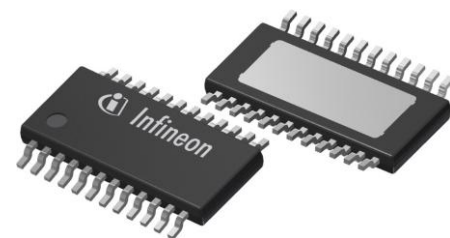


英飞凌 PROFET™ + 24V

BTT6200-4ESA

特性列表

- 四通道器件
- 待命电流很低
- 兼容 3.3 V 和 5 V 逻辑输入
- 静电放电防护（静电防护 ESD）
- 优化电磁兼容性
- 逻辑地独立于负载接地
- 关断状态下功耗极低的 DMOS 漏电流
- 绿色产品（符合 RoHS 标准）



潜在应用

- 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
- 最适合具有高浪涌电流的负载，例如灯
- 适用于 12 V 和 24 V 卡车和运输系统

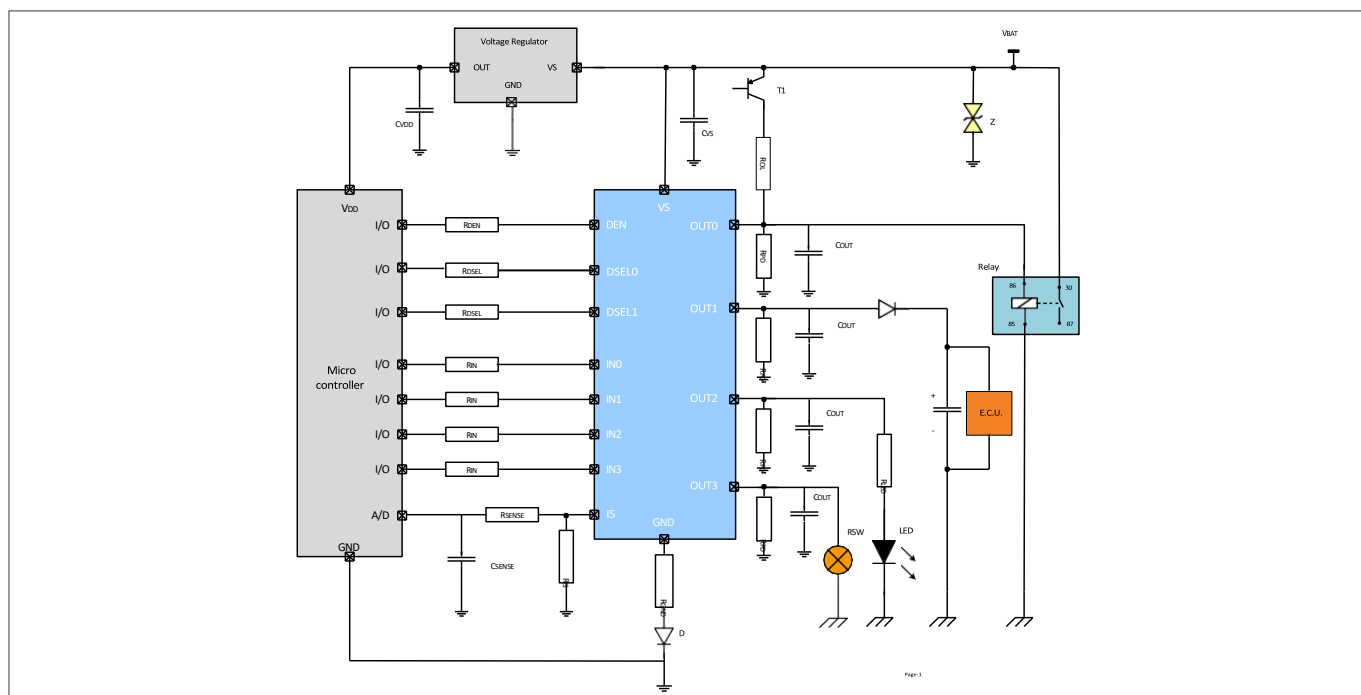


图 1 BTT6200-4ESA 应用图

Product Type	Package	Marking
BTT6200-4ESA	PG-TSDSO-24	BTT62004ESA

本数据手册的原文使用英文撰写。为方便起见，英飞凌提供了译文；由于翻译过程中可能使用了自动化工具，英飞凌不保证译文的准确性。为确认准确性，请务必访问 infineon.com 参考最新的英文版本（控制文档）。

产品概述

产品概述

BTT6200-4ESA 是一款 200 mΩ 四通道智能高边功率开关，嵌入 PG-TSDSO-24 封装中，提供保护和诊断功能。功率管由 N 沟道垂直功率 MOSFET 和电荷泵构成。该器件使用 SMART6 HV 技术。它专门设计用于驱动高达 R10 W 24 V 或 R5 W 12 V 的灯以及恶劣汽车环境中的 LED。

表 1 产品概述

Parameter	Symbol	Value
Operating voltage range	$V_{S(OP)}$	5 V to 36 V
Maximum supply voltage	$V_{S(LD)}$	65 V
Maximum ON state resistance at $T_J = 150^\circ\text{C}$ per channel	$R_{DS(ON)}$	400 mΩ
Nominal load current (one channel active)	$I_{L(NOM)1}$	1.5 A
Nominal load current (all channels active)	$I_{L(NOM)2}$	1 A
Typical current sense ratio	k_{ILIS}	300
Minimum current limitation	$I_{L5(SC)}$	9 A
Maximum standby current with load at $T_J = 25^\circ\text{C}$	$I_{S(OFF)}$	500 nA

诊断功能

- 四通道复用比例负载电流检测
- 开启/关断时的负载开路检测
- 短路到电池与接地的指示
- 过温关断检测
- 短路期间稳定的诊断信号
- 增强 k_{ILIS} 与温度和负载电流的依赖性

保护功能

- 欠压期间行为稳定
- 具有外部元件的反极性保护
- 与外部元件逻辑地断开期间确保负载关断
- 带门锁的过温保护
- 采用外部元件的过压保护
- 增强短路操作

产品验证

适合汽车应用。

产品验证符合 AEC-Q100/101 标准。

目录

目录

	特性列表	1
	潜在应用	1
	产品概述	2
	产品验证	2
	目录	3
1	描述	5
2	框图参考	6
3	引脚配置	7
3.1	引脚分配	7
3.2	引脚定义和功能	7
3.3	电压和电流定义	8
4	电气特性及参数	9
4.1	绝对最大额定值	9
4.2	工作范围	11
4.3	热阻	12
4.3.1	PCB 设置	13
4.3.2	热阻抗	14
5	功率级	15
5.1	输出导通电阻	15
5.2	具有阻性负载的导通/关断特性	15
5.3	感性负载	16
5.3.1	输出钳位	16
5.3.2	最大负载电感	17
5.4	反向电流能力	17
5.5	电气特征 - 功率级	18
6	保护功能	20
6.1	接地丢失保护	20
6.2	欠压保护	20
6.3	过压保护	21
6.4	反极性保护	22
6.5	过载保护	23
6.5.1	电流限制	23
6.5.2	功率 DMOS 中的温度限制	23
6.6	电气特性保护功能	25
7	诊断功能	26
7.1	IS 引脚	26

目录

7.2	不同运行模式下的 SENSE 信号	27
7.3	额定电流范围内的 SENSE 信号	28
7.3.1	SENSE 信号随温度和负载电流的变化	28
7.3.2	SENSE 信号时序	30
7.3.3	负载开路中的 SENSE 信号	30
7.3.3.1	负载开路处于 ON 诊断状态	30
7.3.3.2	负载开路处于 OFF 诊断状态	31
7.3.3.3	负载开路诊断时序	32
7.3.4	短路到 V_S 的 SENSE 信号	33
7.3.5	过载时的 SENSE 信号	34
7.3.6	反向电流时的 SENSE 信号	34
7.4	电气特征诊断功能	35
8	输入引脚	39
8.1	输入电路	39
8.2	DEN/DSELO, 1 引脚	39
8.3	输入引脚电压	39
8.4	电气特性	39
9	特性描述结果	41
9.1	产品一般特性	41
9.2	功率级	42
9.3	保护功能	44
9.4	诊断机制	45
9.5	输入引脚	46
10	应用信息	47
10.1	更多应用信息	48
11	封装外形	49
	修订记录	50
	免责声明	51

描述

1 描述

BTT6200-4ESA 是一款 200 mΩ 四通道智能高边功率开关，嵌入 PG-TSDSO-24 封装中，提供保护和诊断功能。功率管由 N 沟道垂直功率 MOSFET 和电荷泵构成。该器件使用 SMART6 HV 技术。它专门设计用于驱动高达 R10 W 24 V 或 R5 W 12 V 的灯以及恶劣汽车环境中的 LED。

框图参考

2 框图参考

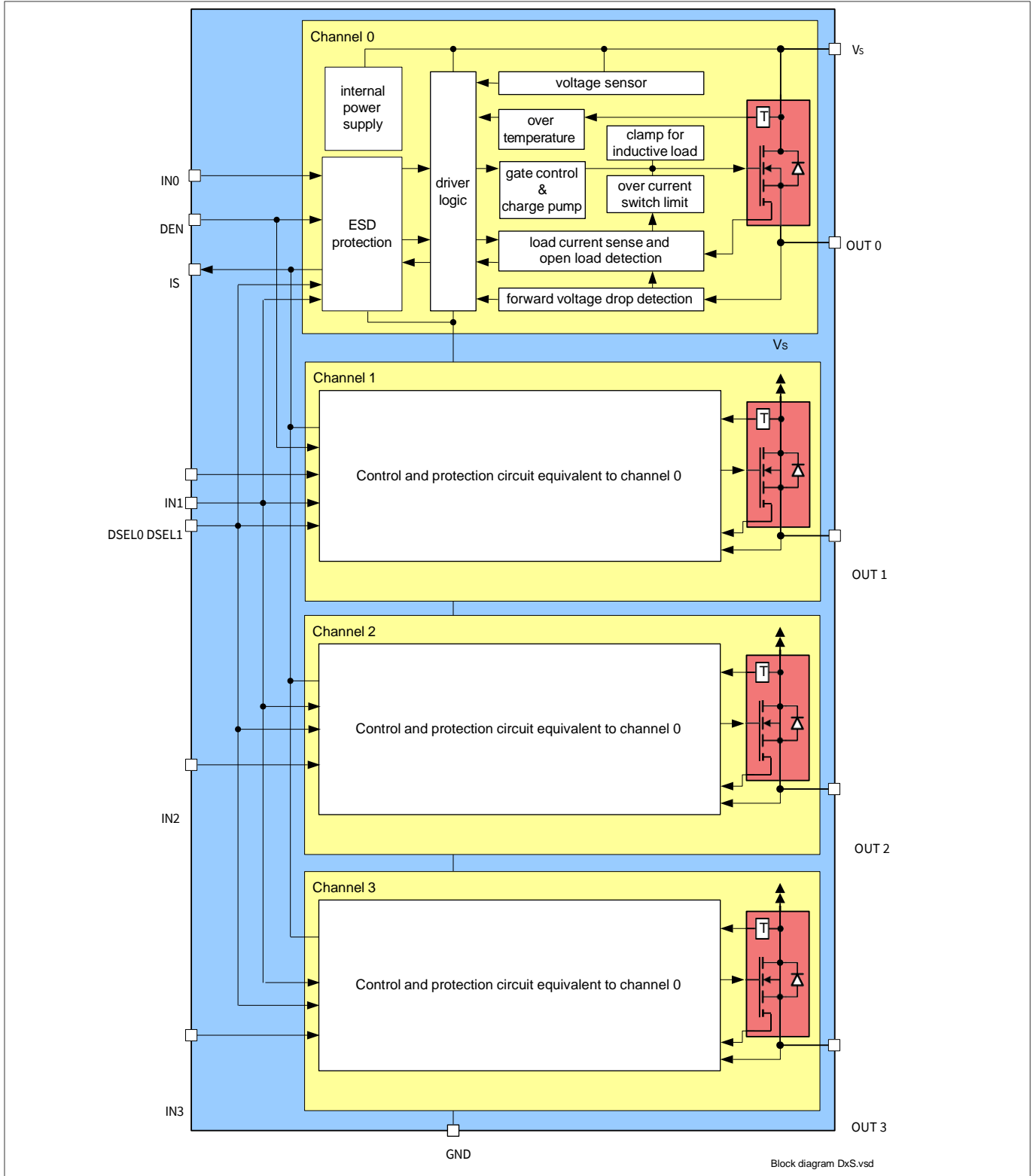


图 2 BTT6200-4ESA 框图

引脚配置

3 引脚配置

3.1 引脚分配

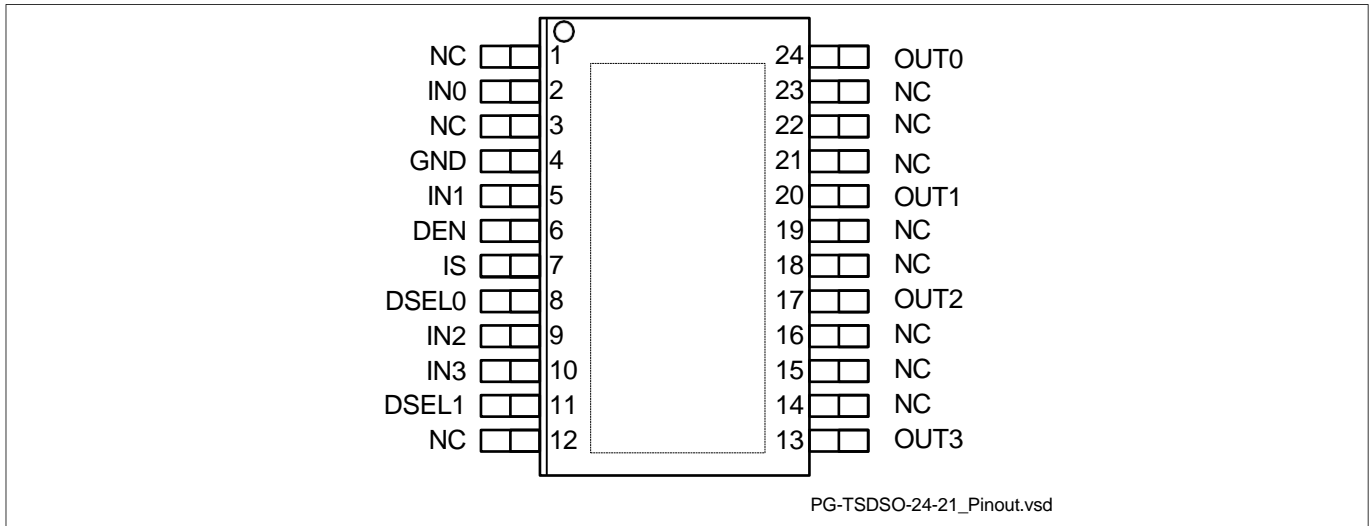


图 3 引脚配置

3.2 引脚定义和功能

表 2 引脚定义和功能

Pin	Symbol	Function
1, 3, 12, 14, 15, 16, 18, 19, 21, 22, 23	NC	Not Connected; No internal connection to the chip
2	IN0	INput channel 0; Input signal for channel 0 activation
4	GND	GrouND; Ground connection
5	IN1	INput channel 1; Input signal for channel 1 activation
6	DEN	Diagnostic ENable; Digital signal to enable/disable the diagnosis of the device
7	IS	Sense; Sense current of the selected channel
8	DSEL0	Diagnostic SElection; Digital signal to select the channel to be diagnosed
9	IN2	INput channel 2; Input signal for channel 2 activation
10	IN3	INput channel 3; Input signal for channel 3 activation
11	DSEL1	Diagnostic SElection; Digital signal to select the channel to be diagnosed
13	OUT3	OUTput 3; Protected high side power output channel 3
17	OUT2	OUTput 2; Protected high side power output channel 2
20	OUT1	OUTput 1; Protected high side power output channel 1

引脚配置

表 2 引脚定义和功能 (续)

Pin	Symbol	Function
24	OUT0	OUTput 0; Protected high side power output channel 0
Cooling tab	VS	Voltage Supply; Battery voltage

3.3 电压和电流定义

表 4 显示本数据表中使用的所有术语以及正值的相关约定。

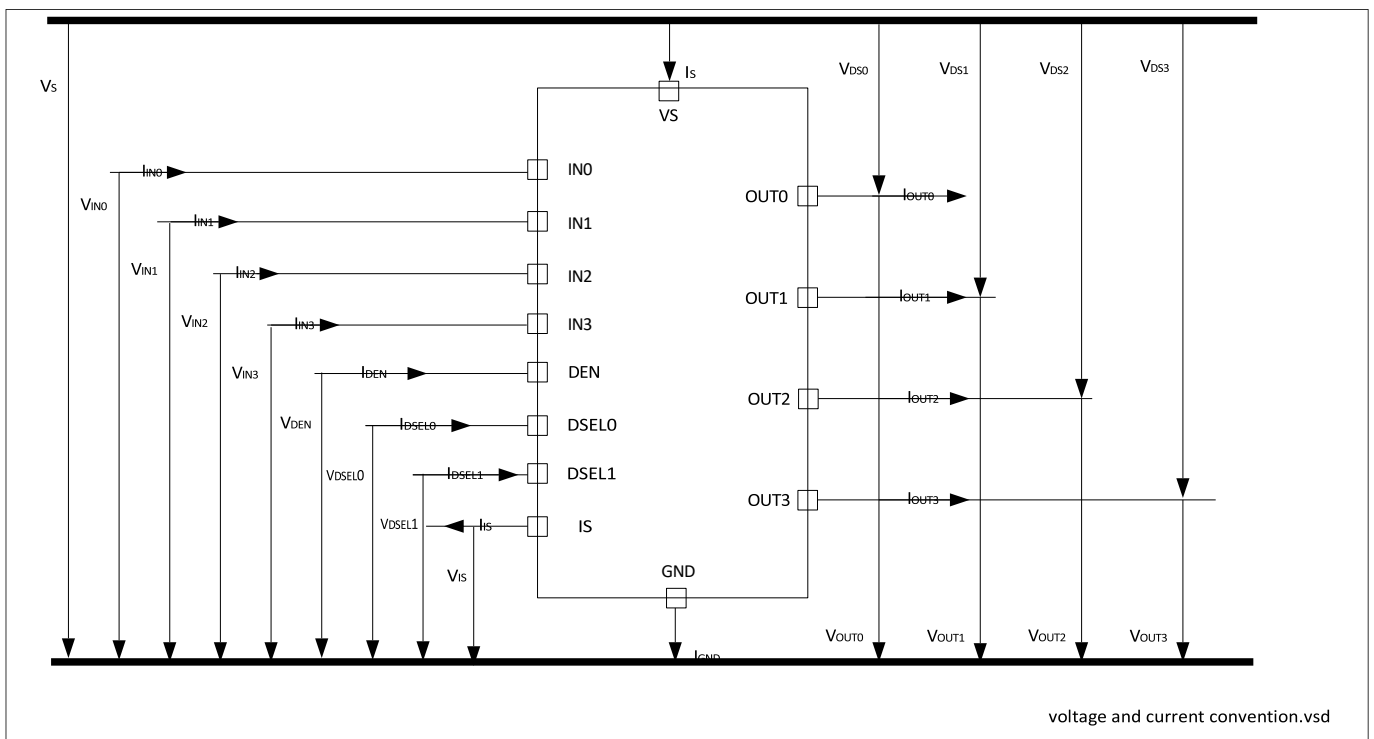


图 4 电压和电流定义

电气特性及参数

4 电气特性及参数

4.1 绝对最大额定值

表 3 绝对最大额定值¹⁾

$T_J = -40^\circ\text{C}$ 至 150°C ; (除非另有说明)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Supply voltages							
Supply voltage	V_S	-0.3	-	48	V	-	P_4.1.1
Reverse polarity voltage	$-V_{S(REV)}$	0	-	28	V	$t < 2$ min $T_A = 25^\circ\text{C}$ $R_L \geq 47 \Omega$ $Z_{GND} = \text{Diode} + 27 \Omega$	P_4.1.2
Supply voltage for short circuit protection	$V_{BAT(SC)}$	0	-	36	V	$R_{Supply} = 10$ m Ω $L_{Supply} = 5$ μH $R_{ECU} = 20$ m Ω $R_{Cable} = 16$ m Ω/m $L_{Cable} = 1$ $\mu\text{H}/\text{m}$, $l = 0$ or 5 m See Chapter 6 and Figure 29	P_4.1.3
Supply voltage for Load dump protection	$V_{S(LD)}$	-	-	65	V	²⁾ $R_I = 2 \Omega$ $R_L = 47 \Omega$	P_4.1.12
Short circuit capability							
Permanent short circuit IN pin toggles	n_{RSC1}	-	-	100	k cycles	³⁾ -	P_4.1.4
Input pins							
Voltage at INPUT pins	V_{IN}	-0.3 -	-	6 7	V	- $t < 2$ min	P_4.1.13
Current through INPUT pins	I_{IN}	-2	-	2	mA	-	P_4.1.14
Voltage at DEN pin	V_{DEN}	-0.3 -	-	6 7	V	- $t < 2$ min	P_4.1.15
Current through DEN pin	I_{DEN}	-2	-	2	mA	-	P_4.1.16

¹⁾ 未经过生产测试，由设计指定。

²⁾ $V_{S(LD)}$ 的设置无需将 DUT 连接到发生器，符合 ISO 7637-1 标准。

³⁾ 短路故障的阈值限制：100 ppm。请参阅本文件末尾关于短路能力的法律免责声明。

电气特性及参数

表 3 绝对最大额定值¹⁾ (续)

$T_J = -40^\circ\text{C}$ 至 150°C ; (除非另有说明)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Voltage at DSEL pin	V_{DSEL}	-0.3 -	-	6 7	V	- $t < 2 \text{ min}$	P_4.1.17
Current through DSEL pin	I_{DSEL}	-2	-	2	mA	-	P_4.1.18
Sense pin							
Voltage at IS pin	V_{IS}	-0.3	-	V_S	V	-	P_4.1.19
Current through IS pin	I_{IS}	-25	-	50	mA	-	P_4.1.20
Power stage							
Load current	$ I_L $	-	-	$I_{\text{L(LIM)}}$	A	-	P_4.1.21
Power dissipation (DC)	P_{TOT}	-	-	1.8	W	$T_A = 85^\circ\text{C}$ $T_J < 150^\circ\text{C}$	P_4.1.22
Maximum energy dissipation Single pulse (one channel)	E_{AS}	-	-	20	mJ	$I_{\text{L(0)}} = 1 \text{ A}$ $T_{\text{J(0)}} = 150^\circ\text{C}$ $V_S = 28 \text{ V}$	P_4.1.23
Voltage at power transistor	V_{DS}	-	-	65	V	-	P_4.1.26
Currents							
Current through ground pin	I_{GND}	-20 -150	-	20 20	mA	- $t < 2 \text{ min}$	P_4.1.27
Temperatures							
Junction temperature	T_J	-40	-	150	$^\circ\text{C}$	-	P_4.1.28
Storage temperature	T_{STG}	-55	-	150	$^\circ\text{C}$	-	P_4.1.30
ESD susceptibility							
ESD susceptibility (all pins)	V_{ESD}	-2	-	2	kV	⁴⁾ HBM	P_4.1.31
ESD susceptibility OUT pin vs. GND and V_S connected	V_{ESD}	-4	-	4	kV	⁴⁾ HBM	P_4.1.32
ESD susceptibility	V_{ESD}	-500	-	500	V	⁵⁾ CDM	P_4.1.33
ESD susceptibility pin (corner pins)	V_{ESD}	-750	-	750	V	⁵⁾ CDM	P_4.1.34

注释:

1. 超过此处所列的应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。

¹⁾ 未经过生产测试, 由设计指定。

⁴⁾ 静电防护人体模型“HBM”符合 AEC Q100-002 标准

⁵⁾ 静电防护充电模型“CDM”符合 AEC Q100-011 标准

电气特性及参数

2. 集成的保护功能旨在防止 IC在数据表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 4 工作范围

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 150°C ; (除非另有说明)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Nominal operating voltage	V_{NOM}	8	28	36	V	–	P_4.2.1
Extended operating voltage	$V_{\text{S(OP)}}$	5	–	48	V	⁷⁾ $V_{\text{IN}} = 4.5\text{ V}$ $R_{\text{L}} = 47\ \Omega$ $V_{\text{DS}} < 0.5\text{ V}$	P_4.2.2
Minimum functional supply voltage	$V_{\text{S(OP)_MIN}}$	3.8	4.3	5	V	⁶⁾ $V_{\text{IN}} = 4.5\text{ V}$ $R_{\text{L}} = 47\ \Omega$ From $I_{\text{OUT}} = 0\text{ A}$ to $V_{\text{DS}} < 0.5\text{ V}$; see Figure 16	P_4.2.3
Undervoltage shutdown	$V_{\text{S(UV)}}$	3	3.5	4.1	V	⁶⁾ $V_{\text{IN}} = 4.5\text{ V}$ $V_{\text{DEN}} = 0\text{ V}$ $R_{\text{L}} = 47\ \Omega$ From $V_{\text{DS}} < 1\text{ V}$; to $I_{\text{OUT}} = 0\text{ A}$ See Chapter 9.1 and Figure 16	P_4.2.4
Undervoltage shutdown hysteresis	$V_{\text{S(UV)_HYS}}$	–	850	–	mV	⁷⁾ –	P_4.2.13
Operating current One channel active	I_{GND_1}	–	2	4	mA	$V_{\text{IN}} = 5.5\text{ V}$ $V_{\text{DEN}} = 5.5\text{ V}$ Device in $R_{\text{DS(ON)}}$ $V_{\text{S}} = 36\text{ V}$ See Chapter 9.1	P_4.2.5

⁷⁾ 未经过生产测试，由设计指定。

⁶⁾ 仅在 $T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 时进行测试。

电气特性及参数

表 4 工作范围 (续)

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 150°C ; (除非另有说明)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Operating current All channels active	I_{GND_4}	-	6	9	mA	$V_{\text{IN}} = 5.5\text{ V}$ $V_{\text{DEN}} = 5.5\text{ V}$ Device in $R_{\text{DS(ON)}}$ $V_S = 36\text{ V}$ See Chapter 9.1	P_4.2.6
Standby current for whole device with load (ambient)	$I_{\text{S(OFF)}}$	-	0.1	0.5	μA	⁶⁾ $V_S = 36\text{ V}$ $V_{\text{OUT}} = 0\text{ V}$ V_{IN} floating V_{DEN} floating $T_J \leq 85^{\circ}\text{C}$	P_4.2.7
Maximum standby current for whole device with load	$I_{\text{S(OFF)}_{150}}$	-	-	20	μA	$V_S = 36\text{ V}$ $V_{\text{OUT}} = 0\text{ V}$ V_{IN} floating V_{DEN} floating $T_J = 150^{\circ}\text{C}$	P_4.2.10
Standby current for whole device with load, diagnostic active	$I_{\text{S(OFF_DEN)}}$	-	0.6	-	mA	⁷⁾ $V_S = 36\text{ V}$ $V_{\text{OUT}} = 0\text{ V}$ V_{IN} floating $V_{\text{DEN}} = 5.5\text{ V}$	P_4.2.8

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

表 5 热阻

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Junction to case	R_{thJC}	-	3	-	K/W	⁸⁾	P_4.3.1
Junction to ambient All channels active	R_{thJA}	-	28	-	K/W	⁸⁾⁹⁾	P_4.3.2

⁶⁾ 仅在 $T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 时进行测试。

⁷⁾ 未经过生产测试, 由设计指定。

⁸⁾ 未经过生产测试, 由设计指定。

电气特性及参数

4.3.1 PCB 设置

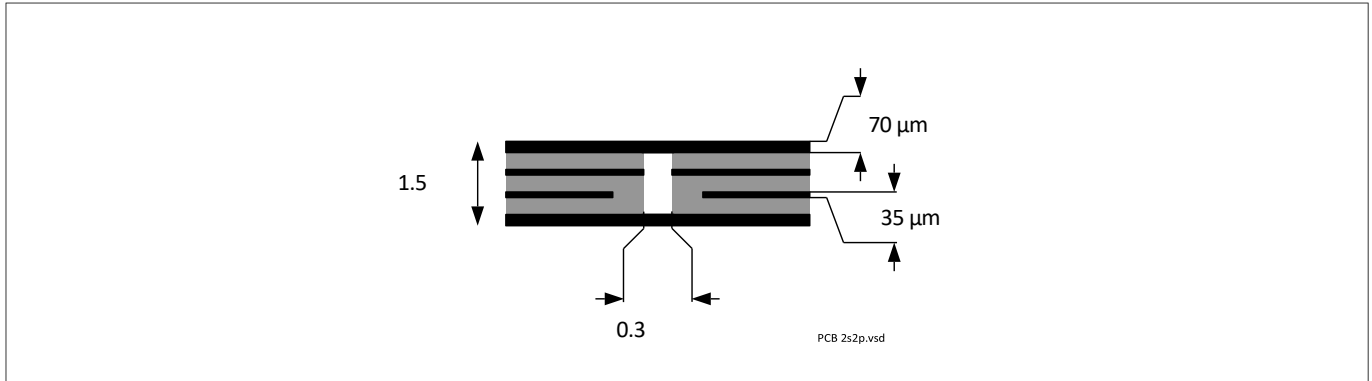


图 5 2s2p PCB 截面

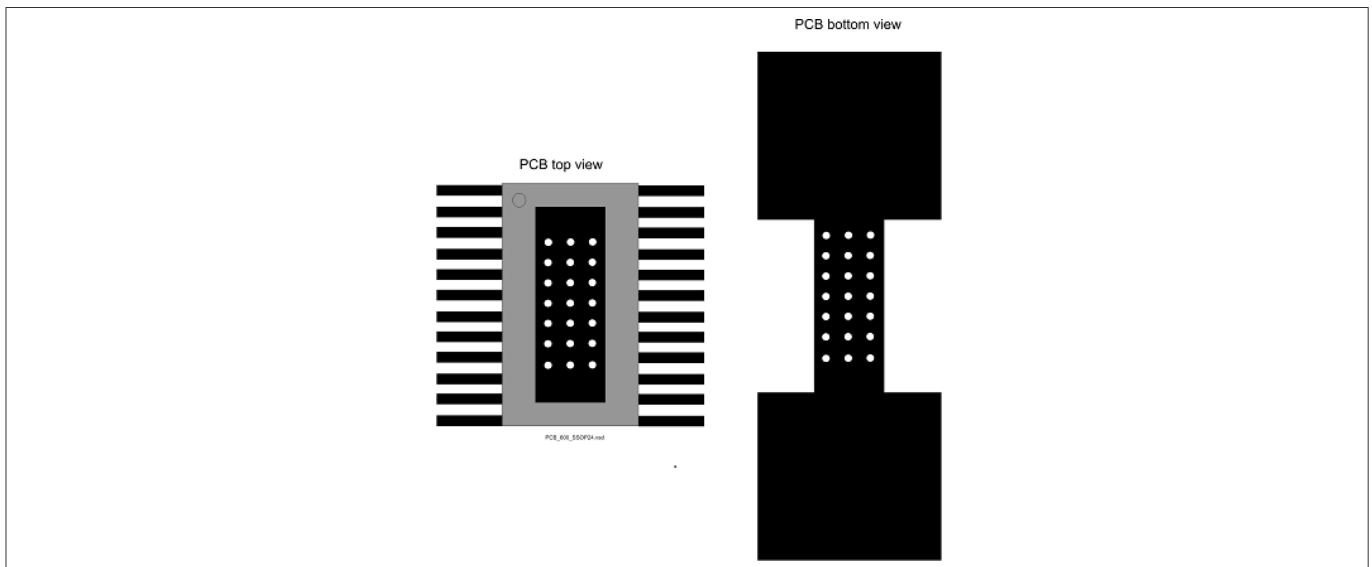


图 6 带有 600 mm² 冷却面积的 PC 板热仿真顶视图和底视图

⁹ 指定的 R_{thja} 值在 FR4 2s2p 板上的自然对流符合 JEDEC JESD51-2,-5,-7 标准，在 $T_A = 105^\circ\text{C}$ ，所有通道同等耗散 1 W 功耗；产品（芯片 + 封装）在具有 2 个内铜层（2 x 70 μm Cu、2 x 35 μm Cu）的 76.4 mm x 114.3 mm x 1.5 mm 板上进行模拟。在适用的情况下，裸露的散热焊盘下方的导热过孔阵列与第一内铜层接触。请参见图 5。

电气特性及参数

4.3.2 热阻抗

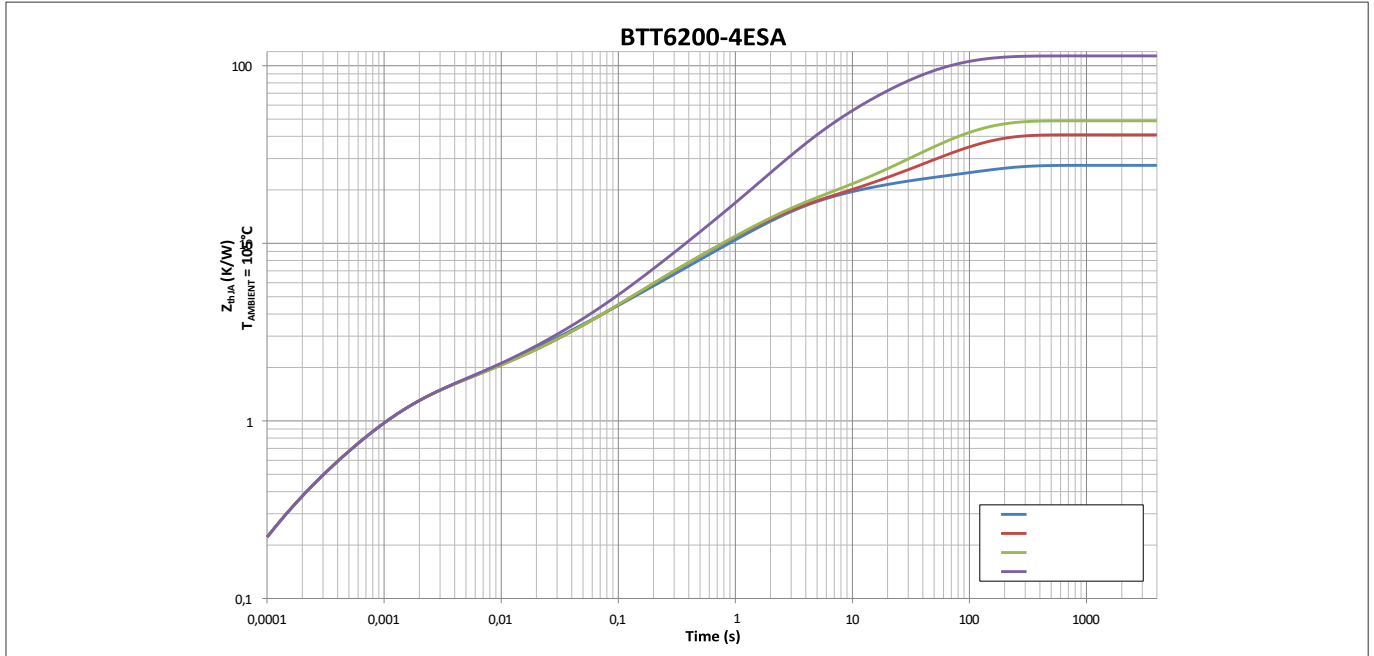


图 7 典型热阻抗2s2p PCB 设置如图 5 所示

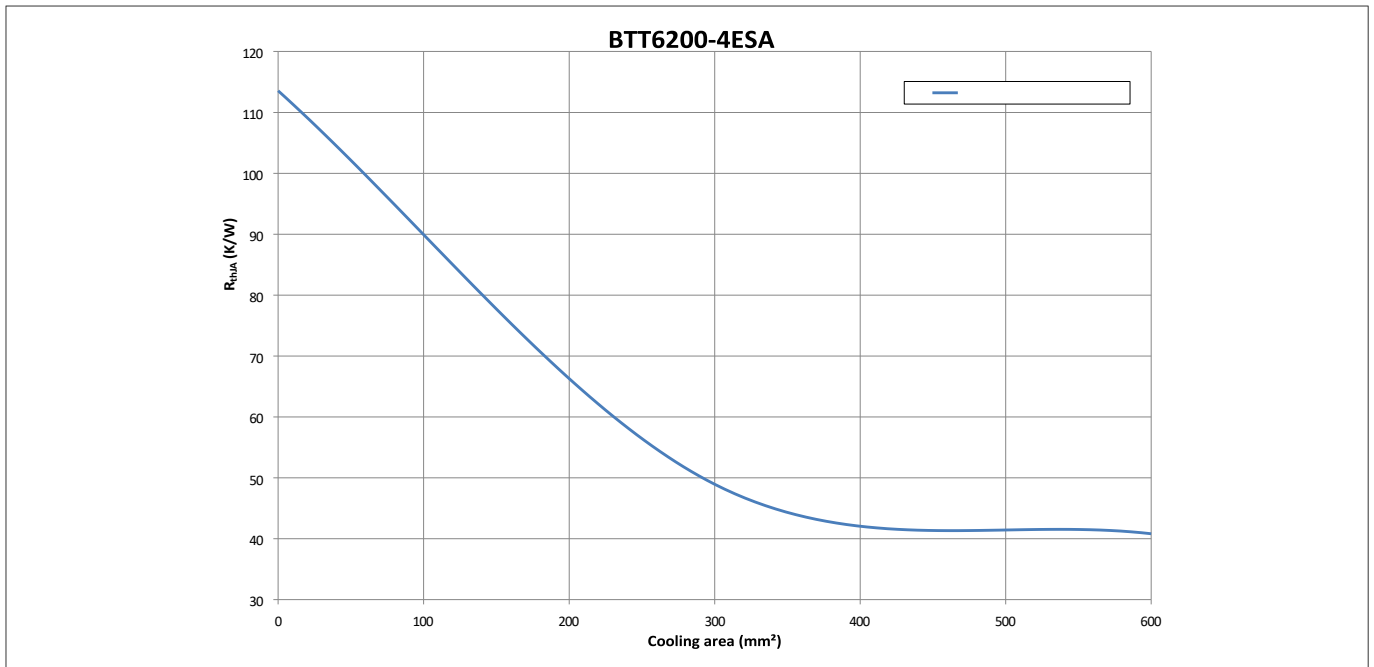


图 8 典型热阻PCB 设置 1s0p

功率级

5 功率级

功率级使用带有电荷泵的 N 沟道垂直功率 MOSFET (DMOS) 构建。

5.1 输出导通电阻

导通电阻 $R_{DS(ON)}$ 取决于供电电压以及结温 T_J 。图 9 显示了典型导通电阻对温度和供电电压的依赖性。第 6.4 章描述了反向电压中的行为。

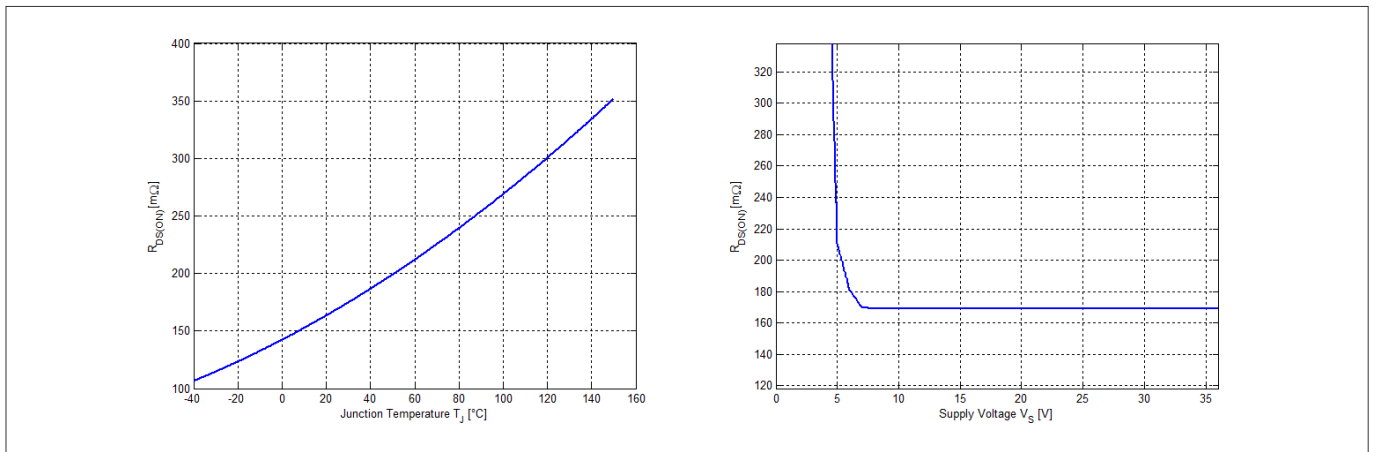


图 9 典型导通电阻

输入引脚处的高信号 (参见第 8 章) 会导致功率 DMOS 以专用斜率开启, 该斜率在电磁兼容发射方面进行了优化。

5.2 具有阻性负载的导通/关断特性

图 10 显示了开关阻性负载时的典型时序。

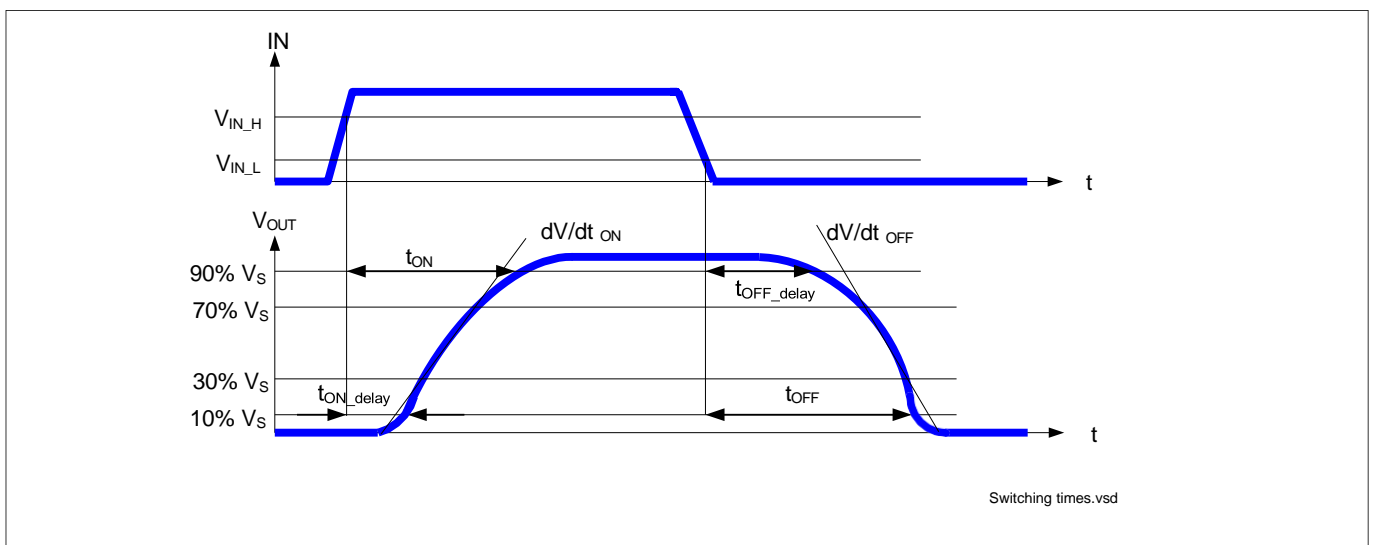


图 10 开关电阻性负载时序

功率级

5.3 感性负载

5.3.1 输出钳位

当用高边开关关闭感性负载时，因为电感打算继续驱动电流，电压 V_{OUT} 降至地电位以下。为了防止因高电压雪崩而损坏器件，采用了电压钳位机制 $Z_{DS(AZ)}$ ，将负输出电压限制在一定水平 ($V_S - V_{DS(AZ)}$)。详情请参见图11以及图12 然而，允许的最大负载电感是有限的。

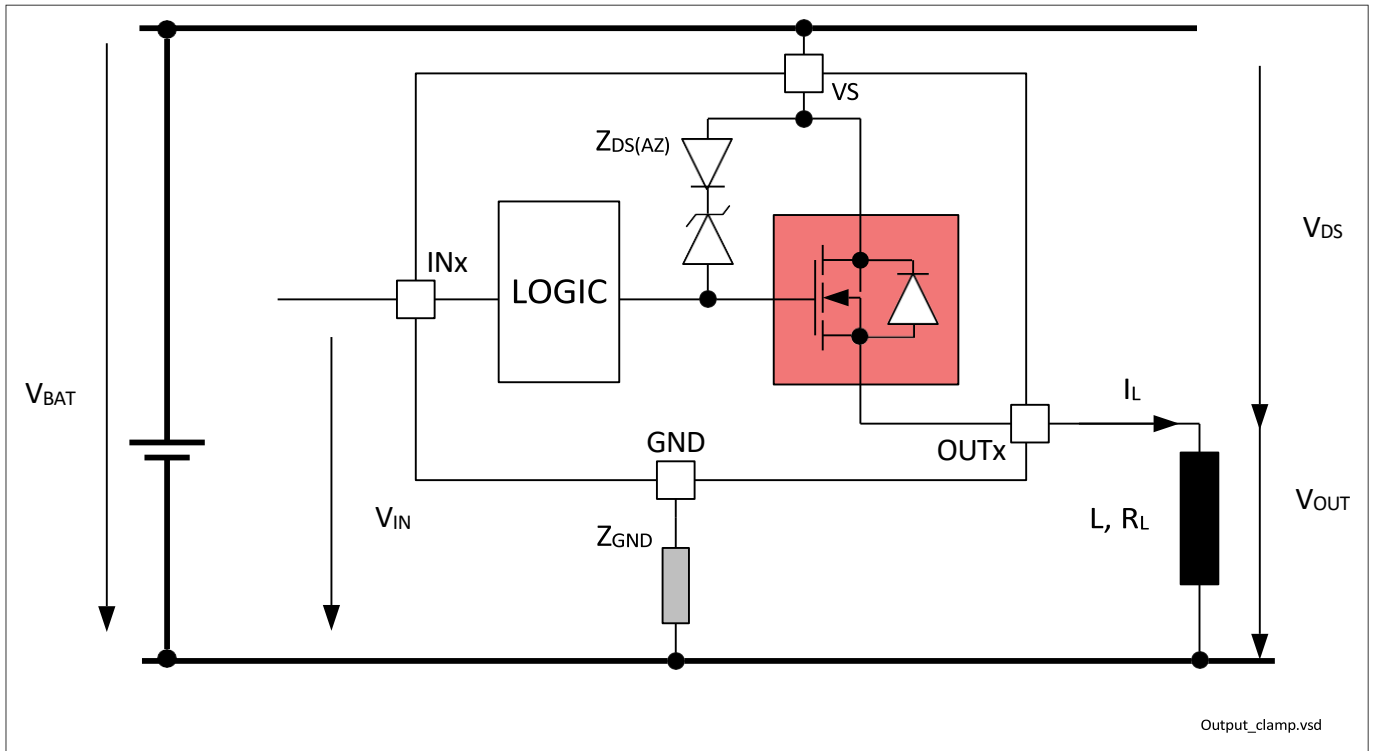


图 11 输出钳位

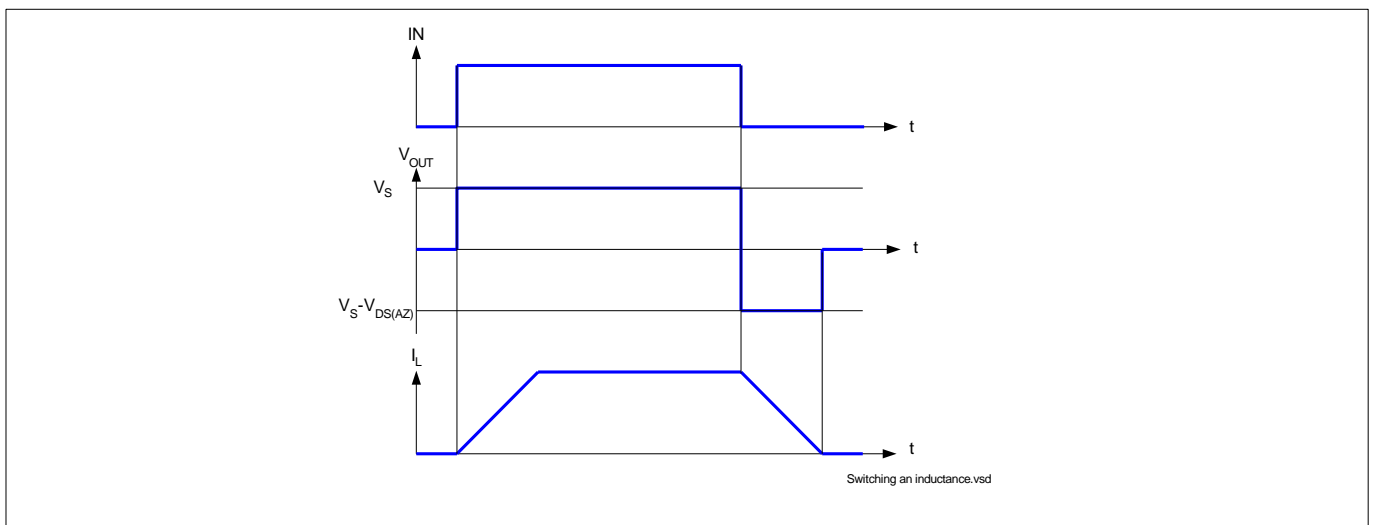


图 12 开关感性负载时序

功率级

5.3.2 最大负载电感

在感性负载退磁过程中，热量在 BTT6200-4ESA 中耗散。这个热量可以用下面的公式计算：

$$E = V_{DS(AZ)} \cdot \frac{L}{RL} \cdot \left[\frac{V_S - V_{DS(AZ)}}{RL} \ln \left(1 - \left(\frac{RL \cdot I_L}{V_S - V_{DS(AZ)}} \right) + I_L \right) \right]$$

公式 1

假设 $R_L = 0 \Omega$ ，下列方程式简化。

$$E = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2 \cdot \left(1 - \frac{V_S - V_{DS(AZ)}}{V_S} \right)$$

公式 2

转化为热量的能量受到元件热设计的限制。参见图 13 最大允许散热量与负载电流的关系。

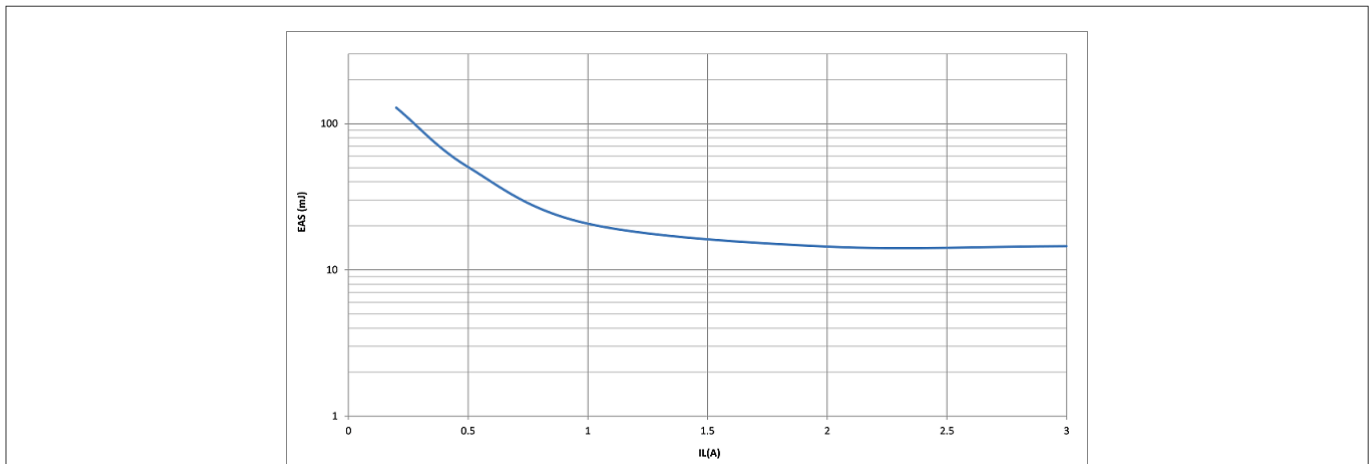


图 13 单脉冲最大热量耗散， $T_{J_START} = 150^\circ\text{C}$ ； $V_S = 28\text{ V}$

5.4 反向电流能力

如果电流为反向，即输出端的电压 V_{INV} 高于供电电压 V_S ，则电流 I_{INV} 将从输出端通过功率管的体二极管流向 V_S 引脚（请参见图 14）。输出级遵循输入引脚的状态，除非输入引脚在反向期间从 OFF 变为 ON。在这种特殊情况下，输出级保持关闭状态，直到反向电流消失。然而，电流 I_{INV} 不应高于 $I_{L(INV)}$ 。如果通道关闭，诊断将检测到负载开路处于关闭状态。如果受影响的通道为 ON，诊断将检测到负载开路为 ON（过温信号被禁止）。当 V_{INV} 出现时，可以观察到寄生诊断功能。之后，诊断有效并反映输出状态。当 V_{INV} 消失时，诊断有效并反映输出状态。电流为反向时，无保护功能。

功率级

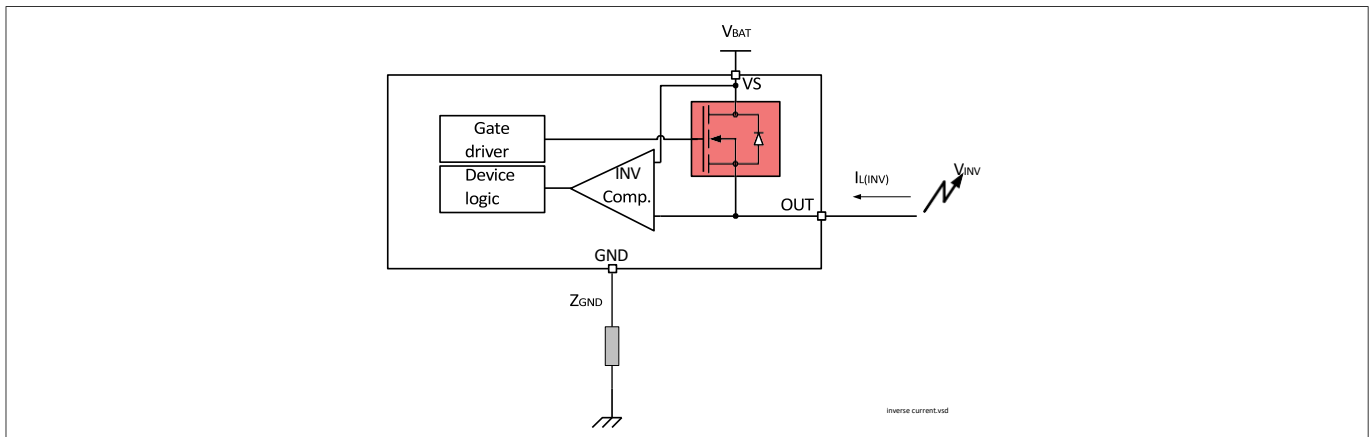


图 14 反向电流线路

5.5 电气特性 - 功率级

表 6 电气特性：功率级

$V_S = 8\text{ V}$ 至 36 V , $T_J = -40^\circ\text{C}$ 至 150°C (除非另有说明)。典型值在 $V_S = 28\text{ V}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$ 时给出

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
ON-state resistance per channel	$R_{DS(ON)_{150}}$	300	360	400	mΩ	$I_L = I_{L4} = 1\text{ A}$ $V_{IN} = 4.5\text{ V}$ $T_J = 150^\circ\text{C}$ See Figure 9	P_5.5.1
ON-state resistance per channel	$R_{DS(ON)_{25}}$	–	200	–	mΩ	¹⁰⁾ $T_J = 25^\circ\text{C}$	P_5.5.21
Nominal load current One channel active	$I_{L(NOM)1}$	–	1.5	–	A	¹⁰⁾ $T_A = 85^\circ\text{C}$ $T_J < 150^\circ\text{C}$	P_5.5.2
Nominal load current All channels active	$I_{L(NOM)2}$	–	1	–	A		P_5.5.3
Output voltage drop limitation at small load currents	$V_{DS(NL)}$	–	10	22	mV	$I_L = I_{L0} = 25\text{ mA}$ See Chapter 9.3	P_5.5.4
Drain to source clamping voltage $V_{DS(AZ)} = [V_S - V_{OUT}]$	$V_{DS(AZ)}$	65	70	75	V	$I_{DS} = 5\text{ mA}$ See Figure 12 See Chapter 9.1	P_5.5.5
Output leakage current per channel $T_J \leq 85^\circ\text{C}$	$I_{L(OFF)}$	–	0.1	0.5	μA	¹¹⁾ V_{IN} floating $V_{OUT} = 0\text{ V}$ $T_J \leq 85^\circ\text{C}$	P_5.5.6

¹⁰⁾ 未经过生产测试，由设计指定。

¹¹⁾ 仅在 $T_J = -40^\circ\text{C}$ 时测试

功率级

表 6 电气特性：功率级（续）

$V_S = 8\text{ V}$ 至 36 V , $T_J = -40^\circ\text{C}$ 至 150°C （除非另有说明）。

典型值在 $V_S = 28\text{ V}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$ 时给出

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Output leakage current per channel $T_J = 150^\circ\text{C}$	$I_{L(OFF)_150}$	-	1	5	μA	V_{IN} floating $V_{OUT} = 0\text{ V}$ $T_J = 150^\circ\text{C}$	P_5.5.8
Inverse current capability	$I_{L(INV)}$	-	1	-	A	¹⁰⁾ $V_S < V_{OUTX}$ See Figure 14	P_5.5.9
Slew rate 30% to 70% V_S	dV/dt_{ON}	0.3	0.8	1.3	$\text{V}/\mu\text{s}$	$R_L = 47\ \Omega$ $V_S = 28\text{ V}$	P_5.5.11
Slew rate 70% to 30% V_S	$-dV/dt_{OFF}$	0.3	0.8	1.3	$\text{V}/\mu\text{s}$	See Figure 10 See Chapter 9.1	P_5.5.12
Slew rate matching $dV/dt_{ON} - dV/dt_{OFF}$	$\Delta dV/dt$	-0.15	0	0.15	$\text{V}/\mu\text{s}$		P_5.5.13
Turn-ON time to $V_{OUT} = 90\% V_S$	t_{ON}	20	70	150	μs		P_5.5.14
Turn-OFF time to $V_{OUT} = 10\% V_S$	t_{OFF}	20	70	150	μs		P_5.5.15
Turn-ON / OFF matching $t_{OFF} - t_{ON}$	Δt_{SW}	-50	0	50	μs		P_5.5.16
Turn-ON time to $V_{OUT} = 10\% V_S$	t_{ON_delay}	-	35	70	μs		P_5.5.17
Turn-OFF time to $V_{OUT} = 90\% V_S$	t_{OFF_delay}	-	35	70	μs		P_5.5.18
Switch ON energy	E_{ON}	-	190	-	μJ	¹⁰⁾ $R_L = 47\ \Omega$ $V_{OUT} = 90\% V_S$ $V_S = 36\text{ V}$ See Chapter 9.1	P_5.5.19
Switch OFF energy	E_{OFF}	-	210	-	μJ	¹⁰⁾ $R_L = 47\ \Omega$ $V_{OUT} = 10\% V_S$ $V_S = 36\text{ V}$ See Chapter 9.1	P_5.5.20

¹⁰⁾ 未经过生产测试，由设计指定。

保护功能

6 保护功能

该器件提供集成的保护功能。这些功能旨在防止 IC 因规格书中描述的故障情况而遭到破坏。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。

6.1 接地丢失保护

如果模块接地丢失，并且负载仍然连接到接地，则无论在 IN 引脚上施加的电压如何，器件都会自动关闭（之前处于打开状态）或保持关闭状态，从而进行自我保护。

如果器件接地发生丢失，建议在 MCU 和 BTT6200-4ESA 之间使用输入电阻，以确保输出通道关闭。

如果模块或器件接地丢失，电流 ($I_{OUT(GND)}$) 会从 DMOS 流出。图 15 简述情况。

建议 Z_{GND} 作为一个电阻串联到一个二极管。

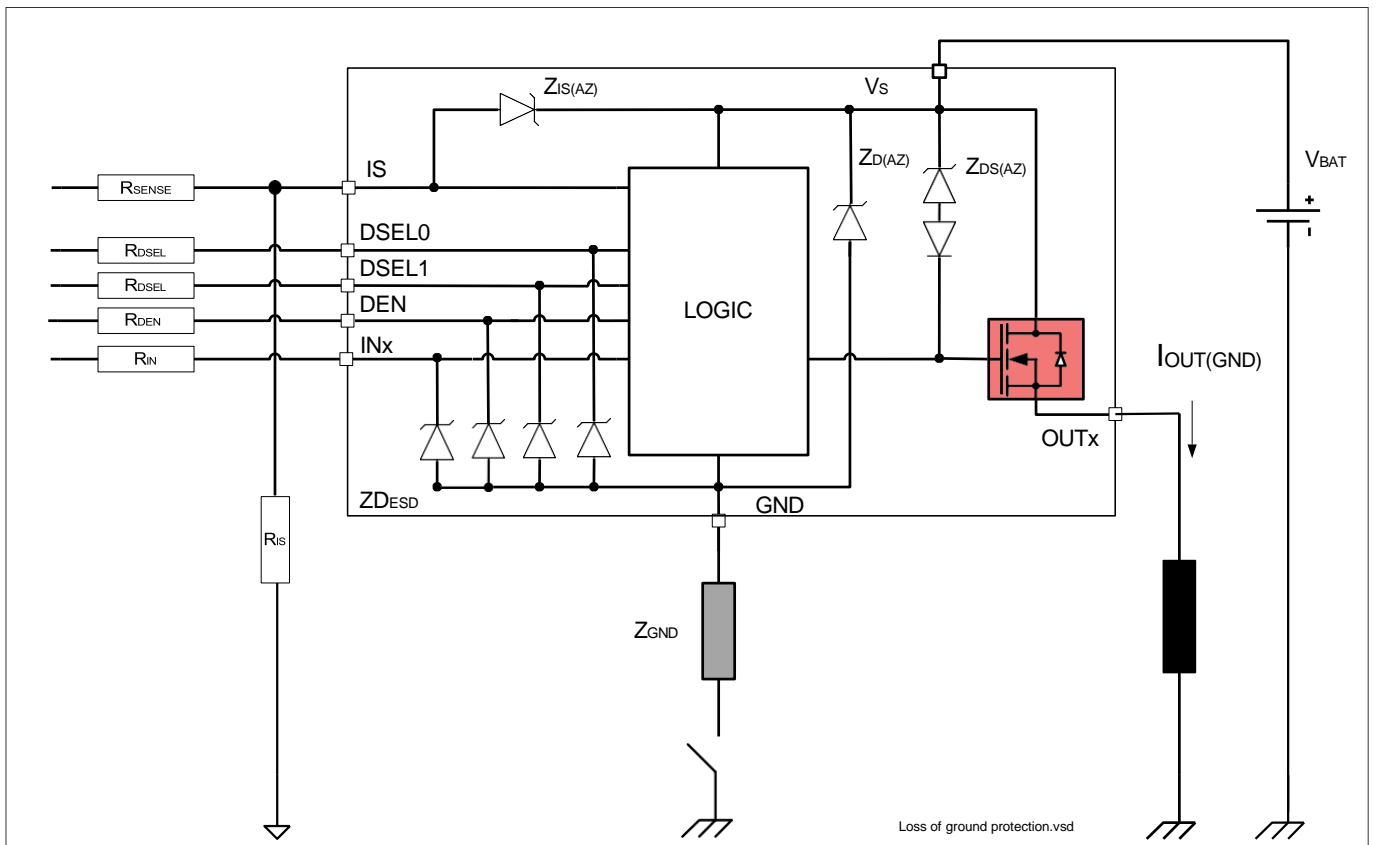


图 15 与外部元件的接地丢失保护

6.2 欠压保护

在 $V_{S(UV)}$ 和 $V_{S(OP)}$ 之间，欠压机制被触发。 $V_{S(OP)}$ 表示可以发生开关 ON 和 OFF 的最小电压。 $V_{S(UV)}$ 表示开关能保持 ON 的最小电压。如果供电电压低于欠压机制 $V_{S(UV)}$ ，则器件关闭（关断）。一旦供电电压高于欠压机制 $V_{S(OP)}$ ，器件就可以打开。当切换为 ON 时，保护功能起作用。然而，只有当 V_S 处于 V_{NOM} 范围内时，才能保证诊断。图 16 说明了欠压机制。

保护功能

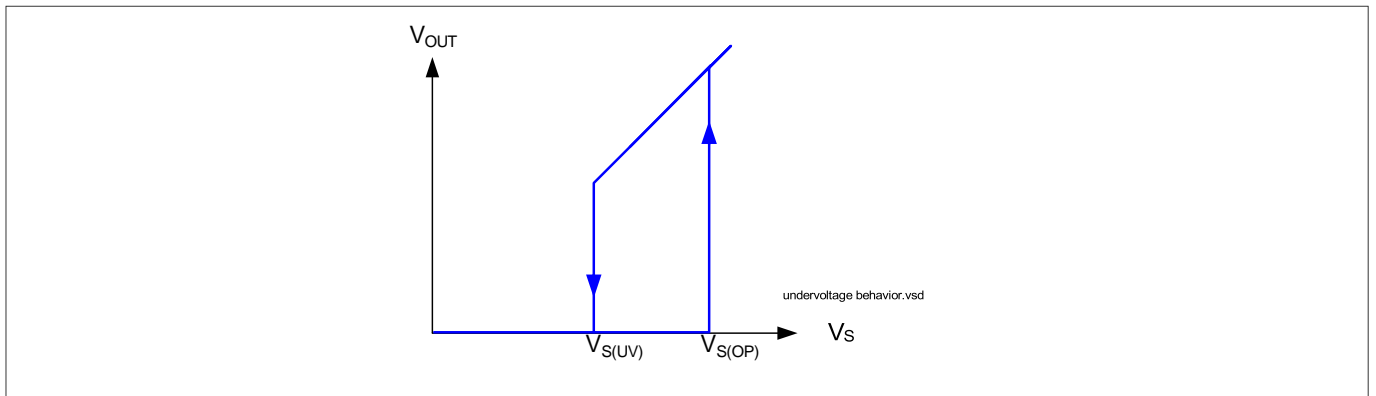


图 16 欠压行为

6.3 过压保护

有一个集成的钳位机制用于过压保护 ($Z_{D(AZ)}$)。为了保证该机制在应用中正常运行，齐纳二极管中的电流必须受到接地电阻器的限制。图 17 显示了承受过压问题的典型应用。当供电电压高于 $V_{S(AZ)}$ 时，功率管接通，并且逻辑部分上的电压为钳位。结果，内部地电位上升至 $V_S - V_{S(AZ)}$ 。由于静电防护齐纳二极管，引脚 IN_X 、 $DSEL_X$ 和 DEN 处的电位几乎上升至该电位，具体取决于所连接电路的阻抗。如果器件处于 ON 状态，则在过压之前，BTT6200-4ESA 保持 ON 状态。如果 BTT6200-4ESA 关闭，在过压之前，可以激活功率管。在供电电压高于 $V_{BAT(SC)}$ 且低于 $V_{DS(AZ)}$ 的情况下，输出晶体管仍可运行并跟随输入。如果至少单通道处于 ON 状态，则与标称供电电压范围相比，参数不再得到保证，并且使用寿命会缩短。这尤其影响短路鲁棒性以及最大热量 E_{AS} 能力。建议 Z_{GND} 为一个电阻器与二极管串联。

保护功能

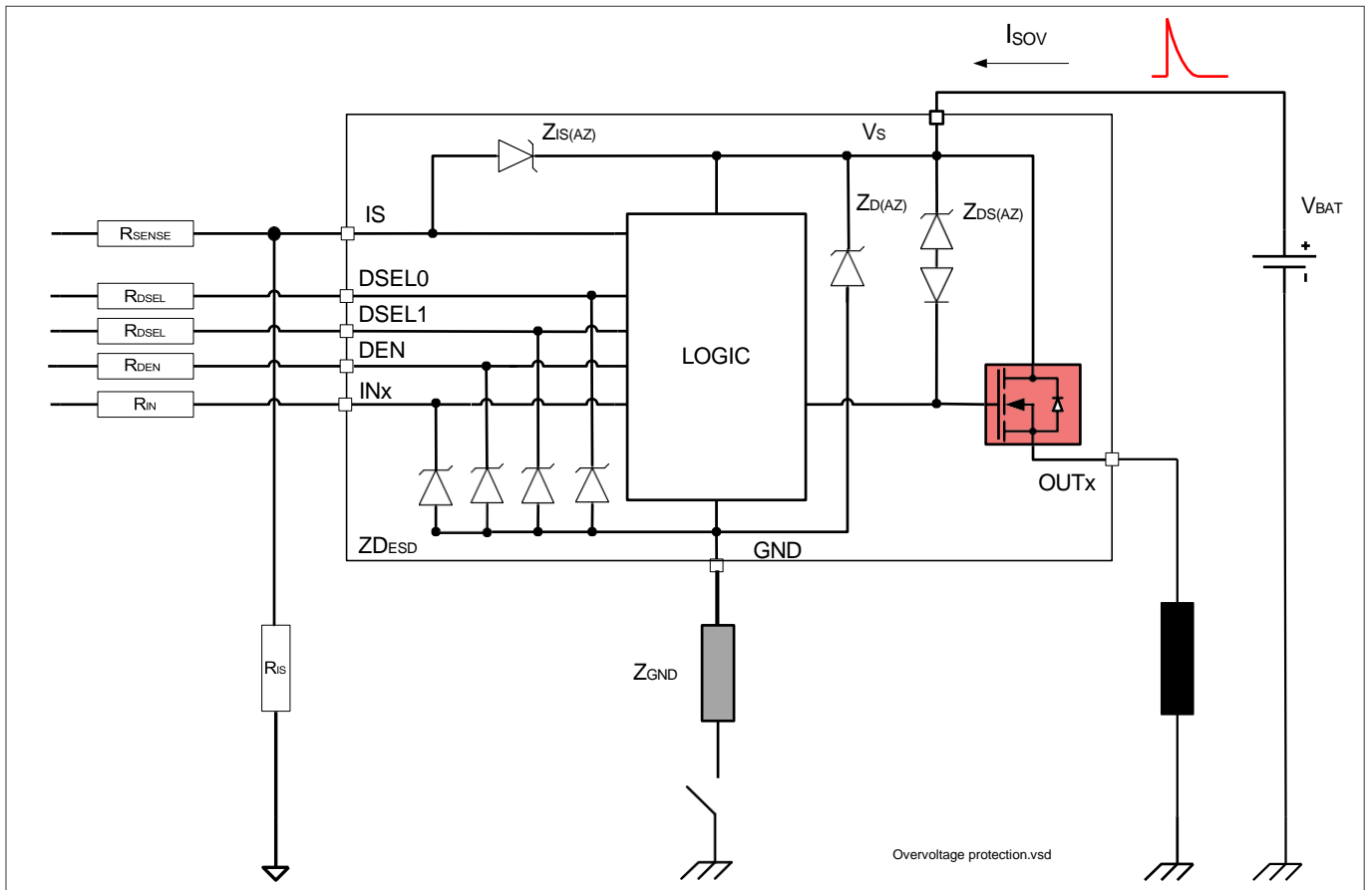


图 17 采用外部元件的过压保护

6.4 反极性保护

在反向电压情况下，功率 DMOS 的固有体二极管会导致功率耗散。本征体中的电流受到负载本身的限制。此外，流入地回路和逻辑引脚的电流必须限制在[章节 4.1](#)中所述的最大电流和外部电阻内。[图 18](#)显示了一个典型应用。R_{GND} 电阻用于限制器件齐纳保护中的电流。电阻 R_{DSEL}, R_{DEN} 和 R_{IN} 用于限制器件逻辑和静电防护保护级中的电流。R_{SENSE} 用于限制检测晶体管中的电流，其表现为二极管。R_{DEN} = R_{DSEL} = R_{IN} = R_{SENSE} = 10 kΩ 的建议值。建议在地回路中使用一个电阻串联一个二极管。

反极性时，无保护功能。

保护功能

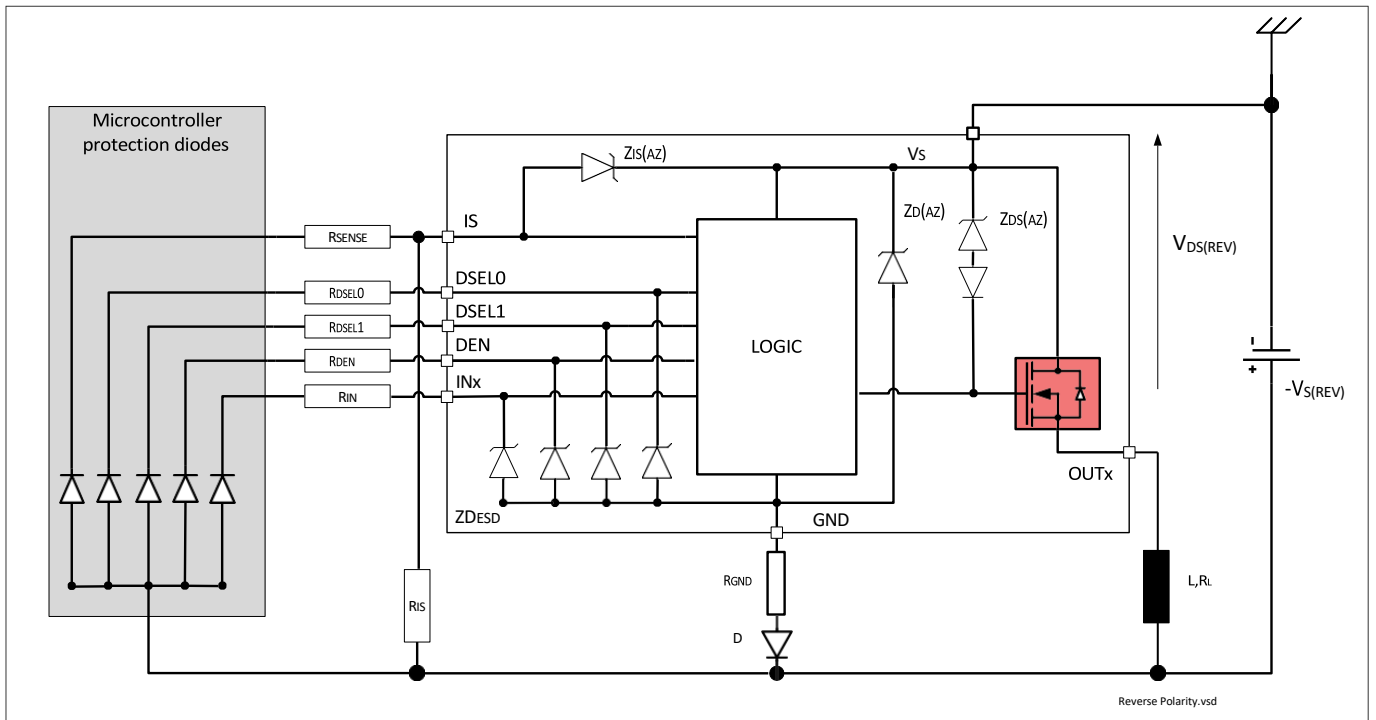


图 18 使用外部元件实现反极性保护

6.5 过载保护

如果发生过载，例如冷灯丝的强浪涌或接地短路，BTT6200-4ESA 可提供多种保护机制。

6.5.1 电流限制

第一步，通过将电流限制为切换中允许的最大电流 $I_{L(SC)}$ ，将切换中的瞬时功率维持在安全值。在此期间，DMOS 温度升高，从而影响 DMOS 中流动的电流。

6.5.2 功率 DMOS 中的温度限制

每个通道都包含一个绝对 ($T_{J(SC)}$) 和一个动态 ($T_{J(SW)}$) 温度传感器。任一传感器的激活都会导致过热通道关闭以防止损坏。任何保护性关断都会锁存输出，直到温度达到如图 19 所示的可接受值。

没有实施重试策略，因此当 DMOS 温度足够冷却时，开关会再次打开。只有输入引脚信号切换才能重新激活功率级（锁存行为）。

保护功能

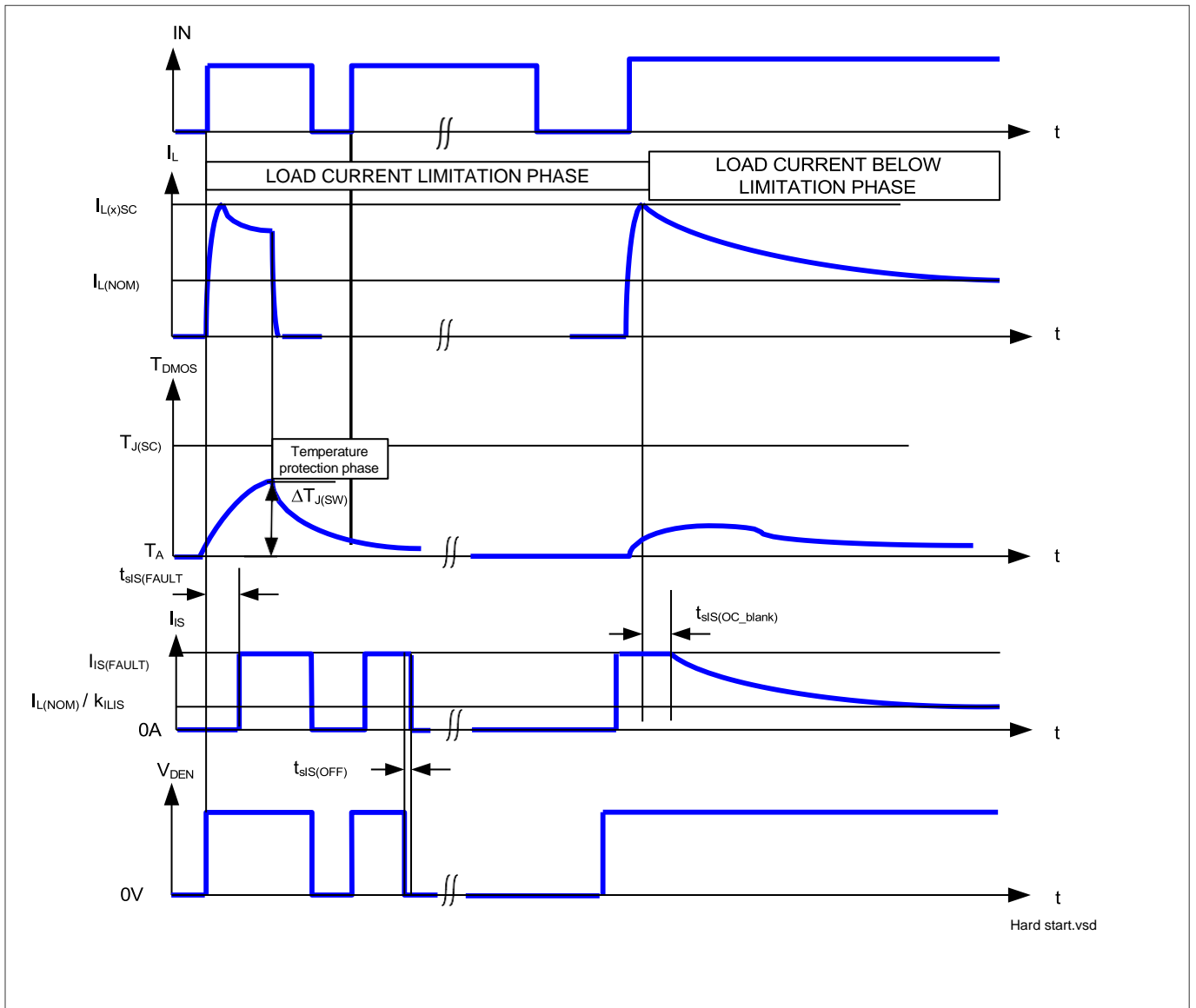


图 19 过载保护

注释： 为了更好地理解，时间尺度不是线性的。该图的实际时序取决于应用，无法描述。

保护功能

6.6 电气特性保护功能

表 7 电气特性：保护

$V_S = 8\text{ V}$ 至 36 V , $T_J = -40^\circ\text{C}$ 至 150°C (除非另有说明)。

典型值在 $V_S = 28\text{ V}$ 、 $T_J = 25^\circ\text{C}$ 时给出

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
地线丢失							
Output leakage current while GND disconnected	$I_{\text{OUT(GND)}}$	–	0.1	–	mA	¹²⁾¹³⁾ $V_S = 28\text{ V}$ See Figure 15	P_6.6.1
反向极性							
Drain source diode voltage during reverse polarity	$V_{\text{DS(REV)}}$	200	650	700	mV	¹⁴⁾ $I_L = -1\text{ A}$ See Figure 18	P_6.6.2
过压							
Overvoltage protection	$V_{\text{S(AZ)}}$	65	70	75	V	$I_{\text{SOV}} = 5\text{ mA}$ See Figure 17	P_6.6.3
过载条件							
Load current limitation	$I_{\text{L5(SC)}}$	9	11	14	A	¹⁵⁾ $V_{\text{DS}} = 5\text{ V}$ See Figure 19 and Chapter 9.3	P_6.6.4
Dynamic temperature increase while switching	$\Delta T_{\text{J(SW)}}$	–	80	–	K	¹⁶⁾ See Figure 19	P_6.6.8
Thermal shutdown temperature	$T_{\text{J(SC)}}$	150	170	200	$^\circ\text{C}$	¹⁴⁾ See Figure 19	P_6.6.10
Thermal shutdown hysteresis	$\Delta T_{\text{J(SC)}}$	–	30	–	K	¹³⁾	P_6.6.11

¹² 除 V_S 和 OUT 外，所有引脚均断开。

¹³ 未经过生产测试，由设计指定。

¹⁴ 仅在 $T_J = +150^\circ\text{C}$ 时进行测试。

¹⁵ 仅在 $T_J = -40^\circ\text{C}$ 时进行测试。

¹⁶ 仅功能测试

诊断功能

7 诊断功能

为了诊断目的，BTT6200-4ESA 在引脚 IS 处提供数字和模拟信号的组合。这些信号称为 SENSE。如果通过 DEN 禁用诊断，则引脚 IS 变为高阻态。如果 DEN 被激活，通道 X 的感测电流将通过相关引脚 DSEL0 和 DSEL1 启用/禁用。

表 8 给出真值表。

表 8 检测真值表

DEN	DSEL1	DSEL0	IS			
0	don't care	don't care	Z	Z	Z	Z
1	0	0	$I_{IS(0)}$	0	0	0
1	0	1	0	$I_{IS(1)}$	0	0
1	1	0	0	0	$I_{IS(2)}$	0
1	1	1	0	0	0	$I_{IS(3)}$

7.1 IS 引脚

BTT6200-4ESA 在引脚 IS 处提供称为 I_{IS} 的检测信号。只要不发生“硬”故障模式（接地短路/电流限制/过温/动态温度过度增加或负载开路关闭），就会向负载电流提供比例信号（比率 $k_{ILIS} = I_L/I_{IS}$ ）。完整的 IS 引脚和诊断机制如图 20 所示。检测电流的精度取决于温度和负载电流。通过引脚 DSEL0 和 DSEL1 复用当前 $I_{IS(0)}$ 、 $I_{IS(1)}$ 、 $I_{IS(2)}$ 和 $I_{IS(3)}$ 。由于这种复用， $k_{ILISCHANNEL0}$ 、 $k_{ILISCHANNEL1}$ 、 $k_{ILISCHANNEL2}$ 和 $k_{ILISCHANNEL3}$ 之间的匹配得到优化。由于与 V_S 连接的静电防护保护，如果这些设备使用其他电池供电，则不建议与其他设备共享 IS 引脚。结果是未提供的器件将通过提供的器件的 IS 引脚进行馈送。

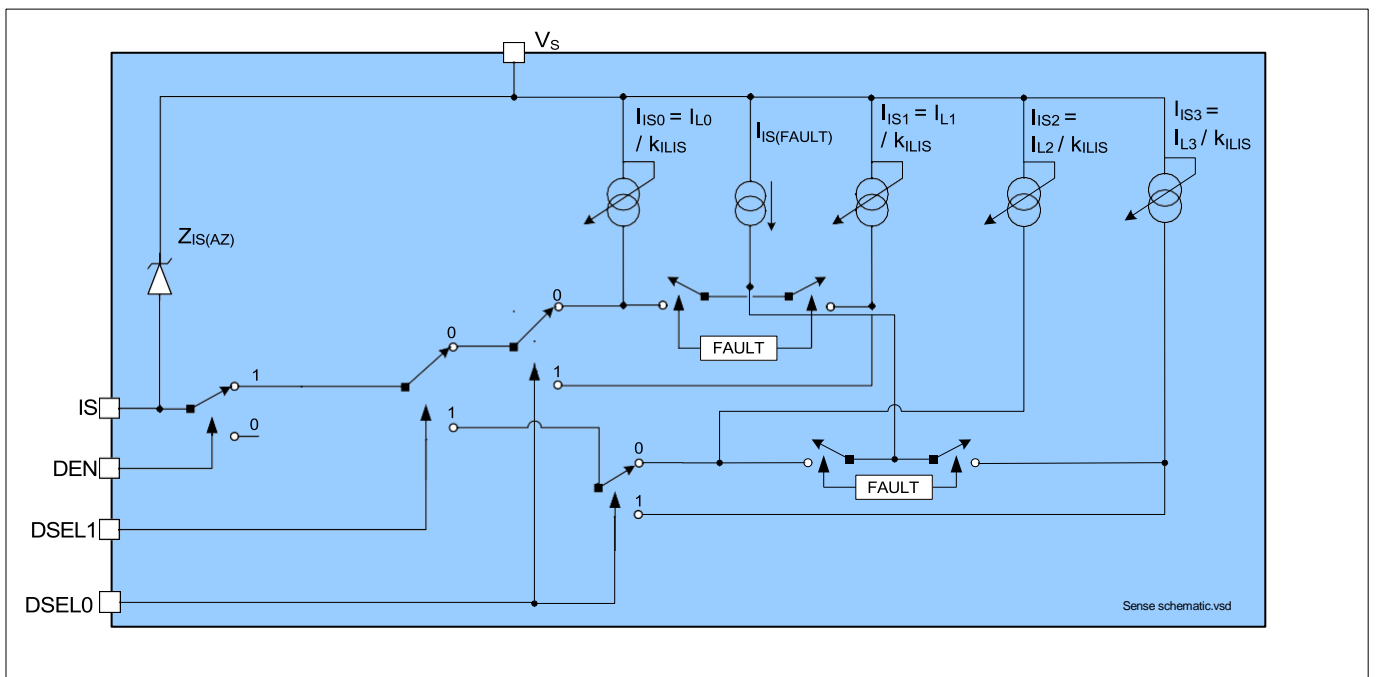


图 20 诊断框图

诊断功能

7.2 不同运行模式下的 SENSE 信号

表 9 给出了器件操作期间 IS 引脚状态的快速基准。

表 9 检测信号、运行模式功能

Operation mode	Input level channel x	DEN ¹⁷⁾	Output level	Diagnostic output
Normal operation	OFF	H	Z	Z
Short circuit to GND			~GND	Z
Overtemperature			Z	Z
Short circuit to V_s			V_s	$I_{IS(FAULT)}$
Open load			$< V_{OL(OFF)}^{18)}$	Z
			$> V_{OL(OFF)}^{18)}$	$I_{IS(FAULT)}$
Inverse current			$\sim V_{INV}$	$I_{IS(FAULT)}$
Normal operation	ON		$\sim V_s$	$I_{IS} = I_L / k_{ILIS}$
Current limitation			$< V_s$	$I_{IS(FAULT)}$
Short circuit to GND			~GND	$I_{IS(FAULT)}$
Overtemperature $T_{J(SW)}$ event			Z	$I_{IS(FAULT)}$
Short circuit to V_S			V_s	$I_{IS} < I_L / k_{ILIS}$
Open load			$\sim V_s^{19)}$	$I_{IS} < I_{IS(OL)}$
Inverse current			$\sim V_{INV}$	$I_{IS} < I_{IS(OL)}^{20)}$
Underload			$\sim V_s^{21)}$	$I_{IS(OL)} < I_{IS} < I_L / k_{ILIS}$
Don't care			Don't care	L

¹⁷⁾ 表格中没有显示，但假设通过 DSEL 引脚选择了适当的通道。

¹⁸⁾ 使用附加上拉电阻时稳定。

¹⁹⁾ 输出电流必须小于 $I_{L(OL)o}$

²⁰⁾ 最大 t_{INV} 之后。

²¹⁾ 输出电流必须高于 $I_{L(OL)o}$

诊断功能

7.3 额定电流范围内的 SENSE 信号

图21 显示电流检测与功率 DMOS 中负载电流的关系。通常，下拉电阻 R_{IS} 连接到电流检测 IS 引脚。该电阻必须高于 $560\ \Omega$ ，以限制检测电路中的功率损耗。典型值为 $1.2\ k\Omega$ 。蓝色曲线代表理想的感应电流，假设理想的 k_{ILIS} 系数值。红色曲线显示器件在指定电流下在整个温度范围内提供的精度。

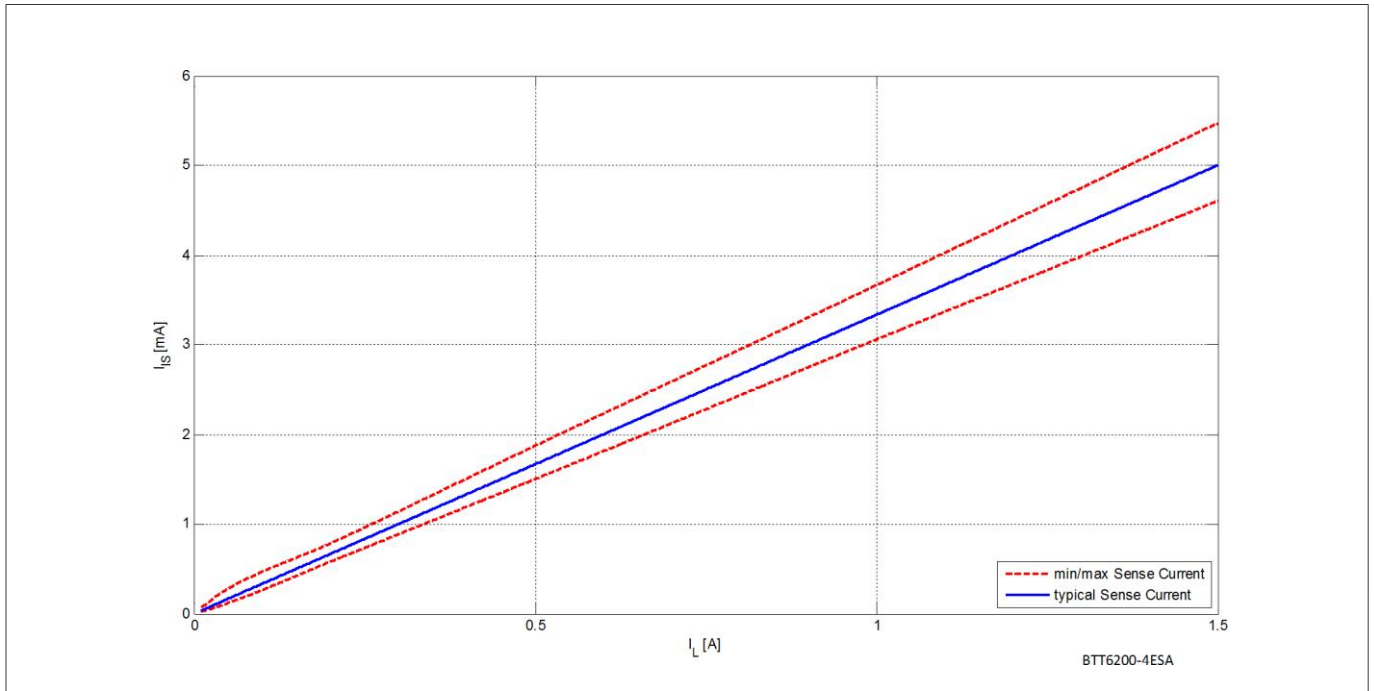


图 21 标称负载的电流检测

7.3.1 SENSE 信号随温度和负载电流的变化

在某些应用中，较小的电流需要更高的精度。为了满足此精度要求，可以对应用进行校准。为了避免在不同负载和温度条件下出现多个校准点，BTT6200-4ESA 允许在给定点 (I_{L3} ; $T_J = +25^\circ\text{C}$) 对 k_{ILIS} 值进行有限的降额。此降额由参数 Δk_{ILIS} 描述。图22 显示了感应电流的行为，假设一个调整点位于 $+25^\circ\text{C}$ 的标称负载处。

蓝线表示理想的 k_{ILIS} 比率。

绿线表示参数随温度和电压变化的降额，假设在标称温度和标称电池电压处有一个校准点。

红线表示未经校准的 k_{ILIS} 精度。

诊断功能

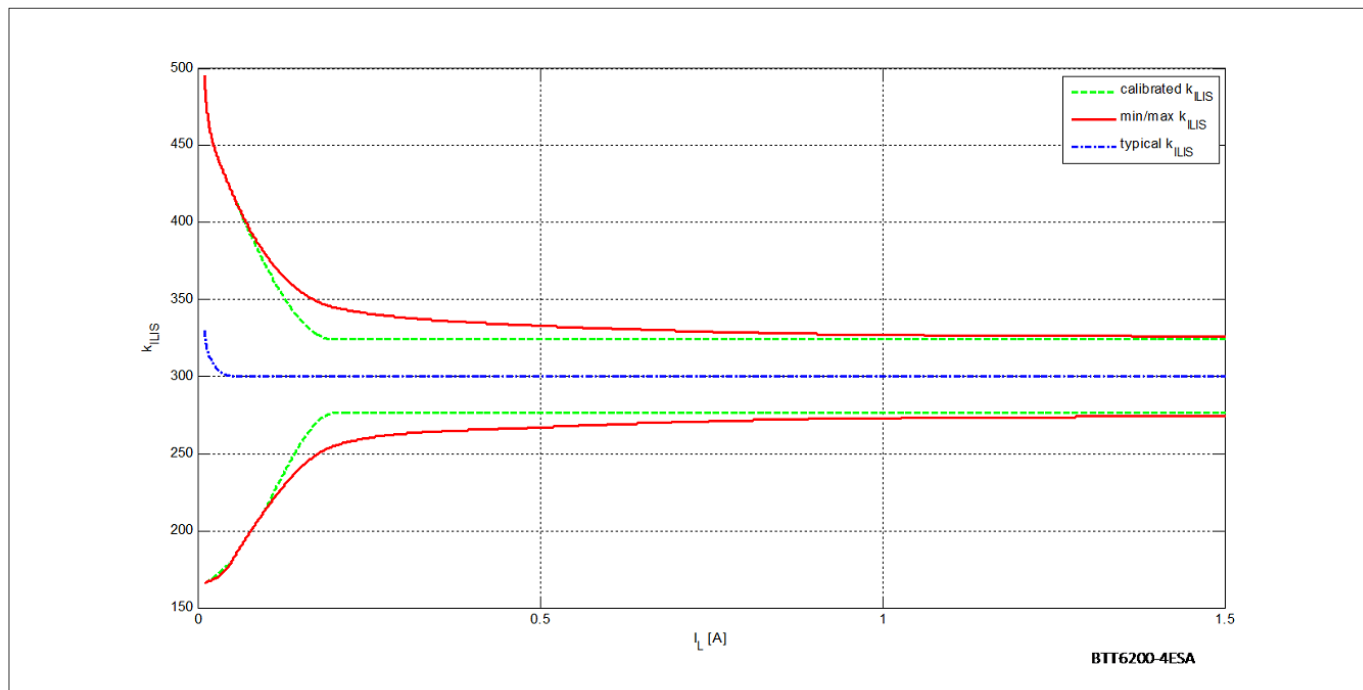


图 22 0.2 A 下 1 个调整点提高电流检测精度

诊断功能

7.3.2 SENSE 信号时序

图 23 显示 SENSE 建立和禁用期间的时序。

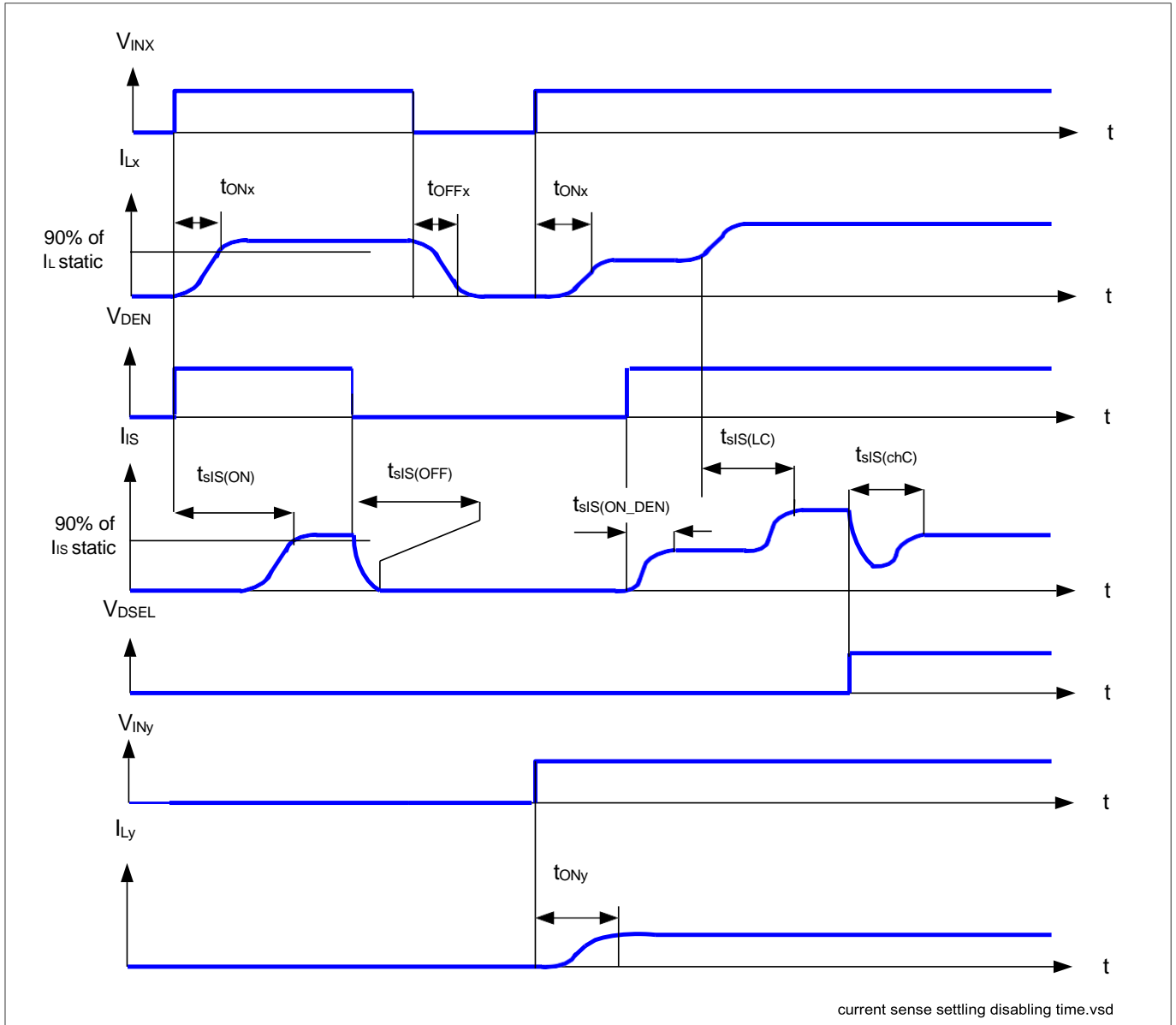


图 23 电流检测建立/禁用时序

7.3.3 负载开路中的 SENSE 信号

7.3.3.1 负载开路处于 ON 诊断状态

如果通道打开，漏电流仍可流过负载开路，例如由于湿度的原因。参数 $I_{L(OL)}$ 给出了该漏电流的识别阈值。如果选择 DEN（和 DSEL），则流出功率 DMOS 的电流 I_L 低于该值，器件将识别出故障。在这种情况下，SENSE 电流低于 $I_{IS(OL)}$ 。否则，最小 SENSE 电流在参数 $I_{IS(OL)}$ 上面给出。

图 24 显示了该区域的电流检测行为。红色曲线为典型产品曲线。蓝色曲线为理想的电流检测曲线。

诊断功能

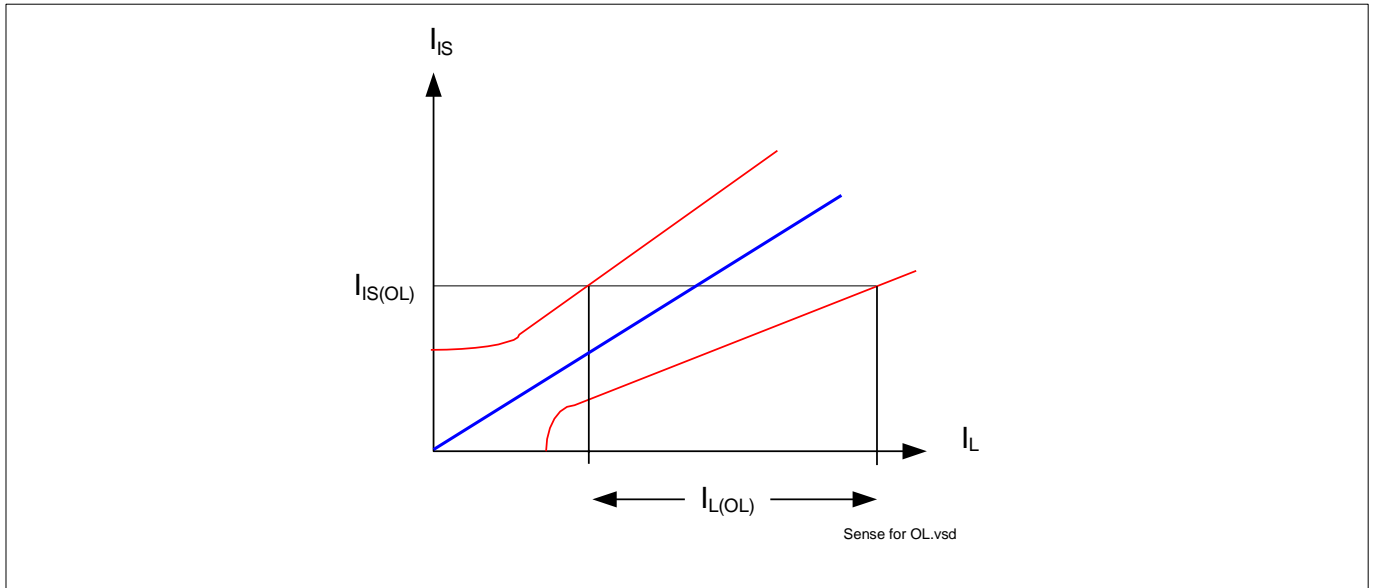


图 24 低电流的电流检测比

7.3.3.2 负载开路处于 OFF 诊断状态

对于 OFF 状态下的负载开路诊断，建议使用外部输出上拉电阻 (R_{OL})。计算上拉电阻值时，必须考虑漏电流和负载开路阈值电压 $V_{OL(OFF)}$ 。图 25 给出了这种情况的简图。 $I_{leakage}$ 定义了整个系统中的漏电流，包括 $I_{L(OFF)}$ （参见第 5.5 章）以及应用中的外部泄漏，例如由于湿度、腐蚀等。

为了减少系统的待机状态电流，建议使用负载开路电阻开关 S_{OL} 。如果通道 x 关闭，输出不再被负载下拉， V_{OUT} 电压上升到接近 V_S 。器件将其识别为负载开路。电压阈值由 $V_{OL(OFF)}$ 给出。在这种情况下，SENSE 信号切换至 $I_{IS(FAULT)}$ 。

可以使用额外的 RPD 电阻将 V_{OUT} 拉至 0 V。否则，OUT 引脚将悬空。该电阻也可用于对电池短路检测，请参见第 7.3.4 章。

诊断功能

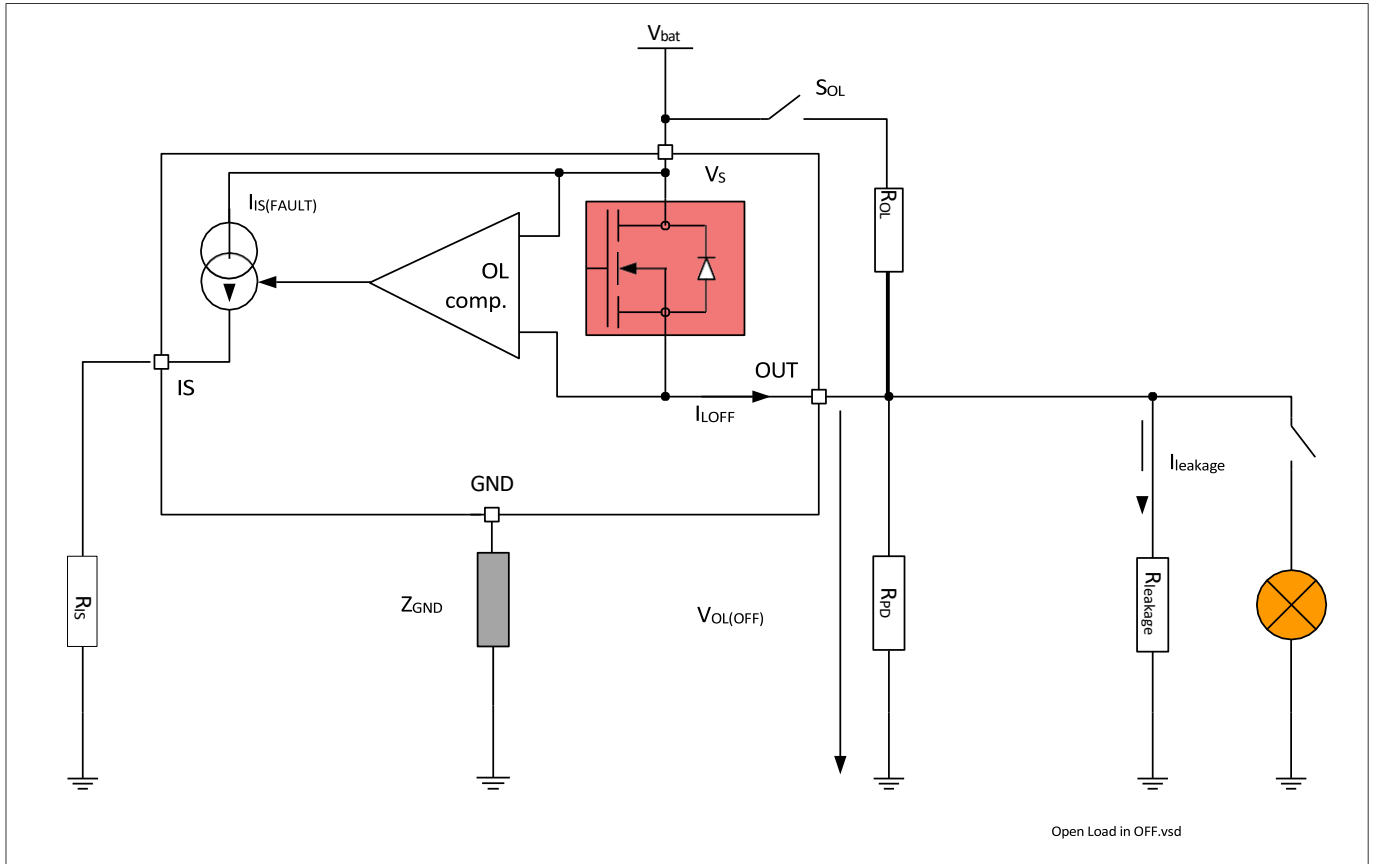


图 25 负载开路检测 OFF 电气等效电路

7.3.3.3 负载开路诊断时序

图 26 显示当 DEN 引脚为高电平时负载开路处于 ON 或 OFF 状态期间的情况。请注意，当应用关断状态下负载开路诊断请求时，必须考虑输入下降沿后的延迟 $t_{SIS(FAULT_OL_OFF)}$ ，否则诊断可能会错误。

诊断功能

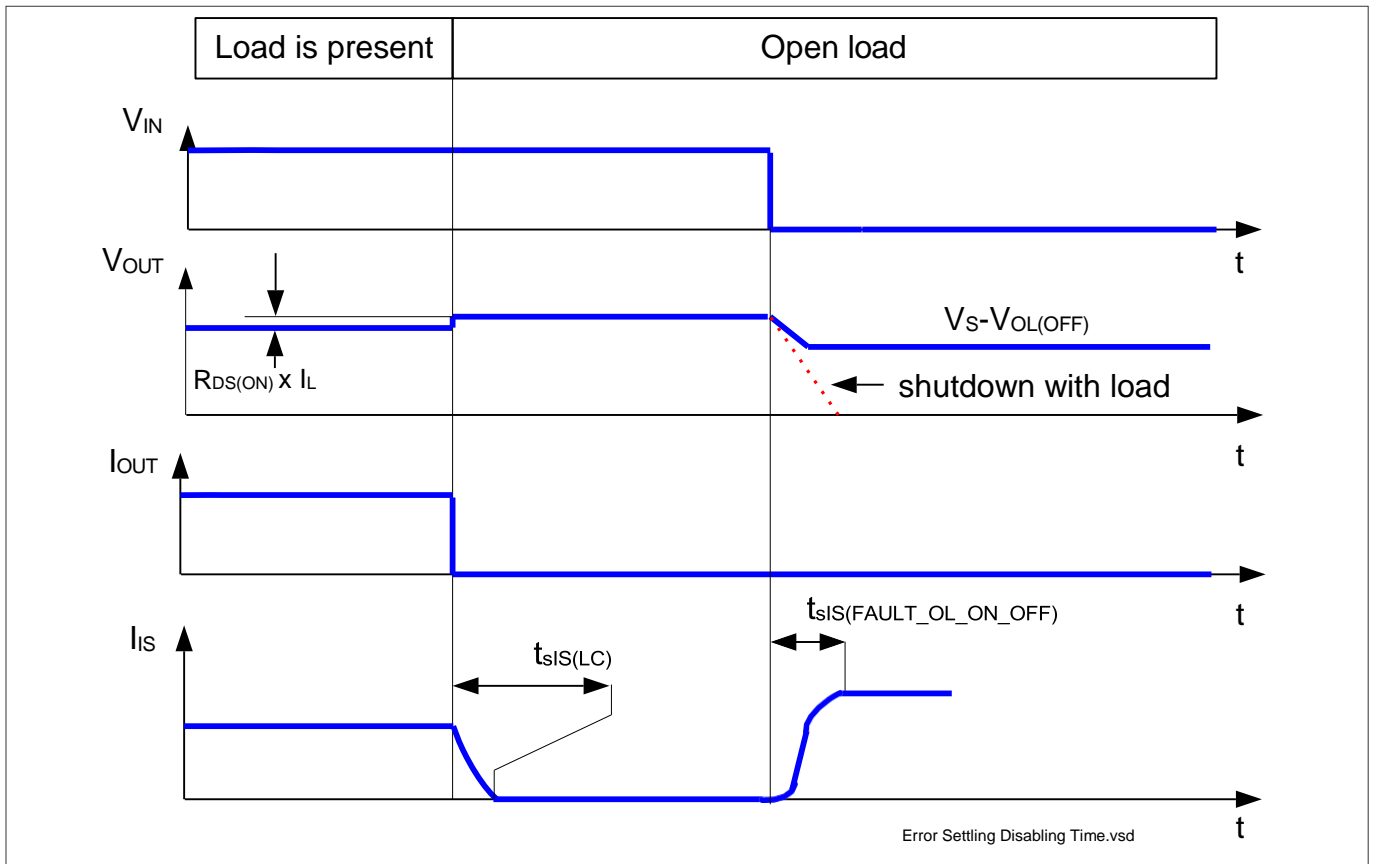


图 26 负载开路过程中的检测信号

7.3.4 短路到 V_S 的 SENSE 信号

如果 OUTput-引脚和 V_S 引脚之间发生短路，负载电流的全部或部分（取决于短路阻抗）将流经短路处。因此，与正常操作相比，流过的 DMOS BTT6200-4ESA 电流会减少，这可以通过电流检测信号来识别。OFF 检测电路中的负载开路也可用于区分 V_S 短路。在这种情况下，需要外部接地电阻 R_{SC_VS} 。图 27 概述了情况。

诊断功能

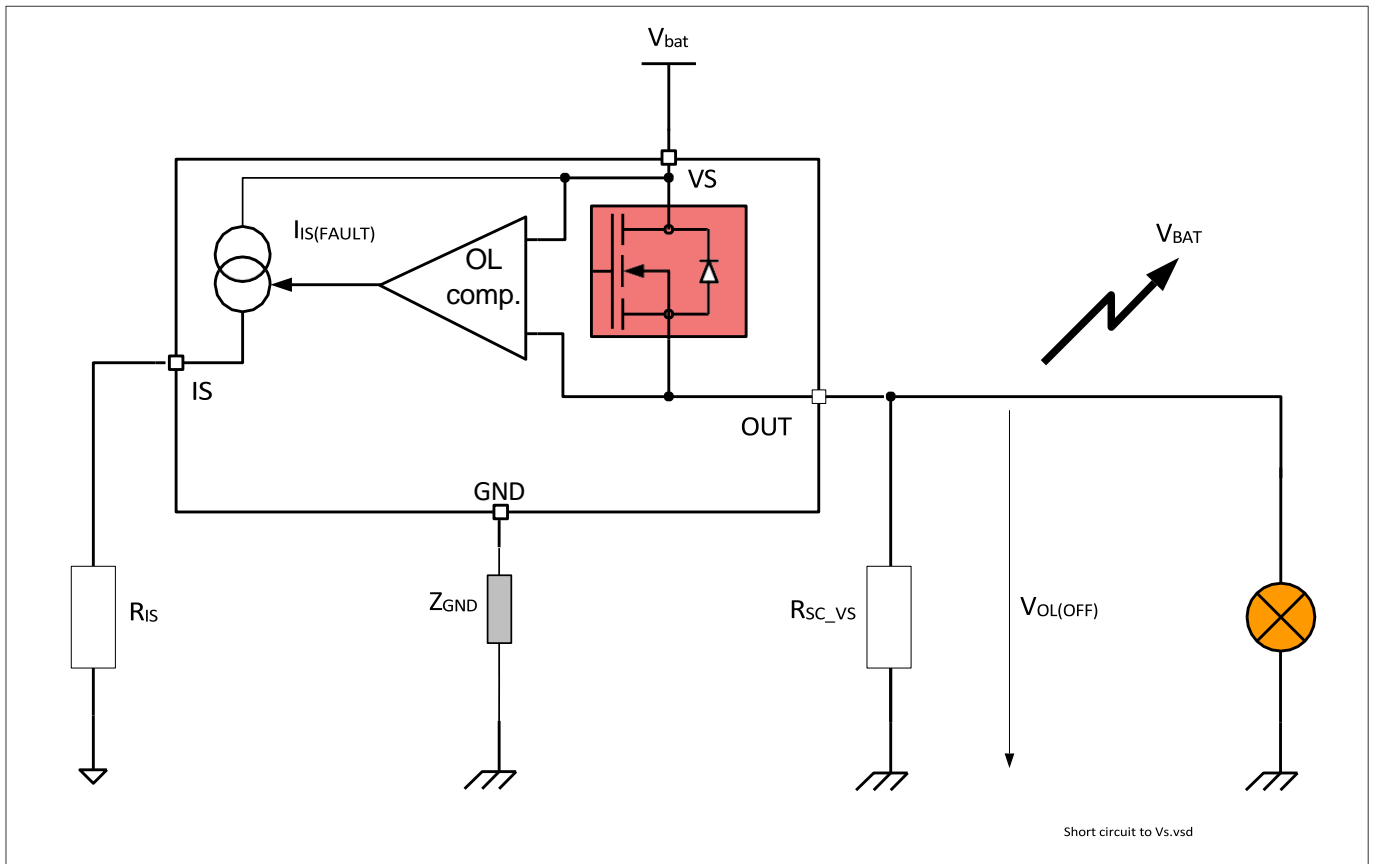


图 27 对电池短路检测 OFF 电气等效电路

7.3.5 过载时的 SENSE 信号

过载条件是指流出 DMOS 的电流达到电流限制和/或达到绝对动态温度摆动 $T_{J(SW)}$ 和/或结温达到热关断温度 $T_{J(SC)}$ 。请参见第 6.5 章了解详情。

在这种情况下，当选择诊断时，SENSE 信号由 $I_{IS(FAULT)}$ 给出。

该器件具有热锁存特性，当过温或超出动态温度条件消失后，仅当 IN 从低电平切换到高电平时，DMOS 才会重新激活。如果 DEN 引脚激活，并且 DSEL 引脚选择正确的通道，则 SENSE 遵循输出级。如果没有发生锁存复位，即使 DMOS 处于关闭状态，器件仍处于锁存状态，并且 IS 引脚处于 $I_{IS(FAULT)}$ 状态。

7.3.6 反向电流时的 SENSE 信号

当电流为逆向时，受影响通道的感知信号将在 OFF 状态下指示负载开路，在 ON 状态下指示负载开路。

只要 I_{INV} 电流不超过第 5.4 章中指定的最大值，不受影响的通道就表示正常行为。

7.4 电气特性诊断功能

表 10 电气特性：诊断

$V_S = 8\text{ V}$ 至 36 V , $T_J = -40^\circ\text{C}$ 至 150°C (除非另有说明)。

典型值在 $V_S = 28\text{ V}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$ 时给出

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Load condition threshold for diagnostic							
Open load detection threshold in OFF state	$V_S - V_{OL(OFF)}$	4	–	6	V	²²⁾ $V_{IN} = 0\text{ V}$ $V_{DEN} = 4.5\text{ V}$ See Figure 26	P_7.5.1
Open load detection threshold in ON state	$I_{L(OL)}$	5	–	15	mA	$V_{IN} = V_{DEN} = 4.5\text{ V}$ $I_{IS(OL)} = 33\text{ }\mu\text{A}$ See Figure 24 See Chapter 9.4	P_7.5.2
Sense pin							
IS pin leakage current when sense is disabled	$I_{IS(DIS)}$	–	0.02	1	μA	²²⁾ $V_{IN} = 4.5\text{ V}$ $V_{DEN} = 0\text{ V}$ $I_L = I_{L4} = \text{A}$	P_7.5.4
Sense signal saturation voltage	$V_S - V_{IS}$ (RANGE)	1	–	3.5	V	$V_{IN} = 0\text{ V}$ $V_{OUT} = V_S > 10\text{ V}$ $V_{DEN} = 4.5\text{ V}$ $I_{IS} = 6\text{ mA}$ See Chapter 9.4	P_7.5.6
Sense signal maximum current in fault condition	$I_{IS(FAULT)}$	6	15	35	mA	$V_{IS} = V_{IN} = V_{DSEL} = 0\text{ V}$ $V_{OUT} = V_S > 10\text{ V}$ $V_{DEN} = 4.5\text{ V}$ See Figure 20 See Chapter 9.4	P_7.5.7
Sense pin maximum voltage VS to IS	$V_{IS(AZ)}$	65	70	75	V	$I_{IS} = 5\text{ mA}$ See Figure 20	P_7.5.3

Current sense ratio signal in the nominal area, stable load current condition

²²⁾ DSEL 引脚仅选择通道 0。

诊断功能

表 10 电气特性：诊断（续）

$V_S = 8\text{ V}$ 至 36 V , $T_J = -40^\circ\text{C}$ 至 150°C （除非另有说明）。
典型值在 $V_S = 28\text{ V}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$ 时给出

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Current sense ratio $I_{L0} = 10\text{ mA}$	k_{ILIS0}	-50%	330	+50%		$V_{IN} = 4.5\text{ V}$ $V_{DEN} = 4.5\text{ V}$	P_7.5.8
Current sense ratio $I_{L1} = 0.05\text{ A}$	k_{ILIS1}	-40%	300	+40%		See Figure 21 $T_J = -40^\circ\text{C}; 150^\circ\text{C}$	P_7.5.9
Current sense ratio $I_{L2} = 0.2\text{ A}$	k_{ILIS2}	-15%	300	+15%			P_7.5.10
Current sense ratio $I_{L3} = 0.5\text{ A}$	k_{ILIS3}	-11%	300	+11%			P_7.5.11
Current sense ratio $I_{L4} = 1\text{ A}$	k_{ILIS4}	-9%	300	+9%			P_7.5.12
k_{ILIS} derating with current and temperature	Δk_{ILIS}	-8	0	+8	%	²³⁾ k_{ILIS3} versus k_{ILIS2} See Figure 22	P_7.5.17

Diagnostic timing in normal condition

Current sense settling time to k_{ILIS} function stable after positive input slope on both INput and DEN	$t_{SIS(ON)}$	-	-	150	μs	²³⁾ $V_{DEN} = V_{IN} = 0$ to 4.5 V $V_S = 28\text{ V}$ $R_{IS} = 1.2\text{ k}\Omega$ $C_{SENSE} < 100\text{ pF}$ $I_L = I_{L3} = 0.5\text{ A}$ See Figure 23	P_7.5.18
Current sense settling time with load current stable and transition of the DEN	$t_{SIS(ON_DEN)}$	-	-	10	μs	²²⁾ $V_{DEN} = 0$ to 4.5 V $R_{IS} = 1.2\text{ k}\Omega$ $C_{SENSE} < 100\text{ pF}$ $I_L = I_{L3} = 0.5\text{ A}$ See Figure 23	P_7.5.19
Current sense settling time to I_{IS} stable after positive input slope on current load	$t_{SIS(LC)}$	-	-	15	μs	²²⁾ $V_{DEN} = 4.5\text{ V}$ $R_{IS} = 1.2\text{ k}\Omega$ $C_{SENSE} < 100\text{ pF}$ $I_L = I_{L2} = 0.2\text{ A}$ to $I_L = I_{L3} = 0.5\text{ A}$ See Figure 23	P_7.5.20

Diagnostic timing in open load condition

²³⁾ 未经过生产测试，由设计指定。电流检测建立时间为

²²⁾ DSEL 引脚仅选择通道 0。

诊断功能

表 10 电气特性：诊断（续）

$V_S = 8\text{ V}$ 至 36 V , $T_J = -40^\circ\text{C}$ 至 150°C （除非另有说明）。

典型值在 $V_S = 28\text{ V}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$ 时给出

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Current sense settling time to I_{IS} stable for open load detection in OFF state	$t_{SIS(\text{FAULT_OL_OFF})}$	-	-	50	μs	²²⁾ $V_{\text{DEN}} = 0$ to 4.5 V $R_{\text{IS}} = 1.2\text{ k}\Omega$ $C_{\text{SENSE}} < 100\text{ pF}$ $V_{\text{OUT}} = V_S = 28\text{ V}$	P_7.5.22
Current sense settling time to I_{IS} stable for open load detection in ON-OFF transition	$t_{SIS(\text{FAULT_OL_ON_OFF})}$	-	150	-	μs	²³⁾ $V_{\text{IN}} = 4.5$ to 0 V $V_{\text{DEN}} = 4.5\text{ V}$ $R_{\text{IS}} = 1.2\text{ k}\Omega$ $C_{\text{SENSE}} < 100\text{ pF}$ $V_{\text{OUT}} = V_S = 28\text{ V}$ See Figure 26	P_7.5.23

Diagnostic timing in overload condition

Current sense settling time to I_{IS} stable for overload detection	$t_{SIS(\text{FAULT})}$	-	-	150	μs	²⁴⁾ ²⁵⁾ ²⁶⁾ $V_{\text{IN}} = V_{\text{DEN}} = 0$ to 4.5 V $R_{\text{IS}} = 1.2\text{ k}\Omega$ $C_{\text{SENSE}} < 100\text{ pF}$ $V_{\text{DS}} = 5\text{ V}$ See Figure 19	P_7.5.24
Current sense over current blanking time	$t_{SIS(\text{OC_blank})}$	-	350	-	μs	$V_{\text{IN}} = V_{\text{DEN}} = 4.5\text{ V}$ $R_{\text{IS}} = 1.2\text{ k}\Omega$ $C_{\text{SENSE}} < 100\text{ pF}$ $V_{\text{DS}} = 5\text{ V}$ to 0 V See Figure 19	P_7.5.32
Diagnostic disable time DEN transition to $I_{IS} < 50\% I_L / k_{\text{ILIS}}$	$t_{SIS(\text{OFF})}$	-	-	20	μs	$V_{\text{IN}} = 4.5\text{ V}$ $V_{\text{DEN}} = 4.5\text{ V}$ to 0 V $R_{\text{IS}} = 1.2\text{ k}\Omega$ $C_{\text{SENSE}} < 100\text{ pF}$ $I_L = I_{L3} = 0.5\text{ A}$ See Figure 23	P_7.5.25

²² DSEL 引脚仅选择通道 0。
²³ 未经过生产测试，由设计指定。电流检测建立时间为
²⁴ DSEL 引脚仅选择通道 0。
²⁵ 仅在 $T_J = -40^\circ\text{C}$ 时进行测试。
²⁶ 仅功能测试。

诊断功能

表 10 电气特性：诊断（续）

$V_s = 8\text{ V}$ 至 36 V ， $T_J = -40^\circ\text{C}$ 至 150°C （除非另有说明）。

典型值在 $V_s = 28\text{ V}$ ， $T_J = 25^\circ\text{C}$ 时给出

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Current sense settling time from one channel to another	$t_{\text{SIS(ChC)}}$	–	–	20	μs	$V_{\text{IN0}} = V_{\text{IN1}} = 4.5\text{ V}$ $V_{\text{DEN}} = 4.5\text{ V}$ $V_{\text{DSEL}} = 0$ to 4.5 V $R_{\text{IS}} = 1.2\text{ k}\Omega$ $C_{\text{SENSE}} < 100\text{ pF}$ $I_{\text{L(OUT0)}} = I_{\text{L3}} = 0.5\text{ A}$ $I_{\text{L(OUT1)}} = I_{\text{L2}} = 0.2\text{ A}$ See Figure 23	P_7.5.26

输入引脚

8 输入引脚

8.1 输入电路

输入电路兼容 3.3 V 和 5 V 微控制器。输入引脚的概念是对电压阈值做出反应。如果输入引脚上的电压缓慢上升或下降，则已实施的施密特触发器可避免任何不确定的状态。输出为 OFF 或 ON，但不能处于线性或不确定的状态。输入电路兼容 PWM 应用。图 28 显示电气等效输入电路。如果不需要该引脚，则必须将其悬空，或者必须通过 10 kΩ 输入电阻将其连接到器件接地（而不是模块接地）。

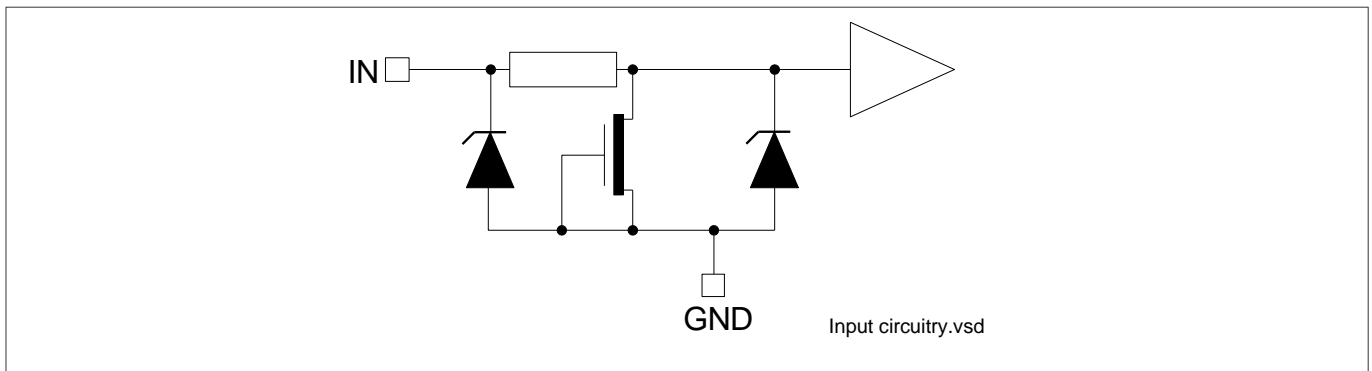


图 28 输入引脚电路

8.2 DEN / DSEL0, 1 引脚

DEN / DSEL0, 1 引脚使能和取消器件的诊断功能。引脚结构与输入引脚相同，请参见图 28。

8.3 输入引脚电压

IN、DSEL 和 DEN 使用带迟滞的比较器。开关在由阈值 $V_{IN(L)}$ Max. 和 $V_{IN(H)}$ Min. 设定的限定区域内进行。开关的确切位置未知，取决于工艺和温度。为了避免串扰和寄生导通和关断，采用了迟滞装置。这确保了一定的抗噪能力。

8.4 电气特性

表 11 电气特性：输入引脚

$V_s = 8\text{ V}$ 至 36 V ， $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 150°C （除非另有说明）。

典型值在 $V_s = 28\text{ V}$ 、 $T_j = 25^\circ\text{C}$ 时给出

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
INput pins characteristics							
Low level input voltage range	$V_{IN(L)}$	-0.3	-	0.8	V	See Chapter 9.5	P_8.4.1
High level input voltage range	$V_{IN(H)}$	2	-	6	V	See Chapter 9.5	P_8.4.2

输入引脚

表 11 电气特性：输入引脚（续）

$V_S = 8\text{ V}$ 至 36 V ， $T_J = -40^\circ\text{C}$ 至 150°C （除非另有说明）。

典型值在 $V_S = 28\text{ V}$ 、 $T_J = 25^\circ\text{C}$ 时给出

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Input voltage hysteresis	$V_{IN(HYS)}$	–	250	–	mV	²⁷⁾ See Chapter 9.5	P_8.4.3
Low level input current	$I_{IN(L)}$	1	10	25	μA	$V_{IN} = 0.8\text{ V}$	P_8.4.4
High level input current	$I_{IN(H)}$	2	10	25	μA	$V_{IN} = 5.5\text{ V}$ See Chapter 9.5	P_8.4.5

DEN Pin

Low level input voltage range	$V_{DEN(L)}$	-0.3	–	0.8	V	–	P_8.4.6
High level input voltage range	$V_{DEN(H)}$	2	–	6	V	–	P_8.4.7
Input voltage hysteresis	$V_{DEN(HYS)}$	–	250	–	mV	²⁷⁾	P_8.4.8
Low level input current	$I_{DEN(L)}$	1	10	25	μA	$V_{DEN} = 0.8\text{ V}$	P_8.4.9
High level input current	$I_{DEN(H)}$	2	10	25	μA	$V_{DEN} = 5.5\text{ V}$	P_8.4.10

DSEL Pins

Low level input voltage range	$V_{DSEL(L)}$	-0.3	–	0.8	V	–	P_8.4.11
High level input voltage range	$V_{DSEL(H)}$	2	–	6	V	–	P_8.4.12
Input voltage hysteresis	$V_{DSEL(HYS)}$	–	250	–	mV	²⁷⁾	P_8.4.13
Low level input current	$I_{DSEL(L)}$	1	10	25	μA	$V_{DSEL} = 0.8\text{ V}$	P_8.4.14
High level input current	$I_{DSEL(H)}$	2	10	25	μA	$V_{DSEL} = 5.5\text{ V}$	P_8.4.15

²⁷⁾ 未经过生产测试，由设计指定。

特性描述结果

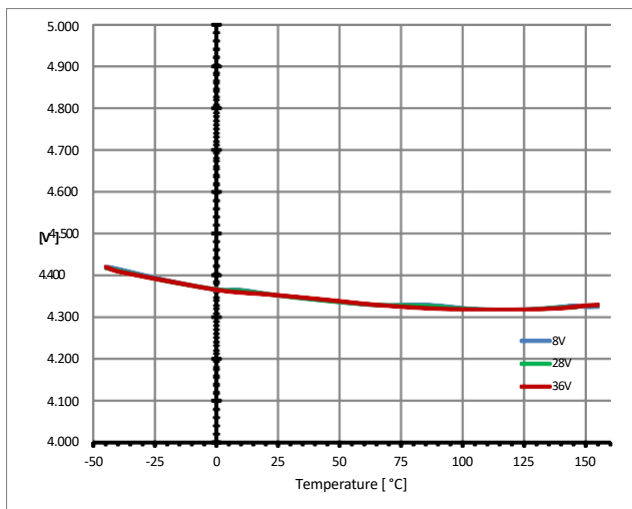
9 特性描述结果

特性分析在 3 个批次上进行，每个批次有 3 个设备。已在 8 V、28 V 和 36 V 过温范围内进行了特性分析。

9.1 产品一般特性

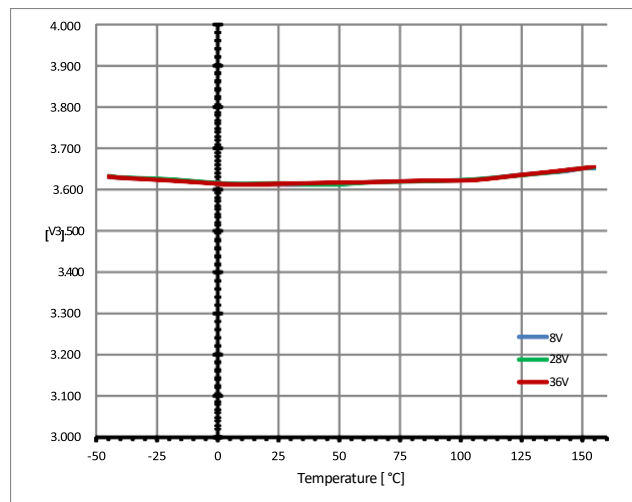
p_4.2.3

最小功能供电电压 $V_{S(OP_MIN)} = f(T_J)$



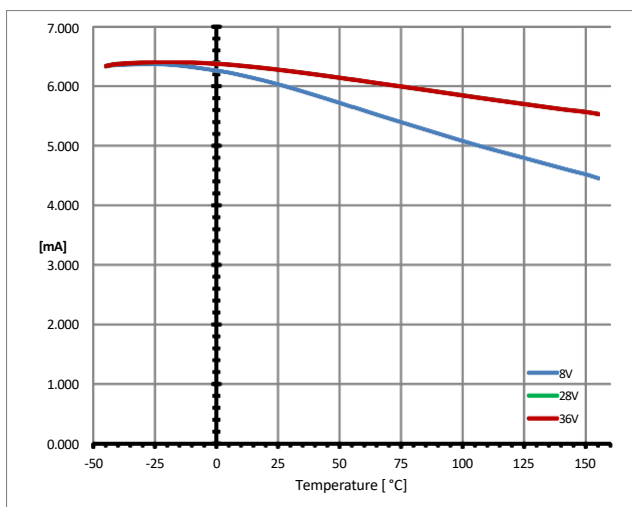
p_4.2.4

欠压阈值 $V_{S(UV)} = f(T_J)$



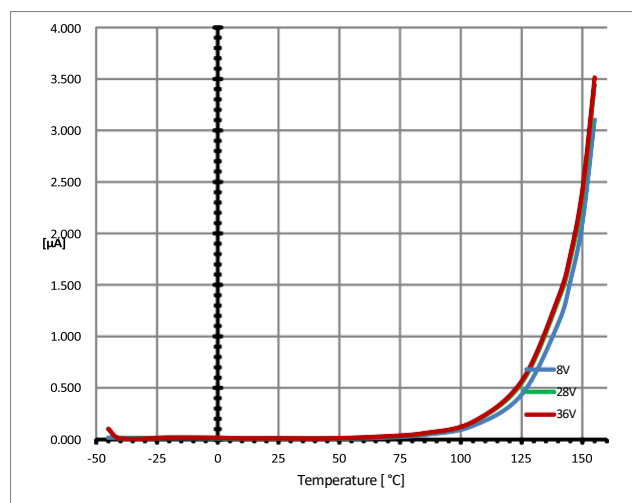
P_4.2.6

带负载的整个器件的消耗电流 - 所有通道均处于活动状态 $I_{GND_2} = f(T_J; V_S)$



P_4.2.7, P_4.2.10

带负载的整个器件的待机电流 $I_{S(OFF)} = f(T_J; V_S)$

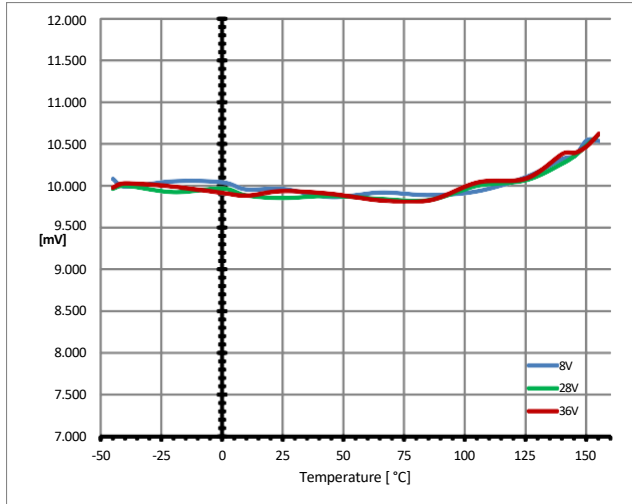


特性描述结果

9.2 功率级

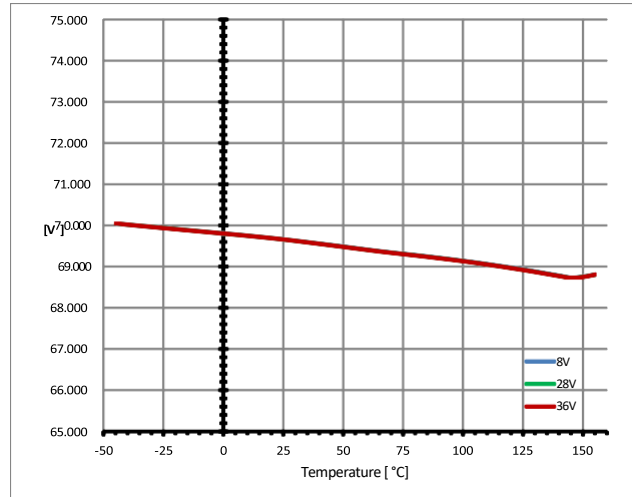
P_5.5.4

低负载电流时的输出电压降限制：
 $V_{DS(NL)} = f(T_J)$ 和 $V_{DS(NL)} = f(V_S)$



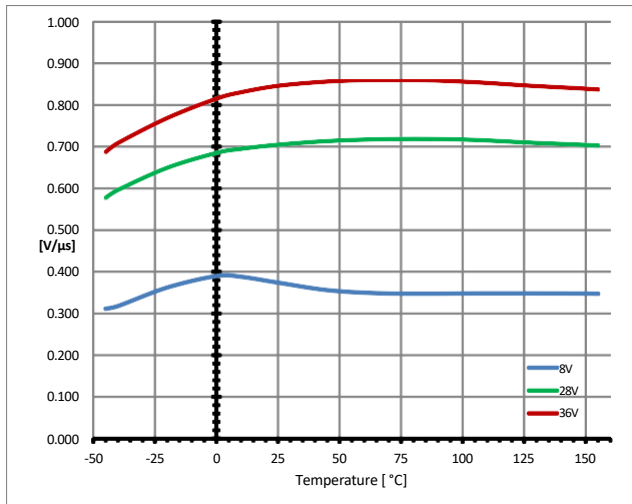
P_5.5.5

漏源钳制电压 $V_{DS(AZ)} = f(T_J)$



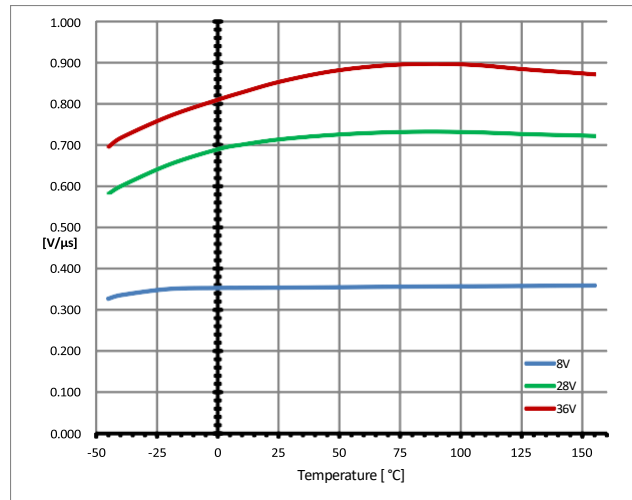
P_5.5.11

导通时的斜率 $dV/dt_{ON} = f(T_J; V_S) = R_L = 47 \Omega$



P_5.5.12

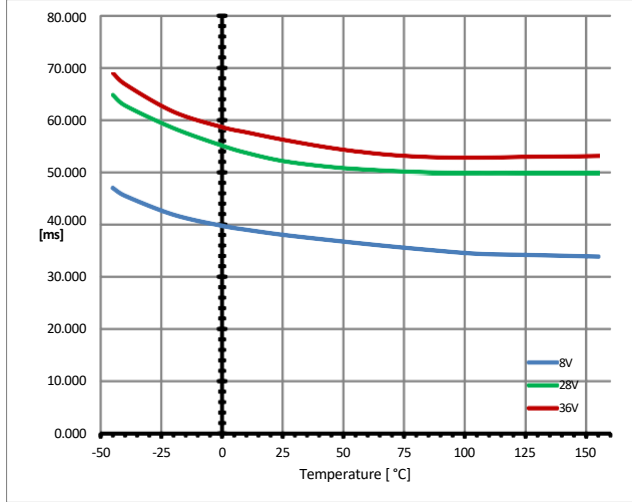
关断时的斜率 $-dV/dt_{OFF} = f(T_J; V_S) = R_L = 47 \Omega$



特性描述结果

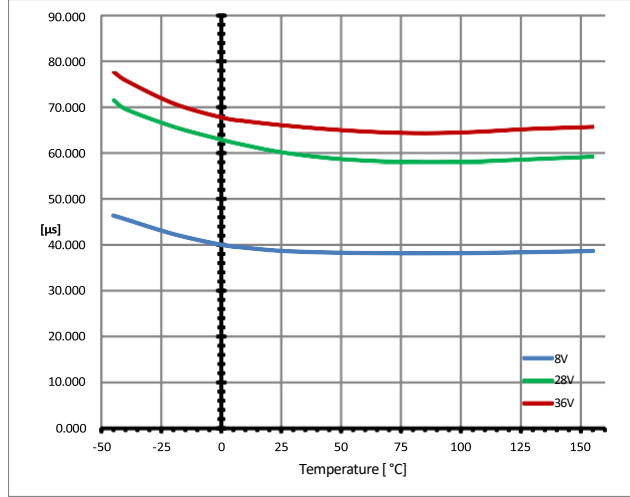
P_5.5.14

导通 $t_{ON} = f(T_J; VS) = R_L = 47 \Omega$



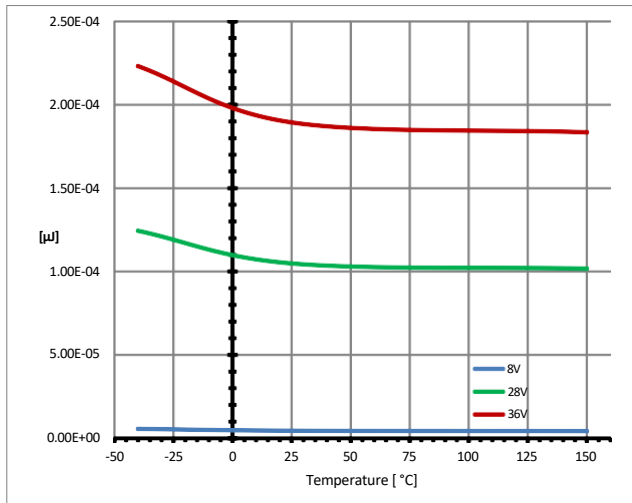
P_5.5.15

关断 $t_{OFF} = f(T_J; VS) = R_L = 47 \Omega$



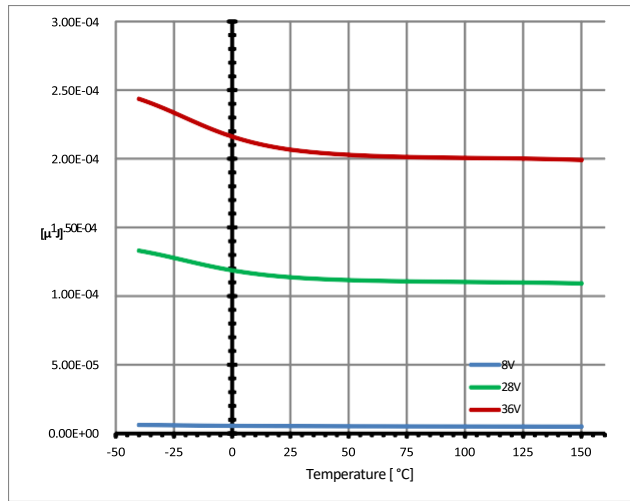
P_5.5.19

导通能量 $E_{ON} = f(T_J; VS) = R_L = 47 \Omega$



P_5.5.20

关断能量 $E_{OFF} = f(T_J; VS) = R_L = 47 \Omega$

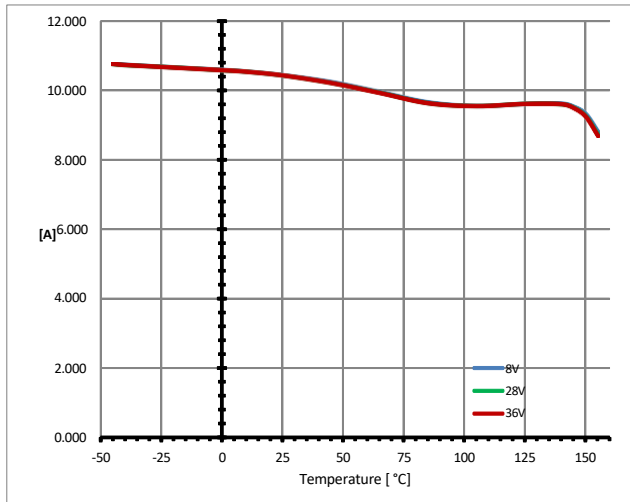


特性描述结果

9.3 保护功能

P_6.6.4

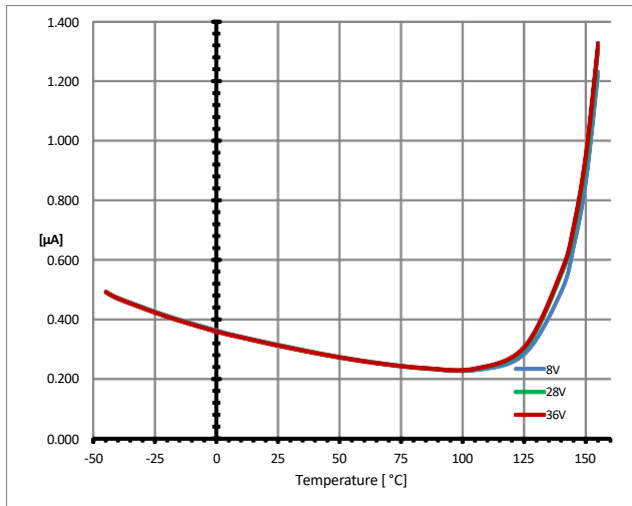
低压区过载条件 $I_{L5(SC)} = f(T_J; V_S)$



特性描述结果

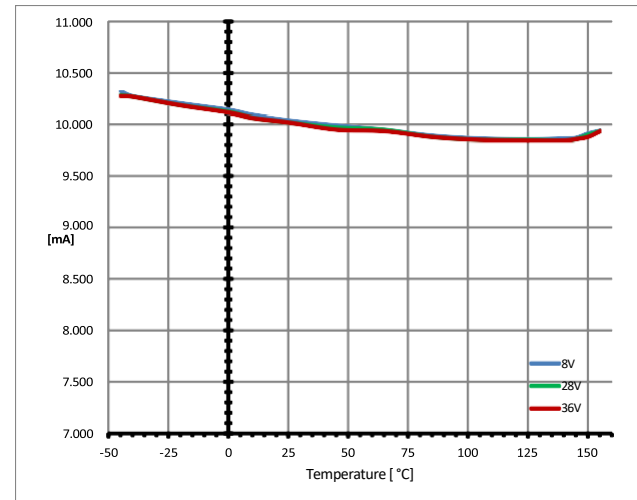
9.4 诊断机制

空载电流检测 $I_{IS} = f(T_J; V_S) I_L = 0$



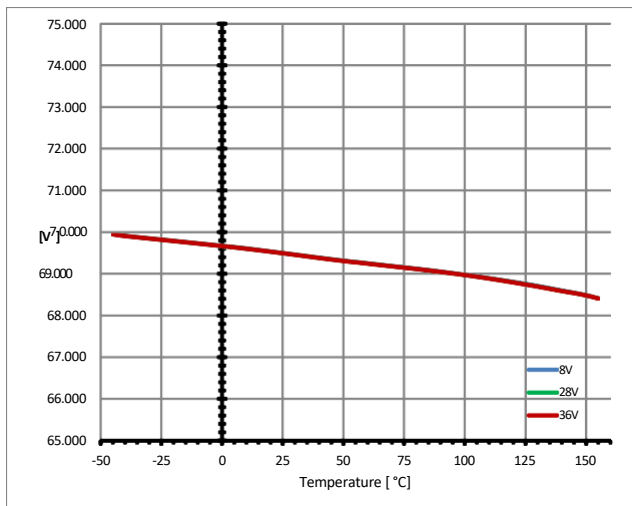
P_7.5.2

负载开路检测 ON 状态阈值 $I_{L(OL)} = f(T_J)$



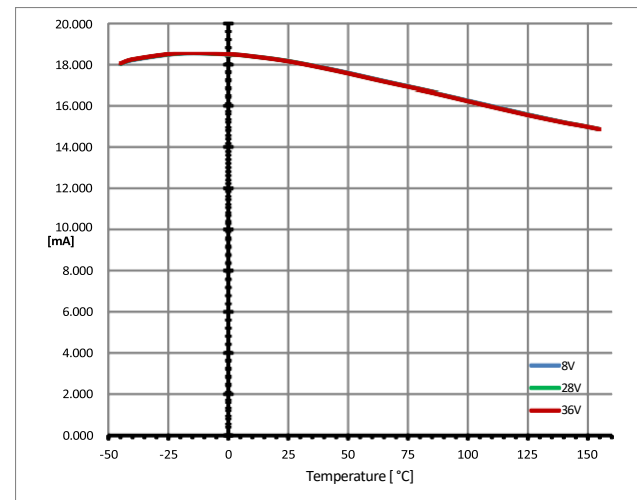
P_7.5.3

最大电压处的检测信号 $V_{IS(AZ)} = f(T_J; V_S)$



P_7.5.7

默认状态下的检测信号最高电流 $I_{IS(FAULT)} = f(T_J; V_S)$

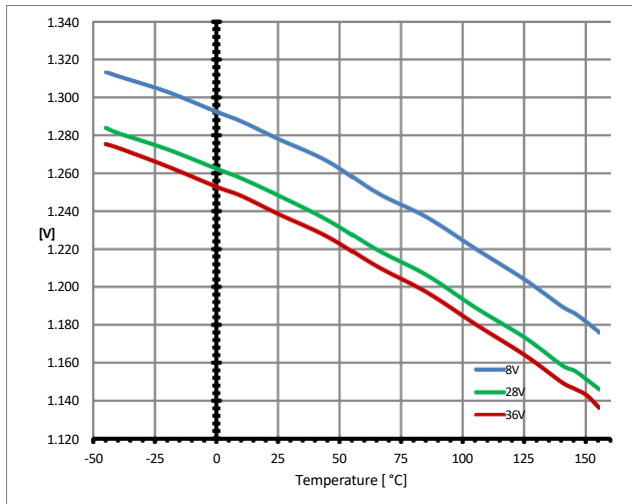


特性描述结果

9.5 输入引脚

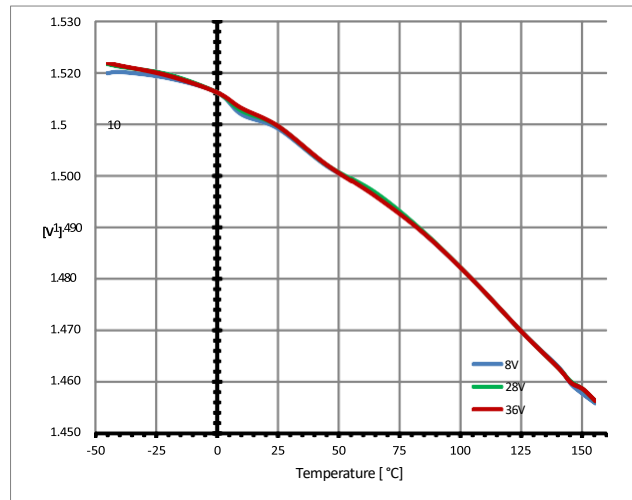
P_8.4.1

输入电压阈值 $V_{IN(L)} = f(T_J; V_S)$



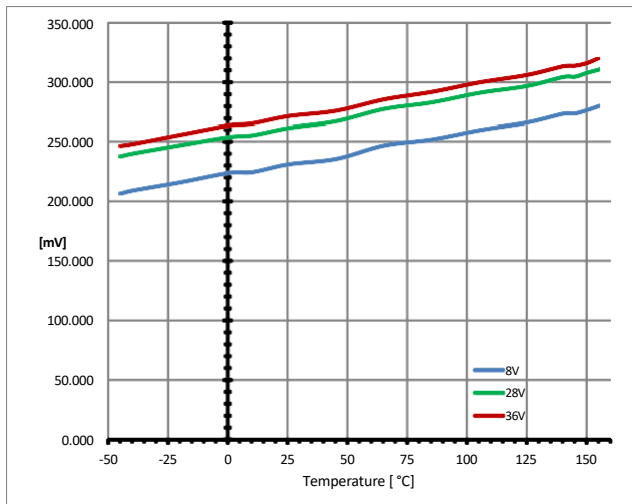
P_8.4.2

输入电压阈值 $V_{IN(H)} = f(T_J; V_S)$



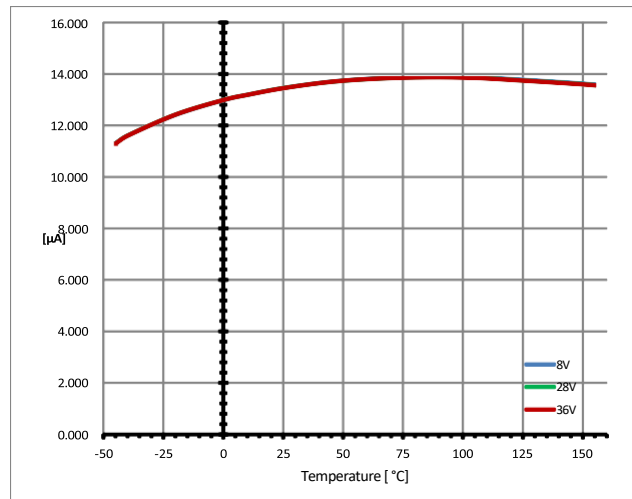
P_8.4.3

输入电压滞回区 $V_{IN(HYS)} = f(T_J; V_S)$



P_8.4.5

输入电流高电平 $I_{IN(H)} = f(T_J; V_S)$



应用信息

表 12 物料清单 (续)

Reference	Value	Purpose
R_{PD}	47 k Ω	Polarization of the output for short circuit to VS detection. Improve BTT6200-4ESA immunity to electromagnetic noise
R_{OL}	1.5 k Ω	Polarization of the output during open load in OFF detection
R_{IS}	1.2 k Ω	Sense resistor
R_{SENSE}	10 k Ω	Overvoltage, reverse polarity, loss of ground. Value to be tuned with microcontroller specification.
C_{SENSE}	100 pF	Sense signal filtering
C_{OUT}	10 nF	Protection of the device during ESD and BCI
R_{LED}	680 Ω	Overvoltage protection of the LED. Value to be tuned with LED specification
R_{GND}	27 Ω	Protection of the BTT6200-4ESA during overvoltage
D	BAS21	Protection of the BTT6200-4ESA during reverse polarity
Z	58 V Zener diode	Protection of the device during overvoltage
CVS	100 nF	Filtering of voltage spikes at the battery line
$T1$	Dual NPN/PNP	Switch the battery voltage for open load in OFF diagnostic

10.1 更多应用信息

- 请联系我们以获得引脚 FMEA
- 现有应用笔记
- 如需了解更多信息，请访问 www.infineon.cn

封装外形

11 封装外形

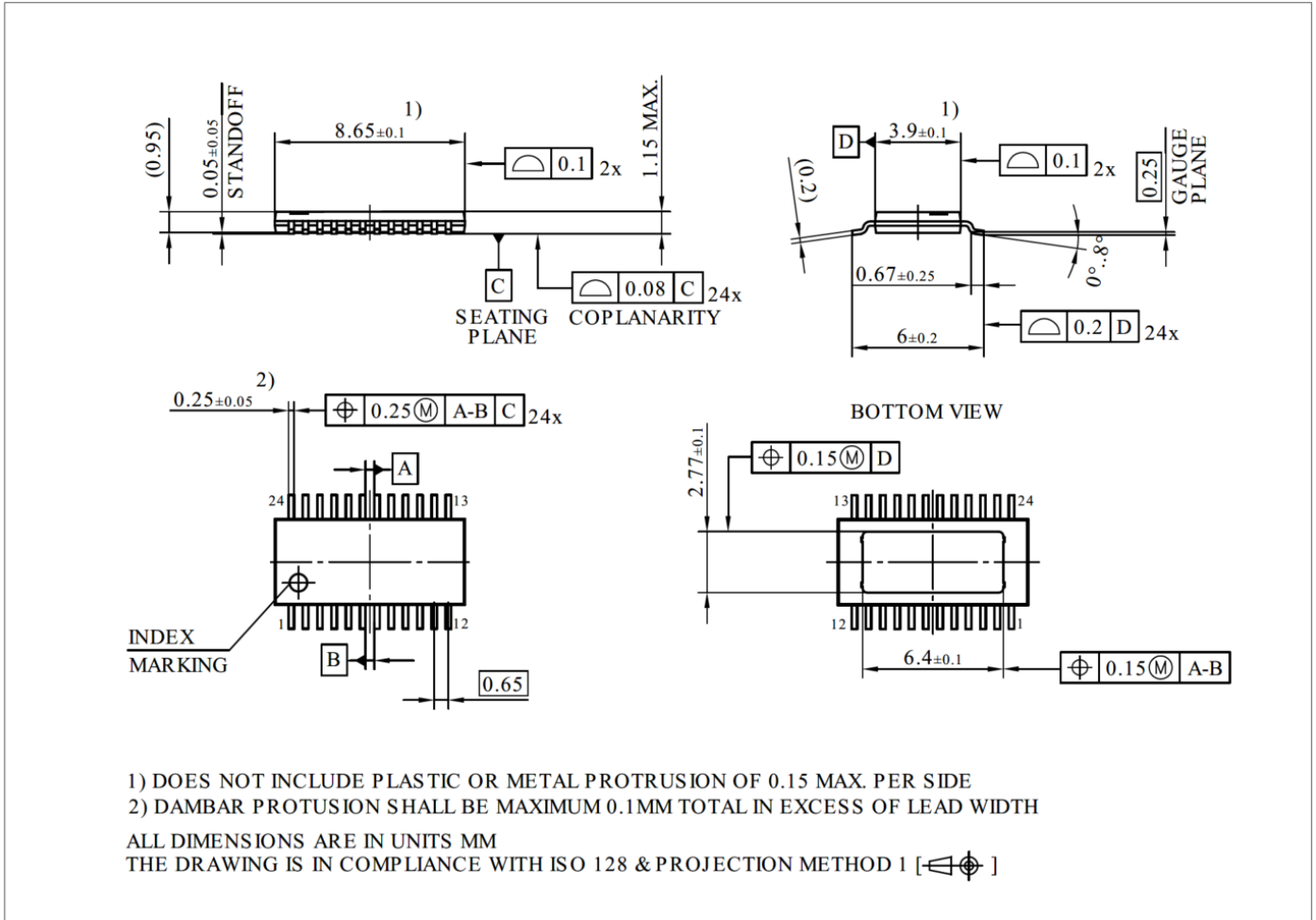


图 30 PG-TSDSO-24 (塑料双小外形封装) (符合 RoHS 标准)

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）。

短路能力的法律免责声明

对于低于阈值限制的任何短路故障，英飞凌不承担任何明示或暗示的保证和责任。

修订记录

修订记录

Document version	Date of release	Description of changes
1.00	2019-03-09	Datasheet created



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 2026-02-09

Infineon Technologies AG 出版，
德国 Neubiberg 85579

版权 © 2025 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>。