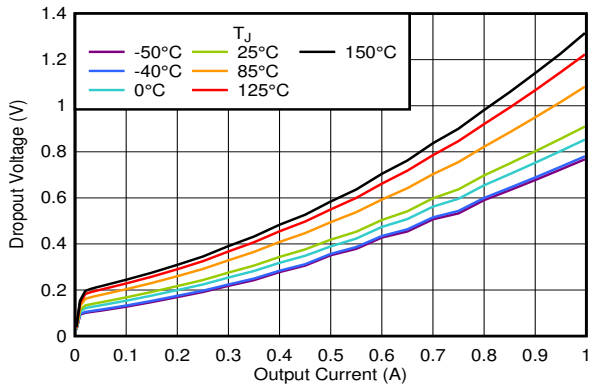
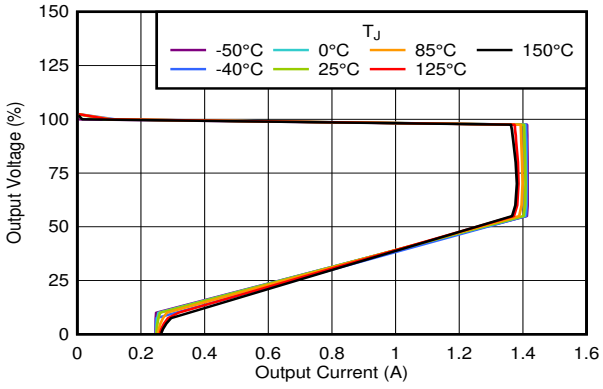



图 5-13. UVLO 阈值与温度间的关系




VIN ⩾ 3.0V

图 5-14. $V_{DO}$ 与 $I_{OUT}$ 间的关系




VIN ⩾ 3.0V

图 5-15. 折返电流限值与温度间的关系

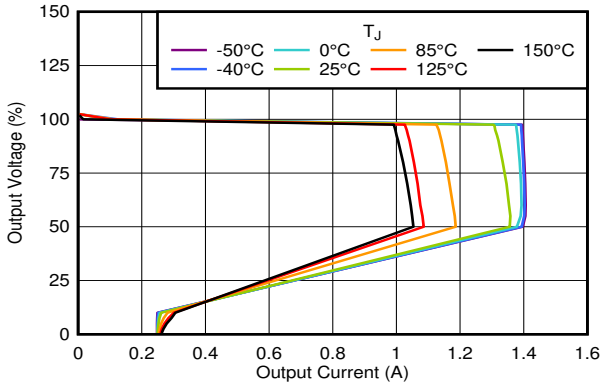
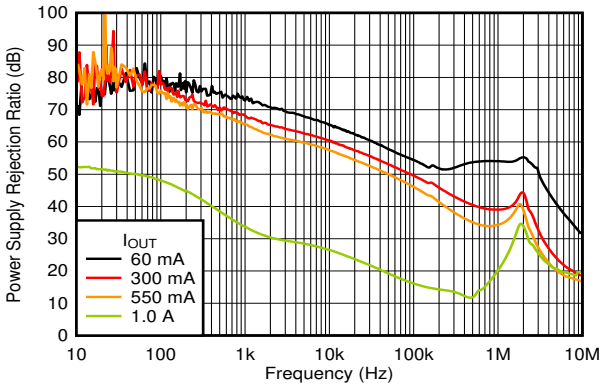
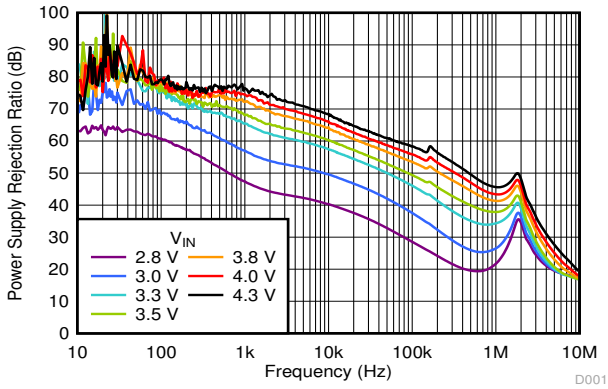



图 5-16. 折返电流限值与温度间的关系




VOUT=1.8V，VIN=3.3V

图 5-17. PSRR 与 $I_{OUT}$ 间的关系



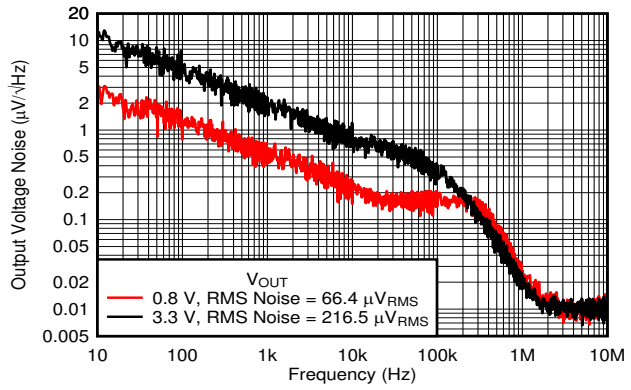

VOUT = 1.8V，IOUT = 0.55A

图 5-18. PSRR 与 $V_{IN}$ 间的关系


Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

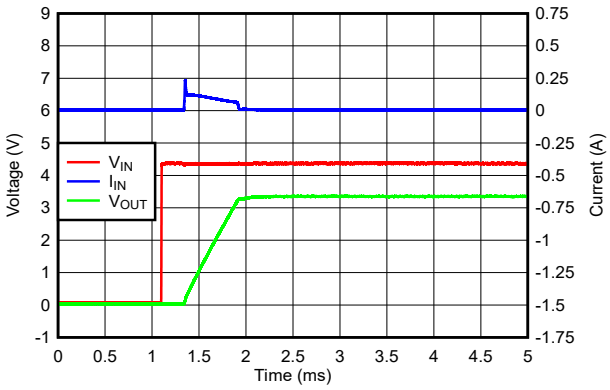
## 5.6 典型特性（续）

在工作温度 $T_J$ = 25°C、$V_{IN}$ = $V_{OUT(NOM)}$ + 1.5V 或 2.5（以较大者为准）、$I_{OUT}$ = 10mA、$C_{IN}$ = 1.0µF 且 $C_{OUT}$ = 1.0µF 条件下（除非另有说明）




$I_{OUT}$ = 0.1A，RMS 噪声 BW = 10Hz 至 100kHz

**图 5-19. 输出噪声 ($V_N$) 与 $V_{OUT}$ 间的关系**




$I_{OUT}$ = 0.1A，$C_{OUT}$ = 22µF

**图 5-20. $C_{OUT}$ 为 22µF 时的浪涌电流**

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

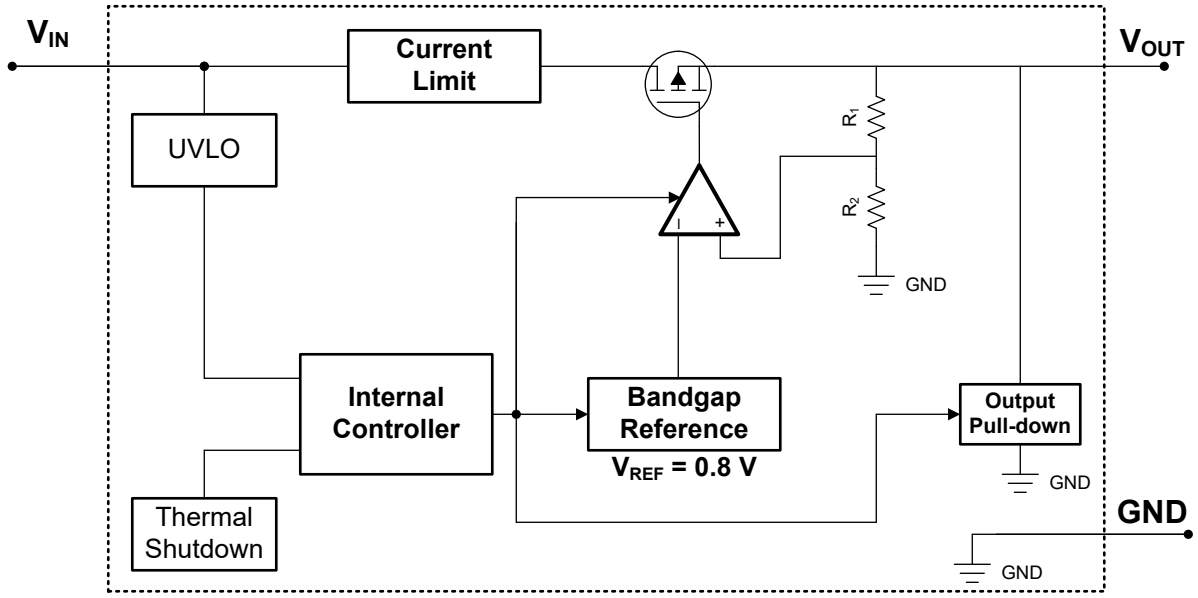
# 6 详细说明

## 6.1 概述

LM1117-Q1 一款符合 AEC-Q100 标准的低静态电流、高 PSRR 线性稳压器，能够提供高达 1A 的负载电流。该器件专为混合动力汽车/电动汽车以及动力总成系统中的高电流汽车应用而设计，这些应用中对待机和工作功耗的要求越来越严格。

该器件具有集成的折返电流限制、热关断、内部输出下拉和欠压锁定 (UVLO) 功能。该器件可提供出色的线路和负载瞬态性能。LM1117-Q1 兼具低噪声和超高 PSRR 的优点。该器件的工作环境温度范围为 –40°C 至 +125°C。

## 6.2 功能方框图




## 6.3 特性说明

### *6.3.1 压降电压*

压降电压 ($V_{DO}$) 被定义为在额定输出电流 ($I_{RATED}$) 下输入电压减去输出电压 ($V_{IN}$ – $V_{OUT}$)，在这种情形下，导通晶体管完全导通。$I_{RATED}$ 是 *建议运行条件* 表中列出的最大 $I_{OUT}$。导通晶体管处于欧姆区域或三极管区域并充当开关。压降电压间接指定了一个最小输入电压，该电压大于输出电压预计保持稳定的标称编程输出电压。如果输入电压降至低于标称输出调节，输出电压也会下降。

对于 CMOS 稳压器，压降电压由导通晶体管的漏源导通状态电阻 ($R_{DS(ON)}$) 决定。因此，如果线性稳压器的工作电流小于额定电流，该电流的压降电压会相应地变化。以下公式用于计算器件的 $R_{DS(ON)}$。

$$R_{DS(ON)} = \frac{V_{DO}}{I_{RATED}} \quad (1)$$


Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

### 6.3.2 折返电流限制

该器件具有内部电流限制电路，可在瞬态高负载电流故障或短路事件期间保护稳压器。电流限制采用混合砖墙式折返方案。电流限制在折返电压 ($V_{FOLDBACK}$) 下从砖墙式方案转换为折返方案。在输出电压高于 $V_{FOLDBACK}$ 的高负载电流故障中，砖墙式方案将输出电流限制为电流限值 ($I_{CL}$)。当电压降至 $V_{FOLDBACK}$ 以下时，将激活折返电流限制，在输出电压接近 GND 时按比例缩小电流。当输出短路时，该器件会提供一个被称为短路电流限制 ($I_{SC}$) 的典型电流。 *电气特性* 表中列出了 $I_{CL}$ 和 $I_{SC}$。

对于此器件，$V_{FOLDBACK}$ = 50% × $V_{OUT(nom)}$。

当器件处于限流状态时，不会调节输出电压。当发生电流限制事件时，由于功率耗散增加，器件开始发热。当器件处于砖墙式电流限制时，导通晶体管会耗散功率 [($V_{IN}$ – $V_{OUT}$) × $I_{CL}$]。当器件输出短路且输出低于 $V_{FOLDBACK}$ 时，导通晶体管将耗散功率 [($V_{IN}$ – $V_{OUT}$) × $I_{SC}$]。如果触发热关断，器件将关闭。器件冷却后，内部热关断电路将器件重新接通。如果输出电流故障条件持续存在，器件会在电流限制状态和热关断状态之间循环。更多有关电流限制的信息，请参阅 *了解限制* 应用手册。

图 6-1 显示了折返电流限制图。

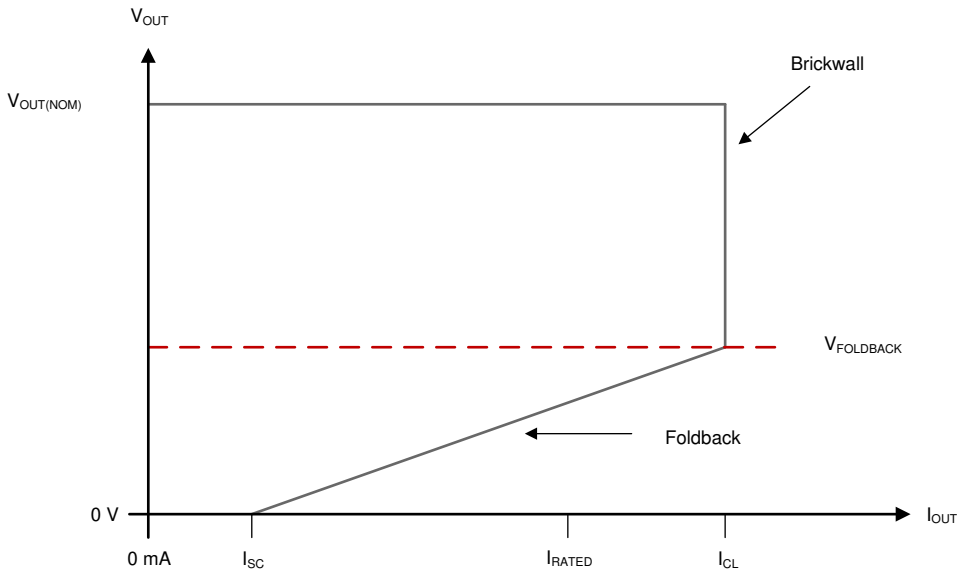



**图 6-1. 折返电流限制**

### 6.3.3 欠压锁定 (UVLO)

该器件具有一个独立的欠压锁定 (UVLO) 电路，可监控输入电压，从而以可控且一致的方式导通和关断输出电压。为了防止器件在导通期间输入下降时关断，UVLO 具有 *电气特性* 表中所示的迟滞。

### 6.3.4 输出下拉电阻

此器件有一个输出下拉电路。 *电气特性* 中列出了 $V_{OUT}$ 下拉灌入接地的能力。在以下情况下会激活输出下拉：

- 器件被禁用
- 1.0V < $V_{IN}$ < $V_{UVLO}$

此器件的输出下拉电流典型值为 0.9mA。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

不要依赖输出下拉电路在输入电源崩溃后释放大量输出电容。当输入电源崩溃时，反向电流从输出端流向输入端，该反向电流会损坏器件。更多详细信息，请参阅*反向电流*部分。

### *6.3.5 热关断*

该器件包含一个热关断保护电路，用于在导通晶体管的结温 ($T_J$) 上升到 $T_{SD(shutdown)}$（典型值）时禁用器件。热关断迟滞可确保在温度降至 $T_{SD(reset)}$（典型值）时器件复位（导通）。

半导体芯片的热时间常数相当短，因此当达到热关断时，器件可以上电下电，直到功率耗散降低。由于器件上的 $V_{IN}$ – $V_{OUT}$ 压降较大，或为大型输出电容器充电的浪涌电流较高，启动期间的功率耗散较高。在某些情况下，热关断保护功能会在启动完成之前禁用器件。

为了实现可靠运行，请将结温限制在*建议运行条件*表中列出的最大值。在超过这个最高温度的情况下运行会导致器件超出运行规格。虽然器件的内部保护电路旨在防止热过载情况，但此电路并不用于替代适当的散热。使器件持续进入热关断状态或在超过建议的最高结温下运行会降低长期可靠性。


Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

## 6.4 器件功能模式

表 6-1 给出了不同工作模式的参数条件。有关参数值，请参阅 *电气特性* 表。

**表 6-1. 器件功能模式比较**

| 工作模式 | 参数 | | |
|---|---|---|---|
| | $V_{IN}$ | $I_{OUT}$ | $T_J$ |
| 正常运行 | $V_{IN} > V_{OUT(nom)} + V_{DO}$ 和 $V_{IN} > V_{IN(min)}$ | $I_{OUT} < I_{OUT(max)}$ | $T_J < T_{SD(shutdown)}$ |
| 压降运行 | $V_{IN(min)} < V_{IN} < V_{OUT(nom)} + V_{DO}$ | $I_{OUT} < I_{OUT(max)}$ | $T_J < T_{SD(shutdown)}$ |
| 禁用（任何真条件都会禁用该器件） | $V_{IN} < V_{UVLO}$ | 不适用 | $T_J > T_{SD(shutdown)}$ |

### *6.4.1 正常运行*

当满足下列条件时，器件的输出电压会稳定在标称值：

- 输入电压大于标称输出电压加上压降电压 ($V_{OUT(nom)} + V_{DO}$)
- 输出电流小于电流限制 ($I_{OUT} < I_{CL}$)
- 器件结温低于热关断温度 ($T_J < T_{SD}$)

### *6.4.2 压降运行*

如果输入电压低于标称输出电压与指定压降电压之和，但仍满足正常工作模式的所有其他条件，则器件将工作在压降模式。在此模式下，输出电压会跟踪输入电压。在此模式下，由于导通晶体管位于欧姆或三极管区域并充当开关，因此器件的瞬态性能会显著降低。压降过程中的线路或负载瞬态会导致输出电压偏差较大。

当器件处于稳定压降状态（是指器件处于压降状态时，$V_{IN} < V_{OUT(NOM)} + V_{DO}$，紧随正常稳压状态，但*不*在启动期间）时，导通晶体管被驱动到欧姆区或三极管区域。当输入电压恢复到大于或等于标称输出电压加上压降电压 ($V_{OUT(NOM)} + V_{DO}$) 的值时，输出电压会过冲很短的时间，而器件会将导通晶体管拉回到线性区域。

### *6.4.3 禁用*

如果 $V_{IN}$ 低于 UVLO 电压或器件结温超过热关断阈值，则会禁用器件输出。有关 UVLO 电压阈值和热关断的更多详细信息，请参阅 *电气特性* 。禁用时，导通晶体管关断，内部电路关断。输出电压还通过从输出端到接地端的内部放电电路对地主动放电。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

# 7 应用和实施

**备注**

以下应用部分中的信息不属于 TI 元件规格，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客户负责确定元件是否适合其用途，以及验证和测试其设计实现以确认系统功能。

## 7.1 应用信息

### *7.1.1 建议的电容器类型*

该器件设计为在输入和输出端使用低等效串联电阻 (ESR) 陶瓷电容器实现稳定。多层陶瓷电容器已成为这类应用的业界标准并推荐使用，但要经过良好的判断后使用。采用 X7R、X5R 和 C0G 额定电介质材料的陶瓷电容器可在整个温度范围内提供相对良好的电容稳定性。但是，由于电容变化较大，不建议使用 Y5V 额定电容器。

无论选择哪种陶瓷电容器类型，有效电容都会随工作电压和温度的变化而变化。通常，预计有效电容会降低多达 50%。 *建议运行条件* 表中建议的输入和输出电容器的有效电容大约为标称值的 50%。

### *7.1.2 输入和输出电容器要求*

尽管不需要输入电容器来实现稳定性，但良好的模拟设计实践是将电容器从 IN 连接到 GND。该电容可抵消电抗性输入源，并改善瞬态响应、输入纹波和 PSRR。如果源阻抗大于 0.5 Ω，则建议使用输入电容。如果预计会发生较大、快速上升时间的负载或线路瞬变或者器件距离输入电源几英寸，则需要一个电容值更大的电容器。

可通过使用输出电容器来提升器件的动态性能。为确保稳定性，请使用 *建议运行条件* 表中指定范围内的输出电容器。

### *7.1.3 反向电流*

反向电流过大会损坏此器件。反向电流流经导通晶体管的固有体二极管，而不是正常的传导通道。如果幅度较大，该电流会降低器件的长期可靠性。

本节概述了会发生反向电流的条件，所有这些条件都可能超过 $V_{OUT} \leq V_{IN}$ + 0.3V 的绝对最大额定值。

- 如果器件具有较大的 $C_{OUT}$ 且输入电源崩溃，则负载电流极小或无负载电流
- 当输入电源未建立时，输出被偏置
- 输出偏置为高于输入电源

如果应用中需要反向电流，则建议使用外部保护来保护器件。器件中的反向电流不受限制，因此如果预计反向电压工作范围会延长，则需要外部限制。


Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

图 7-1 展示了保护器件的一种方法。

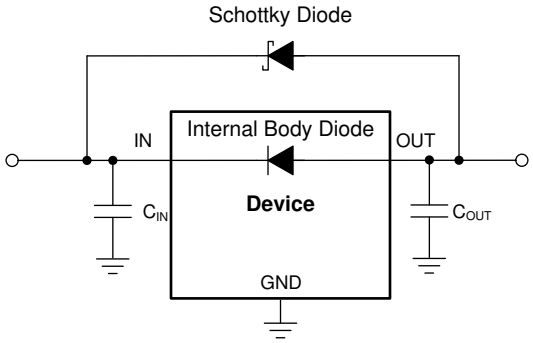



**图 7-1. 使用肖特基二极管的反向电流保护示例电路**

### *7.1.4 功率耗散 ($P_D$)*

电路可靠性需要考虑器件功率耗散、印刷电路板 (PCB) 上的电路位置以及正确的热平面尺寸。确保稳压器周围的 PCB 区域具有少量或没有其他会导致热应力增加的发热器件。

对于一阶近似，稳压器中的功率耗散取决于输入到输出电压差和负载条件。以下公式可用于计算功率耗散 ($P_D$)。

$$P_D = (V_{IN} - V_{OUT}) \times I_{OUT} \quad (2)$$

**备注**

通过正确选择系统电压轨，可更大限度地降低功率耗散，从而实现更高的效率。为了实现更低功率耗散，请使用正确输出调节所需的最小输入电压。

对于带有散热焊盘的器件，器件封装的主要热传导路径是通过散热焊盘到 PCB。将散热焊盘焊接到器件下方的铜焊盘区域。确保此焊盘区域包含一组电镀过孔，这些过孔会将热量传导至额外的铜平面以增加散热。

最大功耗决定了该器件允许的最高环境温度 ($T_A$)。根据以下公式，功率耗散和结温通常与 PCB 和器件封装组合的结至环境热阻 ($R_{\theta JA}$) 和环境空气温度 ($T_A$) 有关。

$$T_J = T_A + (R_{\theta JA} \times P_D) \quad (3)$$

热阻 ($R_{\theta JA}$) 在很大程度上取决于特定 PCB 设计中内置的散热能力，因此会因铜总面积、铜重量和平面位置而异。 *热关断* 表中列出的结至环境热阻由 JEDEC 标准 PCB 和铜扩散面积决定，并用作封装热性能的相对测量。热阻用作封装热性能的相对测量值。在 PCB 电路板布局布线经过优化的情况下，与 *热关断* 表中的值相比，$R_{\theta JA}$ 提高了 35% 至 55%。有关更多详细信息，请参阅 *电路板布局布线对 LDO 热性能影响的经验分析* 应用手册。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

### 7.1.5 估算结温

JEDEC 标准现在建议使用 psi (Ψ) 热指标来估算线性稳压器在典型印刷电路板应用电路中的结温。此类指标不是热阻参数，但提供了一种估算结温的相对实用方法。已确定这些 psi 指标与可用于散热的铜面积明显无关。 *热关断* 表列出了主要的热指标，即结至顶部特征参数 ( $\psi_{JT}$) 和结至电路板特征参数 ( $\psi_{JB}$)。这些参数提供了两种计算结温 ($T_J$) 的方法。如以下公式所述，结合使用结至顶部特征参数 ( $\psi_{JT}$) 和器件封装顶部中间位置的温度 ($T_T$) 来计算结温。结合使用结至电路板特征参数 ( $\psi_{JB}$) 和距器件封装 1mm PCB 表面温度 ($T_B$) 来计算结温。

$$T_J = T_T + \psi_{JT} \times P_D \quad (4)$$

其中：

- $P_D$ 是耗散功率
- $T_T$ 器件封装顶部中间位置的温度

$$T_J = T_B + \psi_{JB} \times P_D \quad (5)$$

其中：

- $T_B$ 是在距器件封装 1mm 且位于封装边缘中心位置测得的 PCB 表面温度

有关热指标及其使用方法的详细信息，请参阅*半导体和 IC 封装热指标*应用手册。

## 7.2 典型应用

LM1117-Q1 是一款针对高电流汽车应用而设计且符合 AEC-Q100 标准的低静态电流线性稳压器。与大多数典型的高电流线性稳压器相比，LM1117-Q1 所消耗的静态电流明显要低很多。该器件可提供出色的线路和负载瞬态性能。该器件同时兼具低噪声和超高 PSRR 的优点，因此 LM1117-Q1 非常适合对电源轨灵敏度要求极高的高电流汽车应用。

该稳压器同时拥有电流限制和过热保护功能。该器件的工作环境温度范围为 –40°C 至 +125°C。

图 7-2 展示了该器件的典型应用电路。

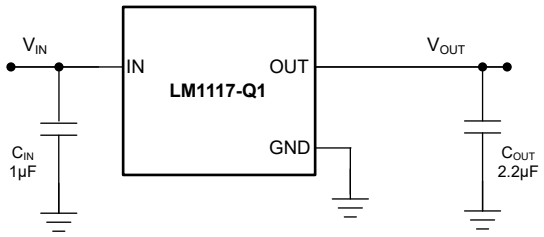



**图 7-2. 典型应用电路**


Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

### 7.2.1 设计要求

本设计示例使用表 7-1 中所列的参数作为输入参数。

**表 7-1. 设计参数**

| 参数 | 设计要求 |
|---|---|
| 输入电压 | 12V |
| 输出电压 | 3.3V |
| 输出电流 | 100mA |

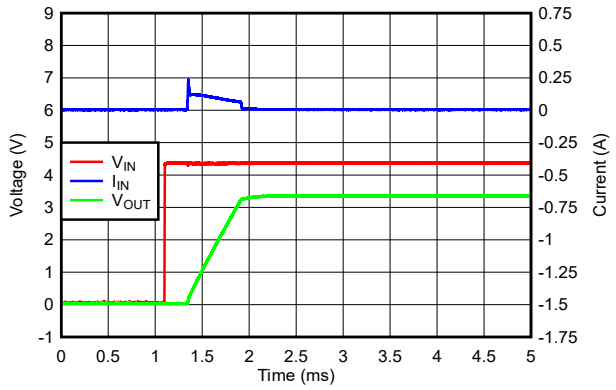
### 7.2.2 详细设计过程

此设计示例选择了 3.3V 固定版本 LM111733QxxxRQ1，它由标准 12V 输入电源供电。对于 3.3V 输出电压选项，压降电压 ($V_{DO}$) 保持在 LM1117-Q1 压降电压规格范围内，以使该器件在本设计的所有负载和温度条件下保持稳定。建议使用 1.0µF 输出电容器，以实现出色的负载瞬态响应。输入电容器是可选的，用于降低电路的输入阻抗并改善瞬态响应。

与任何其他稳压器一样，增大输出电容可减小过冲和下冲幅度。

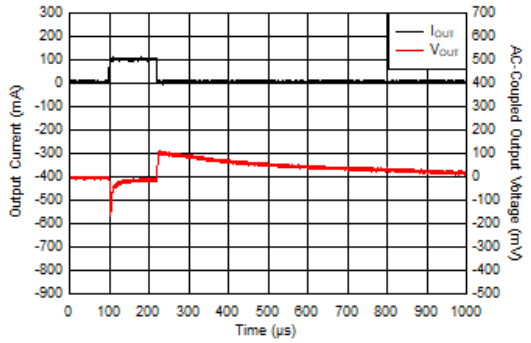
### 7.2.3 应用曲线

在工作温度 $T_J$ = 25°C、$V_{IN}$ = $V_{OUT(NOM)}$ + 1.5V 或 2.5V（以较大者为准）、$I_{OUT}$ = 10mA、$C_{IN}$ = 1.0µF 且 $C_{OUT}$ = 1.0µF 条件下（除非另有说明）。



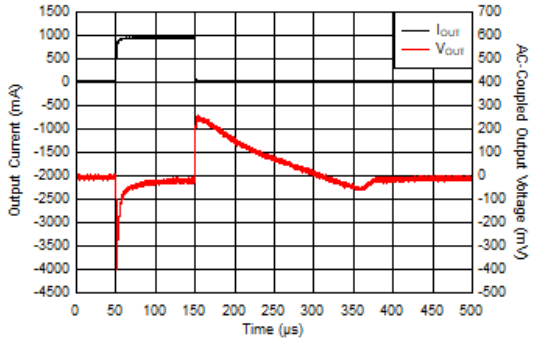

$I_{OUT}$ = 0.1A，$C_{OUT}$ = 22µF

**图 7-3. $C_{OUT}$ 为 22µF 时的启动和浪涌电流**



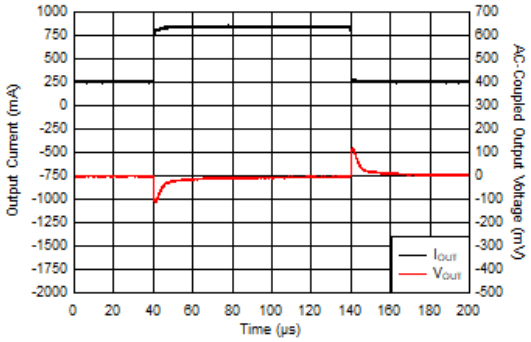

$V_{IN}$ = 5V，$V_{OUT}$ = 3.3V，斜升速率 = 0.4A/µs

**图 7-4. $I_{OUT}$ 从 0mA 到 100mA 的瞬变**




$V_{IN}$ = 5V，$V_{OUT}$ = 3.3V，斜升速率 = 0.5A/µs

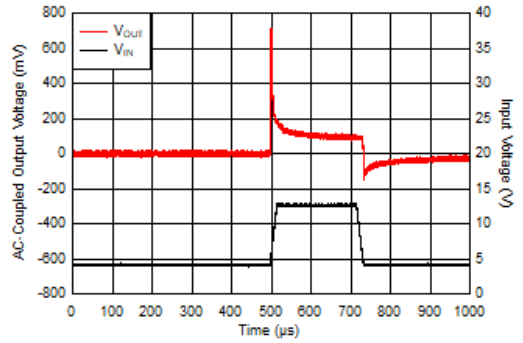
**图 7-5. $I_{OUT}$ 从 1mA 到 1A 的瞬变**




$V_{IN}$ = 5V，$V_{OUT}$ = 3.3V，斜升速率 = 0.8A/µs

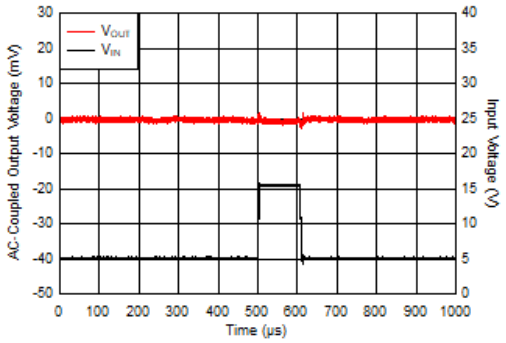
**图 7-6. $I_{OUT}$ 从 250mA 到 850mA 的瞬变**

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated




$V_{IN}$ = 5V，$V_{OUT}$ = 3.3V，$I_{OUT}$ = 1A，$V_{IN}$ 斜升速率 = 0.6V/µs

**图 7-7. 从 4V 到 13V 压降下的 $V_{IN}$ 瞬态**




$V_{OUT}$ = 3.3V，$I_{OUT}$ = 33µA，$V_{IN}$ 斜升速率 = 1.6V/µs

**图 7-8. 从 5V 至 16V 的 $V_{IN}$ 瞬态**

## 7.3 最佳设计实践

输入电容和输出电容尽可能靠近器件放置。

使用陶瓷输出电容。

请确保器件不会超出绝对最大额定值。

## 7.4 电源相关建议

将低输出阻抗电源直接连接到器件的输入引脚。在器件启动或者发生负载瞬变期间，输入电源与输入引脚之间的感抗会导致输入引脚上出现明显的电压偏移。


Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

## 7.5 布局

### 7.5.1 布局指南

输入和输出电容器尽可能地靠近器件引脚放置。为改善 PSRR、输出噪声和瞬态响应等交流性能，在设计电路时应分别为 $V_{IN}$ 和 $V_{OUT}$ 提供独立的接地层，并且仅在器件的 GND 引脚上连接接地层。此外，将输出电容器的接地线直接连接到器件的 GND 引脚。ESR 值较大的电容器会降低 PSRR 性能。

### 7.5.2 布局示例

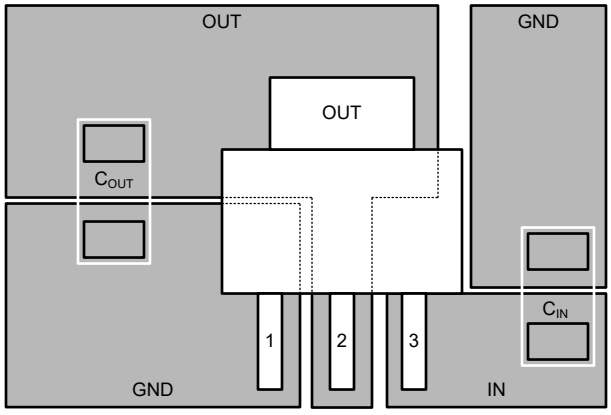



图 7-9. DCY (SOT-223) 封装的布局示例

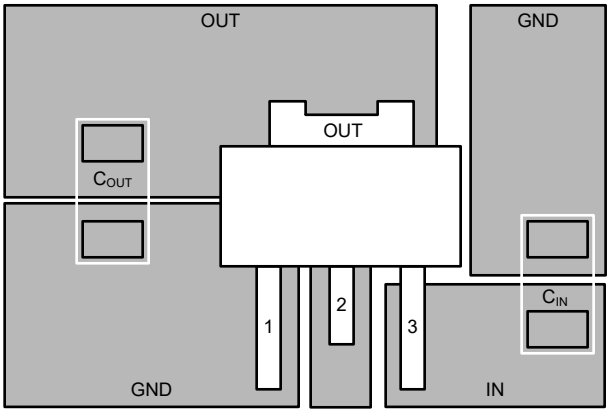



图 7-10. KVU (TO-252) 封装的布局示例

# 8 器件和文档支持

## 8.1 器件支持

### 8.1.1 器件命名规则

表 8-1. 提供的选项

| 产品(1) (2) | 说明 |
|---|---|
| LM1117 ***xx*Q*yyyz* Q1** | ***xx*** 为标称输出电压。例如：12 表示 1.2V，33 表示 3.3V，50 表示 5.0V，12V0 表示 12.0V。<br>**Q** 表示此器件是一款符合 AEC-Q100 标准的 1 级器件。<br>***yyy*** 为封装标识符。例如：DCY 表示 SOT-223，KVU 表示 TO-252。<br>**z** 为封装数量。R 表示卷带。<br>**Q1** 表示此器件是一款汽车级 (AEC-Q100) 器件。 |

(1) 如需了解最新的封装及订购信息，请参阅本文档末尾的封装选项附录，或访问 www.ti.com 查看器件产品文件夹。
(2) 该器件可按需提供工厂可编程的固定输出电压，单位增量为 100mV。

## 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)，*TLV767-Q1 汽车级可调节和固定输出 1A 线性稳压器 数据表*
- 德州仪器 (TI)，*TLV766-Q1 汽车级可调节和固定输出 500mA 线性稳压器 数据表*
- 德州仪器 (TI)，*LM1117 800mA 低压降线性稳压器 数据表*
- 德州仪器 (TI)，*了解限制 应用手册*
- 德州仪器 (TI)，*电路板布局布线对 LDO 热性能影响的经验分析 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 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.
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。


Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

## 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

| Changes from Revision * (December 2024) to Revision A (June 2025) | Page |
| --- | --- |
| • 将文档状态从*预告信息*更改为*量产数据* | 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。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

## 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) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LM111712QKVURQ1 | Active | Production | TO-252 (KVU) \| 3 | 2500 \| LARGE T&R | Yes | SN | Level-3-260C-168 HR | -40 to 125 | LM111712 |
| LM111712V0QKVURQ1 | Active | Production | TO-252 (KVU) \| 3 | 2500 \| LARGE T&R | Yes | SN | Level-3-260C-168 HR | -40 to 125 | M1117120 |
| LM111733QKVURQ1 | Active | Production | TO-252 (KVU) \| 3 | 2500 \| LARGE T&R | Yes | SN | Level-3-260C-168 HR | -40 to 125 | LM111733 |
| LM111750QKVURQ1 | Active | Production | TO-252 (KVU) \| 3 | 2500 \| LARGE T&R | Yes | SN | Level-3-260C-168 HR | -40 to 125 | LM111750 |
| PLM1117120QDCYRQ1 | Active | Preproduction | SOT-223 (DCY) \| 4 | 2500 \| LARGE T&R | - | Call TI | Call TI | -40 to 125 | |
| PLM1117120QDCYRQ1.A | Active | Preproduction | SOT-223 (DCY) \| 4 | 2500 \| LARGE T&R | - | Call TI | Call TI | -40 to 125 | |
| PLM111733QDCYRQ1 | Active | Preproduction | SOT-223 (DCY) \| 4 | 2500 \| LARGE T&R | - | Call TI | Call TI | -40 to 125 | |
| PLM111733QDCYRQ1.A | Active | Preproduction | SOT-223 (DCY) \| 4 | 2500 \| LARGE T&R | - | Call TI | Call TI | -40 to 125 | |
| PLM111750QDCYRQ1 | Active | Preproduction | SOT-223 (DCY) \| 4 | 2500 \| LARGE T&R | - | Call TI | Call TI | -40 to 125 | |
| PLM111750QDCYRQ1.A | Active | Preproduction | SOT-223 (DCY) \| 4 | 2500 \| LARGE T&R | - | Call TI | Call TI | -40 to 125 | |

(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.

**OTHER QUALIFIED VERSIONS OF LM1117-Q1 :**

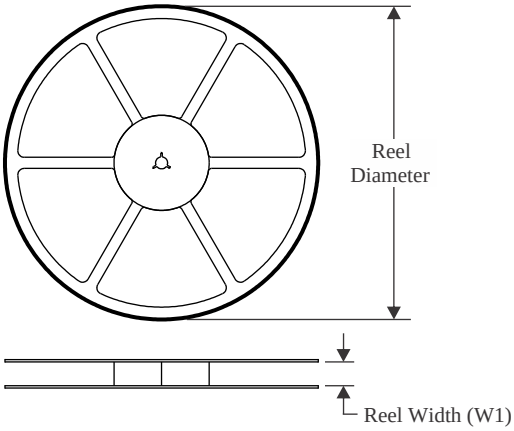
- Catalog : LM1117

NOTE: Qualified Version Definitions:

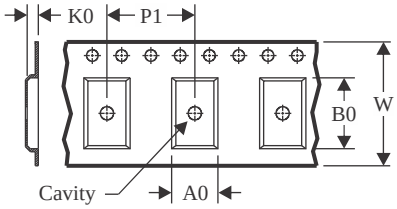
- Catalog - TI's standard catalog product

## TAPE AND REEL INFORMATION

**REEL DIMENSIONS**

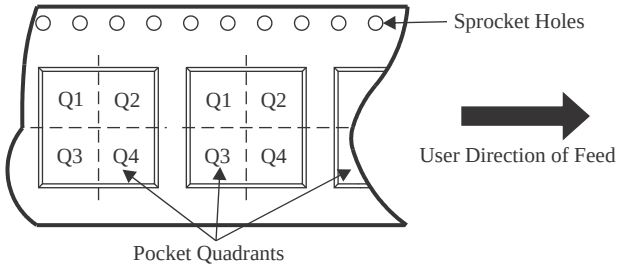



**TAPE DIMENSIONS**




| | |
|---|---|
| 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 |

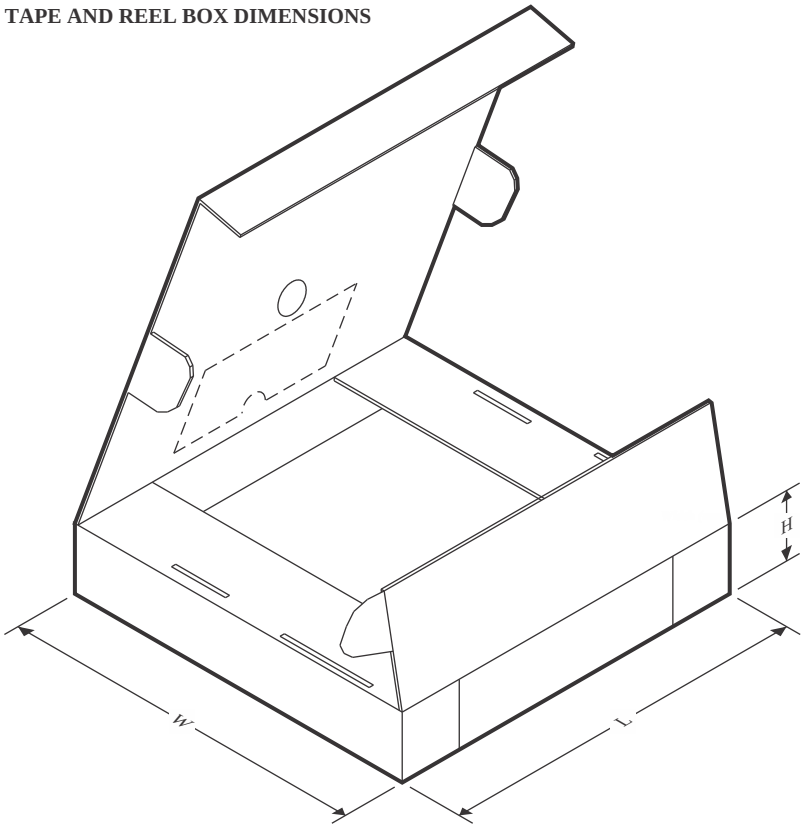
**QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE**




*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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LM111712QKVURQ1 | TO-252 | KVU | 3 | 2500 | 330.0 | 16.4 | 6.9 | 10.5 | 2.7 | 8.0 | 16.0 | Q2 |
| LM111712V0QKVURQ1 | TO-252 | KVU | 3 | 2500 | 330.0 | 16.4 | 6.9 | 10.5 | 2.7 | 8.0 | 16.0 | Q2 |
| LM111733QKVURQ1 | TO-252 | KVU | 3 | 2500 | 330.0 | 16.4 | 6.9 | 10.5 | 2.7 | 8.0 | 16.0 | Q2 |
| LM111750QKVURQ1 | TO-252 | KVU | 3 | 2500 | 330.0 | 16.4 | 6.9 | 10.5 | 2.7 | 8.0 | 16.0 | Q2 |

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



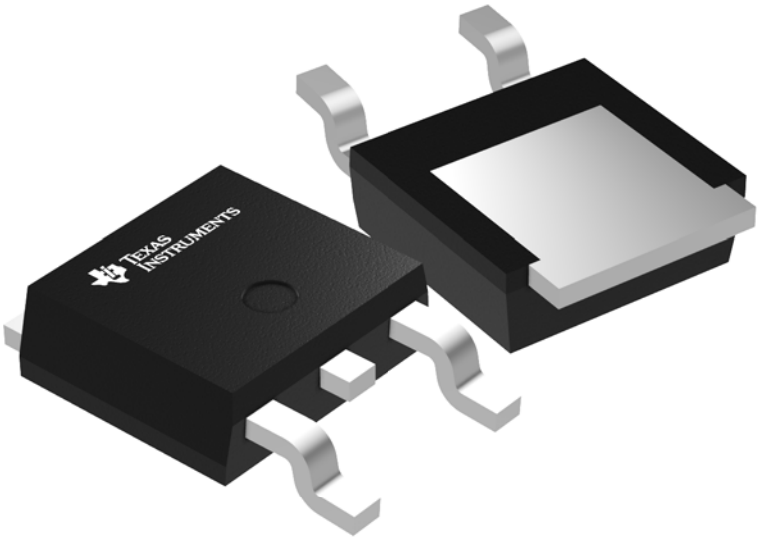

*All dimensions are nominal

| Device | Package Type | Package Drawing | Pins | SPQ | Length (mm) | Width (mm) | Height (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LM111712QKVURQ1 | TO-252 | KVU | 3 | 2500 | 340.0 | 340.0 | 38.0 |
| LM111712V0QKVURQ1 | TO-252 | KVU | 3 | 2500 | 340.0 | 340.0 | 38.0 |
| LM111733QKVURQ1 | TO-252 | KVU | 3 | 2500 | 340.0 | 340.0 | 38.0 |
| LM111750QKVURQ1 | TO-252 | KVU | 3 | 2500 | 340.0 | 340.0 | 38.0 |

# GENERIC PACKAGE VIEW

## KVU 3 TO-252 - 2.52 mm max height

TRANSISTOR OUTLINE



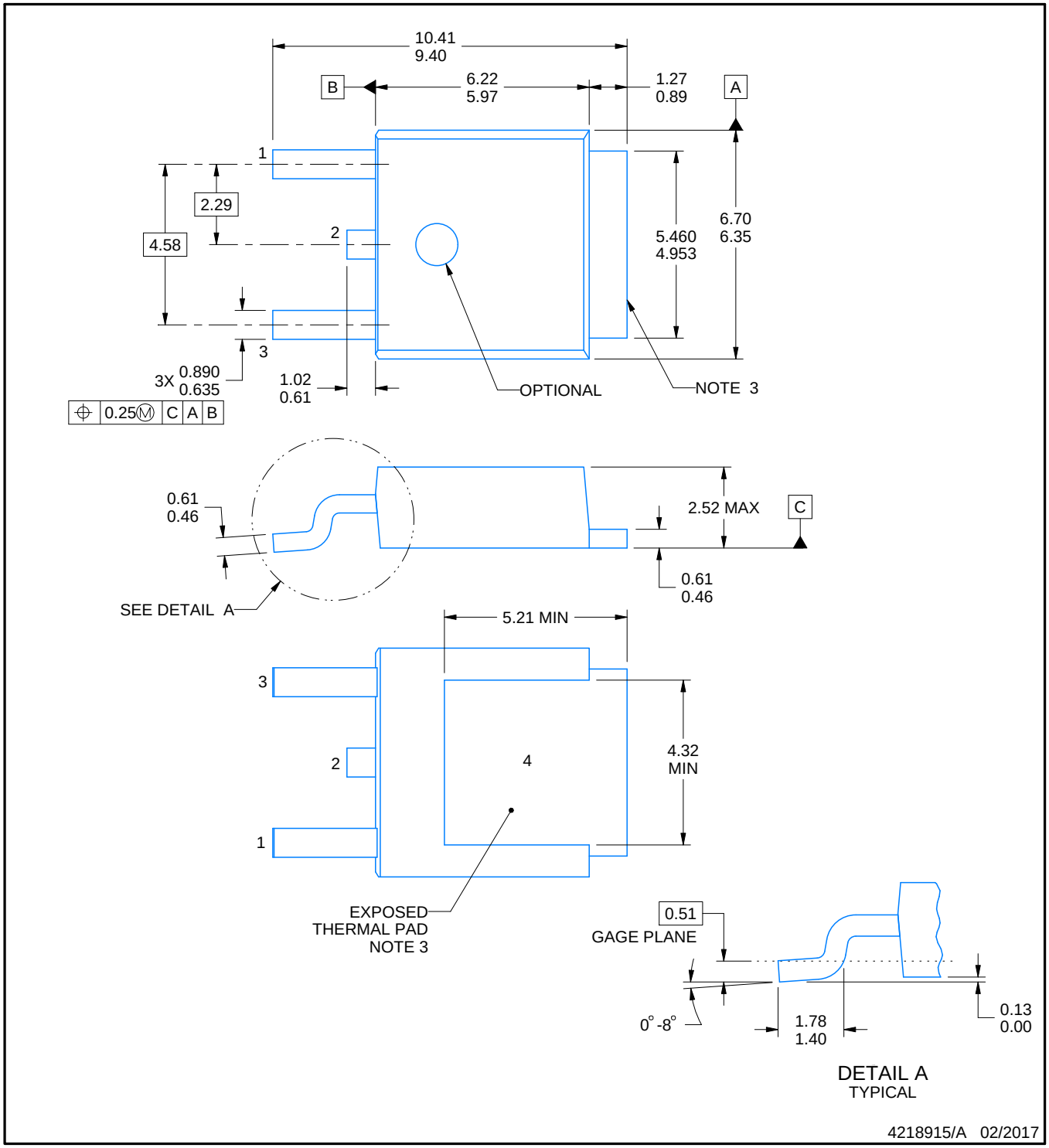

Images above are just a representation of the package family, actual package may vary.
Refer to the product data sheet for package details.

# PACKAGE OUTLINE

## KVU0003A

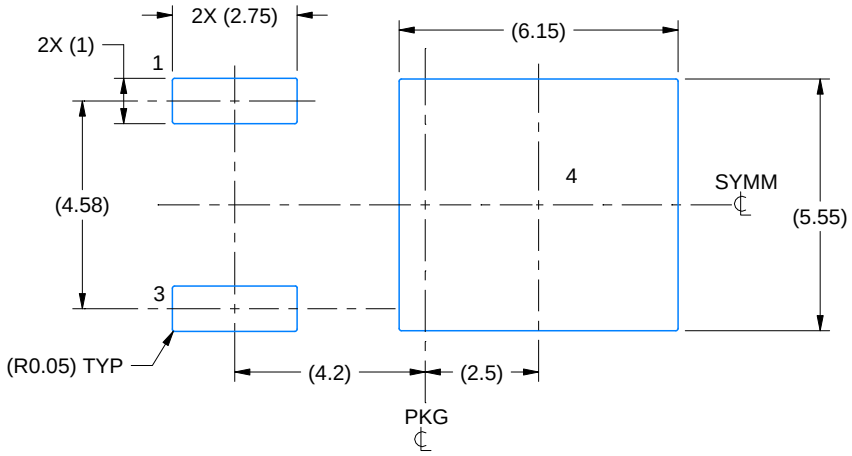
## TO-252 - 2.52 mm max height

TO-252

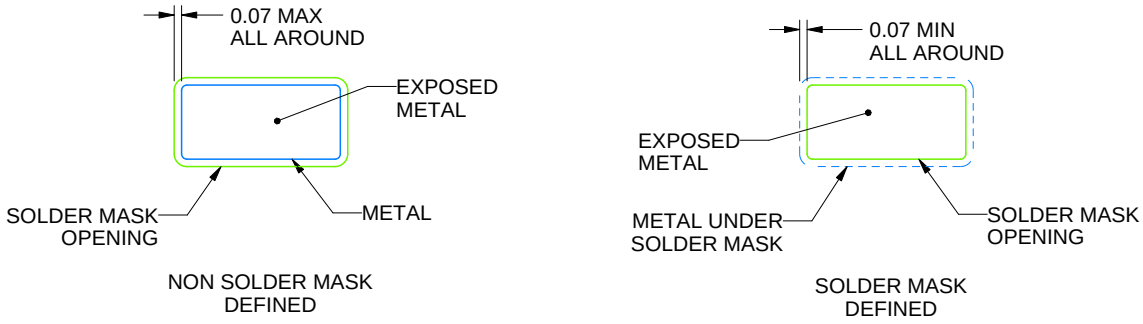



NOTES:

1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. Shape may vary per different assembly sites.
4. Reference JEDEC registration TO-252.




LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE:6X

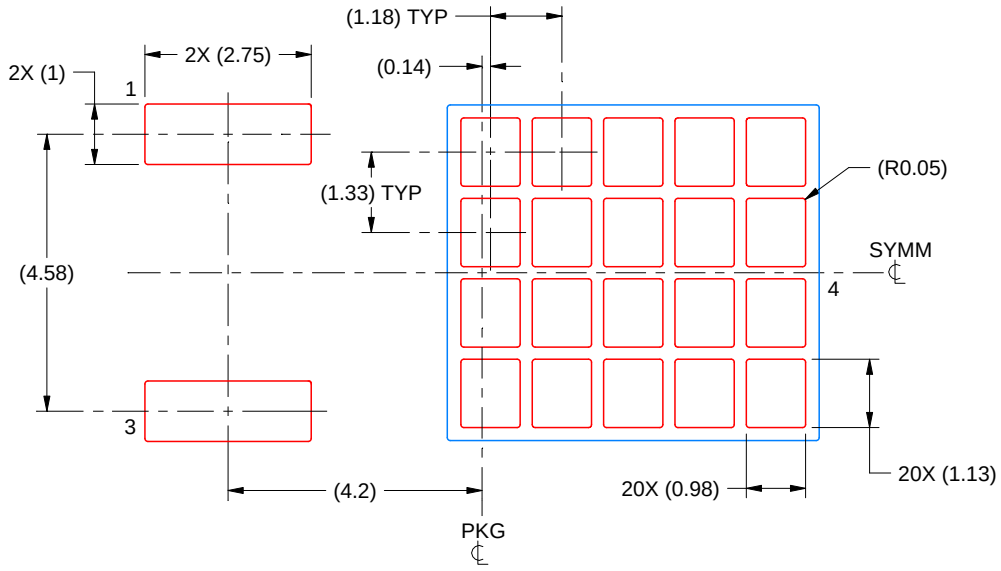



SOLDER MASK DETAILS
NOT TO SCALE

4218915/A 02/2017

NOTES: (continued)

5. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature numbers SLMA002(www.ti.com/lit/slm002) and SLMA004 (www.ti.com/lit/slma004).
6. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.




SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD
65% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA
SCALE:8X

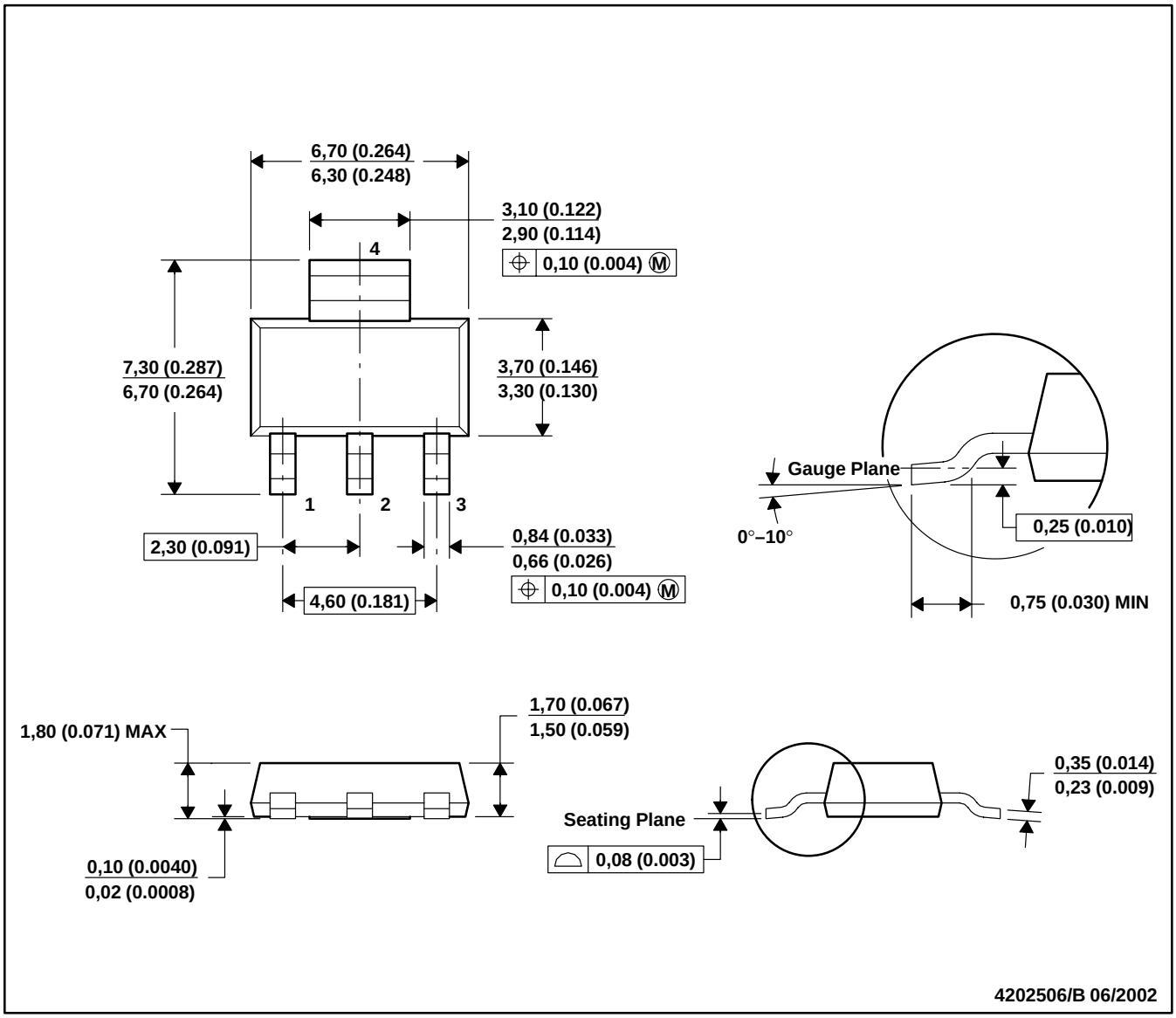
4218915/A 02/2017

NOTES: (continued)

7. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
8. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.

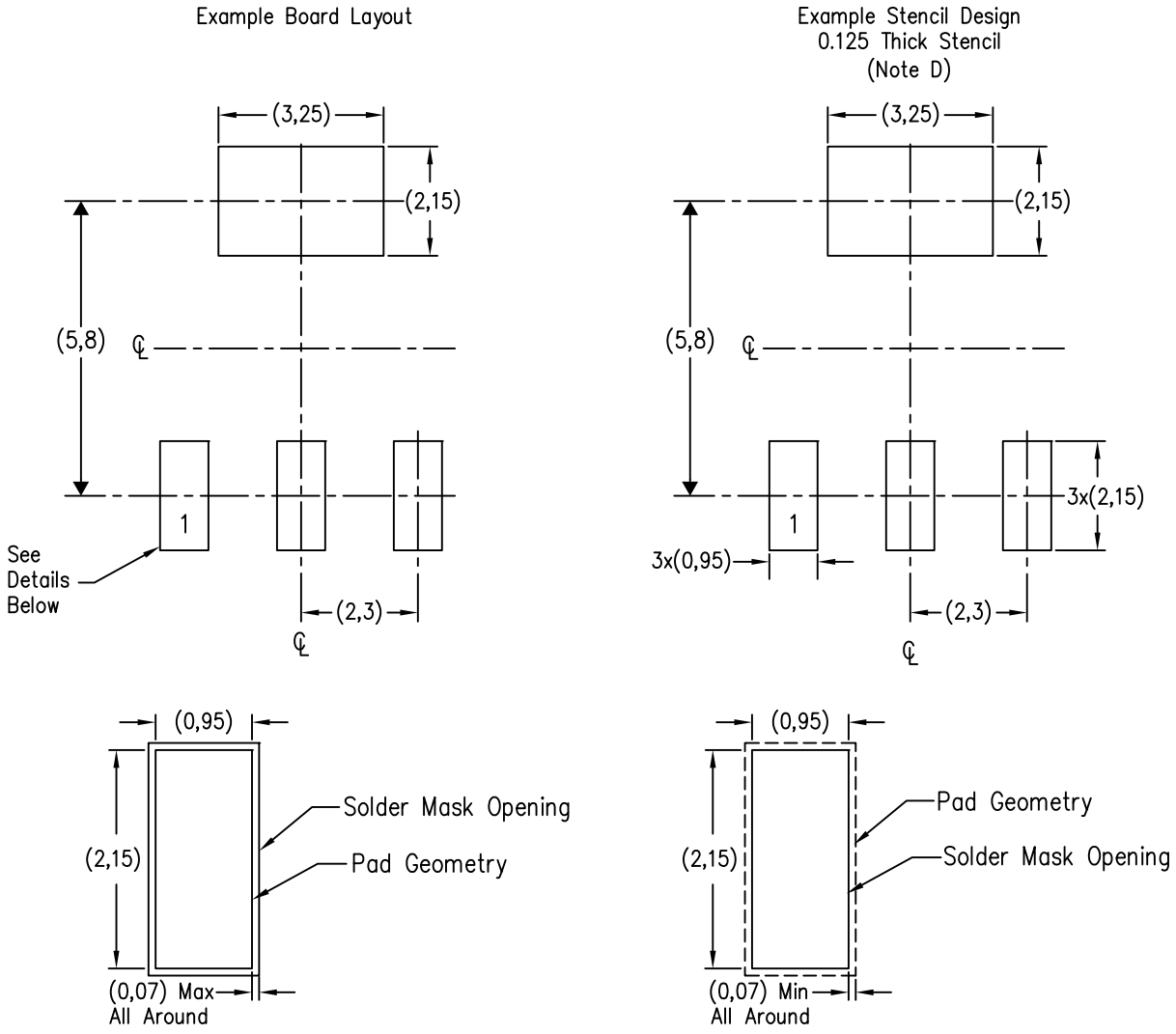
MPDS094A – APRIL 2001 – REVISED JUNE 2002

**DCY (R-PDSO-G4)** **PLASTIC SMALL-OUTLINE**




NOTES: A. All linear dimensions are in millimeters (inches).
B. This drawing is subject to change without notice.
C. Body dimensions do not include mold flash or protrusion.
D. Falls within JEDEC TO-261 Variation AA.

DCY (R–PDSO–G4) PLASTIC SMALL OUTLINE




NOTES:

A. All linear dimensions are in millimeters.
B. This drawing is subject to change without notice.
C. Publication IPC–7351 is recommended for alternate designs.
D. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and also rounding corners will offer better paste release. Customers should contact their board assembly site for stencil recommendations. Refer to IPC 7525 for stencil design considerations.

# 重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做出任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保法规或其他要求。

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

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

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月