具有高精度可调电流限制和过压钳位的 TPS25200 5V 电子保险丝

1 特性

- 工作电压为 2.5V 至 6.5V
- 输入可耐受高达 20V 的电压
- 7.6V 输入过压关断
- 5.25V 至 5.55V 固定过压钳位
- 0.6 µ s 过压锁定响应
- 3.5 µ s 短路响应
- 集成式 60m Ω 高侧 MOSFET
- 高达 2.6A 的持续负载电流
- 2.9A 电流下的限流精度为 ±6%
- 禁用时反向电流阻断
- 内置软启动
- 与 TPS2553 引脚对引脚兼容
- 通过 UL 2367 认证
  - 文件编号 169910
  - R_{ILIM} ≥ 33k Ω（最大值 3.12A）

2 应用

- USB 电源开关
- USB 目标器件
- 手机、智能电话
- 3G、4G 无线数据卡
- 固态硬盘 (SSD)
- 3V 或 5V 适配器供电器件

3 说明

TPS25200 是一款具有精密电流限制和过压钳位的 5V 电子保险丝。该器件可在过压和过流事件期间为负载和源提供强大保护。

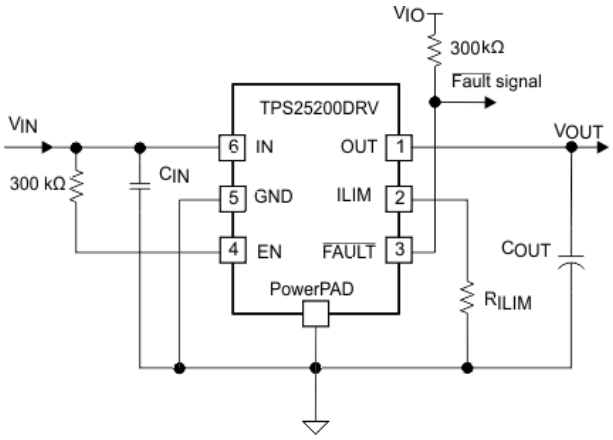
TPS25200 是一款智能受保护的负载开关，其 V_{IN} 可耐受 20V 电压。如果在 IN 施加了不正确的电压，输出电压将钳位到 5.4V 以保护负载。如果 IN 处的电压超过 7.6V，器件会断开负载，以防止损坏器件和/或负载。

TPS25200 具有一个内部 60m Ω 电源开关，用于在各种异常情况下保护电源、器件和负载。该器件支持高达 2.6A 的连续负载电流。可通过单个接地电阻在 85mA 至 2.9A 范围内对电流限制进行编程。当发生过载时，输出电流被限制在由 R_{ILIM} 设定的电流值上如果发生持续过载，器件最终会进入热关断状态，以防止损坏 TPS25200。

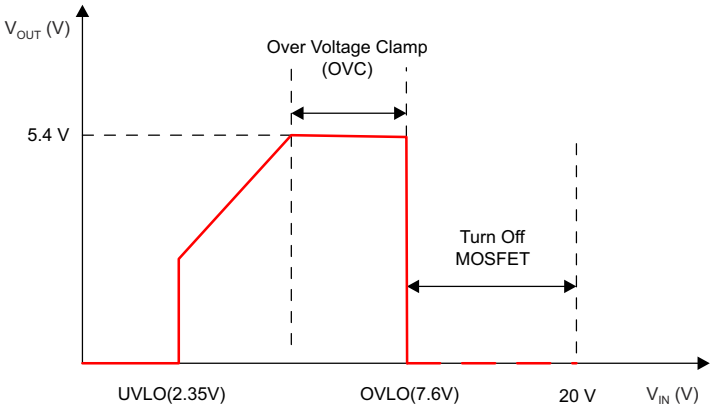
封装信息

订货编号	封装(1)	封装尺寸(2)
TPS25200	DRV（WSON，6）	2mm × 2mm

(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）。



简化版原理图



V_{OUT} 与 V_{IN} 间的关系

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.....3
5.1 绝对最大额定值.....3
5.2 ESD 等级.....3
5.3 建议运行条件.....4
5.4 热性能信息.....4
5.5 电气特性.....4
5.6 时序要求.....6
5.7 典型特性.....7
6 参数测量信息.....9
7 详细说明.....10
7.1 概述.....10
7.2 功能方框图.....11
7.3 特性说明.....11
7.4 器件功能模式.....13
8 应用和实施.....14
8.1 应用信息.....14
8.2 典型应用.....14
8.3 电源相关建议.....21
8.4 布局.....21
9 器件和文档支持.....22
9.1 文档支持.....22
9.2 接收文档更新通知.....22
9.3 支持资源.....22
9.4 商标.....22
9.5 静电放电警告.....22
9.6 术语表.....22
10 修订历史记录.....22
11 机械、封装和可订购信息.....22

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

4 引脚配置和功能

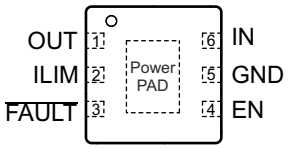


图 4-1. DRV 封装 6 引脚 WSON 顶视图

表 4-1. 引脚功能

引脚		I/O	说明
名称	编号		
EN	4	I	逻辑电平控制输入。当驱动至高电平时，电源开关启用。当驱动至低电平时，关闭电源开关。该引脚不能悬空，如果连接到 V_{IN}，则必须将其限制在绝对最大额定值以下
$\overline{FAULT}$	3	O	低电平有效开漏输出，在过流、过压或过热条件下被置位。将上拉电阻器连接到逻辑 I/O 电压
GND	5	—	接地连接；从外部连接至 PowerPAD
ILIM	2	O	用于设定电流限制阈值的外部电阻器；建议 33kΩ ≤ R_{ILIM} ≤ 1100kΩ
IN	6	I	输入电压；在 IN 和 GND 之间尽可能靠近 IC 的位置连接一个 0.1µF 或更大的陶瓷电容器
OUT	1	O	受保护的电源开关 V_{OUT}
PowerPAD™	PAD	—	在内部连接至 GND；用于将器件热量散发至电路板引线。自外部将 PowerPAD 连接到 GND 端子

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，且电压以 GND 为基准（除非另有说明）(1)

		最小值	最大值	单位
	IN 电压	-0.3	20	V
	OUT、EN、ILIM、$\overline{FAULT}$ 上的电压	-0.3	7	V
	电压范围为 IN 至 OUT	-7	20	V
I_O	持续输出电流	受到热限制		
	连续 $\overline{FAULT}$ 输出灌电流		25	mA
	连续 ILIM 输出拉电流		150	µA
T_J	工作结温	受内部限制		
T_{stg}	贮存温度	-65	150	°C

(1) 应力超出*绝对最大额定值*下面列出的值时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。

5.2 ESD 等级

			值	单位
$V_{(ESD)}$	静电放电	人体放电模型 (HBM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 标准(1)	±2000	V
		充电器件模型 (CDM)，符合 JEDEC 规范 JESD22-C101(2)	±500	

(1) JEDEC 文档 JEP155 指出：500V HBM 可通过标准 ESD 控制流程实现安全生产。
(2) JEDEC 文档 JEP157 指出：250V CDM 能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

5.3 建议运行条件

在自然通风条件下的工作温度范围内，且电压以 GND 为基准（除非另有说明）

		最小值	最大值	单位
V_{IN}	输入电压 IN	2.5	6.5	V
V_{EN}	启用端子电压	0	6.5	V
$I_{\overline{FAULT}}$	连续 $\overline{FAULT}$ 灌电流	0	10	mA
I_{OUT}	持续输出电流 OUT		2.6	A
R_{ILIM}	电流限制设置电阻器	33	1100	kΩ
T_J	工作结温	-40	125	°C

5.4 热性能信息

热指标(1)		TPS25200 DRV (WSON) 6 引脚	单位
θ_{JA}	结至环境热阻	66.5	°C/W
θ_{JCtop}	结至外壳（顶部）热阻	83.4	°C/W
θ_{JB}	结至电路板热阻	36.1	°C/W
ψ_{JT}	结至顶部特征参数	1.6	°C/W
ψ_{JB}	结至电路板特征参数	36.5	°C/W
θ_{JCbot}	结至外壳（底部）热阻	7.6	°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

条件为 –40°C ≤ T_J ≤ +125°C 和 2.5V ≤ V_{IN} ≤ 6.5V、V_{EN} = V_{IN}、R_{ILIM} = 33kΩ。正电流进入端子。典型值为 25°C 下的值。所有电压均以 GND 为基准（除非另有说明）。

参数		测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
电源开关							
$r_{DS(on)}$	IN – OUT 电阻(1)	2.5V ≤ V_{IN} ≤ 5V，I_{OUT} = 2.5A	T_J = 25°C		60	70	mΩ
			–40°C ≤ T_J ≤ +85°C		60	90	
			–40°C ≤ T_J ≤ +125°C		60	99	
使能输入 EN							
	EN 端子导通阈值	输入上升				1.9	V
	EN 端子关断阈值	输入下降		0.6			V
	迟滞				330(2)		mV
I_{EN}	漏电流	V_{EN} = 0V 或 5.5V		-2		2	µA
放电							
R_{DCHG}	OUT 放电电阻	V_{OUT} = 5V，V_{EN} = 0V			480	625	Ω
电流限值							

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

5.5 电气特性（续）

条件为 –40°C ≤ T_J ≤ +125°C 和 2.5V ≤ V_{IN} ≤ 6.5V、V_{EN} = V_{IN}、R_{ILIM} = 33kΩ。正电流进入端子。典型值为 25°C 下的值。所有电压均以 GND 为基准（除非另有说明）。

参数		测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
I_{OS}	电流限制，请参阅 图 6-4	R_{ILIM} = 33kΩ		2773	2952	3127	mA
		R_{ILIM} = 40.2kΩ		2270	2423	2570	
		R_{ILIM} = 56kΩ		1620	1740	1860	
		R_{ILIM} = 80.6kΩ		1110	1206	1300	
		R_{ILIM} = 150kΩ		590	647	710	
		R_{ILIM} = 1100kΩ		40	83	130	
过压锁定，IN							
$V_{(OVLO)}$	IN 上升 OVLO 阈值电压	IN 上升		6.8	7.6	8.45	V
	迟滞				70(2)		mV
电压钳位，OUT							
$V_{(OVC)}$	OUT 钳位电压阈值	C_L = 1µF、R_L = 100Ω、V_{IN} = 6.5V		5.25	5.4	5.55	V
电源电流							
$I_{IN(off)}$	电源电流、低电平输出	V_{EN} = 0V，V_{IN} = 5V			0.8	5	µA
		V_{EN} = 0V 或 5V、V_{IN} = 20V			1000	1700	
$I_{IN(on)}$	电源电流、高电平输出	V_{IN} = 5V，OUT 上无负载	R_{ILIM} = 33kΩ		143	200	µA
			R_{ILIM} = 150kΩ		134	190	
I_{REV}	反向漏电流	V_{OUT} = 6.5V，V_{IN} = V_{EN} = 0V，T_J = 25°C，测量 I_{OUT}			3	5	µA
欠压锁定，IN							
V_{UVLO}	IN 上升 UVLO 阈值电压	IN 上升			2.35	2.45	V
	迟滞				30(2)		mV
$\overline{FAULT}$ 标志							
V_{OL}	输出低电压，$\overline{FAULT}$	$I_{\overline{FAULT}}$ = 1mA			50	180	mV
	关断状态泄漏	$V_{\overline{FAULT}}$ = 6.5V				1	µA
热关断							
	热关断阈值温度，OTSD2			155			°C
	仅电流限制时的热关断阈值，OTSD1			135			
	迟滞				20(2)		

(1) 脉冲测试技术可保持结温近似环境温度。必须单独考虑热效应。
(2) 提供的这些参数仅供参考，不构成 TI 已发布器件规格的一部分用于 TI 产品保修。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

5.6 时序要求

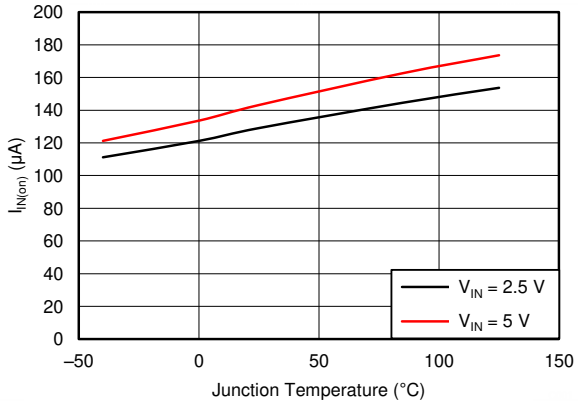
条件为 –40°C ≤ T_J ≤ +125°C 和 2.5V ≤ V_{IN} ≤ 6.5V、V_{EN} = V_{IN}、R_{ILIM} = 33kΩ。正电流进入端子。典型值为 25°C 下的值。所有电压均以 GND 为基准（除非另有说明）

		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源开关						
t_r	OUT 电压上升时间	C_L = 1 μ F，R_L = 100Ω（请参阅 图 6-2）		2.05	3.2	ms
t_f	OUT 电压下降时间			0.18	0.2	ms
使能输入 EN						
t_{on}	开通时间	2.5V ≤ V_{IN} ≤ 5V、C_L = 1μF、R_L = 100 Ω（请参阅 图 6-2）		5.12	7.3	ms
t_{off}	关断时间			0.22	0.3	ms
电流限值						
$t_{(IOS)}$	短路响应时间	V_{IN} = 5V（请参阅 图 6-4）		3.5(1)		μs
过压锁定，IN						
$t_{(OVLO_off_delay)}$	OVLO 的关断延迟	V_{IN} 5V 至 10V，斜升速率为 1V/μs，V_{OUT} 处于 100 Ω 负载		0.6(1)		μs
$\overline{\text{FAULT}}$ 标志						
	$\overline{\text{FAULT}}$ 去毛刺脉冲	由过流情况引起的 $\overline{\text{FAULT}}$ 置位或不置位	5	8	12	ms

(1) 提供的该参数仅供参考，不构成 TI 已发布的器件规格的一部分用于 TI 产品保修。

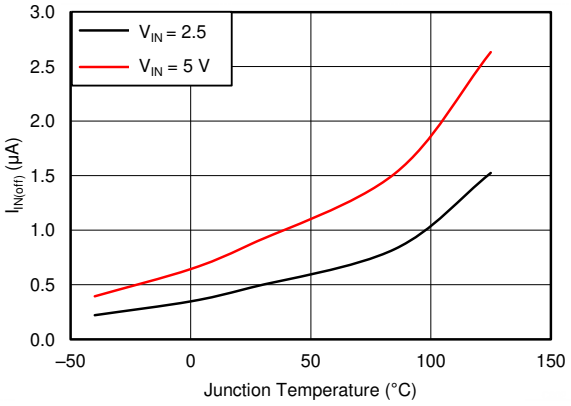
Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

5.7 典型特性



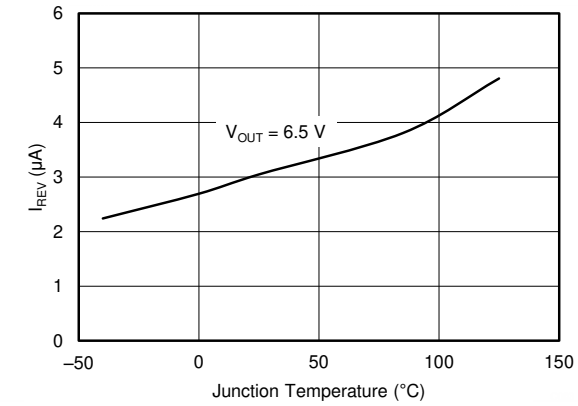
R_{ILIM} = 33kΩ

图 5-1. $I_{IN(on)}$ 与结温间的关系



R_{ILIM} = 33kΩ

图 5-2. $I_{IN(off)}$ 与结温间的关系



V_{EN} = V_{IN} = 0V

图 5-3. I_{REV} 与结温间的关系

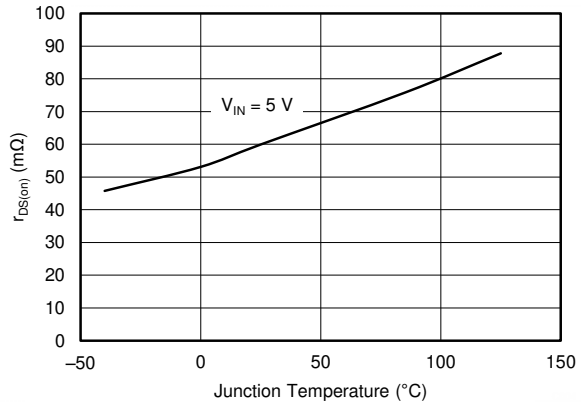
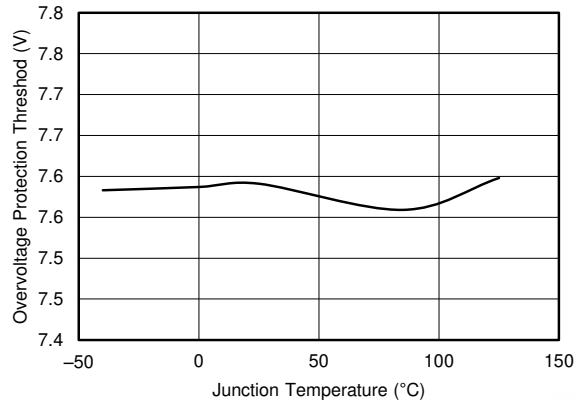
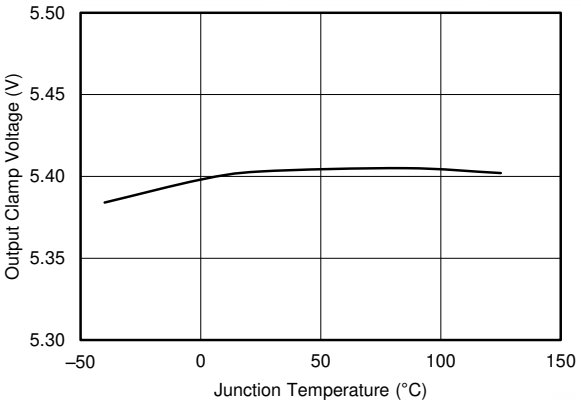


图 5-4. $r_{DS(ON)}$ 与结温间的关系



V_{EN} = V_{IN} = 0V

图 5-5. $V_{(OVLO)}$ 与结温间的关系



C_L = 1µF、R_L = 100Ω、V_{IN} = 6.5V

图 5-6. $V_{O(VC)}$ 与结温间的关系

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

5.7 典型特性（续）

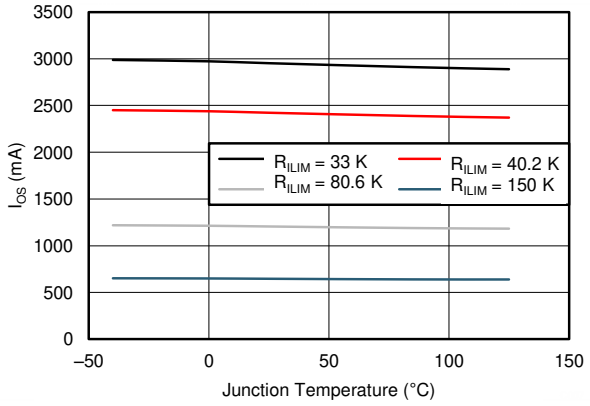


图 5-7. I_{OS} 与结温间的关系

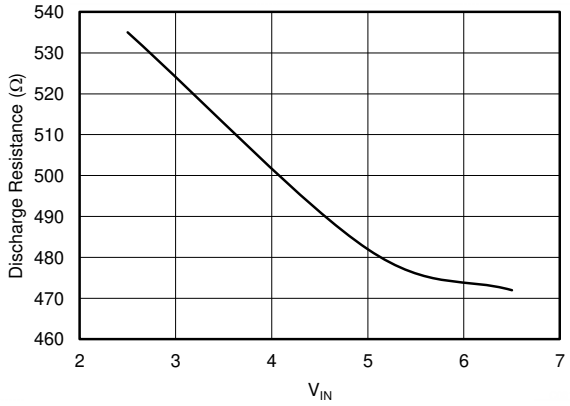


图 5-8. 放电电阻与 V_{IN} 间的关系

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6 参数测量信息

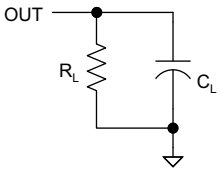


图 6-1. 输出上升-下降测试负载

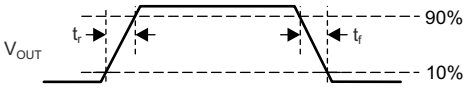


图 6-2. 上电和断电时序

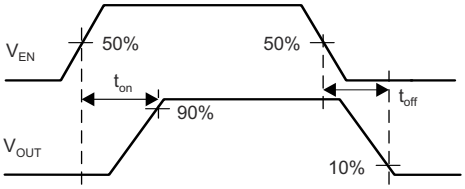


图 6-3. 使能时序，高电平有效使能

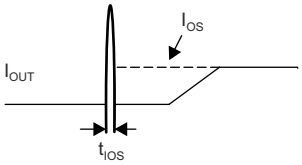


图 6-4. 输出短路参数

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7 详细说明

7.1 概述

TPS25200 是一款智能低压开关或电子保险丝，具有强大的过流和过压保护功能，专为各种应用而设计。

TPS25200 电流限制电源开关在需要最高 2.6A 连续负载电流的应用中使用 N 沟道 MOSFET。该器件使得用户能够借助外部电阻器将电流限制阈值设定在 85mA 至 2.9A（典型值）之间。当负载超过电流限制阈值时，器件进入恒流模式。

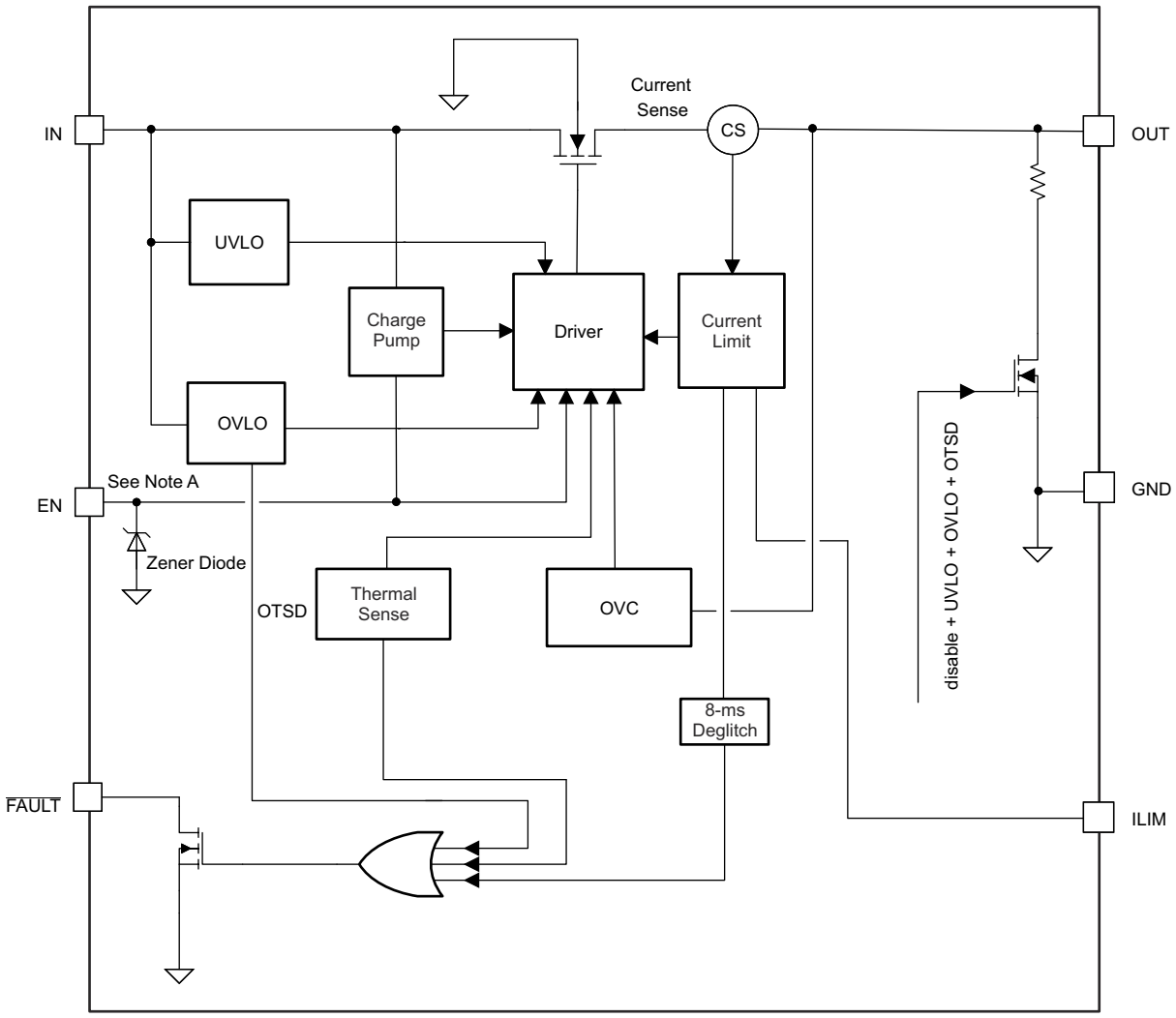
TPS25200 输入可承受 20V 的直流电压，但可将 V_{OUT} 钳位至 5.4V 的精密调节电压，并且在 V_{IN} 超过 7.6V 时会关断。该器件还集成了过流和短路保护功能。精密过流限制有助于尽可能地减小输入电源的过设计，而快速响应短路保护功能可在检测到短路时将负载隔离。

其他特性包括：

- 若使能该器件，则可被置于便携式应用程序的睡眠模式。
- 过热保护，可在发生过流事件或轻微过压事件（V_{OUT} 钳位长时间启用）时，安全地进行关断。
- 抗尖峰脉冲故障报告功能可过滤故障信号，以确认 TPS25200 不会提供错误的故障警报。
- 输出放电下拉有助于确保负载实际上已关闭，并且不会处于某些未定义的运行状态。
- 禁用时反向阻断，以防止有源负载的反向驱动无意中导致应用内出现不确定的行为。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.2 功能方框图



A. 6.4V 典型钳位电压

7.3 特性说明

7.3.1 启用

此逻辑使能输入可控制电源开关和器件电源电流。EN 上的逻辑高电平输入会启用驱动器、控制电路和电源开关。使能输入与 TTL 和 CMOS 两种逻辑电平兼容。

EN 可通过上拉电阻器连接到 V_{IN}，并由集成式齐纳二极管提供保护。使用足够大的 (300-kΩ) 上拉电阻器，确保将 $V_{(EN)}$ 限制在绝对最大额定值以下。

7.3.2 热检测

TPS25200 通过两个独立的热检测电路进行自我保护，这两个电路会监测电源开关的工作温度，并在温度超过建议的工作条件时禁用操作。TPS25200 器件在过流情况下以恒流模式运行，这会增加电源开关上的压降。封装内的功率耗散与电源开关上的压降成正比，因而在过流情况下结温会升高。当芯片温度超过 135°C（最小值）且器件处于电流限制状态时，第一个热传感器 (OTSD1) 会关闭电源开关。热传感器中内置迟滞，开关在器件冷却大约 20°C 后打开。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

TPS25200 还具有第二个环境热传感器 (OTSD2)。当裸片温度超过 155°C（最小值）时，无论电源开关是否处于电流限制状态，环境热传感器都会关断电源开关，并且在器件冷却大约 20°C 后打开电源开关。TPS25200 会继续循环关闭和打开，直到故障消除。

7.3.3 过流保护

TPS25200 在扩展过流条件下通过热循环来对自身进行热保护。当结温超过 135°C（典型值）且处于电流限制状态时，器件将关闭。器件保持关闭状态，直到结温冷却 20°C（典型值），然后重新启动。在过载情况被清除前，TPS25200 会循环打开/关闭（参阅 图 9-13 和 图 8-16）。

TPS25200 通过将其输出电流限制为 I_{OS} 水平来响应过流情况，如 图 6-4 所示。当检测到过流情况时，器件保持恒定的输出电流，输出电压会相应地降低。在过流事件期间，可能会发生两种过载情况。

第一种情况是当器件通电或启用时，发生短路或部分短路。相对于接地，输出电压被保持在零电位附近，而 TPS25200 将输出电流斜升至 I_{OS}。在过载情况被清除或器件开始热循环前，TPS25200 器件将电流限制为 I_{OS}。

第二种情况是当器件启用并通电期间，发生短路、部分短路或瞬态过载。此器件会在时间 t_{IOS} 内响应过流情况（请参阅 图 6-4）。在这段时间内，电流检测放大器被过驱并且暂时禁用内部限流 MOSFET。电流检测放大器恢复并且将输出电流限制到 I_{OS} 上。与之前的情况相似，在过载情况被清除或者器件开始热循环前，TPS25200 将电流限制为 I_{OS}。

7.3.4 $\overline{\text{FAULT}}$ 响应

$\overline{\text{FAULT}}$ 开漏输出在过流、过热或过压情况下被置位（低电平有效）。TPS25200 会在故障条件消失且器件恢复正常运行之前，将 $\overline{\text{FAULT}}$ 信号置位。TPS25200 旨在消除错误的 $\overline{\text{FAULT}}$ 报告，方法是使用内部延迟“抗尖峰脉冲”电路来应对过流（通常为 8ms）条件，而无需外部电路。这可确保 $\overline{\text{FAULT}}$ 不会因正常运行（例如启动进入重容性负载）而被意外地置位。抗尖峰脉冲电路会延迟进入和离开电流限制引起的故障状况。

当 MOSFET 由于过热情况而禁用时，$\overline{\text{FAULT}}$ 信号不会进行抗尖峰脉冲处理，而是在器件冷却并开始导通后进行抗尖峰脉冲处理。该单向抗尖峰脉冲可防止过热事件期间发生 $\overline{\text{FAULT}}$ 振荡。

当 MOSFET 被禁用到 OVLO 中或脱离 OVLO 时，$\overline{\text{FAULT}}$ 信号不会进行抗尖峰脉冲处理。在输出电压钳位模式期间，TPS25200 不会将 $\overline{\text{FAULT}}$ 置位。

使用上拉电阻器将 $\overline{\text{FAULT}}$ 连接到低电压 I/O 电源轨。

7.3.5 输出放电

当 TPS25200 处于 UVLO、禁用或 OVLO 状态时，480Ω（典型值）的输出放电会耗散 OUT 上存储的电荷和漏电流。下拉能力随着 V_{IN} 的降低而降低（图 6-8）。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.4 器件功能模式

TPS25200 V_{IN} 可承受高达 20V 的电压。在 0V 至 20V 范围内，它可分为四种模式，如 图 7-1 所示。

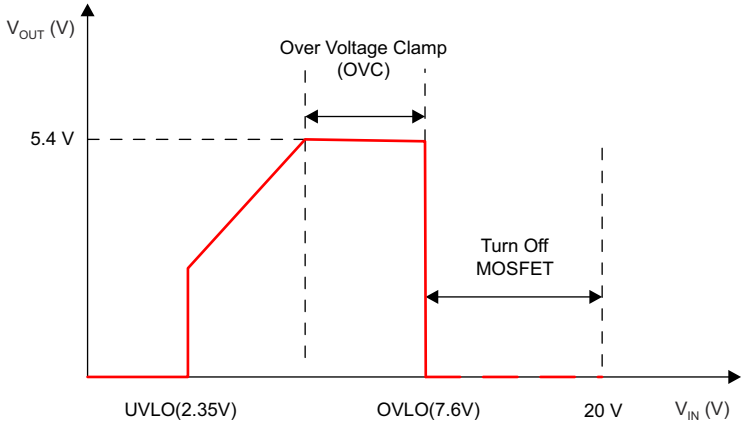


图 7-1. 输出与输入电压间的关系

7.4.1 欠压锁定 (UVLO)

在输入电压达到 UVLO 导通阈值前，欠压锁定 (UVLO) 电路会禁用电源开关。内置迟滞可避免由于导通期间的输入电压下降，导致不必要的导通和关断循环。

7.4.2 过流保护 (OCP)

当 2.35V < V_{IN} < 5.4V 时，TPS25200 是传统的电源开关，可提供过流保护。

7.4.3 过压钳位 (OVC)

当 5.4V < V_{IN} < 7.6V 时，过压钳位 (OVC) 电路将输出电压钳位至 5.4V。在该 V_{IN} 范围内，过流保护保持激活状态。

7.4.4 过压锁定 (OVLO)

当 V_{IN} 超过 7.6V 时，过压锁定 (OVLO) 电路会关断受保护的电源开关。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8 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。

8.1 应用信息

TPS25200 是一款具有精密电流限制和过压钳位的 5V 电子保险丝。当移动数据卡器件等目标器件在 USB 端口热插拔时（如 图 8-1 所示），输入瞬态电压可能会因电缆电感而损坏目标器件。将 TPS25200 作为过压和过流保护器放置在移动设备的输入端可以保护这些目标器件。当流经电缆的寄生电感的电流突然变化时，也会发生输入瞬变。当 TPS25200 关闭内部 MOSFET 以响应过压或过流事件时，可能会发生这种情况。TPS25200 在输入侧无需旁路大容量电容器或其他外部过压保护元件，即可承受瞬态电压。TPS25200 还可在主机侧用作与 TPS2553 引脚对引脚兼容的传统电源开关。

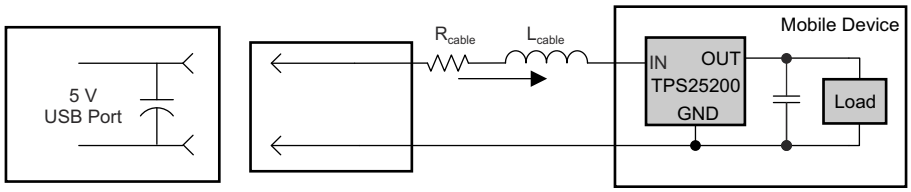


图 8-1. 使用寄生电缆电阻和电感在 5V USB 端口热插拔

8.2 典型应用

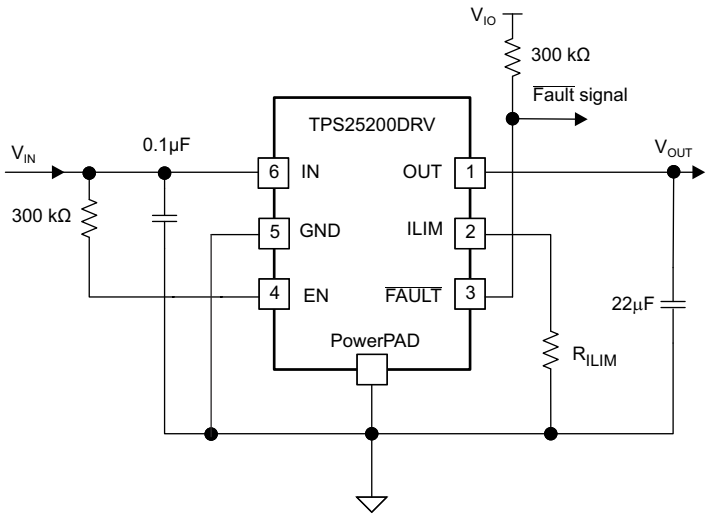


图 8-2. 过压和过流保护器 - 典型应用原理图

使用 *电气特性* 表中的 I_{OS} 或 方程式 1 中的 I_{OS} 选择 R_{ILIM}。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.2.1 设计要求

本设计示例使用 表 8-1 中所列的设计参数作为输入参数。

表 8-1. 设计参数

设计参数	示例值
正常输入工作电压	5V
输出瞬态电压	6.5V
最低电流限制	2.1A
最大电流限制	2.9A

8.2.2 详细设计过程

8.2.2.1 分步设计过程

要开始设计过程，必须先确定几个参数。设计人员需要了解以下内容：

- 正常输入工作电压
- 输出瞬态电压
- 最低电流限制
- 最大电流限制

8.2.2.2 输入和输出电容

输入和输出电容提升了器件的性能；必须针对特定的应用对实际电容进行优化。对于所有应用，为了实现本地噪声去耦，建议在 IN 和 GND 之间尽可能靠近器件的位置上安装一个 0.1 µF 或更大的陶瓷旁路电容器。

当 V_{IN} 斜升超过 7.6V 时，V_{OUT} 跟随 V_{IN}，直到 TPS25200 在 $t_{(OVLO_off_delay)}$ 之后关断内部 MOSFET。$t_{(OVLO_off_delay)}$ 在很大程度上取决于 V_{IN} 斜升速率，因此 V_{OUT} 会遇到某个峰值电压。增大输出电容可以降低输出峰值电压，如 图 8-3 所示。

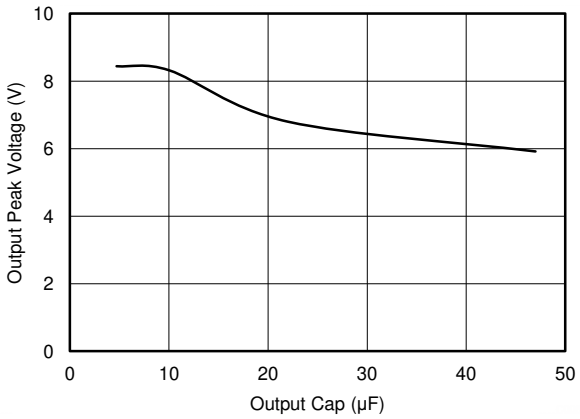


图 8-3. V_{OUT} 峰值电压与 C_{OUT} 间的关系（V_{IN} 以 1V/µs 斜升速率从 5V 阶跃至 15V）

8.2.2.3 设定电流限制阈值

过流阈值可由用户通过外部电阻器进行编程。TPS25200 使用内部调节环路在 ILIM 端子上提供调节电压。电流限制阈值与来自 ILIM 的电流成正比。为确保内部调节环路的稳定性，对 R_{ILIM} 的建议 1% 电阻器范围为 33kΩ ≤ R_{ILIM} ≤ 1100kΩ。很多应用要求最小电流限制高于一个特定的电流值或者最大电流限制低于一个特定的电流值，所以当为 R_{ILIM} 选择一个电阻值的时候有必要考虑过流阈值的容差。方程式 1 中的电流限制阈值公式 (IOS) 近似得到给定外部电阻值 R_{ILIM} 下的过流阈值。有关特定的电流限值设定，请参阅 *电气特性* 表。为了减少对电流限制精度的寄生效应，应使将 R_{ILIM} 电阻器连接至 TPS25200 的布线尽可能短。

当 1) 高于最小负载电流或者 2) 低于最大负载电流情况出现时，R_{ILIM} 可被选择用来提供一个限流阈值。

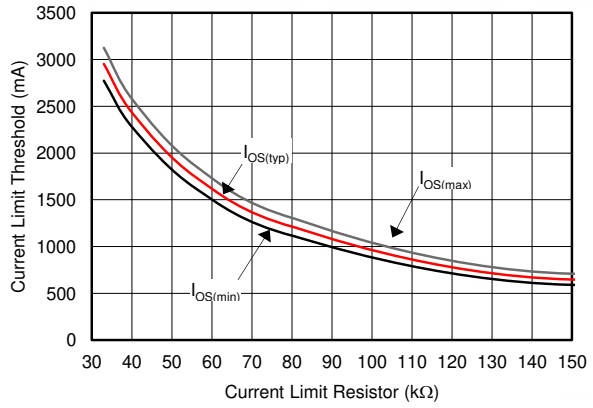
Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

要设计成高于最小限流阈值，请在 $I_{OS\ (最小值)}$ 曲线上找到 R_{ILIM} 和所需最大负载电流的交叉点并且为 R_{ILIM} 选择一个低于这个值的电阻值。必须将电流限制设定为高于最小阈值，以确保启动进入满负载或重容性负载。在所选 R_{ILIM} 值和 $I_{OS(max)}$ 曲线的交点处，产生的电流限制阈值最大。

要设计成低于最大电流限制阈值，请在 $I_{OS(max)}$ 曲线上找到 R_{ILIM} 和所需最大负载电流的交点，并为 R_{ILIM} 选择一个高于此值的电阻值。将电流限制设置为低于最大阈值非常重要，可避免对上游电源的电流限制导致输入电压总线降压。在所选 R_{ILIM} 值和 $I_{OS(min)}$ 曲线的交点处，产生的电流限制阈值最小。参阅 图 9-4 和 图 9-5。

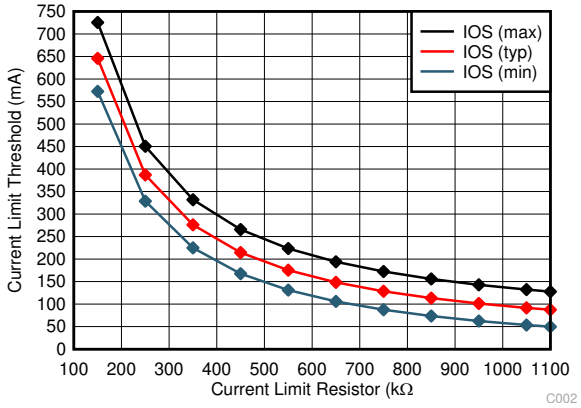
$$I_{OS\,max}(mA) = \frac{96754V}{R_{ILIM}0.985_{k\Omega}} + 30$$
$$I_{OSnom}(mA) = \frac{98322V}{R_{ILIM}1.003k\Omega}$$
$$I_{OS\,min}(mA) = \frac{97399}{R_{ILIM}1.015_{k\Omega}} - 30 \quad (1)$$

在这里 $33k\Omega \leqslant R_{ILIM} \leqslant 1100k\Omega$。



$33k\Omega \leqslant R_{ILIM} \leqslant 150k\Omega$

图 8-4. 电流限制阈值与 R_{ILIM} 间的关系 I



$150k\Omega \leqslant R_{ILIM} \leqslant 1100k\Omega$

图 8-5. 电流限制阈值与 R_{ILIM} 间的关系 II

8.2.2.4 高于最小电流限制的设计

某些应用要求电流限制不能比特定阈值低。对于本示例，假设必须向负载提供 2.1A 电流，以使所需的最小电流限制阈值为 2100mA。使用 I_{OS} 公式 (方程式 1) 和 图 9-4 选择 R_{ILIM}，如 方程式 2 所示。

$$I_{OS\,min}(mA) = 2100\ mA$$
$$I_{OS\,min}(mA) = \frac{97399V}{R_{ILIM}^{1.015}k\Omega} - 30$$
$$R_{ILIM}(k\Omega) = \left(\frac{97399}{I_{OS(min)} + 30}\right)^{\frac{1}{1.015}} = \left(\frac{97399}{2100 + 30}\right)^{\frac{1}{1.015}} = 43.22\ k\Omega \quad (2)$$

选择小于计算所得值的最接近 1% 电阻：R_{ILIM} = 42.2kΩ.这样可将最小电流限制阈值设定为 2130mA，如 方程式 3 所示。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

$$I_{OS\,min}(mA) = \frac{97399V}{R_{ILIM}{}^{1.015}k\Omega} - 30 = \frac{97399}{(42.2 \times 1.01)^{1.015}} - 30 = 2130mA \quad (3)$$

使用 I_{OS} 公式 (方程式 1)、图 9-4 和之前经计算得出的 R_{ILIM} 值来计算生成的最大电流限制阈值，如 方程式 4 所示。

$$I_{OS\,max}(mA) = \frac{96754}{R_{ILIM}{}^{0.985}} + 30$$
$$I_{OS\,max}(mA) = \frac{96754}{(42.2 \times 0.99)^{0.985}} + 30 = 2479\ mA \quad (4)$$

产生的最小电流限制阈值为 2130mA、最大值为 2479mA 且 R_{ILIM} = 42.2kΩ ± 1%。

8.2.2.5 低于最大电流限制的设计

某些应用要求电流限制必须比特定阈值低。对于本示例，假设必须向负载提供 2.9A 电流，以使所需的最小电流限制阈值为 2900mA。使用 I_{OS} 公式 (方程式 1) 和 图 9-5 选择 R_{ILIM}，如 方程式 5 所示。

$$I_{OS\,max}(mA) = 2900mA$$
$$I_{OS\,max}(mA) = \frac{96754}{R_{ILIM}{}^{0.985}k\Omega} + 30$$
$$R_{ILIM}(k\Omega) = \left(\frac{96754}{I_{OS(max)} - 30}\right)^{\frac{1}{0.985}} = \left(\frac{96754}{2900 - 30}\right)^{\frac{1}{0.985}} = 35.57\ k\Omega \quad (5)$$

选择大于计算所得值的最接近 1% 电阻：R_{ILIM} = 36kΩ。这样可将最大电流限制阈值设定为 2894mA，如 方程式 6 所示。

$$I_{OS\,max}(mA) = \frac{96754V}{R_{ILIM}{}^{0.985}k\Omega} + 30 = \frac{96754}{(36 \times 0.99)^{0.985}} + 30 = 2894mA \quad (6)$$

使用 I_{OS} 公式、图 9-5 和之前经计算得出的 R_{ILIM} 值来计算生成的最小电流限制阈值，如 方程式 7 中所示。

$$I_{OS\,min}(mA) = \frac{97399}{R_{ILIM}{}^{1.015}} - 30$$
$$I_{OS\,min}(mA) = \frac{97399}{(36 \times 1.01)^{1.015}} - 30 = 2508mA \quad (7)$$

得到的最小电流限制阈值为 2592mA、最大值为 2894mA 且 R_{ILIM} = 36kΩ ± 1%。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.2.2.6 功率耗散和结温

内部 N 沟道 MOSFET 的低导通电阻允许大电流通过小型表面贴装封装。估算功率耗散和结温是一种良好的设计实践。在以下分析中，根据封装中的功率耗散计算结温的近似值。但是，需要注意的是，热分析在很大程度上取决于其他系统级因素。此类因素包括气流、电路板布局布线、覆铜厚度和表面积，以及与其他功率耗散器件的接近程度。良好的热设计实践除了涉及单个元件分析外，还必须考虑所有系统级因素。从确定与输入电压和运行温度相关的 N 通道 MOSFET 的 $r_{DS(on)}$开始。开始估算时，使用感兴趣的最高运行环境温度并从典型特征图中读取 $r_{DS(导通)}$ 值。当 V_{IN} 低于 $V_{(OVC)}$ 时，TPS2500 是一种传统的电源开关。使用该值，功率耗散可以用 方程式 8 来计算。

$$P_D = r_{DS(on)} \times I_{OUT}^2 \quad (8)$$

当 V_{IN} 超过 $V_{(OVC)}$ 但低于 $V_{(OVLO)}$ 时，TPS25200 将输出钳位到固定的 $V_{(OVC)}$，功率耗散可使用 方程式 9 来计算。

$$P_D = (V_{IN} - V_{(OVC)}) \times I_{OUT} \quad (9)$$

其中

- P_D=总功率耗散 (W)
- $r_{DS(on)}$ = 电源开关导通电阻 (Ω)
- $V_{(OVC)}$ = 过压钳位电压 (V)
- I_{OUT}=最大限流阈值 (A)

此步骤用来计算 N 沟道 MOSFET 的总功率耗散。

最后，使用 方程式 10 计算结温。

$$T_J = P_D \times \theta_{JA} + T_A \quad (10)$$

其中

- T_A=环境温度 (°C)
- θ_{JA} = 热阻抗 (°C/W)
- P_D=总功率耗散 (W)

将计算得出的结温与初始估算值进行对比。如果它们间的差异较大，使用之前计算中得到的“精确” $r_{DS(导通)}$ 作为全新的估算值进行重复计算。通常，二次或三次迭代就足以达到所需结果。最终的结温在很大程度上取决于热阻 θ_{JA}，而热阻在很大程度上取决于独立封装和电路板布局布线。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.2.3 应用曲线

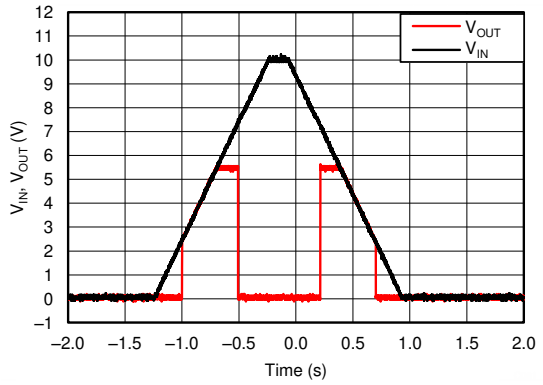


图 8-6. V_{OUT} 与 V_{IN} 间的关系（0V 至 10V）

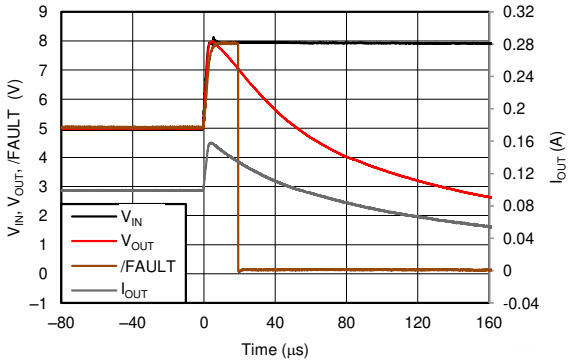


图 8-7. V_{IN} 从 5V 阶跃至 8V，使用 4.7 µF // 100 Ω

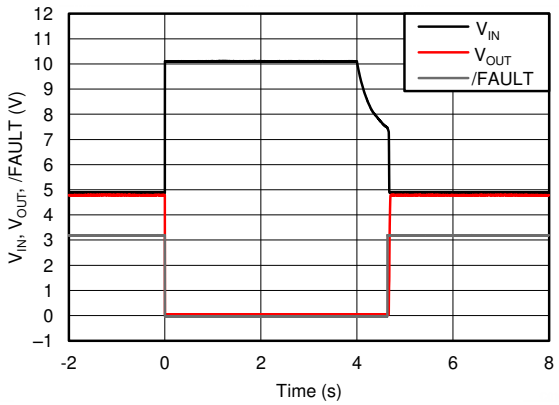


图 8-8. 具有 100 Ω 的脉冲过压

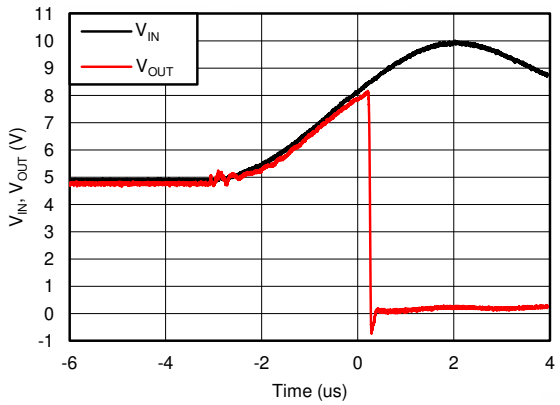


图 8-9. 5V 至 10V OVLO 响应时间

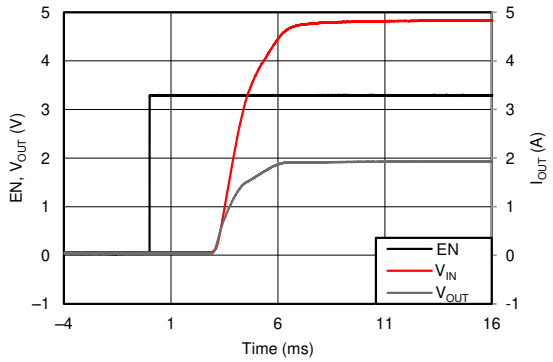


图 8-10. 导通延迟和上升时间 150µF || 2.5Ω

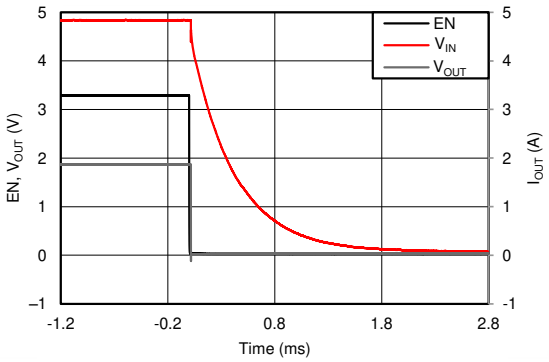


图 8-11. 关断延迟和下降时间 150µF || 2.5Ω

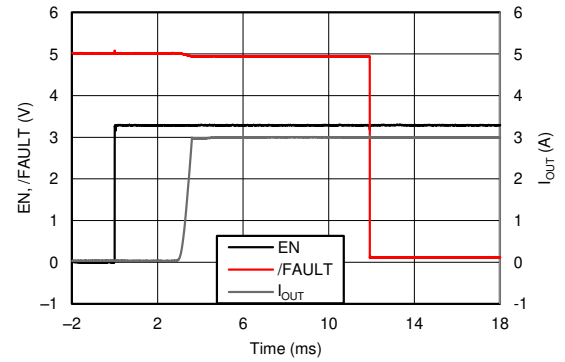


图 8-12. 使能进入输出短接

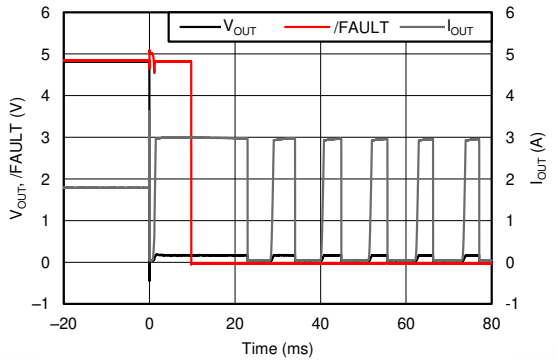


图 8-13. 2.5Ω 到输出短接瞬态响应

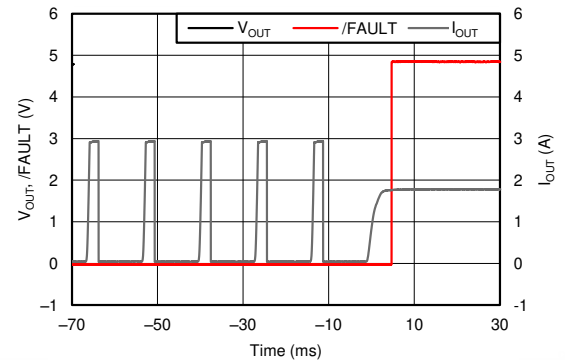


图 8-14. 输出短接至 2.5Ω 负载恢复响应

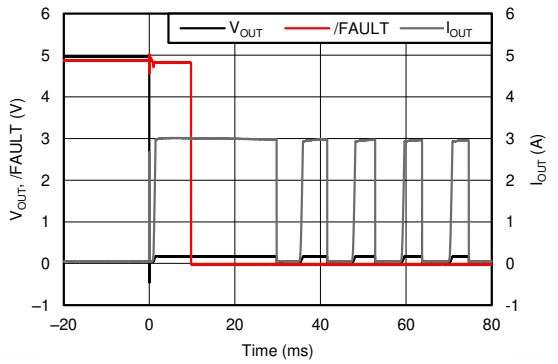


图 8-15. 无负载至输出短接瞬态响应

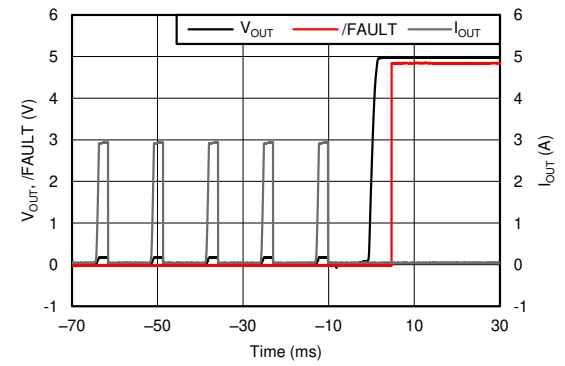


图 8-16. 输出短接至无负载恢复响应

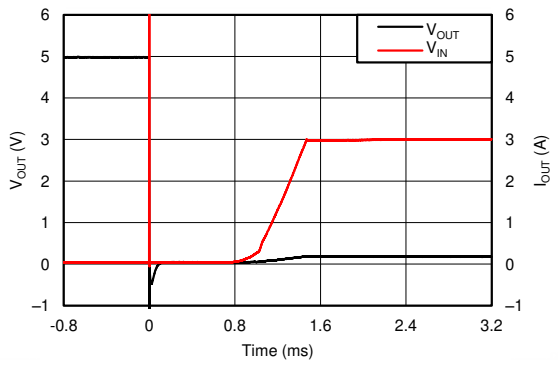


图 8-17. 使用 50mΩ 进行热短接

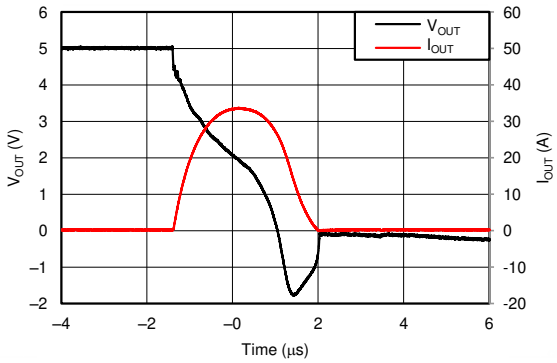


图 8-18. 50mΩ 热短接响应时间

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.3 电源相关建议

TPS25200 专为 2.7V < V_{IN} < 5V（典型值）电压轨而设计。虽然有 V_{OUT} 钳位，但不能用于在 6V < V_{IN} < 7V 时将 V_{OUT} 调节至大约 5.4V。这仅仅是一项保护功能。

8.4 布局

8.4.1 布局指南

- 对于所有应用，为了实现本地噪声去耦，建议在 IN 和 GND 之间尽可能靠近器件的位置上安装一个 0.1 µ F 或更大的陶瓷旁路电容器。
- 对于输出电容，请参阅 图 8-3，建议使用低 ESR 陶瓷电容器。
- 为了减少对电流限制精度的寄生效应，应使将 R_{ILIM} 电阻器连接该器件的布线尽可能短。
- 必须使用宽而短的铜线迹将 PowerPAD 直接连接到 PCB 接地层。

8.4.2 布局示例

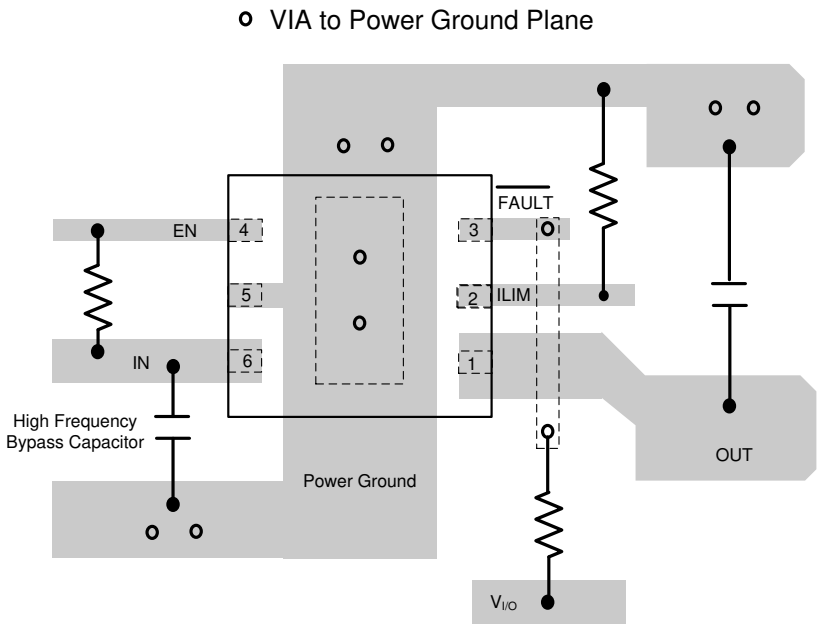


图 8-19. TPS25200 电路板布局

9 器件和文档支持

9.1 文档支持

9.1.1 相关文档

请参阅以下相关文档：

TPS25200 EVM 用户指南

9.2 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。

9.3 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。

9.4 商标

PowerPAD™ and TI E2E™ are trademarks of Texas Instruments.
所有商标均为其各自所有者的财产。

9.5 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。

9.6 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。

10 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 E (June 2021) to Revision F (July 2025)	Page
• 将提到 USB 的旧术语实例全部更改为 *目标*	1
• 通篇将持续负载电流从 *2.5A* 更改为 *2.6A*	1
• 更改了 *封装信息* 表的标题和格式	1

Changes from Revision D (February 2020) to Revision E (June 2021)	Page
• 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式	1
• 更正了封装类型	3
• 更正了封装类型	4

11 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)
TPS25200DRVR	Active	Production	WSON (DRV) | 6	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	SKB
TPS25200DRVR.A	Active	Production	WSON (DRV) | 6	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	SKB
TPS25200DRVRG4	Active	Production	WSON (DRV) | 6	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	SKB
TPS25200DRVRG4.A	Active	Production	WSON (DRV) | 6	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	SKB
TPS25200DRVT	Active	Production	WSON (DRV) | 6	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	SKB
TPS25200DRVT.A	Active	Production	WSON (DRV) | 6	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	SKB

(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 TPS25200 :

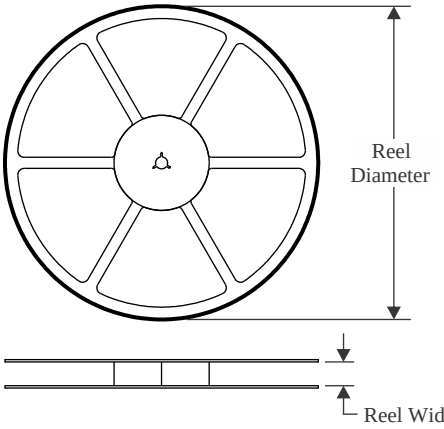
- Automotive : TPS25200-Q1

NOTE: Qualified Version Definitions:

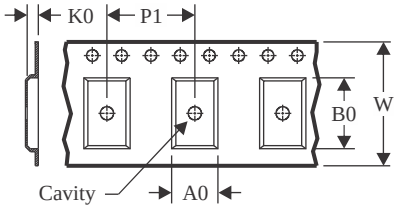
- Automotive - Q100 devices qualified for high-reliability automotive applications targeting zero defects

TAPE AND REEL INFORMATION

REEL DIMENSIONS

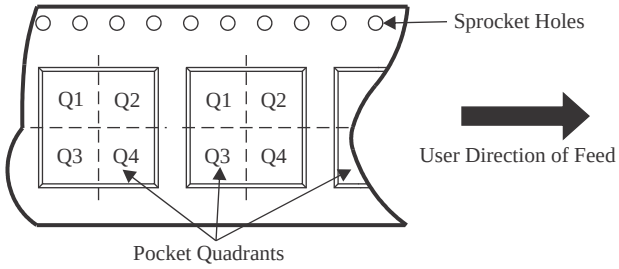


TAPE DIMENSIONS



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

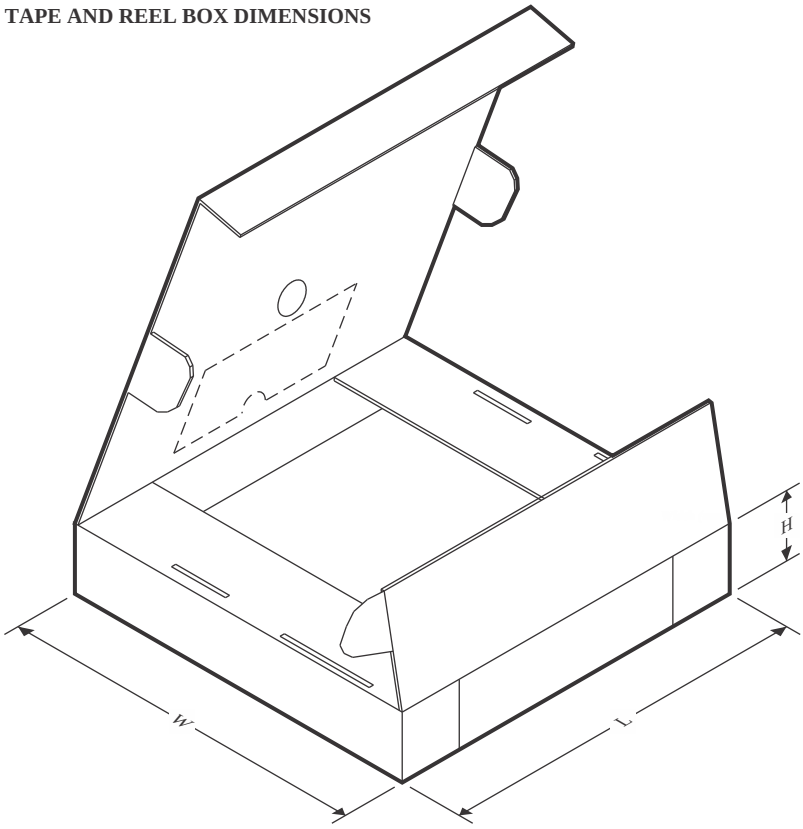
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



*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
TPS25200DRVR	WSON	DRV	6	3000	180.0	8.4	2.3	2.3	1.15	4.0	8.0	Q2
TPS25200DRVR	WSON	DRV	6	3000	178.0	8.4	2.25	2.25	1.0	4.0	8.0	Q2
TPS25200DRVRG4	WSON	DRV	6	3000	180.0	8.4	2.3	2.3	1.15	4.0	8.0	Q2
TPS25200DRVT	WSON	DRV	6	250	180.0	8.4	2.3	2.3	1.15	4.0	8.0	Q2
TPS25200DRVT	WSON	DRV	6	250	178.0	8.4	2.25	2.25	1.0	4.0	8.0	Q2

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS

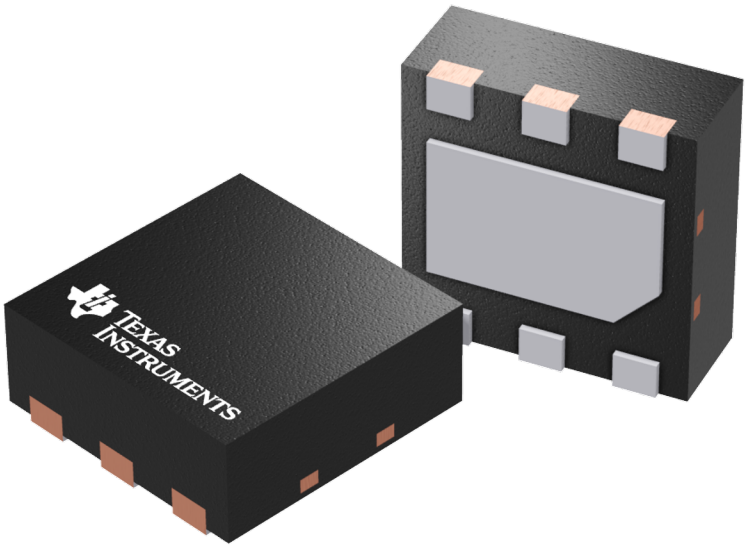


*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
TPS25200DRVR	WSON	DRV	6	3000	210.0	185.0	35.0
TPS25200DRVR	WSON	DRV	6	3000	205.0	200.0	33.0
TPS25200DRVRG4	WSON	DRV	6	3000	210.0	185.0	35.0
TPS25200DRVT	WSON	DRV	6	250	210.0	185.0	35.0
TPS25200DRVT	WSON	DRV	6	250	205.0	200.0	33.0

DRV 6 WSON - 0.8 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



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

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