

TPS2291L02 具有 90nA IQ 和快速输出放电功能的 5.5V、2A、22mΩ 负载开关

1 特性

- 集成型单通道负载开关
- 输入工作电压范围 (VIN) : 1.05V 至 5.5V
- 低导通电阻 (RON)
 - VIN ≥ 3.3V 时, RON = 18.6mΩ (典型值)
 - VIN = 1.8V 时, RON = 20.1mΩ (典型值)
 - VIN = 1.05V 时, RON = 23.3mΩ (典型值)
- 低功耗 :
 - 导通状态 (IQ) : 90nA (典型值)
 - 关闭状态 (ISD) : 1.6nA (典型值)
- 最大持续电流 : 2A
- 130 μs 的可控导通时间
- 快速输出放电 (QOD) : 235 Ω (典型值)
- 热关断具有自保护能力
- EN 引脚智能下拉电阻 (RPD, EN) :
 - EN ≥ VIH (ION) : 25nA (最大值)
 - EN ≤ VIL (RPD, ON) : 530kΩ (典型值)
- 超小型晶圆芯片级封装
 - 0.616mm × 0.616mm、0.35mm 间距、0.35mm 高度 DSBGA (YCJ)
- ESD 性能测试符合 JESD 22 标准
 - 2kV 人体放电模式 (HBM) 和 1kV 组件充电模式 (CDM)

2 应用

- 笔记本电脑
- 平板电脑
- 可穿戴技术
- 数码相机
- 游戏机
- 固态硬盘

3 说明

TPS2291L02 是一款小型低 IQ、低 RON 负载开关, 具有可控导通时间。此器件包含一个可在 1.05V 至 5.5V 输入电压范围内运行的 N 沟道 MOSFET, 并且支持 2A 的最大持续电流。开关由可与低压控制信号直接连接的打开和关闭输入 (EN) 控制。此外, TPS2291L02 在开关关闭时具有快速输出放电功能, 可将输出电压拉低至已知 0V 状态。开关由可与低压控制信号直接连接的打开和关闭输入控制。

该器件具有小尺寸和低 RON, 非常适合空间受限的电池供电型应用。该开关还具有宽输入电压范围, 使器件可用作多个不同电压轨的多用途设计。该器件的受控上升时间可大幅降低大容量负载电容所产生的浪涌电流, 从而降低或消除电源压降。TPS2291L02 通过集成下拉电阻器以在开关关闭时实现快速输出放电 (QOD), 可进一步缩小总体系统尺寸。

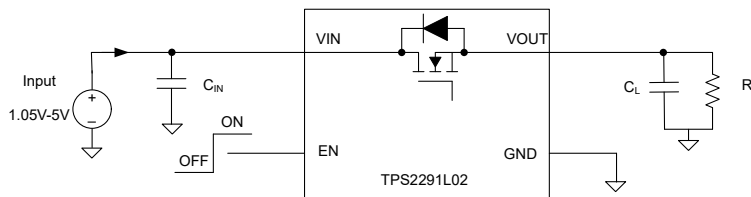
TPS2291L02 采用节省空间的小型 0.616mm × 0.616mm、0.35mm 间距、0.35mm 高度的 4 引脚晶圆芯片级 (DSBGA) 封装 (YCJ)。器件在自然通风环境下的额定运行温度范围为 -40°C 至 +105°C。

封装信息

器件型号	封装 ⁽¹⁾	封装尺寸 ⁽²⁾
TPS2291L02	YCJ (DSBGA , 4)	0.616mm × 0.616mm

(1) 有关更多信息, 请参阅 节 11。

(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



内容

1 特性	1	7.3 特性说明	11
2 应用	1	7.4 器件功能模式	12
3 说明	1	8 应用和实施	13
4 引脚配置和功能	3	8.1 应用信息	13
5 规格	4	8.2 典型应用	13
5.1 绝对最大额定值.....	4	8.3 电源相关建议	14
5.2 ESD 等级.....	4	8.4 布局	15
5.3 建议运行条件.....	4	9 器件和文档支持	16
5.4 热性能信息.....	4	9.1 文档支持.....	16
5.5 电气特性.....	5	9.2 接收文档更新通知.....	16
5.6 开关特性.....	5	9.3 支持资源.....	16
5.7 典型特性.....	7	9.4 商标.....	16
6 参数测量信息	10	9.5 静电放电警告.....	16
7 详细说明	11	9.6 术语表.....	16
7.1 概述.....	11	10 修订历史记录	16
7.2 功能方框图.....	11	11 机械、封装和可订购信息	16

4 引脚配置和功能

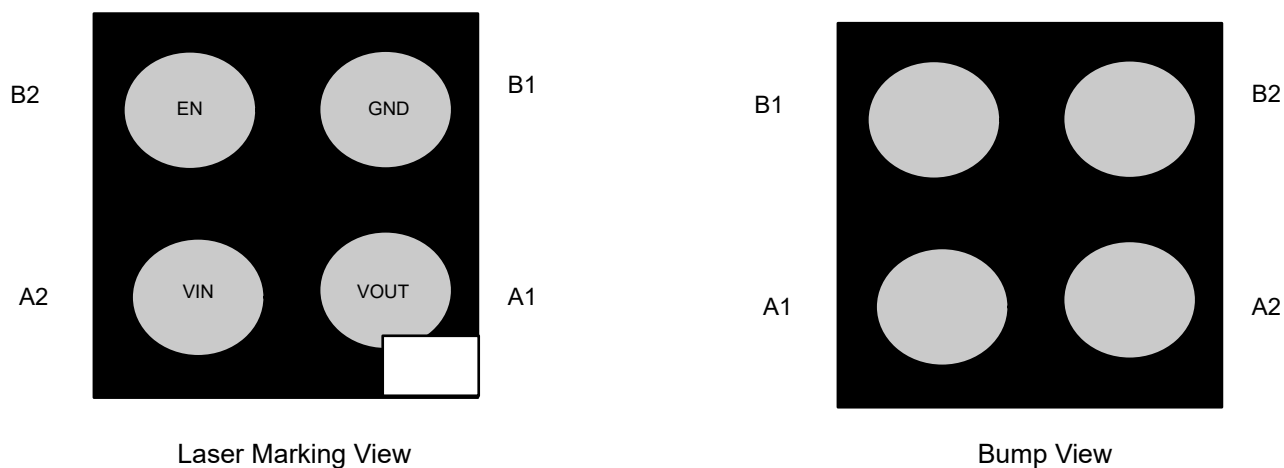


图 4-1. TPS2291L02 YCJ , 4 引脚 WCSP 封装 (顶视图)

表 4-1. 引脚功能

引脚		类型 ⁽¹⁾	说明
名称	编号		
EN	B2	I	高电平有效输入
GND	B1	GND	器件接地
VIN	A2	I	开关输入。在此引脚和 GND 之间放置陶瓷旁路电容器
VOUT	A1	O	开关输出

(1) I = 输入, O = 输出, GND = 接地

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
V_{VIN}	最大输入电压范围	-0.3	6	V
V_{VOUT}	最大输出电压范围	-0.3	6	V
V_{EN}	最大 EN 引脚电压范围	-0.3	6	V
I_{MAX}	最大持续电流		2	A
I_{PLS}	最大脉冲电流（2ms、2% 占空比）		2.5	A
T_J	结温	-40	125	°C
T_{STG}	贮存温度	-65	150	°C

- (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。

5.2 ESD 等级

			值	单位
$V_{(ESD)}$	静电放电	人体放电模式 (HBM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 标准，所有引脚 ⁽¹⁾	±2000	V
		充电器件模型 (CDM)，符合 JEDEC 规范 JESD22-C101，所有引脚 ⁽²⁾	±1000	

- (1) JEDEC 文档 JEP155 指出：500V HBM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。
- (2) JEDEC 文档 JEP157 指出：250V CDM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。若部署必要的预防措施，则可以在更低电压的模型下进行生产。列出的引脚实际上可能具有更高的性能。

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	典型值	最大值	单位
V_{VIN}	输入电压范围	1.05		5.5	V
V_{VOUT}	输出电压范围	0		5.5	V
V_{IH}	EN 引脚高电压范围	0.8		5.5	V
V_{IL}	EN 引脚低电压范围	0		0.35	V
T_A	环境温度	-40		105	°C

5.4 热性能信息

热指标 ⁽¹⁾		TPS2291L02	单位
		YCJ	
		4 引脚	
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	216	°C/W
Ψ_{JB}	结至电路板特征参数	79	°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

测试条件值在 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 105^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{IN} = 3.3\text{V}$ 、 $V_{OUT} =$ 开路条件下测得 (除非另有说明)

参数		测试条件	T _A	最小值	典型值	最大值	单位
输入电源 (VIN)							
I _{Q, VIN}	VIN 静态电流	V _{EN} ≥ V _{IH} , VOUT = 开路	25°C	90	225	nA	
			-40°C 至 85°C	330		nA	
			T _A = 105°C	200		nA	
I _{SD, VIN}	VIN 关断电流	V _{EN} ≤ V _{IL} , VOUT = 开路	25°C	1.5	12	nA	
			-40°C 至 65°C	150		nA	
			T _A = 105°C	33		nA	
导通电阻 (RON)							
R _{ON}	导通状态电阻	VIN = 3.3V	25°C	22	27	mΩ	
			-40°C 至 85°C	40		mΩ	
			T _A = 105°C	30		mΩ	
过热保护							
T _{SD}	热关断	上升		175		°C	
		下降		153		°C	
使能引脚 (ON)							
I _{EN}	EN 引脚泄漏电流	V _{EN} ≥ V _{IH}	25°C	1	11	nA	
			-40°C 至 85°C	15		nA	
			T _A = 105°C	3.5		nA	
R _{PD, EN}	智能下拉电阻		-40°C 至 105°C	530		kΩ	
V _{IH, EN}	EN 引脚阈值 (VIH 上升)		-40°C 至 105°C		0.8	V	
V _{Hys, EN}	EN 引脚阈值 (迟滞)		-40°C 至 105°C	0.124		V	
V _{IL, EN}	EN 引脚阈值 (VIL 下降)		-40°C 至 105°C	0.35		V	
快速输出放电 (QOD)							
R _{QOD}	QOD 引脚内部放电电阻	1.05V ≤ VIN ≤ 5.5V	-40°C 至 105°C	235	350	Ω	

5.6 开关特性

除非另有说明，否则下表中的典型特性适用于 25°C 环境温度、 $C_{IN} = 1\mu\text{F}$ 和 $C_L = 0.1\mu\text{F}$ 、 $R_L = 10\Omega$ 负载。数据表中的时序图显示了时序参数测量详细信息。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_{ON}	开通时间	$V_{IN} = 5.0\text{V}$		126		μs
		$V_{IN} = 3.3\text{V}$		123		μs
		$V_{IN} = 1.8\text{V}$		138		μs
		$V_{IN} = 1.05\text{V}$		205		μs
t_R	输出上升时间	$V_{IN} = 5.0\text{V}$		15.5		μs
		$V_{IN} = 3.3\text{V}$		18		μs
		$V_{IN} = 1.8\text{V}$		22		μs
		$V_{IN} = 1.05\text{V}$		51		μs
t_D	延迟时间	$V_{IN} = 5.0\text{V}$		123		μs
		$V_{IN} = 3.3\text{V}$		116.5		μs
		$V_{IN} = 1.8\text{V}$		128		μs
		$V_{IN} = 1.0\text{V}$		182		μs

5.6 开关特性 (续)

除非另有说明, 否则下表中的典型特性适用于 25°C 环境温度、 $C_{IN} = 1\mu F$ 和 $C_L = 0.1\mu F$ 、 $R_L = 10\Omega$ 负载。数据表中的时序图显示了时序参数测量详细信息。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_{OFF}	关断时间	VIN = 5.0V		1.6		μs
		VIN = 3.3V		2		μs
		VIN = 1.8V		2		μs
		VIN = 1.0V		2.5		μs
t_F	输出下降时间	VIN = 5.0V		2.3		μs
		VIN = 3.3V		2.2		μs
		VIN = 1.8V		2.2		μs
		VIN = 1.0V		2.1		μs

5.7 典型特性

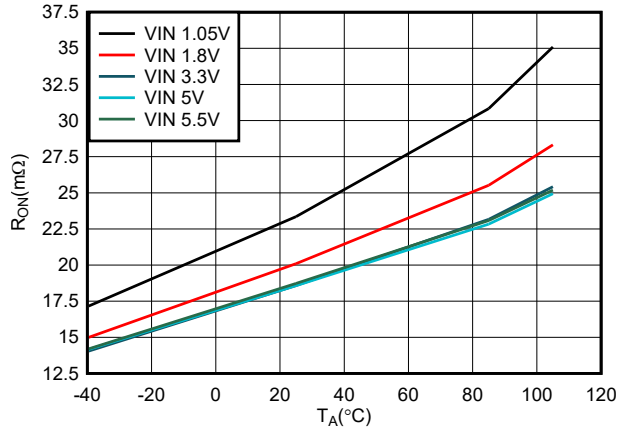


图 5-1. 导通电阻与温度间的关系

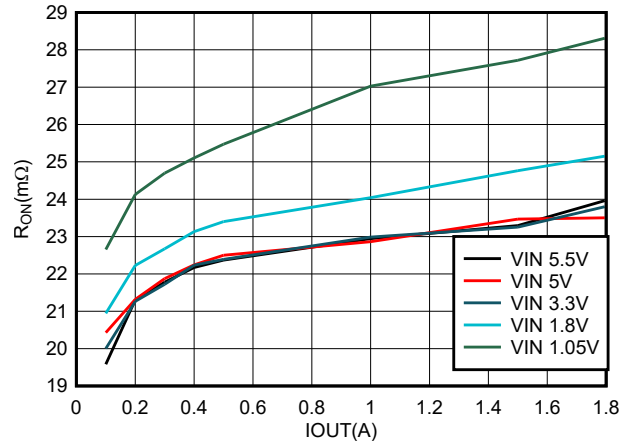


图 5-2. 导通电阻与 I_{OUT} 间的关系

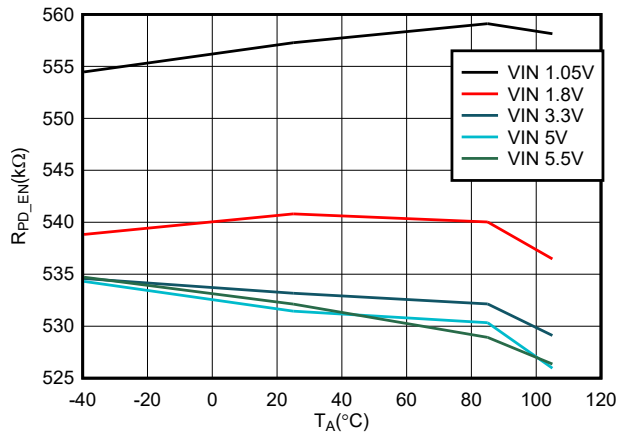


图 5-3. R_{PD_EN} 温度

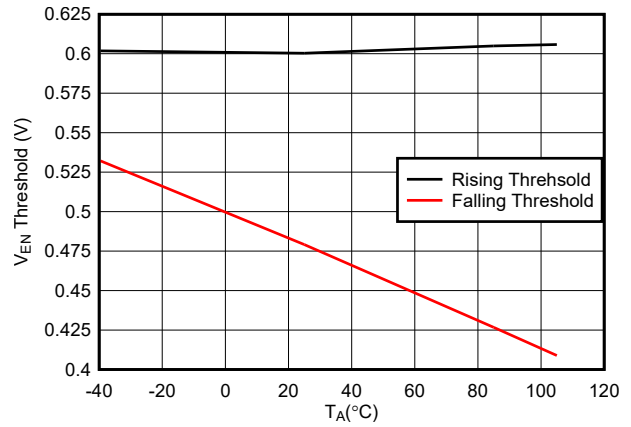


图 5-4. EN 引脚阈值与温度间的关系

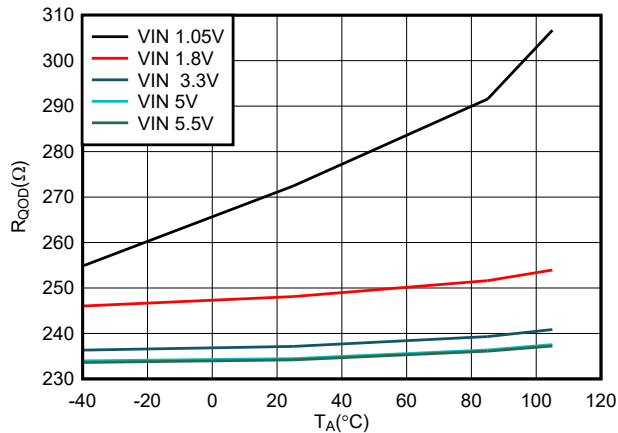


图 5-5. QOD 电阻与温度间的关系

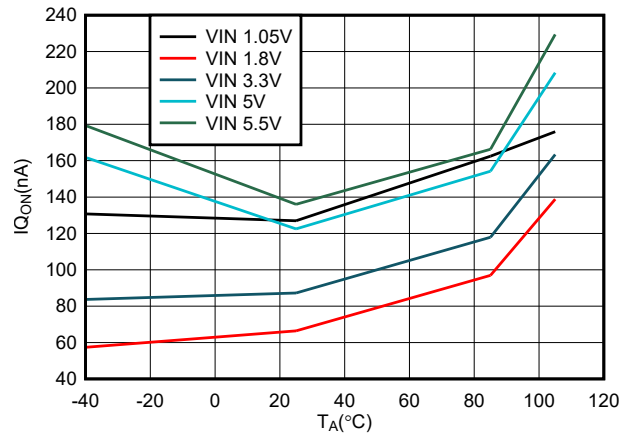
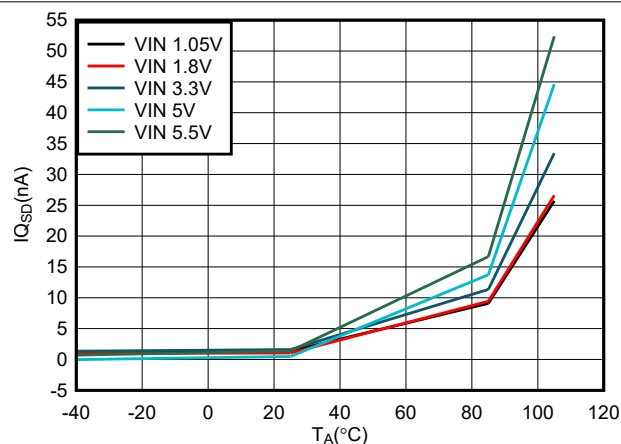
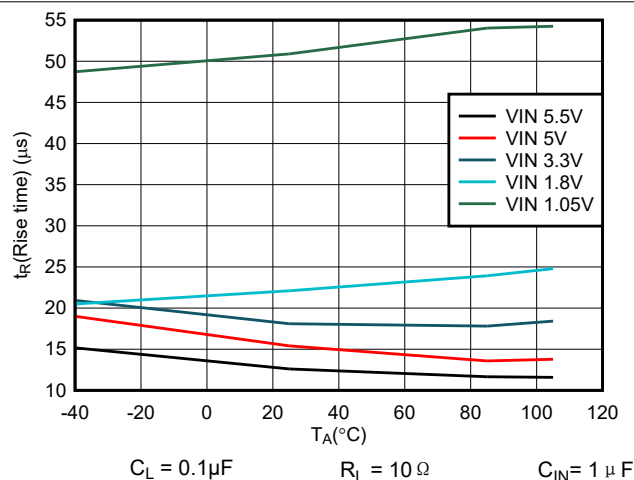
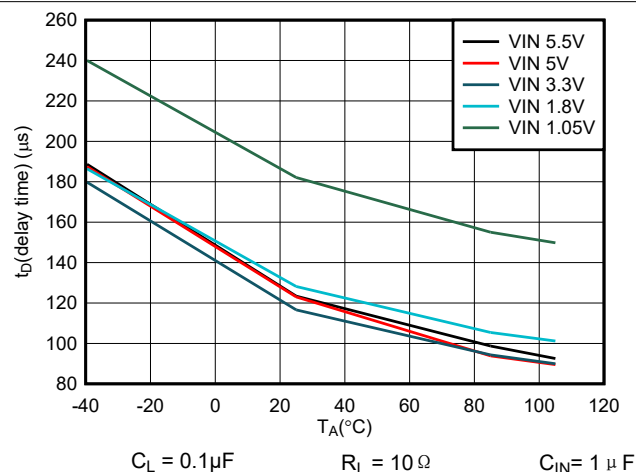
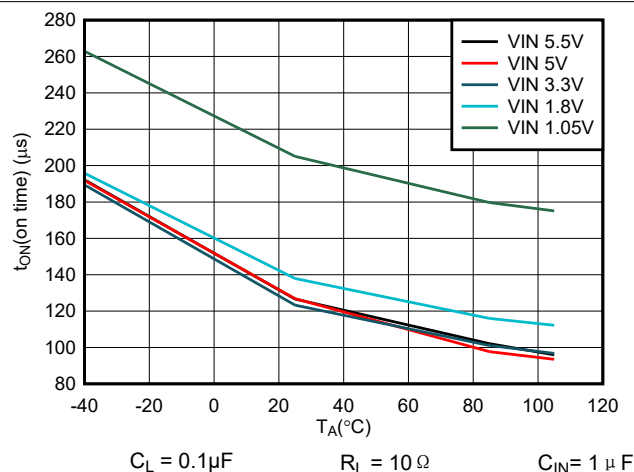
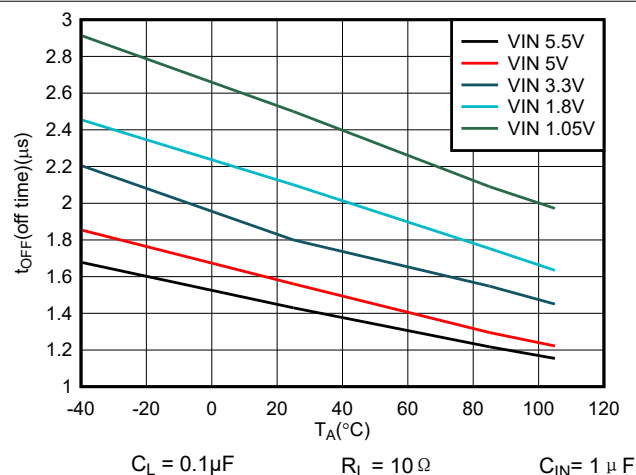
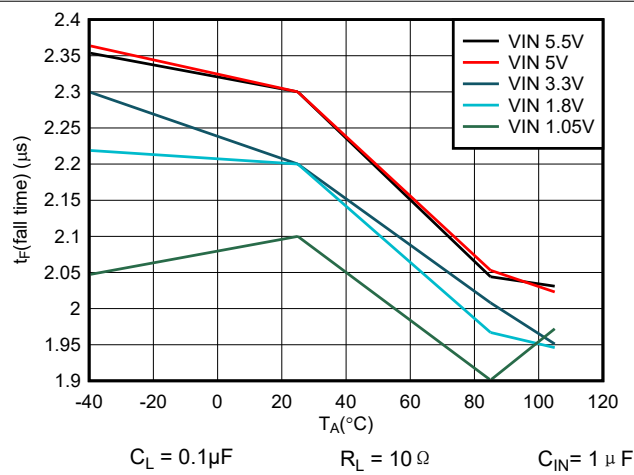
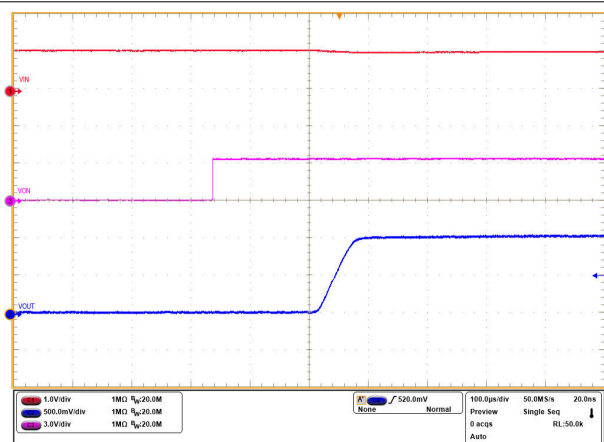


图 5-6. $I_{Q(ON)}$ 与温度间的关系

5.7 典型特性 (续)

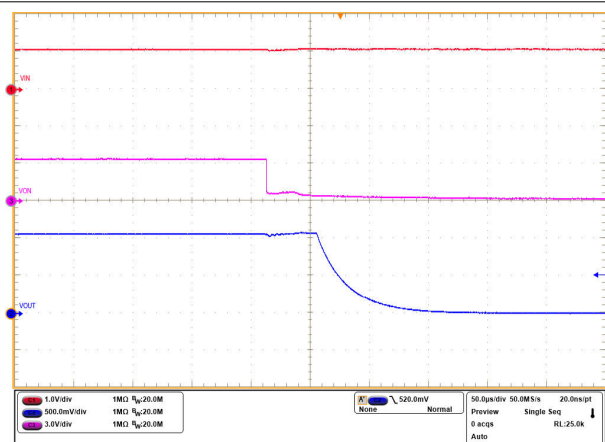
图 5-7. $I_{Q(SD)}$ 电流与温度间的关系图 5-8. 上升时间 (t_R) 与温度间的关系图 5-9. 延迟时间 (t_D) 与温度间的关系图 5-10. 导通时间 (T_{ON}) 与温度间的关系图 5-11. 关断时间 (t_{off}) 与温度间的关系图 5-12. 下降时间 (t_F) 与温度间的关系

5.7 典型特性 (续)



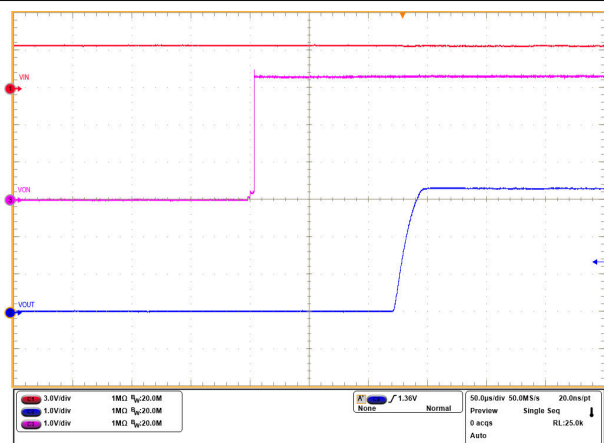
$C_{IN} = 1\mu F$ $C_L = 0.1\mu F$

图 5-13. $V_{IN} = 1.05V$ 时的 t_R



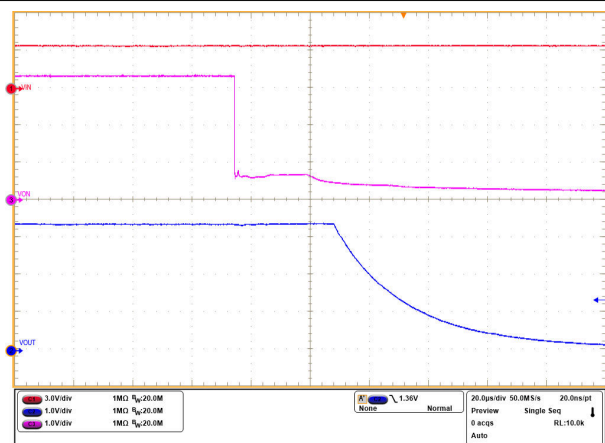
$C_{IN} = 1\mu F$ $C_L = 0.1\mu F$

图 5-14. $V_{IN} = 1.05V$ 时的 t_F



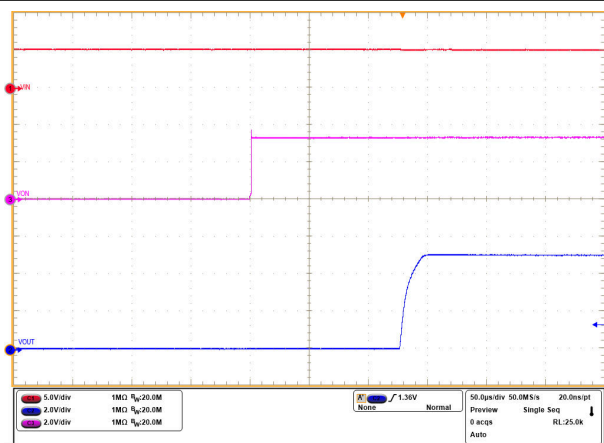
$C_{IN} = 1\mu F$ $C_L = 0.1\mu F$

图 5-15. $V_{IN} = 3.3V$ 时的 t_R



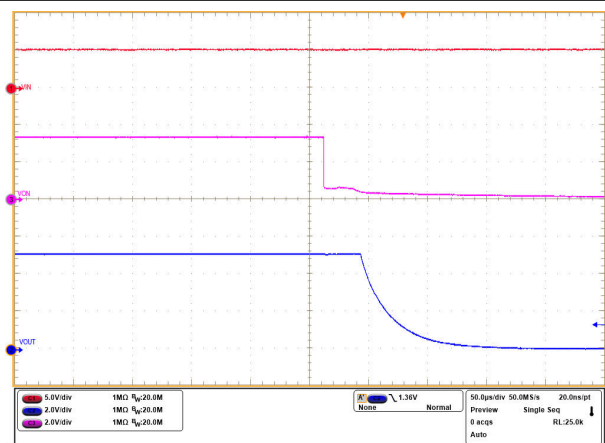
$C_{IN} = 1\mu F$ $C_L = 0.1\mu F$

图 5-16. $V_{IN} = 3.3V$ 时的 t_F



$C_{IN} = 1\mu F$ $C_L = 0.1\mu F$

图 5-17. $V_{IN} = 5V$ 时的 t_R



$C_{IN} = 1\mu F$ $C_L = 0.1\mu F$

图 5-18. $V_{IN} = 5V$ 时的 t_F

6 参数测量信息

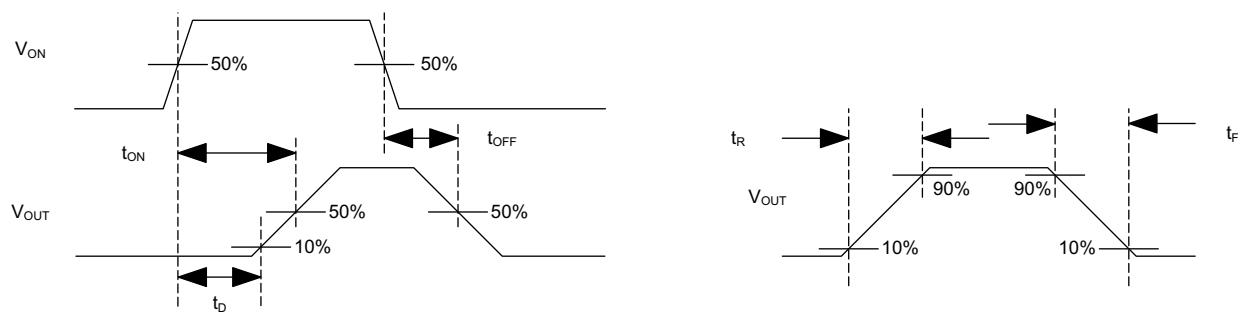


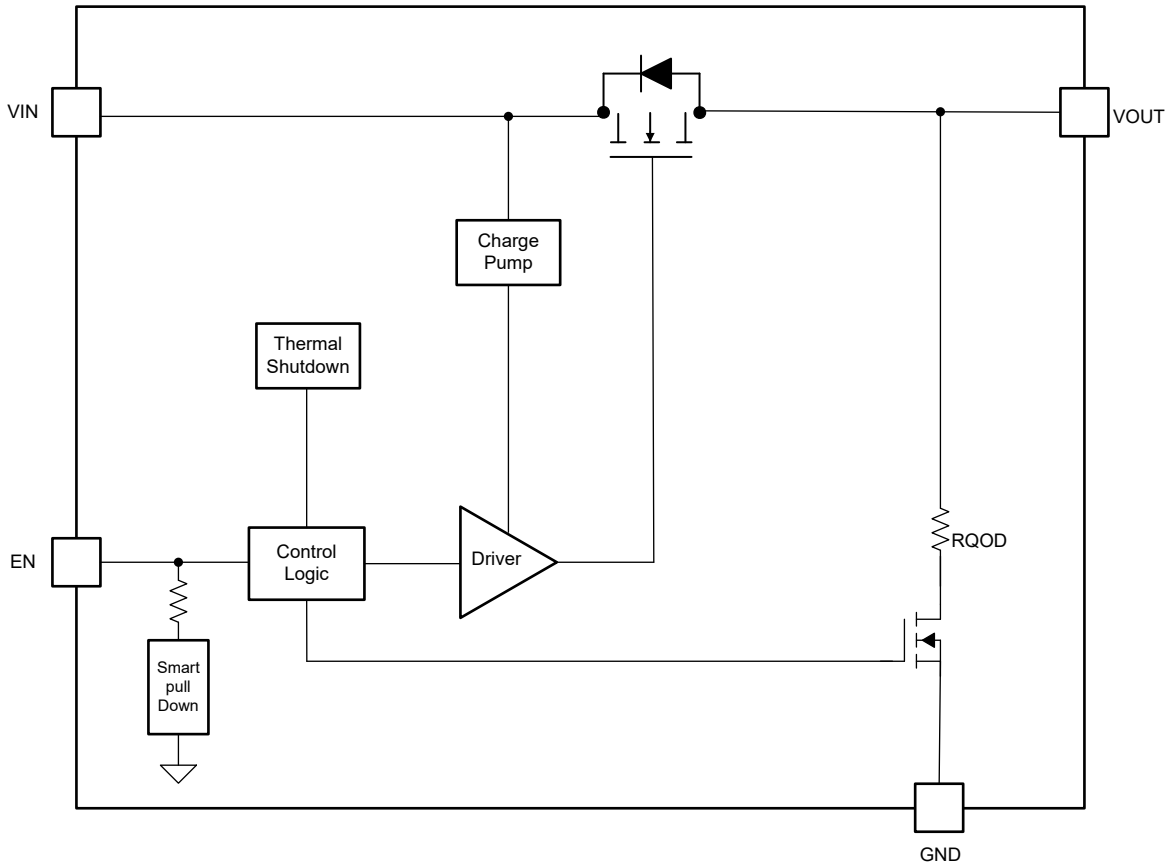
图 6-1. TPS2291L02 时序参数

7 详细说明

7.1 概述

TPS2291L02 是一款 5.5V、2A 负载开关，采用 4 引脚 WCSP 封装，包括引脚间距为 0.35mm 的选项。为减小低电压和高电流轨的压降，该器件实现了一个低电阻 N 沟道 MOSFET，以便减少通该器件上的压降。该器件具有受控上升时间，有助于减少或消除因大浪涌电流而导致的电源压降。此外，TPS2291L02 集成了快速输出放电电路，该电路在开关关闭时，可将输出电压拉低至已知 0V 状态。TPS2291L02 通过集成热关断功能提升了电路稳健性，该功能可在高温条件下对器件起到保护作用。在关断期间，该器件具有超低泄漏电流，因而可在待机期间减少下游模块的不必要泄露。由于集成了控制逻辑、驱动器、电荷泵和输出放电 FET，无需任何外部元件，从而减小了系统尺寸和物料清单 (BOM) 数量。

7.2 功能方框图



7.3 特性说明

7.3.1 导通和关断控制

EN 引脚控制开关的状态。EN 引脚与标准 GPIO 逻辑阈值兼容，因此该器件可用于各种应用。首次向 VIN 加电时，此器件使用智能下拉电阻来保持 EN 引脚不悬空，直到系统时序控制完成。EN 引脚故意驱动为高电平 ($\geq V_{IH}$) 后，便会断开智能下拉电阻，从而防止不必要的功率损耗。查看下表以了解 EN 引脚智能下拉电阻何时起作用。

表 7-1. EN 引脚控制

ON Pin Voltage	ON 引脚功能
$\leq V_{IL}$	下拉有效
$\geq V_{IH}$	无下拉

7.3.2 输入电容器 (C_{IN})

要限制在开关打开进入放电的负载电容器或短路时由瞬态浪涌电流引起的输入电源压降，请在 VIN 和 GND 引脚之间放置一个电容器。靠近引脚放置的 1 μ F 陶瓷电容器 C_{IN} 通常就足够了。可以使用更高的 C_{IN} 值来进一步降低大电流应用期间的压降。在开关重负载时，可使用一个比输出电容器高大约 10 倍的输入电容器，避免出现过大的压降。

由于 MOSFET 中集成了体二极管，因此强烈建议使 C_{IN} 大于 C_L 。如果 C_L 大于 C_{IN} ，则在移除系统电源后，会导致 VOUT 超过 VIN。这可能导致电流通过体二极管从 VOUT 流向 VIN。建议 C_{IN} 与 C_L 之比为 10:1，以尽可能减少启动期间浪涌电流引起的 VIN 骤降。

7.3.3 快速输出放电

TPS2291L02 集成快速输出放电。当禁用开关时，在 VOUT 和 GND 之间连接一个放电电阻器。此电阻器可防止在禁用开关时输出悬空

7.3.4 热关断

当器件温度达到 175°C (典型值) 时，器件会关断以防止热损坏。器件冷却到约 22°C 后，将会重新导通。如果器件处于热应力较高的环境中，则器件会在这两个状态之间交替，直到其温度能够保持在热关断点以下。

7.4 器件功能模式

表 7-2. 器件功能模式

EN	故障条件	VOUT 状态
L	不适用	高阻态
H	无	VIN (通过 R_{ON} 连接)
X	热关断	高阻态

8 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。

8.1 应用信息

本节重点介绍了在各种应用中实施该器件的一些设计注意事项。

8.1.1 待机功率降低

电池供电终端设备通常具有严格的功率预算，因此需要降低电流消耗。TPS2291L02 通过在待机状态下禁用子系统的电源电压，显著降低了系统电流消耗。或者，TPS2291L02 可降低待机模式下模块的泄漏电流开销，如图 8-1 所示。此外，TPS2291L02 外形小巧，因此适用于空间受限的电池供电类器件。

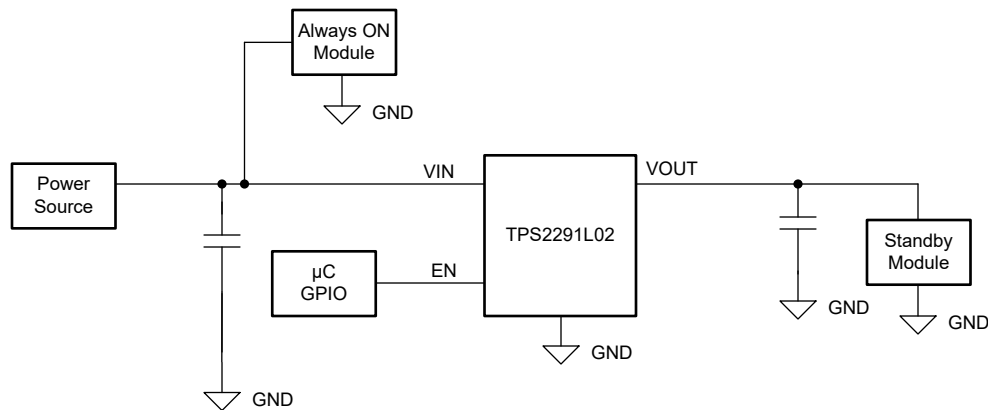


图 8-1. 待机功率降低示意图

8.2 典型应用

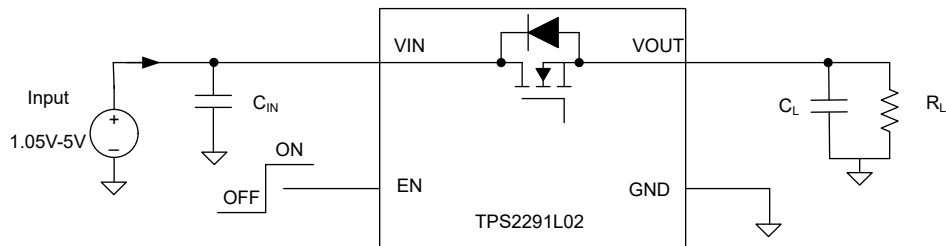


图 8-2. 典型应用图

8.2.1 设计要求

表 8-1. 设计参数

设计参数	示例值
VIN	5.5V
C _L	22 μF

8.2.2 详细设计过程

器件的 R_{ON} 和负载电流决定了器件中输入到输出的压降。器件的 R_{ON} 取决于器件的 V_{IN} 条件。根据 V_{IN} 条件确定器件的 R_{ON} 后，使用以下公式计算输入至输出压降。

$$\Delta V = I_{LOAD} \times R_{ON} \quad (1)$$

其中

- ΔV 是从 V_{IN} 到 V_{OUT} 的压降。
- I_{LOAD} 是负载电流。
- R_{ON} 是器件在特定 V_{IN} 下的导通电阻。

选择适当的 I_{LOAD} ，使得不会违反器件的 $IMAX$ 规格。要确定负载电容产生的浪涌电流的大小，请使用以下公式。

$$I_{INRUSH} = C_L \times \frac{dV_{OUT}}{dt} \quad (2)$$

其中

- I_{INRUSH} 是 C_L 产生的浪涌电流的大小
- C_L 是 V_{OUT} 上的负载电容
- dt 是启用器件时 V_{OUT} 的上升时间
- dV_{OUT} 是启用器件后 V_{OUT} 电压的变化量。

可在给定版本的电气特性表中找到给定 V_{IN} 电压下的器件压摆率 dV_{OUT}/dt 。 I_{INRUSH} 必须在 $IMAX$ 和 $IPLS$ 限值范围内。

8.2.3 应用曲线

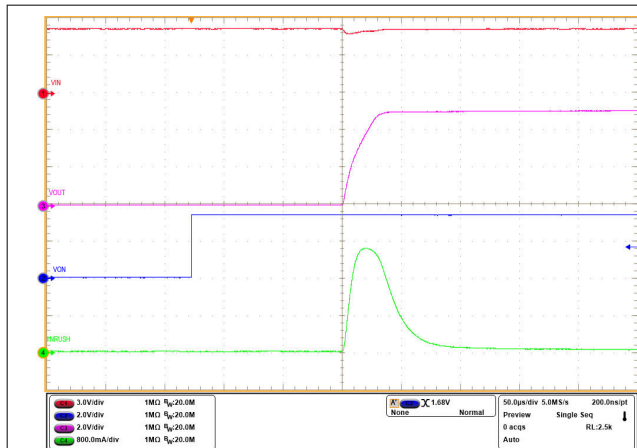


图 8-3. $V_{IN} = 5V$ 且 $C_L = 22 \mu F$ 时 TPS2291L02 的典型导通特性

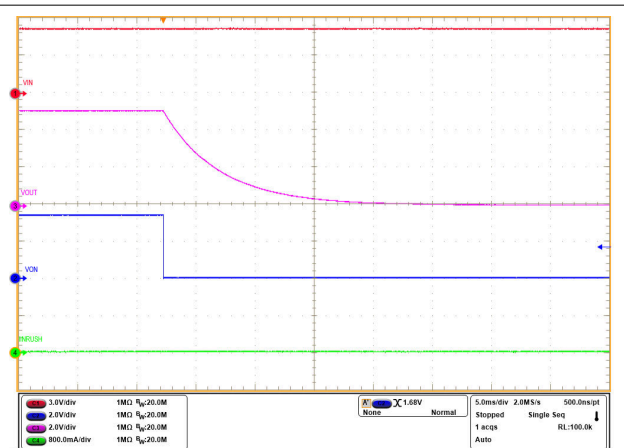


图 8-4. $V_{IN} = 5V$ 且 $C_L = 22 \mu F$ 时 TPS2291L02 的典型关断特性

8.3 电源相关建议

TPS2291L02 器件设计为在 1.05V 至 5.5V 的 V_{IN} 范围内运行。妥善调节 V_{IN} 电源并尽可能靠近器件端子放置。电源必须能够承受所有瞬态负载电流阶跃。在大多数情况下，使用 $1\mu F$ 的输入电容 (C_{IN}) 足以防止在开关打开时电源电压下降。在电源对大瞬态电流或大负载电流阶跃响应缓慢的情况下，输入端可能需要额外的大容量电容。

8.4 布局

8.4.1 布局指南

- 为了获得出色性能，所有布线必须尽可能短。为了提高效率，请将输入和输出电容器靠近器件放置，从而更最大限度地减少寄生引线电感可能对正常运行产生的影响。为 VIN、VOUT 和 GND 使用宽迹线有助于更最大限度地降低寄生电气效应
- VIN 引脚必须通过低 ESR 陶瓷旁路电容器接地。典型的建议旁路电容为具有 X5R 或 X7R 电介质的 1 μF 陶瓷电容器。必须尽可能靠近器件引脚放置该电容器。
- VOUT 引脚必须通过低 ESR 陶瓷旁路电容器接地。建议的典型旁路电容是 X5R 或 X7R 电介质等级的 VIN 旁路电容器的十分之一。必须尽可能靠近器件引脚放置该电容器。

8.4.1.1 散热注意事项

在正常工作条件下，最大 IC 结温必须限制为 125°C。要计算在给定的输出电流和环境温度下允许的最大耗散 PD(max)，请使用公式 [方程式 3](#)

$$P_{D[MAX]} = \frac{T_{J[MAX]} - T_A}{\theta_{JA}} \quad (3)$$

其中

- $P_{D(MAX)}$ = 允许的最大功率耗散
- $T_{J(MAX)}$ = 允许的最高结温 (TPS2291L02 为 125°C)
- T_A = 器件的环境温度
- θ_{JA} = 结至空气热阻抗。查阅[热性能信息表](#)。此参数很大程度上取决于电路板布局布线。

8.4.2 布局示例

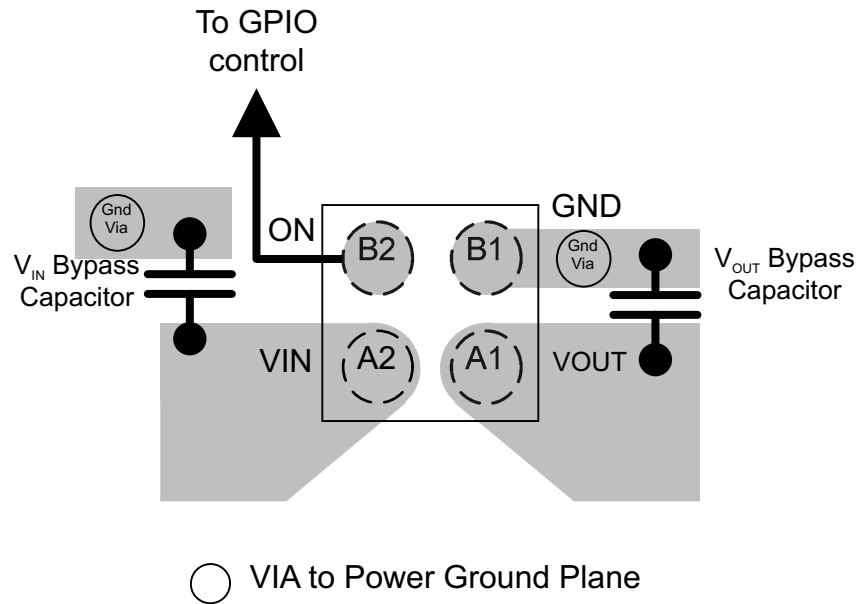


图 8-5. TPS2291L02 布局示例

9 器件和文档支持

TI 提供广泛的开发工具。下面列出了用于评估器件性能、生成代码和开发解决方案的工具和软件。

9.1 文档支持

9.1.1 相关文档

- 德州仪器 (TI), [TPS2291L02 评估模块 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

TI E2E™ is a trademark 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 * (November 2025) to Revision A (June 2026)	Page
• 已将标题从 TPS2291L02 具有快速输出放电功能的 5.5V、2A、22mΩ 导通电阻超低 IQ 负载开关, 更改为 TPS2291L02 具有 90nA IQ 和快速输出放电功能的 5.5V、2A、22mΩ 负载开关.....	1
• 已将 C _{IN} 信息移至“输入电容器”部分.....	12
• 已经将器件编号从 TPS2291L02 更改为 TPS2291L02.....	14

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。

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)
TPS2291L02BYCJR	Active	Production	DSBGA (YCJ) 4	12000 LARGE T&R	Yes	SNAGCU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 105	O

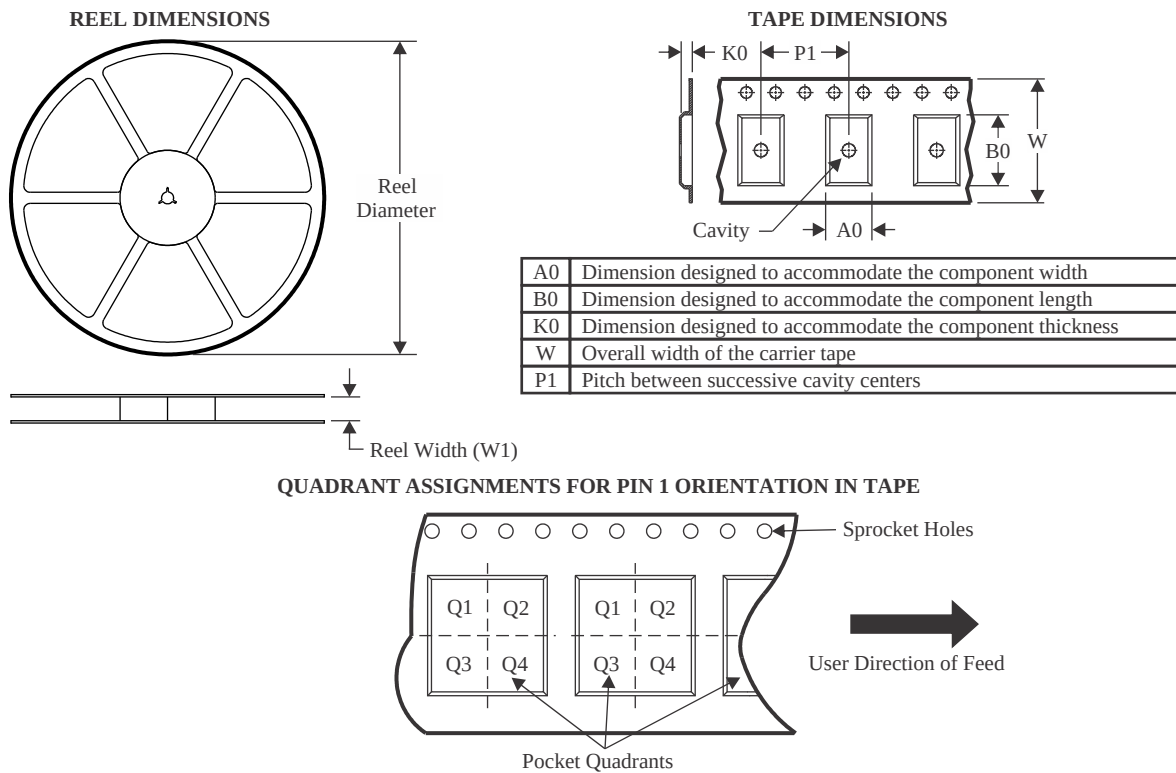
- (1) **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).
- (2) **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.
- (3) **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.
- (4) **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.
- (5) **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.
- (6) **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

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

Important Information and Disclaimer:The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

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

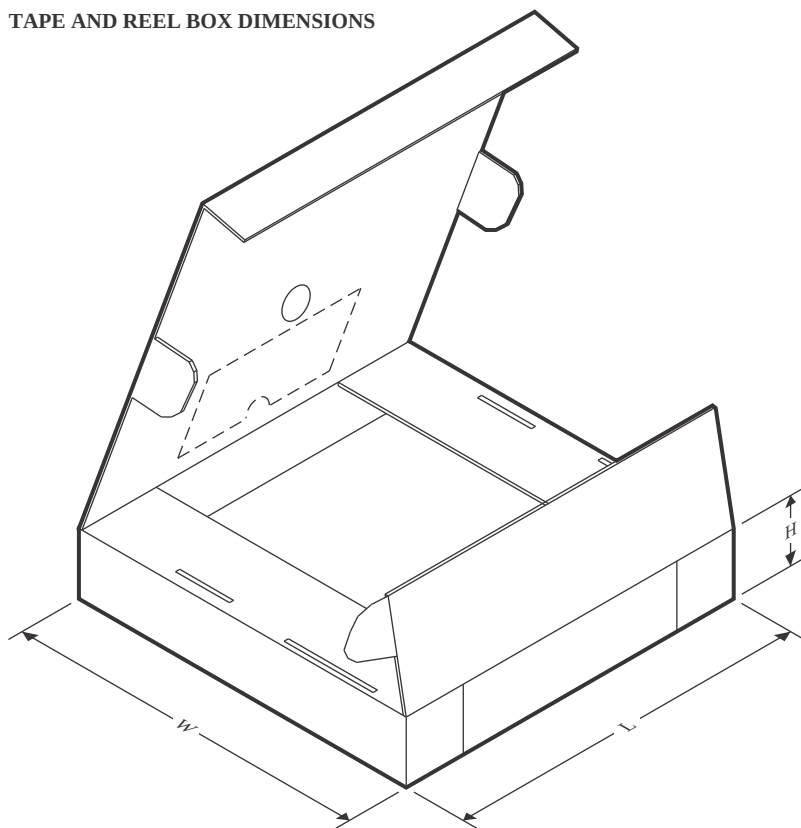
TAPE AND REEL INFORMATION



*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
TPS2291L02BYCJR	DSBGA	YCJ	4	12000	180.0	8.4	0.71	0.71	0.42	2.0	8.0	Q1

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
TPS2291L02BYCJR	DSBGA	YCJ	4	12000	182.0	182.0	20.0

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