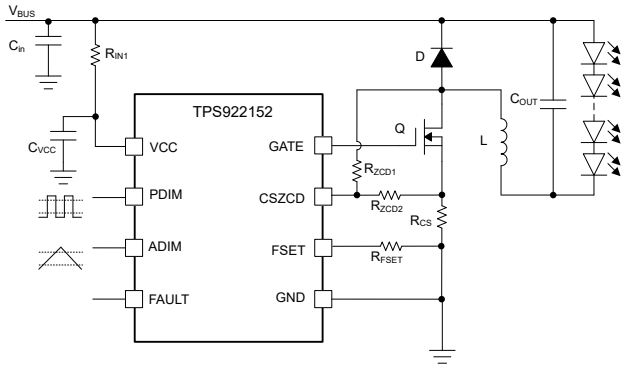
TPS922152 平均电流降压 LED 驱动器，具有宽输入范围、0.1% 模拟调光比和电感式快速 PWM 调光功能

1 特性

- 高达 200V 的宽应用电压
- 输入电压范围为 4.5V 至 15V
- LED 共阳极连接
- 可调开关频率：50kHz-1MHz
- 自适应关断时间模式
- 高级调光选项：
  - 模拟调光 (1000:1)
  - PWM 调光（50ns 脉冲宽度、20kHz 时 1000:1）
  - 灵活调光（20kHz PWM 时为 20,000:1）
- 低待机电流
- 全面保护特性：
  - LED 开路和短路保护
  - 逐周期电流限制
  - 检测电阻器开路和短路保护
  - 故障输出
- 封装：SOIC-8

2 应用

- 持续照明：
  - 住宅照明、区域和景观照明、舞台照明
  - 激光电视及电视显示面板
  - 出口和紧急照明、LED 电源
- 即时照明：
  - 机器视觉
  - 防火安全系统



简化版原理图

3 说明

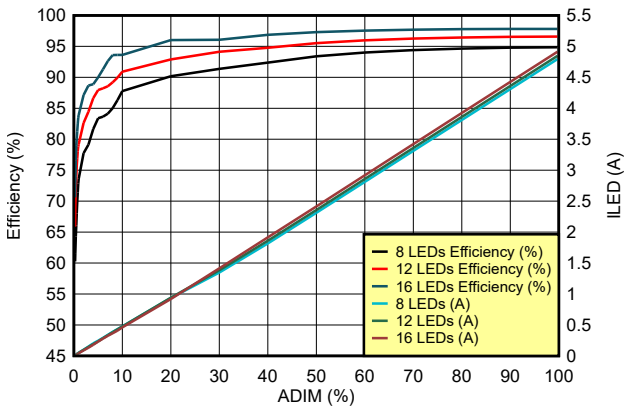
TPS922152 是一款非同步、平均电流控制降压 LED 驱动器，总线电压范围为 4.5V 至 200V。它利用自适应关断时间 (AOT) 模式来驱动外部开关 FET，即便使用小型输出电容器，也能确保低 LED 电流纹波和快速瞬态响应。开关频率可在 50kHz 到 1MHz 之间进行配置，支持单层 PCB 设计和共阳极配置。

在调光方面，TPS922152 支持通过 ADIM 引脚实现高精度模拟调光，并使用独特的校正感应技术实现高达 1000:1 的调光比。对于 PWM 调光，PDIM 引脚使用专有的电感式快速调光 (IFD) 来提供高精度、高频、高比控制。此外，该器件还集成了全面的保护功能，包括 LED 开路/短路和检测电阻开路/短路保护。

器件信息

器件型号(1)	封装	封装尺寸(2)
TPS922152	SOIC (8)	4.9mm × 3.9mm

(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）。



V_{BUS}=60V、L=10 µ H、F_{SW}=400kHz 时的效率和调光线性度

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 5
5.1 绝对最大额定值 5
5.2 ESD 等级 5
5.3 建议运行条件 5
5.4 热性能信息 5
5.5 电气特性 6
5.6 典型特性 7
6 详细说明 8
6.1 概述 8
6.2 功能方框图 8
6.3 特性说明 9
7 应用和实施 15
7.1 应用信息 15
7.2 典型应用 15
7.3 电源相关建议 23
7.4 布局 23
8 器件和文档支持 24
8.1 接收文档更新通知 24
8.2 支持资源 24
8.3 商标 24
8.4 静电放电警告 24
8.5 术语表 24
9 修订历史记录 24
10 机械、封装和可订购信息 24

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

4 引脚配置和功能

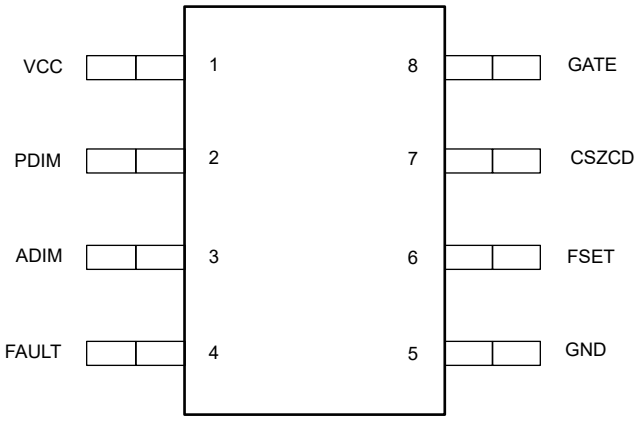


图 4-1. 8 引脚 SOIC 顶视图

表 4-1. 引脚功能

引脚		类型(1)	说明
名称	SOIC 封装		
VCC	1	P	为器件供电的模拟控制器偏置输入。包括内部 15V（典型值）启动偏置，可通过高电阻路径连接到 Vbus。总 VCC 电流是静态 VCC 电流和平均栅极电流的总和。
PDIM	2	I	PWM 调光引脚。输入 PWM 信号用于 PWM 调光。输入大于 1.2V 的上拉电压，用于纯模拟调光或分流调光。下拉至接地以停止开关。请勿将此引脚悬空。
ADIM	3	I	模拟调光引脚。输入 0.2V~2.4V 模拟信号用于模拟调光。输入 >2.4V 和 <2.8V 的上拉电压用于纯 PWM 调光。下拉至接地以禁用器件，使其进入低功耗待机模式。请勿将此引脚悬空。
FAULT	4	O	漏极开路故障输出，上拉电压大于 2.4V。可为它配置 1.2V~2.4V 输入，以启用分流调光模式。请勿将该引脚悬空，不使用时将其连接到 GND
GND	5	G	接地引脚。
FSET	6	I	TPS922152 的开关频率设置引脚。将一个电阻器接地以配置开关频率。
CSZCD	7	I	输出电流检测和零电流检测引脚。满负载电流时为 200mV。
GATE	8	O	外部开关 FET 的栅极驱动引脚。

(1) I = 输入，O = 输出，P = 电源，G = 接地

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

5 规格

5.1 绝对最大额定值

在工作环境温度范围内测得（除非另有说明）(1)

		最小值	最大值	单位
引脚上的电压	VCC	-0.3	18	V
引脚上的电压	GATE	-0.3	VCC+0.3	V
引脚上的电压	FAULT	-0.3	20	V
引脚上的电压	PDIM、ADIM、FSET、CSZCD	-0.3	5.5	V
工作结温	T_J	-40	150	°C
贮存温度	T_{stg}	-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 文件 JEP155 指出：500V HBM 可实现在标准 ESD 控制流程下安全生产。
(2) JEDEC 文件 JEP157 指出：250V CDM 可实现在标准 ESD 控制流程下安全生产。

5.3 建议运行条件

在工作环境温度范围内测得（除非另有说明）

		最小值	最大值	单位
输入电压范围	VCC	4.5	15	V
输出电压范围	FAULT	0	20	V
输出电压范围	GATE	0	VCC+0.3	V
输入电压范围	PDIM、ADIM、CSZCD、FSET	0	5	V
工作结温	T_J	-40	125	°C

5.4 热性能信息

热指标(1)		TPS922152 SOIC 8 引脚	单位
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	96.0	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳（顶部）热阻	33.5	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	33.1	°C/W
Ψ_{JT}	结至顶部特征参数	0.7	°C/W
Ψ_{JB}	结至电路板特征参数	32.9	°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*应用报告，SPRA953。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

5.5 电气特性

除非另外注明，否则本部分规定的电气额定值适用于本文档的所有规格。这些规格可解释为在该产品的使用寿命范围内，不会导致器件参数或功能规格下降的各项条件。T_J = –40°C 至 +125°C，V_{VCC} = 15V，V_{BUS} = 60V（除非另有说明）。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电源						
V_{VCC_CLAMP}	VCC 钳位电压	I_{CC} = 10mA，ADIM = 0V		15	18	V
V_{VCC_UVLO}	VCC 欠压锁定	上升 V_{VCC}	3.65	3.85	4.1	V
		下降 V_{VCC}	3.5	3.65	3.8	V
	迟滞			0.3		V
I_{OFF}	来自 VCC 的 ADIM 关断静态电流(1)	V_{GATE} = 0V、ADIM = 0V、T_J = 25°C		93		µA
反馈和误差放大器						
I_{LEAK_CS}	CSZCD 引脚漏电流	V_{CS} = 200mV			1	µA
调光						
V_{PWM_L}	低电平输入电压		0.58	0.68	0.74	V
V_{PWM_H}	高电平输入电压		0.98	1.12	1.19	V
V_{ADIM}	DIM 输入电压范围		0.2		2.4	V
$V_{ADIM_UVLO_rising}$	由 ADIM 提供的器件启用电压			0.18	0.2	
$V_{ADIM_UVLO_falling}$	由 ADIM 提供的器件禁用电压			0.16	0.18	V
$V_{ADIM_high_clamp}$	ADIM 内部钳位电压			2.8		V
$t_{PWM_IN_ON}$	PWM 输入最短导通时间(1)				50	ns
电流限值						
G_{cs}	电流检测放大器增益		10	10.9	11.8	
V_{CS_LIM}	CS 逐周期电流限制	在 CS 与 GND 之间测得	335	351	365	mV
V_{CS_OCP}	CS 过流保护	在 CS 与 GND 之间测得	322	435	505	mV
V_{CS_OVP}	CS 过压保护	在 CS 与 GND 之间测得	520	545	570	mV
栅极驱动器						
V_{GATE-H}	GATE 高饱和	V_{VCC} = 15V，I_{GATE} = 100mA 拉电流	14.2	14.7		V
V_{GATE-L}	GATE 低饱和	V_{VCC} = 15V，I_{GATE} = 100mA 灌电流		140	280	mV
t_{ON_MIN}	最短导通时间(1)			130		ns
t_{ON_MAX}	最大导通时间(1)			50		µs
t_{OFF_MIN}	最短关断时间(1)			150		ns
t_{OFF_MAX}	最大关断时间(1)			40		µs
FAULT						
V_{OL}	输出低电平	I_{FAULT} = 1 mA			0.1	V
$I_{LEAKAGE}$	输出泄漏电流	V_{FAULT} = 20V			1	µA
热保护						
T_{TSD}	热关断温度(1)			165		°C
T_{TSD}	迟滞			15		°C

(1) 未经生产测试。由设计相关性指定。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

5.6 典型特性

V_{VCC} = 15V，V_{BUS} = 60V，LED = 16，除非另有说明

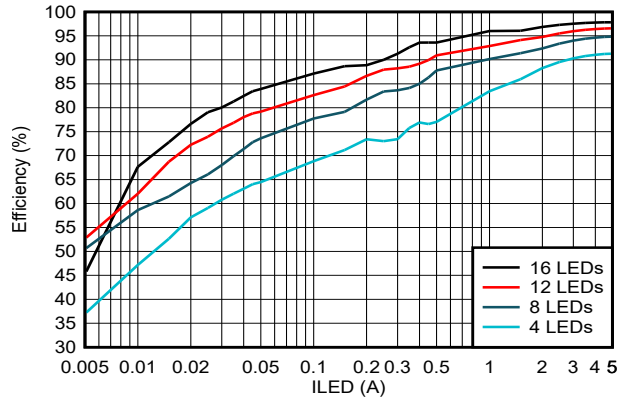


图 5-1. 全负载输出电流为 5A、电感为 10µH、输入电压为 60V 时的效率

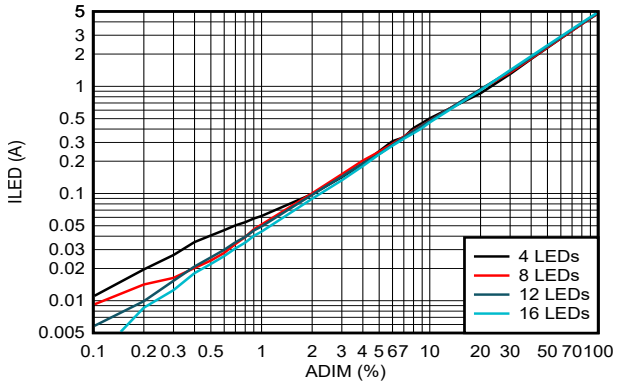


图 5-2. ADIM 比率与输出电流间的关系

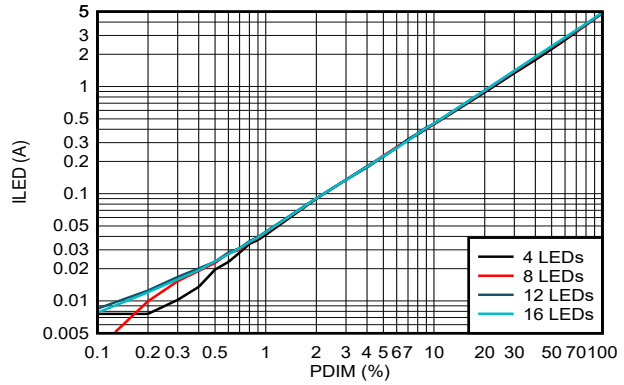


图 5-3. 输出电流与 20kHz PDIM 占空比间的关系

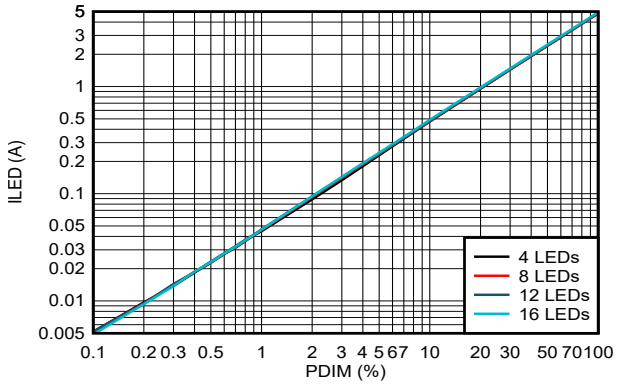


图 5-4. 输出电流与 1kHz PDIM 占空比间的关系

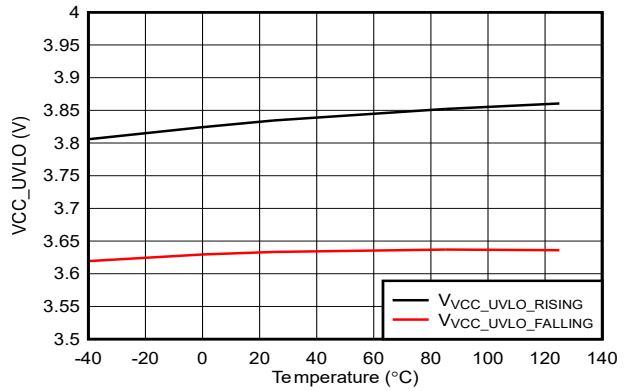


图 5-5. VCC UVLO 上升与结温间的关系

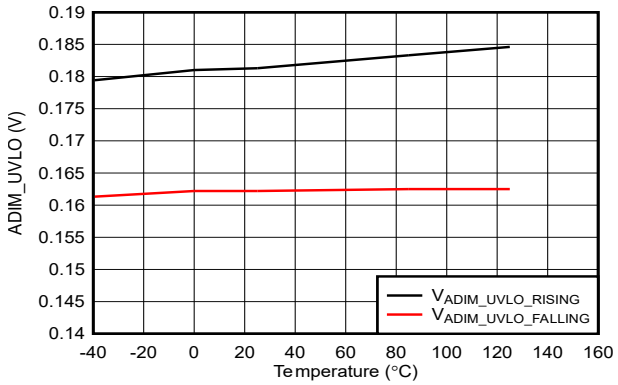


图 5-6. ADIM UVLO 与结温间的关系

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6 详细说明

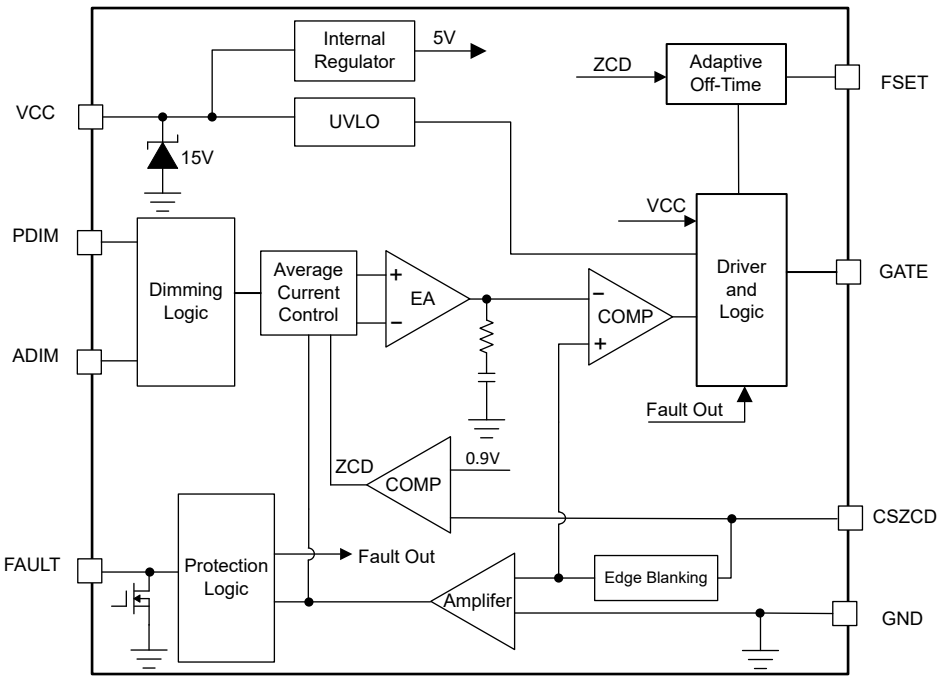
6.1 概述

TPS922152 作为非同步平均电流控制降压 LED 驱动器，可提供必要的特性，从而在尽可能少的外部元件下实现自适应关断时间 (AOT) 控制方案。TPS922152 能够以宽输入电压范围驱动外部开关 FET。开关频率可通过 FSET 引脚配置，范围为 50kHz-1MHz。通过准恒定频率，它可实现低 LED 电流纹波和快速瞬态响应，并且具有小型输出电容器。此外，开关频率在轻负载时折返，以通过共阳极连接实现更高的效率和更高的调光比。

TPS922152 同时支持模拟调光和 PWM 调光。它通过 ADIM 输入引脚配置模拟信号，从而以高精度提供低至 0.1%的宽模拟调光。TPS922152 可测量输入电压节点上连接的 LED 负载电流，无需输入电压上限，具有高系统可靠性。独特的校正检测功能可实现高模拟调光比。这些器件还通过 PDIM 输入引脚配置简单的高电平和低电平信号，从而提供高频和高比率 PWM 调光。输出电流以 PWM 波形方式进行调节，对应于 PDIM 引脚上的开关输入信号。由于具有独特的电感式快速调光 (IFD)，该器件能够响应低至 50ns 的超窄脉宽输入信号，以实现高 PWM 调光比。TPS922152 具有内部补偿功能，可节约设计时间并只需少量外部元件。该器件还能够持续提供恒定电流，以支持 LED 输出周期性短路的分流调光。

为了实现安全和保护，TPS922152 支持全面的系统性保护功能，并采用断续模式，包括 LED 开路和短路保护、检测电阻器开路和短路保护、开关 FET 开路保护。漏极开路 FAULT 引脚可以通过连接到上拉电阻器来发出故障信号。输入电压被钳位在 15V (典型值) ，以防止栅极电压超过限值。该器件可根据输入总线电压，通过单独的电源或 RC 电路供电。

6.2 功能方框图



Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.3 特性说明

6.3.1 自适应关断时间模式

TPS922152 采用具有准恒定频率的自适应关断时间电流模式控制，以在宽负载范围内保持精确的电流调节和快速的瞬态响应。

为了实现精确的输出电流调节，通过 CSZCD 引脚和接地端检测到的电压会被放大并取平均值，从而产生与输出电流成正比的电压。然后，将检测到的电压通过误差放大器与滤波后的 ADIM 电压进行比较，该电压作为基准。误差放大器生成的误差电压可调节 PWM 占空比，从而使输出电流能够跟踪 ADIM 电压。在每个开关周期，当开关 FET 导通时，可通过 CSZCD 引脚检测电流。误差放大器输出 V_{COMP} 通过内部补偿网络，并与检测到的电流的上升沿进行比较。当感测到的电流达 到 PWM 比较器输入端的 V_{COMP} 时，开关 FET 关断以设置峰值电流。

开关 FET 关断后，关断时间计数器开始计数。与开关频率对应的关断计数时间取决于连接到 FSET 引脚的外部电阻器。一旦关断时间计数器达到目标，关断时间计数器就会复位并保持不活动状态，直到下一个开关周期开始。该机制允许器件在稳态 CCM 和 DCM 中保持几乎恒定的开关频率。通过在 FSET 引脚与接地端之间连接外部电阻器，可将开关频率设置在 50kHz 至 1MHz 范围内。可使用方程式 1 计算电阻值和相应的开关频率间的关系

$$F_{SW} = \frac{1}{R_{FSET} \times C_{FSET}} \quad (1)$$

其中

- C_{FSET} = 100pF

在轻负载条件下，器件会根据负载按比例调节峰值电流。为了保持精确调节，关断时间通过脉冲频率调制 (PFM) 动态延长。为了保持稳定性并防止可闻噪声，开关频率被钳位在 20kHz 的最小值。

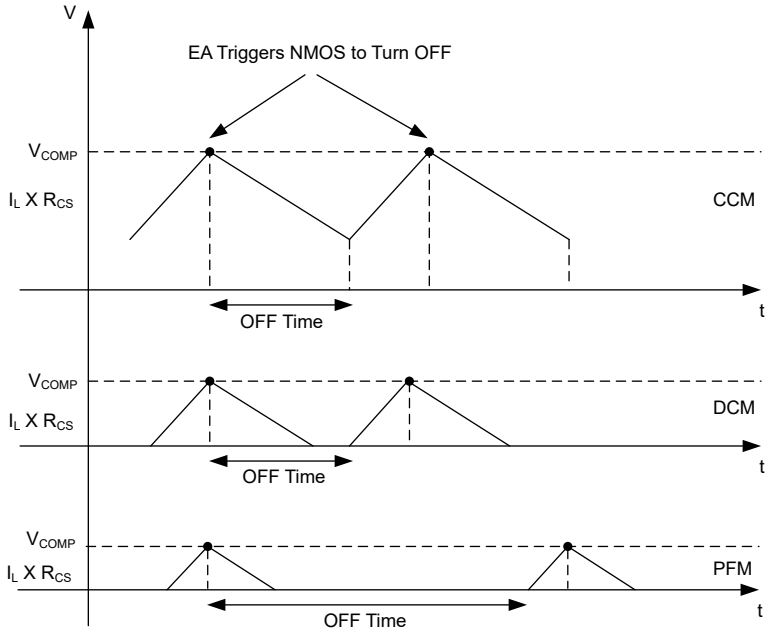


图 6-1. AOT 模式平均电流控制

6.3.2 设置 LED 电流

LED 电流通过开关 FET 源极与接地端之间的外部检测电阻器 R_{CS} 来设置。内部电路在主 FET 导通期间对通过 R_{CS} 的电流求平均值，以获得有效 LED 电流。电流检测端子上的放大电压和平均电压与内部失调电压相结合，对应于施加的 ADIM 电压。如果施加的 ADIM 电压超过 2.8V，内部电路会将误差放大器输入钳位到 2.8V。可使用方程式 2 直接计算 LED 电流 I_{LED_FS} 的满量程。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

$$I_{LED_FS} = \frac{V_{ADIM} - 0.2}{R_{CS} \times G_{CS}} \quad (2)$$

其中

- 施加 ADIM 电压 V_{ADIM}
- G_{CS} 是电流放大器的增益

开关 FET 源极通过开关节点分压器连接到 CSZCD 引脚，用于提供电流检测和执行零电流检测 (ZCD)。当 CSZCD 引脚电压降至 0.9V 阈值以下时，器件会识别进入零电流模式。为确保可靠的 ZCD 运行，分压器分压比必须满足

$$V_{BUS} \times \frac{R_{ZCD2}}{R_{ZCD1} + R_{ZCD2}} > 0.9V \quad (3)$$

$$V_{LED-} \times \frac{R_{ZCD2}}{R_{ZCD1} + R_{ZCD2}} < 0.9V \quad (4)$$

其中 V_{LED} 是 LED 阳极电压。R_{ZCD1} 和 R_{ZCD2} 建议介于 1kΩ 和 1MΩ 之间，以降低噪声并保持 LED 漏电流。

考虑到分压器引起的电流检测失配，可以使用方程式 5 计算校正后的检测电阻

$$R_{CS} = \frac{V_{ADIM} - 0.2}{I_{LED} \times G_{CS}} - \frac{R_{DS(ON)} \times R_{ZCD2}}{R_{ZCD1} + R_{ZCD2}} \quad (5)$$

6.3.3 VCC UVLO 和钳位

TPS922152 具有一个连接到 VCC 引脚的内部欠压锁定 (UVLO) 电路。当 VCC 电压降至内部 3.8V (典型值) UVLO 阈值以下且迟滞电压为 0.3V (典型值) 时，该器件被禁用。

此外，内部齐纳箝位电路连接到 VCC 引脚，以限制 VCC 和 GATE 引脚上的电压。一旦 VCC 电压超过 15V (典型值) 钳位阈值，齐纳二极管就开始分流电流，最大齐纳电流约为 20mA。该器件可由 LDO 或辅助变压器绕组等外部电压源 (≤15V) 供电。

或者，可以使用 $R_{IN1}C_{VCC}$ 电路直接从输入总线电压 (VBUS) 为器件供电。在 $R_{IN1}C_{VCC}$ 电路中、VCC 引脚被钳位到 V_{VCC_CLAMP}，但通过添加一个可选的 R_{IN2} 分压器可以实现较低的电压。也可以使用可选的栅极电阻器 R_{GATE} 来限制栅极电流并降低开关转换率。

TI 建议采用特定的上电/下电时序：在为 VCC 上电之前确保 VBUS 保持稳定，并在关闭 VBUS 之前关闭 VCC 电源

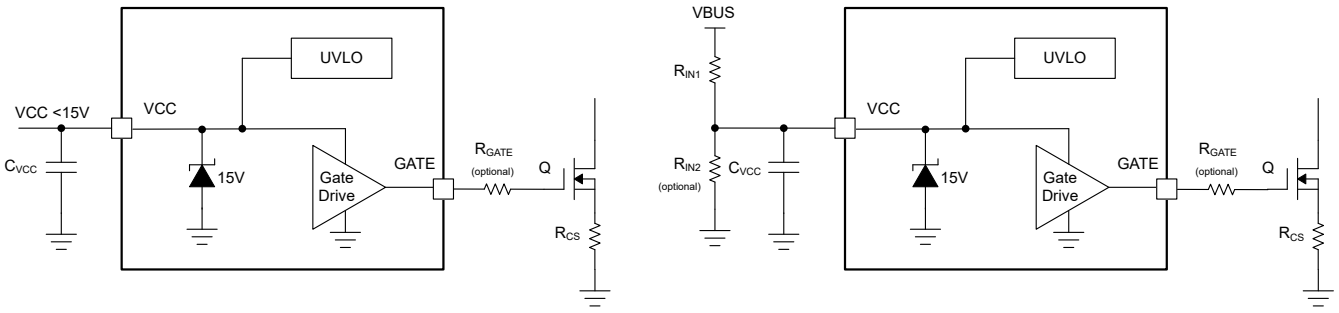


图 6-2. VCC 电源和钳位

6.3.4 调光模式

TPS922152 提供灵活调光功能，包括模拟调光、PWM 调光、灵活调光和分流调光模式。通过同时对 ADIM 和 PWIM 引脚施加单个信号，该器件可在灵活调光模式下运行。调光模式设置概述如下：

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

表 6-1. 调光模式配置

调光模式	DIM 引脚	输入信号
PWM 调光	PDIM	PWM 电压
模拟调光	ADIM	模拟电压
灵活调光	PDIM + ADIM	PWM 电压 + 模拟电压
分流调光	FAULT	分压器

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.3.4.1 PWM 调光

通过向 PDIM 引脚施加 PWM 信号来启用 PWM 调光。为了支持高调光比，TPS922152 可适应宽度为 50ns 的超窄 PWM 脉冲。

在 PWM 模式下，PDIM 信号的上升沿启动开关，使电感器电流上升至目标电平。在 PWM 高电平期间，LED 电流在此电平处调节。在 PDIM 信号的下降沿，开关 FET 关断，从而允许电感器电流衰减至零。FET 保持关闭状态，在 PWM 低电平期间，LED 电流保持为零。

6.3.4.2 模拟调光

TPS922152 支持模拟调光功能，可通过 ADIM 引脚上的模拟电压信号调节 LED 电流。

当 ADIM 电压低于 0.18V（典型值）时，该器件在低功耗待机模式下运行，静态电流极小。ADIM 电压超过 0.18V（典型值）后，操作将开始。随着 ADIM 电压从 0.2V 变为 2.8V（典型值），LED 电流根据方程式 2 成比例变化。如果 ADIM 电压超过 2.8V（典型值），内部电压通过 RC 滤波器（R=2MΩ、C=10pF）钳位在 2.8V（典型值）；因此，LED 电流保持恒定，不会随着 ADIM 电压的上升而进一步增加。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.3.4.3 外部分流调光

TPS922152 通过将一个分流 MOSFET 与 LED 灯串并联来支持外部分流-调光。在此模式下，分流 MOSFET 会定期以编程的调光频率将 LED 短路，从而强制 LED 电压在每个旁路间隔期间降至接近 0V。在 LED 短路时禁用分流 MOSFET，该器件会将该情况解释为 LED 短路故障。因此，当启用并联调光功能时，在短路事件发生期间，FAULT 引脚会被有意偏置为 **1.2V 至 2.4V** 之间的电压，从而防止短路保护触发。

通过使用分压器将 FAULT 引脚连接到 LED 阴极，FAULT 引脚电压在分流 FET 导通期间保持在 1.2V 和 2.4V 范围内，在 FET 关断状态期间降至 1.2V 以下。此配置可保持分流调光模式，并防止激活 LED 短路保护，从而允许器件提供连续的输出电流调节。其他保护功能保持运行状态，任何其他故障情况都会将 FAULT 引脚拉至低电平。并联调光所需的分压器分压比可使用方程式 6 计算得出

$$\frac{R_{SHNT1}}{R_{SHNT2}} > \frac{MAX\left(0.5 \times V_{BUS_MAX}, V_{BUS_MAX} - V_{LED_MIN}\right)}{V_{SHNT}} - 1 \quad (6)$$

其中

- V_{SHNT} = 1.2V

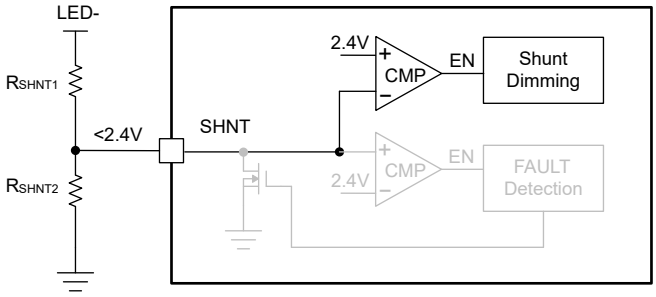


图 6-3. 分流调光模式启用设置

6.3.5 故障保护

TPS922152 可提供全面的故障保护功能，并在各种故障条件下通过将开漏 FAULT 引脚置为有效来报告状态，其中包括：LED 开路/短路、LED 短接至 PGND、检测电阻开路/短路、开关 FET 开路。检测到故障后，器件会立即暂停开关操作并进入“断续”模式，每 1.6 秒尝试重新启动一次。故障条件清除后，器件将完全恢复。但是，如果 V_{CS} 超过过压保护 (V_{CS_OVP}) 阈值，器件会立即被禁用而不进入断续模式；只有在故障消除后，器件才会在 UVLO 和重启序列后恢复运行。

表 6-2. 保护功能

类型	标准	行为
LED 开路负载	$t_{ON} > t_{ON_MAX}$	器件停止开关。它每 1.6 秒断续一次，并在故障消除后恢复运行。
开关操作期间 LED+ 和 LED- 短路（分流调光模式被禁用）	$V_{CS} > V_{CS_OVP}$	器件停止开关。它在 UVLO 解除且故障消除后重新启动并恢复运行。
LED- 短接至 PGND	$t_{ON} > t_{ON_MAX}$	器件停止开关。它每 1.6 秒断续一次，并在故障消除后恢复运行。
检测电阻开路	$V_{CS} > V_{CS_OVP}$	器件停止开关。它在 UVLO 解除且故障消除后重新启动并恢复运行。
检测电阻短路	$t_{ON} > t_{ON_MAX}$	器件停止开关。它每 1.6 秒断续一次，并在故障消除后恢复运行。
开关 FET 开路	$t_{ON} > t_{ON_MAX}$	器件停止开关。它每 1.6 秒断续一次，并在故障消除后恢复运行。

FAULT 引脚具有漏极开路输出功能。在正常操作期间，该引脚通过上拉电阻器 R_{FAULT} 被拉到高于 2.4V 的 VCC。检测到故障后，将激活内部 MOSFET，将 FAULT 引脚拉至接地。当不使用 FAULT 时，请将其连接到 GND，不要让其浮动。

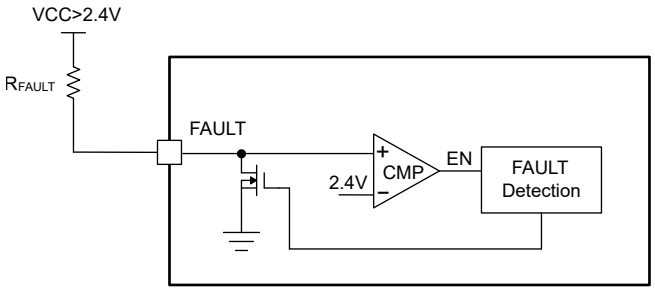


图 6-4. FAULT 开漏

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7 应用和实施

7.1 应用信息

TPS922152 用作平均电流控制降压控制器，用于通过 4.5V 至 200V 范围内的输入来驱动一个或多个 LED。

7.2 典型应用

7.2.1 具有模拟和 PWM 调光功能的 TPS922152 60V 输入总线、5A 输出、16 片式 WLED

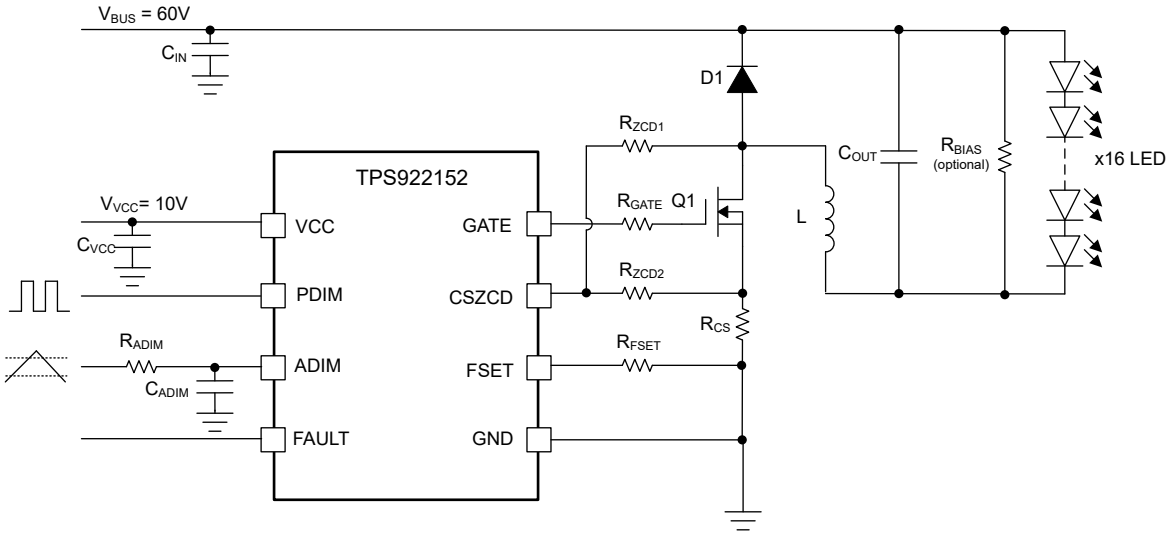


图 7-1. 60V 输入总线、5A 输出、16 片式 WLED、降压 AOT 模式参考设计

7.2.1.1 设计要求

本设计示例使用下表中的参数。

表 7-1. 设计参数

参数	值
输入总线电压范围	60V ±10%
LED 正向电压	3.0V
开关频率	400kHz
输出电压	48V (3.0V × 16)
最大 LED 电流	5A
电感器电流纹波	最大电感器电流的 60%
LED 电流波纹	100mA 或更低
调光类型	模拟调光：ADIM 引脚上的 0.2V 至 2.4V 模拟输入；PWM 调光：PDIM 引脚上 0% 至 100% PWM 输入

元件规格

- L = 10µH
- C_{VCC} = 1µF
- C_{IN} = 22µF
- C_{OUT} = 3.3µF
- R_{FSET} = 25kΩ
- R_{ZCD1} = 105kΩ
- R_{ZCD2} = 2kΩ

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

- R_{CS} = 40m Ω
- R_{GATE} = 15 Ω

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7.2.1.2 详细设计过程

7.2.1.2.1 电感器选型

对于该设计，输入总线电压为 60V 电源轨，具有 10% 的差异。输出为 16 个串联白光 LED，并且根据要求，电感器电流纹波小于最大电感器电流的 60%。为确保合规性，在满载运行期间不得超过低侧 FET 电流限值。具体来说，电感器的峰值电流必须低于电流限值。此外，应优化纹波电流，以保持合理的电感器磁芯和铜损耗。在确定目标纹波电流后，使用方程式 7 计算开关电感器 L_{SW} 的推荐值。

$$L_{SW} = \frac{V_{LED} \times (V_{BUS_MAX} - V_{LED})}{K_{IND} \times I_{LED_MAX} \times F_{SW} \times V_{BUS_MAX}} \quad (7)$$

其中

- K_{IND} 是一个系数，表示电感器纹波电流与最大电感器电流的比率。
- I_{LED_MAX} 是最大 LED 电流。
- F_{SW} 为开关频率。
- V_{BUS_MAX} 是最大输入总线电压。
- V_{LED} 是 LED 负载两端电压之和。

使用所选的电感器值，用户可以使用方程式 8 计算实际的电感器电流纹波。

$$I_{L_RIP} = \frac{V_{LED} \times (V_{BUS_MAX} - V_{LED})}{L_{SW} \times F_{SW} \times V_{BUS_MAX}} \quad (8)$$

为了确保可靠运行，电感器的额定 RMS 电流 I_{L_RMS} 和饱和电流 I_{L_SAT} 必须满足或超过系统要求定义的最大电流电平。这可防止电感器过热和磁饱和。在上电、瞬态事件或故障条件下，电感器电流可能会浪涌超过正常工作水平，并接近转换器的电流限制。考虑到这些浪涌，建议选择饱和电流 I_{L_SAT} 等于或大于转换器电流限制的电感器。方程式 9 和方程式 10 中分别提供了峰值电感电流 I_{L_PEAK} 和 RMS 电流 I_{L_RMS} 的公式。

$$I_{L_PEAK} = I_{L_MAX} + \frac{I_{L_RIP}}{2} \quad (9)$$

$$I_{L_RMS} = \sqrt{{I_{L_MAX}}^2 + \frac{{I_{L_RIP}}^2}{12}} \quad (10)$$

在本设计中，V_{BUS_MAX} = 66V，V_{LED} = 48V，I_{LED} = 5A，F_{SW} = 400kHz，选择 K_{IND} = 0.6，计算出的开关电感为 10.9µH。选择 I_{L_RMS} 为 9.4A、I_{L_SAT} 为 12.7A 且最接近的标准 10µH 铁氧体电感器。选择了一个 10µH 电感器。使用该电感器时，电感器纹波电流、峰值电流和均方根电流分别为 3.2A、6.6A 和 5A。

7.2.1.2.2 MOSFET 选择

TPS922152 需要一个外部 MOSFET (Q1) 作为稳压器的主电源开关。MOSFET 的选择涉及平衡导通损耗、开关损耗及栅极驱动损耗。传导损耗由方程式 11 得出

$$P_{DC} = D \times \left(I_{LED_MAX}^2 + \frac{I_{L_RIP}^2}{12} \right) \times R_{DS(ON)} \times 1.3 \quad (11)$$

其中

- D 为占空比。
- I_{LED_MAX} 是最大 LED 电流
- I_{L_RIP} 是电感器纹波电流

因子 1.3 考虑了 $R_{DS(ON)}$ 中随温度变化的增加。或者，为了进行更精确的计算，可以忽略系数 1.3，并使用 MOSFET 数据表中的 $R_{DS(ON)}$ 与温度曲线来估算 MOSFET 的导通电阻。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

在 MOSFET 导通和关断时的短暂转换期间发生开关损耗。在转换期间，MOSFET 中同时出现电流和电压。开关损耗可通过以下公式近似得出：

$$P_{SW} = 0.5 \times V_{IN} \times I_{LED} \times (t_R + t_F) \times f_{SW} \quad (12)$$

其中

- t_R 是 MOSFET 的上升时间
- t_F 是 MOSFET 的下降时间

上升和下降时间通常在 MOSFET 数据表中提及，或者可以在示波器上根据经验观察到。

栅极充电损耗是由于从 VCC 为 MSOFET 栅极电容充电而产生的驱动电流。为了尽可能降低开关损耗和栅极驱动损耗，可以选择具有低 Q_g 的 MOSFET。栅极驱动损耗可近似计算为：

$$P_{GC} = VCC \times Q_g \times f_{sw} \quad (13)$$

其中

- Q_G 为栅极电荷。

对于这个最大输入电压为 66V 的示例，所选 MOSFET 的 V_{DS} 击穿额定值必须大于 66V，并且存在由于寄生效应而在漏源之间产生的任何振铃。为了最大限度地缩短开关时间和栅极驱动损耗，所选 MOSFET 还必须具有低栅极电荷 (Q_g)。此设计示例中一个不错的 MOSFET 选择是 CSD19534Q5A，其总栅极电荷为 17nC，以及 12.6mΩ Rdson

需要一个输入电容器来减少从栅极驱动器汲取的浪涌电流。此设计选择了 1μF 25V X7R 陶瓷电容器和 0.1μF 50V X7R 陶瓷电容器。

7.2.1.2.3 二极管选型

所有 TPS922152 应用都需要肖特基型二极管。由于具有出色的反向恢复特性和低正向压降，而这对于高输入电压和低输出电压应用至关重要，因此肖特基二极管是首选二极管。通过快速反向恢复，可以将肖特基二极管中的二极管开关损耗降至最低。传导损耗可以通过方程式 14 近似计算

$$P_{DC_diode} = (1 - D) \times I_{LED_MAX} \times V_F \quad (14)$$

其中

- V_F 是二极管的正向压降。

在最坏的情况下，假定存在短路负载条件，此时二极管几乎连续承载输出电流。所选的反向击穿电压额定值必须超过最大输入电压，包括额外的安全裕度，以承受 SW 节点处的振铃。对于此应用，选择了一个 150V 肖特基二极管 (V15PM53-M3/I)，其额定正向电压为 0.6V，电流为 5A (在 25°C 的结温下) 。对于高输入电压应用中 5A 或更高的输出负载，建议使用采用 TO-277A 封装的二极管来支持最坏情况下的功率耗散。

7.2.1.2.4 MOSFET 选择

TPS922152 需要一个外部 MOSFET (Q1) 作为稳压器的主电源开关。MOSFET 的选择涉及平衡导通损耗、开关损耗及栅极驱动损耗。传导损耗由方程式 15 得出

$$P_{DC} = D \times \left(I_{LED_MAX}^2 + \frac{I_{L_RIP}^2}{12} \right) \times R_{DS(ON)} \times 1.3 \quad (15)$$

其中

- D 为占空比。
- I_{LED_MAX} 是最大 LED 电流
- I_{L_RIP} 是电感器纹波电流

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

因子 1.3 考虑了 $R_{DS(ON)}$ 中随温度变化的增加。或者，为了进行更精确的计算，可以忽略系数 1.3，并使用 MOSFET 数据表中的 $R_{DS(ON)}$ 与温度曲线来估算 MOSFET 的导通电阻。

在 MOSFET 导通和关断时的短暂转换期间发生开关损耗。在转换期间，MOSFET 中同时出现电流和电压。开关损耗可通过以下公式近似得出：

$$P_{SW} = 0.5 \times V_{IN} \times I_{LED} \times (t_R + t_F) \times f_{SW} \quad (16)$$

其中

- t_R 是 MOSFET 的上升时间
- t_F 是 MOSFET 的下降时间

上升和下降时间通常在 MOSFET 数据表中提及，或者可以在示波器上根据经验观察到。

栅极充电损耗是由于从 VCC 为 MSOFET 栅极电容充电而产生的驱动电流。为了尽可能降低开关损耗和栅极驱动损耗，可以选择具有低 Q_g 的 MOSFET。栅极驱动损耗可近似计算为：

$$P_{GC} = VCC \times Q_g \times f_{sw} \quad (17)$$

其中

- Q_G 为栅极电荷。

对于这个最大输入电压为 66V 的示例，所选 MOSFET 的 V_{DS} 击穿额定值必须大于 66V，并且存在由于寄生效应而在漏源之间产生的任何振铃。为了最大限度地缩短开关时间和栅极驱动损耗，所选 MOSFET 还必须具有低栅极电荷 (Q_g)。此设计示例中一个不错的 MOSFET 选择是 CSD19534Q5A，其总栅极电荷为 17nC，以及 12.6mΩ Rdson

需要一个输入电容器来减少从栅极驱动器汲取的浪涌电流。此设计选择了 1μF 25V X7R 陶瓷电容器和 0.1μF 50V X7R 陶瓷电容器。

7.2.1.2.5 二极管选型

所有 TPS922152 应用都需要肖特基型二极管。由于具有出色的反向恢复特性和低正向压降，而这对于高输入电压和低输出电压应用至关重要，因此肖特基二极管是首选二极管。通过快速反向恢复，可以将肖特基二极管中的二极管开关损耗降至最低。传导损耗可以通过方程式 18 近似计算

$$P_{DC_diode} = (1 - D) \times I_{LED_MAX} \times V_F \quad (18)$$

其中

- V_F 是二极管的正向压降。

在最坏的情况下，假定存在短路负载条件，此时二极管几乎连续承载输出电流。所选的反向击穿电压额定值必须超过最大输入电压，包括额外的安全裕度，以承受 SW 节点处的振铃。对于此应用，选择了一个 150V 肖特基二极管 (V15PM53-M3/I)，其额定正向电压为 0.6V，电流为 5A（在 25°C 的结温下）。对于高输入电压应用中 5A 或更高的输出负载，建议使用采用 TO-277A 封装的二极管来支持最坏情况下的功率耗散。

7.2.1.2.6 输入电容器选型

需要一个输入电容器来减少从输入电源汲取的浪涌电流和产自器件的开关噪声。建议使用电解电容器来存储能量。这些电容器还提供并联阻尼，以减轻由电源线和高 Q 陶瓷电容器的寄生电感引起的谐振。

强烈建议使用采用 X5R 或 X7R 电介质的陶瓷电容器，因为它们具有低 ESR 和稳定温度系数。对于大多数应用，应在 VIN 和 PGND 之间放置 10μF 或 22μF 陶瓷电容器和 0.1μF 电容器的组合，以提供有效的高频滤波。确保输入电容器的额定电压超过最大输入电压。总线电压纹波可以近似得出为：

$$V_{BUS(ripple)} = I_{LED_MAX} \times \left(\frac{V_{LED}}{C_{IN} \times f_{SW} \times V_{BUS_MAX}} + R_{ESR_IN} \right) \quad (19)$$

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

其中

- R_{ESR_IN} 是输入电容器的 ESR
- C_{IN} 是降额电容，以 V_{BUS_MAX} 计算

此设计选择了 22µF 100V X7R 陶瓷电容器和 0.1µF 100V X7R 陶瓷电容器。

7.2.1.2.7 输出电容器选型

输出电容器对于最小化 LED 串中的高频电流纹波至关重要。过大的纹波会增加 LED 内的 RMS 电流，从而导致结温升高并缩短使用寿命。为确保获得出色性能，请按照以下设计步骤操作：

1.**确定 LED 动态电阻 R_{LED}**：从 LED 制造商的数据表中获取 LED 灯串的总动态电阻。

2.**定义目标纹波电流：**确定通过 LED 灯串 I_{LED_RIP} 的最大可接受峰峰值纹波电流。

3.**计算所需阻抗 Z_{COUT}：**使用目标 i_{LED_RIP} 和峰峰值电感器纹波电流 i_{L_RIP}，计算所需的输出电容阻抗。

给定通过 LED 灯串的可接受峰峰值纹波电流 I_{LED_RIP}。I_{L_RIP} 是峰值间电感器纹波电流 I_{L_MAX} 是使用所选电感器计算出的电感器最大电流。

4.**计算最小电容 C_{OUT_MIN}**：推导满足阻抗目标所需的最小有效输出电容。

5.**考虑直流偏置降额：**增加标称电容值，以补偿工作电压下陶瓷电容器中常见的直流偏置降额效应。

有关详细的计算公式，请参见方程式 20、方程式 21 和方程式 22。

$$R_{LED} = \frac{\Delta V_F}{\Delta I_F} \times \text{ \# of LEDs} \tag{20}$$

$$Z_{COUT} = \frac{R_{LED} \times I_{LED_RIP}}{I_{L_RIP} - I_{LED_RIP}} \tag{21}$$

$$C_{OUT} = \frac{1}{2\pi \times F_{SW} \times K_{DR} \times Z_{COUT}} \tag{22}$$

选择输出电容器后，方程式 23 可用于估算流经 LED 灯串的峰峰值纹波电流。

$$I_{LED_RIP} = \frac{Z_{COUT} \times I_{L_RIP}}{Z_{COUT} + R_{LED}} \tag{23}$$

这里使用的是 Cree WLED。正向电流为 3A 时，LED 的动态电阻为 0.67Ω。强烈建议使用采用 X5R 或 X7R 电介质的陶瓷电容器，因为它们具有低 ESR 和小温度系数。在该设计中，选择了一个 3.3µF 100V X7R 陶瓷电容器和一个 0.1µF 100V X7R 陶瓷电容器。计算得出的 LED 纹波电流约为 100mA。

7.2.1.2.8 感测电阻选择

为了在 2.4V ADIM 输入下实现 5A 的最大 LED 电流，选择分压电阻器 R_{ZCD1} 和 R_{ZCD2} 的值为 105kΩ 和 2kΩ。根据方程式 5，计算得出的检测电阻为 40mΩ。

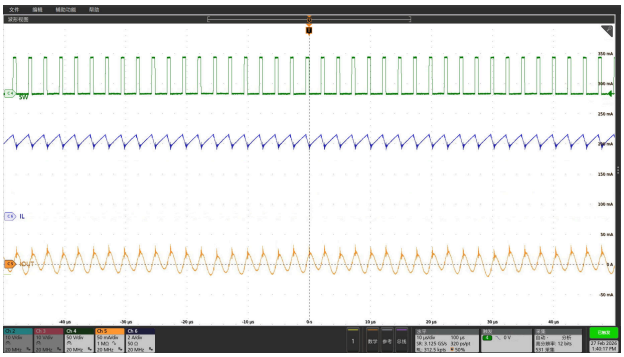
请注意，检测电阻器的功耗为 1W，在选择该电阻器的额定功率时需要留出足够的裕量。

7.2.1.2.9 其他外部元件选择

在该设计中，在 GATE 引脚和开关 FET 栅极之间选择了一个 15Ω 电阻器 R_{GATE}，以限制栅极电流和开关转换率。使用一个 25kΩ 电阻器设置 400kHz 开关频率。

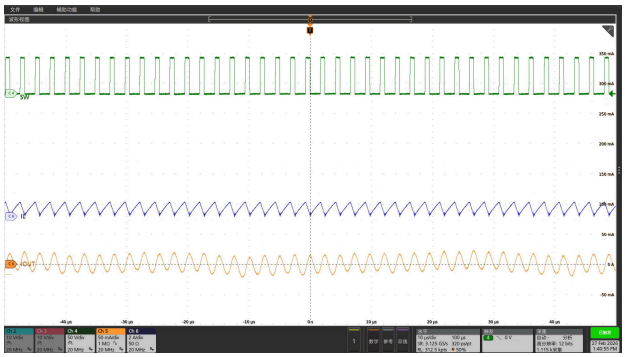
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7.2.1.3 应用曲线



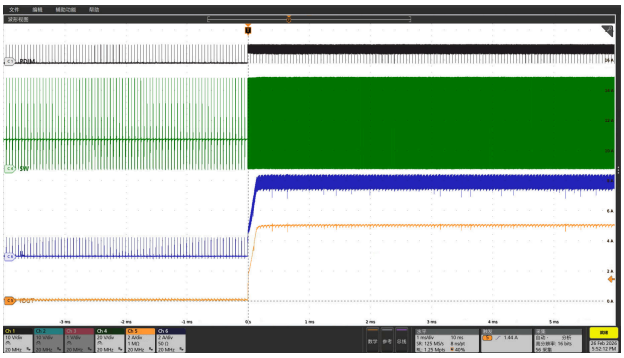
绿色：SW，蓝色：电感器电流，橙色：LED 电流纹波（交流）

图 7-2. ADIM = 2.4V 且 F_{SW} = 400kHz 时的 LED 电流纹波



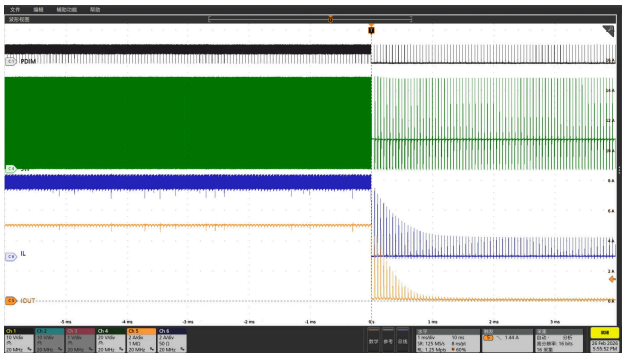
绿色：SW，蓝色：电感器电流，橙色：LED 电流纹波（交流）

图 7-3. ADIM = 0.42V 且 F_{SW} = 400kHz 时的 LED 电流纹波



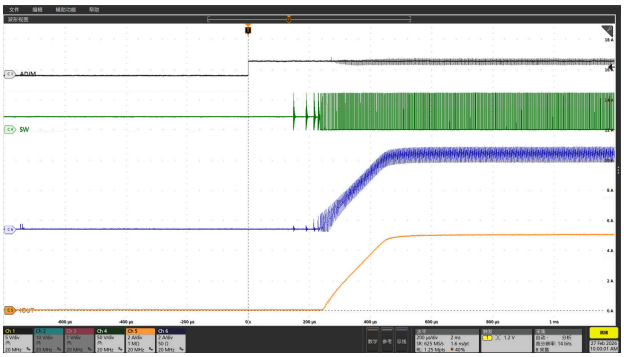
黑色：PDIM，绿色：SW，蓝色：电感器电流，橙色：LED 电流

图 7-4. PDIM 从 1%转换到 99% (20kHz) 时的 LED 电流瞬态



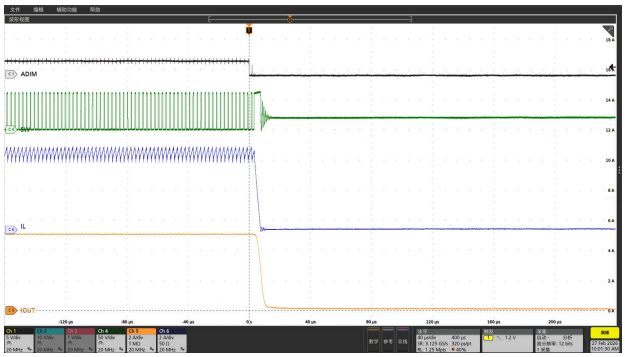
黑色：PDIM，绿色：SW，蓝色：电感器电流，橙色：LED 电流

图 7-5. PDIM 从 99%转换到 1% (20kHz) 时的 LED 电流瞬态



黑色：ADIM，绿色：SW，蓝色：电感器电流，橙色：LED 电流

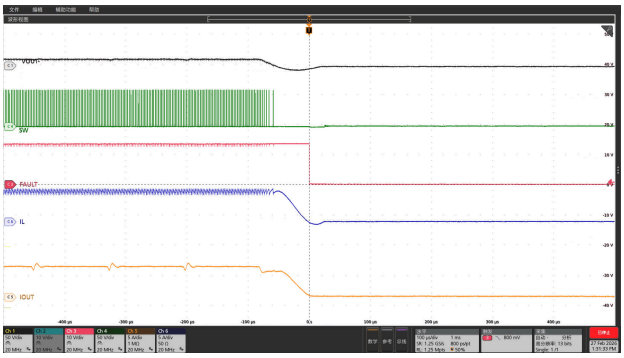
图 7-6. ADIM = 2.4V 时启动



黑色：ADIM，绿色：SW，蓝色：电感器电流，橙色：LED 电流

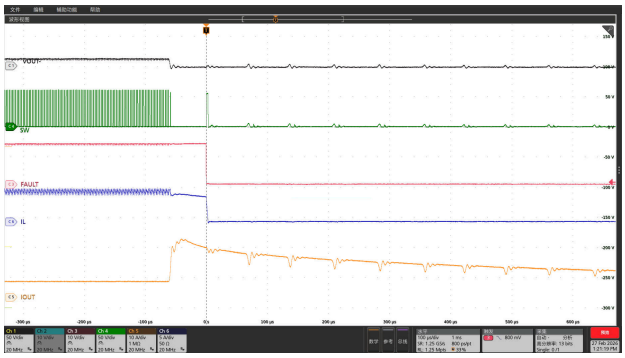
图 7-7. ADIM = 0V 时关断

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated



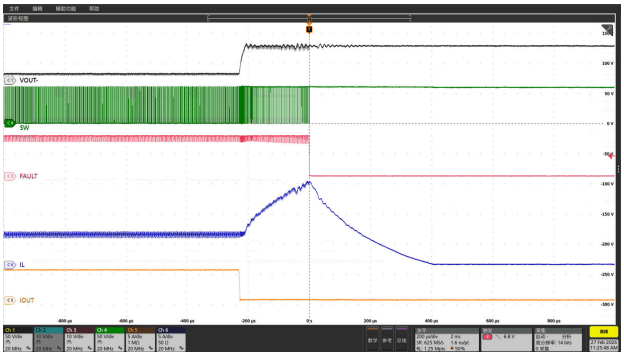
黑色：VLED-，绿色：SW，红色：FAULT，蓝色：电感器电流，橙色：LED 电流

图 7-8. LED 开路负载保护



黑色：VLED-，绿色：SW，红色：FAULT，蓝色：电感器电流，橙色：LED 电流

图 7-9. LED – PGND 短路保护



黑色：VLED-，绿色：SW，红色：FAULT，蓝色：电感器电流，橙色：LED 电流

图 7-10. LED+ 和 LED – 短路保护

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7.3 电源相关建议

该器件设计为在 4.5V 至 15V 的输入电源电压范围内运行。该输入电源必须经过良好调节。该器件需要一个输入电容器来减少从输入电源汲取的浪涌电流和来自器件的开关噪声。强烈建议使用采用 X5R 或 X7R 电介质的陶瓷电容器，因为它们具有低 ESR 和小温度系数。对于大多数应用，1 µ F 或 2.2 µ F 电容器就足够了。

7.4 布局

TPS922152 系列器件需要适当的布局才能实现理想性能。下一节提供了一些确保正确布局的指南。

7.4.1 布局指南

图 7-11 展示了 TPS922152 器件的正确布局示例。

- **散热和接地**：实施大型连续 GND 平面，以获得卓越的电气和热性能。利用散热过孔创建从顶部 GND 到额外 PCB 层的低阻抗散热路径。
- **布线阻抗：**通过更大程度地减小 VBUS、VLED+ 和 GND 布线的宽度来更大程度地减小其阻抗，这也有助于散热。
- **去耦和输入：**为确保稳定运行，请将输入电容器 C_{IN} 和 C_{VCC} 紧邻各自的 VBUS、VCC 和 GND 引脚放置。
- **栅极驱动：**必须尽可能缩短 GATE 布线的长度以减少寄生电感，从而防止噪声注入并降低 EMI。
- **敏感信号：**CSZCD 跟踪是高度敏感的。它应尽可能短并远离高压开关节点（L、D1 和 Q1 的结点）和任何高 di/dt 路径，以避免干扰。
- **噪声隔离：**确保高频开关电流不会直接布置在 IC 下方，以防止电容和电感噪声耦合到器件中。

7.4.2 布局示例

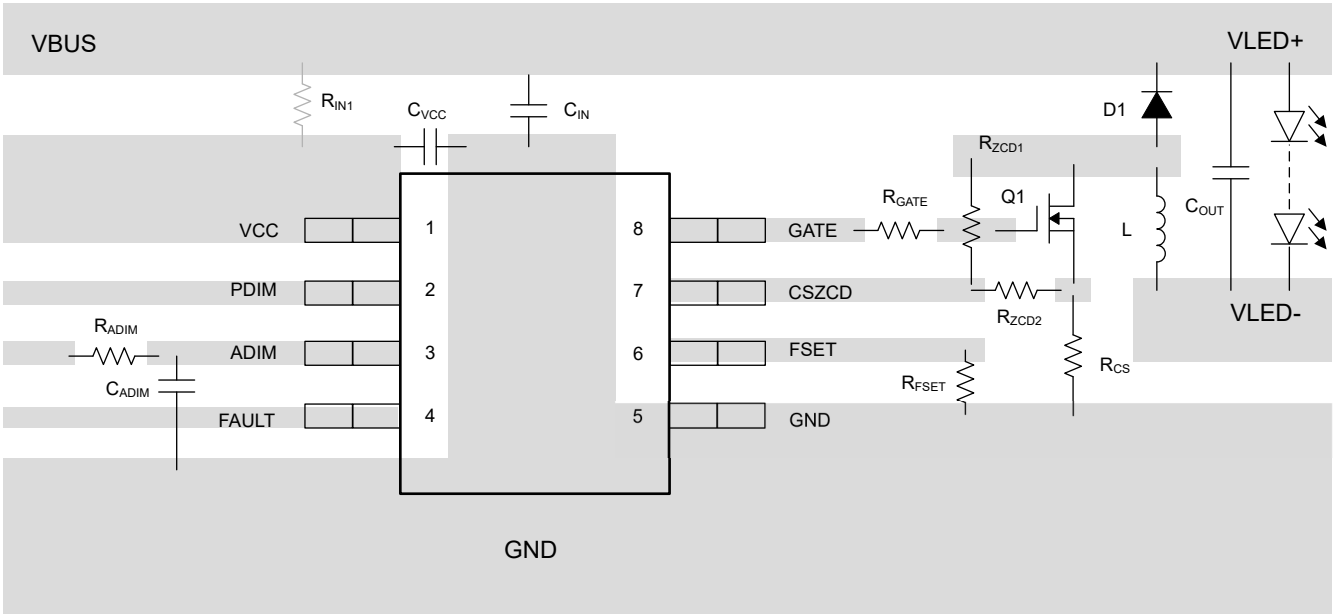


图 7-11. 8 引脚 SOIC 顶视图布局示例

8 器件和文档支持

8.1 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。

8.2 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。

8.3 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。

8.4 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。

8.5 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

Changes from Revision * (March 2026) to Revision A (September 2026)	Page
• 将器件状态从“预告信息”更新为“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。如需获取此数据表的浏览器版本，请查看左侧的导航窗格。

Copyright © 2026 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)
TPS922152DR	Active	Production	SOIC (D) | 8	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	2152D

(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.

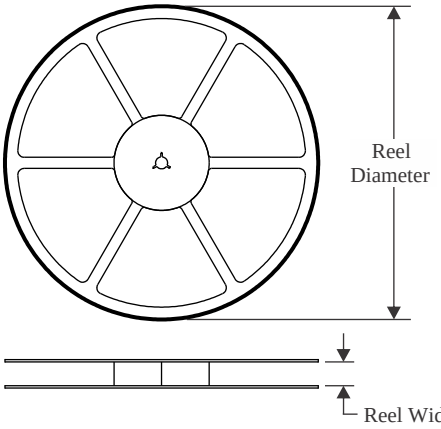
Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

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.

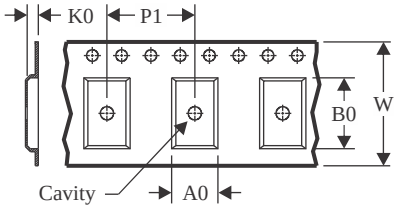
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION

REEL DIMENSIONS

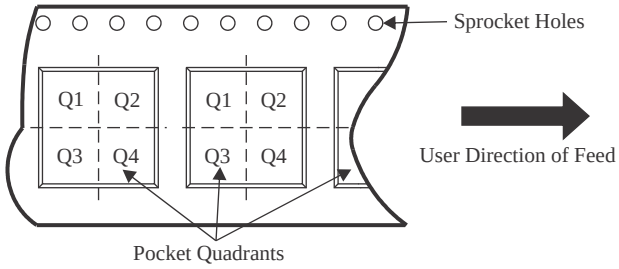


TAPE DIMENSIONS



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

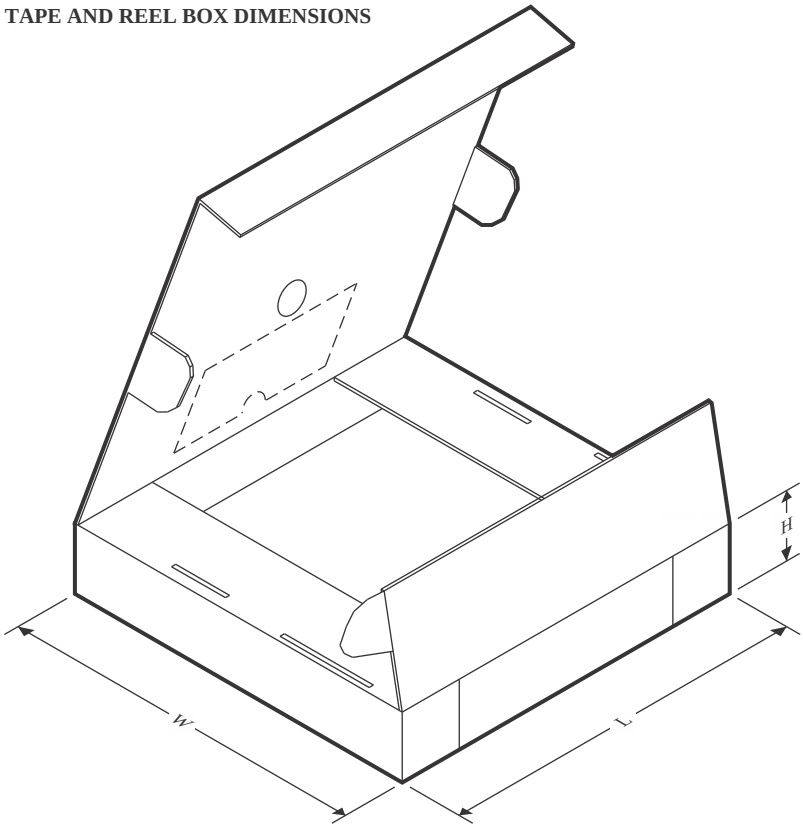
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



*All dimensions are nominal

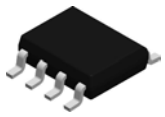
Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
TPS922152DR	SOIC	D	8	3000	330.0	12.4	6.4	5.2	2.1	8.0	12.0	Q1

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
TPS922152DR	SOIC	D	8	3000	353.0	353.0	32.0

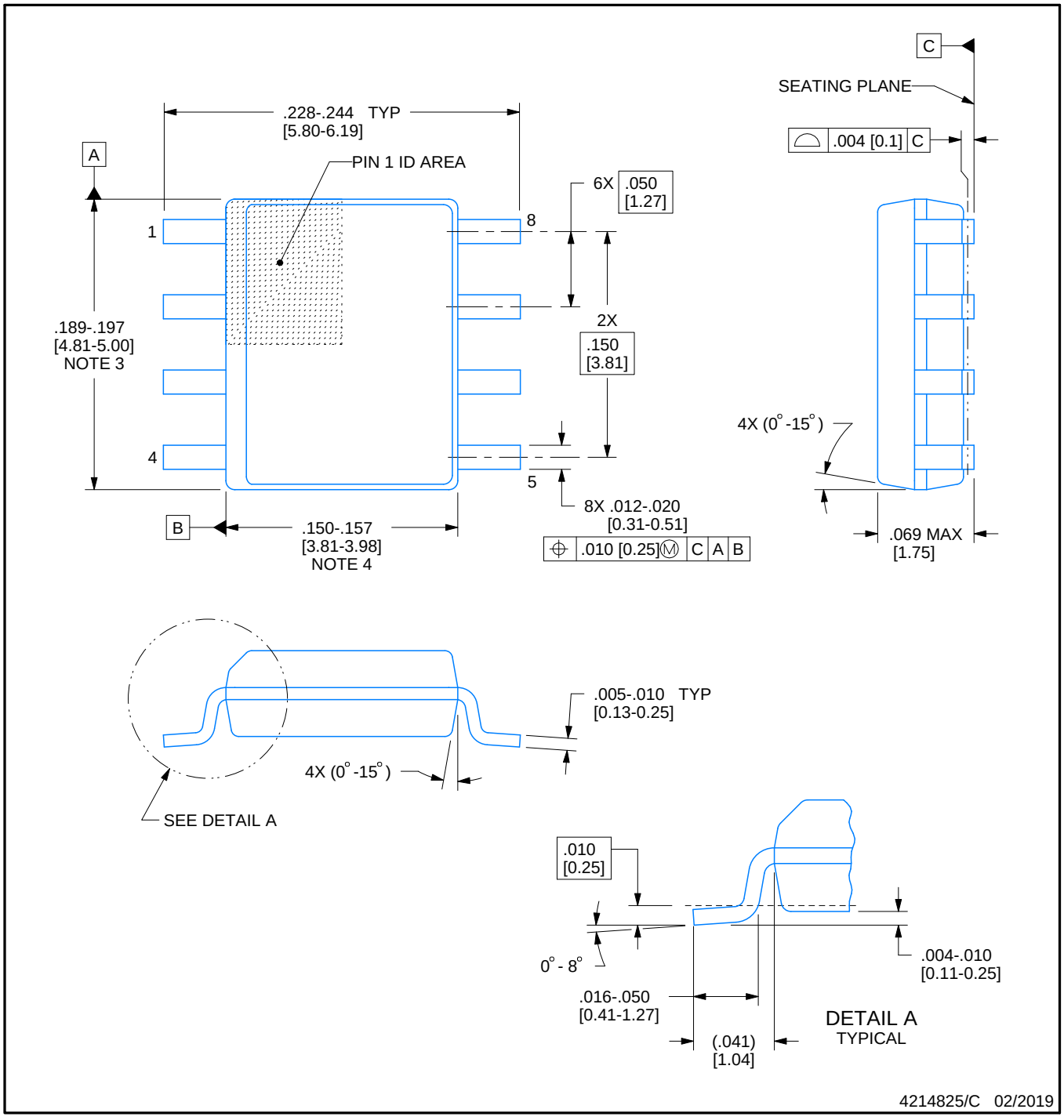


PACKAGE OUTLINE

D0008A

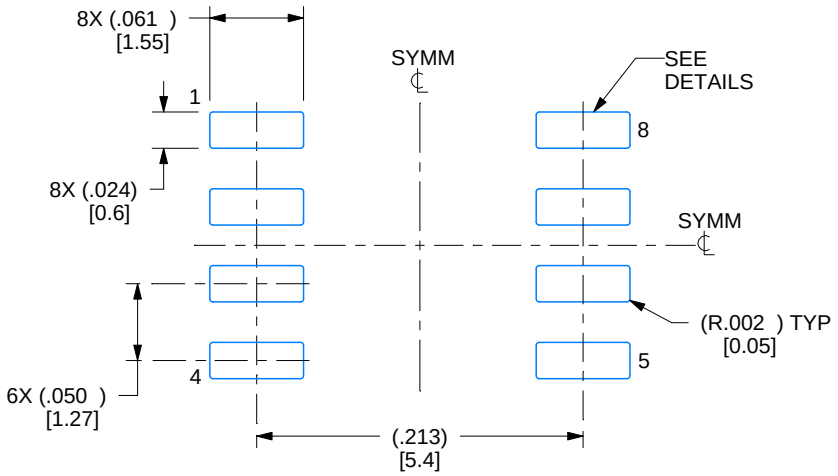
SOIC - 1.75 mm max height

SMALL OUTLINE INTEGRATED CIRCUIT

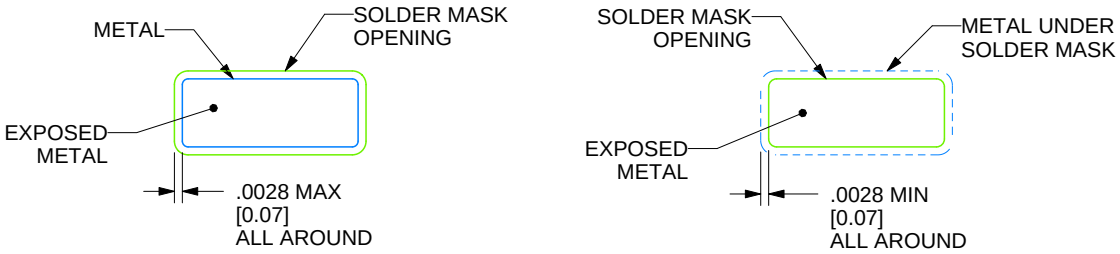


NOTES:

1. Linear dimensions are in inches [millimeters]. Dimensions in parenthesis are for reference only. Controlling dimensions are in inches. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. This dimension does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed .006 [0.15] per side.
4. This dimension does not include interlead flash.
5. Reference JEDEC registration MS-012, variation AA.



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE:8X



SOLDER MASK DETAILS

4214825/C 02/2019

NOTES: (continued)

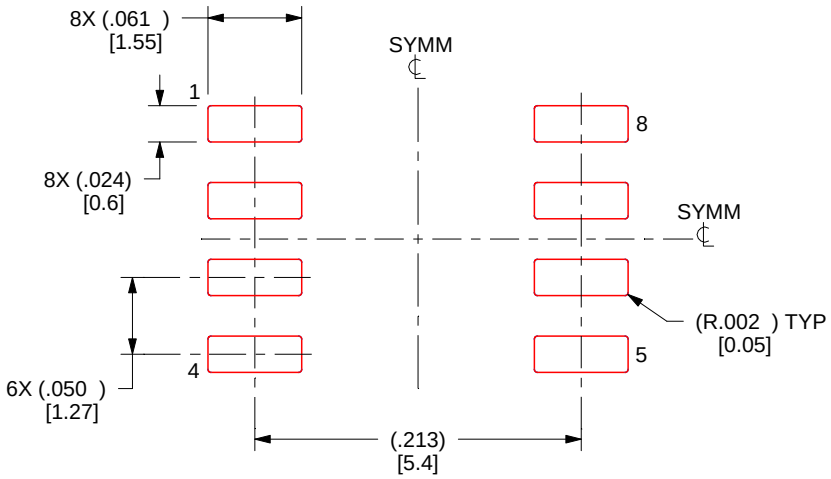
6. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
7. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

D0008A

SOIC - 1.75 mm max height

SMALL OUTLINE INTEGRATED CIRCUIT



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON .005 INCH [0.125 MM] THICK STENCIL
SCALE:8X

4214825/C 02/2019

NOTES: (continued)

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

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