

智能低边功率开关


1 概述

应用

- 适用于驱动阻性、感性和容性负载
- 取代继电器、保险丝和分立电路
- 最适合电感负载以及浪涌电流负载

特性

- 单通道器件
- 关断状态下功耗极低的 DMOS 漏电流
- 兼容 3.3V 和 5V 逻辑输入
- 静电放电防护 (ESD)
- 开关速度可调
- 数字化反馈
- 绿色产品 (符合 RoHS 标准)
- AEC 认证

描述

BTF3050TE 是一款 50 mΩ 单通道智能低边功率开关，采用 PG-TO252-5 封装，提供嵌入式保护功能。功率管由 N 型通道垂直功率 MOSFET 构成。

该器件是单片集成的。BTF3050TE 符合汽车标准，并针对 12V 汽车和工业应用进行了优化。

表 1 产品概要

Operating voltage range	V_{OUT}	3 .. 28 V
Maximum load voltage	$V_{BAT(LD)}$	40 V
Operating supply voltage range	V_{DD}	3.0 .. 5.5 V
Maximum input voltage	V_{IN}	5.5 V
Maximum On-State resistance at $T_J = 150^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 5\text{V}$	$R_{DS(ON)}$	100 mΩ
Nominal load current	$I_{L(NOM)}$	3.0 A
Minimum current limitation trigger level	$I_{L(LIM_TRIGGER)}$	30 A
Maximum OFF state load current at $T_J \leq 85^\circ\text{C}$	$I_{L(OFF)}$	2 μA
Maximum stand-by supply current at $T_J = 25^\circ\text{C}$	$I_{DD(OFF)}$	6 μA

Type	Package	Marking
BTF3050TE	PG-TO252-5	



PG-TO252-5

诊断功能

- 短路到电池
- 过温
- 稳定锁存诊断信号

保护功能

- 带自动重启的过温关断
- 输出有源钳位过压保护
- 电流限制
- 增强的短路保护

详细描述

该器件能够切换各种电阻性、电感和电容性负载，但受钳位热量 (E_{AS}) 和最大电流能力的限制。

BTF3050TE在 IN、VDD 和SRP引脚（指接地引脚）以及输出到源/接地的过压钳位上提供专用静电防护保护。

过压保护功能在电感关断或其他过压事件（例如负载突降）中启动。如果漏源电压超过 $V_{OUT(CLAMP)}$ ，功率 MOSFET 会限制漏源电压。

过温保护可防止器件因过载和/或冷却条件不佳而过热冷却条件

BTF3050TE 具有热重启功能。当测量温度降至热迟滞以下后，如果输入仍为高电平，器件将再次导通。

目录

1	概述	1
2	框图	5
3	引脚配置	6
3.1	BTF3050TE 引脚分配.....	6
3.2	引脚定义和功能.....	6
3.3	电压和电流定义.....	6
4	产品一般特性	7
4.1	绝对最大额定值.....	7
4.2	工作范围.....	8
4.3	热阻抗.....	9
4.3.1	PCB 设置.....	9
4.3.2	瞬态热阻抗.....	10
5	功率级	12
5.1	输出导通电阻.....	12
5.2	阻性负载输出时序.....	12
5.3	感性负载.....	13
5.3.1	输出钳位.....	13
5.3.2	最大负载电感.....	14
5.4	逆向/反向电流能力.....	14
5.5	可调开关速度/斜率.....	15
5.6	特性.....	16
6	保护功能	17
6.1	输出过压钳位.....	17
6.2	带锁存故障信号的热保护.....	17
6.3	过流限制/短路行为.....	18
6.4	特性.....	20
7	诊断	21
7.1	SRP引脚功能描述.....	21
7.2	特性.....	22
8	供电和输入级	23
8.1	供电电路.....	23
8.1.1	欠压关断.....	23
8.2	输入电路.....	23
8.3	特性.....	24
9	电气特性	25
9.1	功率级.....	25
9.2	保护功能.....	26
9.3	诊断.....	27
9.4	供电和输入级.....	29
10	特性描述结果	30
10.1	功率级.....	30
10.2	动态特性.....	32
10.3	保护功能.....	39
10.4	供电和输入级.....	42
11	应用信息	45

11.1	设计和布局建议/考虑因素.....	45
12	封装外形 BTF3050TE.....	46
13	修订记录.....	47

2 框图

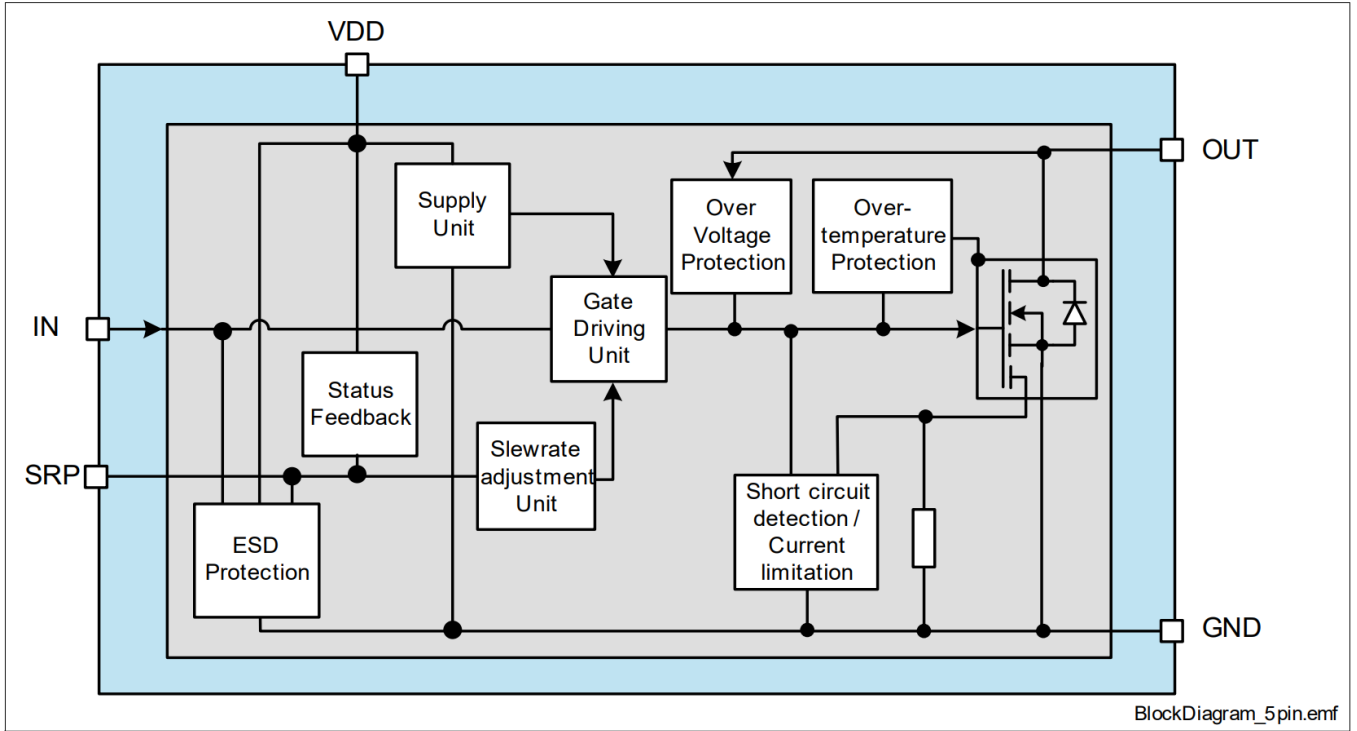


图 1 框图

3 引脚配置

3.1 BTF3050TE 引脚分配

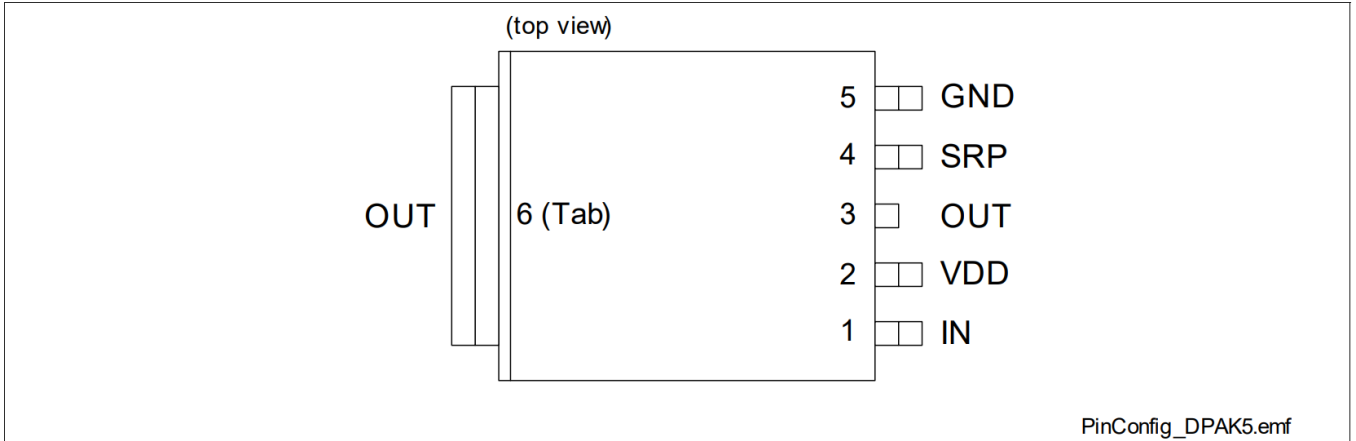


图2 PG-T0252-5 引脚配置

3.2 引脚定义和功能

Pin	Symbol	Function
1	IN	Input pin
2	VDD	5V supply pin
3,6	OUT	Drain, Load connection for power DMOS
4	SRP	Slew rate adjustment and digital status feedback
5	GND	Ground, Source of power DMOS

3.3 电压和电流定义

图3 展示了在数据手册中所有的外部项，与正值相关。

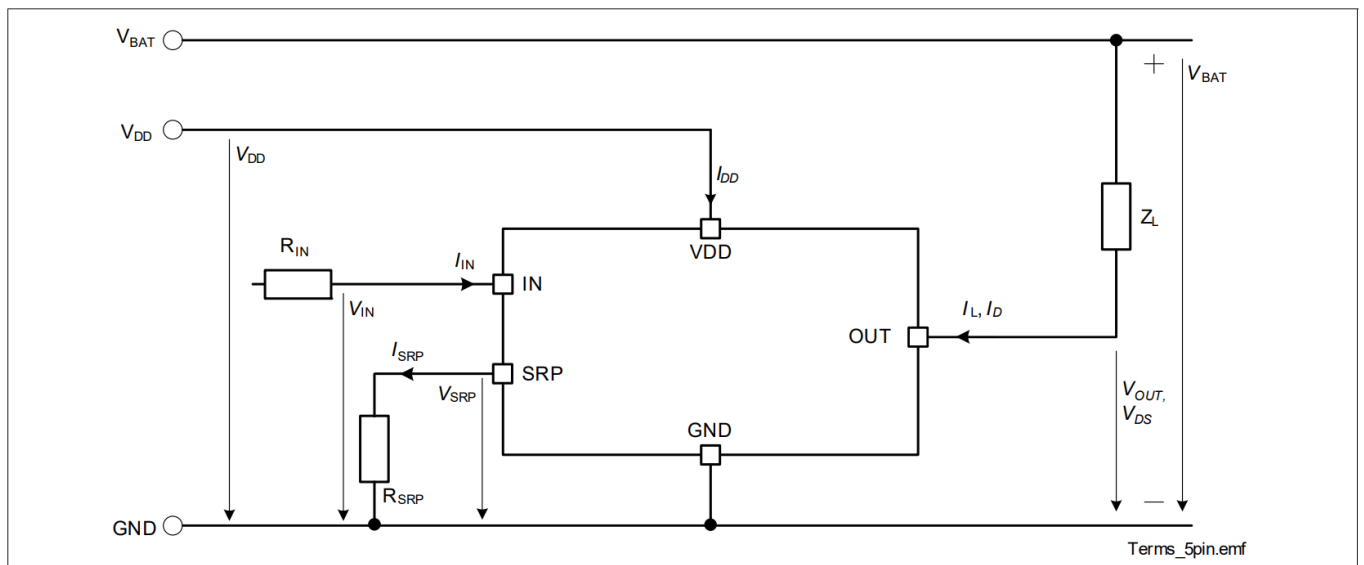


图3 电气参数命名定义

4 产品一般特性

4.1 绝对最大额定值

表 2 绝对最大额定值¹⁾
 $T_J = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$; 所有电压均以地为参考, 正电流流入引脚 (除非另有规定)

Pos.	Parameter	Symbol	Limit Values		Unit	Note / Test Condition
			Min.	Max.		
Voltages						
4.1.1	Supply voltage	V_{DD}	-0.3	5.5	V	-
4.1.2	Output voltage	V_{OUT}	-0.3	40	V	internally clamped
4.1.3	Battery voltage for short circuit protection	$V_{BAT(SC)}$	-	28	V	¹⁾ $l = 0 \dots 5\text{m}$ $R_{SC} = 30\text{ m}\Omega + R_{CABLE}$ $R_{CABLE} = l * 16\text{ m}\Omega/\text{m}$ $L_{SC} = 5\text{ }\mu\text{H} + L_{CABLE}$ $L_{CABLE} = l * 1\text{ }\mu\text{H}/\text{m}$
4.1.4	Battery voltage for load dump protection ($V_{BAT(LD)} = V_A + V_S$ with $V_A = 13.5\text{V}$)	$V_{BAT(LD)}$	-	40	V	²⁾ $R_I = 2\text{ }\Omega$, $R_L = 4.5\text{ }\Omega$, $t_D = 400\text{ ms}$, suppressed pulse
Input and SRP Pins						
4.1.5	Input Voltage	V_{IN}	-0.3	5.5	V	-
4.1.6	SRP pin Voltage	V_{SRP}	-0.3	5.5	V	$V_{SRP} < V_{DD}$
Power Stage						
4.1.7	Load current	$ I_L $	-	$I_{L(LIM)_TRIGGER}$	A	$T_J < 150^\circ\text{C}$
Energies						
4.1.8	Unclamped single inductive energy single pulse	E_{AS}	-	120	mJ	$I_{L(0)} = I_{L(NOM)}$ $V_{BAT} = 13.5\text{ V}$ $T_{J(0)} = 150^\circ\text{C}$
4.1.9	Unclamped repetitive inductive energy pulse with 100k cycles	$E_{AR(100k)}$	-	80	mJ	$I_{L(0)} = 4.5\text{ A}$ $V_{BAT} = 13.5\text{ V}$ $T_{J(0)} = 105^\circ\text{C}$
Temperatures						
4.1.10	Operating temperature	T_J	-40	+150	$^\circ\text{C}$	-
4.1.11	Storage temperature	T_{STG}	-55	+150	$^\circ\text{C}$	-
ESD Susceptibility						
4.1.12	ESD susceptibility (all pins)	V_{ESD}	-2	2	kV	HBM ³⁾
4.1.13	ESD susceptibility OUT pin vs. GND	V_{ESD}	-4	4	kV	HBM ³⁾
4.1.14	ESD susceptibility	V_{ESD}	-750	750	V	CDM ⁴⁾

¹⁾ 未经过生产测试, 由设计指定。

- 2) 根据 ISO7637-1, 在 DUT 未连接到产生器的情况下设置 $V_{BAT(LD)}$;
 R_i 为负载突降测试脉冲发生器的内部阻抗;
 t_o 是根据 ISO 7637-1、-2 的负载突降脉冲 (脉冲 5) 的脉冲持续时间。
- 3) ESD 耐受性基于符合 HBM ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 的 (1.5 k Ω , 100 pF) 。
- 4) ESD 耐受性符合带电器件模型“CDM” ESDA STM5.3.1 或 ANSI / ESD S.5.3.1

注释: 超过此处所列的压力可能会对器件造成永久性损坏。长时间在绝对最大额定值条件下工作可能会影响器件的可靠性。

注释: 集成的保护功能旨在防止 IC 在数据手册所述故障条件下被毁坏。故障情况被认为超出了正常工作范围。保护功能不是为了连续重复的操作而设计的。

4.2 工作范围

表 3 工作范围¹⁾

Pos.	Parameter	Symbol	Limit Values			Unit	Note / Test Condition
			Min.	Typ.	Max.		
4.2.1	Supply Voltage Range for Normal Operation	$V_{DD(NOR)}$	3.0	5.0	5.5	V	-
4.2.2	Supply current continuous ON operation	I_{DD}	-	2.5	6	mA	-
4.2.3	Standby supply current (ambient)	$I_{DD(OFF)_25}$	-	1.5	6	μ A	$T_J = 25^\circ\text{C}$
4.2.4	Maximum standby supply current (hot)	$I_{DD(OFF)_150}$	-	6	14	μ A	$T_J = 150^\circ\text{C}$
4.2.5	Battery Voltage Range for Nominal Operation	$V_{BAT(NOR)}$	8	13.5	18	V	-
4.2.6	Extended Battery Voltage Range for Operation	$V_{BAT(EXT)}$	3	-	28	V	parameter deviations possible
4.2.7	SRP pin resistor for normal operation	$R_{SRP(NOR)}$	5	-	70	k Ω	-
4.2.8	SRP pin resistor for extended operation	$R_{SRP(EXT)}$	0	-	600	Ω	no latched fault available

1) 无需经过生产测试, 由设计指定。

注释: 在工作范围内, IC 按照电路描述正常工作。电气特性是在电气特性表中注明的条件下指定的。

4.3 热阻抗

注：此热学数据是根据JEDEC JESD51 标准生成的。

欲了解更多信息，请访问www.jedec.org。

表4 热阻抗

Pos.	Parameter	Symbol	Limit Values			Unit	Note / Test Condition
			Min.	Typ.	Max.		
4.3.1	Junction to Case	R_{thJC}	–	1.9	–	K/W	1) 2)
4.3.2	Junction to Ambient (2s2p)	$R_{thJA(2s2p)}$	–	25	–	K/W	1) 3)
4.3.3	Junction to Ambient (1s0p+600mm ² Cu)	$R_{thJA(1s0p)}$	–	38	–	K/W	1) 4)

- 1) 未经过生产测试，由设计指定。
- 2) 指定的 R_{thJC} 值是在冷板装置上的自然对流下模拟的（所有引脚都固定在环境温度）。
 $T_c = 85^\circ\text{C}$ 。器件负载 1W 功率。
- 3) 指定的 R_{thJA} 值是根据JEDEC JESD51-2,-5,-7标准, 在FR4 2s2p电路板上在自然对流条件下测得的。
该产品（芯片和封装）在 $76.2 \times 114.3 \times 1.5\text{ mm}$ 的电路板上进行模拟，该电路板有 2 个内铜层（ $2 \times 70, 2 \times 35\mu\text{m Cu}$ ）。在适用情况下，裸露焊盘下方的导热过孔阵列与第一个内部铜层接触。
 $T_a = 85^\circ\text{C}$ ，器件带有 1W 功率。
- 4) 指定的 R_{thJA} 值是根据JEDEC JESD51-2,-5,-7标准, 在FR4 1s0p电路板上在自然对流条件下测得的。
该产品（芯片+封装）在 $76.2 \times 114.3 \times 1.5\text{ mm}$ 的电路板上进行模拟，电路板上附加的散热铜面积为 600mm^2 ，厚度为 $70\mu\text{m}$ 。 $T_a = 85^\circ\text{C}$ ，器件带有 1W 功率。

4.3.1 PCB 设置

实施以下PCB放置以确定瞬态热阻抗。

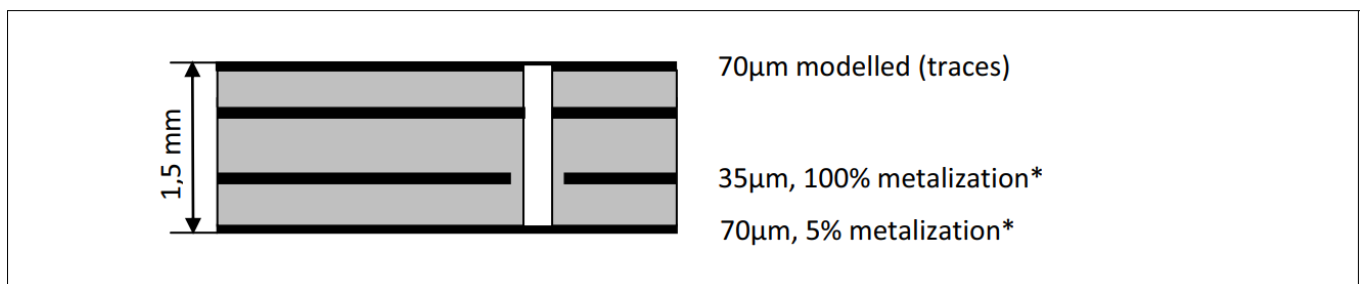


图 4 JEDEC2s2p 横截面。

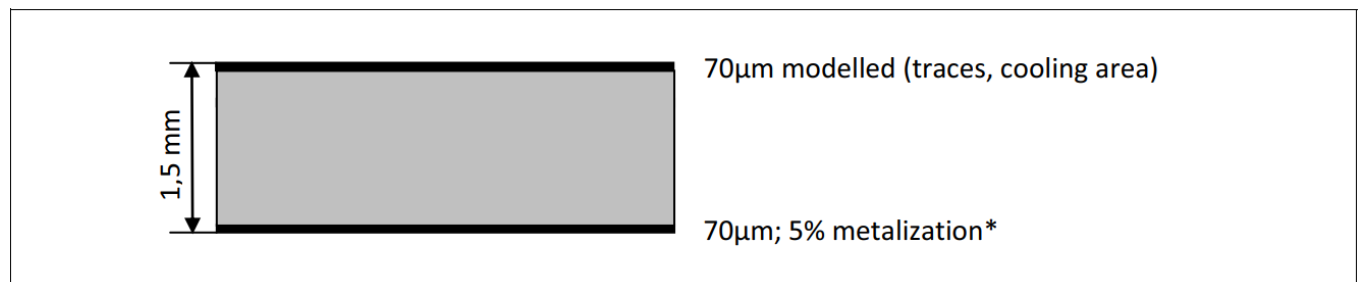


图 5 JEDEC1s0p 横截面。

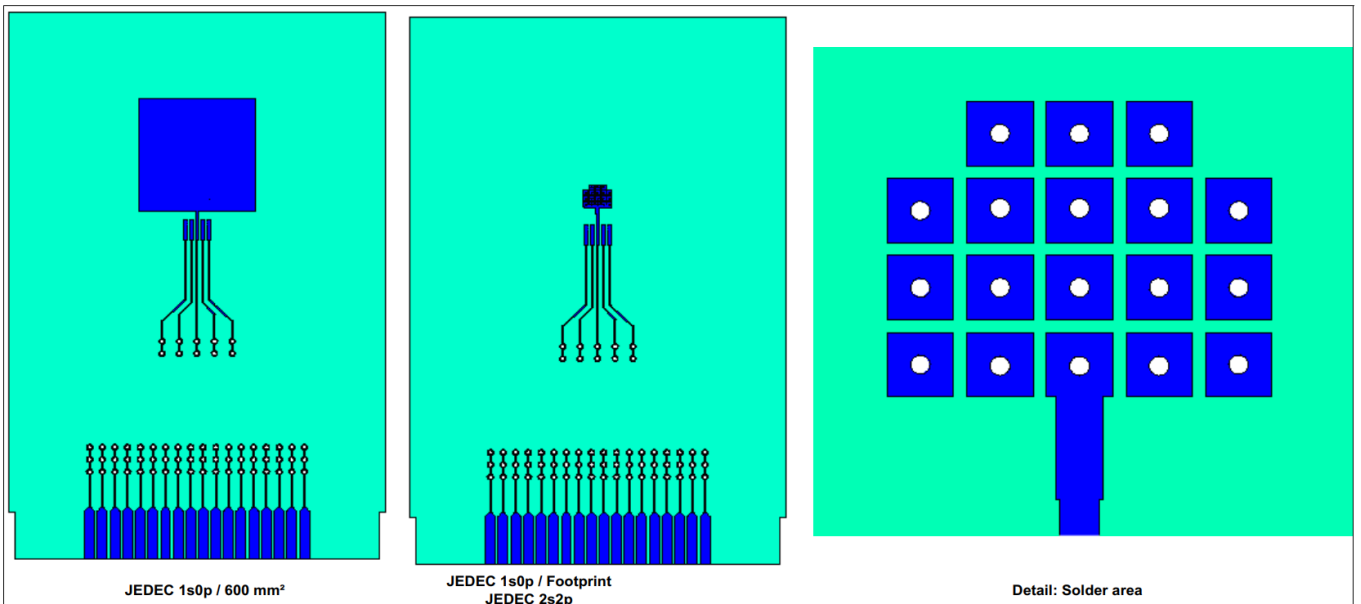


图6 PCB布局

4.3.2 瞬态热阻抗

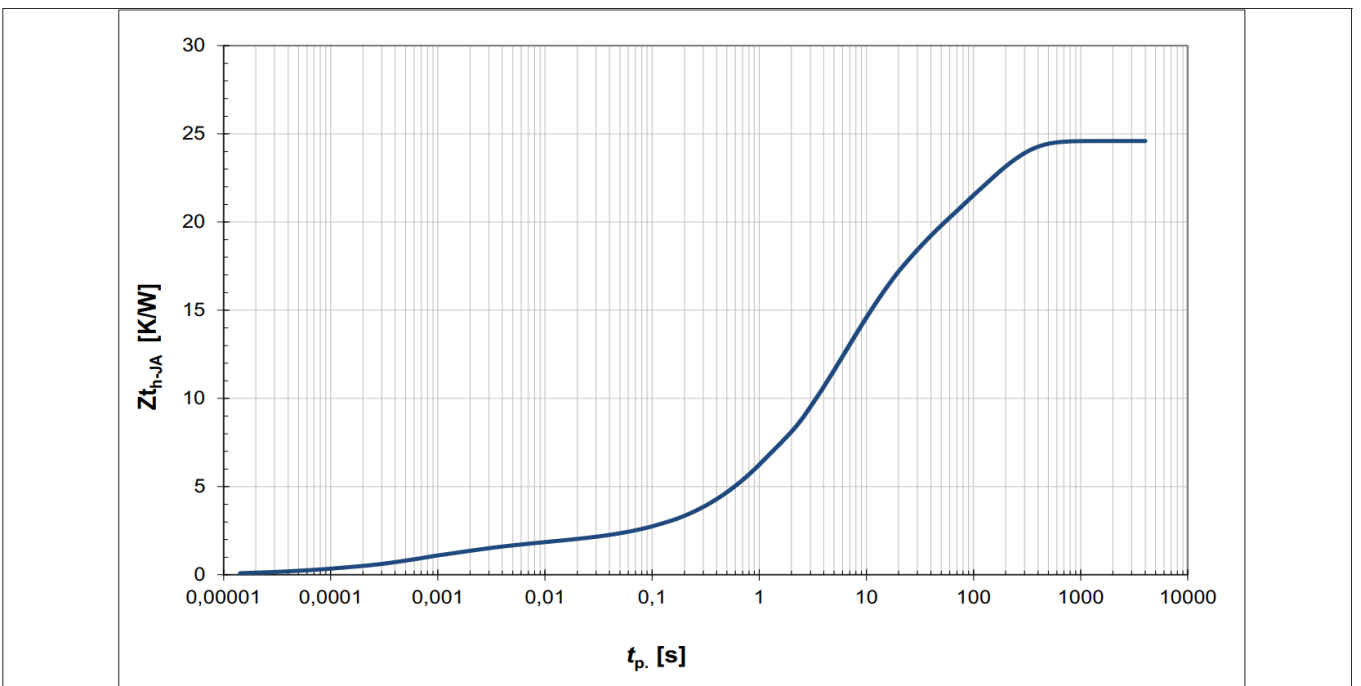


图7 典型瞬态热阻抗 $Z_{thJA} = f(t_p), T_a = 85^\circ\text{C}$
 该值根据 Jecdec JESD51-2, -7标准在 FR4 2s2p 电路板上的自然对流条件下测得；产品（芯片+封装）在 $76.2 \times 114.3 \times 1.5 \text{ mm}^3$ 的电路板上进行模拟，该电路板有 2 个内铜层（ $2 \times 70 \text{ mm Cu}, 2 \times 35 \text{ mm Cu}$ ）。在适用的情况下，暴露焊盘下的热通孔阵列与第一内层铜层接触。器件正在消耗 1 W 功率。

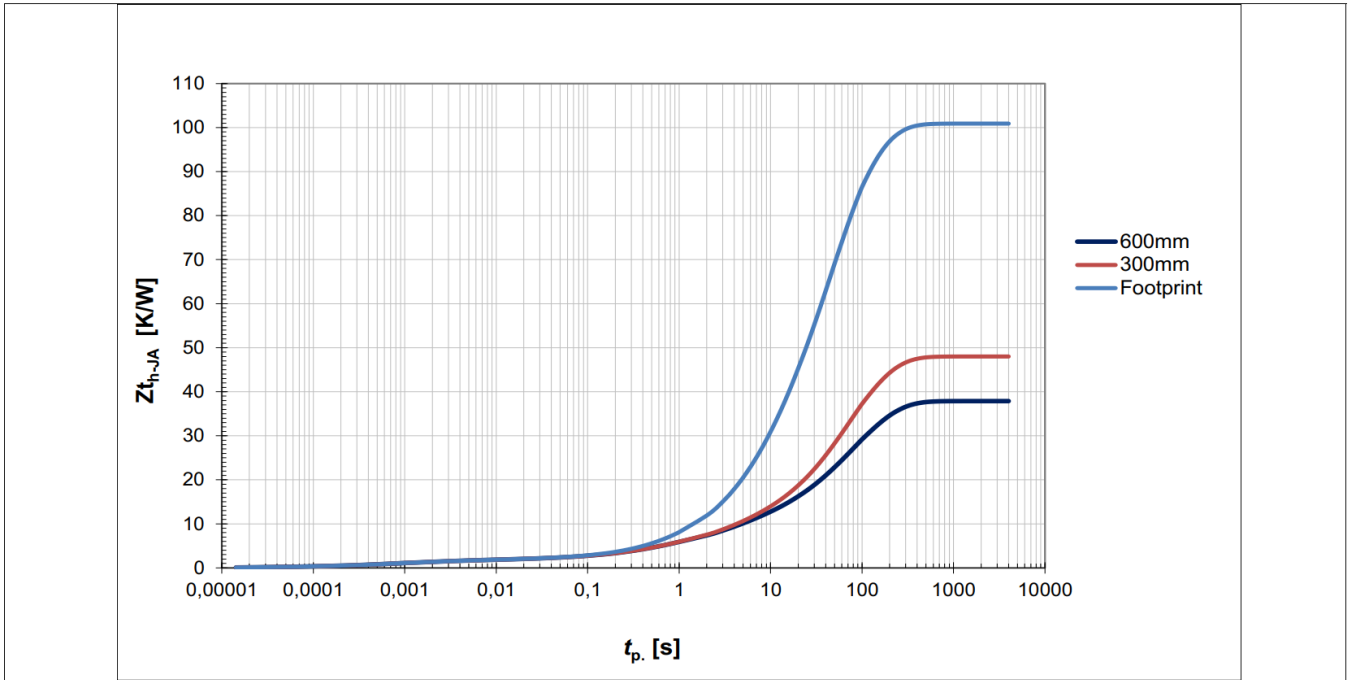


图 8 典型瞬态热阻抗 $Z_{thJA} = f(t_p)$, $T_a = 85\text{ }^\circ\text{C}$
 该值根据JEDEC JESD51-3标准在FR4 1s0p电路板的自然对流条件下测得。器件正在消耗 1 W 功率。

5 功率级

5.1 输出导通电阻

导通电阻取决于供电电压以及结温 T_J 。图9显示了典型导通电阻 $R_{DS(ON)}$ 的温度和电压的依赖性。第14页的“逆向/反向电流能力”一章描述了反向电池的行为。

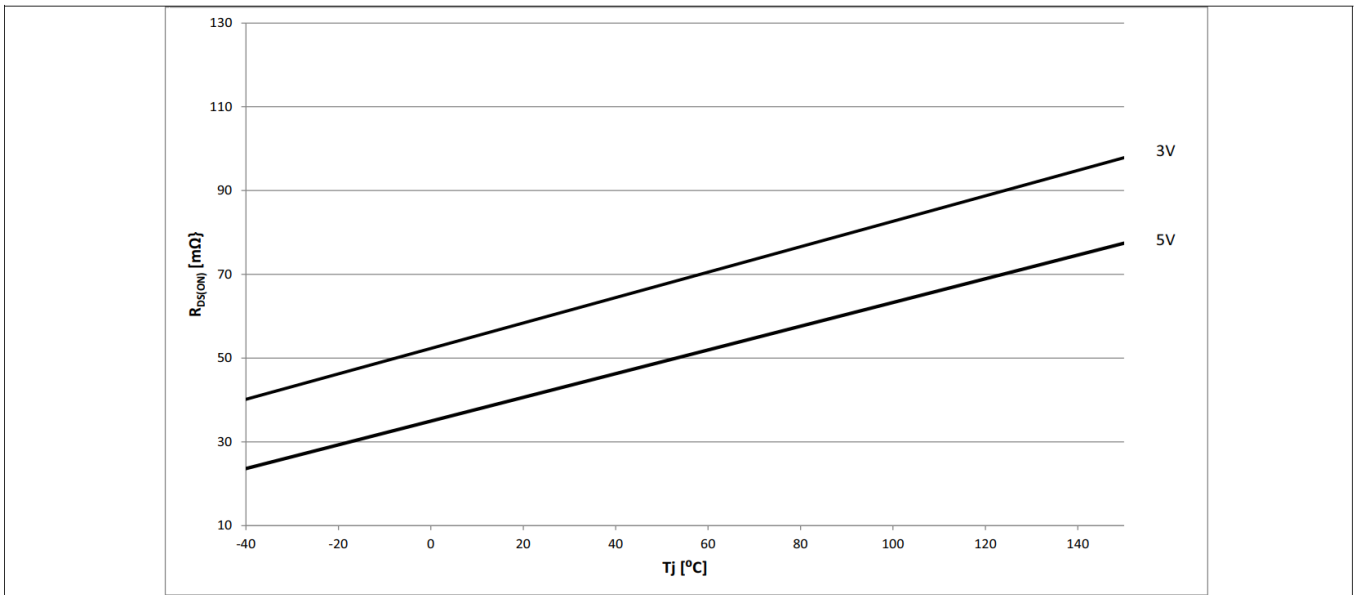


图9 典型导通电阻，

$$R_{DS(ON)} = f(T_J), V_{DD} = 5V, V_{DD} = 3V, V_{IN} = \text{high}$$

输入引脚上的高信号使功率DMOS以指定的斜率开启。

为了实现合理的 $R_{DS(ON)}$ 和指定的开关速度，需要5V电源。

5.2 阻性负载输出时序

图10显示了开关阻性负载时的典型流程。

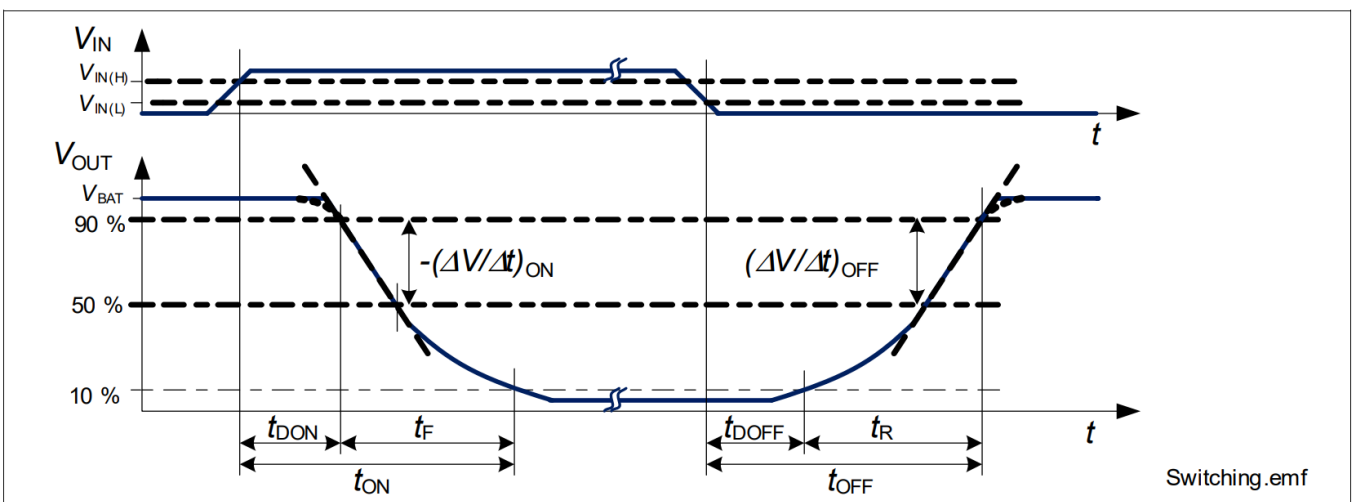


图10 阻性负载的功率输出时序定义

5.3 感性负载

5.3.1 输出钳位

当用低边开关关断感性负载时，漏源电压 V_{OUT} 上升至电池电位以上，因为漏源打算继续驱动电流。为了防止不必要的高电压，器件具有电压钳位机制，以将电压保持在 $V_{OUT(CLAMP)}$ 。在此钳位运行模式期间，器件会发热，因为它会散发出钳位的热量。因此，最大允许负载是有限的。见图11和图12了解更多详情。

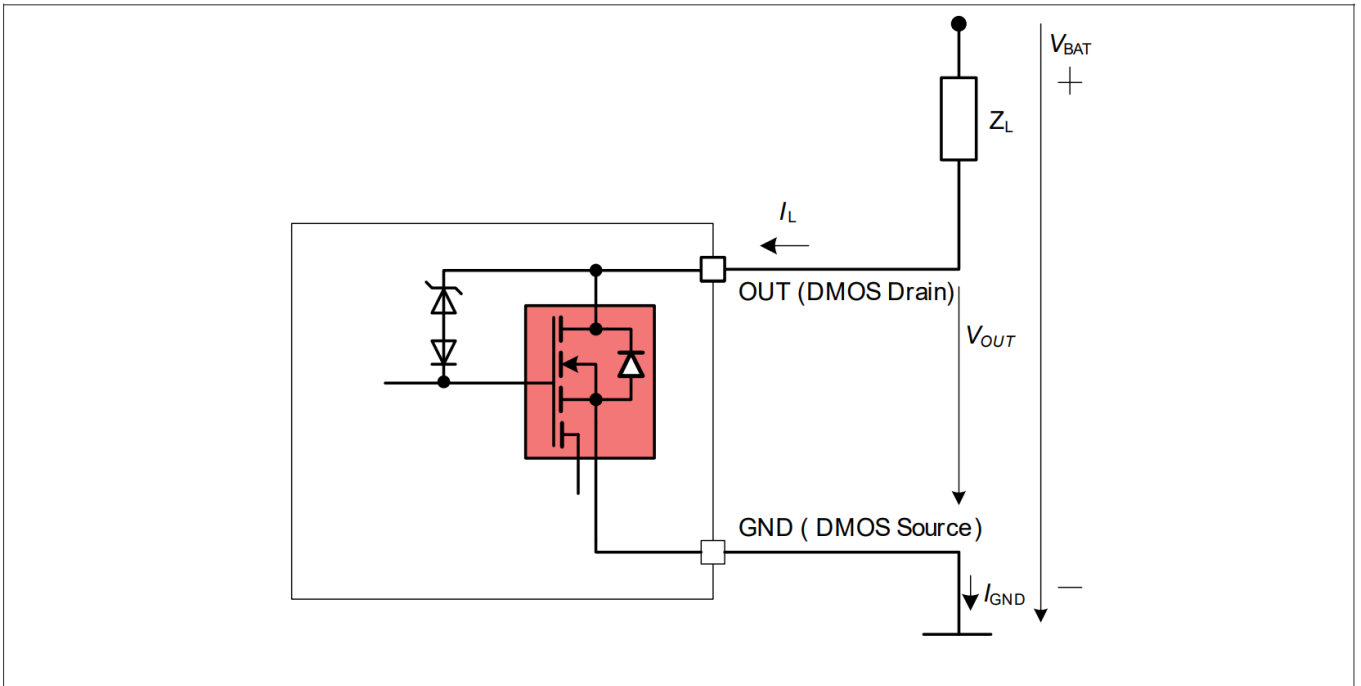


图 11 输出钳位电路

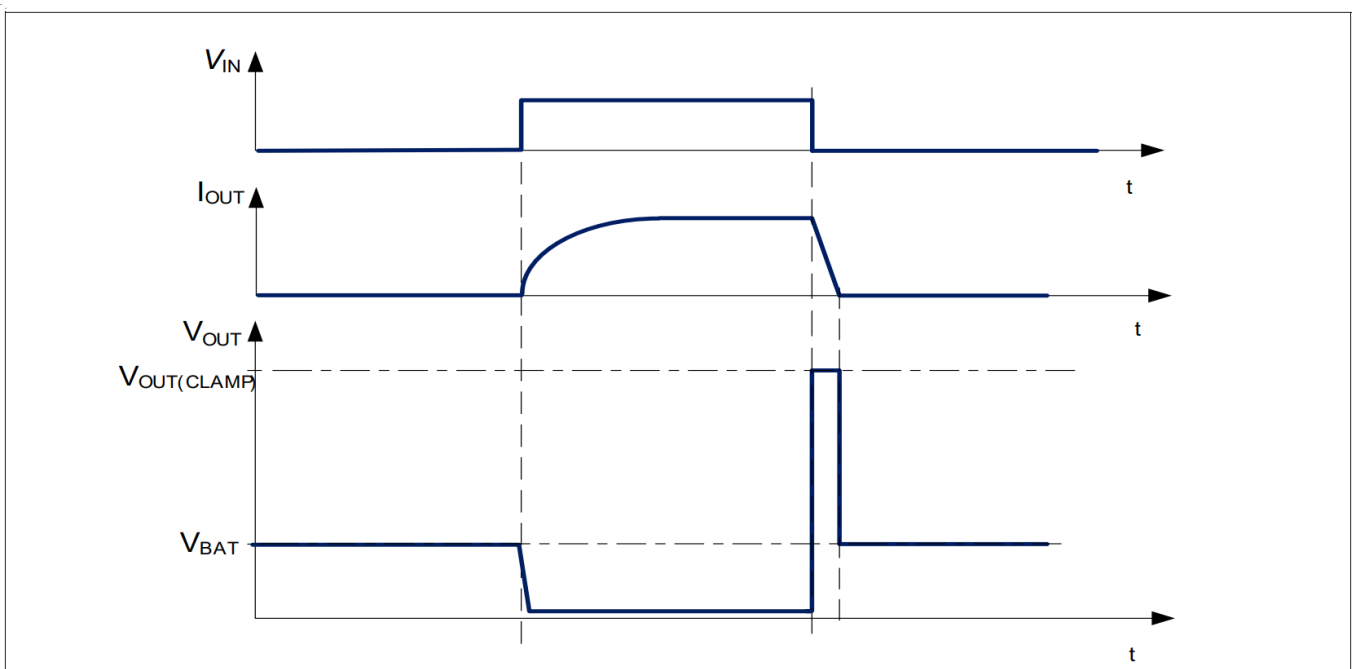


图 12 开关感性负载

注：通过 V_{DD} 而不是使用输入端反复开关感性负载是不推荐的操作，可能会影响器件的可靠性并降低其使用寿命。

5.3.2 最大负载电感

在感性负载退磁过程中，热量在BTF3050TE中耗散。

这个热量可以通过以下公式计算：

$$E = V_{OUT(CLAMP)} \cdot \left[\frac{V_{BAT} - V_{OUT(CLAMP)}}{R_L} \cdot \ln \left(1 - \frac{R_L \cdot I_L}{V_{BAT} - V_{OUT(CLAMP)}} \right) + I_L \right] \cdot \frac{L}{R_L}$$

以下公式在 $R_L = 0$ 的假设下进行简化

$$E = \frac{1}{2} L I_L^2 \cdot \left(1 - \frac{V_{BAT}}{V_{BAT} - V_{OUT(CLAMP)}} \right)$$

图 13 显示了BTF3050TE可以处理的干扰/电流组合。

最大单次雪崩热量请参考第7页“能量”中的 E_{AS} 值

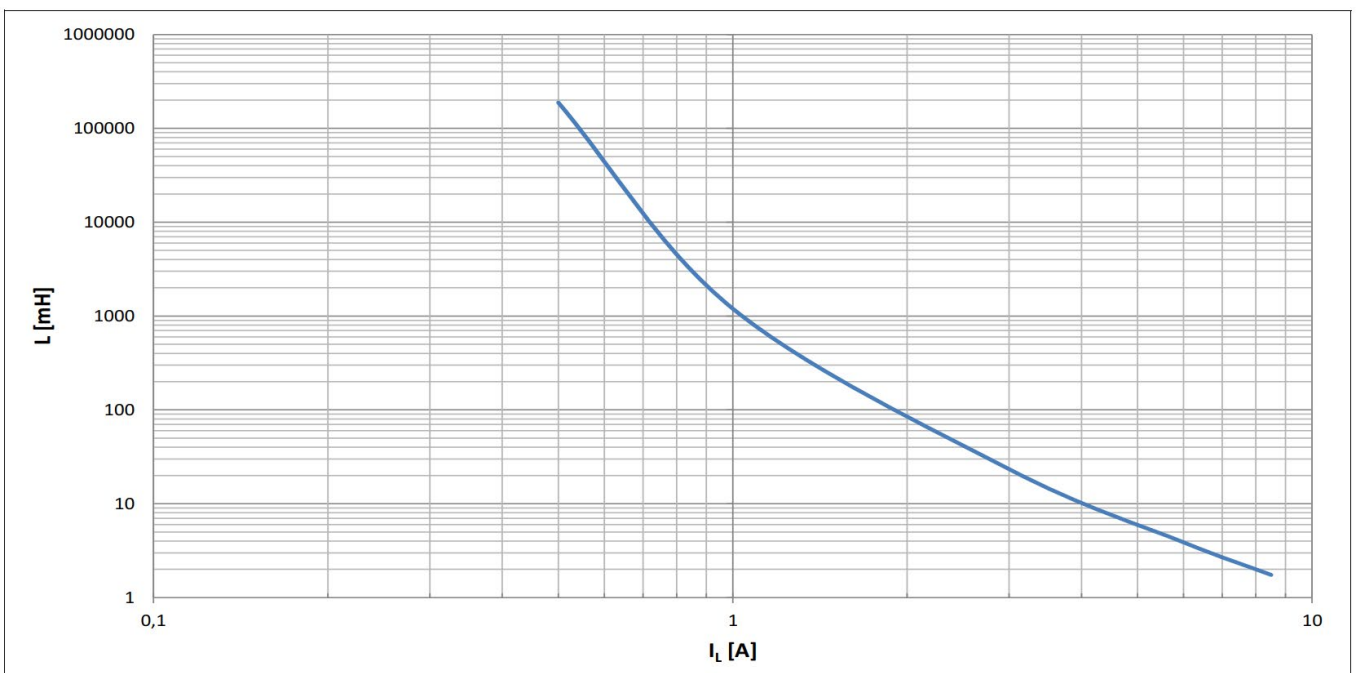


图 13 单脉冲最大负载电感

$$L = f(I_L), T_{J,start} = 150^\circ\text{C}, V_{BAT} = 13.5\text{V}$$

5.4 逆向/反向电流能力

反向电池情况意味着 OUT 引脚通过负载 Z_L 被拉至地电位以下至 $-V_{BAT}$ 。

在这种情况下，负载由电流通过BTF3050TE的本征体二极管驱动，并且所有保护（例如电流限制、过温或过压钳位）均处于非活动状态。

在某些应用情况下（例如，在桥接器或半桥配置中使用），本征反向体二极管用于感性负载的续流。在这种情况下，器件仍然供电，但反向电流从接地流向 OUT（漏极），并且 OUT 将被拉至接地以下。

在通过反向体二极管进行反向或逆向操作时，器件会耗散功率损耗，该功率损耗由驱动电流和体二极管上的电压降- V_{DS} 决定。

在反向电流期间，需要考虑流入 V_{DD} 的电源电流 I_{DD} 增加。反向电流可能会使器件复位。

5.5 可调开关速度/斜率

为了优化电磁辐射，可以通过在SRP引脚和接地之间连接外部电阻来调节MOSFET的开关速度。这样可以平衡电磁辐射和电力消耗分散。将SRP引脚短接至接地代表最快的开关速度。打开SRP引脚代表最慢的开关速度。建议在此SRP引脚上接一个高欧姆电阻，如 200k Ω 。

开关速度调整的精度取决于所用外部电阻的精度。建议使用精确的电阻器。

图 14 显示了电阻值和开关时间之间的简化关系。

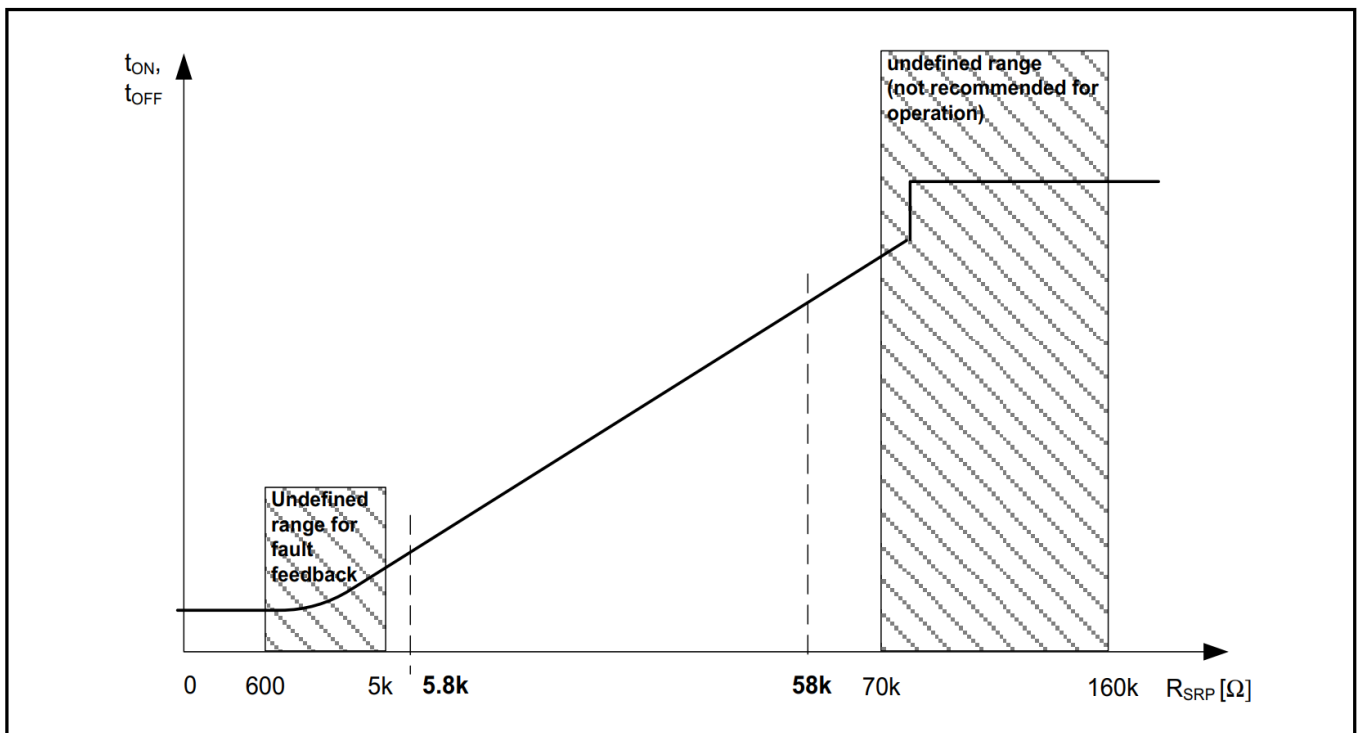


图 14 开关时间与SRP引脚上使用的 R_{SRP} 电阻值之间的典型简化关系 ($V_{BAT} = 13.5V$)

不建议在开关过程中改变斜率阻抗（提供的器件， $V_{DD} > V_{DD(UV_ON)}$ ）。否则可能会出现未定义的开关行为。

故障模式下的斜率（故障信号置位）：

除了正常的斜率功能外，SRP 引脚还可用作故障反馈输出。如果因过温检测导致锁定故障，SRP 引脚将在内部上拉至 V_{DD} 。详情请参阅第21页的“SRP 引脚功能描述”。在此运行模式（锁存故障信号）中，将忽略由 R_{SRP} 控制的斜率，并将开关速度（动态特性）设置为故障模式默认值。只要故障信号处于置位状态且 SRP 引脚未短路至接地，SRP 就会对器件应用默认斜率调整（例如 $R_{SRP} = 5.8k \Omega$ ）。

如果 SRP 引脚从外部上拉至正常 SRP 引脚电压 $V_{SRP(NOR)}$ 以上（例如至 V_{DD} ），则将应用最慢的斜率设置。

5.6 特性

请参阅第25页的“功率级”电气特性表。

6 保护功能

设备提供嵌入式保护功能。集成的保护功能旨在防止IC在数据手册所述故障条件下被毁坏。故障情况被认为超出了正常工作范围。保护功能不是为了连续重复的操作而设计的。过温由SRP引脚上的高逻辑活动故障信号指示。

6.1 输出过压钳位

BTF3050TE配备了电压钳位电路，可将漏源电压 V_{DS} 保持在一定水平 $V_{OUT(CLAMP)}$ 。过电压钳位凌驾于其他保护功能之上。必须限制电力消耗分散，以保持允许的最大结温。

此功能也用在归纳钳位方面。另请参阅第13页的“输出钳位”了解更多详情。

6.2 带锁存故障信号的热保护

该器件可通过集成温度传感器进行保护，防止因过载和/或不良冷却条件而导致过温。如果器件处于活动状态，则可以使用热保护。

该器件包含绝对温度($T_{J(SD)}$)和动态温度限制($\Delta T_{J(SW)}$)。触发其中之一将导致输出关断。

关断将以最快的斜率完成。BTF3050TE具有热重启功能。如果输入(IN)仍为高电平，结温降至热迟滞以下后，器件将再次导通。

如果检测到过温，故障信号将被置位，SRP引脚将在内部上拉至 V_{DD} 。此状态独立于IN信号锁存，从而提供稳定的故障信号供微控制器读取。锁存的故障信号需要在SRP引脚上通过低电平信号($V_{SRP} < V_{SRP(RSET_MIN)}$)复位，前提是在此期间温度至少已降至热滞后值以下。为了可靠地复位锁存器，需要将SRP引脚拉低至少 t_{RESET} 。

只要故障信号处于置位状态并且SRP引脚没有短路到接地，就会对器件应用快速默认斜率调整（例如对于 $R_{SRP} = 5.8k\Omega$ ）。

如果锁存的故障信号未复位，则器件逻辑保持活动状态（即使IN = 低），也不会进入静态电流模式，因此不会达到正常电源电流 I_{DD} 的上限。

请参阅第21页的“诊断”了解有关反馈和回归功能的详细信息。

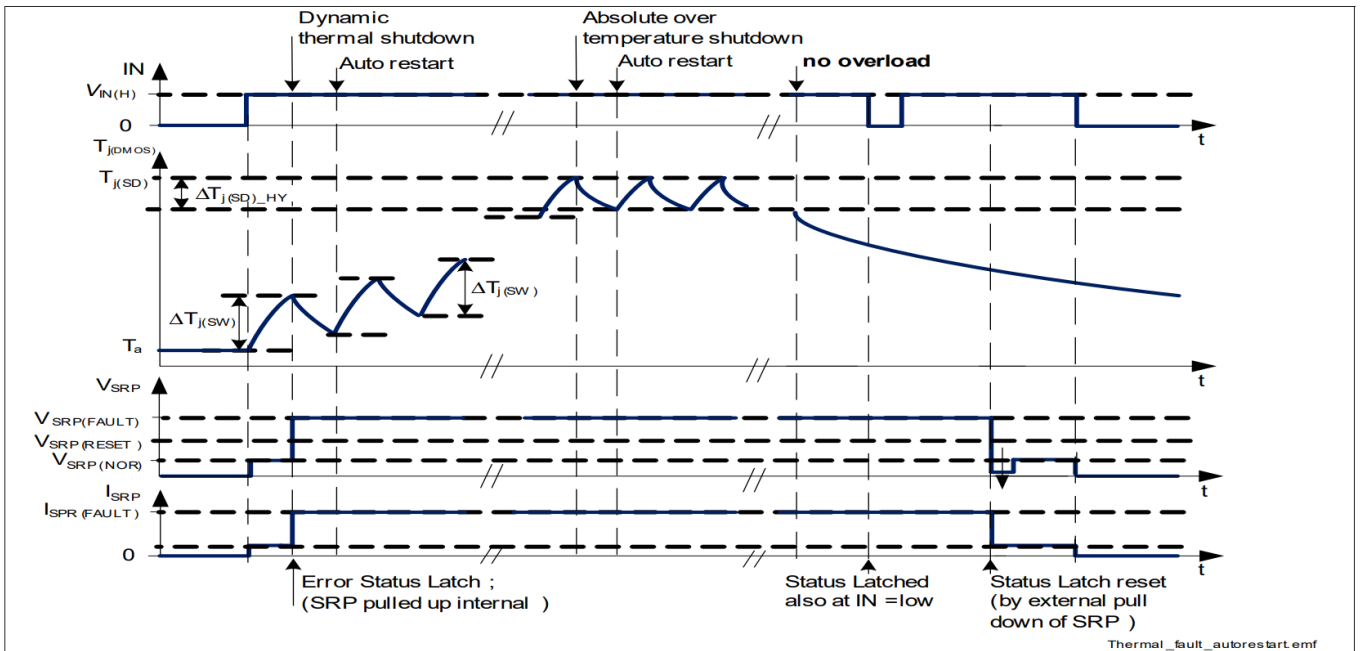


图15 过载或短路情况下的热保护关断场景

注释：为了更好地理解，时间尺度不是线性的。该图纸的实际时间顺序取决于应用。

6.3 过流限制/短路行为

该器件提供智能过流限制，可针对短路情况提供保护，同时还允许负载浪涌电流高于电流限制水平。为了实现这一点，器件具有电流限制电平 $I_{L(LIM)}$ ，该电平由更高的触发电平 $I_{L(LIM)_TRIGGER}$ 触发。

短路条件是器件的过载条件。

如果负载电流限制 I_L 达到电流触发水平 $I_{L(LIM)_TRIGGER}$ ，内部电流限制将被激活，器件将电流限制为较低值 $I_{L(LIM)}$ 。器件开始升温。当达到热关断温度 $T_{J(SD)}$ 时，器件关断。从电流限制开始到过热关断的时间在很大程度上取决于冷却条件。

如果输入仍为高电平，则在测量温度降至热迟滞以下后，器件将再次导通。电流限制触发器是一个锁存信号。它只能通过输入(IN)引脚为低电平并同时复位故障锁存器(SRP引脚=低电平(低于复位复位值))来复位。这意味着，如果输入在短路期间始终保持高电平，电流将在以下脉冲(热重启期间)被限制为 $I_{L(LIM)}$ 。它还表示输出电流被限制在电流限制水平 $I_{L(LIM)}$ ，直到电流限制触发不再发生重启。

图16 展示出这种行为。

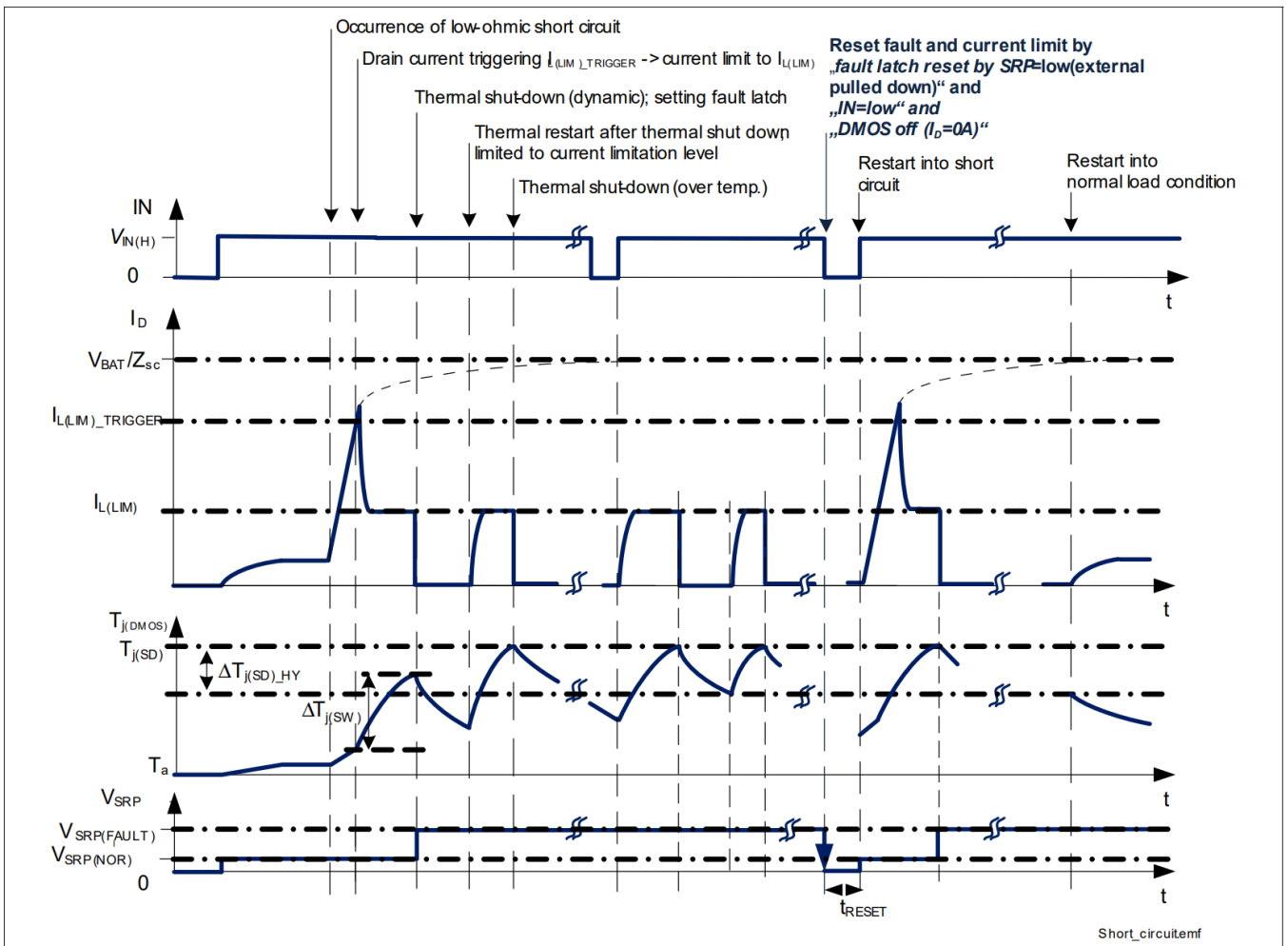


图 16 通过电流限制和热关断实现短路保护，并在 SRP 上锁存故障信号（有效值为 $R_{SRP} = 5...70\text{ k}\Omega$ ）

注释：为了更好地理解，时间尺度不是线性的。该图纸的实际时间顺序取决于应用。

过载电流低于电流限制触发水平时的行为

较低的电流限制水平 $I_{L(LIM)}$ 也将由热关断触发。这可能是电流仍低于过流限制触发水平 ($I_L < I_{L(LIM_TRIGGER)}$) 时的过载情况。

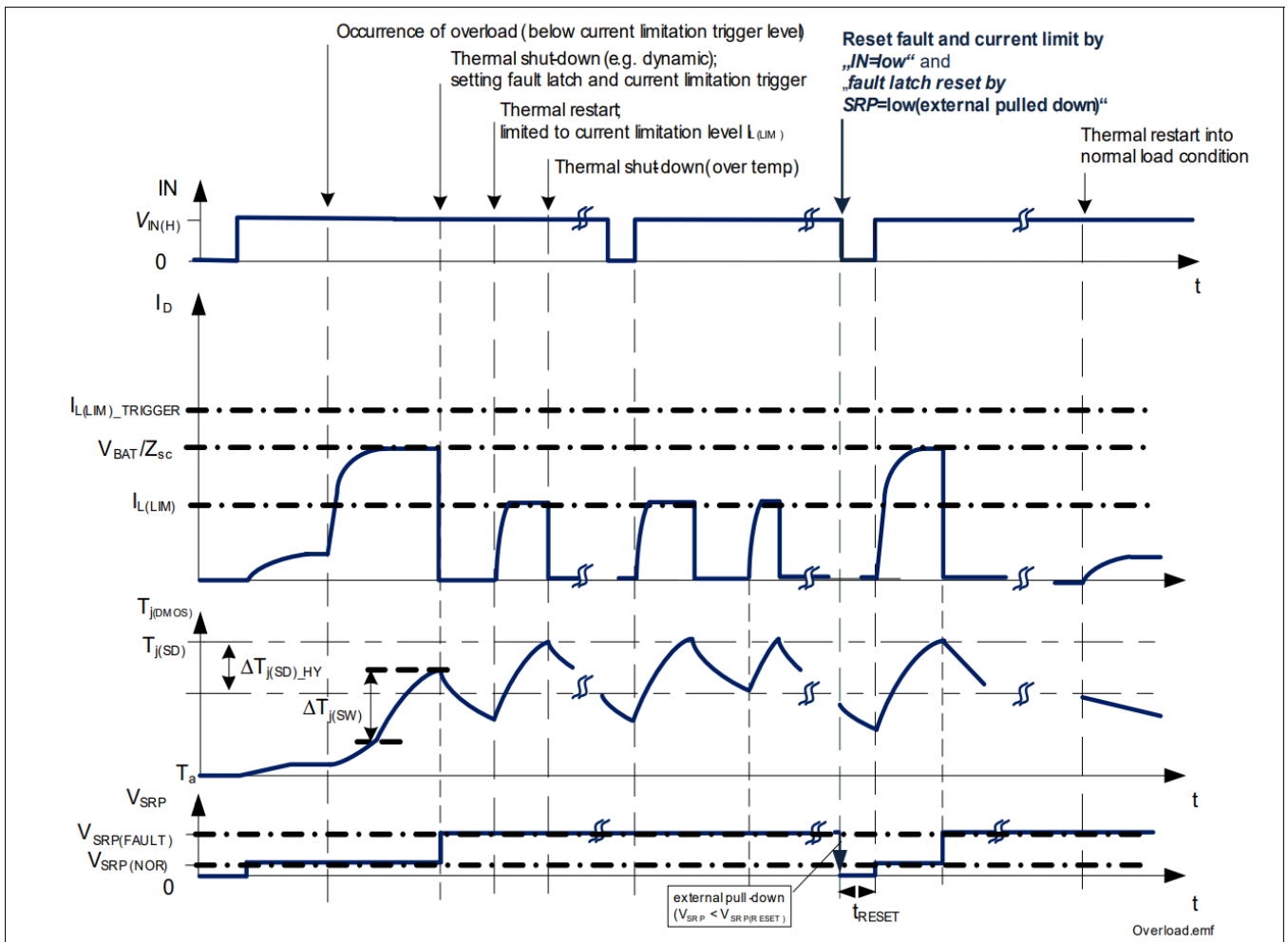


图 17 热关断时的过载行为示例

注释: 为了更好地理解, 时间尺度不是线性的。该图纸的实际时间顺序取决于应用。

6.4 特性

图 18 请参阅第26页的“保护”电气特性表。

7 诊断

BTF3050TE 在 SRP 引脚上提供由过温关断触发的锁存数字故障反馈信号。

此外，器件还具有通过 SRP 引脚可调的斜率。

7.1 SRP 引脚功能描述

BTF3050TE 通过组合状态和斜率预设引脚 (SRP) 提供数字状态信息。该引脚有三种操作模式：

正常运行模式（斜率模式；低信号）

该引脚用于定义 BTF3050TE 的开关速度。

外部接地电阻定义了用于切换功率 DMOS 的栅极驱动级的强度。SRP 引脚作为受控低电压输出，正常电压高达 $V_{SRP(NOR)}$ ，通过斜率调整电阻从 V_{DD} 驱动 SRP 引脚的电流。

有关此功能的详细信息，请参阅第 15 页的“可调开关速度 / 斜率”。

正常运行模式下 SRP 引脚上的电压为 $V_{SRP(NOR)}$ ，向微控制器发出低信号。

锁存反馈模式（内部上拉至 V_{DD} ；高信号）

该引脚用于在过热关闭后向微控制器发出警报反馈。

SRP 引脚通过内部上拉源拉至 V_{DD} ，提供典型电流 $I_{SRP(FAULT)}$ ，旨在向微控制器发出逻辑高电平信号。此模式始终保持有效，不受输入引脚状态或内部重启的影响，直至复位（见下文）。

在此模式下，器件的斜率被置位为快速“故障”模式斜率（类似于 $R_{SRP} = 5.8k\Omega$ ）时的开关时间。锁存故障/反馈模式和信号可在斜率电阻器 $5k\Omega < R_{SRP} < 70k\Omega$ 时获得。（另请参阅在第 22 页的图 21“锁存故障/反馈的可用性取决于斜率电阻 R_{SRP} ”）

复位锁存器（外部下拉）

该引脚用作输入引脚，将器件置位回正常模式并复位故障锁存器。

为了复位器件，通过外部下拉（例如使用微控制器 I/O 作为下拉）将 SRP 引脚上的电压强制低于复位阈值 $V_{SRP(RESET)}$ 。

如果 SRP 引脚被拉低至低于 $V_{SRP(RESET)}$ 并持续至少 t_{RESET} 时间，则逻辑将复位反馈锁存器，前提是在此期间其温度至少下降了热迟滞 $\Delta T_{j(SW)_HYS}$ 。

如果输入也被拉低，电流限制触发电平也将被复位（再次启用高电流）。

图 19 显示了所使用的简化电路。

只要锁存的故障信号未被复位，器件逻辑就会保持活动状态（即使 $I_N = 低$ ），而不会进入静态电流模式。

8 供电和输入级

8.1 供电电路

电源引脚 V_{DD} 受到静电防护脉冲的保护，如图 22 所示。

该器件的电源并非内部稳压，而是直接由外部电源供电。因此，需要一个具有反极性保护和缓冲功能的 5V（或 3.3V）电源。为了实现合理的导通电阻 $R_{DS(ON)}$ 和指定的开关速度，需要一个 5V（或 3.3V）电源。

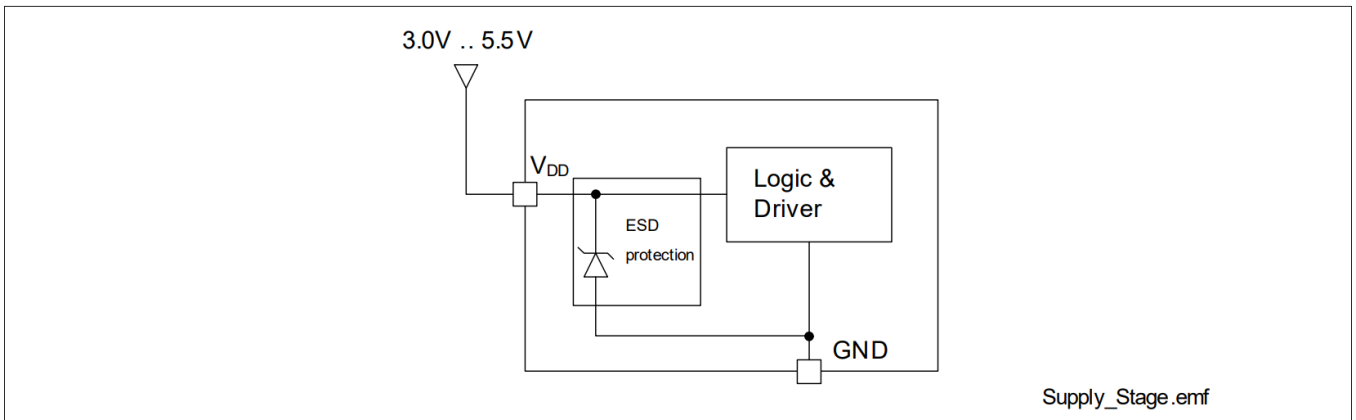


图 22 电源电路

8.1.1 欠压关断

为了确保在所有允许条件下器件的行为稳定且明确，需要对供电电压 V_{DD} 进行监控。

如果供电电压 V_{DD} 降至低于关闭阈值 $V_{DD(TH)}$ ，则输出关闭。在这种情况下，所有锁存器也将被复位。器件功能仅适用于电源电压高于供电电压阈值 $V_{DD(TH)}$ 的情况。当 $V_{DD} < V_{DD(TH)}$ 时，不保证故障反馈。

8.2 输入电路

图 23 所示为 BTF3050TE 的输入电路。由于内部下拉，可以确保器件在输入引脚开路时关闭。齐纳结构可保护输入电路免受静电防护脉冲的影响。由于 BTF3050TE 有一个电源引脚，功率 MOS 的 $R_{DS(ON)}$ MOS 输入引脚上的电压无关（假设 V_{DD} 足够）。

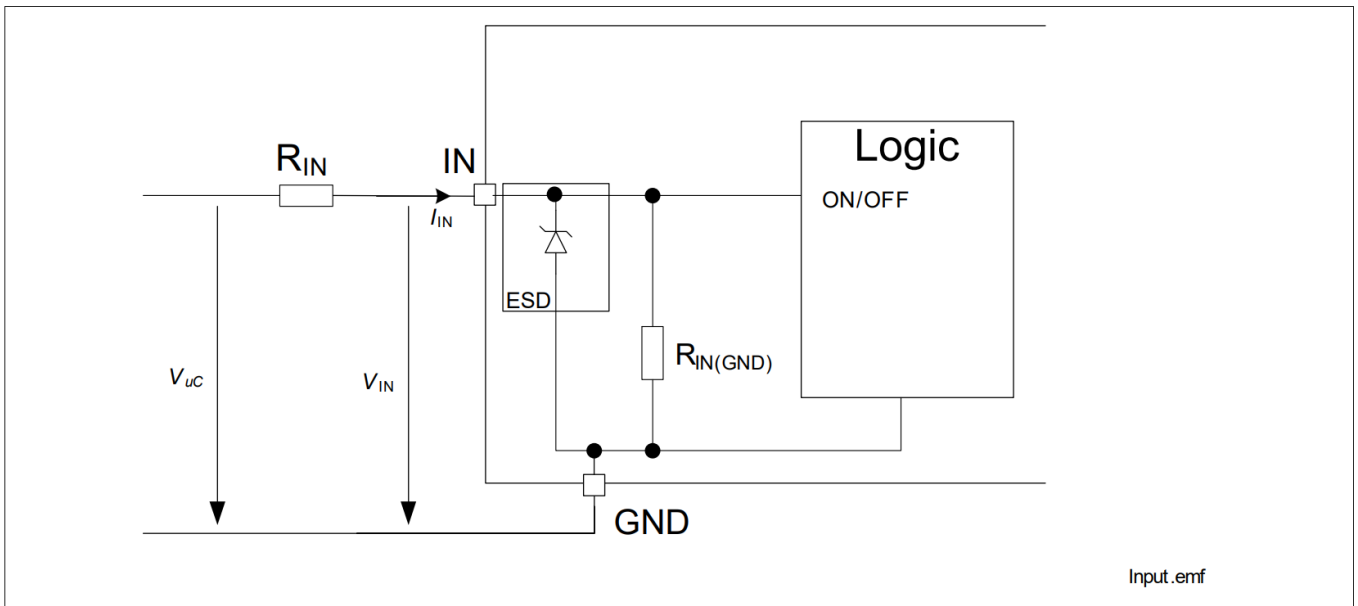


图 23 简化的输入电路

8.3 特性

请参阅第29页的“供电和输入级”电气特性表。

9 电气特性

注释：特性显示给定输入电压和结温下参数的偏差。典型值显示了制造和典型应用条件下预期的典型参数。

所有电压和电流的命名和极性均符合第6页的图3“电气参数的命名定义”

9.1 功率级

请参阅第12页的“功率级”一章了解参数描述和更多详细信息。

表 5 电气特性：功率级

$T_J = -40\text{ °C}$ 至 $+150\text{ °C}$, $V_{DD} = 3.0\text{ V}$ 至 5.5 V , $V_{BAT} = 8\text{ V}$ 至 18 V , 所有电压均相对于接地, 正向流入引脚的电流 (除非另有说明)

Pos.	Parameter	Symbol	Limit Values			Unit	Note / Test Condition
			Min.	Typ.	Max.		
功率级 - 静态特性							
9.1.1	On-State resistance	$R_{DS(ON)}$	-	40	-	mΩ	$I_L = I_{L(NOM)}$; $V_{DD} = 5\text{ V}$; $T_J = 25\text{ °C}$
			-	80	100	mΩ	$I_L = I_{L(NOM)}$; $V_{DD} = 5\text{ V}$; $T_J = 150\text{ °C}$
9.1.2	Nominal load current	$I_{L(NOM)}$	-	3.0	-	A	¹⁾ $T_J < 150\text{ °C}$; $V_{DD} = 5\text{ V}$;
9.1.3	OFF state load current, Output leakage current	$I_{L(OFF)}$	-	-	2	μA	²⁾ $V_{OUT} = V_{BAT} = 13.5\text{ V}$; $V_{IN} = 0\text{ V}$; $V_{DD} = 5\text{ V}$; $T_J \leq 85\text{ °C}$
	OFF state load current, Output leakage current	$I_{L(OFF)}$	-	-	1	μA	$V_{OUT} = V_{BAT} = 13.5\text{ V}$; $V_{IN} = 0\text{ V}$; $V_{DD} = 5\text{ V}$; $T_J = 25\text{ °C}$
	OFF state load current, Output leakage current	$I_{L(OFF)}$	-	1.5	4	μA	$V_{OUT} = V_{BAT}$; $V_{IN} = 0\text{ V}$; $V_{DD} = 5\text{ V}$; $T_J = 150\text{ °C}$

反向二极管

9.1.4	Reverse diode forward voltage	$-V_{DS}$	-	1.0	-	V	$T_J = -40\text{ °C}$ $I_D = -I_{L(NOM)}$; $V_{IN} = 0\text{ V}$
			-	0.8	-		$T_J = 25\text{ °C}$ $I_D = -I_{L(NOM)}$; $V_{IN} = 0\text{ V}$
			-	0.7	1.0		$T_J = 150\text{ °C}$ $I_D = -I_{L(NOM)}$; $V_{IN} = 0\text{ V}$

表 5 电气特性：功率级 (续)

$T_J = -40\text{ °C}$ 至 $+150\text{ °C}$, $V_{DD} = 3.0\text{ V}$ 至 5.5 V , $V_{BAT} = 8\text{ V}$ 至 18 V , 所有电压均相对于接地, 正向流入引脚的电流 (除非另有说明)

Pos.	Parameter	Symbol	Limit Values			Unit	Note / Test Condition
			Min.	Typ.	Max.		

功率级 - 动态特性 - 开关时间调整

$V_{BAT} = 13.5\text{ V}$; $V_{DD} = 5\text{ V}$; 阻性负载: $R_L = 4.7\text{ }\Omega$; $C_{SRP-GND} < 100\text{ pF}$;
 见 [第12页的图10](#) “**阻性负载的功率输出时序定义**” 了解定义细节

9.1.5	Turn-on delay time	t_{DON}	2	4	7.5	μs	$R_{SRP} = 0\text{ }\Omega$
			2.5	5	8.5	μs	$R_{SRP} = 5.8\text{ k}\Omega$
			5	10	15	μs	$R_{SRP} = 58\text{ k}\Omega$
9.1.6	Turn-off delay time	t_{DOFF}	2	4	7.5	μs	$R_{SRP} = 0\text{ }\Omega$
			2.5	5	8.5	μs	$R_{SRP} = 5.8\text{ k}\Omega$
			10	20	30	μs	$R_{SRP} = 58\text{ k}\Omega$
9.1.7	Turn-on output fall time	t_F	0.65	1.3	2.0	μs	$R_{SRP} = 0\text{ }\Omega$
			1	2	3	μs	$R_{SRP} = 5.8\text{ k}\Omega$
			10	20	30	μs	$R_{SRP} = 58\text{ k}\Omega$
9.1.8	Turn-off output rise time	t_R	0.65	1.3	2.0	μs	$R_{SRP} = 0\text{ }\Omega$
			1	2	3	μs	$R_{SRP} = 5.8\text{ k}\Omega$
			10	20	30	μs	$R_{SRP} = 58\text{ k}\Omega$
9.1.9	Turn-on Slew rate ³⁾	$-(\Delta V/\Delta t)_{ON}$	11	22	33	$\text{V}/\mu\text{s}$	$R_{SRP} = 0\text{ }\Omega$
			7	13	21	$\text{V}/\mu\text{s}$	$R_{SRP} = 5.8\text{ k}\Omega$
			0.7	1.4	2	$\text{V}/\mu\text{s}$	$R_{SRP} = 58\text{ k}\Omega$
9.1.10	Turn-off Slew rate ³⁾	$(\Delta V/\Delta t)_{OFF}$	11	22	33	$\text{V}/\mu\text{s}$	$R_{SRP} = 0\text{ }\Omega$
			7	13	21	$\text{V}/\mu\text{s}$	$R_{SRP} = 5.8\text{ k}\Omega$
			0.7	1.4	2	$\text{V}/\mu\text{s}$	$R_{SRP} = 58\text{ k}\Omega$

功率级 - 动态特性 - 故障模式 (锁定故障信号设置)^{4),5)}

$V_{BAT} = 13.5\text{ V}$; $V_{DD} = 5\text{ V}$; 阻性负载: $R_L = 4.7\text{ }\Omega$; **锁定故障置位**;
 见 [第12页的图10](#) “**阻性负载的功率输出时序定义**” 了解定义细节

请参阅**功率级 - 动态特性 - 开关时间调整** 当 $R_{SRP} = 5.8\text{ k}\Omega$ 时 (见上文)

- 1) 未经生产测试, 由 R_{thJA} 和 $R_{DS(ON)}$ 计算得出。
- 2) 无需进行生产测试, 由设计规定; 在 25 °C 下测试
- 3) 未经生产测试, 计算斜率在 90% 和 50% 之间; $\Delta V/\Delta t = (V_{OUT(90\%)} - V_{OUT(50\%)}) / (t_{90\%} - t_{50\%})$
- 4) 未经过生产测试, 由设计指定。
- 5) 如果发生过热关闭, 将应用快速斜率, 如 $R_{SRP} = 5.8\text{ k}\Omega$ 。

9.2 保护功能

请参阅 [第17页的“保护功能”](#) 了解参数描述和更多详细信息。

注释: 集成的保护功能旨在防止 IC 在数据手册所述故障条件下被毁坏。故障情况被认为超出了正常工作范围。保护功能不是为了连续重复的操作而设计的。

表 6 电气特性：保护

$T_J = -40\text{ °C}$ 至 $+150\text{ °C}$, $V_{DD} = 3.0\text{ V}$ 至 5.5 V , $V_{BAT} = 8\text{ V}$ 至 18 V , 所有电压均相对于接地, 正向流入引脚的电流 (除非另有说明)

Pos.	Parameter	Symbol	Limit Values			Unit	Note / Test Condition
			Min.	Typ.	Max.		
热关断¹⁾							
9.2.1	Thermal shut down junction temperature	$T_{J(SD)}$	150	175	200	°C	¹⁾
9.2.2	Thermal hysteresis	$\Delta T_{J(SD)_HYS}$	-	15	-	K	¹⁾
9.2.3	Dynamic temperature limitation	$\Delta T_{J(SW)}$	-	70	-	K	¹⁾
过压保护/钳位							
9.2.4	Drain clamp voltage	$V_{OUT(CLAMP)}$	40	-	-	V	$V_{IN} = 0\text{ V}$; $I_D = 10\text{ mA}$; $V_{DD} = 5\text{ V}$
电流限制							
9.2.5	Current limitation trigger level	$I_{L(LIM)_TRIGGER}$	30	45	60	A	$V_{IN} = 5\text{ V}$; $V_{DD} = 5\text{ V}$; $V_{DS} = V_{BAT}$
9.2.6	Current limitation level	$I_{L(LIM)}$	8	15	20	A	$V_{IN} = 5\text{ V}$; $V_{DD} = 5\text{ V}$; settled value; $V_{DS} = V_{BAT}$

1) 无需经过生产测试, 由设计指定。

9.3 诊断

请参阅第21页的“诊断”章节了解描述和更多详细信息。

表 7 电气特性：诊断

$T_J = -40\text{ °C}$ 至 $+150\text{ °C}$, $V_{DD} = 3.0\text{ V}$ 至 5.5 V , $V_{BAT} = 8\text{ V}$ 至 18 V , 所有电压均相对于接地, 正向流入引脚的电流 (除非另有说明)

Pos.	Parameter	Symbol	Limit Values			Unit	Note / Test Condition
			Min.	Typ.	Max.		
反馈引脚							
9.3.1	allowed SRP pin voltage operation range	V_{SRP}	-0.3	-	5.5	V	$V_{SRP} < V_{DD}$
9.3.2	SRP voltage in normal operation during slew rate adjustment mode	$V_{SRP(NOR)}$	-	0.6	0.8	V	-
9.3.3	SRP voltage in fault feedback mode (latched)	$V_{SRP(Fault)}$	0.7	-	1	$\times V_{DD}$	$R_{SRP} > 5\text{ k}\Omega$; see also 9.3.4 fault feedback latched
9.3.4	SRP pull-up current in fault feedback mode	$I_{SRP(Fault)}$	-	1.8	-	mA	$V_{DD} = 5\text{ V}$; $V_{BAT} > 13.5\text{ V}$ internal limited
9.3.5	Slew rate resistor range for normal operation, latched fault feedback available	$R_{SRP(NOR)}$	5	-	70	k Ω	¹⁾ latched fault available

表 7 电气特性：诊断（续）

$T_J = -40\text{ °C}$ 至 $+150\text{ °C}$, $V_{DD} = 3.0\text{ V}$ 至 5.5 V , $V_{BAT} = 8\text{ V}$ 至 18 V , 所有电压均相对于接地, 正向流入引脚的电流 (除非另有说明)

Pos.	Parameter	Symbol	Limit Values			Unit	Note / Test Condition
			Min.	Typ.	Max.		
9.3.6	Slew rate resistor range for extended operation, no latched fault feedback available	$R_{SRP(EXT)}$	0	–	600	Ω	¹⁾ no latched fault available
9.3.7	Fault feedback reset threshold	$V_{SRP(RESET)}$	–	1.8	–	V	–
9.3.8	Fault feedback reset time	t_{RESET}	100	–	–	μs	¹⁾ $V_{SRP} < V_{SRP(RESET)}$; no over temperature

1) 无需经过生产测试, 由设计指定。

9.4 供电和输入级

请参阅第23页的“供电和输入级”了解描述和更多详细信息。

表 8 电气特性：供电和输入

$T_J = -40\text{ °C}$ 至 $+150\text{ °C}$, $V_{DD} = 3.0\text{ V}$ 至 5.5 V , $V_{BAT} = 8\text{ V}$ 至 18 V , 所有电压均相对于接地, 正向流入引脚的电流 (除非另有说明)

Pos.	Parameter	Symbol	Limit Values			Unit	Note / Test Condition
			Min.	Typ.	Max.		
Supply							
9.4.1	Nominal supply voltage	$V_{DD(NOM)}$	3.0	5.0	5.5	V	–
9.4.2	Supply Undervoltage Shutdown Switch-on/off threshold voltage	$V_{DD(TH)}$	1.3	1.7	3.0	V	$V_{IN} = 5.0\text{ V}$
9.4.3	Supply current, continuous ON operation	$I_{DD(ON)}$	–	2.5	4	mA	device on-state $V_{DD} = 5.0\text{ V}$ $R_{SRP} = 0\ \Omega$ $I_{L(0)} = I_{L(NOM)}$ no fault signal
9.4.4	Supply current, continuous on operation with latched fault signal	$I_{DD(FAULT)}$	–	4.5	6	mA	DC condition, $V_{DD} = 5.0\text{ V}$ with fault signal
9.4.5	Supply current, inverse condition on OUT to GND	$I_{DD(-VOUT)}$	–	33	–	mA	¹⁾ ; $V_{OUT} < -0.3\text{ V}$;
9.4.6	Standby supply current	$I_{DD(OFF)}$	–	1.5	6	μA	$V_{IN} = 0\text{ V}$ $V_{DD} = 5.0\text{ V}$ $R_{SRP} = 0\ \Omega$ $T_J < 85\text{ °C}$ no fault signal
9.4.7	Standby supply current, maximum at 150°C	$I_{DD(OFF_150)}$	–	6	14	μA	$V_{IN} = 0\text{ V}$ $V_{DD} = 5.0\text{ V}$ $R_{SRP} = 0\ \Omega$ $T_J = 150\text{ °C}$ no fault signal
Input							
9.4.8	Low level input voltage	$V_{IN(L)}$	-0.3	–	0.8	V	–
9.4.9	High level input voltage	$V_{IN(H)}$	2.0	–	V_{DD}	V	–
9.4.10	Input voltage hysteresis	$V_{IN(HYS)}$	–	200	–	mV	–
9.4.11	Input pull down current	I_{IN}	–	–	160	μA	$2.7\text{ V} < V_{IN} < 5.5\text{ V}$ $-0.3\text{ V} < V_{DD} < 5.5\text{ V}$
9.4.12	Internal Input pull down resistor	$R_{IN(GND)}$	25	50	100	$\text{k}\Omega$	–

1) 无需经过生产测试, 由设计指定。

10 特性描述结果

典型性能特性

10.1 功率级

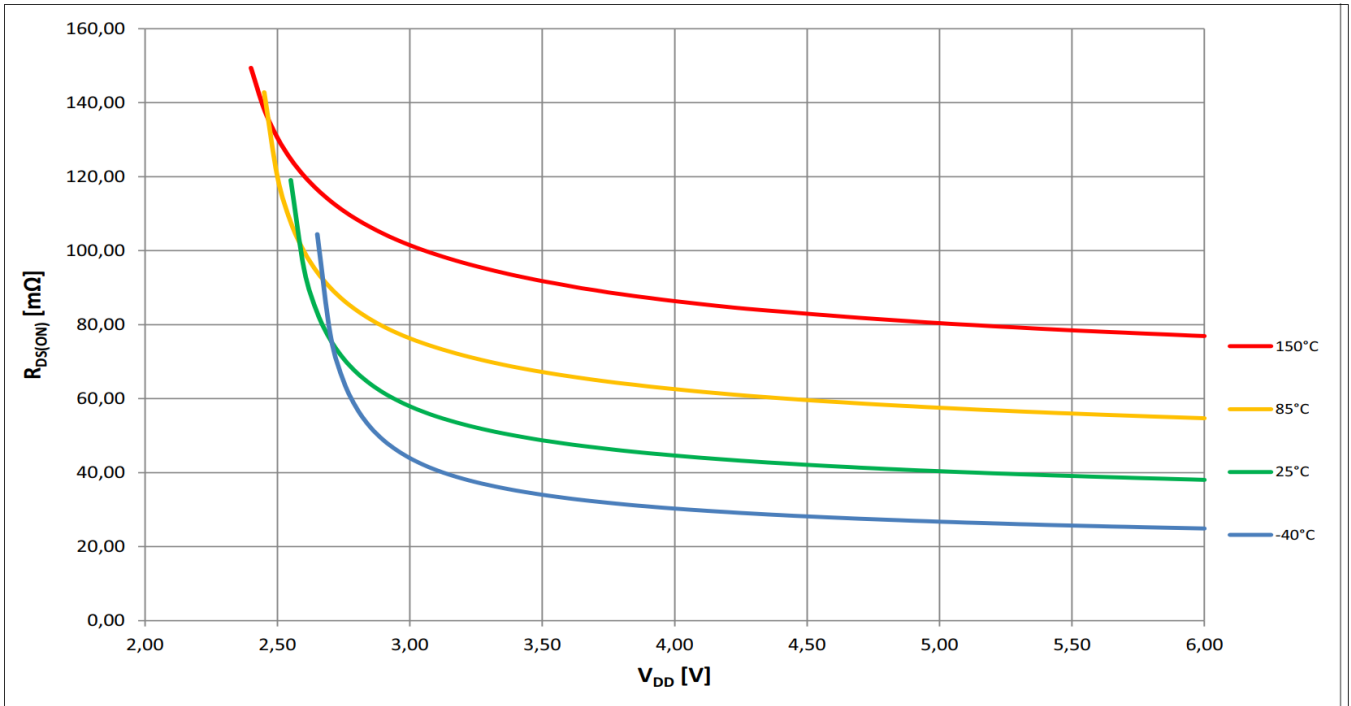


图 24 典型 $R_{DS(ON)}$ vs. V_{DD} @ $I_L=3A$

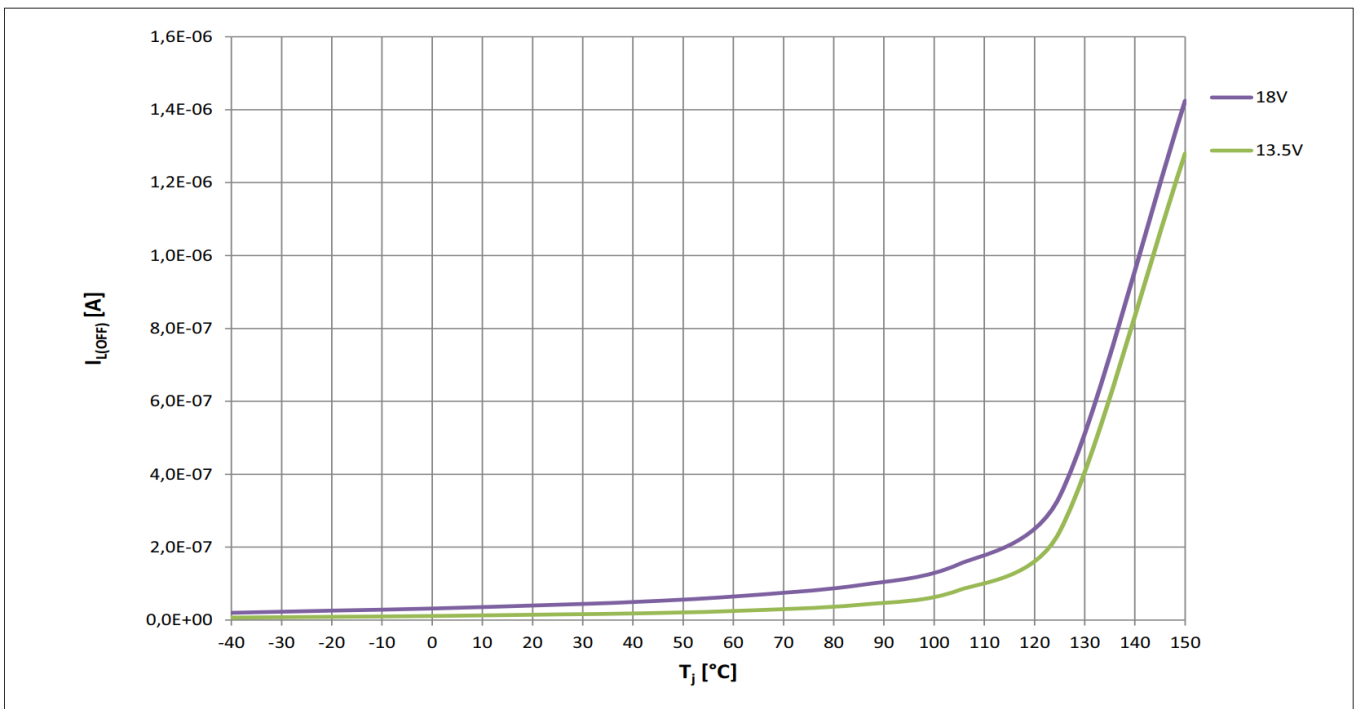


图 25 典型 $I_{L(OFF)}$ vs. T_J @ $V_{IN} = 0V$, $V_{BAT} = 13.5V$ 和 $18V$

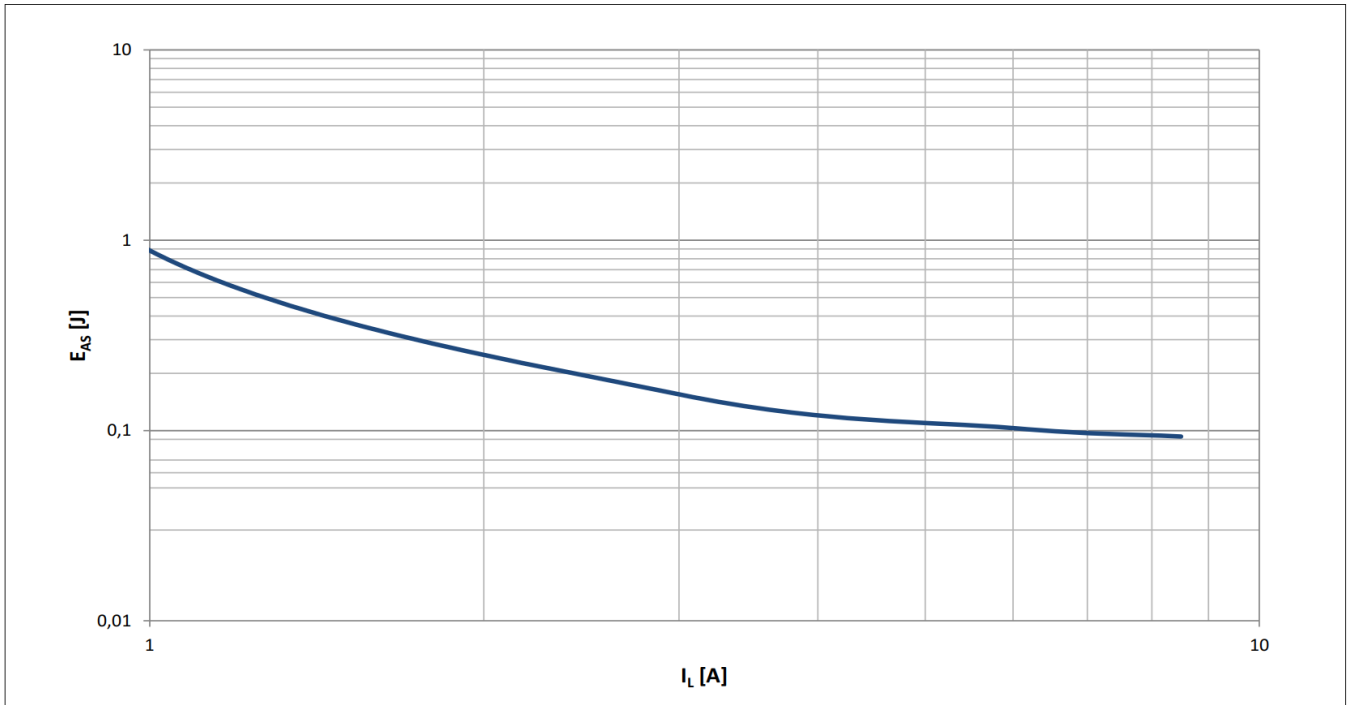


图 26 最大 E_{AS} vs. I_L @ $T_j(0)=150^\circ\text{C}$, $V_{BAT}=13.5\text{V}$

10.2 动态特性

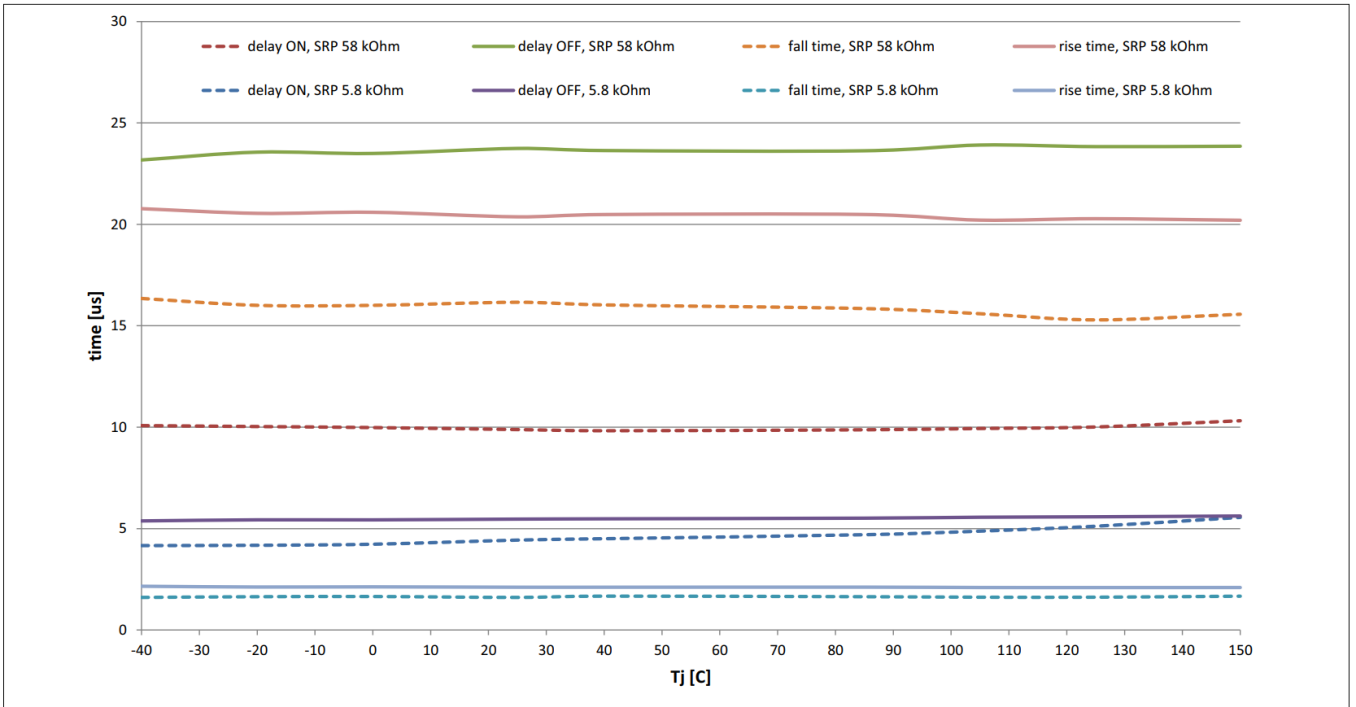


图 27 典型下降时间、上升时间、延迟开通时间、延迟关断时间 vs. Tj (-40..150°C) @ R_{SRP}=5.8kΩ 和 58kΩ
V_{DD}=5V, V_{BAT}=13.5, V_{IN}=5V

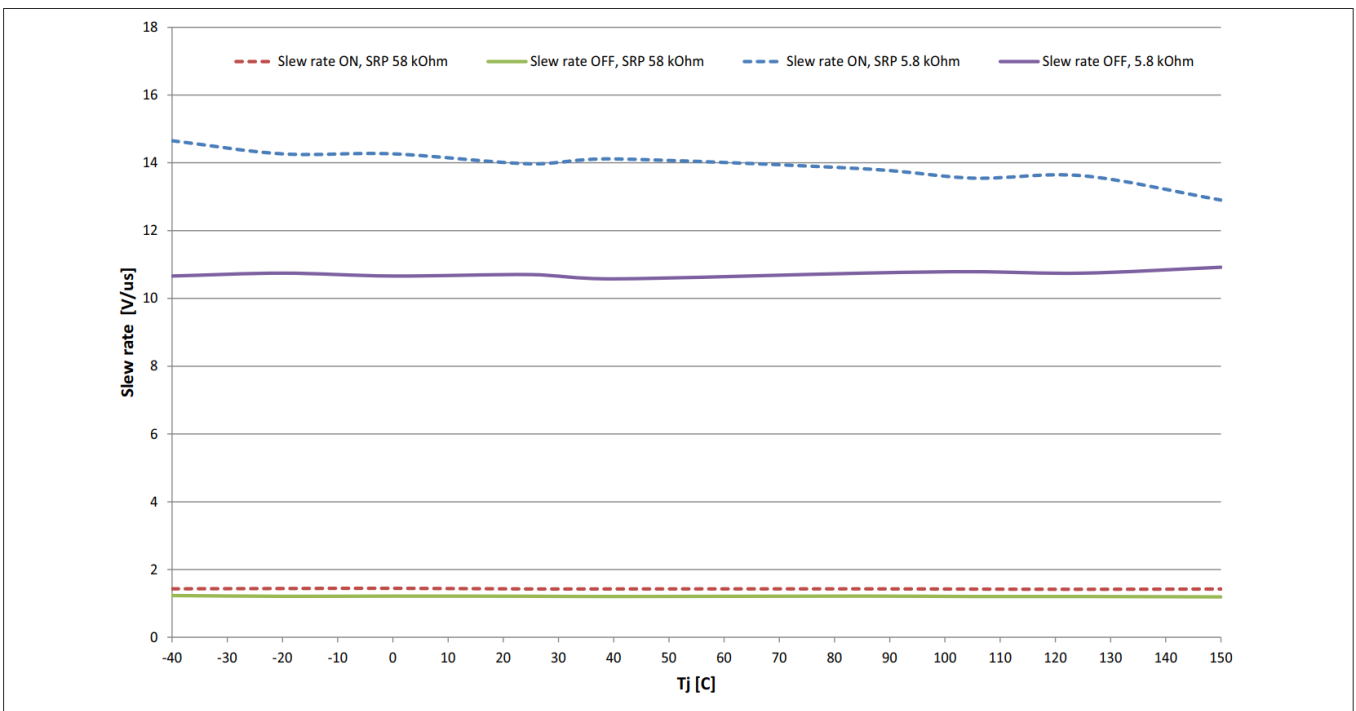


图 28 典型斜率与 vs. Tj (-40..150°C) @ R_{SRP}=5.8kΩ 和 58kΩ

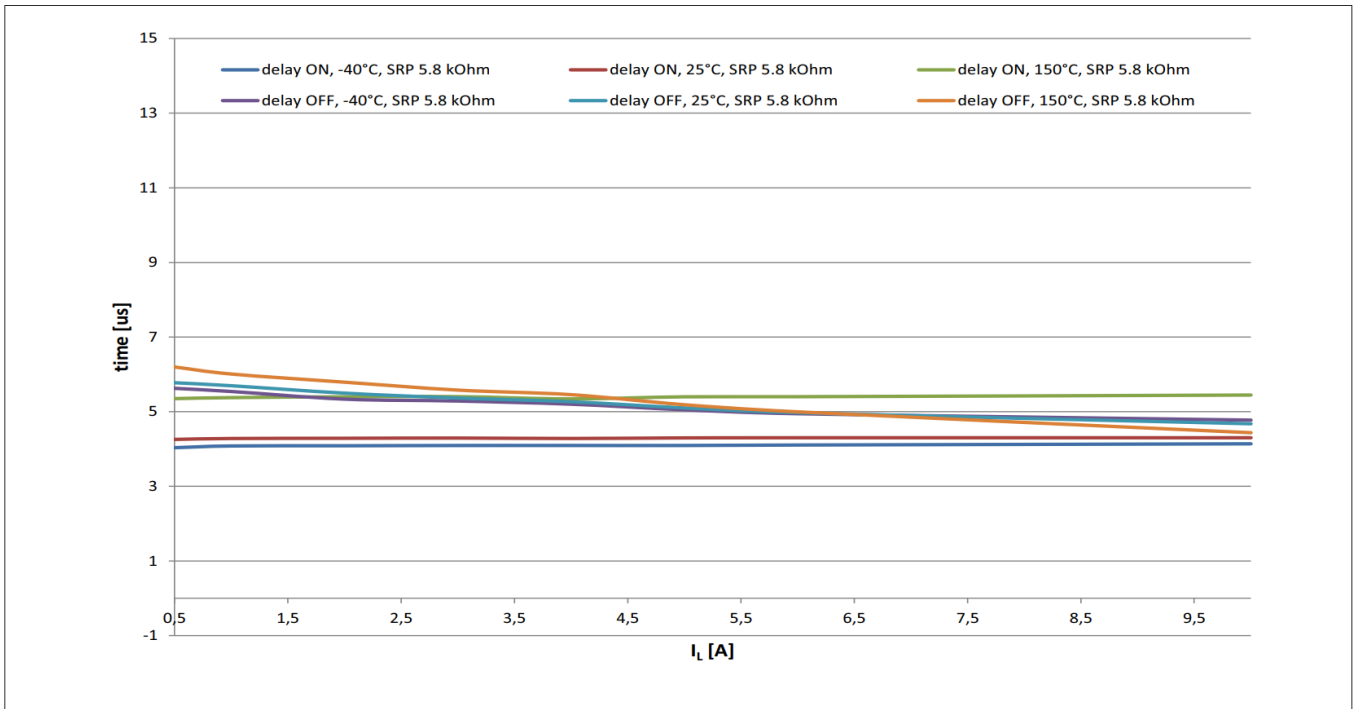


图 29 典型延时开通时间, 延时关断时间 vs. I_L @ T_j (-40..150°C) $R_{SRP}=5.8k\Omega$

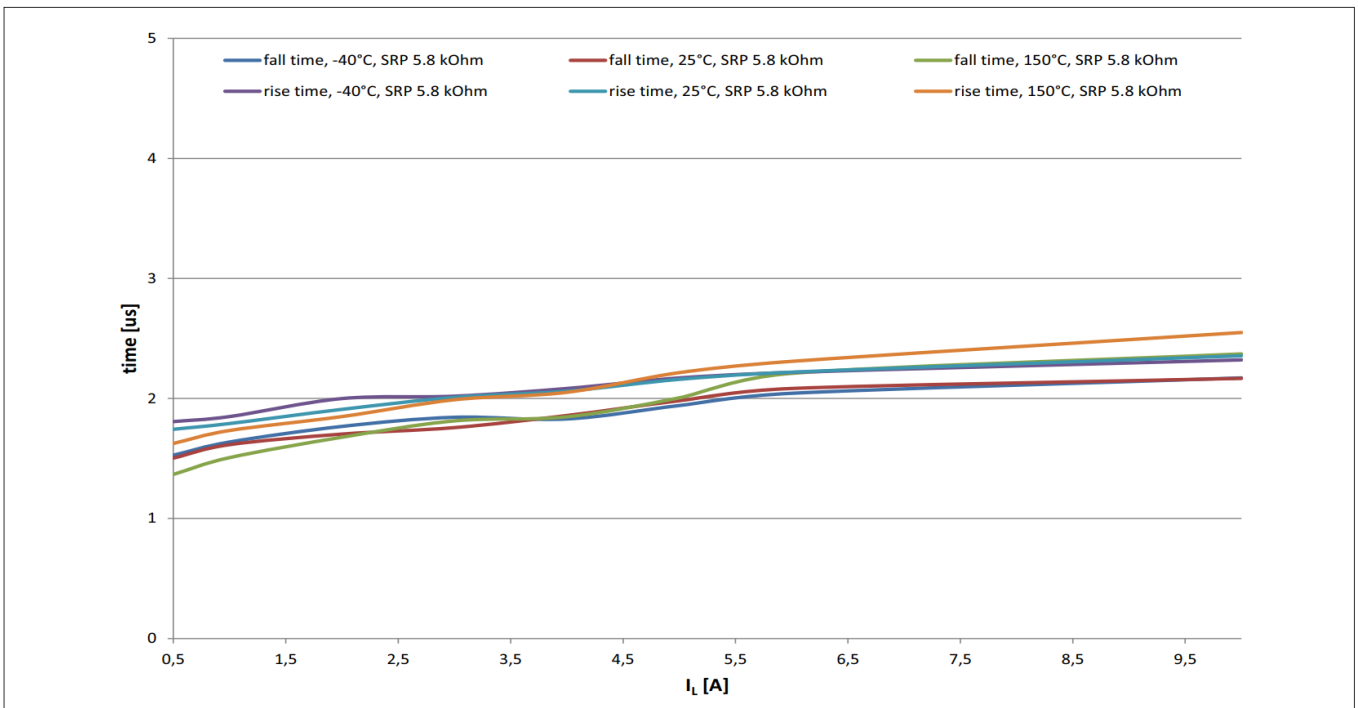


图 30 典型下降时间、上升时间与 I_L @ T_j (-40..150°C) $R_{SRP}=5.8k\Omega$

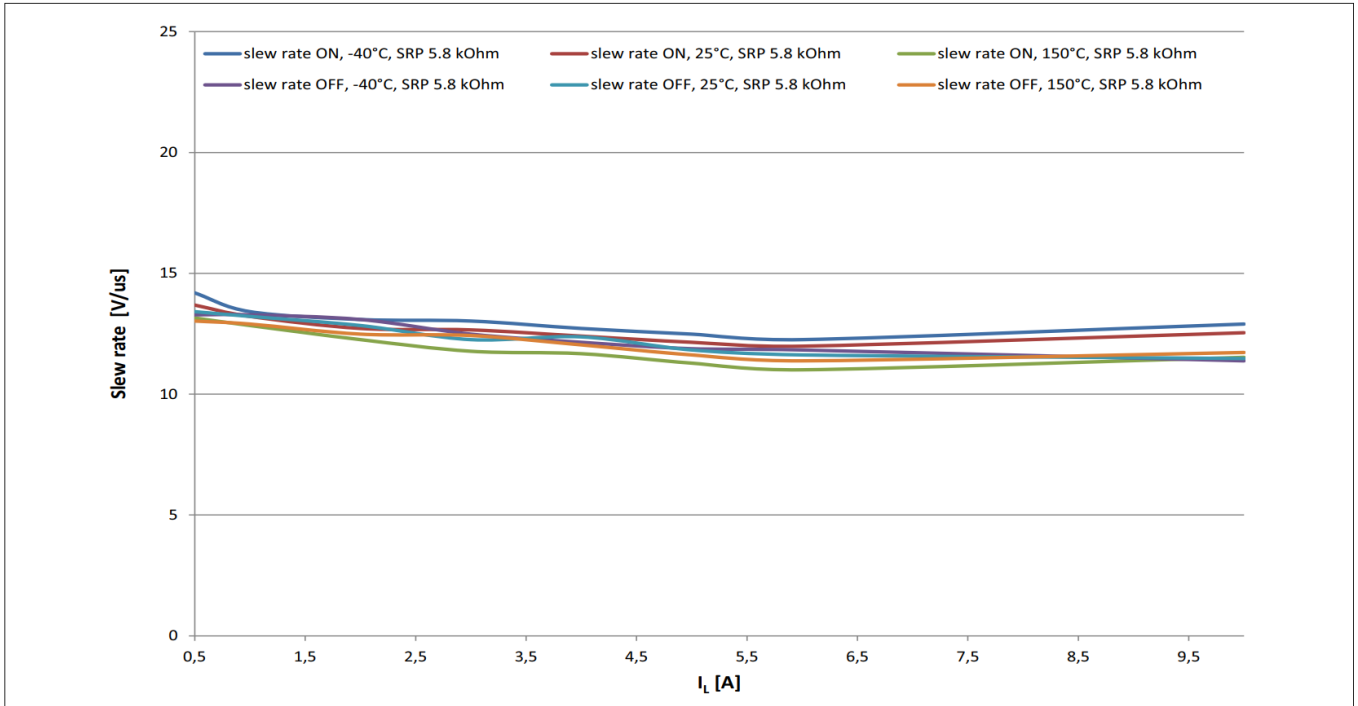


图 31 典型斜率与 I_L @ T_j (-40..150°C) $R_{SRP}=5.8k\Omega$

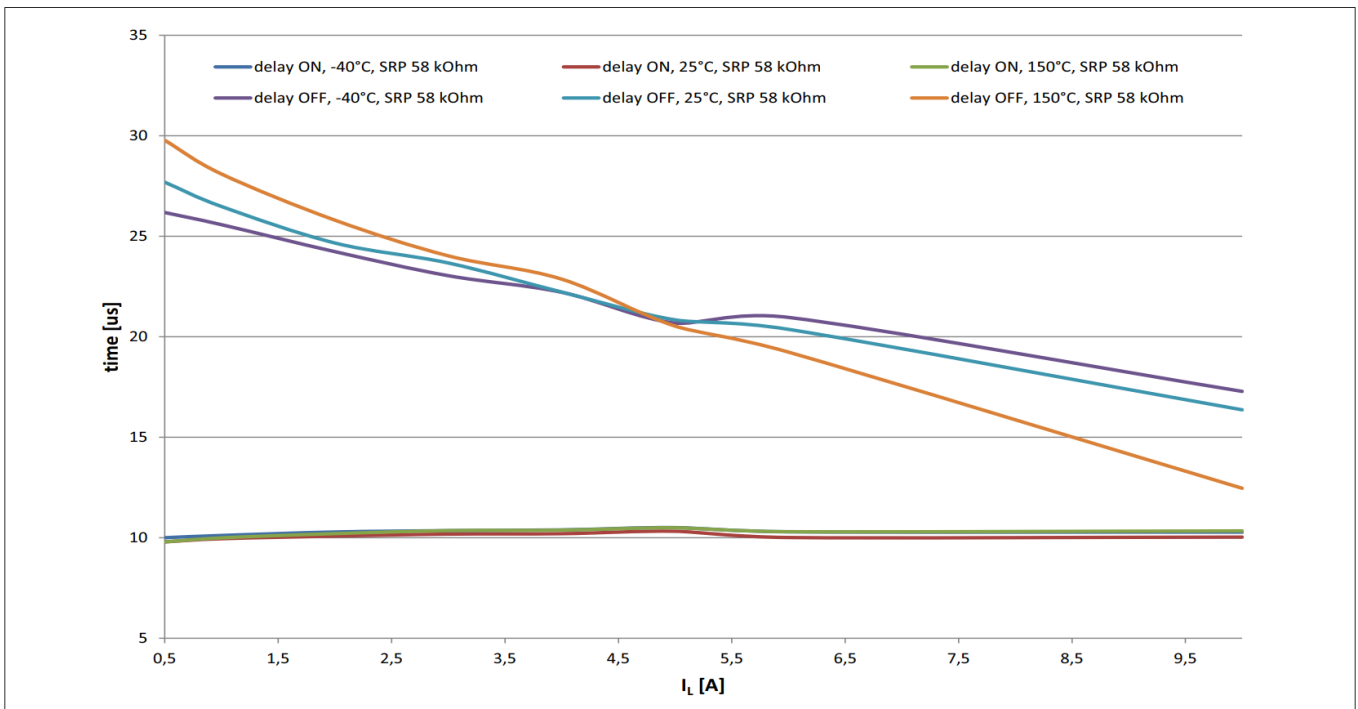


图 32 典型延时开通时间, 延时关断时间与 I_L @ T_j (-40..150°C) $R_{SRP}=58k\Omega$

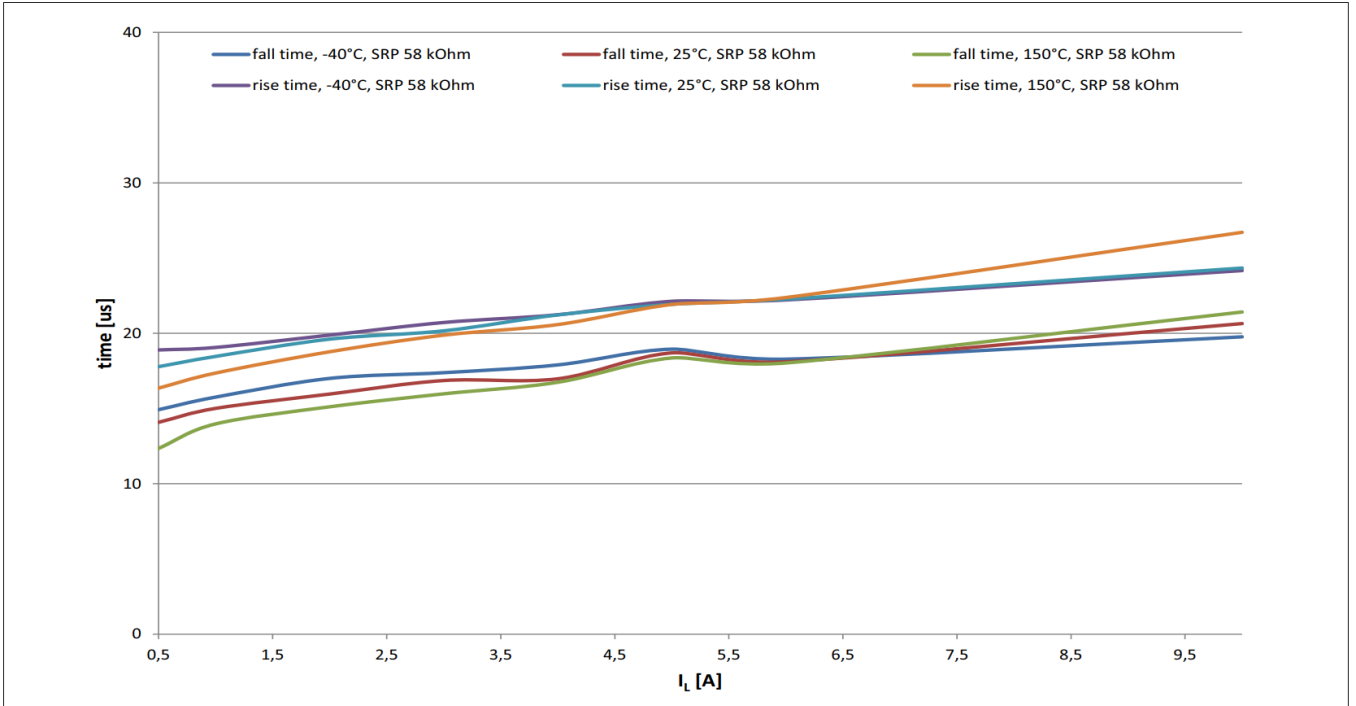


图 33 典型上升时间、下降时间与 I_L @ T_j (-40..150°C) $R_{SRP}=58k\Omega$

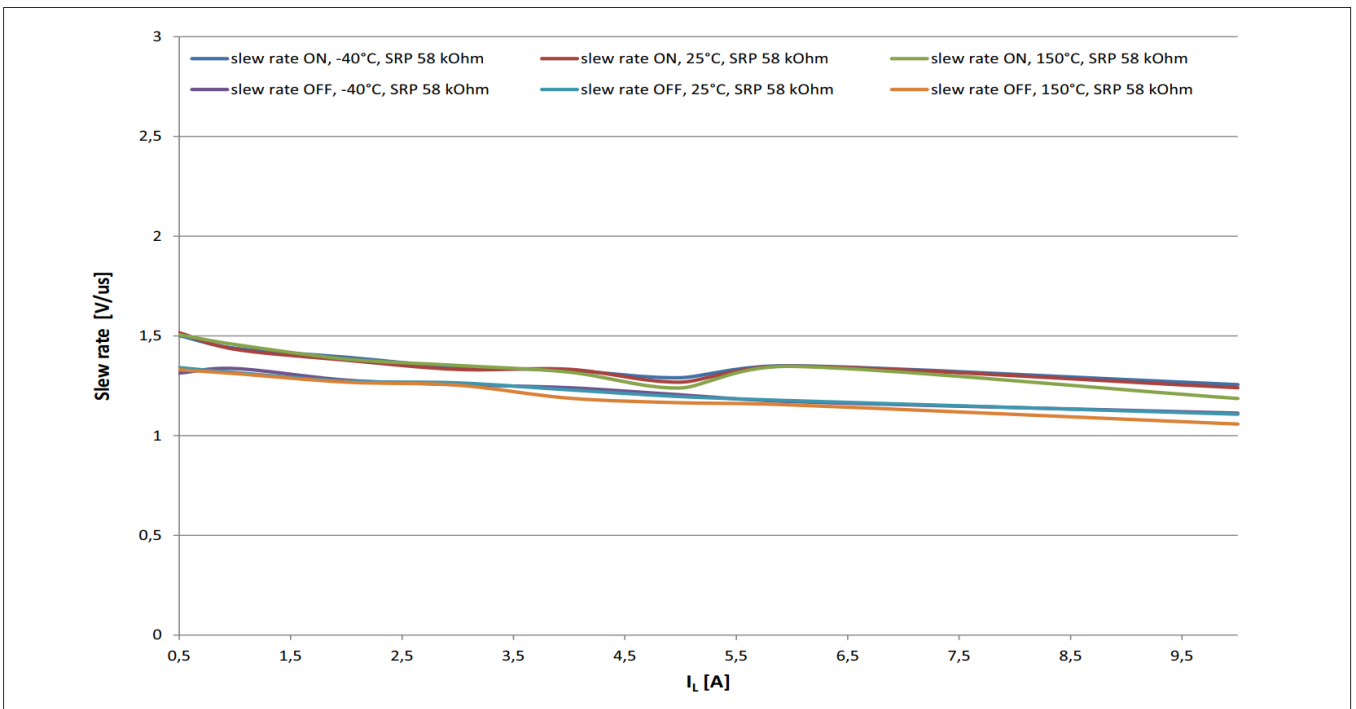


图 34 典型斜率与 I_L @ T_j (-40..150°C) $R_{SRP}=58k\Omega$

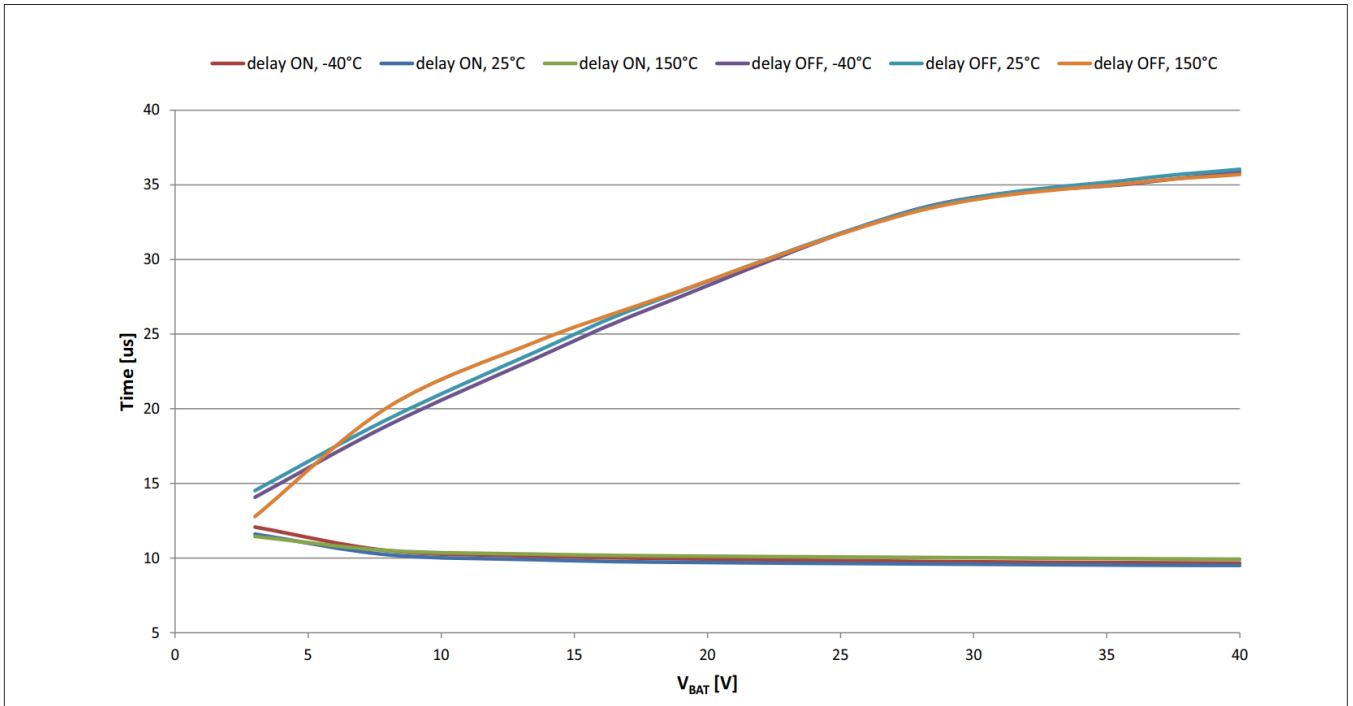


图 35 典型延时开通时间, 延时关断时间与 V_{BAT} @ T_j (-40..150°C), $I_L=I_{(NOM)}$, $R_{SRP}=58k\Omega$

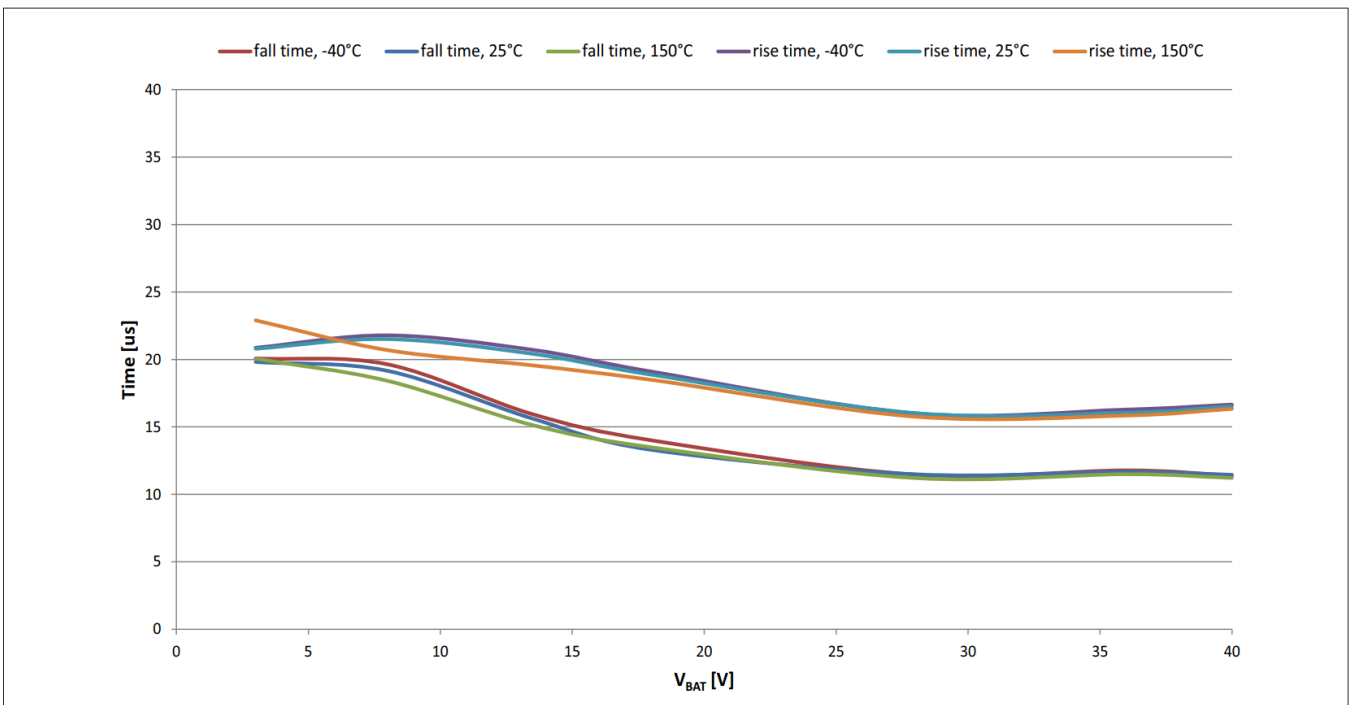


图 36 典型上升时间、下降时间与 V_{BAT} @ T_j (-40..150°C), $I_L=I_{(NOM)}$, $R_{SRP}=58k\Omega$

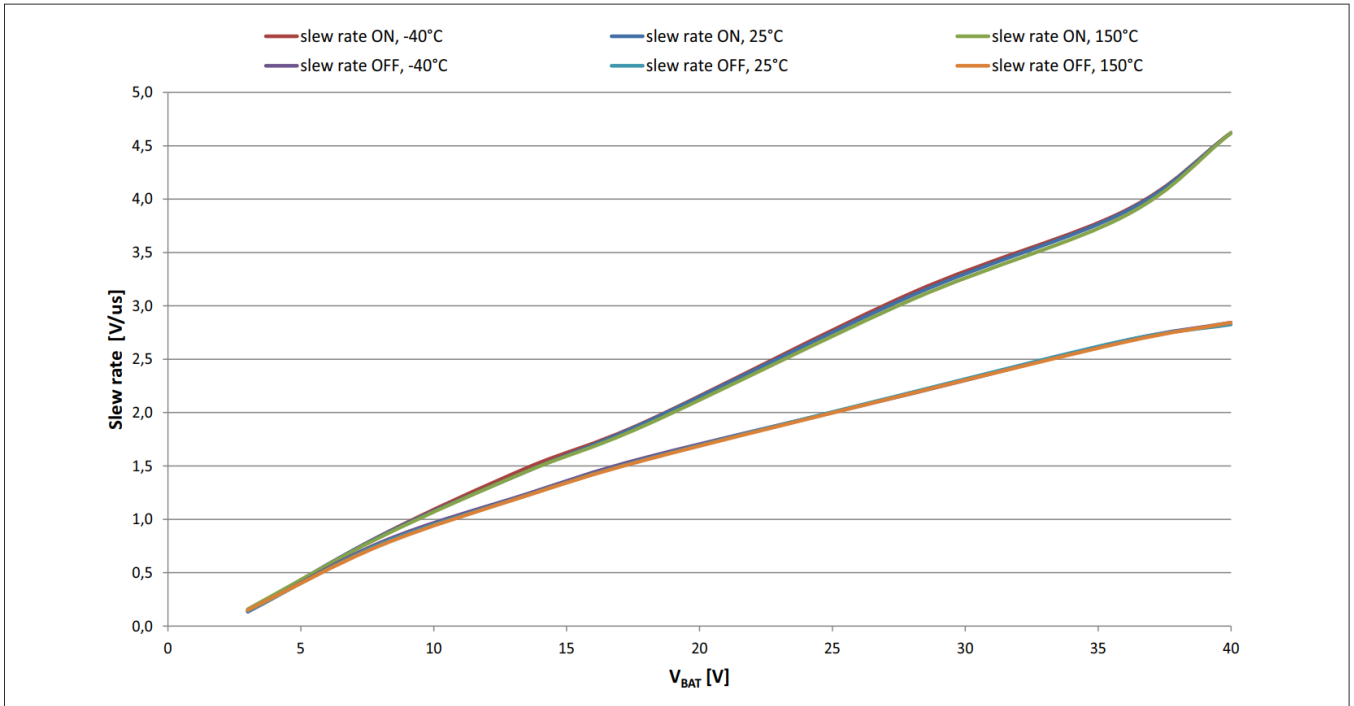


图 37 典型斜率与 V_{BAT} @ T_j (-40..150°C), I_L=I_(NOM), R_{SRP}=58kΩ

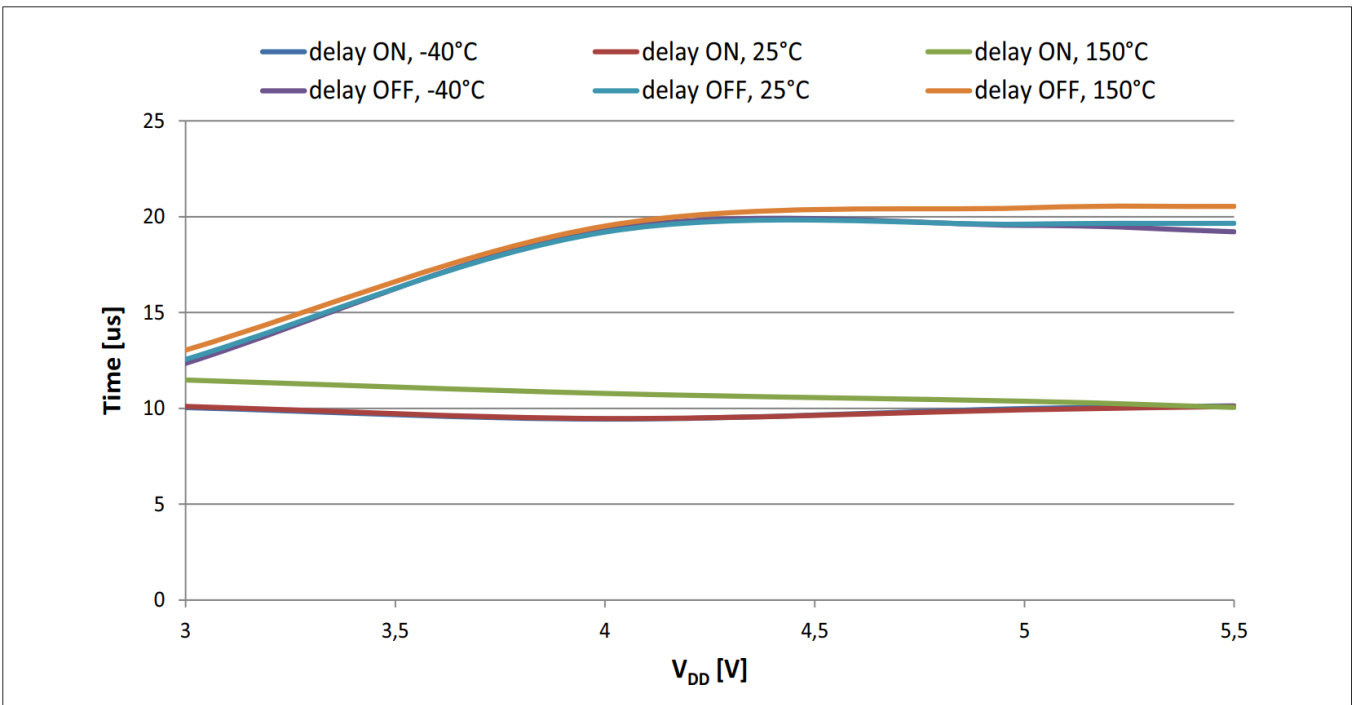


图 38 典型延迟开通时间, 延迟关断时间 V_{DD} @ T_j (-40..150°C), R_L=4.5 Ω, R_{SRP}=58kΩ

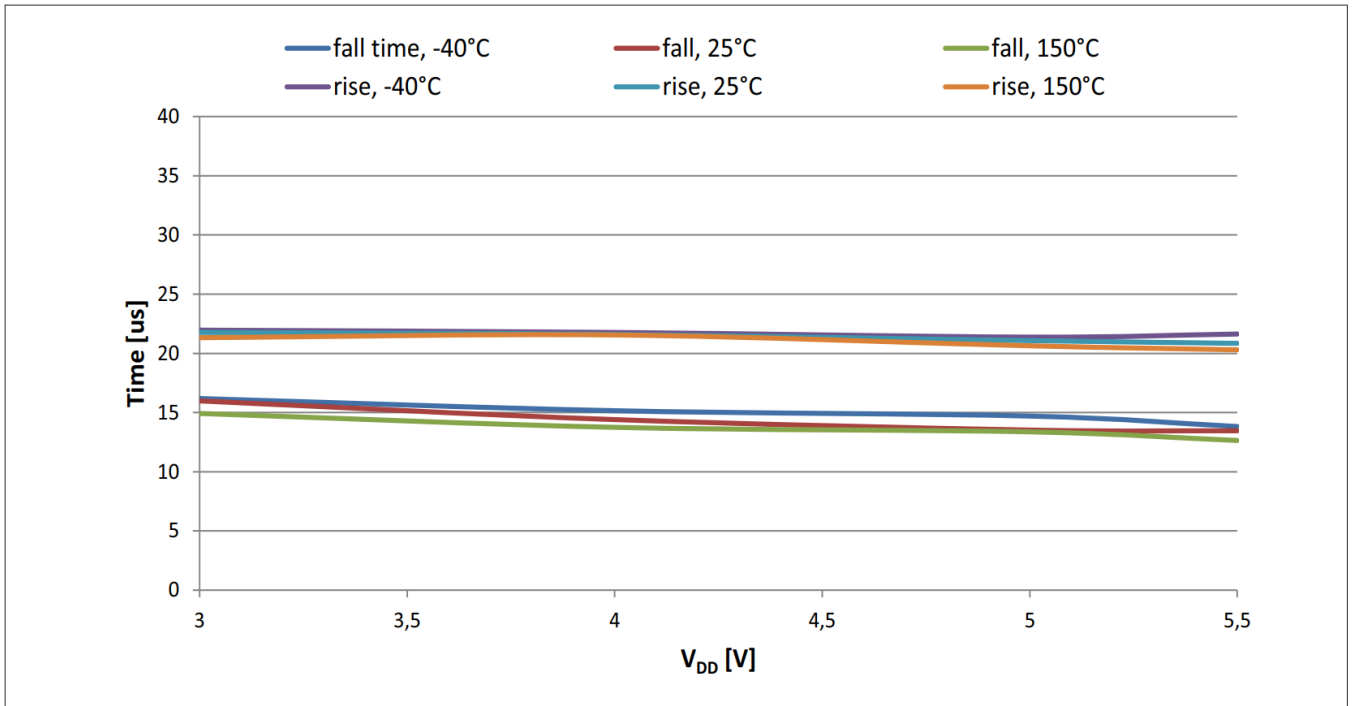


图 39 典型上升时间、下降时间与 V_{DD} @ T_j (-40..150°C), R_L=4.5 Ω, R_{SRP}=58kΩ

10.3 保护功能

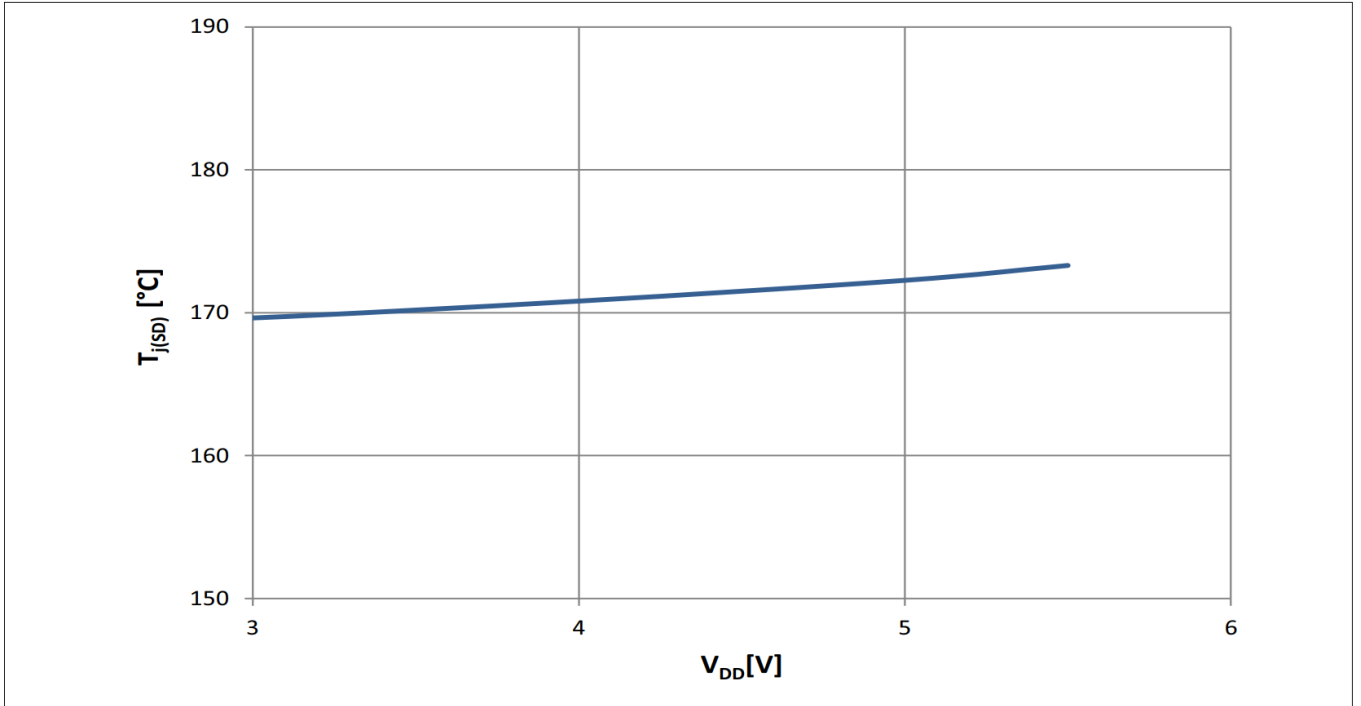


图 40 典型 $T_{j(SD)}$ 与 V_{DD} @ $I_L=10mA$

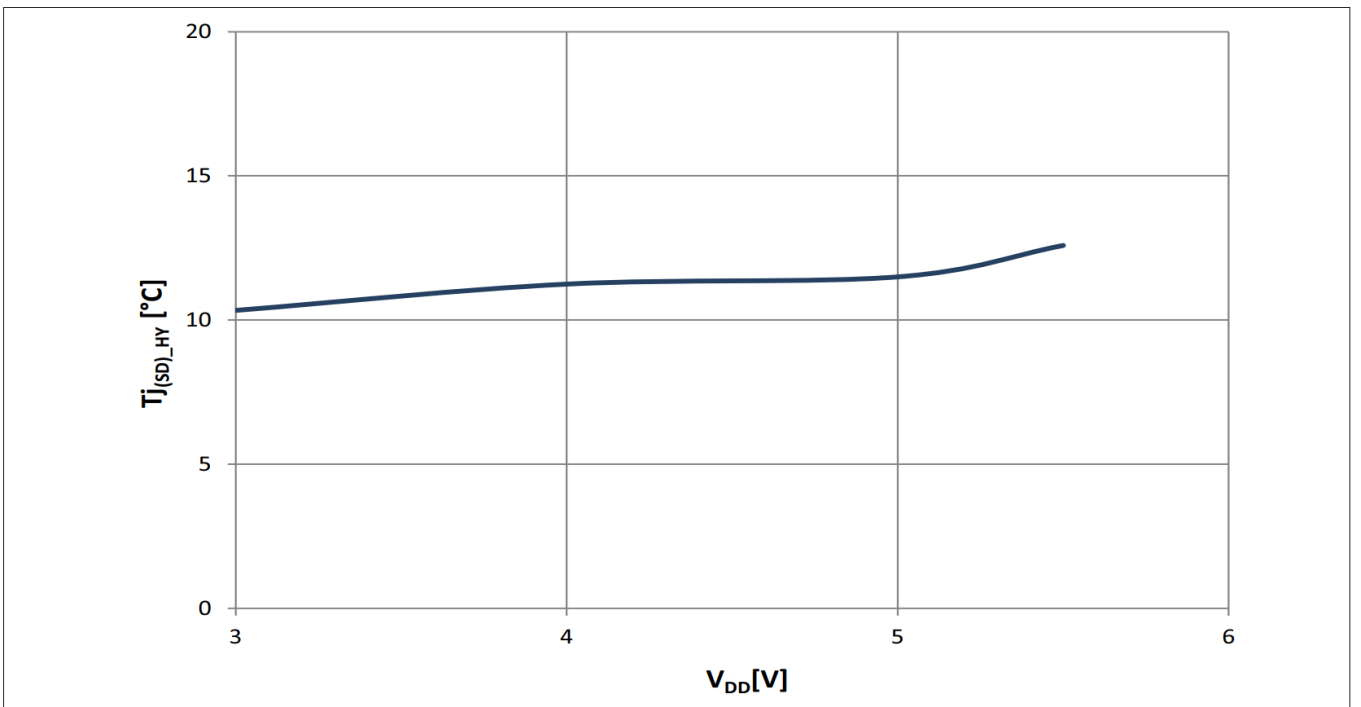


图 41 典型 $T_{j(SD)_HYS}$ 与 V_{DD} @ $I_L=10mA$

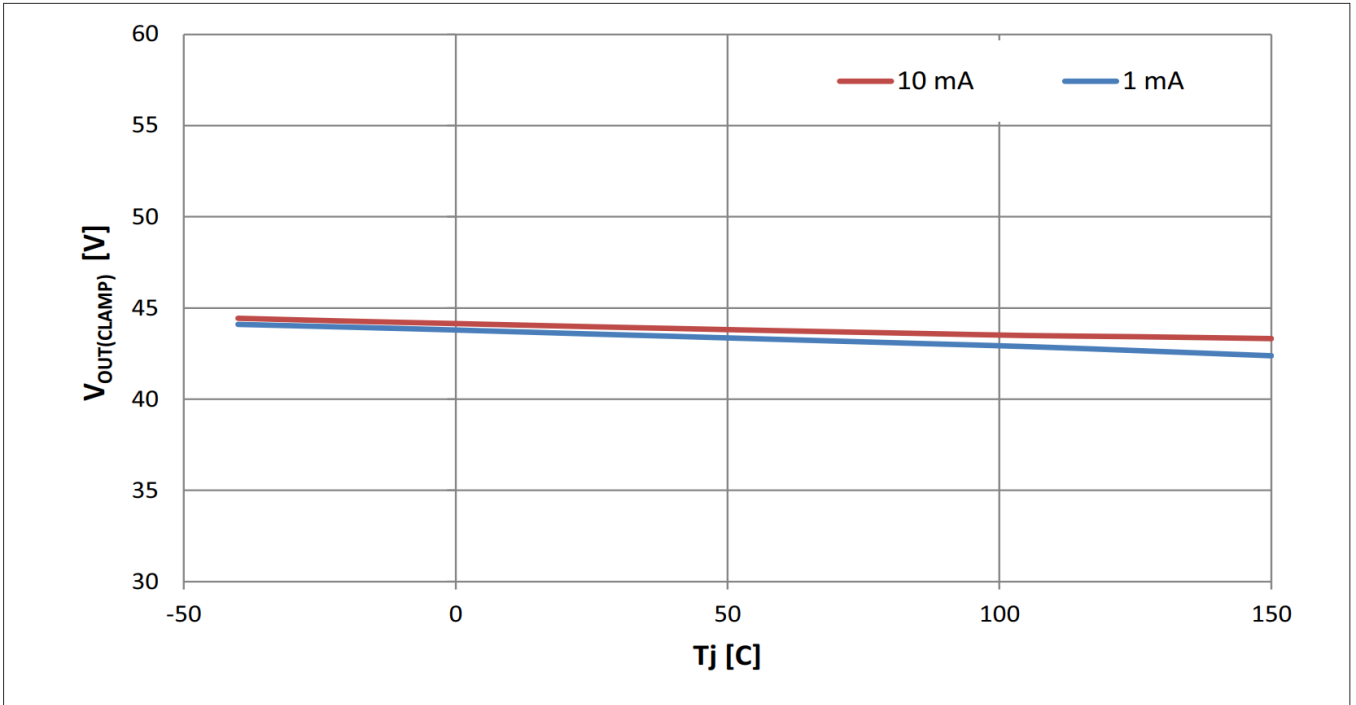


图 42 典型 $V_{OUT(CLAMP)}$ 与 T_j

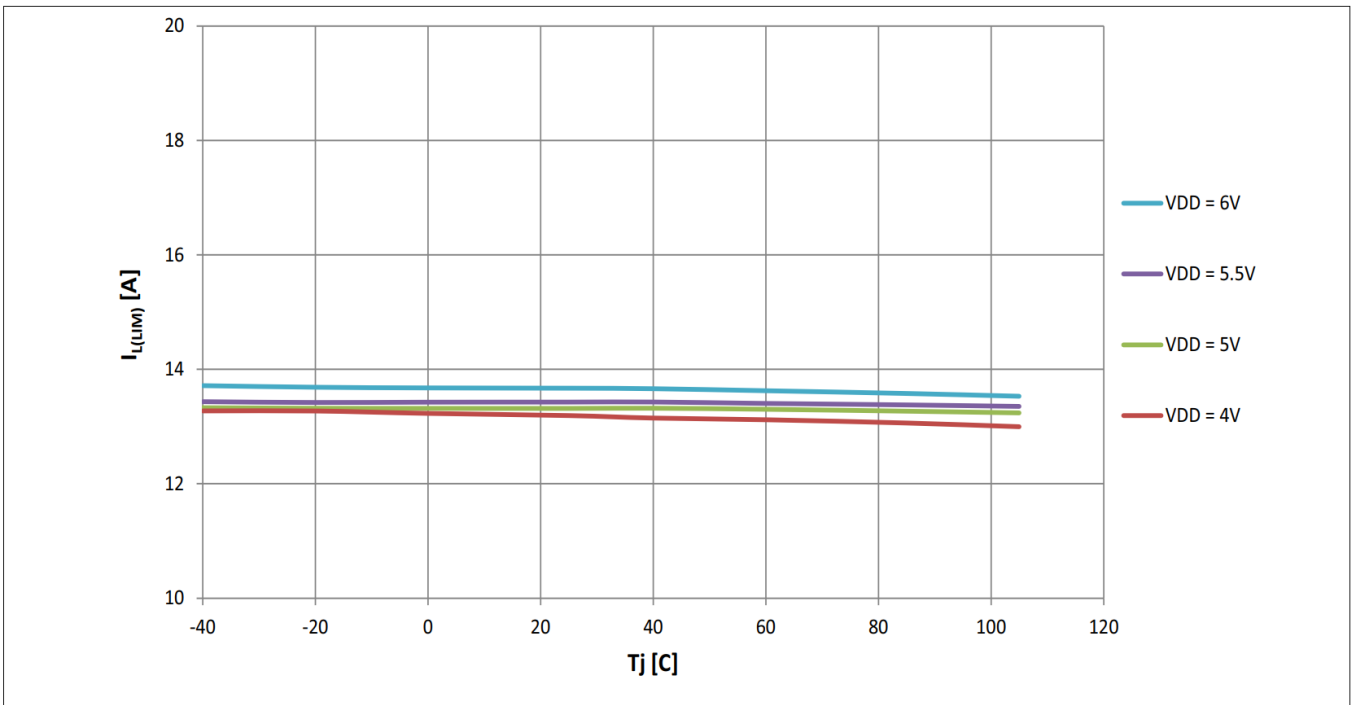


图 43 典型 $I_{L(LIM)}$ 与 T_j @ $V_{DD}=4...6V$

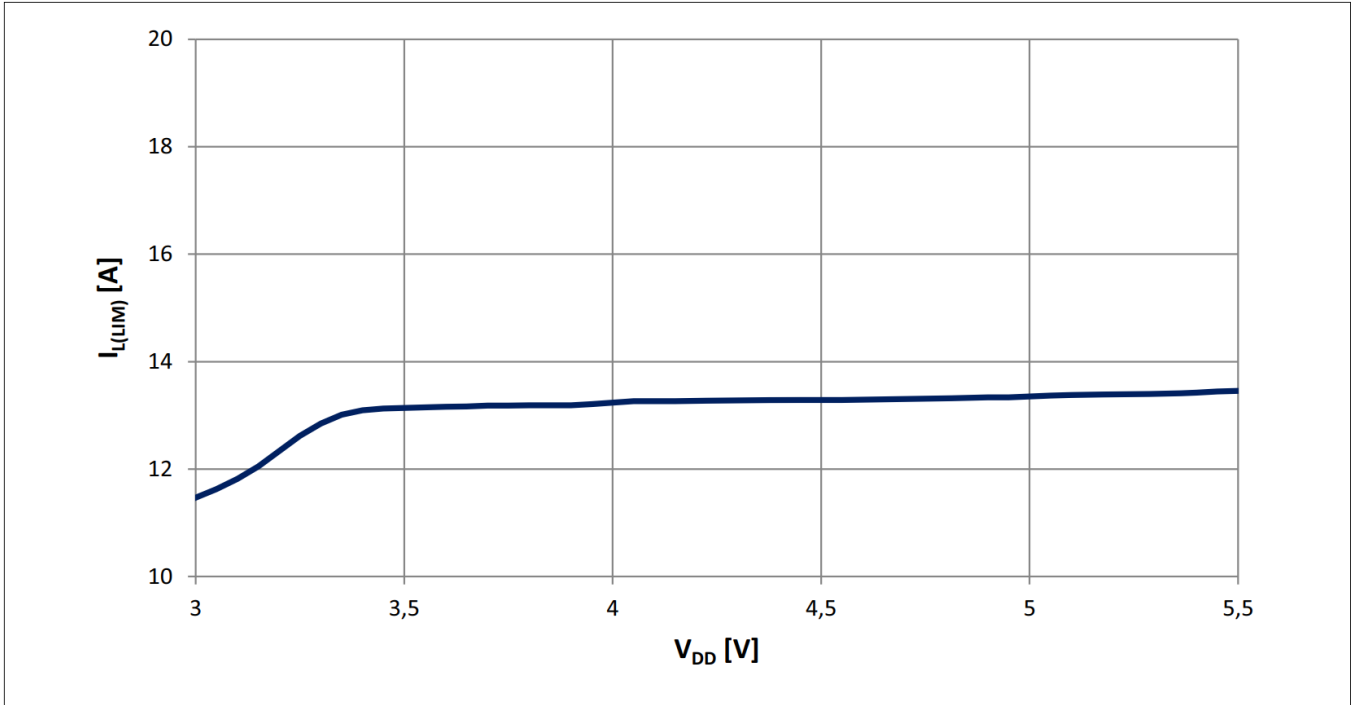


图 44 典型 $I_{L(LIM)}$ 与 V_{DD} @ $T_j=25^\circ\text{C}$

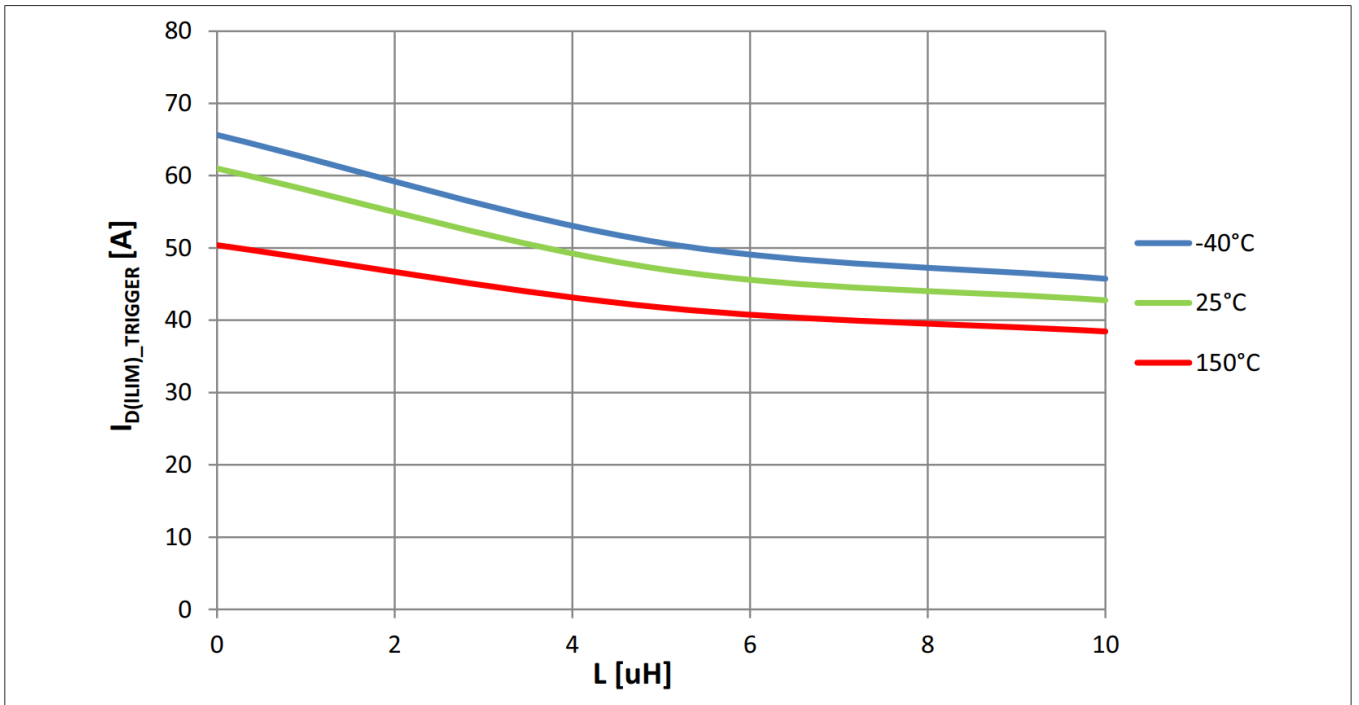


图 45 典型 $I_{D(LIM)_TRIGGER}$ 与 L @ $T_j = (-40, 25, 150)^\circ\text{C}$

10.4 供电和输入级

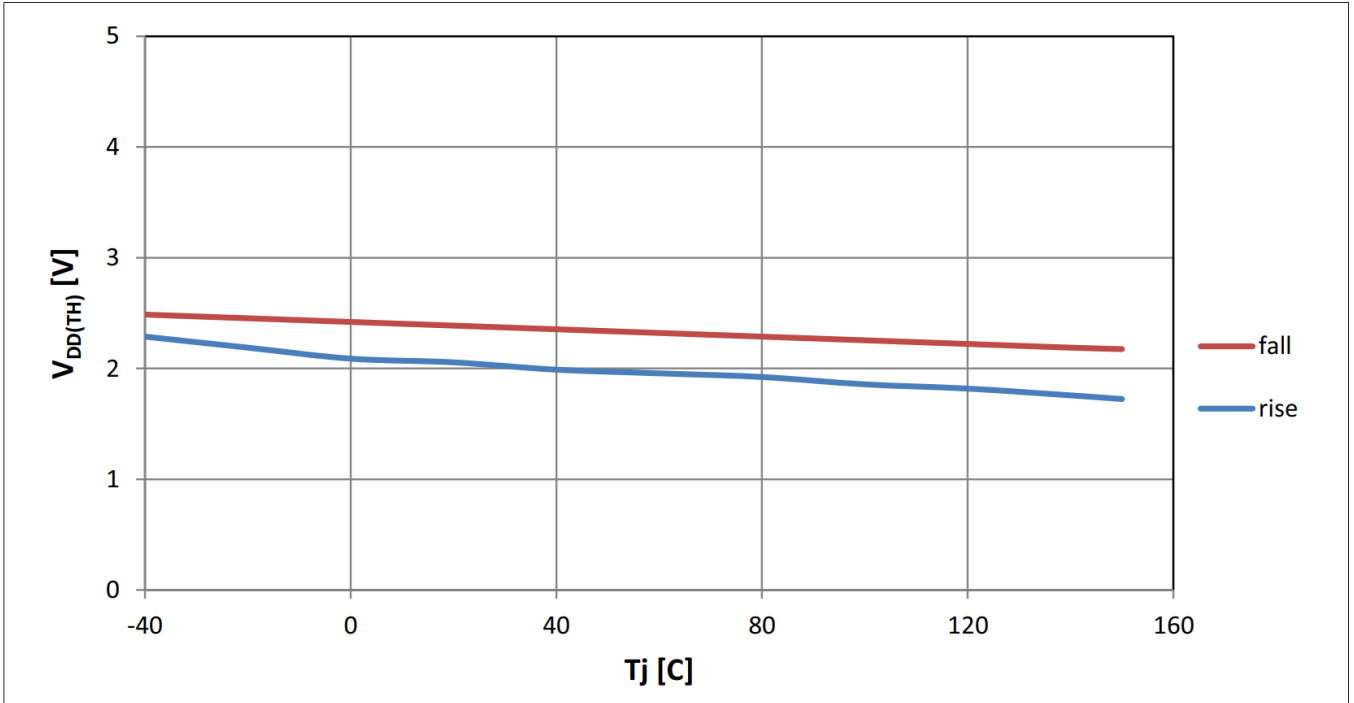


图 46 典型 $V_{DD(TH)}$ 与 T_j @ $R_L=4.5\Omega$

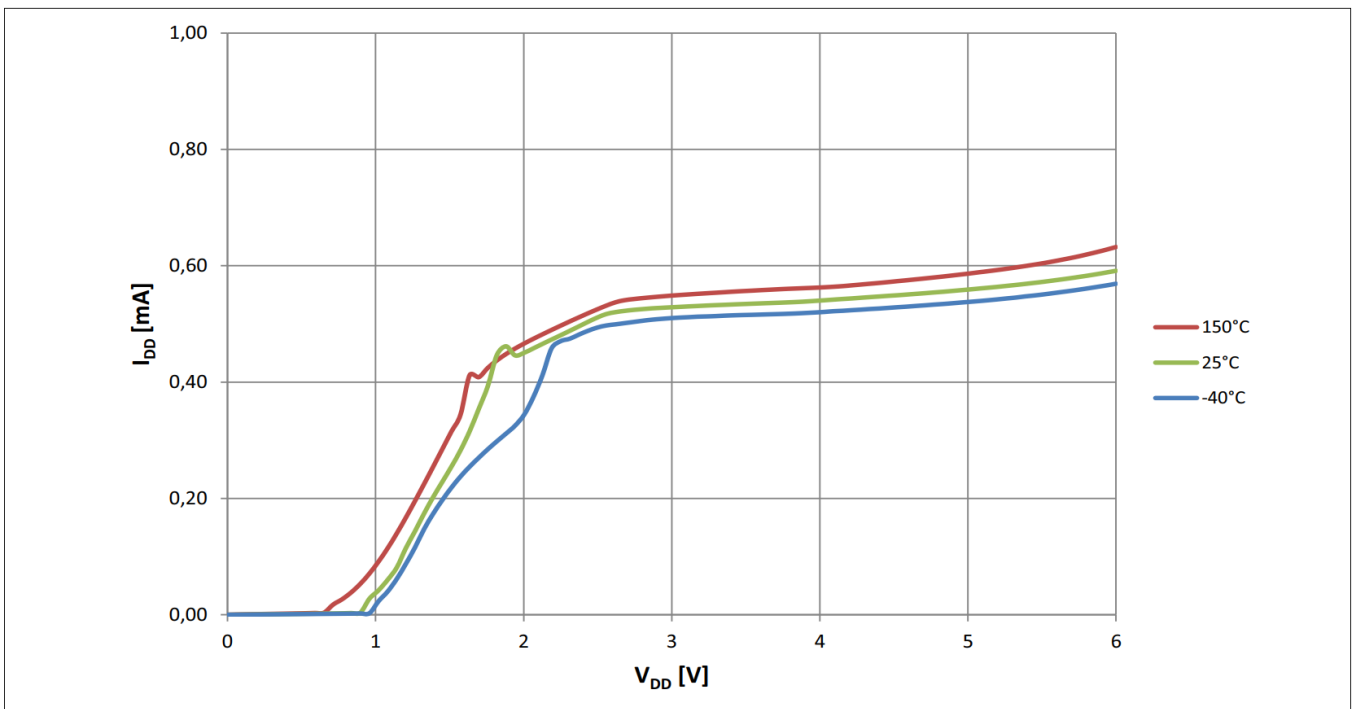


图 47 典型 $I_{DD(on)}$ 与 V_{DD} @ $T_j = (-40, 25, 150^\circ\text{C})$, $V_{IN}=5\text{V}$

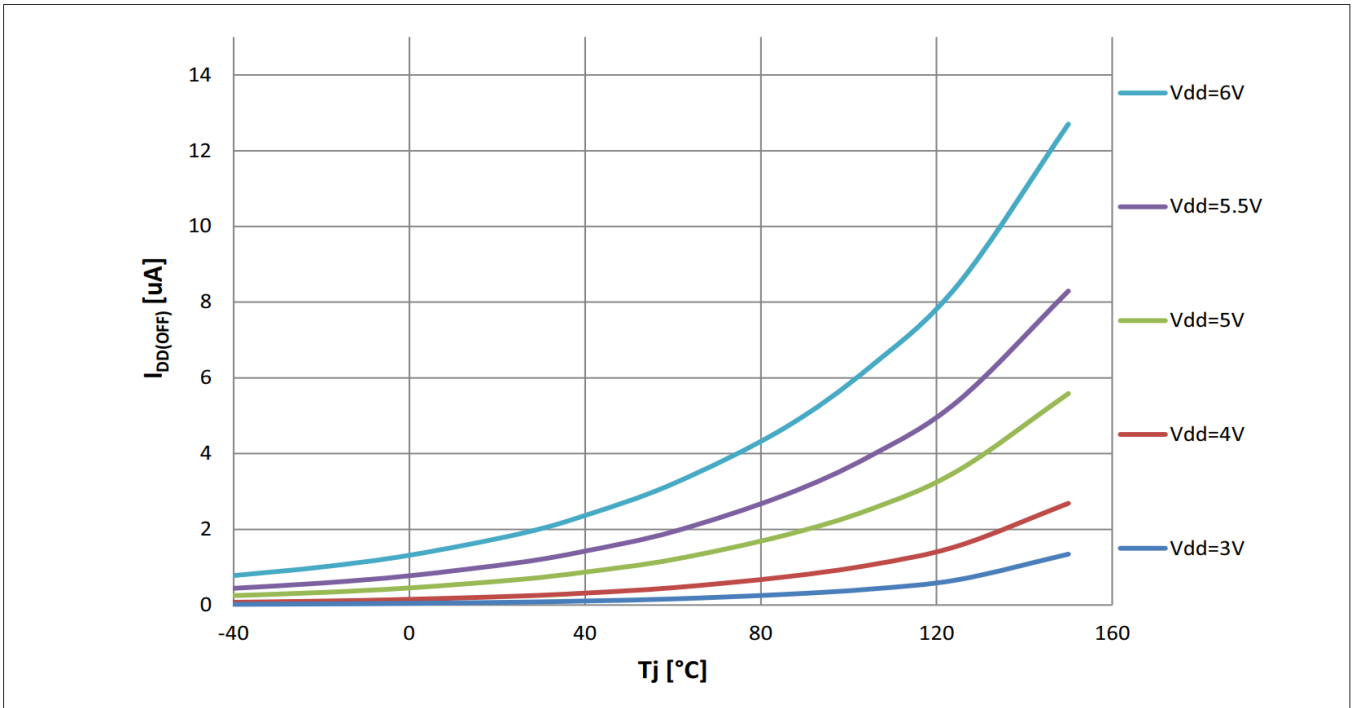


图 48 典型 $I_{DD(OFF)}$ 与 T_j @ $V_{DD} = 3, 4, 5V, R_{RSP}=0\Omega$

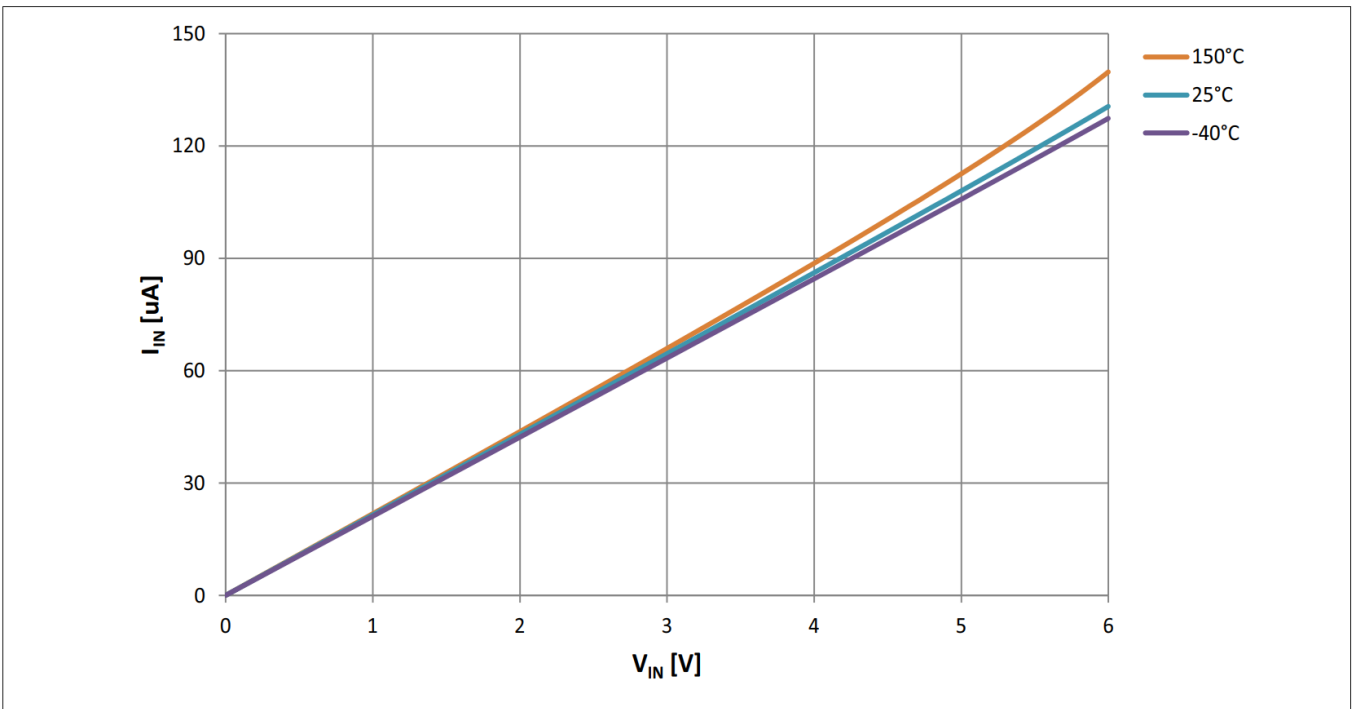


图 49 典型 I_{IN} 与 V_{IN} @ $T_j = (-40, 25, 150^{\circ}C)$

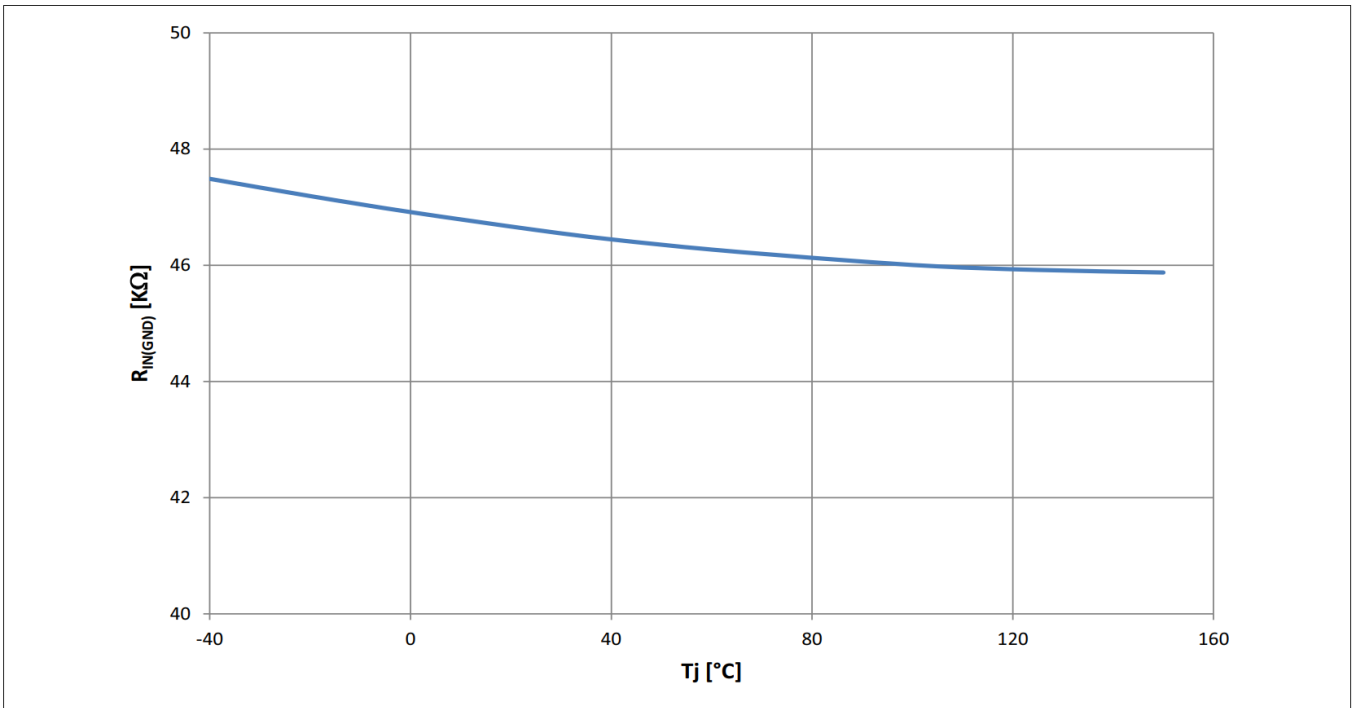


图 50 典型 $R_{IN(GND)}$ 与 T_j

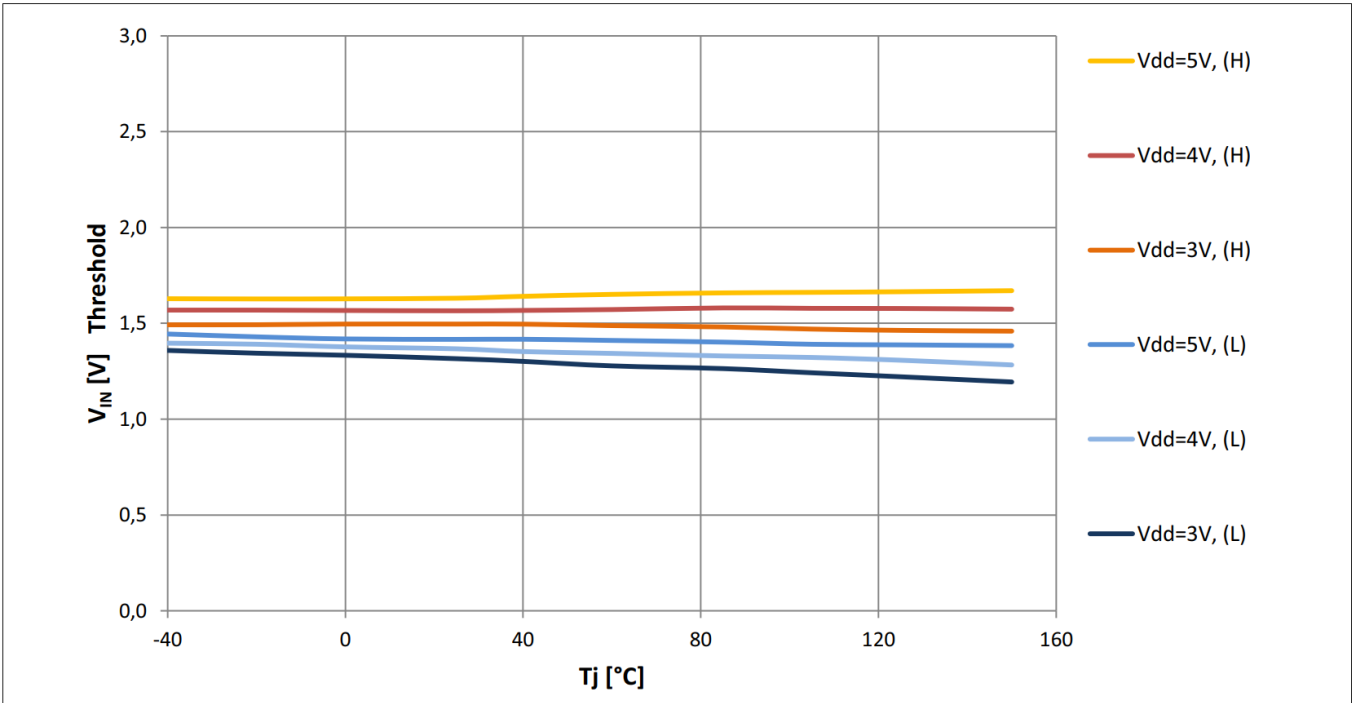


图 51 典型 $V_{IN(TH)}$ 与 T_j @ $V_{DD} = 3V, 4V, 5V$

11 应用信息

注释：以下信息仅作为执行器件的提示，不应被视为对器件某种功能、条件或质量的描述或担保。

应用框图

下面显示了 BTF3050TE 的应用示例。

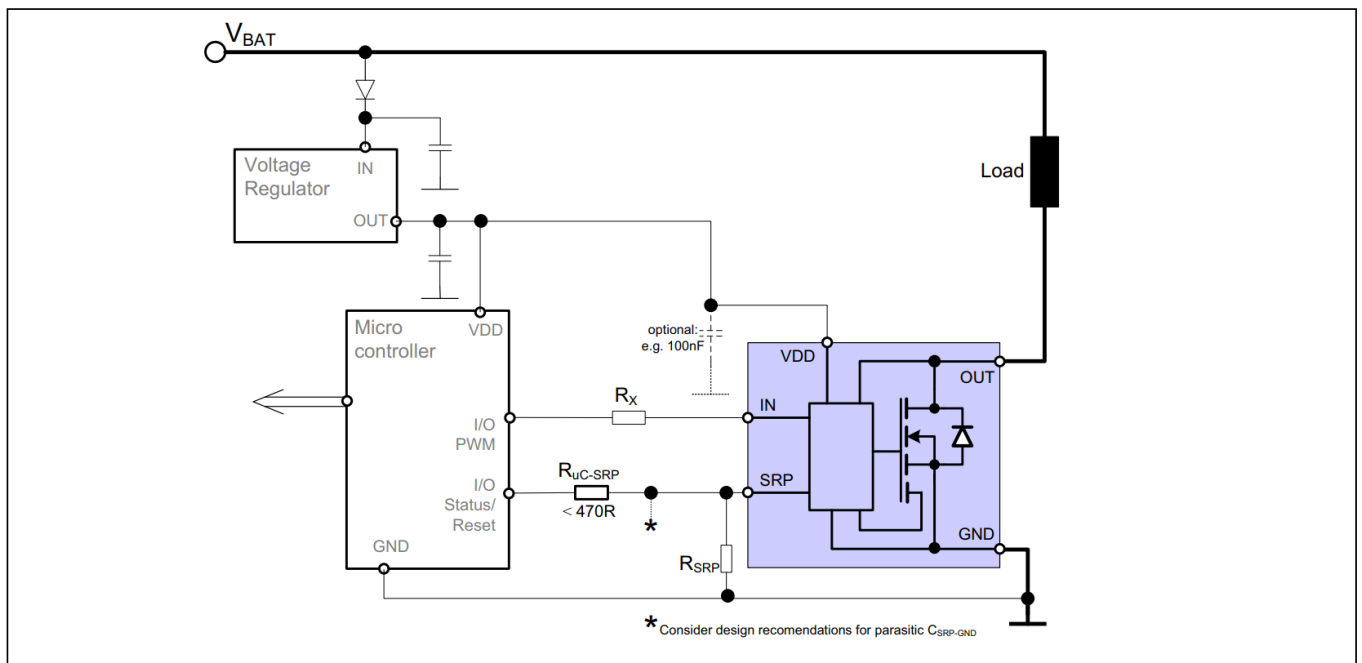


图52 简化应用框图

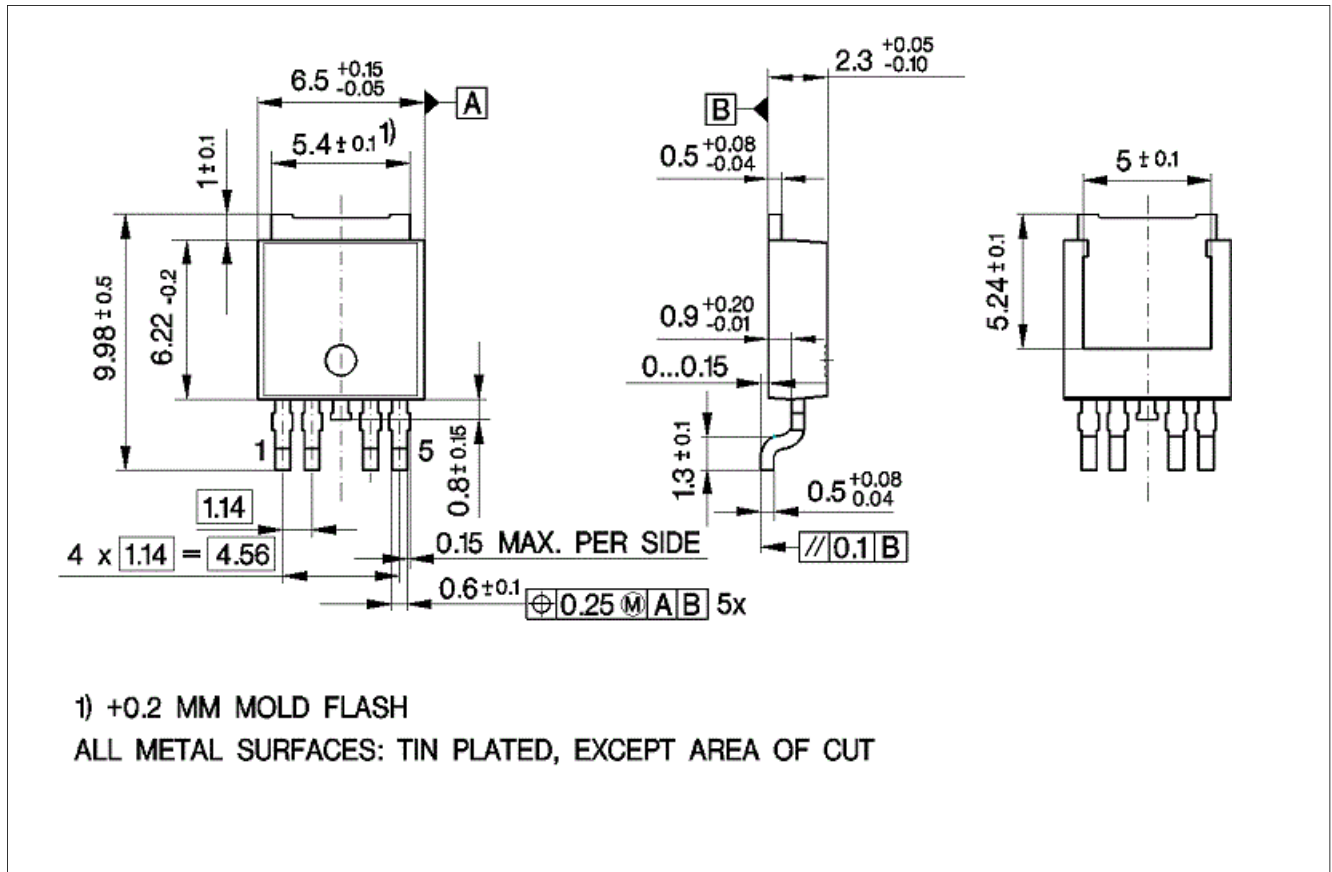
注：这是一个非常简化的应用电路示例。需在实际应用中进行验证功能。

11.1 设计和布局建议/考虑因素

由于高电流的快速开关时间，必须特别注意PCB布局。杂散干扰必须最小化。BTF3050TE没有单独的电源地和逻辑地引脚。因此，建议确保斜率电阻的接地连接与器件（接地/源极）的接地引脚之间的偏移最小。电阻 R_{SRP} 应放置在靠近器件的位置，并直接连接到器件的接地引脚，以避免接地偏移对SRP引脚的功能产生影响。

为了避免影响SRP功能（例如开关时间），SRP线路与接地点之间的最大寄生电容 ($C_{SRP-GND}$) 必须小于 100pF。强烈建议不要让SRP引脚悬空。建议接地点的最大电阻为 200 kohm。

12 封装外形BTF3050TE



PG-T0252-5 (晶体管封装外形)

绿色产品（符合 RoHS 标准）

为了满足全球客户对环保产品的要求，并遵守政府法规，该器件以绿色产品的形式提供。绿色产品符合RoHS标准（即，引线采用无铅涂层，并且符合IPC/JEDEC J-STD-020标准，适用于无铅焊接）。

有关替代封装的更多信息，请访问我们的网站：

<http://www.infineon.com/packages>

尺寸为毫米

13 修订记录

Revision	Date	Changes
Rev. 1.1	2018-08-28	Figure 24. Typo corrected on “x” axis. $R_{DS(ON)}$ VS V_{DD} Figure 25 and 26 duplicated. Figure 26 deleted Figure 49. remove 85°C from conditions Package Outlines corrected according to PG-T0252-5-11 dimensions Added Ω symbol for R_{SRP} and R_L unit in characterisation chapter Update front cover and back cover page templates
Rev. 1.0	2014-07-21	Datasheet released



免责声明

请注意，本文件的原文使用英文撰写，为方便客户浏览英飞凌提供了中文译文。该中文译文仅供参考，并不可作为任何论点之依据。

由于翻译过程中可能使用了自动化程序，以及语言翻译和转换过程中的差异，最后的中文译文与最新的英文版本原文含义可能存在不尽相同之处。

因此，我们同时提供该中文译文版本的最新英文原文供您阅读，请参见 <http://www.infineon.com>

英文原文和中文译文版本之间若存有任何歧异，以最新的英文版本为准，并且仅认可英文版本为正式文件。

您如果使用本文件，即表示您同意并理解上述说明。英飞凌不对因翻译过程中可能存在的任何不完整或不准确信息而产生的任何直接或间接损失或损害负责。英飞凌不承担中文译文版本的完整性和准确性责任。如果您不同意上述说明，请不要使用本文件。

Trademarks

All referenced product or service names and trademarks are the property of their respective owners.

重要通知

版本 2026-03-03

Infineon Technologies AG 出版，
德国 Neubiberg 85579

版权 © 2026 Infineon Technologies AG
及其关联公司。
保留所有权利。

Do you have a question about this
document?

Email:

erratum@infineon.com

Infineon Technologies AG 及其关联公司（以下简称“英飞凌”）销售或提供和交付的产品（可能也包括样品，且可能由硬件或软件或两者组成）（以下简称“产品”），应遵守客户与英飞凌签订的框架供应合同或其他书面协议的条款和条件，如无上合同或其他书面协议，则应遵守适用的英飞凌销售条件。只有在英飞凌明确书面同意的情况下，客户的一般条款和条件或对适用的英飞凌销售条件的偏离才对英飞凌具有约束力。

为避免疑义，英飞凌不承担不侵犯第三方权利的所有保证和默示保证，例如对特定用途/目的的适用性或适销性的保证。

英飞凌对与样品、应用或客户对任何产品的具体使用有关的任何信息或本文件中给出的任何示例或典型值概不负责。

本文件中包含的数据仅供具有技术资格和技能的客户代表使用。客户有责任评估产品对预期应用和客户特定用途的适用性，并在预期应用和客户特定用途中验证本文件中包含的所有相关技术数据。客户有责任正确设计、编程和测试预期应用的功能性和安全性，并遵守与其使用相关的法律要求。

除非英飞凌另行明确批准，否则产品不得用于任何因产品故障或使用产品的任何后果可合理预期会导致人身伤害的应用。但是，上述规定并不妨碍客户在英飞凌明确设计和销售的使用领域中使用任何产品，但是客户对应用负有全部责任。

英飞凌明确保留根据适用法律，如《德国版权法》（UrhG）第 44b 条，将其内容用于商业资料和数据探勘（TDM）的权利。

如果产品包含安全功能：

由于任何计算设备都不可能绝对安全，尽管产品采取了安全措施，但英飞凌不保证产品不会被入侵、数据不会被盗或遗失，或不会发生其他漏洞（以下简称“安全漏洞”），英飞凌对任何安全漏洞不承担任何责任。

如果本文件包含或引用软件：

根据美国、德国和世界其他国家的知识产权法律和条约，该软件归英飞凌所有。英飞凌保留所有权利。因此，您只能按照软件附带的软件授权协议的规定使用本软件。

如果没有适用的软件授权协议，英飞凌特此授予您个人的、非排他性的、不可转让的软件知识产权授权（无权转授权）：(a) 对于以源代码形式提供的软件，仅在贵组织内部修改和复制该软件用于英飞凌硬件产品；及 (b) 对于以二进制代码 (binary code) 形式对外向终端用户分发该软件，仅得用于英飞凌硬件产品。禁止对本软件进行任何其他使用、复制、修改、翻译或编译。有关产品、技术、交货条款和条件以及价格的详细信息，请联系离您最近的英飞凌办公室或访问 <https://www.infineon.com>。