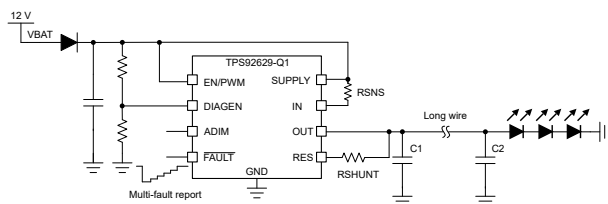


TPS92629-Q1 具有热共享控制的单通道、汽车类高侧 LED 驱动器

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
- 宽输入电压范围：4.5V 至 40V
- 通过外部分流电阻器实现热共享功能
- 低静态电流
 - 关断模式下 EN 处于低电平时为 10uA
 - 故障模式下具有低电源电流
- 单通道高精度电流调节：
 - 高达 250mA 的输出通道电流
 - 集成模拟调光和 PWM 调光控制
 - 在 PWM 调光模式下，在整个温度范围内的精度为 ±5%
 - 在模拟调光模式下最大电流 20%-100% 时，在整个温度范围内的精度为 ±5%
 - 在模拟调光模式下最大电流 10%-20% 时，在整个温度范围内的精度为 ±10%
- 低压降：
 - 最大压降：150 mA 时为 350 mV
 - 最大压降：250 mA 时为 500 mV
- 诊断和保护
 - LED 开路，具有自动恢复功能
 - LED 接地短路，具有自动恢复功能
 - LED 电池短路，具有自动恢复功能
 - 在低压降运行情况下支持诊断并具有可调阈值
 - 具有多故障报告功能的更安全的系统
 - 热关断
- 工作结温范围：- 40°C 至 150°C



典型应用图

2 应用

- 车外小灯：盲点检测指示灯、门把手、充电口
- 车内灯：顶灯、阅读灯
- 车外尾灯：尾灯、中央高位刹车灯、侧标志灯
- 通用 LED 驱动器应用

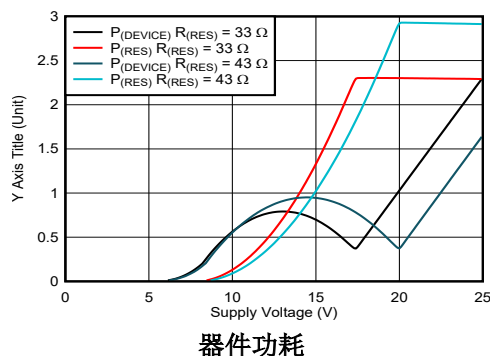
3 说明

TPS92629-Q1 单通道 LED 驱动器采用独特的热管理设计，可减少器件温升。TPS92629-Q1 是由汽车电池直接供电的线性驱动器，具有宽电压范围，可输出高达 250mA 的全电流负载。外部分流电阻器可用来共享输出电流并由驱动器驱动。该器件具有全面的诊断功能，包括 LED 开路、LED 接地短路、LED 电池短路和器件过热保护。模拟调光控制的高精度和经过优化的压摆率可支持非板载长线路驱动，增强了 EMC 性能，还消除了闪变和残像问题。可通过 FAULT 引脚的不同电压电平报告多个故障，适用于安全性至关重要的应用。

表 3-1. 器件信息

器件型号	封装 ⁽¹⁾	封装尺寸 (标称值)
TPS92629-Q1	HVSSOP (8)	3mm x 3mm

(1) 如需了解所有可用封装，请参阅数据表末尾的可订购产品附录。



器件功耗



内容

1 特性	1	7.3 特性说明	13
2 应用	1	7.4 器件功能模式	22
3 说明	1	8 应用和实施	23
4 修订历史记录	2	8.1 应用信息	23
5 引脚配置和功能	3	8.2 典型应用	23
6 规格	4	8.3 电源相关建议	25
6.1 绝对最大额定值.....	4	8.4 布局	25
6.2 ESD 等级.....	4	9 器件和文档支持	27
6.3 建议运行条件.....	4	9.1 接收文档更新通知.....	27
6.4 热性能信息.....	4	9.2 支持资源.....	27
6.5 电气特性.....	5	9.3 商标.....	27
6.6 典型特性.....	7	9.4 静电放电警告.....	27
7 详细说明	12	9.5 术语表.....	27
7.1 概述.....	12	10 机械、封装和可订购信息	28
7.2 功能方框图.....	12		

4 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

日期	修订版本	说明
2023 年 5 月	*	第一版。

5 引脚配置和功能

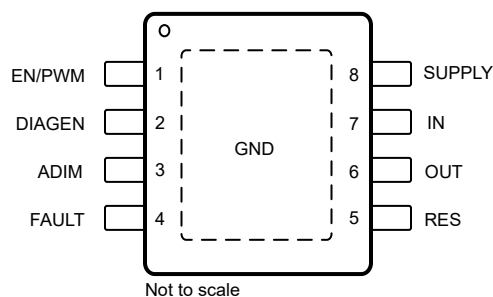


图 5-1. DGN 封装 8 引脚 HVSSOP (采用 PowerPAD™) 顶视图

表 5-1. 引脚功能

引脚		I/O	说明
名称	编号		
EN/PWM	1	I	用于 OUT 和 RES 电流输出开关控制的器件使能输入和 PWM 输入。
DIAGEN	2	I	用于 LED 开路检测的使能引脚，可避免在低压降运行期间的开路诊断错误。
ADIM	3	I	用于模拟调光控制的 PWM 输入。
FAULT	4	O	故障输出。
RES	5	O	具有外部热敏电阻的通道电流输出。
OUT	6	O	电流输出。
IN	7	I	通道电流输入。
电源	8	I	器件电源。

6 规格

6.1 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
电源	SUPPLY	-0.3	45	V
高压输入	DIAGEN、IN、EN/PWM、ADIM	-0.3	$V_{(SUPPLY)}+0.3$	V
高电压输出	OUT、RES	-0.3	$V_{(SUPPLY)}+0.3$	V
低电压输出	FAULT	-0.3	5.5	V
IN 至 OUT	$V(IN) - V(OUT)$	-0.3	45	V
SUPPLY 至 IN	$V(SUPPLY) - V(IN)$	-0.3	5	V
T_J	工作结温	-40	150	°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。

6.2 ESD 等级

			值	单位
$V_{(ESD)}$	静电放电	人体放电模型 (HBM)，符合 AEC Q100-002 ⁽¹⁾ HBM ESD 分类等级 1C	±2000	V
		充电器件模型 (CDM)，符合 AEC Q100 - 011 CDM ESD 分类等级 C4B	±500	
		所有引脚 转角引脚 (SUPPLY、RES、 FAULT、EN/PWM)	±750	

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

6.3 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
SUPPLY	器件电源电压	4.5		40	V
IN	检测电压	$V_{(SUPPLY)} - V_{(CS_REG)}$			V
EN/PWM、ADIM	PWM 和 ADIM 输入	0		$V_{(SUPPLY)}$	V
DIAGEN	诊断使能引脚	0		$V_{(SUPPLY)}$	V
OUT、RES	驱动器输出	0		$V_{(SUPPLY)}$	V
FAULT	多故障输出	0		5	V
工作环境温度， T_A		-40		125	°C

6.4 热性能信息

热指标 ⁽¹⁾		TPS92629-Q1	单位
		DGN	
		8 引脚	
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	50.7	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳（顶部）热阻	70.4	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	23.8	°C/W
Ψ_{JT}	结至顶部特征参数	2.5	°C/W
Ψ_{JB}	结至电路板特征参数	23.8	°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	结至外壳（底部）热阻	7.2	°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](#)。

6.5 电气特性

$V_{(SUPPLY)} = 4.5V$ 至 $40V$, $V_{(EN)} = 3V$, $T_J = -40^{\circ}C$ 至 $+150^{\circ}C$, 除非另有说明

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
BIAS						
$V_{(POR_rising)}$	电源电压 POR 上升阈值			3.6	4.0	V
$V_{(POR_falling)}$	电源电压 POR 下降阈值		3.0	3.4		V
$I_{(shutdown)}$	器件关断电流, 使 EN/PWM = 0 保持 20ms 以上, 以关断器件	$V_{supply} = 12V$		7	10	uA
$I_{(Quiescent)}$	器件待机接地电流	PWM = 高电平	0.5	1.1	1.3	mA
$I_{(FAULT)}$	故障模式下的器件电源电流	PWM = 高电平, 故障模式	600	720	850	uA
逻辑输入 (EN/PWM、DIAGEN、ADIM)						
$V_{IL(EN)}$	禁用输入逻辑低电平电压, EN/PWM				0.7	V
$V_{IH(EN)}$	启用输入逻辑高电平电压, EN/PWM		2.0			V
$V_{IL(PWM)}$	PWM 输入逻辑低电平电压, EN/PWM		2.037	2.1	2.183	V
$V_{IH(PWM)}$	PWM 输入逻辑高电平电压, EN/PWM		2.134	2.2	2.296	V
$I_{(EN/PWM)}$	下拉电流, EN/PWM		0.5	1.4	2.2	uA
$V_{IL(ADIM)}$	输入逻辑低电平电压, ADIM		1.065	1.12	1.17	V
$V_{IH(ADIM)}$	输入逻辑高电平电压, ADIM		1.20	1.26	1.32	V
$I_{(ADIM)}$	下拉电流, ADIM		1.6	2.2	2.9	uA
$V_{IL(DIAGEN)}$	输入逻辑低电平电压, DIAGEN		1.045	1.10	1.155	V
$V_{IH(DIAGEN)}$	输入逻辑高电平电压, DIAGEN		1.17	1.25	1.33	V
恒流驱动器						
$I_{(OUTx_Tot)}$	器件输出电流	100% 占空比	5		250	mA
$V_{(CS_REG)}$	检测电阻调节电压	$T_A = -40^{\circ}C$ 至 $+125^{\circ}C$, 100% 占空比, ADIM 的输入频率为 20kHz, $V_{(SUPPLY)} = 4.5V$	436	463.5	491	mV
$V_{(CS_REG)}$	检测电阻调节电压	$T_A = -40^{\circ}C$ 至 $+125^{\circ}C$, 100% 占空比, ADIM 的输入频率为 20kHz, $V_{(SUPPLY)} = 5V$ 至 $40V$	441.75	465.0	488.25	mV
$V_{(CS_REG)}$	检测电阻调节电压	$T_A = -40^{\circ}C$ 至 $+125^{\circ}C$, 20% 占空比, ADIM 的输入频率为 20kHz	88.35	93.0	97.65	mV
$V_{(CS_REG)}$	检测电阻调节电压	$T_A = -40^{\circ}C$ 至 $+125^{\circ}C$, 10% 占空比, ADIM 的输入频率为 20kHz	41.85	46.5	51.15	mV
$R_{(CS_REG)}$	检测电阻范围		1.74		98.2	Ω
$V_{(DROPOUT)}$	从 INx 到 OUTx 的压降, RESx 开路	150mA 的电流设置		200	350	mV
		250mA 的电流设置		300	500	
	从 INx 到 RESx 的压降, OUTx 开路	150mA 的电流设置		350	600	mV
		250mA 的电流设置		600	1000	
$I_{(RESx)}$	RESx 电流与总电流之比	$I_{(RESx)}/I_{(OUTx_Tot)}$, $V_{(INx)} - V_{(RESx)} > 1V$, $I_{(total)} = 150mA$	95			%
$I_{(channel_leakage)}$	通道关闭时的漏电流	$V_{(SUPPLY)} - V_{(OUT)} = 40V$, PWM 关闭			10	uA
诊断						
$V_{(OPEN_th_rising)}$	LED 开路上升阈值, $V_{(IN)} - V_{(OUT)}$		180	300	420	mV
$V_{(OPEN_th_falling)}$	LED 开路下降阈值, $V_{(IN)} - V_{(OUT)}$			450		mV
$V_{(SG_th_rising)}$	通道输出接地短路上升阈值		1.425	1.5	1.575	V
$V_{(SG_th_falling)}$	通道输出接地短路下降阈值		1.20	1.24	1.32	V
$I_{(Retry_OUT)}$	通道输出 $V_{(OUT)}$ 接地短路重试电流		3.622	4.96	6.232	mA
$I_{(Retry_RES)}$	通道输出 $V_{(RES)}$ 接地短路重试电流		0.82	1.08	1.4	mA
$I_{(Discharge_OUT)}$	通道输出 $V_{(OUT)}$ 电池短路放电电流	OUT 短接至 SUPPLY	3.431	4.952	5.069	mA
FAULT						
$V_{(FAULT_STG)}$	STG 故障时的输出电压电平		0.56	0.60	0.619	V
$V_{(FAULT_STB)}$	STB 故障时的输出电压电平		1.072	1.105	1.134	V
$V_{(FAULT_OPEN)}$	OPEN 故障时的输出电压电平		1.776	1.827	1.869	V

$V_{(SUPPLY)} = 4.5V$ 至 $40V$, $V_{(EN)} = 3V$, $T_J = -40^{\circ}C$ 至 $+150^{\circ}C$, 除非另有说明

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{(FAULT_TSD)}$	TSD 故障时的输出电压电平		2.725 ⁽¹⁾	2.798 ⁽¹⁾	2.862 ⁽¹⁾	V
$V_{(Normal)}$	正常模式下的输出电压电平	$V_{(SUPPLY)} = 4.5V$	3.8	4.2	4.6	V
$V_{(Normal)}$	正常模式下的输出电压电平	$V_{(SUPPLY)} = 5V$ 至 $40V$	4.55	4.8	5.1	V
$I_{(FAULT_pull_up)}$	FAULT 输出电流能力	OPEN、STB、STG 或 TSD 故障			250	uA
$I_{(FAULT_pull_up_limit)}$	FAULT 输出电流限制	OPEN、STB、STG 或 TSD 故障	300			uA
$I_{(FAULT_pulldown)}$	1 级 FAULT 内部下拉电流, 如图 7-5 所示	OPEN、STB、STG 或 TSD 故障, $V_{(FAULT)} = 0.4V$	1	1.2	1.5	mA
$t_{(discharge)}$	开路和电池短路检测的放电时间, 如图 7-5 所示	开路或 STB 故障	500	730	1000	us
时序						
$t_{(Device_enable)}$	器件启用时间, 如图 7-1 所示的 t_5			86		μs
$t_{(Device_disable)}$	器件禁用时间, 如图 7-1 所示的 t_8			20		ms
$t_{(STARTUP)}$	SUPPLY 上升沿至 10% 输出电流, 如图 7-1 所示的 t_6	$V_{(SUPPLY)} = 12V$, $V_{(OUT)} = 3V$, $V_{(CS_REG)} = 450mV$, $R_{(SNSx)} = 3.0\Omega$, $R_{(RESx)} = 91\Omega$		135		μs
$t_{(ADIM_delay_rising)}$	ADIM 上升沿到输出电流 10% 的延迟, 如图 7-1 所示的 t_9	$V_{(SUPPLY)} = 12V$, $V_{(OUT)} = 3V$, $V_{(CS_REG)} = 450mV$, $R_{(SNSx)} = 3.0\Omega$, $R_{(RESx)} = 91\Omega$		55		μs
$t_{(ADIM_delay_falling)}$	ADIM 下降沿到输出电流 90% 的延迟, 如图 7-1 所示的 t_{10}	$V_{(SUPPLY)} = 12V$, $V_{(OUT)} = 3V$, $V_{(CS_REG)} = 450mV$, $R_{(SNSx)} = 3.0\Omega$, $R_{(RESx)} = 91\Omega$		60		μs
$t_{(ADIM_current_rising)}$	输出电流上升时间, 如图 7-1 所示的 t_7	在模拟调光模式下, 5% 电流至 98% 的目标电流		1		ms
$t_{(ADIM_current_falling)}$	输出电流下降时间, 如图 7-1 所示的 t_{11}	在模拟调光模式下, 98% 电流至 5% 的目标电流		1		ms
$t_{(PWM_delay_rising)}$	PWM 上升沿到输出电流 10% 的延迟, 如图 7-1 所示的 t_1	$V_{(SUPPLY)} = 12V$, $V_{(OUT)} = 3V$, $V_{(CS_REG)} = 450mV$, $R_{(SNSx)} = 3.0\Omega$, $R_{(RESx)} = 91\Omega$		3		μs
		$V_{(SUPPLY)} = 12V$, $V_{(OUT)} = 3V$, $V_{(CS_REG)} = 450mV$, $R_{(SNSx)} = 82\Omega$, $R_{(RESx)} = 91\Omega$		2.4		μs
$t_{(PWM_delay_falling)}$	PWM 下降沿到输出电流 90% 的延迟, 如图 7-1 所示的 t_3	$V_{(SUPPLY)} = 12V$, $V_{(OUT)} = 3V$, $V_{(CS_REG)} = 450mV$, $R_{(SNSx)} = 3.0\Omega$, $R_{(RESx)} = 91\Omega$		2.8		μs
		$V_{(SUPPLY)} = 12V$, $V_{(OUT)} = 3V$, $V_{(CS_REG)} = 450mV$, $R_{(SNSx)} = 82\Omega$, $R_{(RESx)} = 91\Omega$		2.8		μs
$t_{(Current_rising)}$	输出电流从 10% 上升到 90%, 如图 7-1 所示的 t_2	$V_{(SUPPLY)} = 12V$, $V_{(OUT)} = 3V$, $V_{(CS_REG)} = 450mV$, $R_{(SNSx)} = 3.0\Omega$, $R_{(RESx)} = 91\Omega$		1.7		μs
		$V_{(SUPPLY)} = 12V$, $V_{(OUT)} = 3V$, $V_{(CS_REG)} = 450mV$, $R_{(SNSx)} = 82\Omega$, $R_{(RESx)} = 91\Omega$		1.3		μs
$t_{(Current_falling)}$	输出电流从 90% 下降到 10%, 如图 7-1 所示的 t_4	$V_{(SUPPLY)} = 12V$, $V_{(OUT)} = 3V$, $V_{(CS_REG)} = 450mV$, $R_{(SNSx)} = 3.0\Omega$, $R_{(RESx)} = 91\Omega$		5.7		μs
		$V_{(SUPPLY)} = 12V$, $V_{(OUT)} = 3V$, $V_{(CS_REG)} = 450mV$, $R_{(SNSx)} = 82\Omega$, $R_{(RESx)} = 91\Omega$		0.27		μs
$t_{(OPEN_deg)}$	LED 开路故障检测抗尖峰脉冲时间, 如图 7-3 所示的 t_6			125		μs
$t_{(SG_deg)}$	输出接地短路检测抗尖峰脉冲时间, 如图 7-2 所示的 t_7			125		μs
$t_{(Recover_deg)}$	开路和短路故障恢复抗尖峰脉冲时间, 如图 7-2 和图 7-3 所示的 t_8			125		μs
$t_{(FAULT_recovery)}$	故障恢复延迟时间, 如图 7-2 和图 7-3 所示的 t_9			50		μs
$t_{(TSD_deg)}$	过热抗尖峰脉冲时间			50		μs
过热保护						
$T_{(TSD)}$	热关断结温阈值		157	172	187	°C
$T_{(TSD_HYS)}$	热关断结温迟滞			15		°C

(1) 由设计确保。

6.6 典型特性

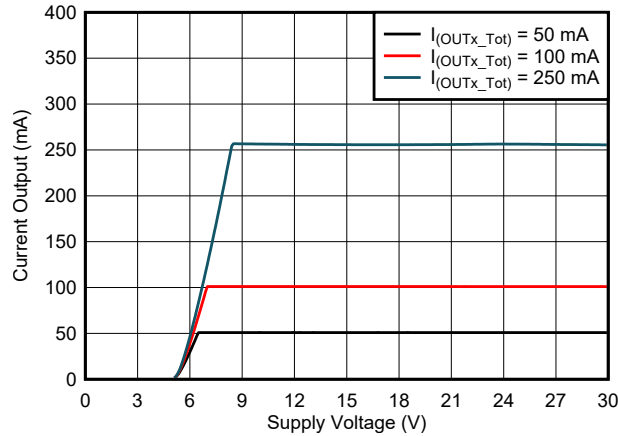


图 6-1. 输出电流与电源电压间的关系

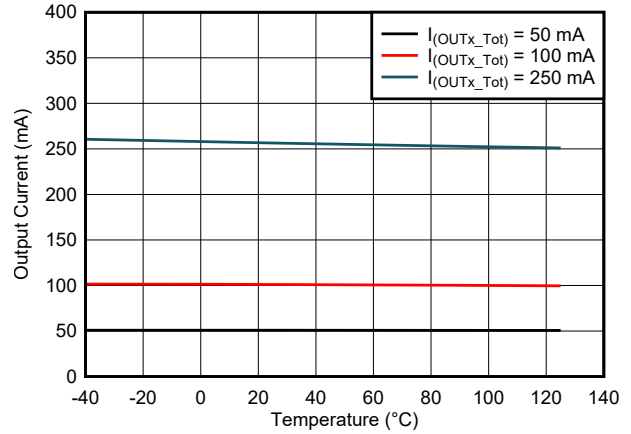


图 6-2. 输出电流与温度间的关系

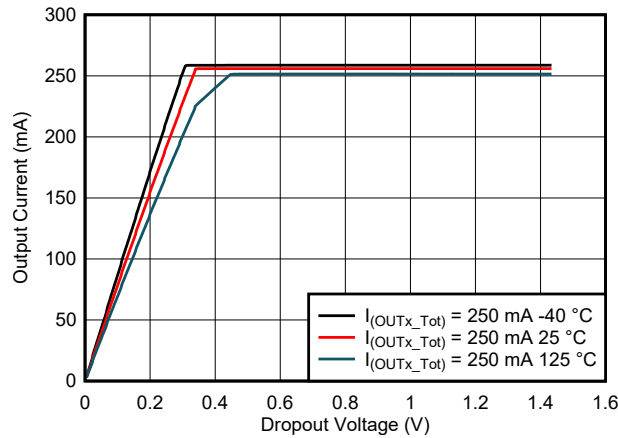


图 6-3. 输出电流与压降电压间的关系

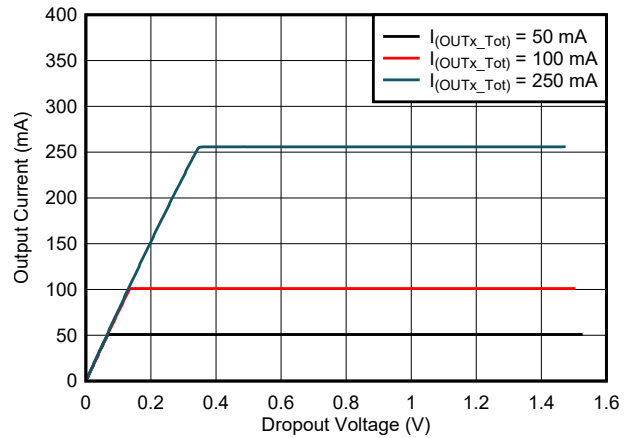


图 6-4. 输出电流与压降电压间的关系

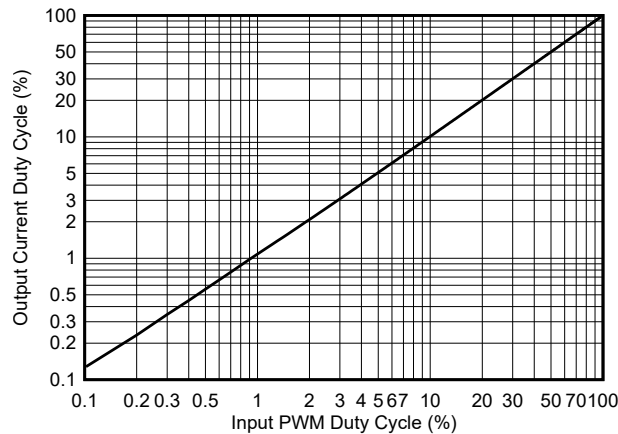


图 6-5. PWM 输出占空比与 PWM 输入占空比间的关系

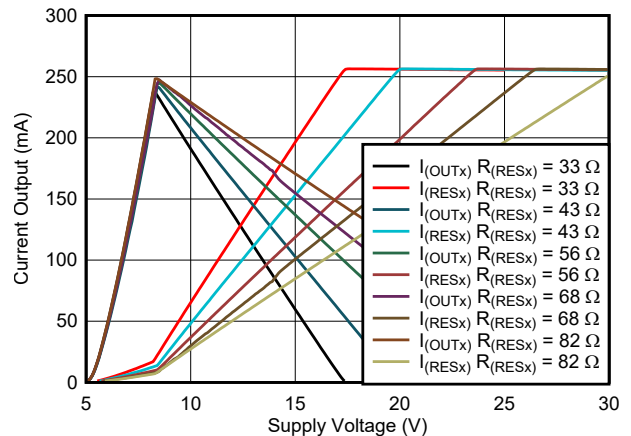


图 6-6. 输出电流分配与电源电压间的关系

6.6 典型特性 (continued)

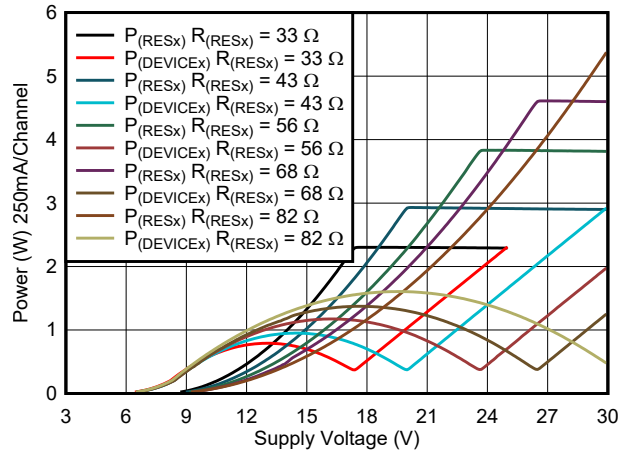


图 6-7. 功率耗散与电源电压间的关系

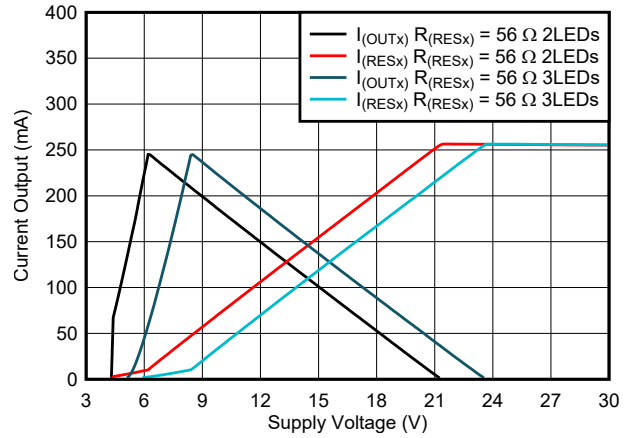


图 6-8. 输出电流分配与电源电压间的关系

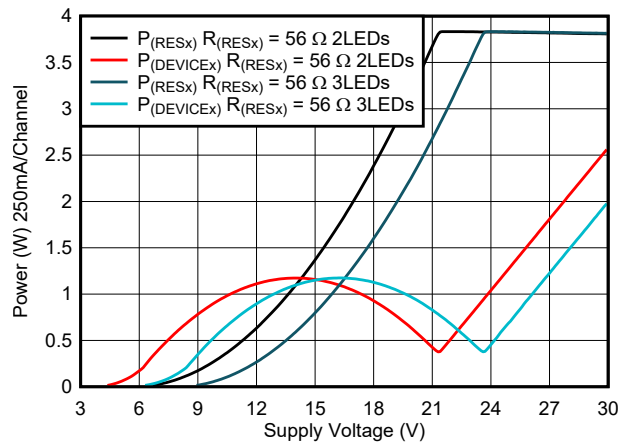


图 6-9. 功率耗散与电源电压间的关系

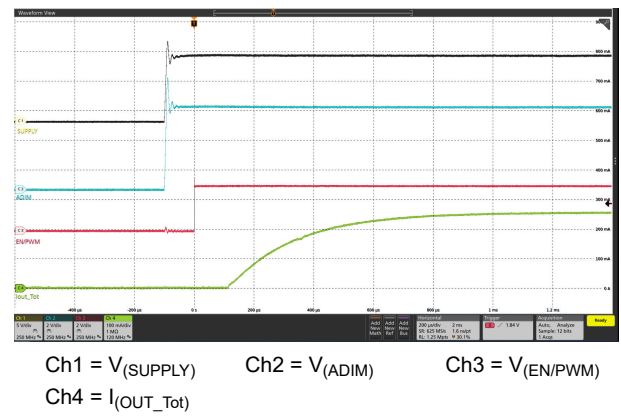


图 6-10. 上电序列

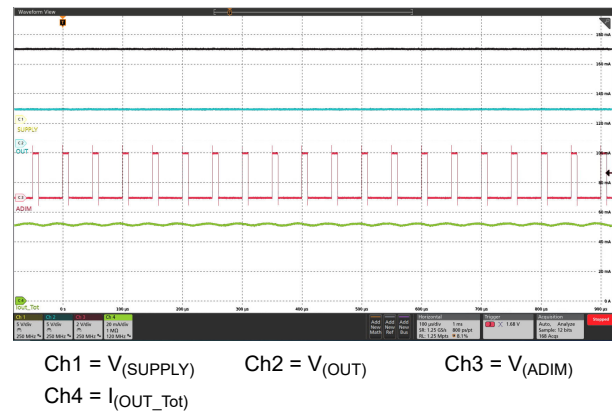


图 6-11. 20kHz 下的模拟调光

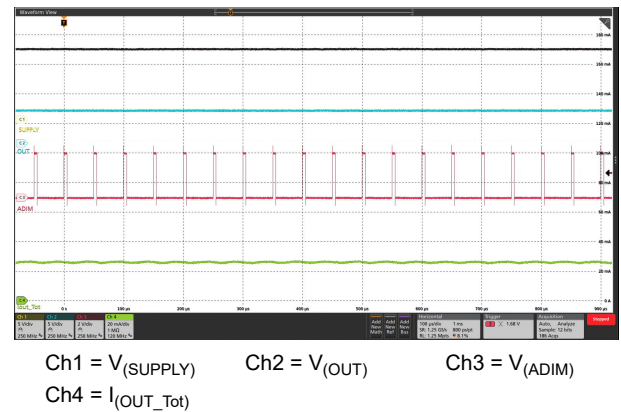
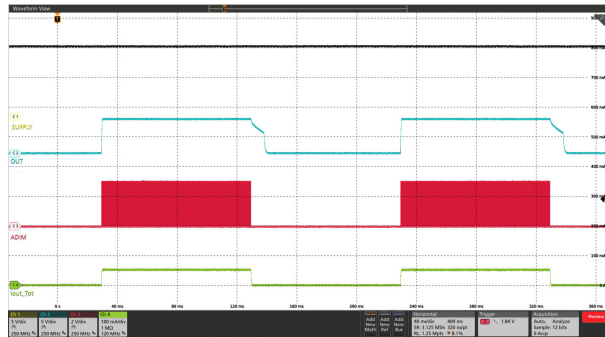


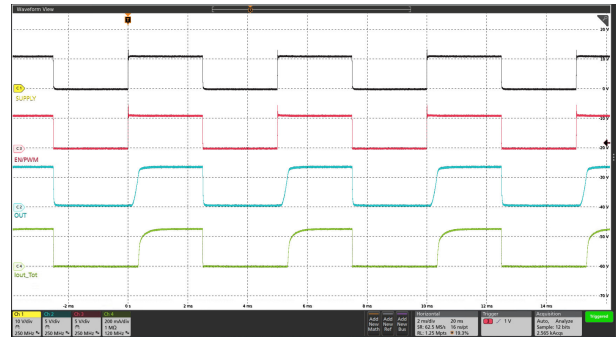
图 6-12. 20kHz 下的模拟调光

6.6 典型特性 (continued)



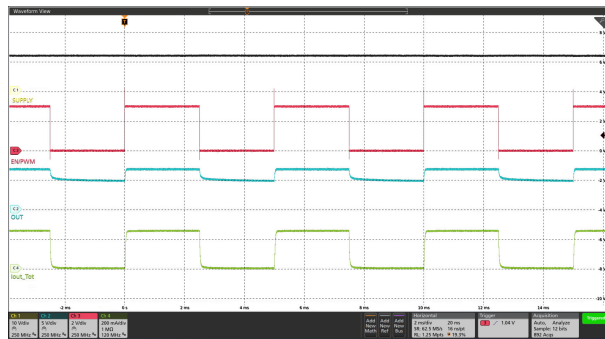
Ch1 = $V_{(SUPPLY)}$ Ch2 = $V_{(OUT)}$ Ch3 = $V_{(ADIM)}$
Ch4 = $I_{(OUT_Tot)}$

图 6-13. 闪光灯调光



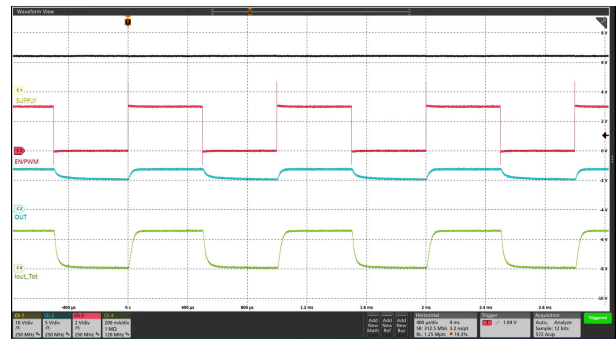
Ch1 = $V_{(SUPPLY)}$ Ch2 = $V_{(OUT)}$ Ch3 = $V_{(EN/PWM)}$
Ch4 = $I_{(OUT_Tot)}$

图 6-14. 200Hz 下的电源调光



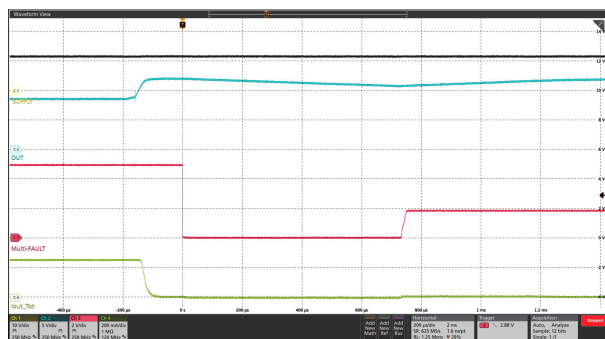
Ch1 = $V_{(SUPPLY)}$ Ch2 = $V_{(OUT)}$ Ch3 = $V_{(EN/PWM)}$
Ch4 = $I_{(OUT_Tot)}$

图 6-15. 200Hz 下的 PWM 调光



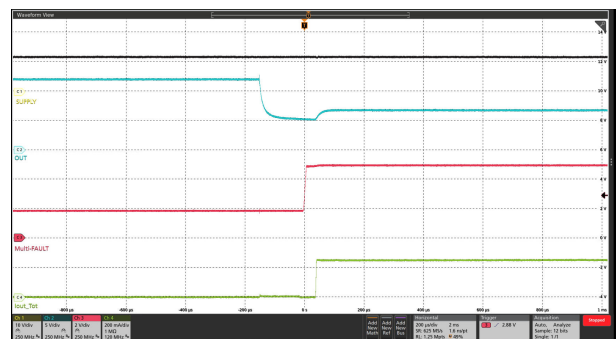
Ch1 = $V_{(SUPPLY)}$ Ch2 = $V_{(OUT)}$ Ch3 = $V_{(EN/PWM)}$
Ch4 = $I_{(OUT_Tot)}$

图 6-16. 1kHz 下的 PWM 调光



Ch1 = $V_{(SUPPLY)}$ Ch2 = $V_{(OUT)}$ Ch3 = $V_{(FAULT)}$
Ch4 = $I_{(OUT_Tot)}$

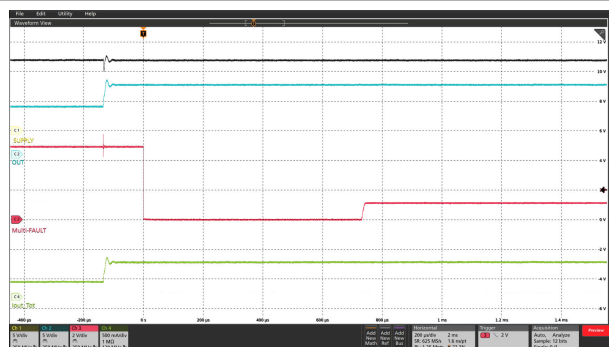
图 6-17. LED 开路保护



Ch1 = $V_{(SUPPLY)}$ Ch2 = $V_{(OUT)}$ Ch3 = $V_{(FAULT)}$
Ch4 = $I_{(OUT_Tot)}$

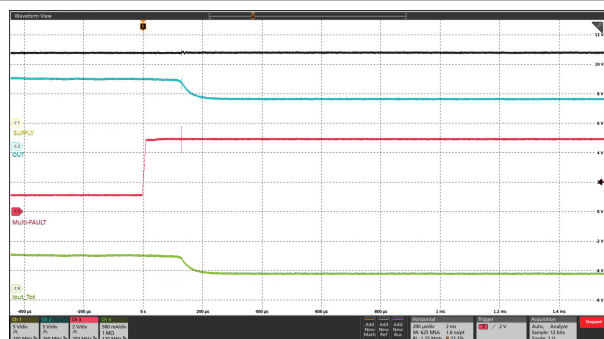
图 6-18. LED 开路保护恢复

6.6 典型特性 (continued)



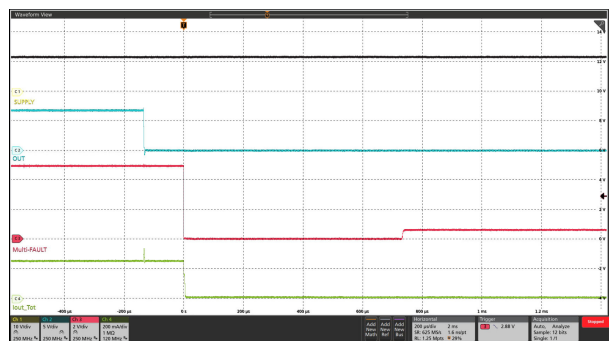
Ch1 = $V_{(SUPPLY)}$ Ch2 = $V_{(OUT)}$ Ch3 = $V_{(FAULT)}$
Ch4 = $I_{(OUT_Tot)}$

图 6-19. LED 电池短路保护



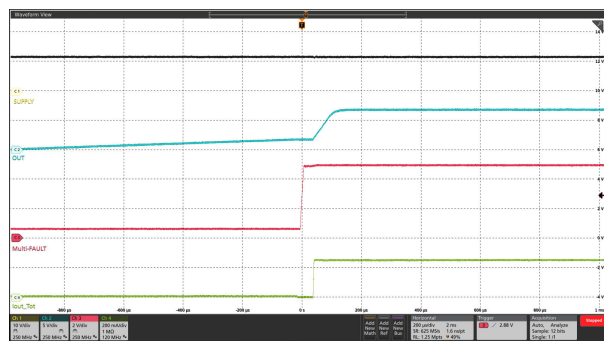
Ch1 = $V_{(SUPPLY)}$ Ch2 = $V_{(OUT)}$ Ch3 = $V_{(FAULT)}$
Ch4 = $I_{(OUT_Tot)}$

图 6-20. LED 电池短路保护恢复



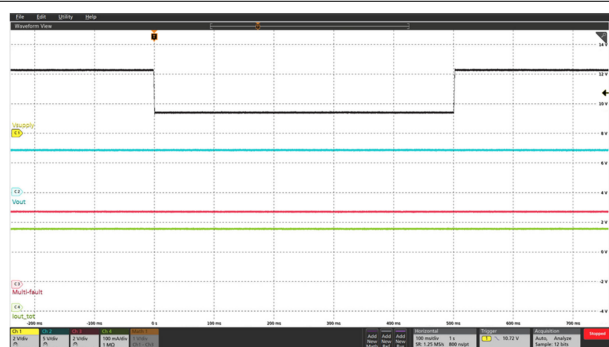
Ch1 = $V_{(SUPPLY)}$ Ch2 = $V_{(OUT)}$ Ch3 = $V_{(FAULT)}$
Ch4 = $I_{(OUT_Tot)}$

图 6-21. LED 短路保护



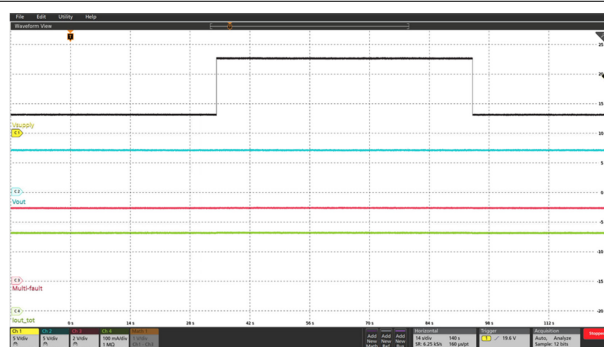
Ch1 = $V_{(SUPPLY)}$ Ch2 = $V_{(OUT)}$ Ch3 = $V_{(FAULT)}$
Ch4 = $I_{(OUT_Tot)}$

图 6-22. LED 短路保护恢复



Ch1 = $V_{(SUPPLY)}$ Ch2 = $V_{(OUT)}$ Ch3 = $V_{(FAULT)}$
Ch4 = $I_{(OUT_Tot)}$

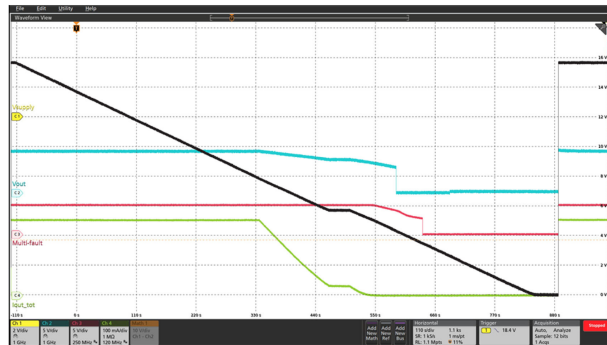
图 6-23. 瞬态欠压



Ch1 = $V_{(SUPPLY)}$ Ch2 = $V_{(OUT)}$ Ch3 = $V_{(FAULT)}$
Ch4 = $I_{(OUT_Tot)}$

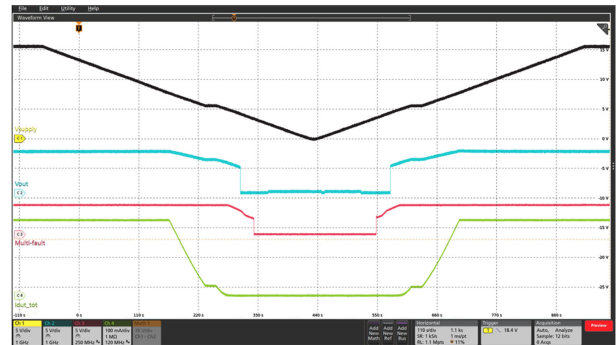
图 6-24. 瞬态过压

6.6 典型特性 (continued)



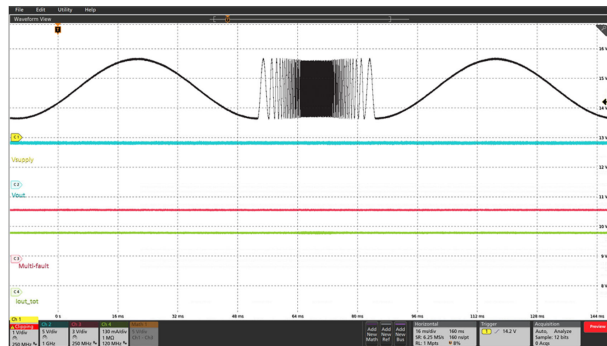
Ch1 = $V_{(SUPPLY)}$ Ch2 = $V_{(OUT)}$ Ch3 = $V_{(FAULT)}$
Ch4 = $I_{(OUT_Tot)}$

图 6-25. 电源电压的缓慢下降和快速上升



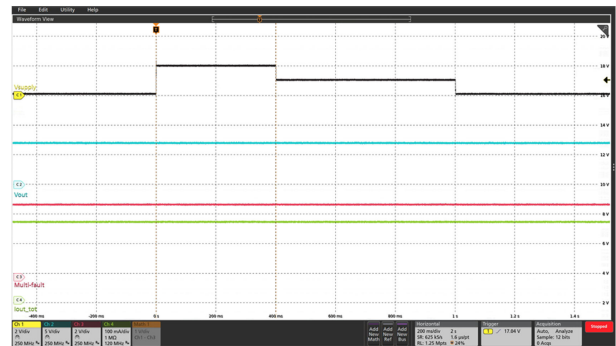
Ch1 = $V_{(SUPPLY)}$ Ch2 = $V_{(OUT)}$ Ch3 = $V_{(FAULT)}$
Ch4 = $I_{(OUT_Tot)}$

图 6-26. 电源电压的缓慢下降和缓慢上升



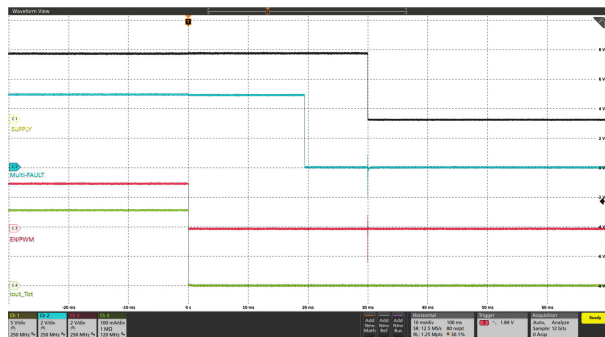
Ch1 = $V_{(SUPPLY)}$ Ch2 = $V_{(OUT)}$ Ch3 = $V_{(FAULT)}$
Ch4 = $I_{(OUT_Tot)}$ 电源电压 > 8V 时 DIAGEN = 高电平

图 6-27. 叠加交流电压



Ch1 = $V_{(SUPPLY)}$ Ch2 = $V_{(OUT)}$ Ch3 = $V_{(FAULT)}$
Ch4 = $I_{(OUT_Tot)}$

图 6-28. 快速启动



Ch1 = $V_{(SUPPLY)}$ Ch2 = $V_{(FAULT)}$ Ch3 = $V_{(EN/PWM)}$
Ch4 = $I_{(OUT_Tot)}$

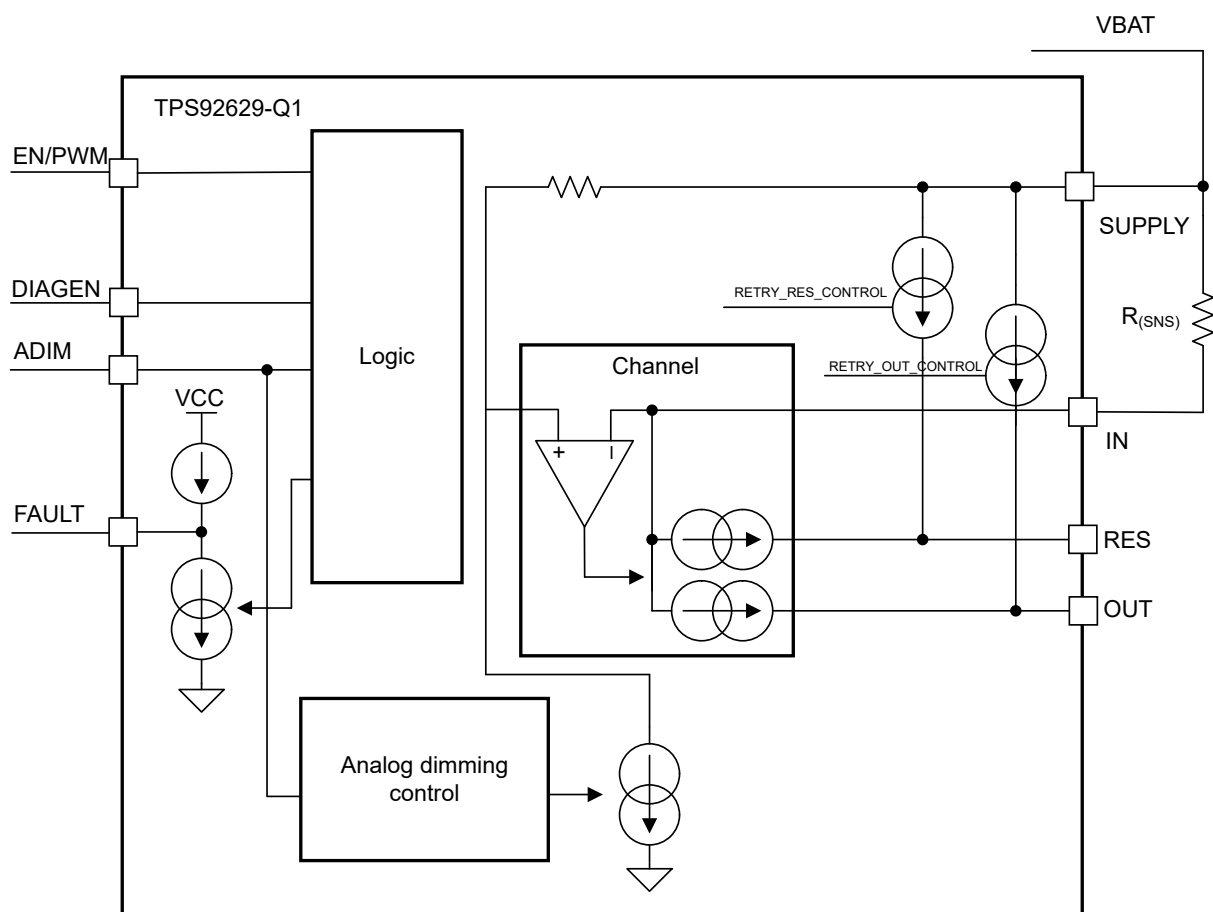
图 6-29. 断电序列

7 详细说明

7.1 概述

TPS92629-Q1 是一款单通道高侧线性 LED 驱动器，支持外部热共享电阻器，结温上升可控。该器件可直接由汽车电池供电，并向 LED 输出高达 250mA 的满负载电流，可实现有限的器件功率耗散。通道电流输出可由外部 $R_{(SNS)}$ 电阻器设置。电流从电源流经 $R_{(SNS)}$ 电阻，再进入集成电流调节电路，并通过 OUTx 引脚和 RESx 引脚流向 LED。TPS92629-Q1 器件支持电源控制和 PWM 控制，可打开和关闭 LED。LED 亮度也可通过 ADIM 引脚上施加的输入 PWM 占空比进行调节，以实现模拟调光控制。输出电流压摆率经过优化，可提升模拟调光模式下的 EMC 性能。TPS92629-Q1 可提供全面诊断，确保系统可靠运行，包括 LED 开路/接地短路/电池短路电路检测、电源 POR 和热关断保护。LED 故障检测也经过优化，模拟调光模式下，可在宽电流范围内支持大输出电容器，从而在非板载长线路驱动应用中实现更好的稳定性和抗噪性。TPS92629-Q1 器件采用 HVSSOP 封装，共有 8 条引线。

7.2 功能方框图



7.3 特性说明

7.3.1 电源 (SUPPLY)

7.3.1.1 上电复位 (POR)

TPS92629-Q1 器件具有内部上电复位 (POR) 功能。SUPPLY 引脚通电时，内部 POR 电路会将器件保持在复位状态，直到 $V_{(SUPPLY)}$ 高于 $V_{(POR_rising)}$ 。

7.3.1.2 故障模式下的电源电流

在故障模式下，TPS92629-Q1 器件的 SUPPLY 消耗最小的静态电流 $I_{(FAULT)}$ 。

如果器件检测到内部故障，会首先将 $\overline{FAULT}$ 引脚下拉，通过典型值为 1.2mA 的内部恒定电流生成一个下降沿，作为故障中断触发信号。

7.3.2 使能和关断

如果 PWM/EN 引脚上施加的电压高于 $V_{IH(EN)}$ ，TPS92629-Q1 将启用。一旦 PWM/EN 引脚电压高于 $V_{IH(PWM)}$ ，只能通过保持 EN/PWM 电压低于 $V_{IL(EN)}$ 的时间超过 $t_{(Device_disable)}$ ，才能关断器件。 $t_{(Device_disable)}$ 的典型值为 20ms。TPS92629-Q1 在 PWM/EN 引脚上施加的电压高于 $V_{IH(PWM)}$ 时，会打开通道电流输出，并在 PWM/EN 引脚上施加的电压低于 $V_{IL(PWM)}$ 时关闭电流输出。

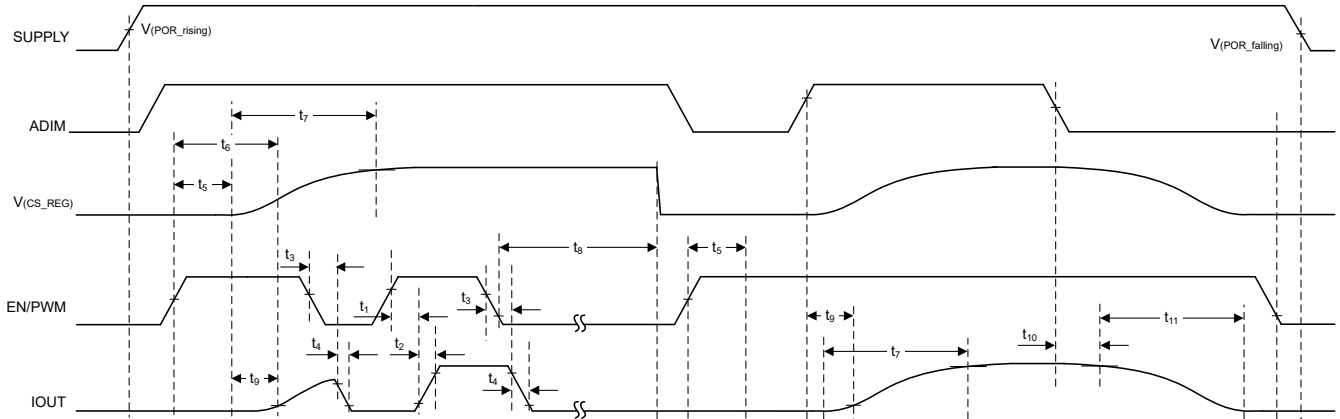


图 7-1. 上电序列和 PWM 调光时序

7.3.3 恒定电流输出和设置 (IN)

TPS92629-Q1 器件是一款用于驱动 LED 的高侧电流驱动器。该器件通过调节外部高侧电流检测电阻 $R_{(SNS)}$ 上的压降来控制每个输出电流。集成的误差放大器可驱动内部功率晶体管，将电流检测电阻 $R_{(SNS)}$ 上的压降保持为 $V_{(CS_REG)}$ ，从而将电流输出调节到目标值。当输出电流处于调节状态时，可以使用 [方程式 1](#) 计算每个通道的电流值。

$$I_{(OUT_Tot)} = \frac{V_{(CS_REG)}}{R_{(SNS)}} \quad (1)$$

其中

- 如果 ADIM 引脚频率高于 10kHz，ADIM 引脚上的占空比可按比例控制 $V_{(CS_REG)}$
- ADIM 引脚占空比为 100% 时， $V_{(CS_REG)}$ 的典型值为 463.5mV

当电源电压降至 LED 灯串正向总电压加上所需余量电压以下，即 $V_{(DROPOUT)}$ 和 $V_{(CS_REG)}$ 之和以下时，TPS92629-Q1 不足以提供 $R_{(SNS)}$ 值设置的电流输出，且电流检测电阻 $R_{(SNS)}$ 上的电压小于 $V_{(CS_REG)}$ 。

7.3.4 热共享电阻器 (OUT 和 RES)

TPS92629-Q1 器件为每个通道提供两条电流输出路径。电流从电源流经 $R_{(SNS)}$ 电阻，再进入集成电流调节电路，并通过 OUT 引脚和 RES 引脚流向 LED。OUT 引脚和 RES 引脚上的电流输出会分别调节，以实现所需的总电流输出。OUT 和 RES 的总电流等于流经通道中 $R_{(SNS)}$ 电阻器的电流。OUT 直接串连到 LED 负载的阳极，但 RES 通过外部电阻器连接到 LED，以分担部分功率耗散，并减少 TPS92629-Q1 中的热累积。

TPS92629-Q1 中集成的独立电流调节可动态调节 OUT 和 RES 输出上的输出电流，从而保持 LED 的总电流稳定。TPS92629-Q1 会尽可能将电流输出调节到 RES 引脚，直到 RES 电流路径饱和，所需的其余电流会调节到 OUT。因此，当 SUPPLY 和 LED 所需的总正向电压之间的压降较大时，会通过 RES 引脚向 LED 输出大部分电流。在相反的情况下，当 SUPPLY 和 LED 所需的正向电压之间的电压余量相对较低时，会通过 OUT 引脚向 LED 输出大部分电流。

7.3.5 亮度控制 (EN/PWM 和 ADIM)

TPS92629-Q1 集成了 PWM 和模拟调光控制。TPS92629-Q1 的脉宽调制 (PWM) 输入可启用输出电流。当施加到 PWM 引脚上的电压高于 $V_{IH(PWM)}$ 时, 将启用相关输出电流。当施加到 PWM 引脚上的电压低于 $V_{IL(PWM)}$ 时, 输出电流和诊断功能将被禁用。除了启用和禁用输出电流的功能外, TPS92629-Q1 的 PWM 输入还支持在 PWM 信号频率高于 100Hz (超出肉眼可见频率范围) 时, 调整平均电流输出以进行亮度控制。TI 建议使用占空比为 1% 至 100% 的 200Hz PWM 信号进行亮度控制。请参阅图 8-1, 了解典型的 PWM 调光应用。

TPS92629-Q1 的 PWM 输入可控制 OUT 和 RES 的输出通道。上电序列和 PWM 调光时序展示了 PWM 输入和电流输出的时序。

TPS92629-Q1 通过向 ADIM 引脚输入 PWM 占空比来实现模拟调光。当 ADIM 引脚频率高于 10kHz 时, ADIM 引脚的占空比按比例控制 $V_{(CS_REG)}$ 的平均值。因此, 在模拟调光模式下, 输出电流与 ADIM 引脚的占空比成正比。建议为 ADIM 引脚选择 20kHz 输入 PWM 频率, 以实现小输出电流纹波。当 ADIM 引脚和 PWM 引脚为高电平时, 将启用 LED 故障诊断。如果 ADIM 引脚保持低电平的时间超过 100 μ s, 将禁用 LED 故障诊断。为了改进 EMC, 在模拟调光模式下输出电流压摆率会优化为典型值 1ms。

在电气特性表的“时序”部分介绍了上电序列和 PWM 调光时序每个时间段的详细信息和值。

7.3.6 诊断

TPS92629-Q1 器件可为汽车外部照明系统提供高级诊断和故障保护功能。该器件能够检测 LED 灯串接地短路、LED 灯串开路、LED 灯串电池短路和结点过热故障, 并提供保护。可通过 FAULT 引脚的不同电压电平报告多个故障, 适用于安全性至关重要的应用。

7.3.6.1 LED 接地短路检测

TPS92629-Q1 器件具有 LED 接地短路检测功能。LED 接地短路检测功能可在启用输出电流时监控输出电压。一旦检测到接地短路 LED 故障，无论 PWM 输入的状态如何，该器件都会关闭有故障的通道，并自动重试。如果重试机制检测到 LED 接地短路故障消失，器件将恢复正常运行。

TPS92629-Q1 可监控每个通道的 $V_{(OUT)}$ 电压和 $V_{(RES)}$ 电压，并与内部基准电压进行比较，以检测接地短路故障。如果 $V_{(OUT)}$ 或 $V_{(RES)}$ 电压降至 $V_{(SG_th_falling)}$ 以下的时间长于抗尖峰脉冲时间 $t_{(SG_deg)}$ ，器件会确定接地短路故障，并将 **FAULT** 引脚拉低。在抗尖峰脉冲期间内，如果 $V_{(OUTx)}$ 和 $V_{(RESx)}$ 上升到高于 $V_{(SG_th_rising)}$ ，计时器会复位。

一旦 TPS92629-Q1 确定出现接地短路故障，该器件将关闭有故障的输出通道，并以较小的电流自动重试。在重试期间，器件会从 **SUPPLY** 向 **OUT** 和 **RES** 输送一个小电流 $I_{(Retry)}$ ，持续上拉 LED 负载。在自动重试检测到输出电压上升到 $V_{(SG_th_rising)}$ 以上后，将清除接地短路故障并恢复正常运行。图 7-2 显示了 LED 短路检测、保护、重试和恢复的时序。

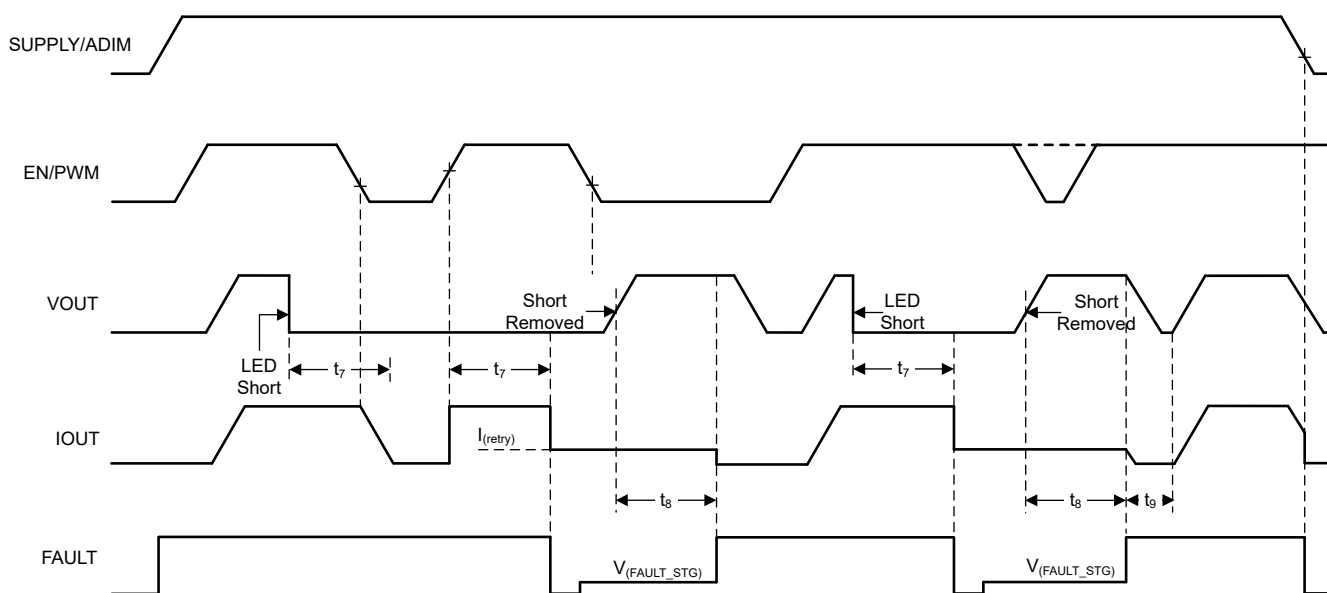


图 7-2. LED 接地短路检测和恢复时序图

在电气特性表的“时序”部分介绍了图 7-2 每个时间段的详细信息和值。

7.3.6.2 LED 开路和电池短路检测

TPS92629-Q1 器件具有 LED 开路检测和输出电池短路检测功能。启用电流输出时，LED 开路检测和输出电池短路检测会监控输出电压。只有 DIAGEN 为高电平时，才会启用 LED 开路检测和输出电池短路检测。与传统检测方法相比，可识别输出电池短路故障和 LED 开路故障。

当 PWM 为高电平且 ADIM 也为高电平时，TPS92629-Q1 会监控 LED 通道的 IN 和 OUT 引脚之间的压降电压差异。将电压差 $V_{(INx)} - V_{(OUTx)}$ 与内部基准电压 $V_{(OPEN_th_rising)}$ 进行比较，可检测 LED 开路和输出电池短路事件。如果 $V_{(OUTx)}$ 上升并导致 $V_{(INx)} - V_{(OUTx)}$ 小于 $V_{(OPEN_th_rising)}$ 电压且时长长于 $t_{(OPEN_deg)}$ 的抗尖峰脉冲时间，器件会立即确定故障，并首先下拉 FAULT 引脚。在抗尖峰脉冲时间段内，如果 $V_{(OUTx)}$ 下降并使 $V_{(INx)} - V_{(OUTx)}$ ，且时长长于 $V_{(OPEN_th_falling)}$ ，抗尖峰脉冲计时器可复位。在 FAULT 引脚的下降沿之后有一个放电时间 $t_{(discharge)}$ ，可确定是输出电池短路故障还是 LED 开路故障。在放电阶段， $I_{(Discharge_OUT)}$ 会流入 OUT 引脚。放电阶段结束时，将电压差 $V_{(INx)} - V_{(OUTx)}$ 与内部基准电压 $V_{(OPEN_th_falling)}$ 进行比较。如果 $V_{(INx)} - V_{(OUTx)}$ 大于 $V_{(OPEN_th_falling)}$ ，将报告 LED 开路故障。否则将报告输出电池短路故障。

TPS92629-Q1 在检测到 LED 开路故障或输出电池短路故障后，会停止错误通道的输出电流调节。当 DIAGEN 输入为逻辑高电平时，该器件会从 SUPPLY 向 OUT 和 RES 输送一个小电流 $I_{(Retry)}$ 。故障情况消失后，器件会恢复正常运行并释放 FAULT 引脚。图 7-3 展示了 LED 开路检测、保护、重试和恢复的时序。

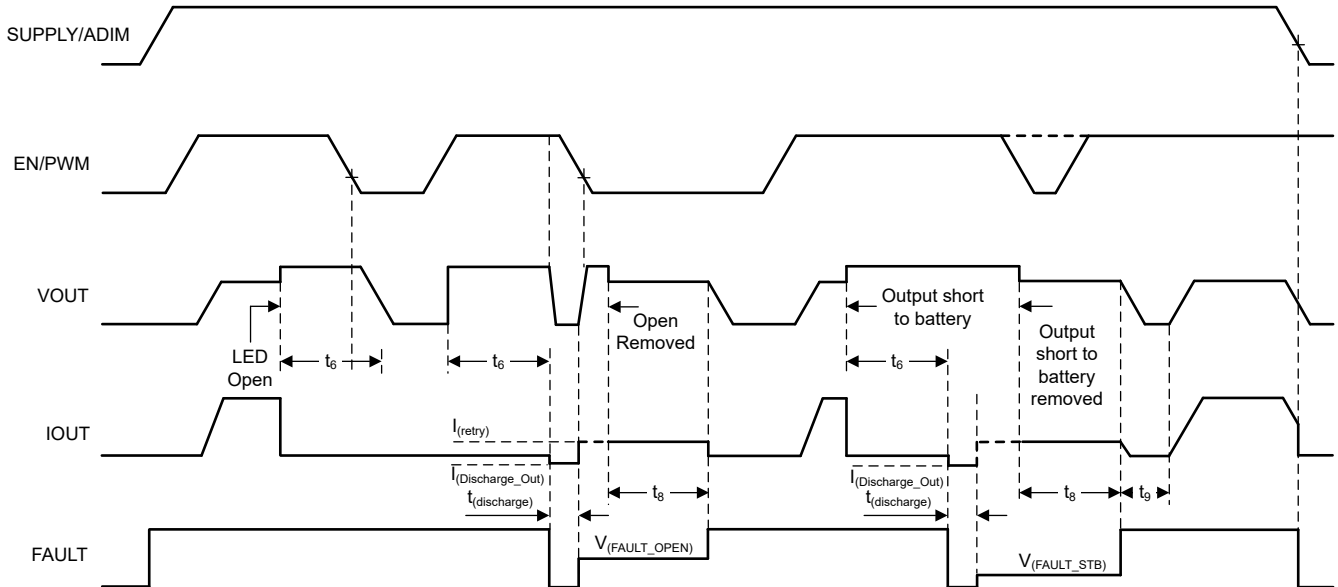


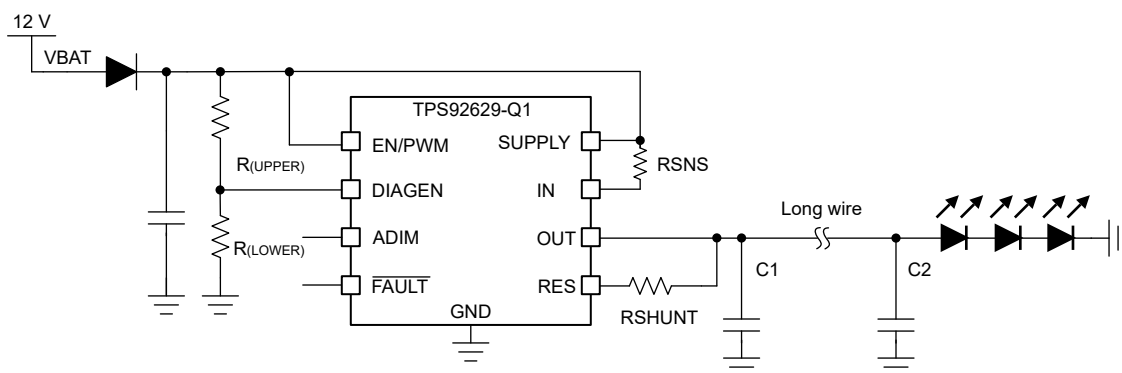
图 7-3. LED 开路检测和恢复时序图

在电气特性表的“时序”部分介绍了图 7-3 每个时间段的详细信息和值。

7.3.6.3 LED 开路和电池短路检测使能 (DIAGEN)

TPS92629-Q1 器件支持 DIAGEN 引脚，可通过精确阈值禁用 LED 开路和输出电池短路检测。DIAGEN 引脚可根据外部电阻分压器检测到的 SUPPLY 引脚电压，启用或禁用 LED 开路检测和输出电池短路检测，如图 7-4 所示。如果施加在 DIAGEN 引脚上的电压高于阈值 $V_{IH(DIAGEN)}$ ，该器件会启用 LED 开路和输出电池短路检测。如果 $V_{(DIAGEN)}$ 低于阈值 $V_{IL(DIAGEN)}$ ，该器件会禁用 LED 开路和输出电池短路检测。

下拉 DIAGEN 引脚只能禁用 LED 开路和输出电池短路检测。无法通过下拉 DIAGEN 引脚来关闭 LED 接地短路检测和过热保护。SUPPLY 阈值电压可以用方程式 2 进行计算。



*: 10 nF ceramic capacitor is recommended for OUT

图 7-4. DIAGEN 应用原理图

$$V_{(SUPPLY_DIAGEN_th_falling)} = V_{IL(DIAGEN)} \times \left(1 + \frac{R_{(UPPER)}}{R_{(LOWER)}} \right) \quad (2)$$

其中

- $V_{IL(DIAGEN)} = 1.045V$ (最小值)

7.3.6.4 过热保护

TPS92629-Q1 器件可监控器件结温。当结温达到热关断阈值 $T_{(TSD)}$ 时，输出将关断。结温降至 $T_{(TSD)} - T_{(TSD_HYS)}$ 以下后，器件可恢复正常运行。在过热保护期间， $\overline{FAULT}$ 引脚被拉至 $V_{(FAULT_TSD)}$ 。

7.3.6.5 低压降运行

在所需电流下，当电源电压降至低于 LED 灯串总正向电压加上余量电压时，TPS92629-Q1 器件在低压降条件下运行，以提供尽可能接近目标值的电流输出。由于功率晶体管的余量电压不足，实际电流输出小于预设值。因此，检测电阻两端的电压无法达到调节目标。余量电压是 $V_{(DROPOUT)}$ 和 $V_{(CS_REG)}$ 的总和。

如果 TPS92629-Q1 设计为在低压降条件下运行，必须将 DIAGEN 引脚电压拉至低于 $V_{IL(DIAGEN)}$ ，来禁用开路和输出电池短路诊断。否则，TPS92629-Q1 会检测到开路故障或输出电池短路故障，并在 $\overline{FAULT}$ 引脚上报告故障。DIAGEN 引脚用于避免因低电源电压导致的错误诊断。

7.3.7 多故障报告

可通过 FAULT 引脚的不同电压电平报告多个故障。要为 MCU 的 ADC 生成下降沿触发信号，FAULT 引脚将首先下拉 $t_{\text{(discharge)}}$ 这一时间段。 $t_{\text{(discharge)}}$ 时间也用作 LED 开路检测和输出电池短路检测的放电过程。放电过程结束后，FAULT 引脚将根据检测到的故障上拉至特定的电压电平，可为安全性至关重要的系统提供多个故障报告，如图 7-5 所示

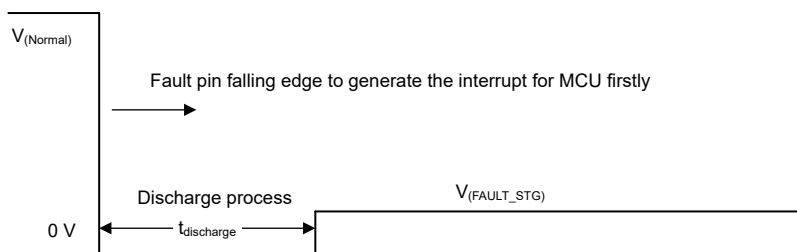


图 7-5. 多个故障报告时序

7.3.8 故障表

表 7-1. DIAGEN = 高电平 (完整功能) 时的故障表

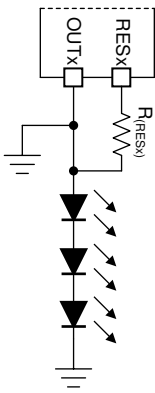
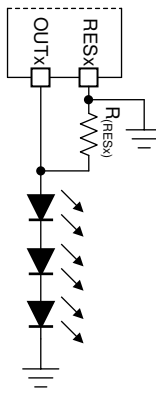
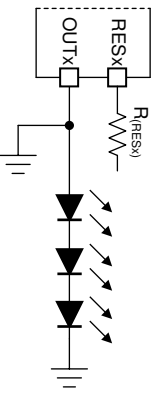
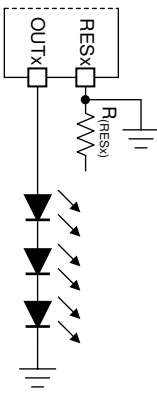
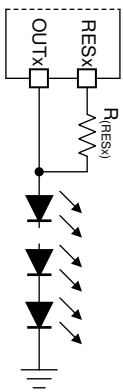
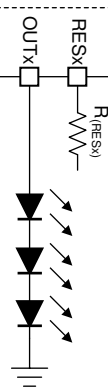
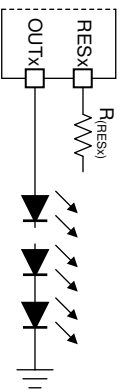
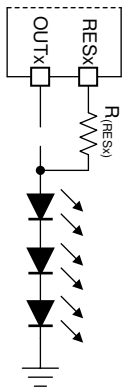
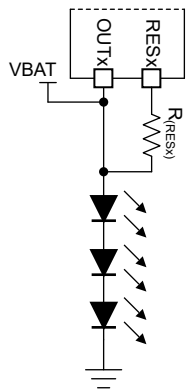
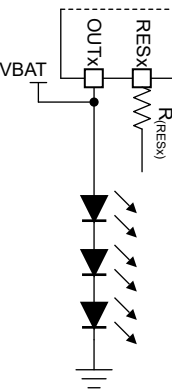
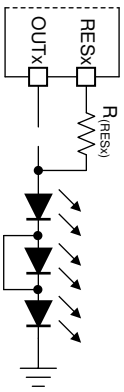
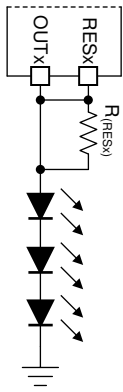
故障类型	检测机制	控制输入	抗尖峰脉冲时间	故障总线	故障处理例程	故障恢复
开路	$V_{\text{(IN)}} - V_{\text{(OUT)}} < V_{\text{(OPEN_th_rising)}}$, $V_{\text{(IN)}} - V_{\text{(OUT)}} > V_{\text{(OPEN_th_falling)}}$, 在放电过程结束时	EN/PWM = H, ADIM = H	$t_{\text{(OPEN_deg)}}$	上拉至 $V_{\text{(FAULT_OPEN)}}$	器件将故障输出关闭, 并使用恒定电流 $I_{\text{(retry)}}$ 重试, 忽略 PWM 输入。	自动恢复
电池短路	$V_{\text{(IN)}} - V_{\text{(OUT)}} < V_{\text{(OPEN_th_rising)}}$, $V_{\text{(IN)}} - V_{\text{(OUT)}} \leq V_{\text{(OPEN_th_falling)}}$, 在放电过程结束时	EN/PWM = H, ADIM = H	$t_{\text{(OPEN_deg)}}$	上拉至 $V_{\text{(FAULT_STB)}}$	器件将故障输出关闭, 并使用恒定电流 $I_{\text{(retry)}}$ 重试, 忽略 PWM 输入。	自动恢复
接地短路	$V_{\text{(OUT)}} < V_{\text{(SG_th_falling)}}$ 或 $V_{\text{(RES)}} < V_{\text{(SG_th_falling)}}$	EN/PWM = H, ADIM = H	$t_{\text{(SG_deg)}}$	上拉至 $V_{\text{(FAULT_STG)}}$	器件将故障输出关闭, 并使用恒定电流 $I_{\text{(retry)}}$ 重试, 忽略 PWM 输入。	自动恢复
过热	$T_J > T_{\text{(TSD)}}$		$t_{\text{(TSD_deg)}}$	上拉至 $V_{\text{(FAULT_TSD)}}$	器件会关闭所有输出通道。	自动恢复

表 7-2. DIAGEN = 低电平 (完整功能) 时的故障表

故障类型	检测机制	控制输入	抗尖峰脉冲时间	故障总线	故障处理例程	故障恢复
开路或电池短路	忽略					
接地短路	$V_{\text{(OUT)}} < V_{\text{(SG_th_falling)}}$ 或 $V_{\text{(RES)}} < V_{\text{(SG_th_falling)}}$	EN/PWM = H, ADIM = H	$t_{\text{(SG_deg)}}$	上拉至 $V_{\text{(FAULT_STG)}}$	器件将关闭输出, 并使用恒定电流 $I_{\text{(retry)}}$ 重试, 忽略 PWM 输入。	自动恢复
过热	$T_J > T_{\text{(TSD)}}$		$t_{\text{(TSD_deg)}}$	上拉至 $V_{\text{(FAULT_TSD)}}$	器件会关闭所有输出通道。	自动恢复

7.3.9 LED 故障汇总

表 7-3. LED 连接故障汇总

案例 1	案例 2	案例 3	案例 4
			
LED 接地短路故障	LED 接地短路故障	LED 接地短路故障	LED 接地短路故障
案例 5	案例 6	案例 7	案例 8
			
LED 开路故障	无故障	LED 开路故障	LED 开路故障
案例 9	案例 10	案例 11	案例 12
			
电池短路故障	电池短路故障	LED 开路故障	无故障

7.3.10 IO 引脚内部连接

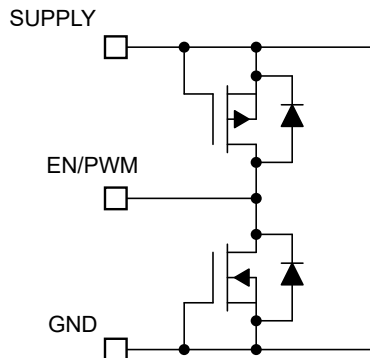


图 7-6. EN/PWM 引脚

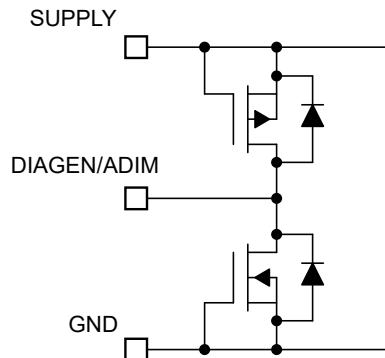


图 7-7. DIAGEN/ADIM 引脚

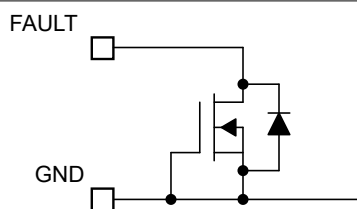


图 7-8. FAULT 引脚

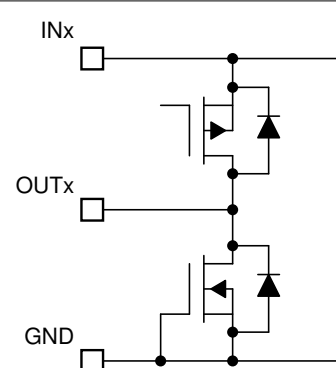


图 7-9. OUTx 引脚

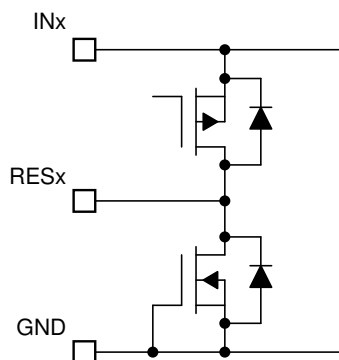


图 7-10. RESx 引脚

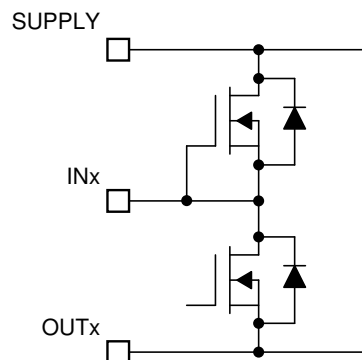


图 7-11. INx 引脚

7.4 器件功能模式

7.4.1 欠压锁定, $V_{(SUPPLY)} < V_{(POR_rising)}$

当器件处于欠压锁定状态时, TPS92629-Q1 器件会禁用所有功能, 直到电源电压升至 $V_{(POR_rising)}$ 阈值以上。

7.4.2 正常运行 $V_{(SUPPLY)} \geq 4.5V$

该器件在正常运行状态下可驱动 LED 灯串。如果 SUPPLY 和 OUT 两端有足够压降, 该器件能够在恒定电流模式下驱动输出。

7.4.3 低压降运行

当器件在低压降运行条件下驱动 LED 灯串时, 如果 $V_{(DROPOUT)}$ 低于开路检测阈值, 器件会报告错误的开路或电池短路故障。TI 建议仅在 IN 和 OUTx 两端的电压高于 LED 开路上升阈值的最大电压时启用开路和电池短路检测, 以避免开路或电池短路检测错误。

7.4.4 故障模式

TPS92629-Q1 器件检测到故障时, 会尝试以恒定电流下拉 $\overline{FAULT}$ 引脚。如果故障总线被拉低, 器件将切换到故障模式并消耗故障电流 $I_{(FAULT)}$ 。

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

在汽车照明应用中，线性 LED 驱动器的热性能和 LED 诊断始终是两大设计难题。

TPS92629-Q1 器件能够检测 LED 开路和 LED 短路问题。为了提高电流驱动能力，TPS92629-Q1 器件支持使用外部分流电阻器来帮助散热，相关内容将在下一部分 [热共享电阻器 \(OUT 和 RES\)](#) 介绍。这种方法提供了一种低成本解决方案，可使用外部电阻器更大幅度地减少因输入电压和 LED 灯串正向电压之间的较大电压差而产生的器件自身的热累积，同时仍然保持总电流输出的高精度。

8.2 典型应用

8.2.1 使用由 MCU 控制的模拟调光进行盲点检测

TPS92629-Q1 器件能够通过 ADIM 引脚上的 PWM 输入实现模拟调光。为 ADIM 输入选择 20kHz PWM 频率，以实现小输出电流纹波。FAULT 引脚通过电阻分压器连接到 MCU 的 ADC，可为安全关键型系统报告不同类型的故障，例如盲点检测。

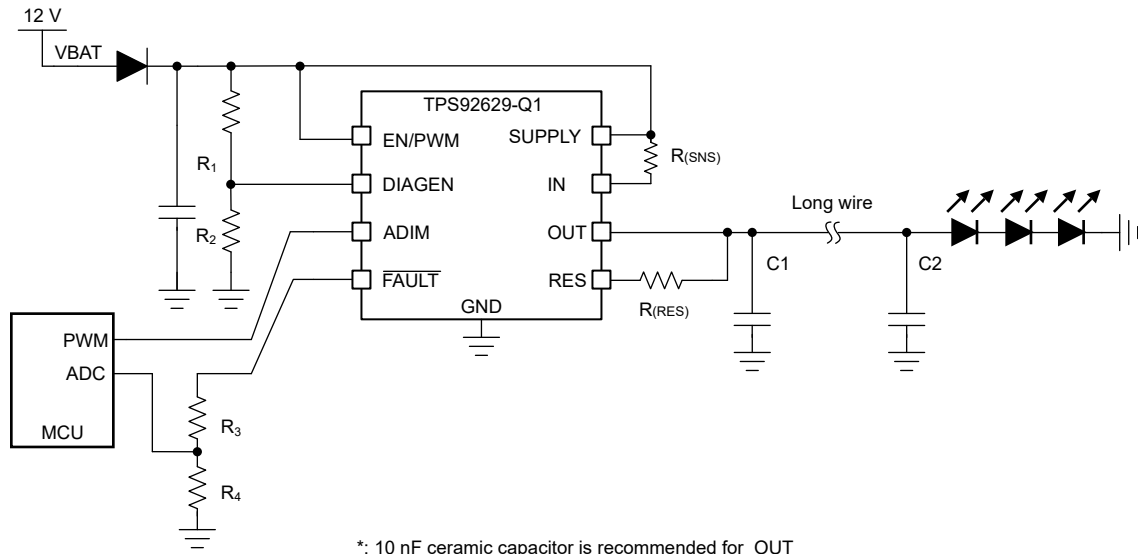


图 8-1. 典型应用原理图

8.2.1.1 设计要求

输入电压范围为 9V 至 16V，需要 3 个 LED 组成一个灯串来实现模拟调光，从而进行不同的亮度控制和闪光灯调光控制。每个 LED 的 LED 最大正向电压 V_{F_MAX} 为 2.5V，但最小正向电压 V_{F_MIN} 为 1.9V。最大 LED 电流为 100mA

8.2.1.2 详细设计过程

第 1 步：使用 [方程式 3](#) 确定电流检测电阻 $R_{(SNSx)}$ 。

$$R_{(SNSx)} = \frac{V_{(CS_REG)}}{I_{(OUTx_Tot)}} \quad (3)$$

其中

- $V_{(CS_REG)} = 463.5\text{mV}$ (典型值)
- $I_{(OUTx_Tot)} = 100\text{mA}$

根据设计要求, LED 通道的输出电流为 100mA, 计算得出的 $R_{(SNS)} = 4.63\ \Omega$, 选择了 $4.64\ \Omega$ 电阻器。

第 2 步：设计 $I_{(OUTx)}$ 和 $I_{(RESx)}$ 之间的电流分布, 并使用 [方程式 4](#) 计算电流共享电阻 $R_{(RESx)}$ 。 $R_{(RESx)}$ 的值实际上决定了 $I_{(OUTx)}$ 路径和 $I_{(RESx)}$ 路径的电流分布, 基本原理是设计 $R_{(RESx)}$, 在典型电源工作电压下适当消耗总功率损耗的 50%。

$$R_{(RESx)} = \frac{V_{(SUPPLY)} - V_{(OUTx)}}{I_{(OUTx_Tot)} \times 0.5} \quad (4)$$

其中

- $V_{(SUPPLY)} = 12\text{V}$ (典型值)
- $I_{(OUTx_Tot)} = 100\text{mA}$ (最大值)

当 $V_{(OUTx)}$ 为 $3 \times 2.2\text{V} = 6.6\text{V}$ 典型值时, $R_{(RES)}$ 电阻器值的计算结果为 $108\ \Omega$ 。选择了一个 $107\ \Omega$ 的电阻器

第 3 步：设计 SUPPLY 的阈值电压以实现 LED 开路, 并计算 DIAGEN 引脚上的分压电阻 R_1 和 R_2 的值。

LED 灯串的最大正向电压为 $3 \times 2.5\text{V} = 7.5\text{V}$ 。为了避免低压降运行条件下报告的开路故障或电池短路故障, 必须考虑 SUPPLY 和 OUTx 之间的额外余量。如果电源电压低于 LED 灯串最大正向电压加上 $V_{(OPEN_th_rising)}$ 与 $V_{(CS_REG)}$ 之和, TPS92629-Q1 器件必须禁用开路检测和电池短路检测。通过 [方程式 5](#) 可计算分压电阻 R_1 和 R_2 的值。

$$R_1 = \left(\frac{V_{(OPEN_th_rising)} + V_{(CS_REG)} + V_{(OUTx)}}{V_{IL(DIAGEN)}} - 1 \right) \times R_2 \quad (5)$$

其中

- $V_{(OPEN_th_rising)} = 420\text{mV}$ (最大值)
- $V_{(CS_REG)} = 489\text{mV}$ (最大值)
- $V_{IL(DIAGEN)} = 1.045\text{V}$ (最小值)
- $R_2 = 10\text{k}\ \Omega$ (推荐值)

当 $V_{(OUTx)}$ 最大电压为 7.5V 且 $V_{(CS_REG)}$ 为 420mV 时, R_1 的计算结果为 $70.5\text{k}\ \Omega$ 。选用的电阻器为 $70.6\text{k}\ \Omega$

8.2.1.3 应用曲线

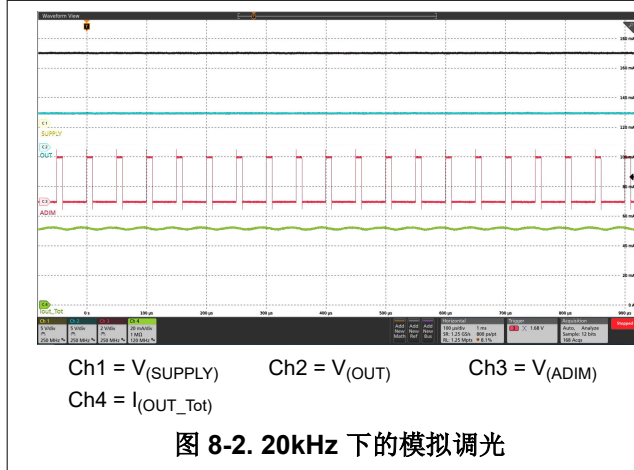


图 8-2. 20kHz 下的模拟调光

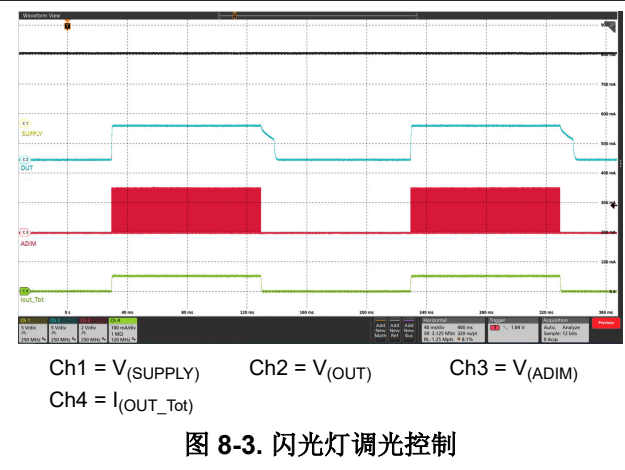


图 8-3. 闪光灯调光控制

8.3 电源相关建议

TPS92629-Q1 设计为在汽车电源系统中运行，运行环境在 [电源](#) 中规定。必须对 $V_{(SUPPLY)}$ 输入进行保护以避免反向电压和 40V 以上的电压突降。输入电源轨的阻抗必须足够低，使输入电流瞬态不会导致压降低于 LED 灯串所需的正向电压。如果使用长导线连接输入电源，除了正常的输入电容器外，还需要额外的大容量电容。

8.4 布局

8.4.1 布局指南

热耗散是 TPS92629-Q1 布局的主要考虑因素。

- TI 建议，PCB 的顶层和底层都要有较大的散热面积。与 TPS92629-Q1 封装位于同一层的覆铜区必须有尽可能宽的连接范围，直接覆盖器件的散热焊盘区。相对的 PCB 层或内层的覆铜必须直接通过多个散热过孔连接到散热焊盘。
- TI 建议将 $R_{(RES)}$ 电阻器放置在远离 TPS92629-Q1 超过 20mm 的位置，因为 $R_{(RESx)}$ 电阻器与 TPS92629-Q1 都会消耗一定的功率。将两个热源器件分开放置，可减少集中在较小 PCB 面积上的热累积。 $R_{(RESx)}$ 电阻器周围也需要较大的覆铜区，以助散热。

抗噪性能是 TPS92629-Q1 布局的次要考虑因素。

- TI 建议将 SUPPLY 引脚的噪声去耦电容器尽可能靠近引脚放置。
- TI 建议将 $R_{(SNSx)}$ 电阻器尽可能靠近 INx 引脚放置，使 PCB 布线与 SUPPLY 引脚的距离最短。

8.4.2 布局示例

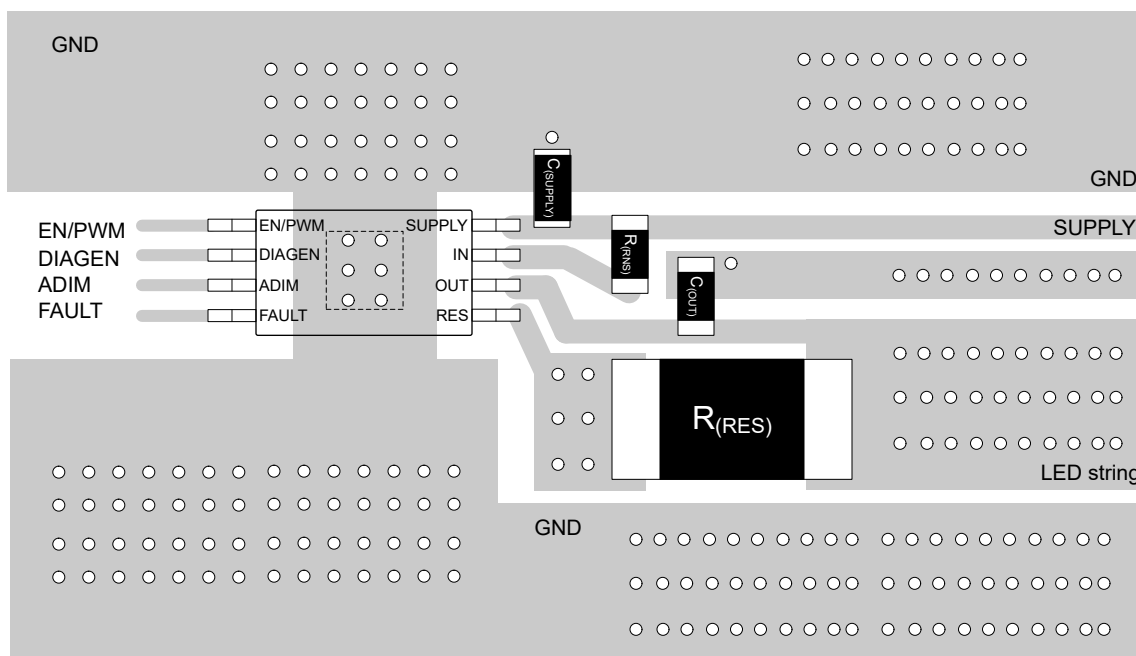


图 8-4. TPS92629-Q1 示例布局图

9 器件和文档支持

9.1 接收文档更新通知

要接收文档更新通知，请导航至 [ti.com](https://www.ti.com) 上的器件产品文件夹。点击 [订阅更新](#) 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。

9.2 支持资源

TI E2E™ 支持论坛是工程师的重要参考资料，可直接从专家获得快速、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可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](#)》。

9.3 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。

9.4 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。

9.5 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。

10 机械、封装和可订购信息

下述页面包含机械、封装和订购信息。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)
TPS92629QDGNRQ1	Active	Production	HVSSOP (DGN) 8	2500 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	2TKT
TPS92629QDGNRQ1.A	Active	Production	HVSSOP (DGN) 8	2500 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	2TKT

- ⁽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.

GENERIC PACKAGE VIEW

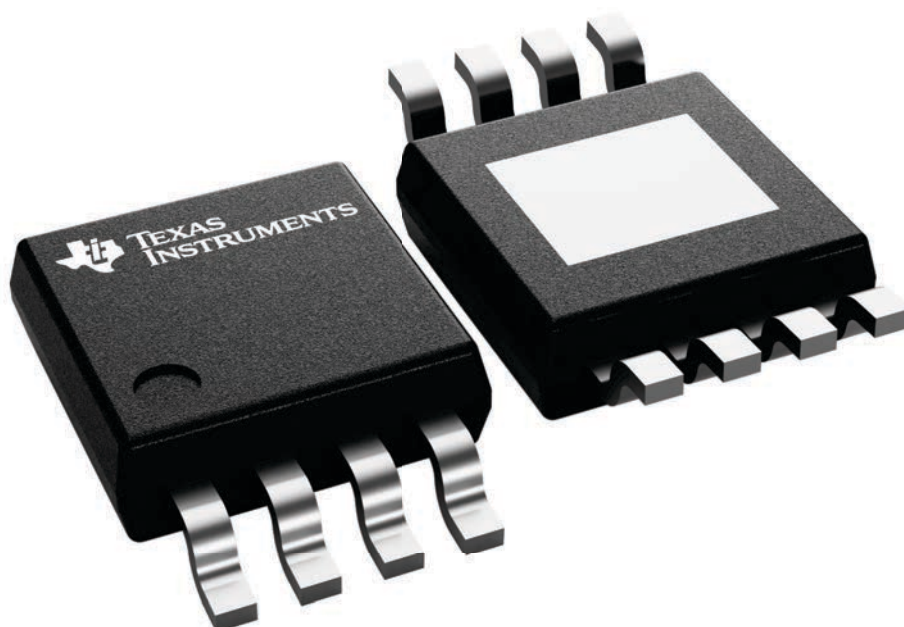
DGN 8

PowerPAD™ HVSSOP - 1.1 mm max height

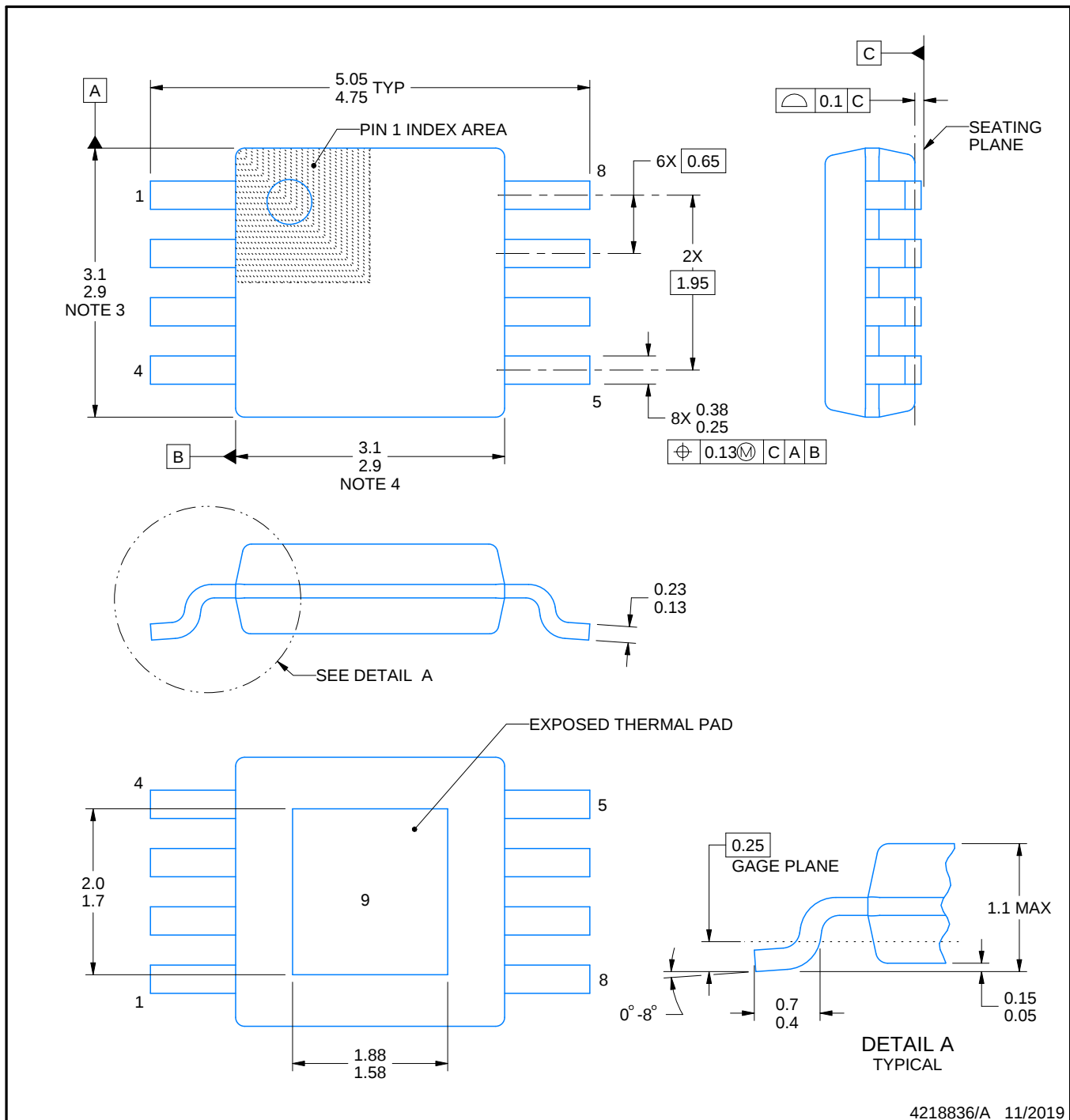
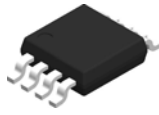
3 x 3, 0.65 mm pitch

SMALL OUTLINE PACKAGE

This image is a representation of the package family, actual package may vary.
Refer to the product data sheet for package details.



4225482/B



4218836/A 11/2019

NOTES:

PowerPAD is a trademark of Texas Instruments.

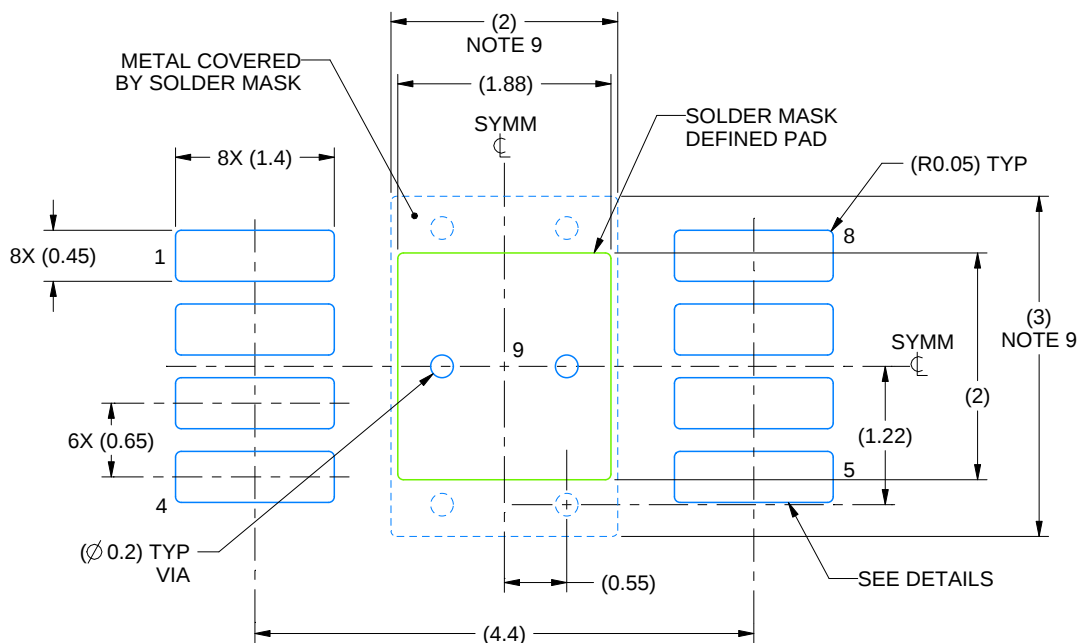
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. This dimension does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.15 mm per side.
4. This dimension does not include interlead flash. Interlead flash shall not exceed 0.25 mm per side.
5. Reference JEDEC registration MO-187.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

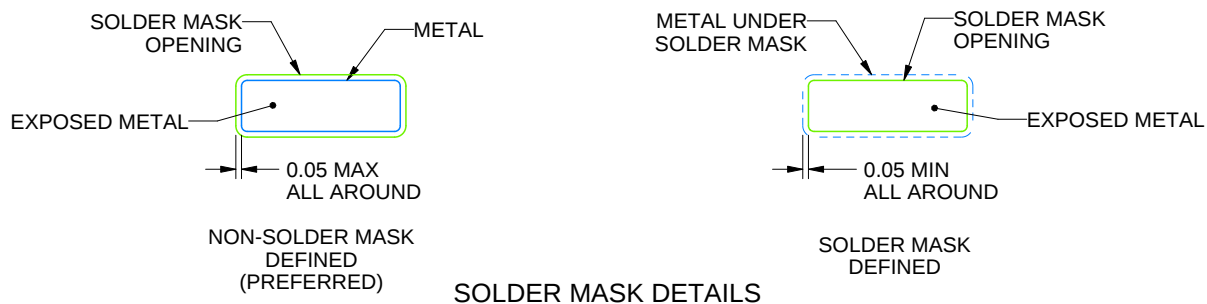
DGN0008A

PowerPAD™ VSSOP - 1.1 mm max height

SMALL OUTLINE PACKAGE



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 15X



SOLDER MASK DETAILS

4218836/A 11/2019

NOTES: (continued)

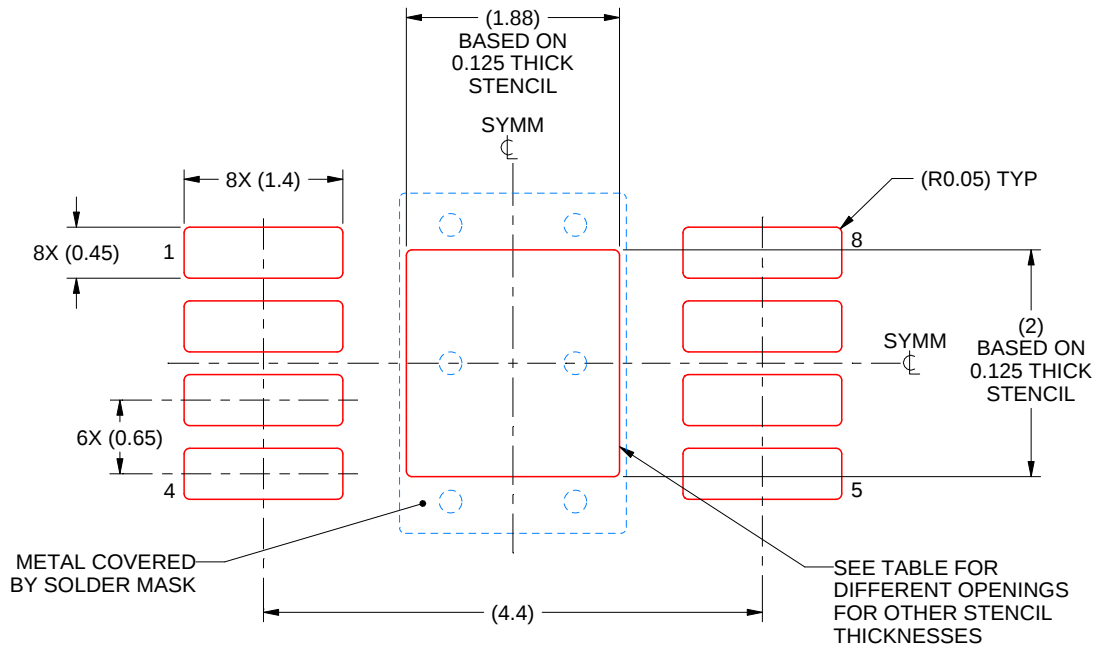
6. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
7. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.
8. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.
9. Size of metal pad may vary due to creepage requirement.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

DGN0008A

PowerPAD™ VSSOP - 1.1 mm max height

SMALL OUTLINE PACKAGE



SOLDER PASTE EXAMPLE
EXPOSED PAD 9:
100% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA
SCALE: 15X

STENCIL THICKNESS	SOLDER STENCIL OPENING
0.1	2.10 X 2.24
0.125	1.88 X 2.00 (SHOWN)
0.15	1.72 X 1.83
0.175	1.59 X 1.69

4218836/A 11/2019

NOTES: (continued)

10. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
11. 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