

精密可调限流负载开关

1 特性

- 高达 **3A** 最大负载电流
- **100 μ A** 典型低静态电流
- **0.1 μ A** 典型关断电流
- 断电时无反向漏电流
- 满足 **USB** 接口限流要求
- 可调限流范围: **500mA ~ 3A**
- 快速过流响应: **2 μ s**
- **50m Ω** 导通电阻
- 反向输入-输出电压保护
- 欠压保护
- 过热关断保护
- 工作电压范围: **2.5V ~ 5.5V**
- 内置软启动功能
- 封装: **DFN3X3-8**
- **UL** 认证编号: **E545431**
- 通过 **CB** 体系认证 (依据 **IEC 62368-1** 标准)

2 应用

- **USB**主机和自供电Bubs
- **USB**总线供电的集线器
- **USB**电源管理
- 通用电源切换 (**High Side**)
- 热插拔电源保护
- 电池充电电路

3 概述

RS2599 是一款集成电源开关, 适用于自供电和总线供电的通用串行总线 (USB) 应用。

RS2599 是一款高性价比、低电压、单通道 P 沟道 MOSFET 负载开关, 具有 50m Ω $R_{DS(ON)}$, 无寄生体二极管设计, 可在断电时完全阻断开关路径上的反向电流。当输出电压高于输入电压时, 内部输出反向电压保护电路会关闭电源开关。

RS2599 集成了多种保护功能, 包括电流限制和过热关断, 以防止连续重负载或短路发生时功耗急剧增加导致的灾难性系统电源故障。

FLAG 是开漏输出, 指示过流或过温状况, 其典型消隐超时周期为 13ms。同时该引脚也能检测输出反压状态, 对应典型消隐超时周期为 5ms。

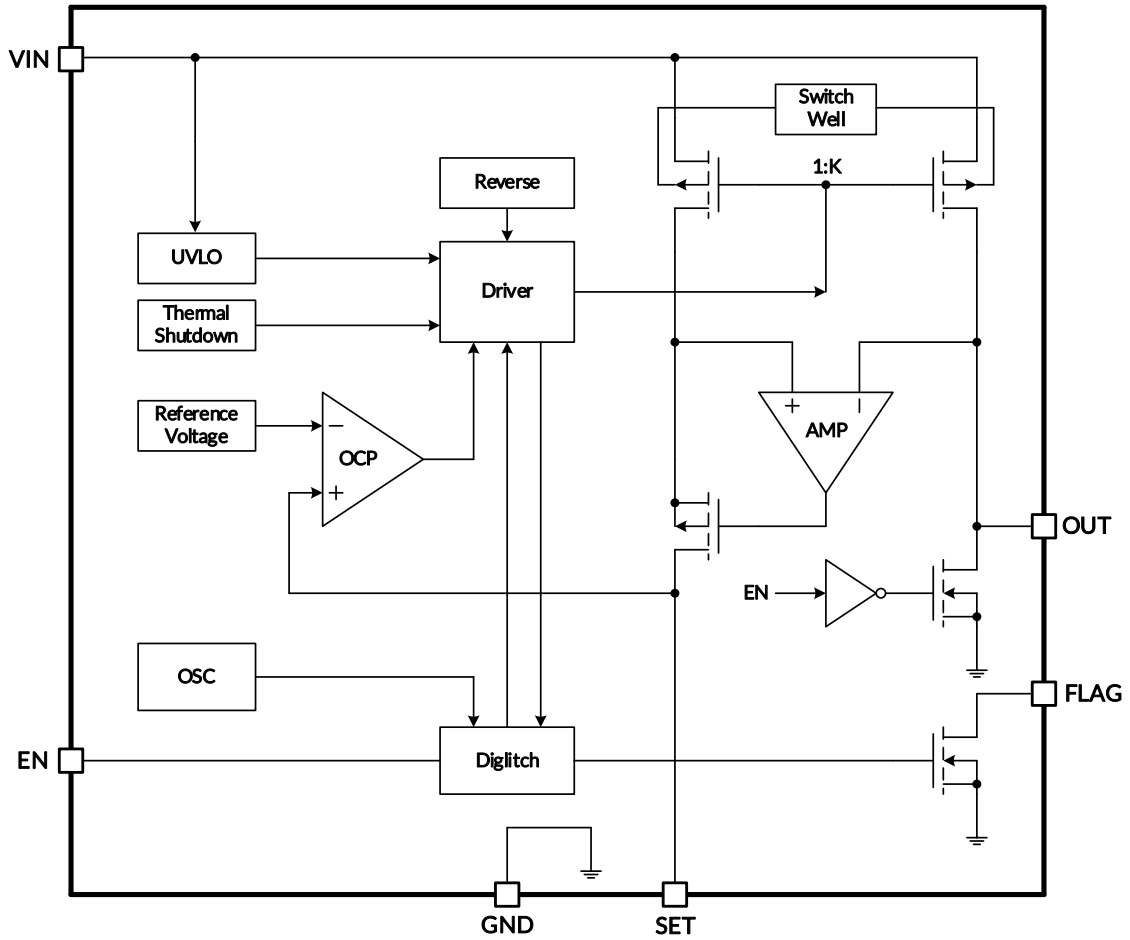
RS2599 采用 DFN3X3-8 封装。工作环境温度支持 -40 $^{\circ}$ C 至 85 $^{\circ}$ C。

器件信息 ⁽¹⁾

型号	封装	封装尺寸 (标称值)
RS2599	DFN3X3-8	3.00mm \times 3.00mm

(1) 详细的订单型号说明, 请参考数据表后的封装选项部分。

4 功能框图



目录

1 特性	1
2 应用	1
3 概述	1
4 功能框图	2
5 修订历史	4
6 封装和订单说明⁽¹⁾	5
7 引脚定义和功能	6
8 规格	7
8.1 绝对最大额定参数	7
8.2 ESD 等级	7
8.3 推荐工作条件	7
8.4 典型电气参数	8
8.5 参数测量信息	9
8.6 典型参数曲线	10
9 详细说明	12
9.1 输入和输出	12
9.2 过热关断	12
9.3 软启动	12
9.4 欠压保护 (UVLO)	12
9.5 限流和短路保护	12
9.6 反向电压保护	12
9.7 指示功能 (FLAG)	12
9.8 系统功耗	13
9.9 输入滤波电容	13
9.10 输出滤波电容	13
9.11 PCB 布局设计注意事项	13
10 封装规格尺寸	14
11 包装规格尺寸	15

5 修订历史

注意: 更新前的版本页码可能与当前版本不同。

版本	更新日期	变更项目
A.0	2021/11/26	初始版
A.1	2022/05/05	正式版
A.2	2022/08/29	1. 更新 A.1 版本第 8 页的 I_{LIMIT} 、 I_{SHORT} 参数 2. 更新 A.1 版本第 12 页的限流和短路保护电流
A.3	2023/08/31	更新 ESD 参数
A.3.1	2024/02/23	修改包装命名
A.4	2025/05/06	更新特性
A.5	2026/03/31	更新第 8 页典型电气参数中 I_{SHORT} 参数最小值

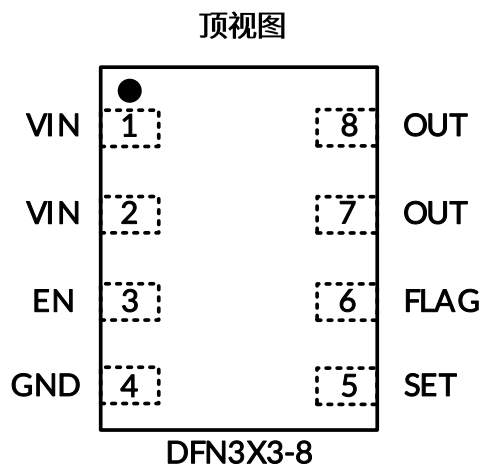
6 封装和订单说明⁽¹⁾

产品名称	订单型号	工作温度(°C)	封装类型	丝印 ⁽²⁾	包装规格
RS2599	RS2599YTDC8	-40°C ~+85°C	DFN3X3-8	RS2599	Tape and Reel,5000

注意:

- (1) 该信息是当前版本的最新数据。这些数据如有更新，将及时更新到我司官网，恕不另行通知。
- (2) 丝印可能会有其他附加的代码，用于产品的内控追溯（包括数据代码和供应商代码）或者标志产地。

7 引脚定义和功能



引脚功能

引脚	引脚名称	功能说明
DFN3X3-8		
1	VIN	电源输入脚。PMOS 的 Source 脚。同时为芯片内部电路供电，需连接到正极电源。
2		
3	EN	使能脚。逻辑电平启用输入，高电平使能输出。
4	GND	接地。
5	SET	限流设置脚。接一个电阻到 GND 来设置所需要的限流电流。
6	FLAG	指示脚。低电平有效，开漏输出。用于指示过流、过热；过流持续时间必须持续超过 t_d 才能触发 FLAG 输出。
7	OUT	输出脚。PMOS 的 Drain 脚，通常连接到负载。
8		

8 规格

8.1 绝对最大额定参数

在自然通风温度范围内（除非特别注明）⁽¹⁾

		最小值	最大值	单位
V _{IN}	输入电压范围	-0.3	6.0	V
V _{OUT}	输出电压范围	-0.3	6.0	V
V _{EN}	EN 输入电压	-0.3	6.0	V
V _{FLAG}	FLAG 输出电压	-0.3	6.0	V
V _{SET}	SET 输出电压	-0.3	6.0	V
θ _{JA}	结至环境热阻 ⁽²⁾	DFN3X3-8	45	°C/W
T _J	结温 ⁽³⁾	-40	150	°C
T _{stg}	储存温度范围	-65	150	°C
T _L	引脚温度 (焊接, 10 秒钟)		260	°C

(1) 这里只强调额定值，并不表示器件在这些条件下或者其他超出规格限定的参数条件下能够正常工作，超过上述绝对最大额定值所规定的范围将对芯片造成损害，无法预期芯片在上述标示范围外的工作状态，如果长期在标示范围外的条件下工作，可能影响芯片的可靠性。

(2) 封装热阻抗根据 JESD-51 标准计算。

(3) 最大功耗是有关 T_{J(MAX)}、R_{θJA} 和 T_A 的函数。任意环境温度下的最大功耗为 $P_D = (T_{J(MAX)} - T_A) / R_{\theta JA}$ 。适用于直接焊接到 PCB 上的封装。

8.2 ESD 等级

以下ESD信息仅针对在防静电保护区内操作的敏感设备。

		标称值	单位
V _(ESD) 静电放电	人体模型 (HBM), 符合 JEDEC EIA/ JESD22 - A114 规范	±2000	V
	带电器件模型 (CDM), 符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-002-2018 规范	±1000	



ESD 灵敏性警告

ESD损坏的范围可以从细微的性能下降到完全的设备失效。精密集成电路可能更容易受到损坏，因为非常小的参数变化有可能导致器件不符合其公布的参数规格。

8.3 推荐工作条件

		最小值	最大值	单位
V _{IN}	工作电压范围	2.5	5.5	V
V _{OUT}	输出电压范围	0	5.5	V
V _{EN}	EN 输入电压	0	5.5	V
V _{FLAG}	FLAG 输出电压	0	5.5	V
V _{SET}	SET 输出电压	0	5.5	V
T _A	自然通风条件下的工作温度范围	-40	85	°C

8.4 典型电气参数

(测试条件为: $V_{IN}=5.0V$, $T_A = +25^{\circ}C$, 除非特别注明)⁽¹⁾

参数	符号	测试条件	最小值 ⁽²⁾	典型值 ⁽³⁾	最大值 ⁽²⁾	单位
电源输入电压范围	V_{IN}		2.5		5.5	V
静态电流	I_Q	Switch on, $V_{OUT}=Open$		100	200	μA
关断电流	I_{SD}	Switch off, $V_{OUT}=Open$		0.1	1.0	μA
欠压保护阈值	V_{UVLO}	$C_{IN}=10\mu F$		1.9	2.4	V
欠压保护阈值迟滞电压	V_{UVLO_HY}	$C_{IN}=10\mu F$		0.1	0.2	V
高侧 MOSFET 导通电阻	$R_{DS(ON)}$	$I_{OUT}=500mA$		50	60	$m\Omega$
使能脚阈值	V_{IH}	$V_{IN}=2.5V$ to $5.5V$, $C_{IN}=10\mu F$	1.6			V
	V_{IL}	$V_{IN}=2.5V$ to $5.5V$, $C_{IN}=10\mu F$			0.4	V
使能输入电流	I_{EN}	$V_{EN}=5V$		10	20	μA
开启延迟时间	t_{ON}	$C_{IN}=10\mu F$, $R_L=10\Omega$, $C_L=1\mu F$		2.0	3.0	ms
关闭延迟时间	t_{OFF}	$C_{IN}=10\mu F$, $R_L=10\Omega$, $C_L=1\mu F$		20	30	μs
短路响应时间	t_{SCR}	$C_{IN}=470\mu F$ to $1000\mu F$		2.0		μs
限流阈值	I_{LIMIT}	$C_{IN}=10\mu F$, $C_L=1\mu F$, $R_{SET}=22k\Omega$	0.44	0.56	0.67	A
		$C_{IN}=10\mu F$, $C_L=1\mu F$, $R_{SET}=12.3k\Omega$	0.80	1.0	1.20	
		$C_{IN}=10\mu F$, $C_L=1\mu F$, $R_{SET}=4.12k\Omega$	2.40	3.0	3.60	
短路电流阈值	I_{SHORT}	$C_{IN}=10\mu F$, $C_L=1\mu F$, $R_{SET}=22k\Omega$	0.18	0.42	0.51	A
		$C_{IN}=10\mu F$, $C_L=1\mu F$, $R_{SET}=12.3k\Omega$	0.40	0.75	0.90	
		$C_{IN}=10\mu F$, $C_L=1\mu F$, $R_{SET}=4.12k\Omega$	1.30	2.25	2.70	
过电流 FLAG 响应延迟时间	t_D	$C_{IN}=10\mu F$, $C_L=1\mu F$, $V_{OUT}=0$ until FLAG is low		13	20	ms
FLAG 输出低电平	V_{FLAG_L}	$C_{IN}=10\mu F$, $I_{SINK}=2mA$			200	mV
FLAG 输出漏电流	I_{FLAG_L}	$C_{IN}=10\mu F$, $V_{FLAG}=5.0V$		0.1	1.0	μA
放电电阻	$R_{Discharge}$	$C_{IN}=10\mu F$, Switch off		300	350	Ω
过热关断温度	T_{SD}	$C_{IN}=10\mu F$		150		$^{\circ}C$
热关断迟滞温度	T_{SD_HY}	$C_{IN}=10\mu F$		20		$^{\circ}C$

注意:

- (1) 电气参数仅适用于所示温度下的工厂测试条件。工厂测试条件导致设备的自加热非常有限。
- (2) 极限值是在 $25^{\circ}C$ 条件下进行的 100% 生产测试。通过使用统计质量控制 (SQC) 方法的相关性来确保工作温度范围的限制。
- (3) 典型值表示在表征时确定的最可能的参数规范。实际典型值可能随时间变化, 也将取决于应用和配置。

8.5 参数测量信息

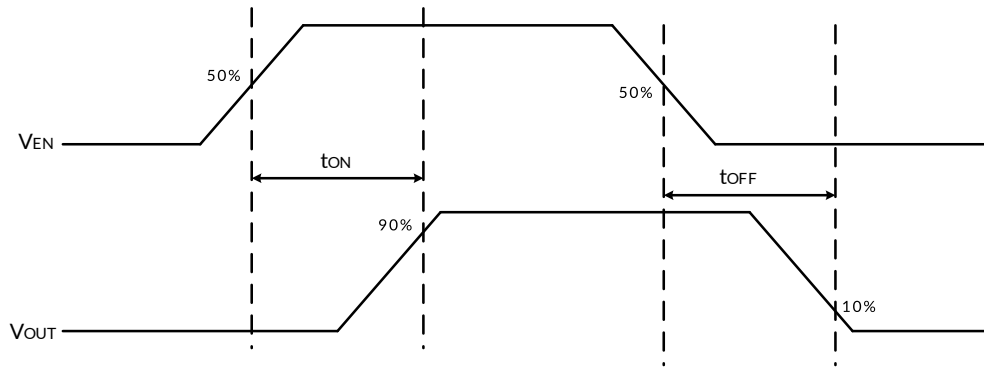


图 1. 开启和关闭延迟时间

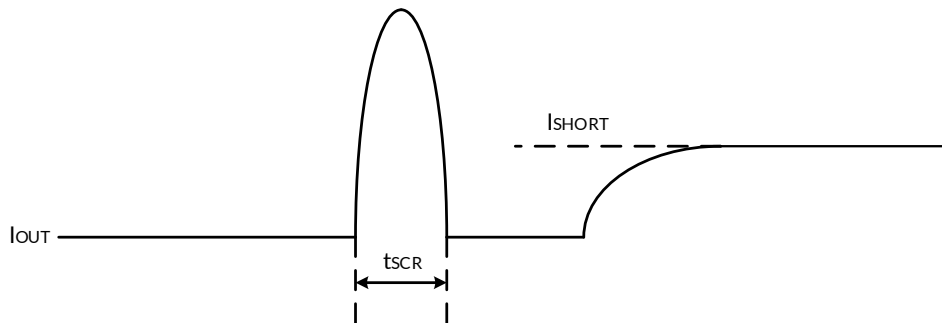


图 2. 短路响应时间

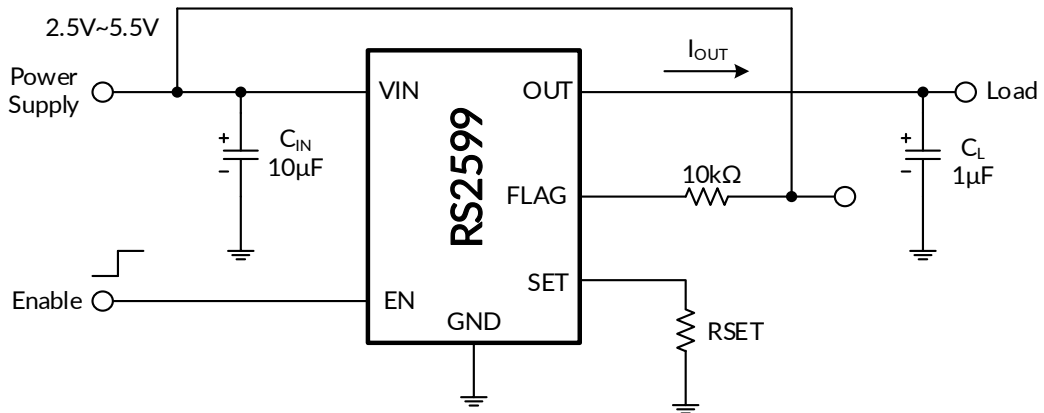


图 3. 典型应用电路

8.6 典型参数曲线

注意：本说明后面提供的图表和表格是基于有限数量样本的统计摘要，仅供参考。

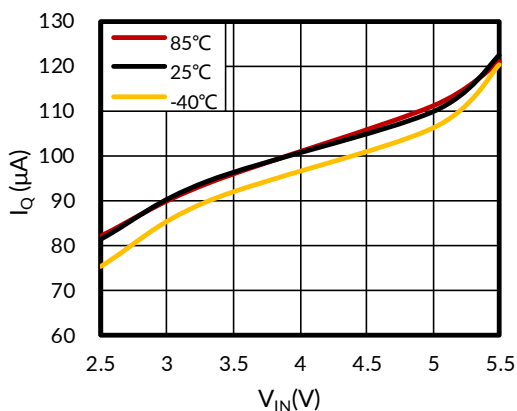


图 4. 静态电流与工作电压的关系

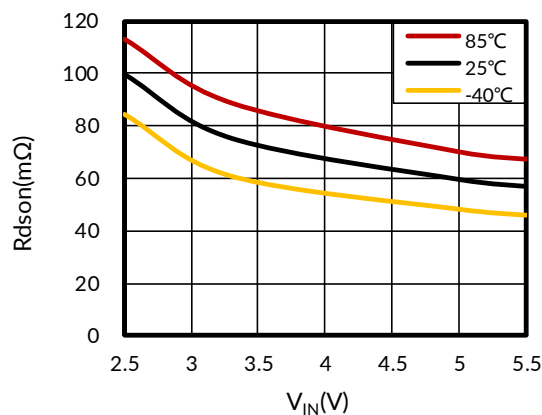


图 5. 导通电阻与工作电压的关系

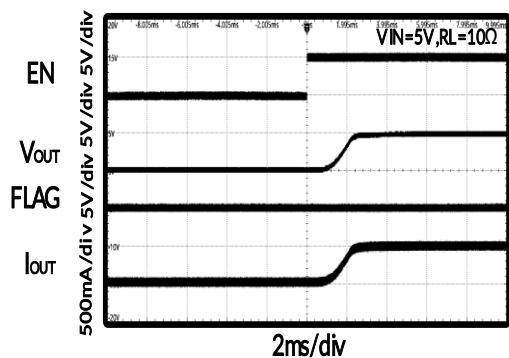


图 6. 开启延迟时间

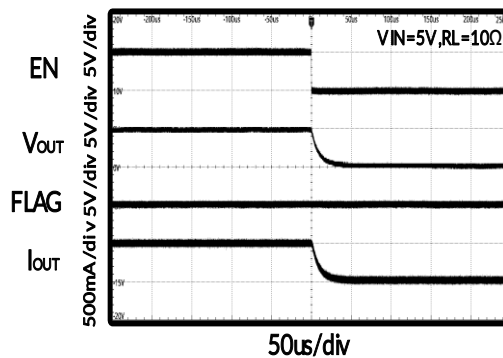


图 7. 关闭延迟时间

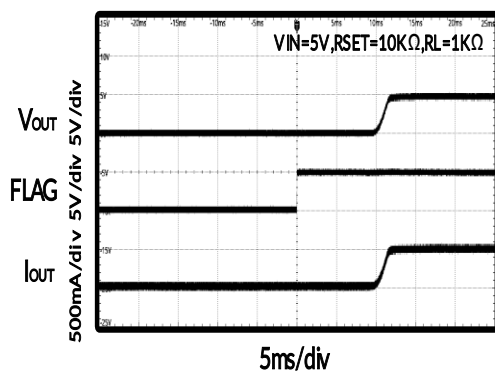


图 8. 退出过温保护

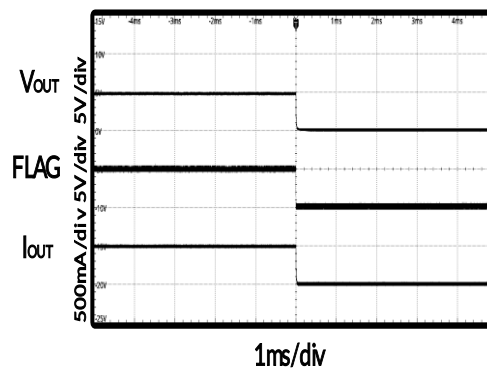


图 9. 进入过温保护

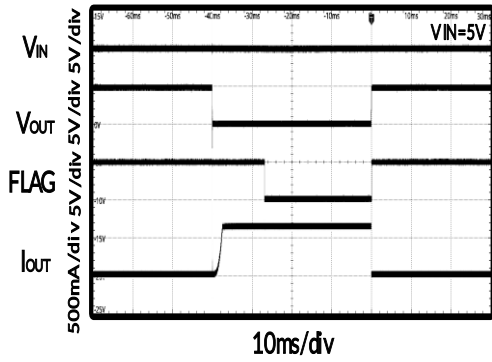


图 10. 无负载进入短路模式

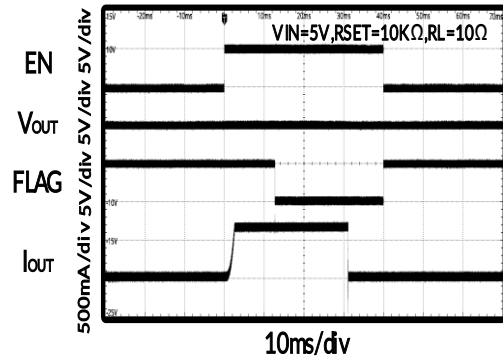


图 11. 使能进入短路模式

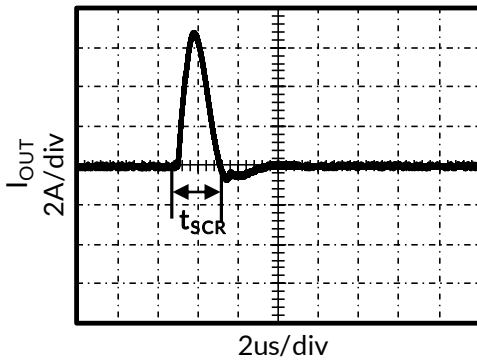


图 12. 短路响应时间

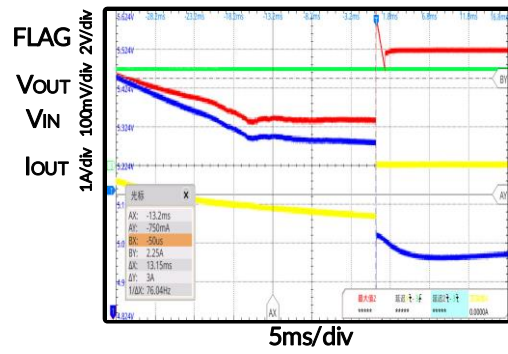


图 13. 反向输入-输出电压保护

9 详细说明

9.1 输入和输出

VIN 是电源供电脚，为内部逻辑控制电路供电，并接到 PMOS 功率管的源极(Source)。VOUT 是 PMOS 功率管的漏极(Drain)。在典型应用电路中，电流从 VIN 流向 VOUT，流向负载。输出 PMOS 和驱动电路还可以在开关禁用时，允许 MOSFET 漏极从外部强制达到比源极更高的电压(即 $V_{OUT} > V_{IN}$)。

9.2 过热关断

热关断用于保护芯片和负载免受功耗过大造成的损坏。如果芯片温度超过 150°C ，芯片会关断输出 MOSFET 并触发 FLAG 指示输出，直到芯片温度降至 130°C 自动重新开启输出。

9.3 软启动

为了消除热插拔期间由于比较大的浪涌电流引起的供电电源骤降，内部集成了软启动功能。软启动特性可以有效地将电源与这种高容性负载隔离开来。

9.4 欠压保护(UVLO)

UVLO 欠压保护电路禁止 MOSFET 开关在低压下开启，直到输入电压超过 1.9V (典型值)才允许芯片开始正常工作。如果输入电压降至 1.8V (典型值)以下，UVLO 会关闭 MOSFET。欠压检测仅在芯片使能时起作用。

9.5 限流和短路保护

限流电路设计用于限制输出电流，以保护上游电源。限流阈值通过 SET 脚到地的电阻 R_{SET} 进行设置。它可以通过下面的公式来估算：

$$I_{LIMIT} = \frac{12320}{R_{SET}}, I_{SHORT} = 0.75 * \frac{12320}{R_{SET}}, R_{SET} \leq 24\text{k}\Omega$$

在输出短路的条件下，典型的电流限制折回 75%；如果 RS2599 长时间处于过流状态，结温可能会超过 150°C ，过温保护电路将关闭输出，直到温度降至 130°C 或极限(短路)状态消除。

9.6 反向电压保护

当输出电压超过输入电压 50mV 时，反向电压保护电路就会关闭 PMOS 功率管。检测电压迟滞是 20mV (典型值)，去抖动周期为 13ms (典型值)。

9.7 指示功能(FLAG)

FLAG 指示脚是开漏 N-MOSFET 输出架构；当发生过流、短路或过热关断条件时，会触发 FLAG 输出低电平。

在过流情况下，只有持续时间超过响应延迟时间(t_D)后，才会置位 FLAG。这可确保仅在有效的过流条件下置位标志输出，以消除错误的指示。

在热插拔应用中，当连接高电容性负载时，可能会出现瞬时过流的情况，导致出现超过限流阈值达 1ms 的高瞬态浪涌电流。而 FLAG 响应的延迟时间 t_D 为 13ms (典型值)，可以很好的过滤掉瞬时的误触发情况。

9.8 系统功耗

芯片的结温取决于多种因素，如负载大小、PCB 布局、环境温度和封装散热。可用如下公式计算系统功耗：

$$P_D = R_{DS(ON)} \times I_{OUT}^2$$

芯片的结温采用如下公式计算：

$$T_J = P_D \times \theta_{JA} + T_A$$

其中：

T_J = 结温

T_A = 环境温度

θ_{JA} = 结至环境热阻

9.9 输入滤波电容

为了防止热插拔期间输入电压下降，在 VIN 与 GND 之间需要连接一个陶瓷电容 C_{IN} 。 C_{IN} 需要靠近芯片的 VIN 脚和 GND。更大的电容值可以进一步降低输入端的电压突变；如果没有输入电容，输出短路时会导致输入端出现振铃现象。当输入瞬态电压超过 6V（绝对最大电源电压）时，即使持续时间很短，也会损坏内部电路。

如果前端供电走线较长，或者在 VOUT 短路期间 VIN 瞬变可能超过 6V，强烈建议在上游电源输出端额外增加不小于 47 μ F 的二次滤波电容。

9.10 输出滤波电容

强烈建议在 VOUT 和 GND 之间连接一个至少 10 μ F 的低 ESR 陶瓷电容，以抑制下游外设热插拔时的电压跌落。当输出负载较重时，输出电容值越高越好。此外，用一个 0.1 μ F 陶瓷电容旁路输出可以提高器件对短路瞬变的抗扰度。

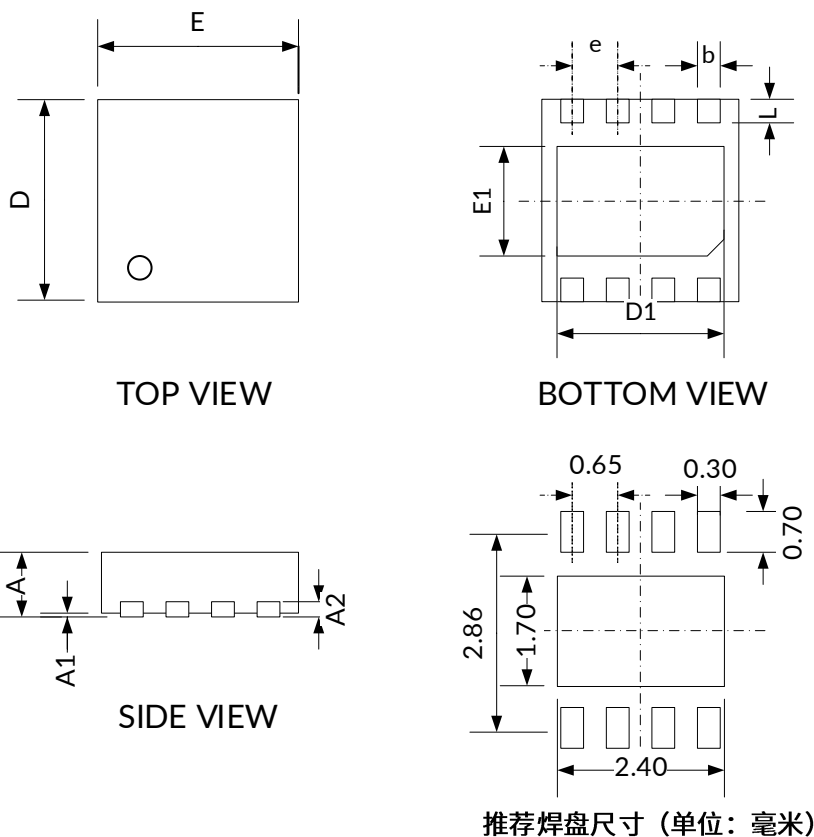
9.11 PCB 布局设计注意事项

为充分发挥 RS2599 的性能，请注意下面的设计准则：

- 1) 请将输入电容尽可能靠近 VIN 引脚。
- 2) 使 VIN 和 OUT 走线尽可能宽而短。
- 3) 将 RS2599 和输出电容放置在负载附近，以降低寄生电阻和电感，从而实现出色的负载瞬态性能。
- 4) 输入和输出电容应靠近 IC 放置，并连接到接地层，以降低噪声耦合。在所有电路下方放置一个接地层，以降低电阻和电感，改善 DC 和瞬态性能
- 5) R_{ILIM} 电阻到 RS2599 的走线应尽可能短，以降低对限流精度的寄生效应。

10 封装规格尺寸

DFN3X3-8⁽²⁾

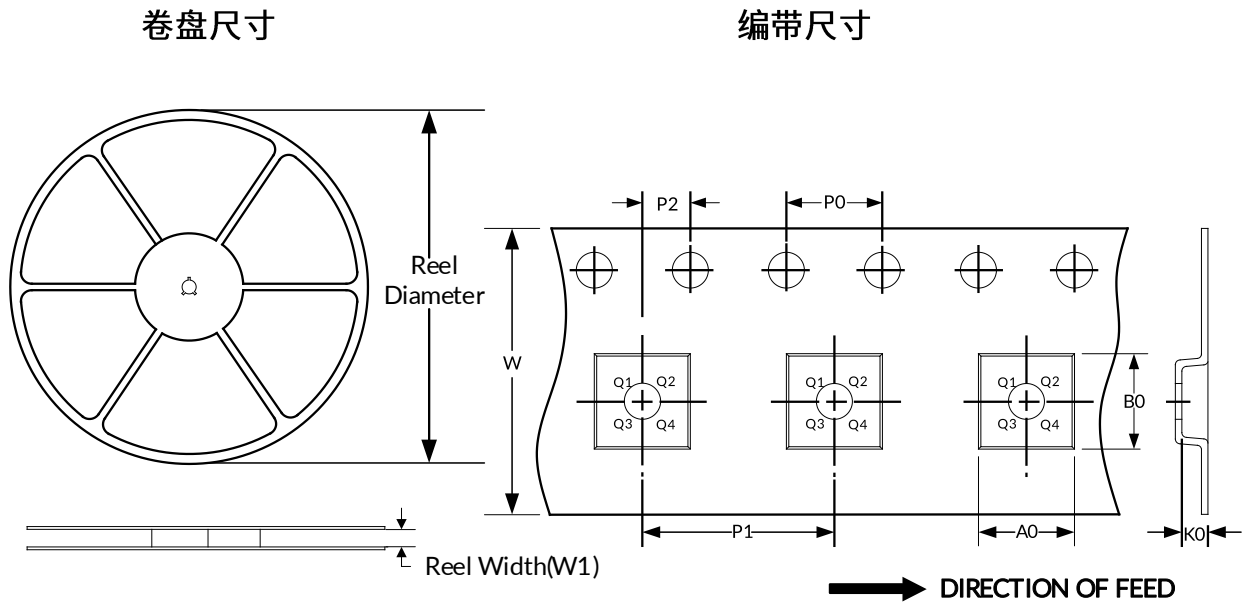


符号	尺寸 (单位: 毫米)		尺寸 (单位: 英寸)	
	最小值	最大值	最小值	最大值
A ⁽¹⁾	0.700	0.800	0.028	0.031
A1	0.000	0.050	0.000	0.002
A2	0.203		0.008	
b	0.250	0.350	0.010	0.014
D ⁽¹⁾	2.900	3.100	0.114	0.122
D1	2.350	2.450	0.093	0.096
E ⁽¹⁾	2.900	3.100	0.114	0.122
E1	1.650	1.750	0.065	0.069
e	0.650 TYP		0.026 TYP	
L	0.370	0.470	0.015	0.019

注意:

1. 不包括每侧最大 0.075mm 的塑封料或金属突起。
2. 本图如有更改, 恕不另行通知。

11 包装规格尺寸



注意：图片仅供参考。请以实物为标准。

关键参数表

Package Type	Reel Diameter	Reel Width (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P0 (mm)	P1 (mm)	P2 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
DFN3X3-8	13"	12.4	3.35	3.35	1.13	4.0	8.0	2.0	12.0	Q1

注意：

1. 所有尺寸均为标称尺寸。
2. 不包括每边最大 0.15 毫米的塑封料或金属突起。

重要通知及免责声明

江苏 Runic 科技有限公司将准确可靠地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、WEB 工具、安全信息等资源, 不保证无任何缺陷, 也不作任何明示或暗示的保证, 包括但不限于适用性保证, 暗示其适用于特定目的的应用。且没有侵犯任何第三方的知识产权。

这些资源适用于使用 Runic 产品设计的熟练开发人员, 您将全权负责: (1)为您的应用程序选择合适的产品; (2) 设计、验证和测试您的应用程序; (3) 确保您的应用程序符合适用标准、安全标准或其他要求; (4) Runic 及 Runic 标识为 Runic Incorporated 的注册商标。所有商标均为其各自所有者的财产; (5) 对于发生改变的细节, 应查看修订文件中包含的修订历史。资源如有更改, 恕不另行通知。本公司对使用本芯片设计的终端产品的侵犯专利的行为或侵犯第三方知识产权的行为不承担任何连带责任。