

# 英飞凌 PROFET™ +24 V

英飞凌 BTT6030-2ERA

智能高边功率开关单通道, 32 mΩ

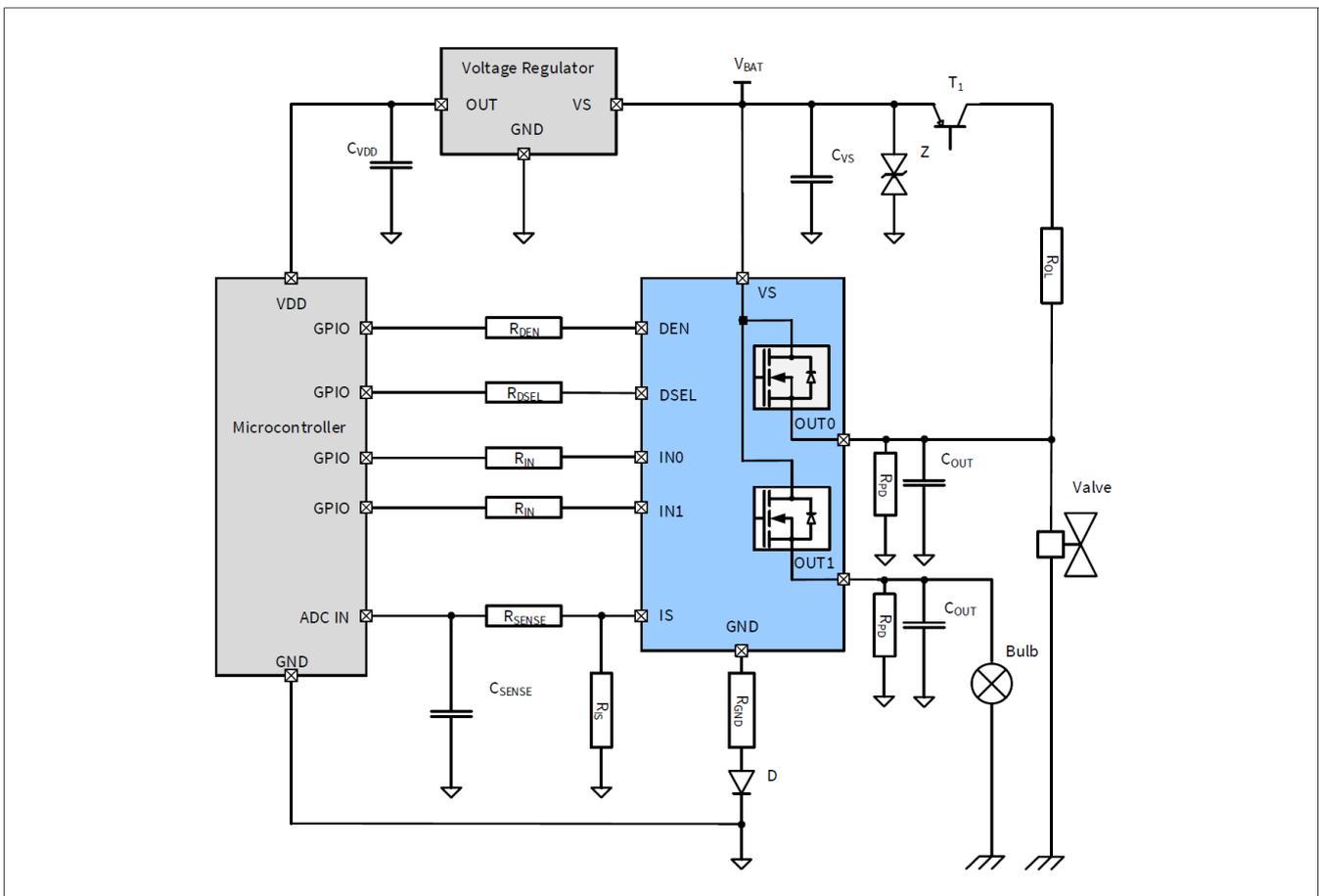
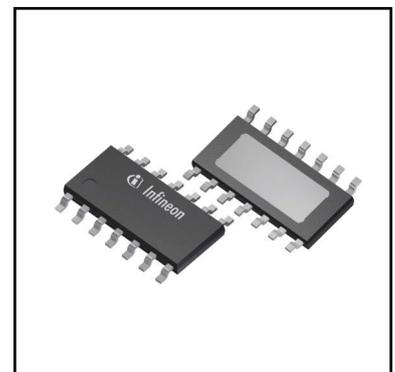


<b>Package</b>	PG-TDSO-14
<b>Marking</b>	6030-2ERA

## 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



### BTT6030-2ERA 应用图

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](http://infineon.com) 参考最新的英文版本（控制文档）。

## 概述

### 基本特性

- 两个通道器件
- 非常低的待命状态电流
- 兼容3.3 V和5 V逻辑引脚
- 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要求）和AEC认证

### 描述

BTT6030-2ERA是一款 32 mΩ 双通道智能高边功率开关，嵌入 PG-TDSO-14 裸露的散热焊盘封装中，提供保护功能和诊断。功率管由N沟道垂直功率MOSFET和电荷泵构成。该器件使用SMART6技术。它专门设计用于驱动高达 3 x P21 W 24 V 或 1 x 70 W 24 V 的灯以及恶劣汽车环境中的 LED。

**表 1 产品概要**

Parameter	Symbol	Value
Operating voltage range	$V_{S(OP)}$	5 V ... 36 V
Maximum supply voltage	$V_{S(LD)}$	65 V
Maximum ON state resistance at $T_J = 150^\circ\text{C}$ per channel	$R_{DS(ON)}$	62 mΩ
Nominal load current (one channel active)	$I_{L(NOM)1}$	6 A
Nominal load current (both channels active)	$I_{L(NOM)2}$	4 A
Typical current sense ratio	$k_{ILIS}$	2240
Minimum current limitation	$I_{L5(SC)}$	56 A
Maximum standby current with load at $T_J = 25^\circ\text{C}$	$I_{S(OFF)}$	500 nA

### 诊断功能

- 双路复用的比例负载电流检测
- 负载开路ON和OFF
- 对电池短路和接地点
- 过温
- 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
- 具有外部元器件的反极性保护
- 在与外部元器件进行逻辑地断开期间确保负载关断
- 带闩锁的过温保护
- 采用外部元器件的过压保护
- 电压依赖电流限制
- 增强短路操作

框图

2 框图

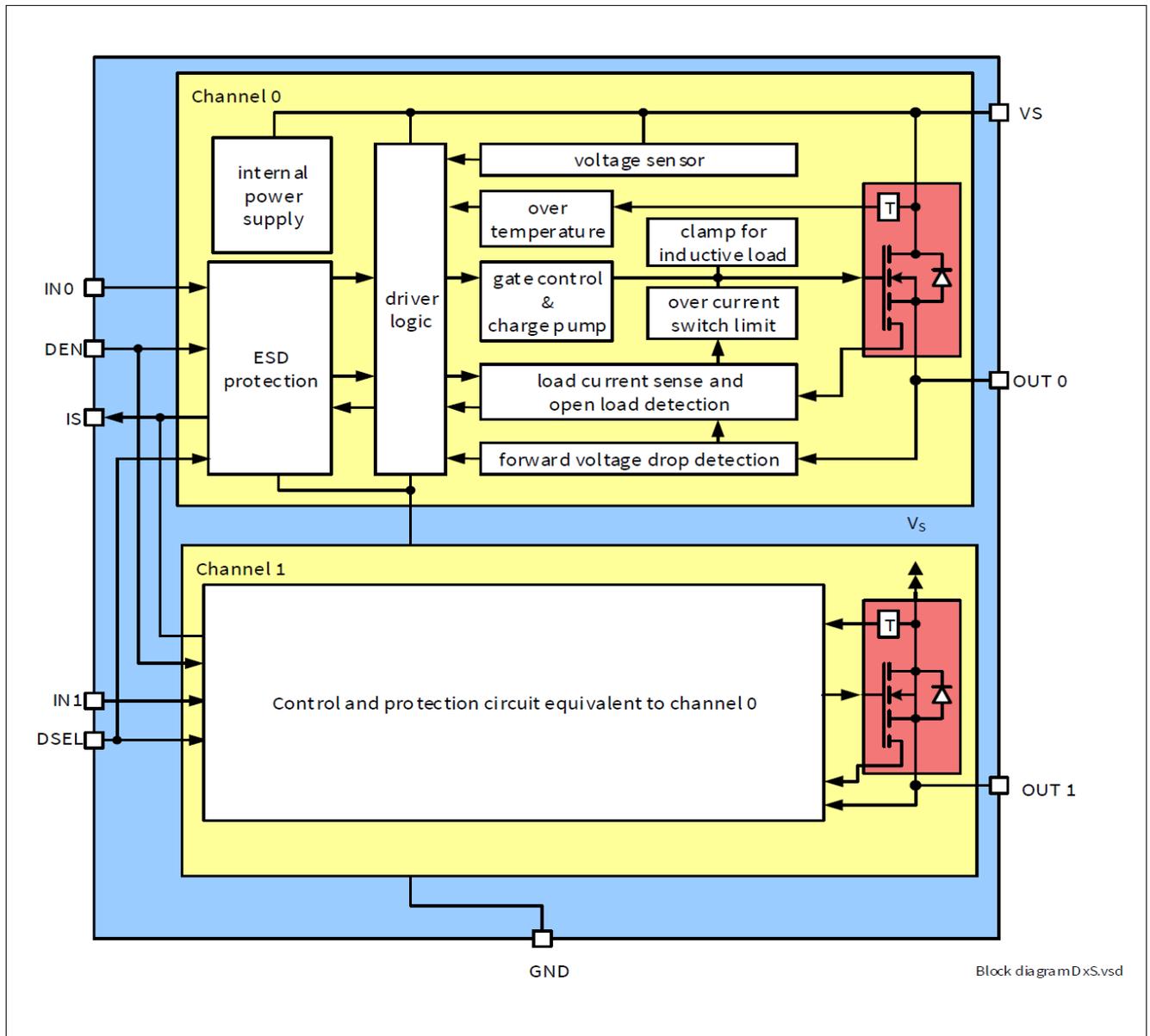


图 1 BTT6030-2ERA 框图

引脚配置

### 3 引脚配置

#### 3.1 引脚分配

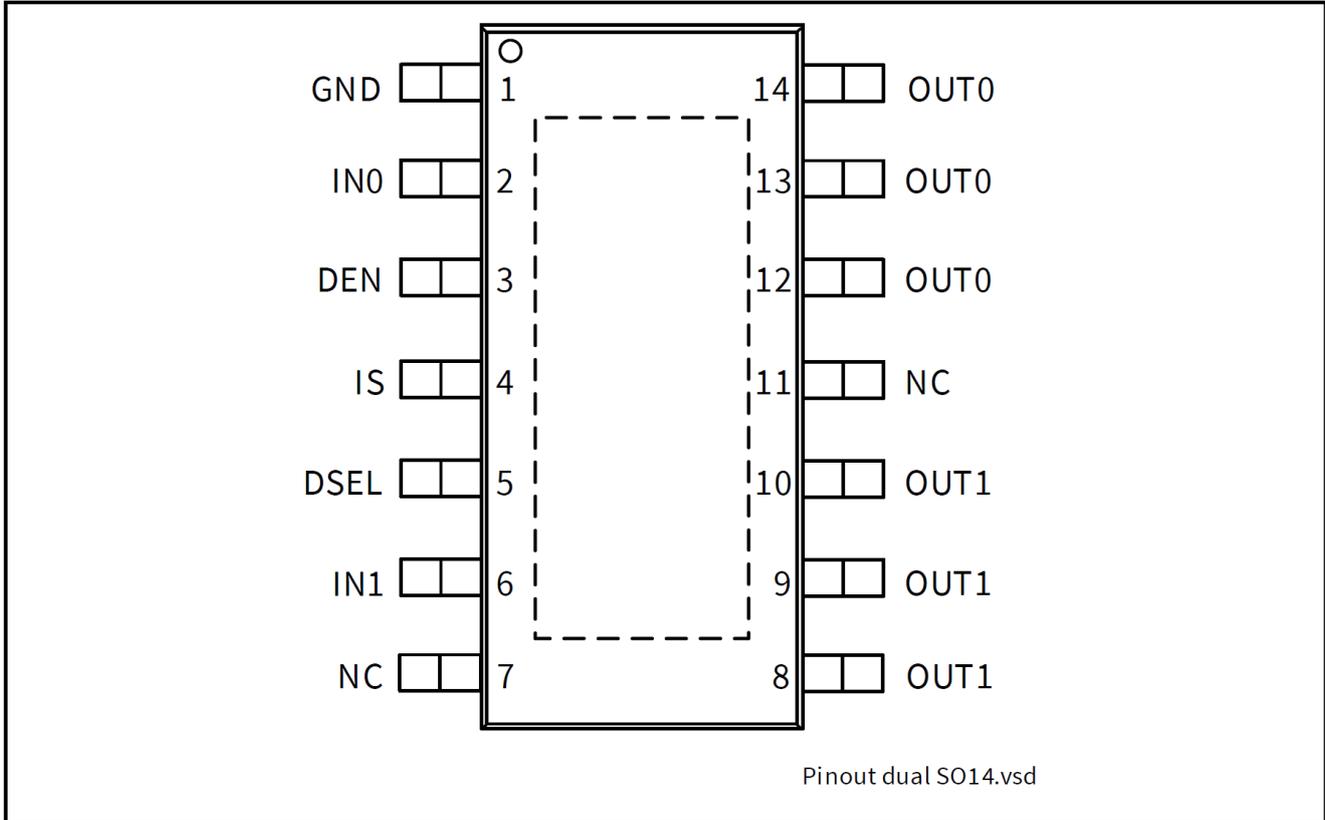


图 2 引脚配置

#### 3.2 引脚定义和功能

表 2 引脚定义和功能

Pin	Symbol	Function
1	GND	<b>GrouND</b> ; Ground connection
2	IN0	<b>INput channel 0</b> ; Input signal for channel 0 activation
3	DEN	<b>Diagnostic ENable</b> ; Digital signal to enable/disable the diagnosis of the device
4	IS	<b>Sense</b> ; Sense current of the selected channel
5	DSEL	<b>Diagnostic SElection</b> ; Digital signal to select the channel to be diagnosed
6	IN1	<b>INput channel 1</b> ; Input signal for channel 1 activation
7, 11	NC	<b>Not Connected</b> ; No internal connection to the chip
8, 9, 10	OUT1	<b>OUTput 1</b> ; Protected high side power output channel 1 <sup>1)</sup>
12, 13, 14	OUT0	<b>OUTput 0</b> ; Protected high side power output channel 0 <sup>1)</sup>
Cooling Tab	VS	<b>Voltage Supply</b> ; Battery voltage

1) 通道的所有输出引脚必须在PCB上连接在一起。通道的所有输出引脚均在内部连接在一起。PCB走线必须设计成能够承受最大电流。

引脚配置

3.3 电压和电流定义

图 3 显示了本数据手册中使用的所有术语，并附有正值的约定。

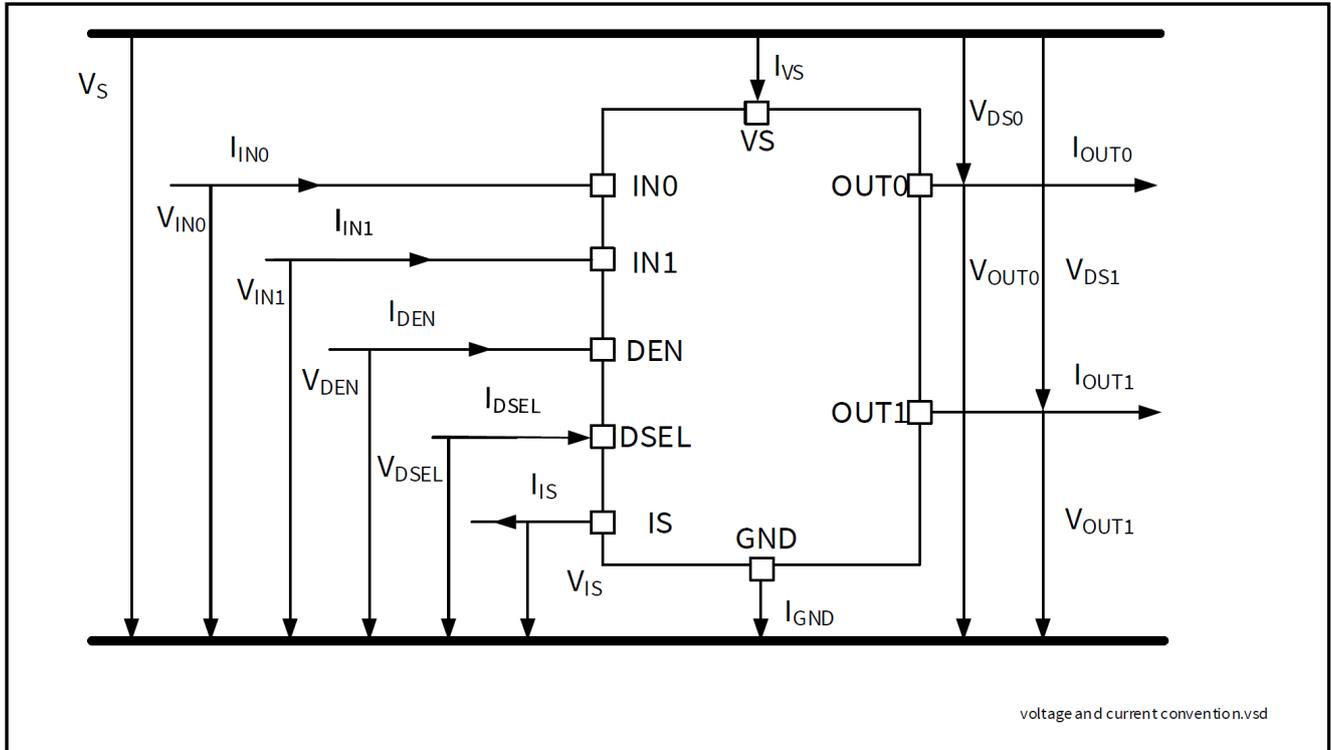


图 3 电压和电流定义

产品一般特性

**4 产品一般特性**

**4.1 绝对最大额定值**

表3 绝对最大额定值<sup>1)</sup>

$T_J = -40^\circ\text{C}$  至  $+150^\circ\text{C}$  ; (除非另有规定)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
<b>Supply Voltages</b>							
Supply voltage	$V_S$	-0.3	–	48	V	–	P_4.1.1
Reverse polarity voltage	$-V_{S(\text{REV})}$	0	–	28	V	$t < 2$ min $T_A = 25^\circ\text{C}$ $R_L \geq 12 \Omega$ $R_{\text{GND}} = 150 \Omega$	P_4.1.2
Supply voltage for short circuit protection	$V_{\text{BAT}(\text{SC})}$	0	–	36	V	$R_{\text{ECU}} = 20 \text{ m}\Omega$ $R_{\text{Cable}} = 16 \text{ m}\Omega/\text{m}$ $L_{\text{Cable}} = 1 \mu\text{H}/\text{m}$ , $l = 0$ or $5$ m See <b>Chapter 6</b> and <b>Figure 53</b>	P_4.1.3
Supply voltage for Load dump protection	$V_{S(\text{LD})}$	–	–	65	V	<sup>2)</sup> $R_I = 2 \Omega$ $R_L = 12 \Omega$	P_4.1.12
<b>Short Circuit Capability</b>							
Permanent short circuit IN pin toggles	$n_{\text{RSC1}}$	–	–	100	k cycles	<sup>3)</sup> $V_{\text{Supply}} = 28 \text{ V}$	P_4.1.4
<b>Input Pins</b>							
Voltage at INPUT pins	$V_{\text{IN}}$	-0.3 –	–	6 7	V	– $t < 2$ min	P_4.1.13
Current through INPUT pins	$I_{\text{IN}}$	-2	–	2	mA	–	P_4.1.14
Voltage at DEN pin	$V_{\text{DEN}}$	-0.3 –	–	6 7	V	– $t < 2$ min	P_4.1.15
Current through DEN pin	$I_{\text{DEN}}$	-2	–	2	mA	–	P_4.1.16
Voltage at DSEL pin	$V_{\text{DSEL}}$	-0.3 –	–	6 7	V	– $t < 2$ min	P_4.1.17
Current through DSEL pin	$I_{\text{DSEL}}$	-2	–	2	mA	–	P_4.1.18
<b>Sense Pin</b>							
Voltage at IS pin	$V_{\text{IS}}$	-0.3	–	$V_S$	V	–	P_4.1.19
Current through IS pin	$I_{\text{IS}}$	-25	–	50	mA	–	P_4.1.20
<b>Power Stage</b>							
Load current	$ I_L $	–	–	$I_{L(\text{LIM})}$	A	–	P_4.1.21

产品一般特性

表3 绝对最大额定值<sup>1)</sup>

$T_J = -40^\circ\text{C}$  至  $+150^\circ\text{C}$  ; (除非另有规定)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Power dissipation (DC)	$P_{TOT}$	-	-	2.0	W	$T_A = 85^\circ\text{C}$ $T_J < 150^\circ\text{C}$	P_4.1.22
Maximum energy dissipation Single pulse (one channel)	$E_{AS}$	-	-	85	mJ	$I_{L(0)} = 4\text{ A}$ $T_{J(0)} = 150^\circ\text{C}$ $V_S = 28\text{ V}$	P_4.1.23
Voltage at power transistor	$V_{DS}$	-	-	65	V	-	P_4.1.26

**Currents**

Current through ground pin	$I_{GND}$	-20 -200	-	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	<sup>4)</sup> HBM	P_4.1.31
ESD susceptibility OUT Pin vs. GND and $V_S$ connected	$V_{ESD}$	-4	-	4	kV	<sup>4)</sup> HBM	P_4.1.32
ESD susceptibility	$V_{ESD}$	-500	-	500	V	<sup>5)</sup> CDM	P_4.1.33
ESD susceptibility pin (corner pins)	$V_{ESD}$	-750	-	750	V	<sup>5)</sup> CDM	P_4.1.34

- 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。请参阅本文件封底上的短路能力法律免责声明
- 4) ESD 耐受性，人体模型“HBM”，符合 AEC Q100-002
- 5) ESD 耐受性，符合 AEC Q100-011 标准的充电设备模型（CDM）

**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。
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。

产品一般特性

4.2 工作范围

表4 工作范围 $T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$ ; (除非另有说明)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Nominal operating voltage	$V_{\text{NOM}}$	8	28	36	V	–	P_4.2.1
Extended operating voltage	$V_{\text{S(OP)}}$	5	–	48	V	<sup>2)</sup> $V_{\text{IN}} = 4.5\text{ V}$ $R_{\text{L}} = 12\ \Omega$ $V_{\text{DS}} < 0.5\text{ V}$ See <a href="#">Figure 15</a>	P_4.2.2
Minimum functional supply voltage	$V_{\text{S(OP)_MIN}}$	3.8	4.3	5	V	<sup>1)</sup> $V_{\text{IN}} = 4.5\text{ V}$ $R_{\text{L}} = 12\ \Omega$ From $I_{\text{OUT}} = 0\text{ A}$ to $V_{\text{DS}} < 0.5\text{ V}$ ; See <a href="#">Figure 15</a> See <a href="#">Figure 29</a>	P_4.2.3
Undervoltage shutdown	$V_{\text{S(UV)}}$	3	3.5	4.1	V	<sup>1)</sup> $V_{\text{IN}} = 4.5\text{ V}$ $V_{\text{DEN}} = 0\text{ V}$ $R_{\text{L}}$ $= 12\ \Omega$ From $V_{\text{DS}} < 1\text{ V}$ ; to $I_{\text{OUT}} = 0\text{ A}$ See <a href="#">Figure 15</a> See <a href="#">Figure 30</a>	P_4.2.4
Undervoltage shutdown hysteresis	$V_{\text{S(UV)_HYS}}$	–	850	–	mV	<sup>2)</sup> –	P_4.2.13
Operating current One channel active	$I_{\text{GND}_1}$	–	5.5	9	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 <a href="#">Figure 31</a>	P_4.2.5
Operating current All channels active	$I_{\text{GND}_2}$	–	9	12	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 <a href="#">Figure 32</a>	P_4.2.6
Standby current for whole device with load (ambient)	$I_{\text{S(OFF)}}$	–	0.1	0.5	$\mu\text{A}$	<sup>1)</sup> $V_{\text{S}} = 36\text{ V}$ $V_{\text{OUT}} = 0\text{ V}$ $V_{\text{IN}}$ floating $V_{\text{DEN}}$ floating $T_J \leq 85^{\circ}\text{C}$ See <a href="#">Figure 33</a>	P_4.2.7

产品一般特性

**表4** 工作范围  $T_J = -40^\circ\text{C}$  至  $+150^\circ\text{C}$ ; (除非另有说明)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Maximum standby current for whole device with load	$I_{S(OFF\_150)}$	–	6	15	$\mu\text{A}$	$V_S = 36\text{ V}$ $V_{OUT} = 0\text{ V}$ $V_{IN}$ floating $V_{DEN}$ floating $T_J = 150^\circ\text{C}$ See <b>Figure 33</b>	P_4.2.10
Standby current for whole device with load, diagnostic active	$I_{S(OFF\_DEN)}$	–	0.6	–	mA	<sup>2)</sup> $V_S = 36\text{ V}$ $V_{OUT} = 0\text{ V}$ $V_{IN}$ floating $V_{DEN} = 5.5\text{ V}$	P_4.2.8

- 1) 仅在  $T_J = -40^\circ\text{C}$  时进行测试  
2) 未经过生产测试。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定义的。

### 4.3 热阻

**表 5** 热阻

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Junction to case	$R_{thJC}$	–	2	–	K/W	<sup>1)</sup>	P_4.3.1
Junction to ambient Both channels active	$R_{thJA}$	–	25	–	K/W	<sup>1) 2)</sup>	P_4.3.2

- 1) 未经过生产测试。由设计指定。  
2) 指定的  $R_{thJA}$  值是根据 JEDEC JEDEC JESD51-2,-5,-7 在 FR4 2s2p 板上的自然对流, 在  $T_A = 105^\circ\text{C}$  的两个通道均等耗散 1 W 功耗的情况下; 产品 (芯片+封装) 在 76.4 x 114.3 x 1.5 mm 板, 具有 2 个内部铜层 (2 x 70  $\mu\text{m}$  Cu、2 x 35  $\mu\text{m}$  Cu) 的情况下仿真。在适用的情况下, 裸露的散热焊盘下方的导热过孔阵列接触第一内部铜层。请参考图 4。

产品一般特性

4.3.1 PCB 设置

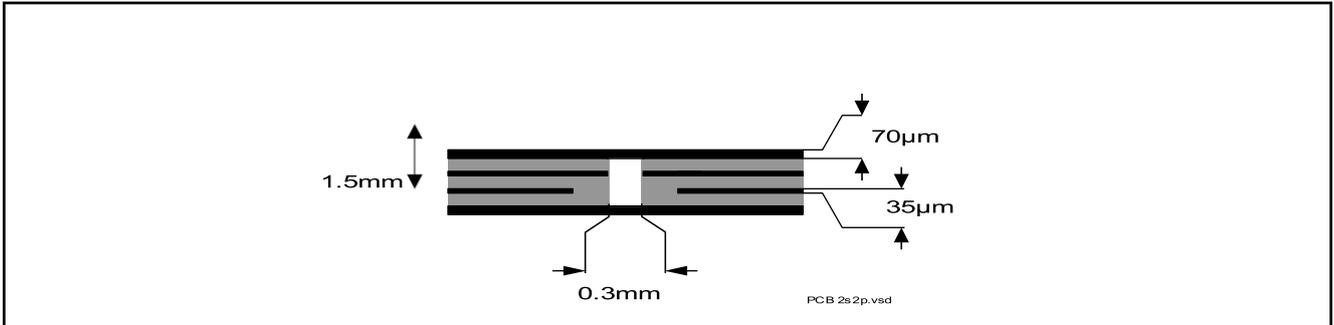


图 4 2s2p PCB 截面

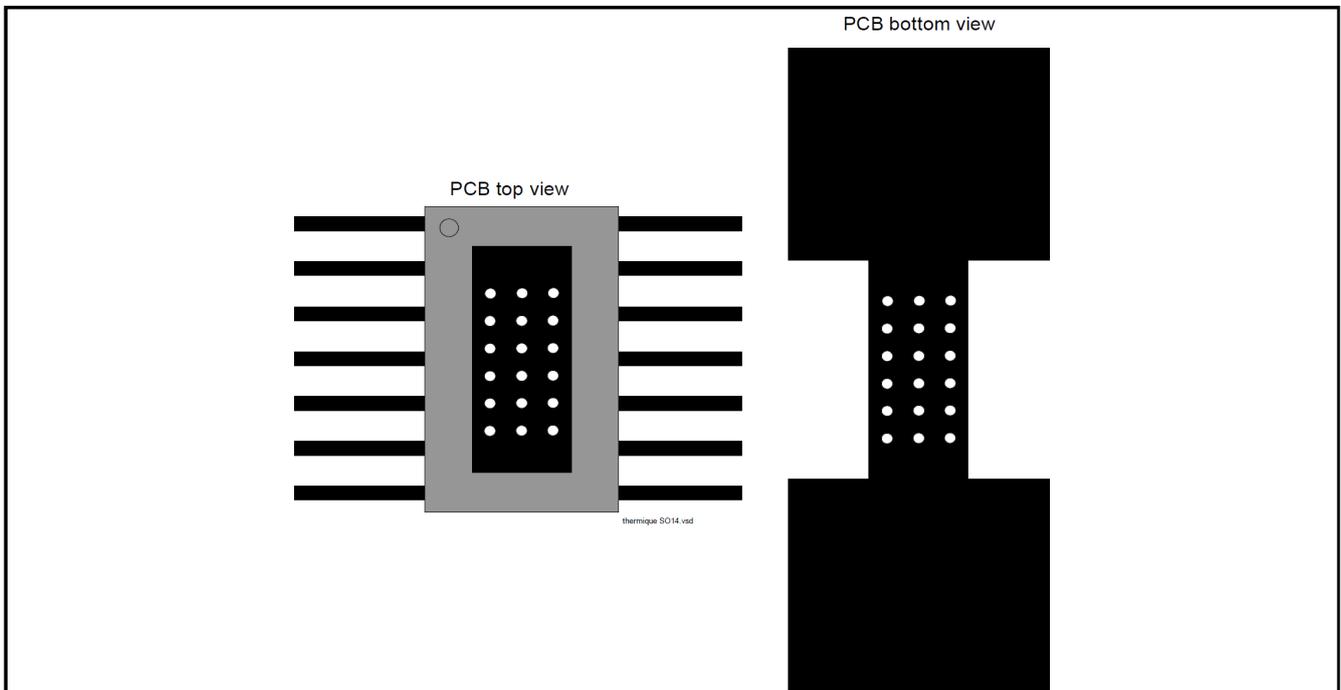


图 5 带有 600 mm<sup>2</sup>冷却面积的PC板热仿真顶视图和底视图

产品一般特性

4.3.2 热阻抗

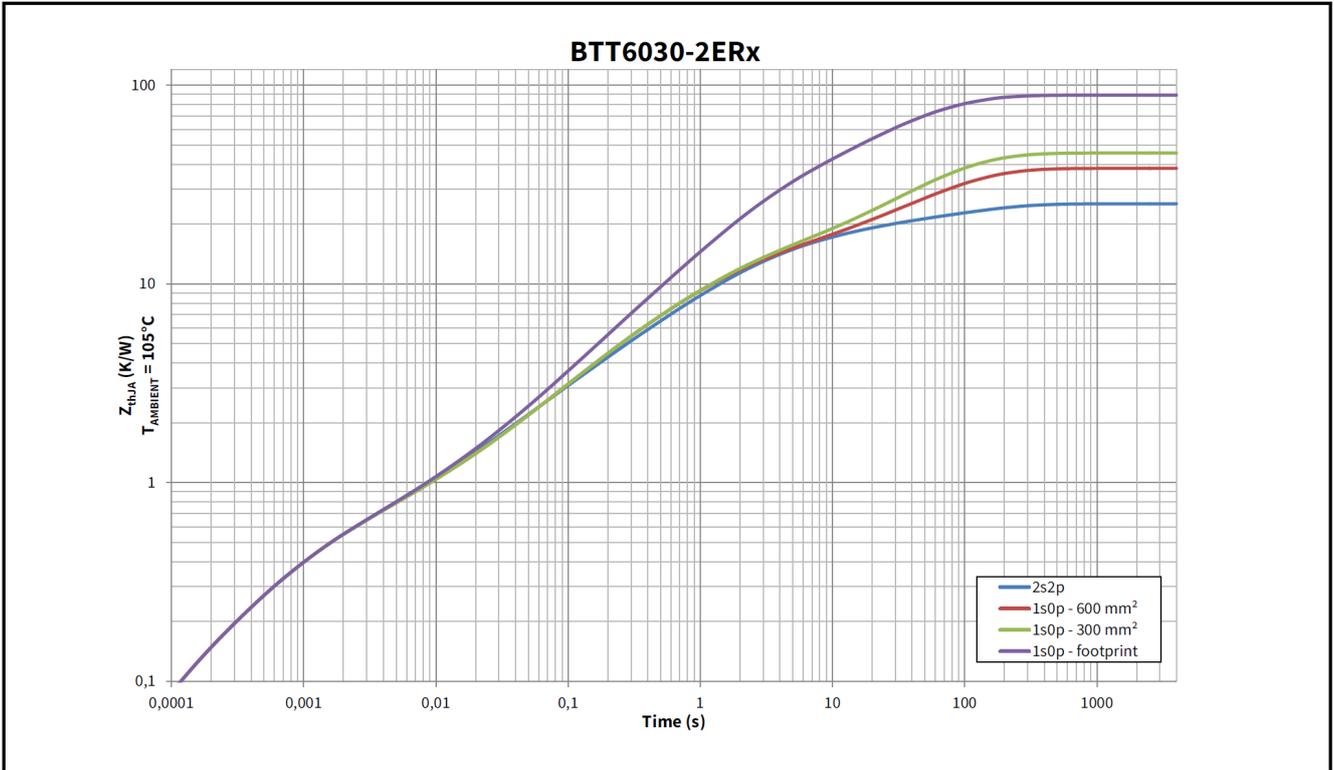


图 6 典型热阻抗。2s2p 设置如图 4

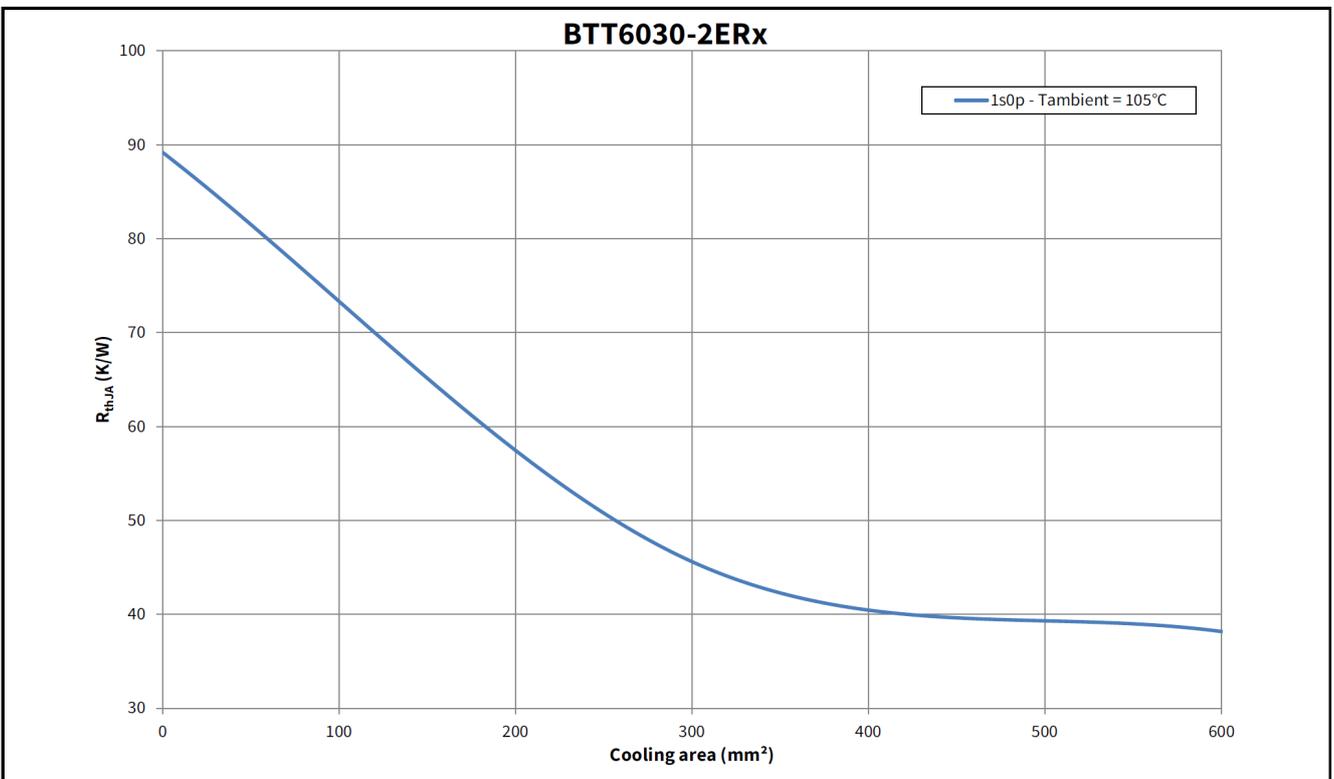


图 7 典型热阻。PCB设置1s0p

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 8 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。

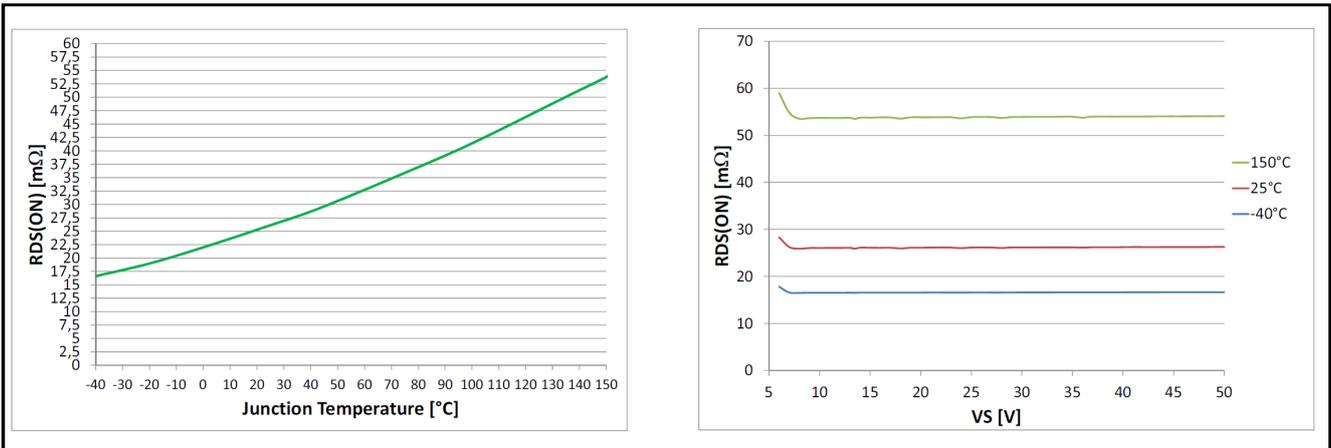


图 8 典型导通电阻

高信号（参见第 8 章）在输入引脚处使功率 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 具有阻性负载的开启/关断特性

图 9 显示了开关阻性负载时的典型时序。

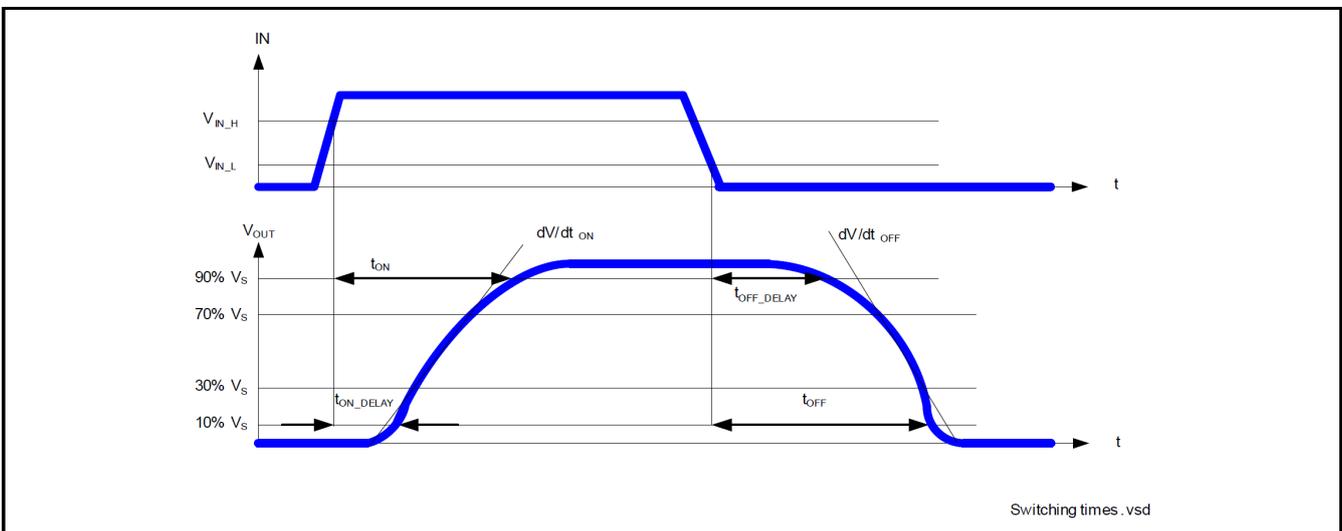


图 9 开关阻性负载时序

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，电压 $V_{OUT}$ 降至地电位以下，因为电感打算继续驱动电流。为了防止雪崩因高电压而损坏器件，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 ( $V_S - V_{DS(AZ)}$ )。详情请参考图 10 以及图 11。然而，允许的最大负载电感是有限的。

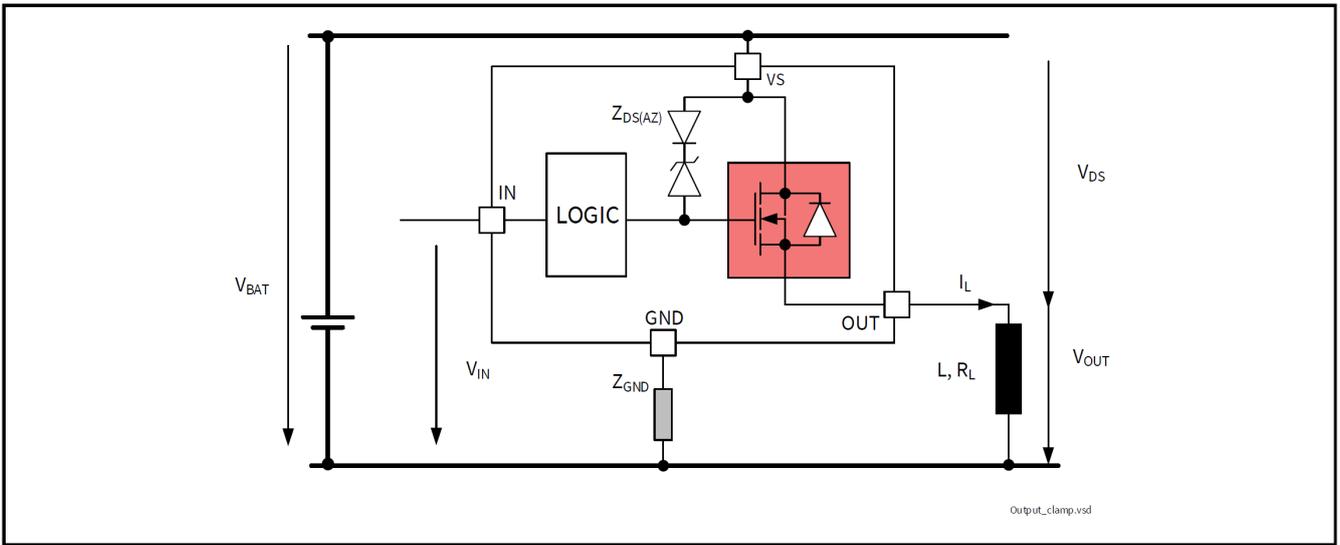


图 10 输出钳位 (OUT0 和 OUT1)

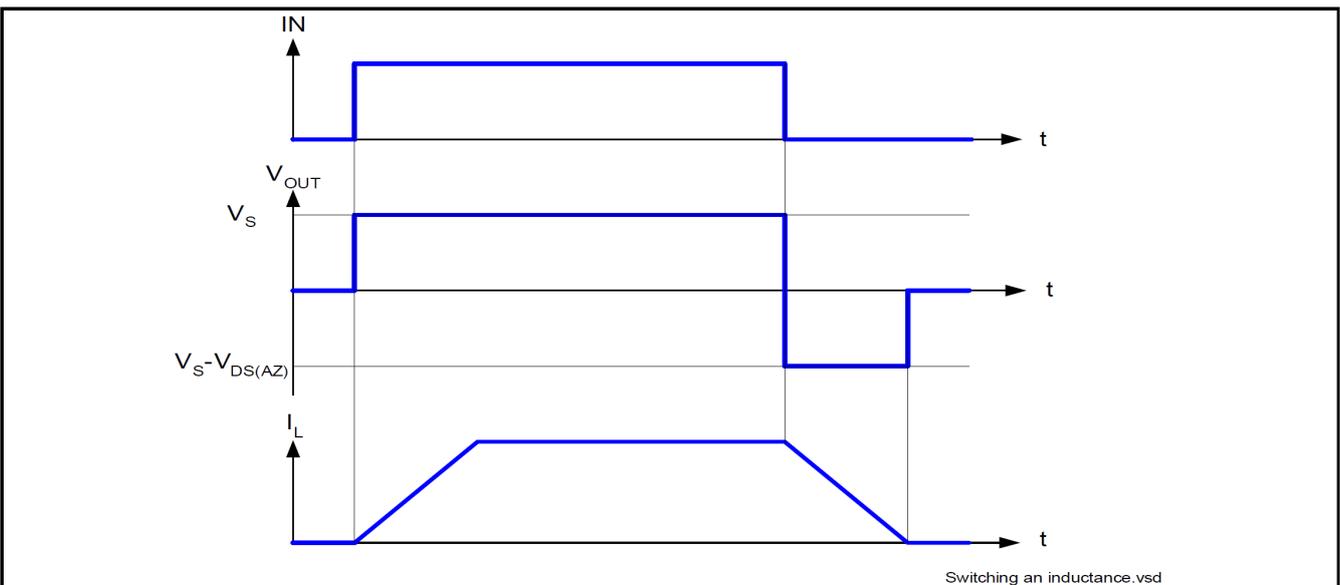


图 11 开关感性负载时序

功率级

5.3.2 最大负载电感

在感性负载退磁过程中，能量在BTT6030-2ERA中耗散。能量计算公式如下：

$$E = V_{DS(AZ)} \cdot \frac{L}{R_L} \cdot \left[ \frac{V_S - V_{DS(AZ)}}{R_L} \cdot \ln\left(1 - \frac{R_L \cdot I_L}{V_S - V_{DS(AZ)}}\right) + I_L \right] \quad (5.1)$$

以下方程在  $R_L = 0 \Omega$  的情况下简化。

$$E = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I_L^2 \cdot \left(1 - \frac{V_S}{V_S - V_{DS(AZ)}}\right) \quad (5.2)$$

转化为热量的能量受到元器件热设计的限制。参见图 12 最大允许的能量耗散与负载电流的函数关系。

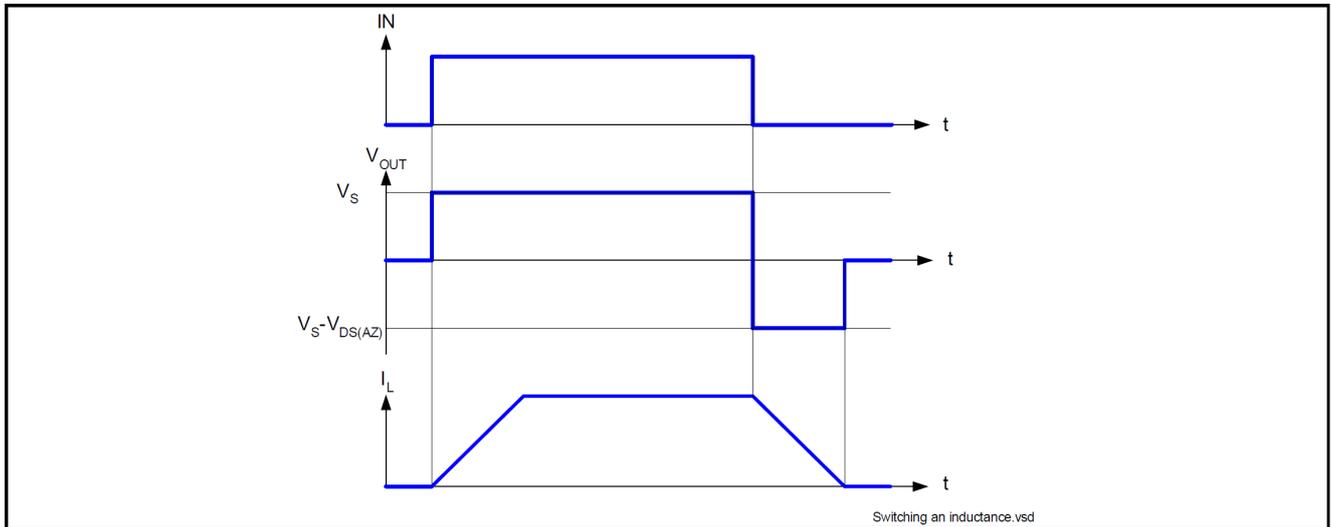


图 12 单脉冲最大能量耗散，  $T_{J(0)} = 150^\circ\text{C}$ ；  $V_S = 28\text{V}$

功率级

### 5.4 反向电流能力

当电流为反向时，即输出端的电压  $V_{INV}$  高于供电电压  $V_S$ ，电流  $I_{INV}$  将从输出端经功率管的体二极管流至  $V_S$  引脚（请参见图 13）。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 OFF 状态，直到反向电流消失。然而，电流  $I_{INV}$  不应高于  $I_{L(INV)}$ 。否则，第二个通道可能会被损坏，并且可能会观察到不稳定的行为。如果受影响的通道处于 OFF 状态，诊断将检测到处于 OFF 状态的负载开路。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，可在未受影响的通道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，反映输出状态。逆电流期间，无保护功能。

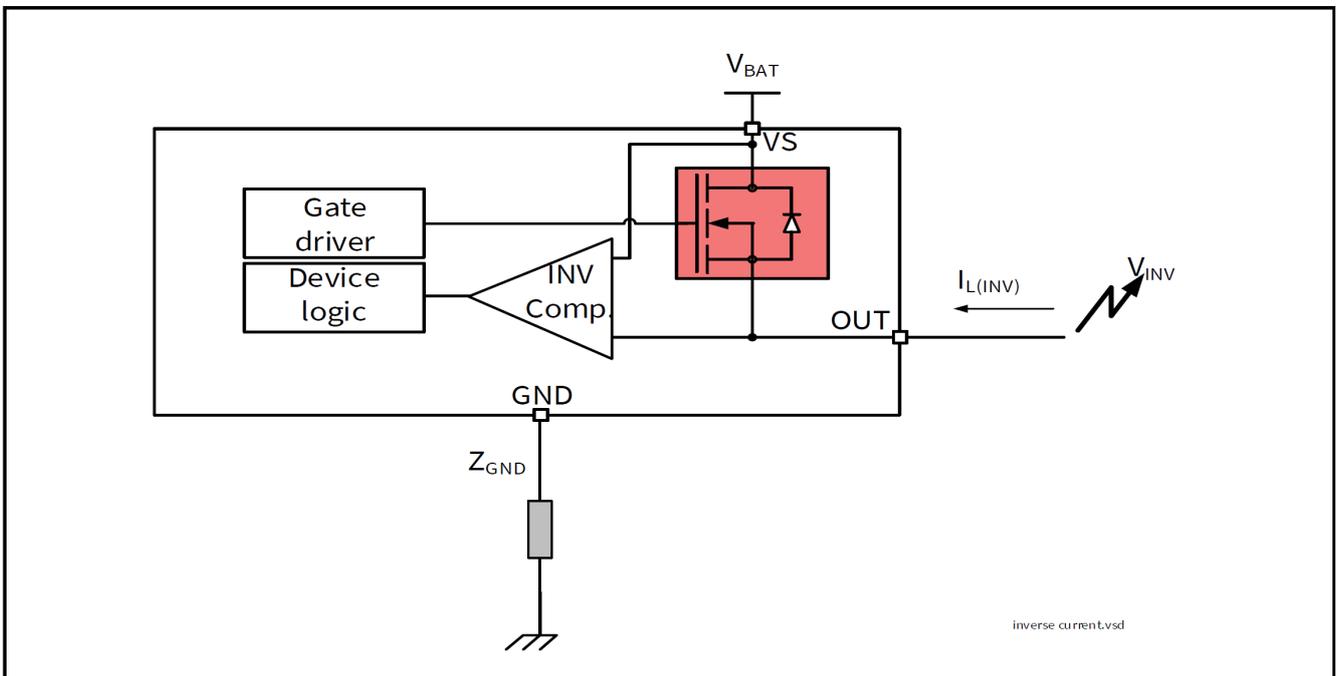


图 13 反向电流电路

功率级

5.5 功率级电气特性

表 6 电气特性：功率级

$V_S = 8\text{ V}$  至  $36\text{ V}$ ,  $T_J = -40^\circ\text{C}$  至  $+150^\circ\text{C}$  (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	$R_{DS(ON)_150}$	40	55	62	mΩ	$I_L = I_{L4} = 7\text{ A}$ $V_{IN} = 4.5\text{ V}$ $T_J = 150^\circ\text{C}$ See <a href="#">Figure 8</a>	P_5.5.1
ON-state resistance per channel	$R_{DS(ON)_25}$	–	32	–	mΩ	<sup>1)</sup> $T_J = 25^\circ\text{C}$	P_5.5.21
Nominal load current One channel active	$I_{L(NOM)1}$	–	6	–	A	<sup>1)</sup> $T_A = 85^\circ\text{C}$ $T_J < 150^\circ\text{C}$	P_5.5.2
Nominal load current All channels active	$I_{L(NOM)2}$	–	4	–	A		P_5.5.3
Output voltage drop limitation at small load currents	$V_{DS(NL)}$	–	10	22	mV	$I_L = I_{L0} = 50\text{ mA}$ See <a href="#">Figure 34</a>	P_5.5.4
Drain to source clamping voltage $V_{DS(AZ)} = [V_S - V_{OUT}]$	$V_{DS(AZ)}$	66	70	75	V	$I_{DS} = 20\text{ mA}$ See <a href="#">Figure 11</a> See <a href="#">Figure 35</a>	P_5.5.5
Output leakage current per channel; $T_J \leq 85^\circ\text{C}$	$I_{L(OFF)}$	–	0.05	0.5	μA	<sup>2)</sup> $V_{IN}$ floating $V_{OUT} = 0\text{ V}$ $T_J \leq 85^\circ\text{C}$	P_5.5.6
Output leakage current per channel; $T_J = 150^\circ\text{C}$	$I_{L(OFF)_150}$	–	2	10	μA	$V_{IN}$ floating $V_{OUT} = 0\text{ V}$ $T_J = 150^\circ\text{C}$	P_5.5.8
Slew rate 30% to 70% $V_S$	$\Delta V/dt_{ON}$	0.3	0.8	1.4	V/μs	$R_L = 12\ \Omega$ $V_S = 28\text{ V}$ See <a href="#">Figure 9</a> See <a href="#">Figure 36</a> See <a href="#">Figure 37</a> See <a href="#">Figure 38</a> See <a href="#">Figure 39</a> See <a href="#">Figure 40</a>	P_5.5.11
Slew rate 70% to 30% $V_S$	$-\Delta V/dt_{OFF}$	0.3	0.8	1.4	V/μs		P_5.5.12
Slew rate matching $dV/dt_{ON} - dV/dt_{OFF}$	$\Delta dV/dt$	-0.15	0	0.15	V/μs		P_5.5.13
Turn-ON time to $V_{OUT} = 90\% V_S$	$t_{ON}$	20	50	150	μs		P_5.5.14
Turn-OFF time to $V_{OUT} = 10\% V_S$	$t_{OFF}$	20	55	150	μs		P_5.5.15
Turn-ON / OFF matching $t_{OFF} - t_{ON}$	$\Delta t_{SW}$	-50	0	50	μs		P_5.5.16
Turn-ON time to $V_{OUT} = 10\% V_S$	$t_{ON\_delay}$	–	30	70	μs		P_5.5.17
Turn-OFF time to $V_{OUT} = 90\% V_S$	$t_{OFF\_delay}$	–	30	70	μs		P_5.5.18

功率级

**表 6 电气特性：功率级（续）**

$V_S = 8\text{ V}$  至  $36\text{ V}$ ， $T_J = -40^\circ\text{C}$  至  $+150^\circ\text{C}$ （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.			
Switch ON energy	$E_{\text{ON}}$	–	0.6	–	mJ	<sup>1)</sup> $R_L = 12\ \Omega$ $V_{\text{OUT}} = 90\% V_S$ $V_S = 36\text{ V}$ See <a href="#">Figure 41</a>	<a href="#">P_5.5.19</a>
Switch OFF energy	$E_{\text{OFF}}$	–	0.8	–	mJ	<sup>1)</sup> $R_L = 12\ \Omega$ $V_{\text{OUT}} = 10\% V_S$ $V_S = 36\text{ V}$ See <a href="#">Figure 42</a>	<a href="#">P_5.5.20</a>

1) 未经过生产测试，由设计指定。

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

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 因数据手册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OFF（之前处于ON状态）或保持OFF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BTT6030-2ERA之间使用输入电阻，以确保通道关闭。

如果模块或器件接地丢失，电流( $I_{OUT(GND)}$ )会从DMOS流出。图 14 简述情况。

建议 $Z_{GND}$ 为一个电阻串联至一个二极管。

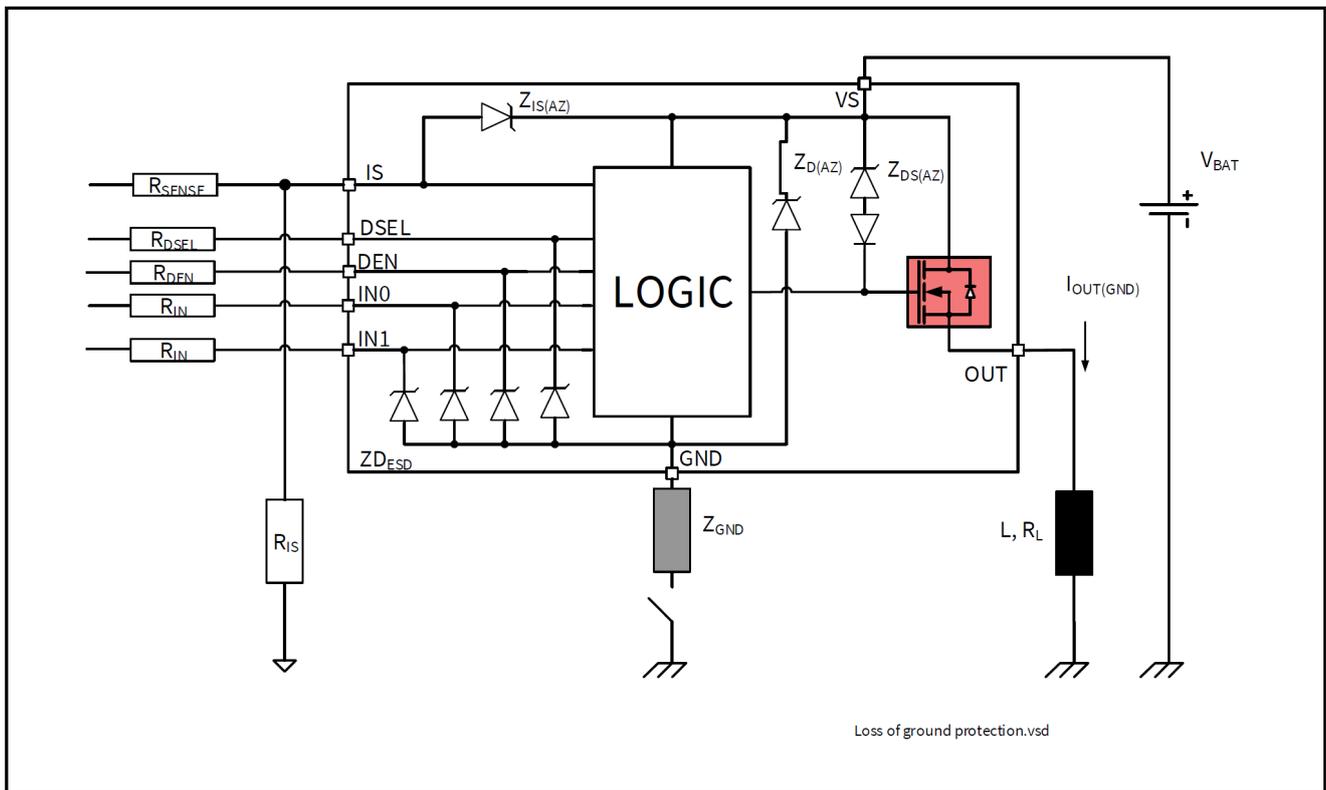


图 14 与外部元件的接地丢失保护

### 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 15 概述了欠压机制。

保护功能

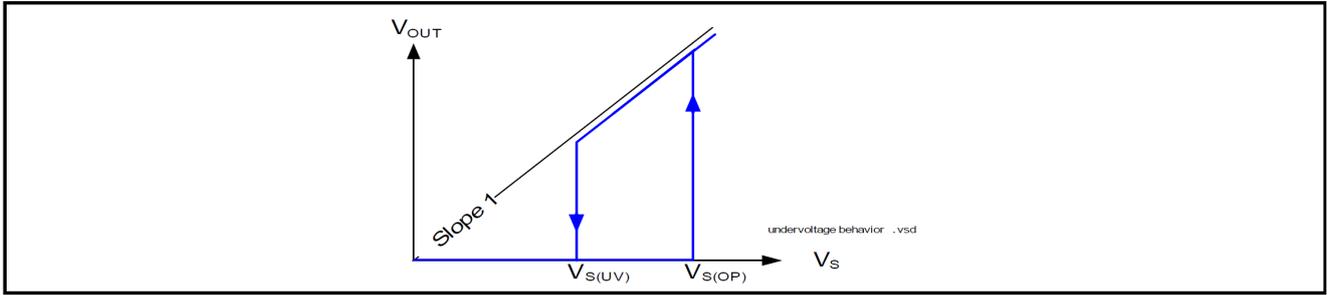


图 15 欠压行为

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工作，齐纳二极管中的电流必须受到接地电阻器的限制。图16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，逻辑部分电压为钳位。如果，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。如果器件在过压之前为ON，则BTT6030-2ERA保持ON。如果BTT6030-2ERA处于关闭状态，则在过压之前，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。这尤其影响了短路的稳健性，以及最大能量 $E_{AS}$ 能力。

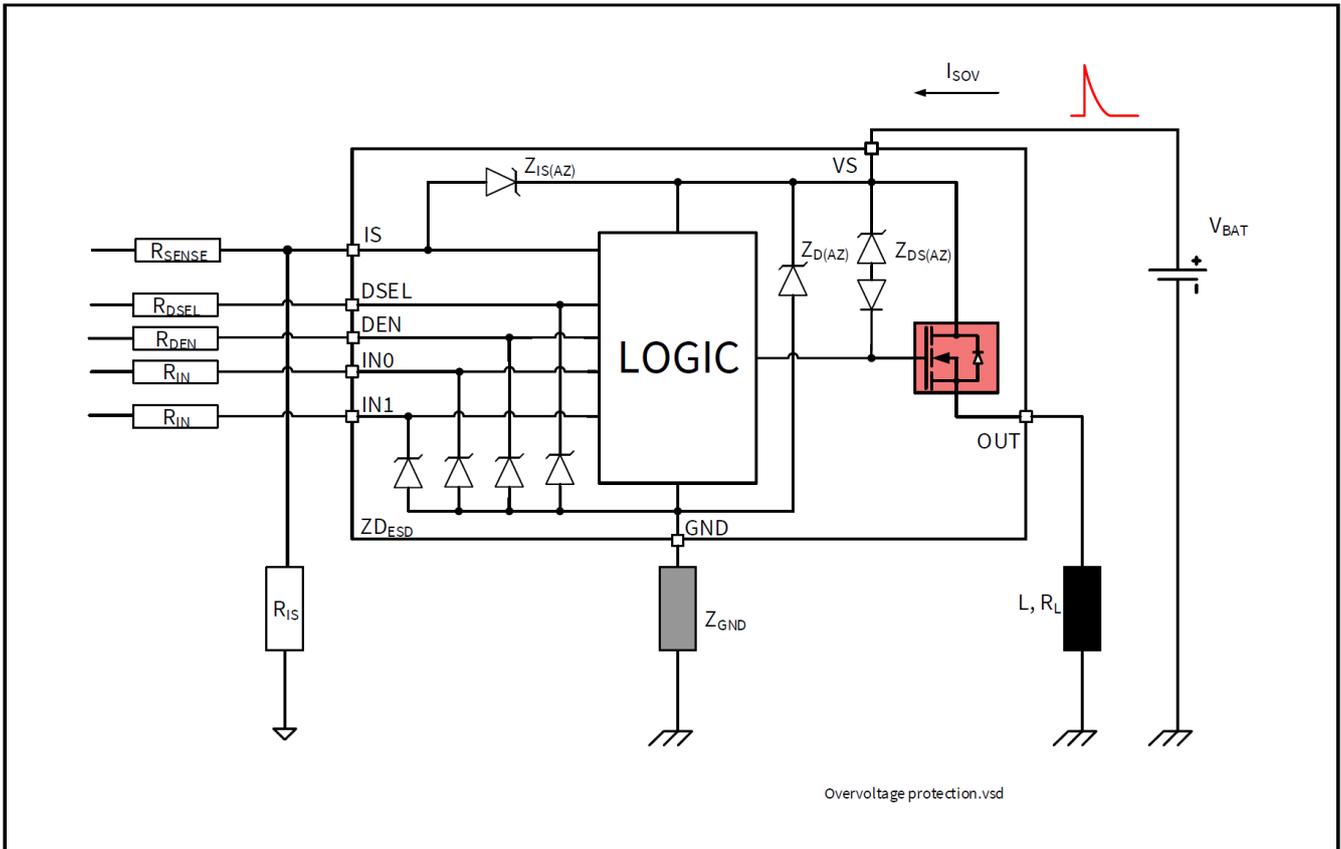


图 16 使用外部元件的过压保护

保护功能

6.4 反极性保护

在反向电压的情况下，功率 DMOS 的固有体二极管会导致功率耗散。固有的体二极管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通过外部电阻限制在 章节4.1 中描述的最大电流。

图 17 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。  
 $R_{DEN} = R_{DSEL} = R_{IN} = R_{SENSE} = 10\text{ k}\Omega$  的建议值。建议  $Z_{GND}$  为一个电阻器串联一个二极管。

反极性时，无保护功能。

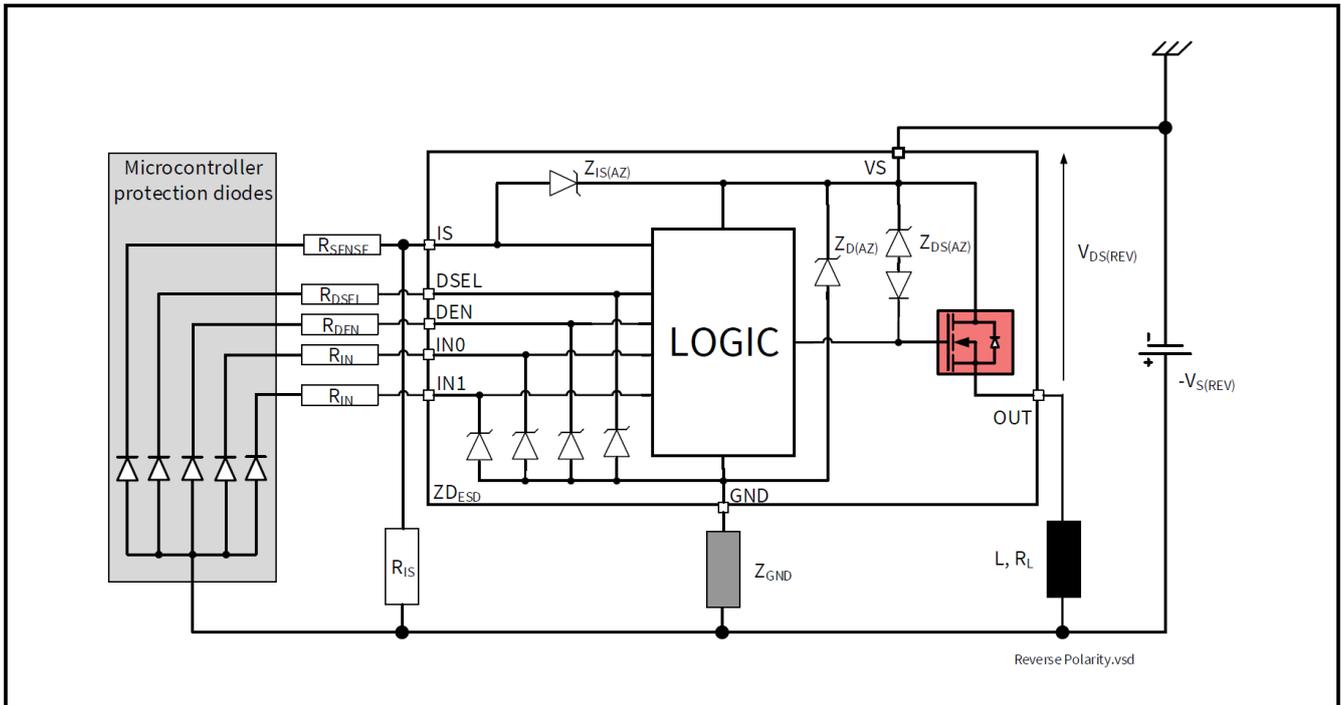


图 17 使用外部元器件实现反极性保护

## 保护功能

### 6.5 过流保护

如果发生过载，例如冷灯丝的强浪涌或接地短路，BTT6030-2ERA 可提供多种保护机制。

#### 6.5.1 电流限制

第一步，通过将电流限制在开关中允许的最大电流，将开关的瞬时功率维持在安全值  $I_{L(SC)}$ 。在此期间，DMOS 温度不断升高，从而影响 DMOS 中的电流流动。电流限制值取决于  $V_{DS}$ 。图 18 显示电流限制行为作为漏源电压的函数。

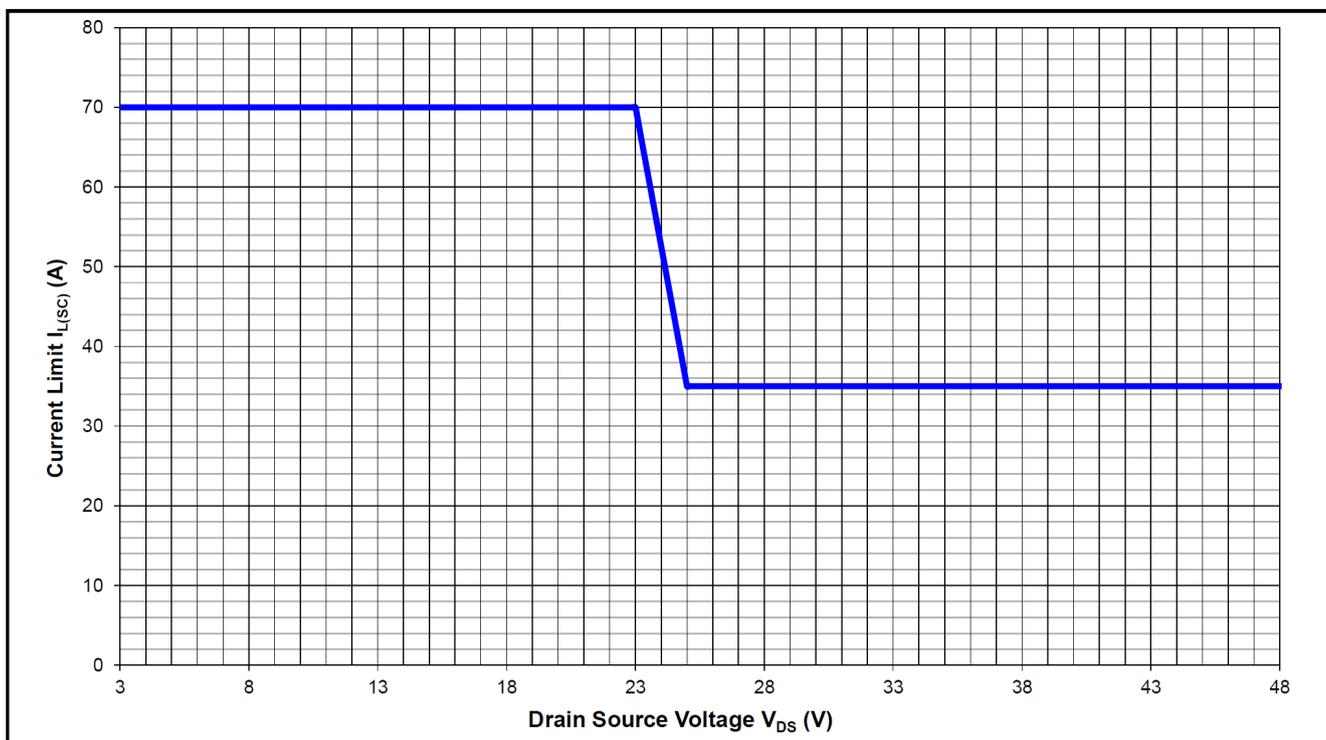


图 18 电流限制（典型行为）

保护功能

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定输出，直到温度达到可接受的值。图 19 概述了情况。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。只有输入引脚信号开关才能重新激活功率级。(锁存行为)。

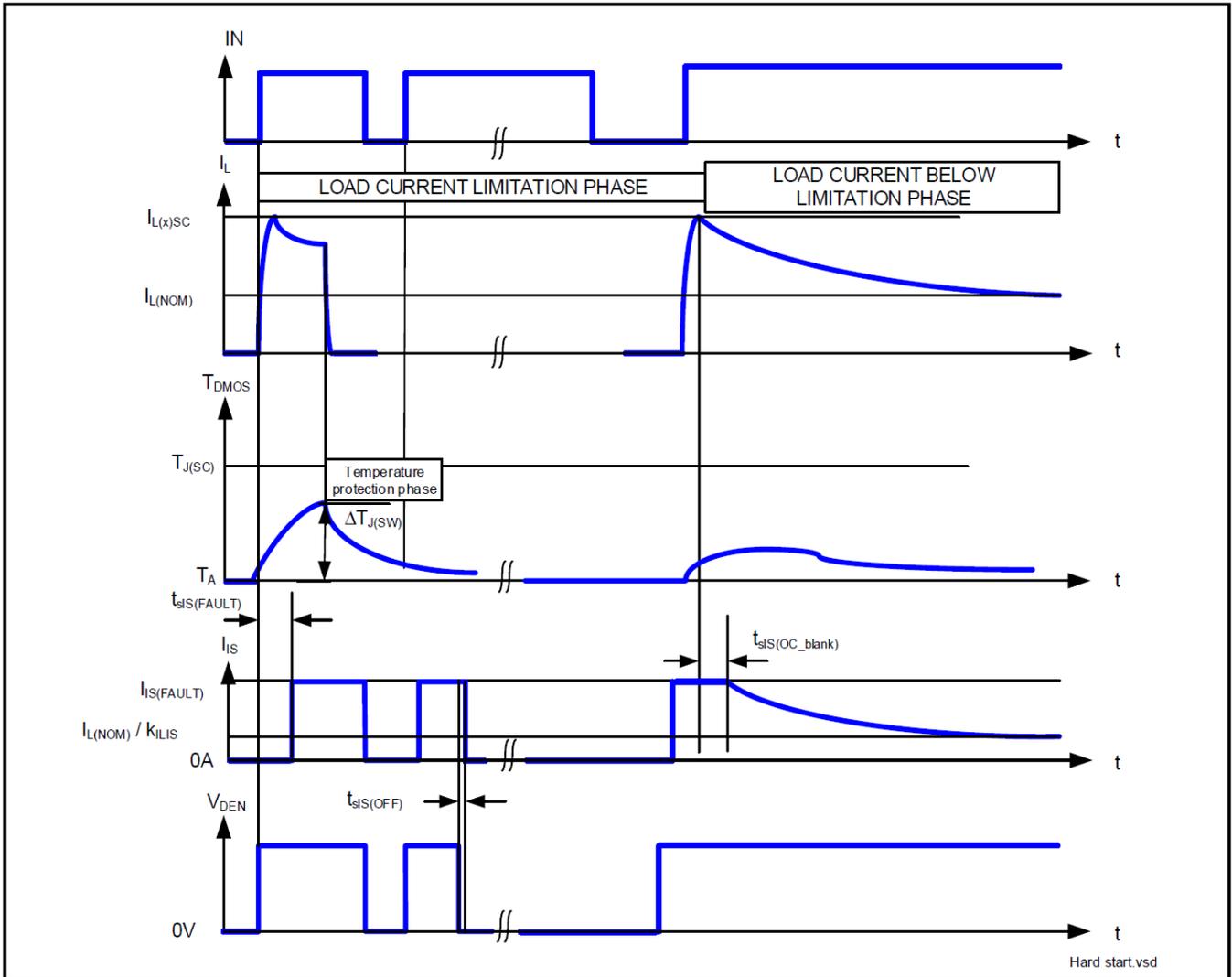


图 19 过载保护

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

保护功能

6.6 保护功能电气特性

表 7 电气特性：保护

$V_S = 8\text{ V}$  至  $36\text{ V}$ ， $T_J = -40^\circ\text{C}$  至  $+150^\circ\text{C}$ （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.			
<b>Loss of Ground</b>							
Output leakage current while GND disconnected	$I_{\text{OUT(GND)}}$	–	0.1	–	mA	<sup>1) 2)</sup> $V_S = 48\text{ V}$ See <a href="#">Figure 14</a>	P_6.6.1
<b>Reverse polarity</b>							
Drain source diode voltage during reverse polarity	$V_{\text{DS(REV)}}$	200	610	700	mV	$I_L = -4\text{ A}$ $T_J = 150^\circ\text{C}$ See <a href="#">Figure 17</a>	P_6.6.2
<b>Overvoltage</b>							
Overvoltage protection	$V_{\text{S(AZ)}}$	65	70	75	V	$I_{\text{SOV}} = 5\text{ mA}$ See <a href="#">Figure 16</a>	P_6.6.3
<b>Overload Condition</b>							
Load current limitation	$I_{\text{L5(SC)}}$	56	70	84	A	<sup>3)</sup> $V_{\text{DS}} = 5\text{ V}$ See <a href="#">Figure 43</a>	P_6.6.4
Load current limitation	$I_{\text{L28(SC)}}$	–	35	–	A	<sup>2)</sup> $V_{\text{DS}} = 42\text{ V}$ See <a href="#">Figure 43</a>	P_6.6.7
Dynamic temperature increase while switching	$\Delta T_{\text{J(SW)}}$	–	80	–	K	<sup>4)</sup> See <a href="#">Figure 19</a>	P_6.6.8
Thermal shutdown temperature	$T_{\text{J(SC)}}$	150	170 <sup>4)</sup>	200 <sup>4)</sup>	°C	<sup>5)</sup> See <a href="#">Figure 19</a>	P_6.6.10
Thermal shutdown hysteresis	$\Delta T_{\text{J(SC)}}$	–	30	–	K	<sup>5) 4)</sup> See <a href="#">Figure 19</a>	P_6.6.11

1) 除 VS 和 OUT 外，所有引脚均断开连接。

2) 未经过生产测试，由设计指定。

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

4) 仅功能测试

5) 仅在  $T_J = 150^\circ\text{C}$  时进行测试

诊断功能

## 7 诊断功能

出于诊断目的，BTT6030-2ERA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 的感应电流将通过相关引脚 DSEL 启用/禁用。表 8 给出真值表。

表8 检测真值表

DEN	DSEL	IS
0	don't care	Z
1	0	Sense output 0 $I_{IS(0)}$
1	1	Sense output 1 $I_{IS(1)}$

### 7.1 IS 引脚

BTT6030-2ERA 在引脚 IS 处提供电流检测写入  $I_{IS}$  的电流。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。SENSE 的精度取决于温度和负载电流。IS 引脚通过引脚 DSEL 复用当前  $I_{IS(0)}$  和  $I_{IS(1)}$ 。由于这种复用， $k_{ILISCHANNEL0}$  和  $k_{ILISCHANNEL1}$  之间的匹配得到了优化。由于与  $V_S$  连接的静电防护保护，如果这些器件使用其他电池供电，则不建议与其他器件共享 IS 引脚。结果是未供应的器件将通过供应的器件的 IS 引脚供电。

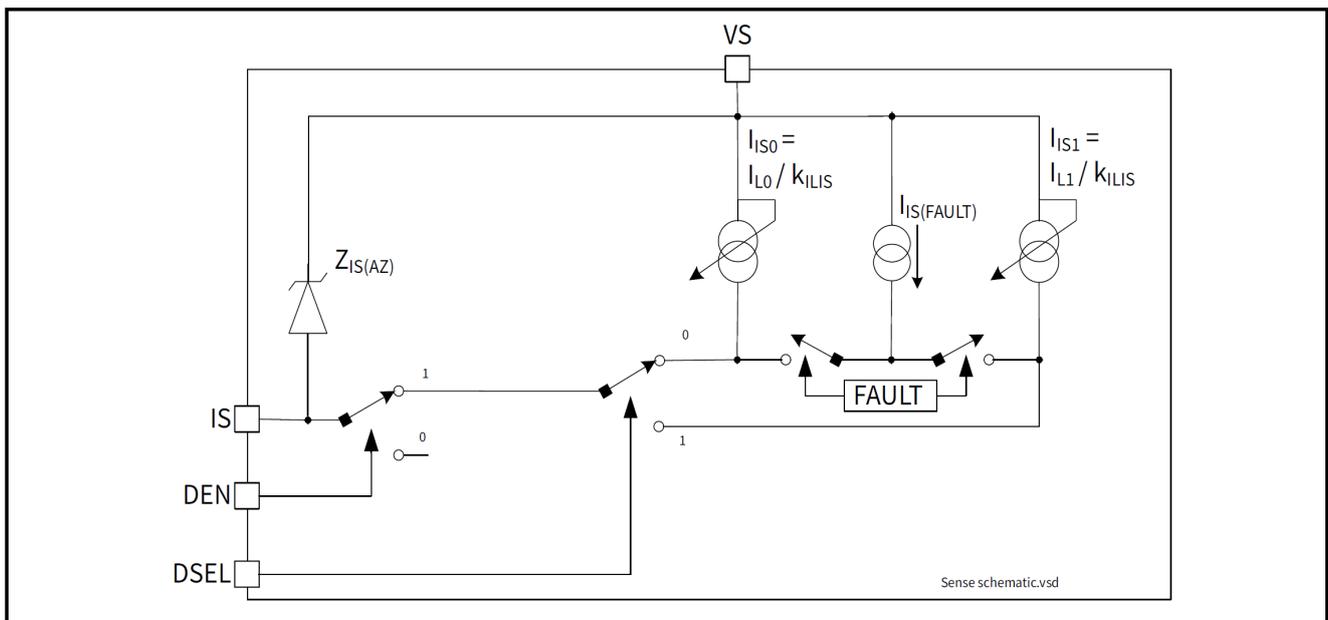


图 20 诊断框图

诊断功能

7.2 不同运行模式下的 SENSE 信号

表 9 提供器件运行期间 IS 引脚状态的快速参考。

表 9 Sense 信号、运行模式功能

Operation Mode	Input level Channel X	DEN <sup>1)</sup>	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			$< V_{OL(OFF)}$ $> V_{OL(OFF)}^{2)}$	Z $I_{IS(FAULT)}$
Inverse current			~ $V_{INV}$	$I_{IS(FAULT)}$
Normal operation			ON	H
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	~ $V_S^{3)}$	$I_{IS} < I_{IS(OL)}$		
Inverse current	~ $V_{INV}$	$I_{IS} < I_{IS(OL)}^{4)}$		
Underload	~ $V_S^{5)}$	$I_{IS(OL)} < I_{IS} < I_L / k_{ILIS}$		
Don't care	Don't care	L	Don't care	Z

- 1) 表格中没有显示，但假设通过 DSEL 引脚选择了适当的通道。
- 2) 额外的上拉电阻。
- 3) 输出电流必须小于  $I_{L(OL)}$ 。
- 4) 最大  $t_{INV}$  之后。
- 5) 输出电流必须大于  $I_{L(OL)}$ 。

诊断功能

7.3 标称额定电流范围内的 SENSE 信号

图21 将电流检测显示为功率 DMOS 中负载电流的函数。通常，下拉电阻 $R_{IS}$ 连接到 IS 引脚。该电阻器必须高于  $560\ \Omega$ ，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 SENSE，假设理想的 $k_{ILIS}$ 系数值。红色曲线显示了器件在整个温度范围内、在指定电流下提供的精度。

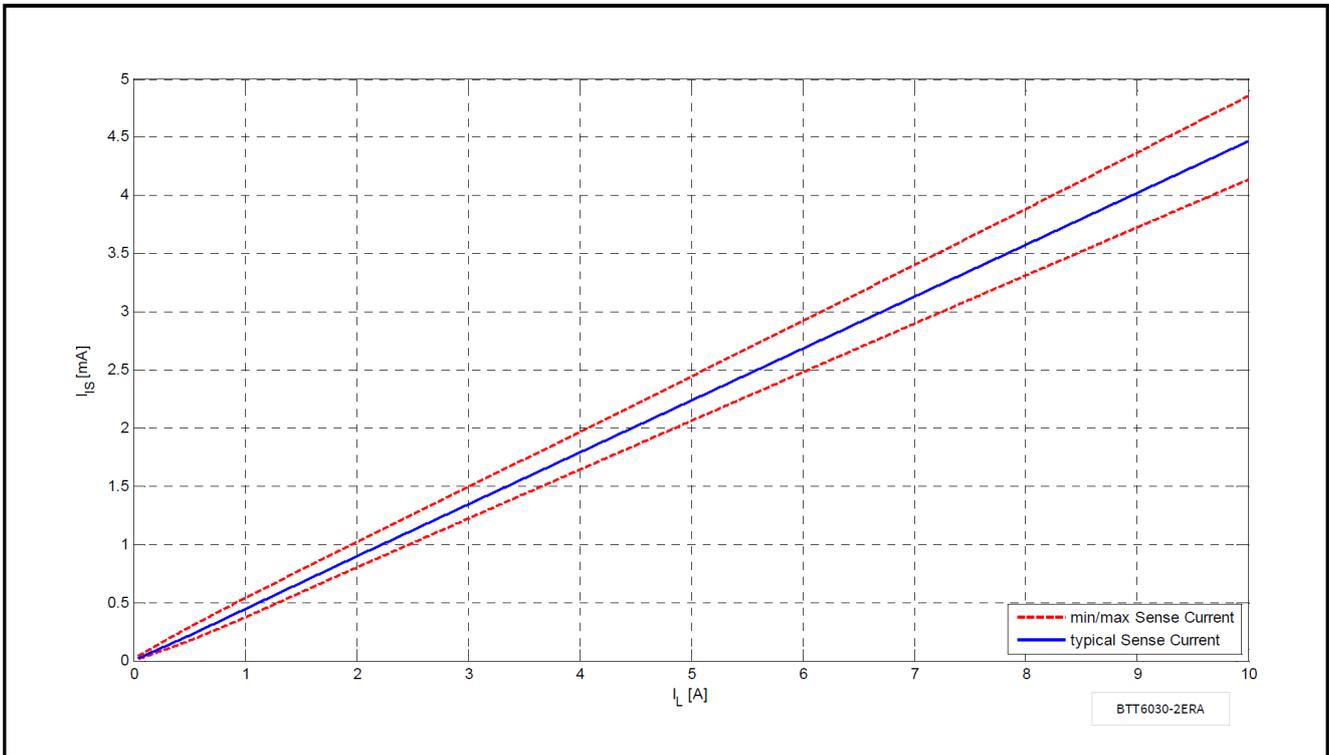


图 21 标称负载的电流检测

7.3.1 SENSE 信号随温度和负载电流的变化

在某些应用中，在大约一半的标称额定电流  $I_{L(NOM)}$  处需要更好的精度。为了达到这一精度要求，可以对应用程序进行调整。为了避免在不同负载和温度条件下出现多个调节点，BTT6030-2ERA 允许在标称负载电流 ( $I_{L3}$ ;  $T_J = +25^\circ C$ ) 时限制  $k_{ILIS}$ 。该降额由参数  $\Delta k_{ILIS}$  描述。图 22 显示了 SENSE 电流的行为，假设在  $+25^\circ C$  时标称负载处有一个调节点。

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

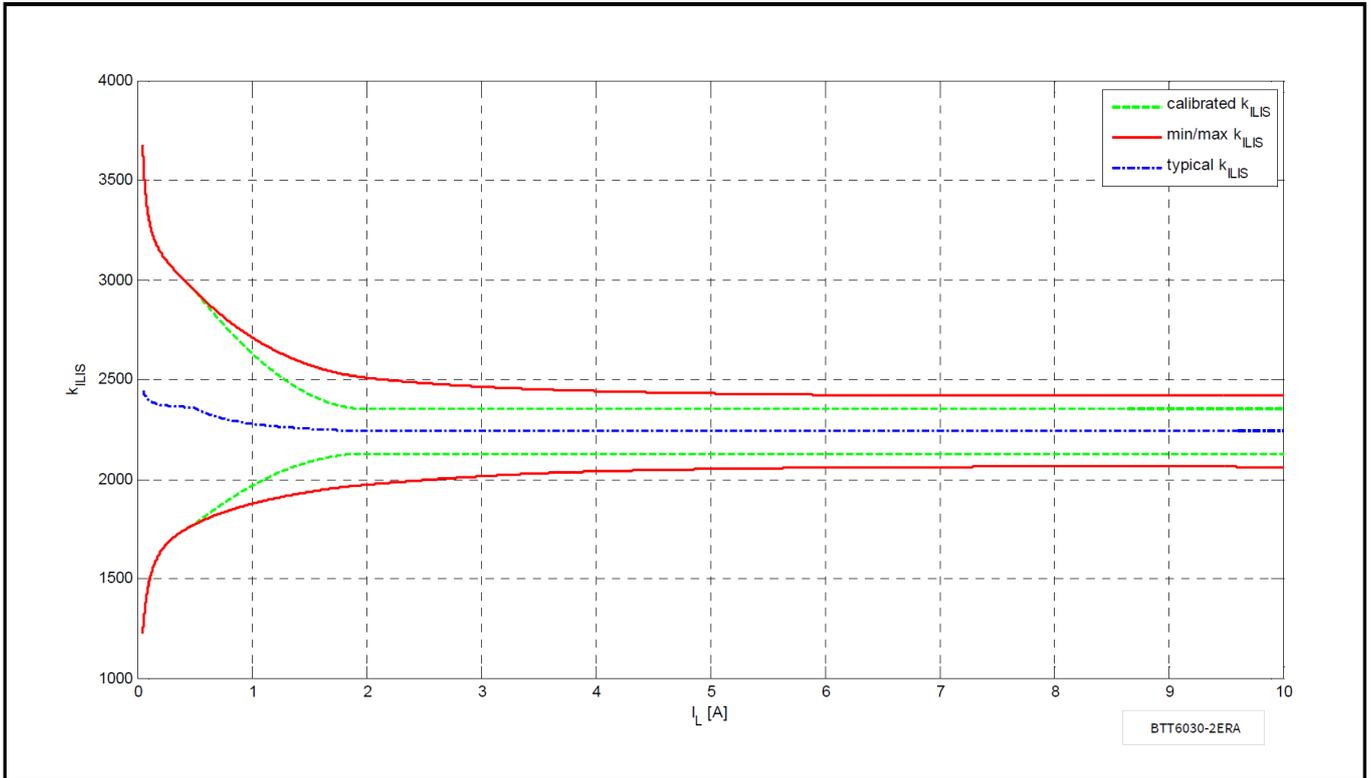


图 22 通过一个校准点提高 SENSE 精度

7.3.2 SENSE 信号时序

图 23 显示 SENSE 设置和失效期间的时序。

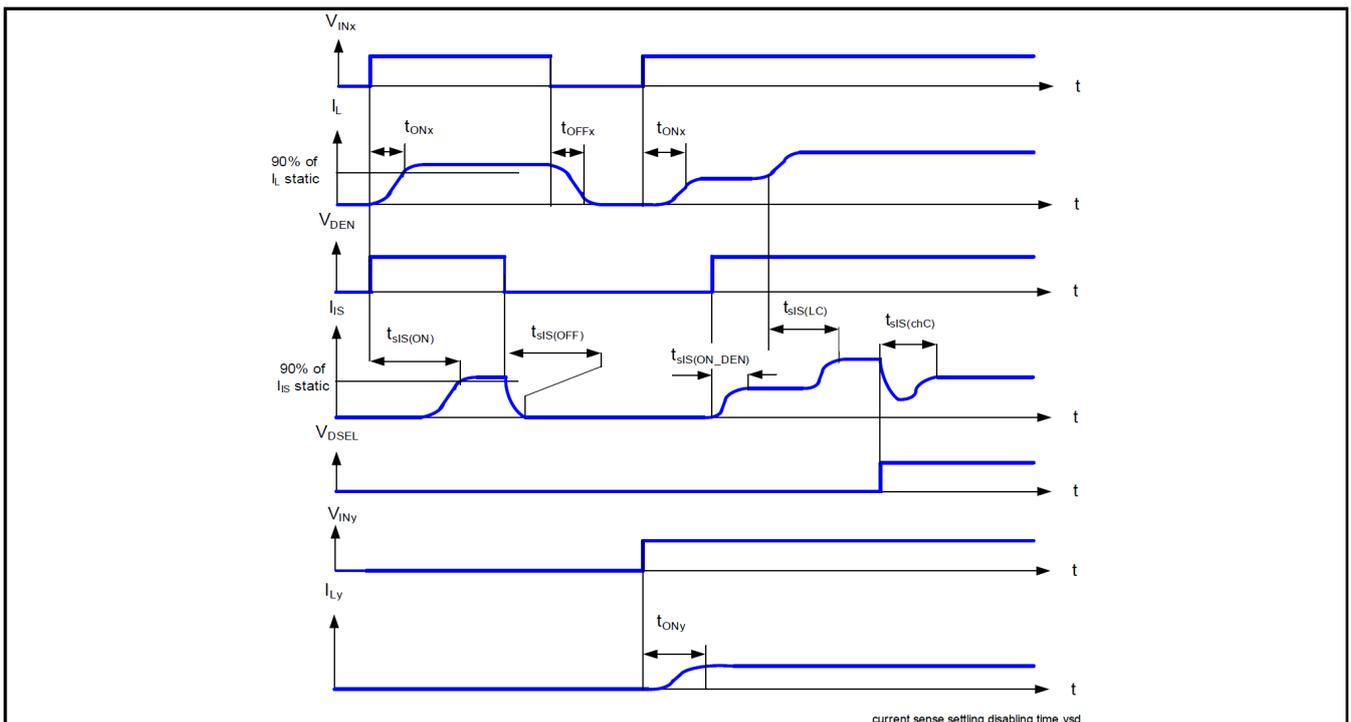


图23 SENSE 设置/失效时序

诊断功能

7.3.3 负载开路中的 SENSE 信号

7.3.3.1 ON 诊断中的负载开路

如果通道打开，漏电流仍可流过开路负载，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 电流在上面给出参数  $I_{IS(OL)}$ 。图 24 显示了该区域的 SENSE 电流行为。红色曲线显示典型的产品曲线。蓝色曲线显示理想的  $k_{I_{IS}}$  比率。

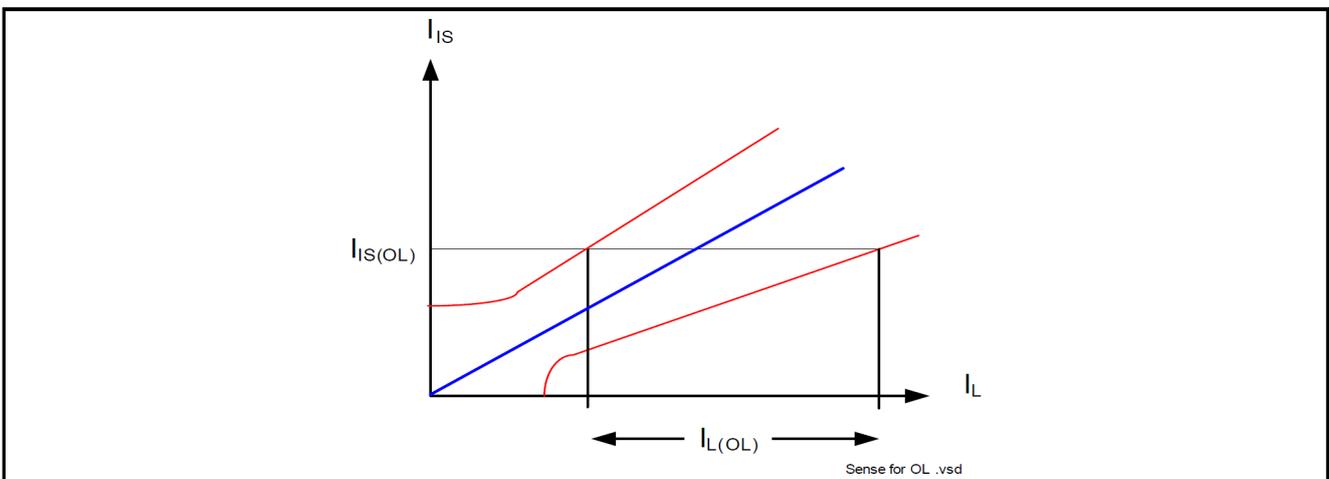


图 24 低电流的电流检测比

7.3.3.2 OFF 诊断中的负载开路

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。

为了减少系统的待命状态电流，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  $R_{PD}$  电阻将  $V_{OUT}$  拉至 0 V。否则，OUT 引脚悬空。该电阻也可用于对电池短路检测，请参阅第 7.3.4 章。

诊断功能

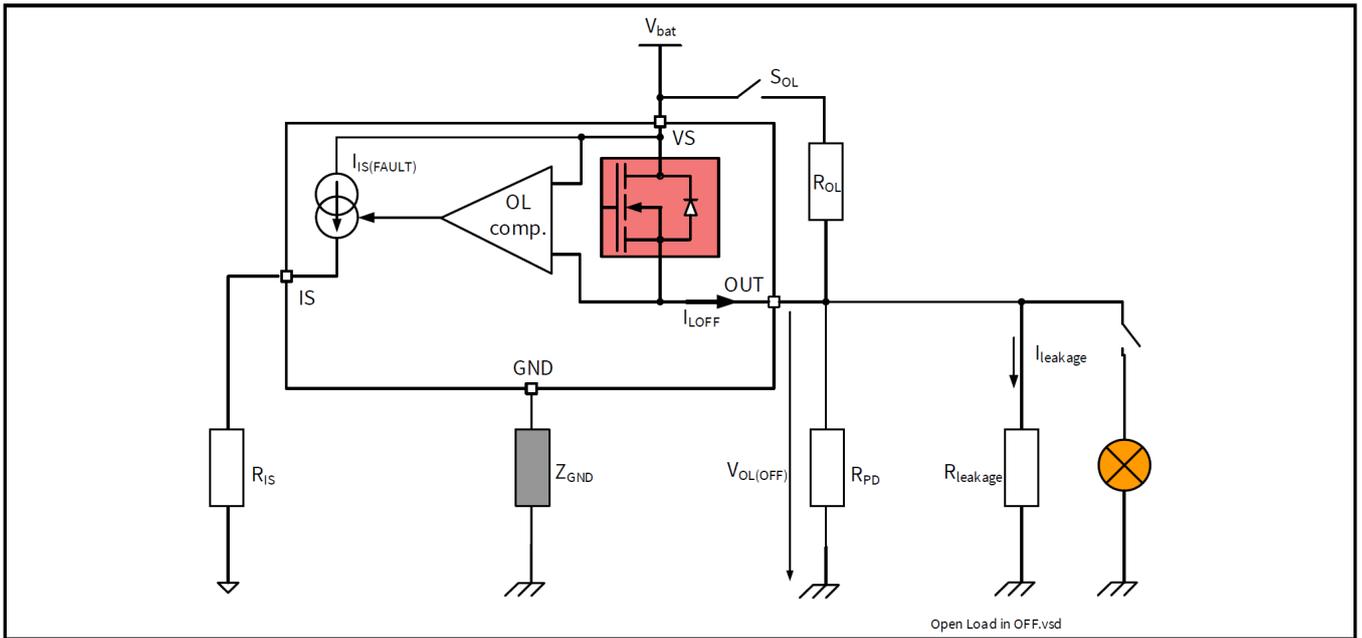


图25 负载开路OFF电气等效电路检测

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。

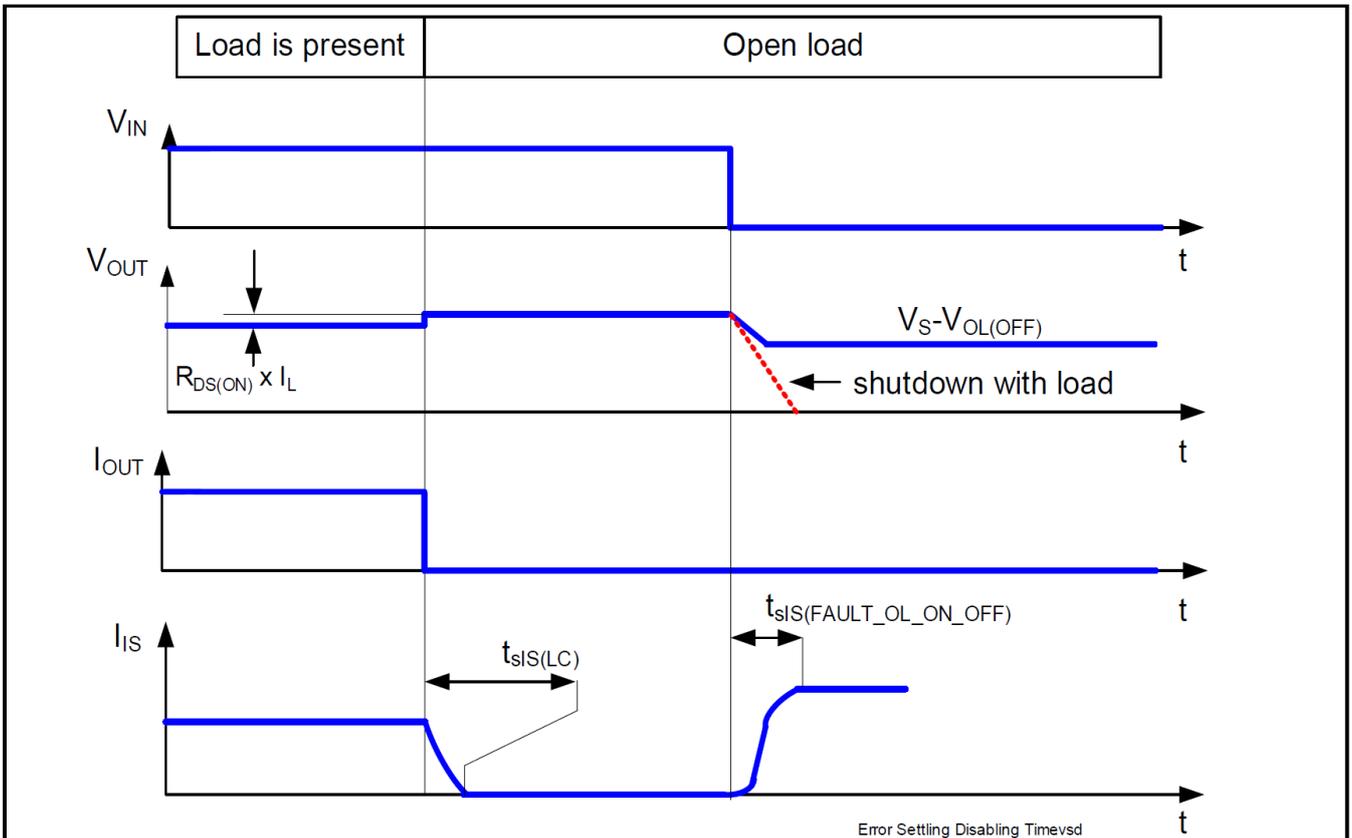


图 26 负载开路中的 SENSE 信号

诊断功能

7.3.4 输出短路到 $V_S$ 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 BTT6030-2ERA的 DMOS 的电流将减少，这一点可以通过 SENSE 信号来识别。OFF 检测电路的负载开路也可用于区分  $V_S$  短路。在这种情况下，需要部接地电阻  $R_{SC\_VS}$ 。图 27 概述了情况。

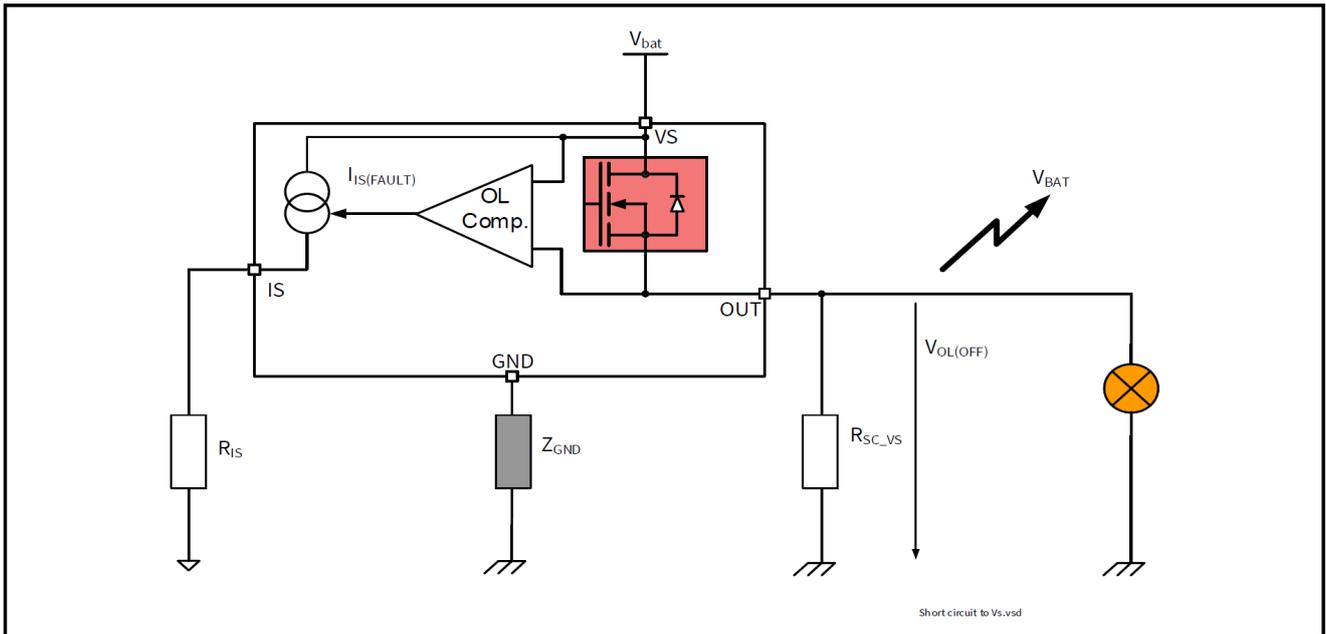


图27 对电池短路检测OFF电气等效电路

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  $T_{J(SC)}$ 。请参阅第 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， $I_{IS(FAULT)}$  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在OFF 状态下指示负载开路为OFF 状态，在ON 状态下指示负载开路为ON。只要  $I_{INV}$  电流不超过第 5.4 章中规定的最大值，不受影响的通道就表示正常行为。

**诊断功能**

**7.4 诊断功能电气特性**

**表 10 电气特性：诊断**

$V_S = 8\text{ V}$  至  $36\text{ V}$ ,  $T_J = -40^\circ\text{C}$  至  $+150^\circ\text{C}$  (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.			
<b>Load Condition Threshold for Diagnostic</b>							
Open load detection threshold in OFF state	$V_S - V_{OL(OFF)}$	4	–	6	V	<sup>1)</sup> $V_{IN} = 0\text{ V}$ $V_{DEN} = 4.5\text{ V}$ See <a href="#">Figure 26</a>	P_7.5.1
Open load detection threshold in ON state	$I_{L(OL)}$	4	–	25	mA	$V_{IN} = V_{DEN} = 4.5\text{ V}$ $I_{IS(OL)} = 5\ \mu\text{A}$ See <a href="#">Figure 24</a> See <a href="#">Figure 46</a>	P_7.5.2

**Sense Pin**

IS pin leakage current when sense is disabled	$I_{IS(DIS)}$	–	0.02	1	$\mu\text{A}$	<sup>1)</sup> $V_{IN} = 4.5\text{ V}$ $V_{DEN} = 0\text{ V}$ $I_L = I_{L4} = 7\text{ A}$	P_7.5.4
Sense signal saturation voltage	$V_S - V_{IS(RANGE)}$	1	–	3.5	V	<sup>2)</sup> $V_{IN} = 0\text{ V}$ $V_{OUT} = V_S > 10\text{ V}$ $V_{DEN} = 4.5\text{ V}$ $I_{IS} = 6\text{ mA}$ See <a href="#">Figure 47</a>	P_7.5.6
Sense signal maximum current in fault condition	$I_{IS(FAULT)}$	6	15	40	mA	$V_{IS} = V_{IN} = V_{DSEL} = 0\text{ V}$ $V_{OUT} = V_S > 10\text{ V}$ $V_{DEN} = 4.5\text{ V}$ See <a href="#">Figure 20</a> See <a href="#">Figure 48</a>	P_7.5.7
Sense pin maximum voltage	$V_{IS(AZ)}$	65	70	75	V	$I_{IS} = 5\text{ mA}$ See <a href="#">Figure 20</a>	P_7.5.3

**Current Sense Ratio Signal in the Nominal Area, Stable Load Current Condition**

Current sense ratio $I_{L0} = 50\text{ mA}$	$k_{ILIS0}$	-50%	2450	+50%		$V_{IN} = 4.5\text{ V}$ $V_{DEN} = 4.5\text{ V}$ See <a href="#">Figure 21</a> $T_J = -40^\circ\text{C}; 150^\circ\text{C}$	P_7.5.8
Current sense ratio $I_{L1} = 0.5\text{ A}$	$k_{ILIS1}$	-25%	2360	+25%			P_7.5.9
Current sense ratio $I_{L2} = 2\text{ A}$	$k_{ILIS2}$	-12%	2240	+12%			P_7.5.10
Current sense ratio $I_{L3} = 4\text{ A}$	$k_{ILIS3}$	-9%	2240	+9%			P_7.5.11
Current sense ratio $I_{L4} = 7\text{ A}$	$k_{ILIS4}$	-8%	2240	+8%			P_7.5.12
$k_{ILIS}$ derating with current and temperature	$\Delta k_{ILIS}$	-5	0	+5	%	<sup>2)</sup> $k_{ILIS3}$ versus $k_{ILIS2}$ See <a href="#">Figure 22</a>	P_7.5.17

**诊断功能**

**表 10 电气特性：诊断（续）**

$V_S = 8\text{ V}$  至  $36\text{ V}$ ,  $T_J = -40^\circ\text{C}$  至  $+150^\circ\text{C}$ （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.			
<b>Diagnostic Timing in Normal Condition</b>							
Current sense settling time to $k_{ILIS}$ function stable after positive input slope on both INinput and DEN	$t_{SIS(ON)}$	–	–	150	$\mu\text{s}$	<sup>2)</sup> $V_{DEN} = V_{IN} = 0$ to $4.5\text{ V}$ $V_S = 28\text{ V}$ $R_{IS} = 1.2\text{ k}\Omega$ $C_{SENSE} < 100\text{ pF}$ $I_L = I_{L3} = 4\text{ A}$ See <a href="#">Figure 23</a>	P_7.5.18
Current sense settling time with load current stable and transition of the DEN	$t_{SIS(ON\_DEN)}$	–	–	10	$\mu\text{s}$	<sup>1)</sup> $V_{IN} = 4.5\text{ V}$ $V_{DEN} = 0$ to $4.5\text{ V}$ $R_{IS} = 1.2\text{ k}\Omega$ $C_{SENSE} < 100\text{ pF}$ $I_L = I_{L3} = 4\text{ A}$ See <a href="#">Figure 23</a>	P_7.5.19
Current sense settling time to $I_{IS}$ stable after positive input slope on current load	$t_{SIS(LC)}$	–	–	20	$\mu\text{s}$	<sup>1)</sup> $V_{IN} = 4.5\text{ V}$ $V_{DEN} = 4.5\text{ V}$ $R_{IS} = 1.2\text{ k}\Omega$ $C_{SENSE} < 100\text{ pF}$ $I_L = I_{L2} = 2\text{ A}$ to $I_L = I_{L3} = 4\text{ A}$ See <a href="#">Figure 23</a>	P_7.5.20
<b>Diagnostic Timing in Open Load Condition</b>							
Current sense settling time to $I_{IS}$ stable for open load detection in OFF state	$t_{SIS(FAULT\_OL\_OFF)}$	–	–	100	$\mu\text{s}$	<sup>1)</sup> $V_{IN} = 0\text{ V}$ $V_{DEN} = 0$ to $4.5\text{ V}$ $R_{IS} = 1.2\text{ k}\Omega$ $C_{SENSE} < 100\text{ pF}$ $V_{OUT} = V_S = 28\text{ V}$ See <a href="#">Figure 26</a>	P_7.5.22
Current sense settling time for open load detection in ON-OFF transition	$t_{SIS(FAULT\_OL\_ON\_OFF)}$	–	200	–	$\mu\text{s}$	<sup>1)</sup> $V_{IN} = 4.5$ to $0\text{ V}$ $V_{DEN} = 4.5\text{ V}$ $R_{IS} = 1.2\text{ k}\Omega$ $C_{SENSE} < 100\text{ pF}$ $V_{OUT} = V_S = 28\text{ V}$ See <a href="#">Figure 26</a>	P_7.5.23
<b>Diagnostic Timing in Overload Condition</b>							
Current sense settling time to $I_{IS}$ stable for overload detection	$t_{SIS(FAULT)}$	–	–	150	$\mu\text{s}$	<sup>2)</sup> $V_{IN} = V_{DEN} = 0$ to $4.5\text{ V}$ $R_{IS} = 1.2\text{ k}\Omega$ $C_{SENSE} < 100\text{ pF}$ $V_{DS} = 24\text{ V}$ See <a href="#">Figure 19</a>	P_7.5.24

**诊断功能**

**表 10 电气特性：诊断（续）**

$V_S = 8\text{ V}$  至  $36\text{ V}$ ， $T_J = -40^\circ\text{C}$  至  $+150^\circ\text{C}$ （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 over current blanking time	$t_{\text{slS(OC\_blank)}}$	–	350	–	$\mu\text{s}$	<sup>2)</sup> $V_{\text{IN}} = V_{\text{DEN}} = 4.5\text{ V}$ $R_{\text{IS}} = 1.2\text{ k}\Omega$ $C_{\text{SENSE}} < 100\text{ pF}$ $V_{\text{DS}} = 5\text{ V to } 0\text{ V}$ See <a href="#">Figure 19</a>	P_7.5.32
Diagnostic disable time DEN transition to $I_{\text{S}} < 50\% I_{\text{L}}/k_{\text{ILIS}}$	$t_{\text{slS(OFF)}}$	–	–	20	$\mu\text{s}$	<sup>1)</sup> $V_{\text{IN}} = 4.5\text{ V}$ $V_{\text{DEN}} = 4.5\text{ V to } 0\text{ V}$ $R_{\text{IS}} = 1.2\text{ k}\Omega$ $C_{\text{SENSE}} < 100\text{ pF}$ $I_{\text{L}} = I_{\text{L3}} = 4\text{ A}$ See <a href="#">Figure 23</a>	P_7.5.25
Current sense settling time from one channel to another	$t_{\text{slS(ChC)}}$	–	–	20	$\mu\text{s}$	$V_{\text{IN0}} = V_{\text{IN1}} = 4.5\text{ V}$ $V_{\text{DEN}} = 4.5\text{ V}$ $V_{\text{DSEL}} = 0\text{ to } 4.5\text{ V}$ $R_{\text{IS}} = 1.2\text{ k}\Omega$ $C_{\text{SENSE}} < 100\text{ pF}$ $I_{\text{L(OUT0)}} = I_{\text{L3}} = 4\text{ A}$ $I_{\text{L(OUT1)}} = I_{\text{L2}} = 2\text{ A}$ See <a href="#">Figure 23</a>	P_7.5.26

1) DSEL 引脚仅选择通道 0。

2) 未经过生产测试，由设计指定。

## 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 4.7 kΩ 输入电阻将其连接到器件接地（而不是模块接地）。

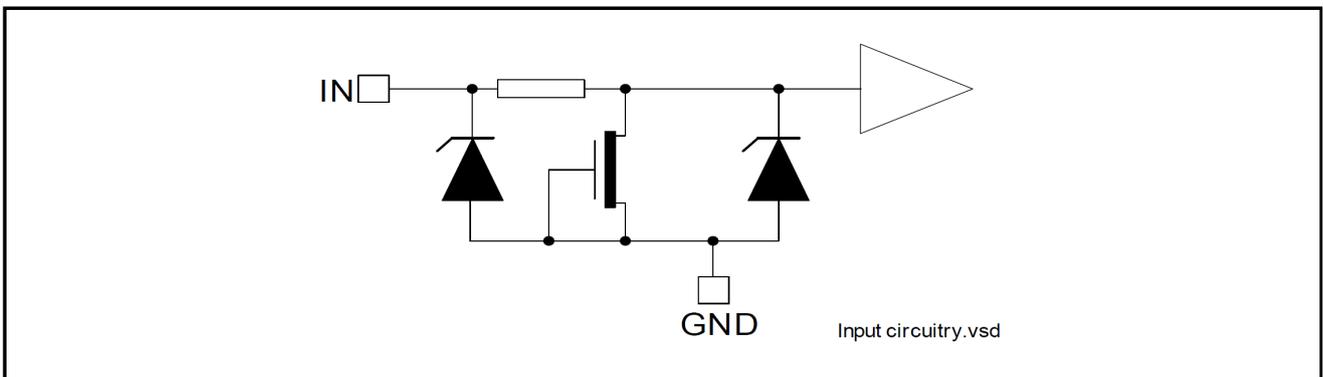


图 28 输入引脚电路

## 8.2 DEN / DSEL 引脚

DEN / DSEL 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。开关的确切电压未知，取决于工艺和温度。为了避免串扰和寄生开启和关断，采用了迟滞装置。这确保了一定的抗噪能力。

输入引脚

**8.4 电气特性**

**表 11 电气特性：输入引脚**

$V_S = 8\text{ V}$  至  $36\text{ V}$ ， $T_J = -40^\circ\text{C}$  至  $+150^\circ\text{C}$ （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.			
<b>Input Pins Characteristics</b>							
Low level input voltage range	$V_{IN(L)}$	-0.3	–	0.8	V	See <a href="#">Figure 49</a>	P_8.4.1
High level input voltage range	$V_{IN(H)}$	2	–	6	V	See <a href="#">Figure 50</a>	P_8.4.2
Input voltage hysteresis	$V_{IN(HYS)}$	–	250	–	mV	<sup>1)</sup> See <a href="#">Figure 51</a>	P_8.4.3
Low level input current	$I_{IN(L)}$	1	10	25	$\mu\text{A}$	$V_{IN} = 0.8\text{ V}$	P_8.4.4
High level input current	$I_{IN(H)}$	2	10	25	$\mu\text{A}$	$V_{IN} = 5.5\text{ V}$ See <a href="#">Figure 52</a>	P_8.4.5
<b>DEN Pin</b>							
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	<sup>1)</sup>	P_8.4.8
Low level input current	$I_{DEN(L)}$	1	10	25	$\mu\text{A}$	$V_{DEN} = 0.8\text{ V}$	P_8.4.9
High level input current	$I_{DEN(H)}$	2	10	25	$\mu\text{A}$	$V_{DEN} = 5.5\text{ V}$	P_8.4.10
<b>DSEL Pin</b>							
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	<sup>1)</sup>	P_8.4.13
Low level input current	$I_{DSEL(L)}$	1	10	25	$\mu\text{A}$	$V_{DSEL} = 0.8\text{ V}$	P_8.4.14
High level input current	$I_{DSEL(H)}$	2	10	25	$\mu\text{A}$	$V_{DSEL} = 5.5\text{ V}$	P_8.4.15

1) 无需经过生产测试，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 个器件。在 8 V、28 V 和 36 V 以及 -40°C 至 160°C 的温度条件下进行了特性分析。如果与电压无关，则只绘制一条曲线（28 V）。

### 9.1 产品一般特性

#### 9.1.1 最低工作供电电压

P\_4.2.3

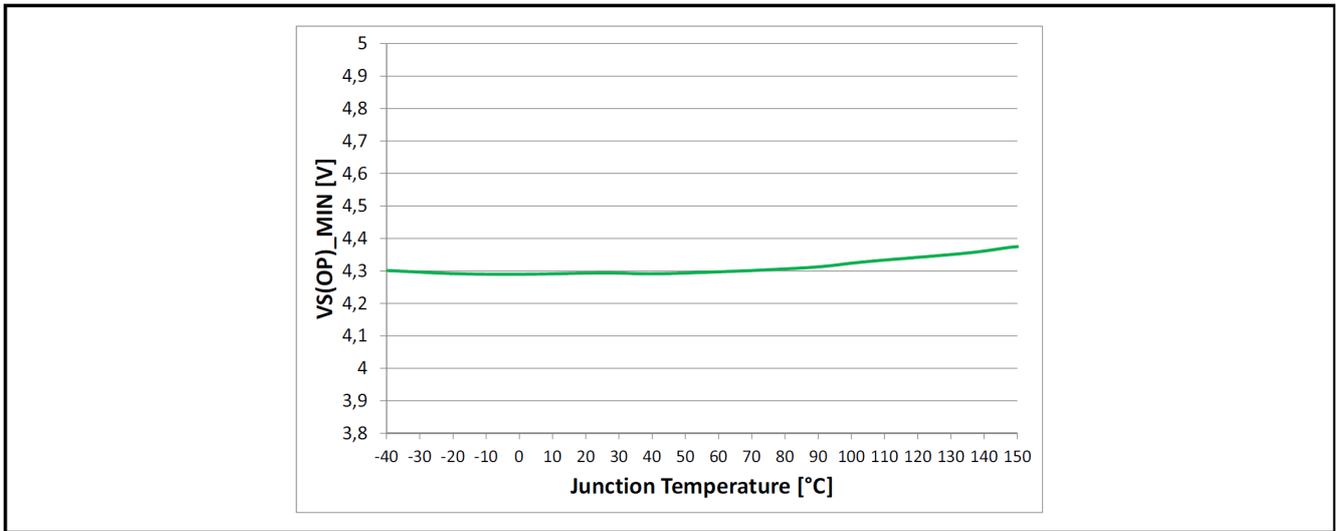


图 29 最低工作供电电压  $V_{S(OP)_MIN} = f(T_J)$

#### 9.1.2 欠压关断

P\_4.2.4

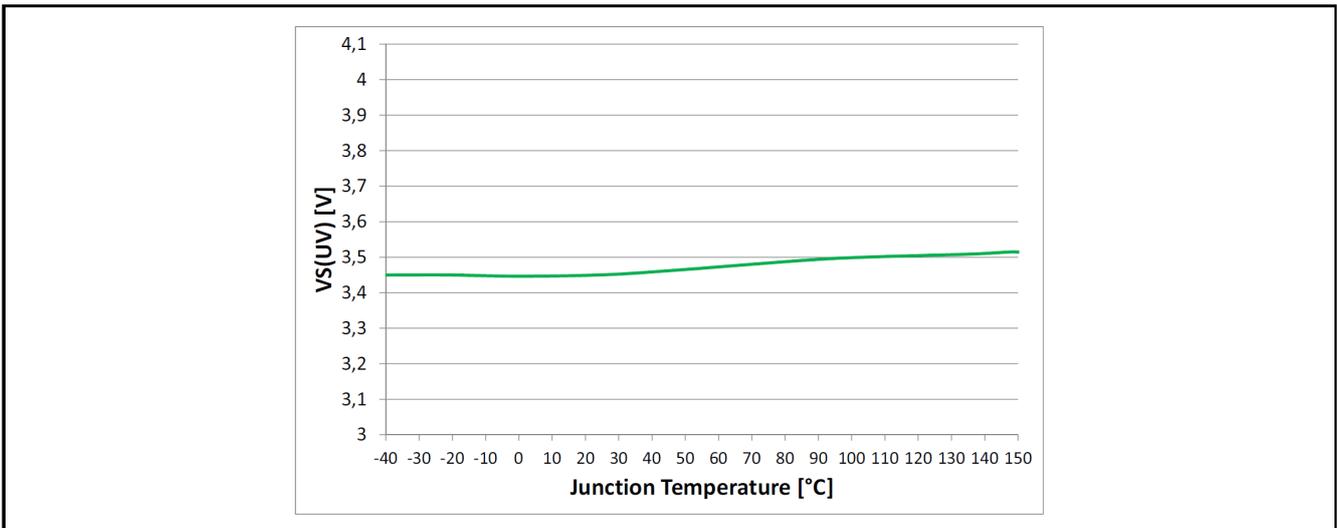


图 30 欠压阈值  $V_{S(UV)} = f(T_J)$

特性描述结果

9.1.3 电流损耗单通道有效值

P\_4.2.5

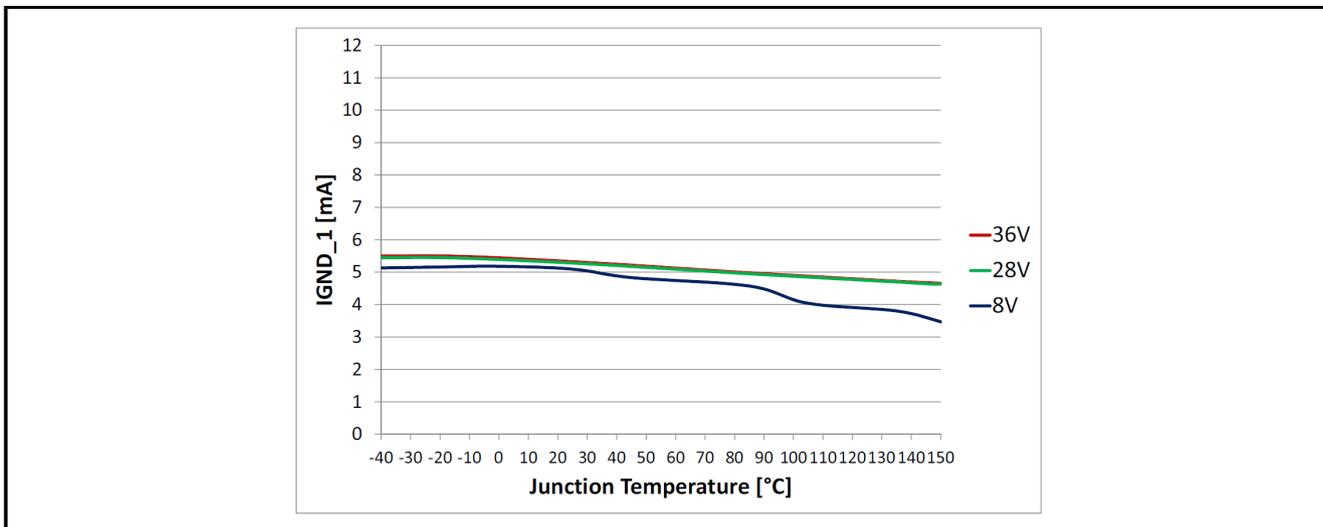


图 31 整个器件带负载的电流损耗。单通道有效  $I_{GND\_1} = f(T_J; V_S)$

9.1.4 电流损耗双通道有效值

P\_4.2.6

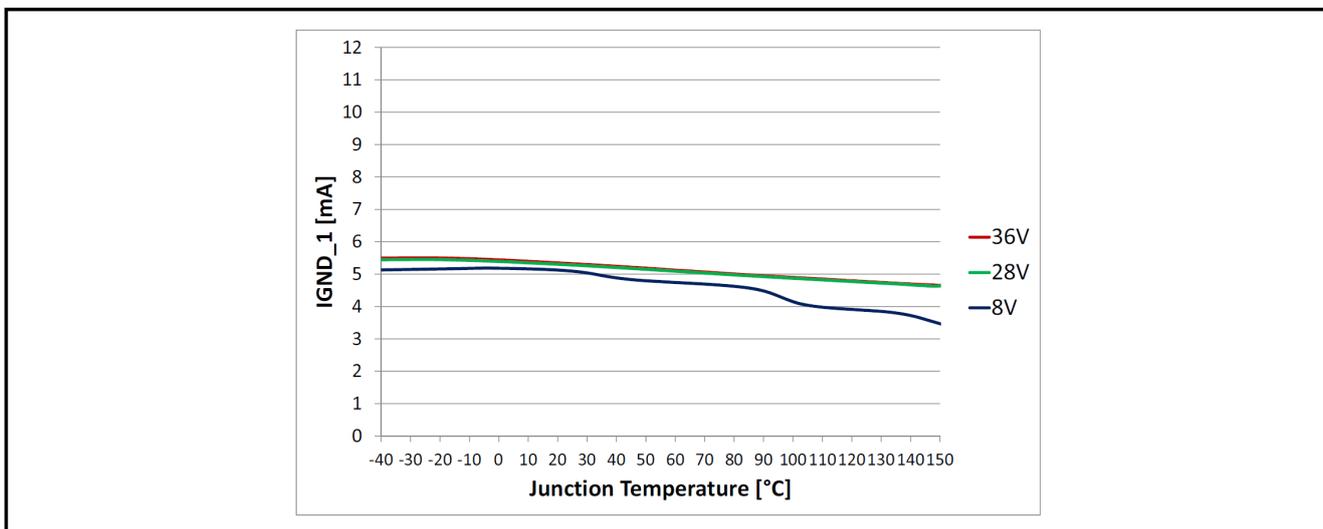


图 32 整个器件带负载的消耗电流。双通道主动  $I_{GND\_2} = f(T_J; V_S)$

特性描述结果

9.1.5 整个器件带负载的待机电流

P\_4.2.7, P\_4.2.10

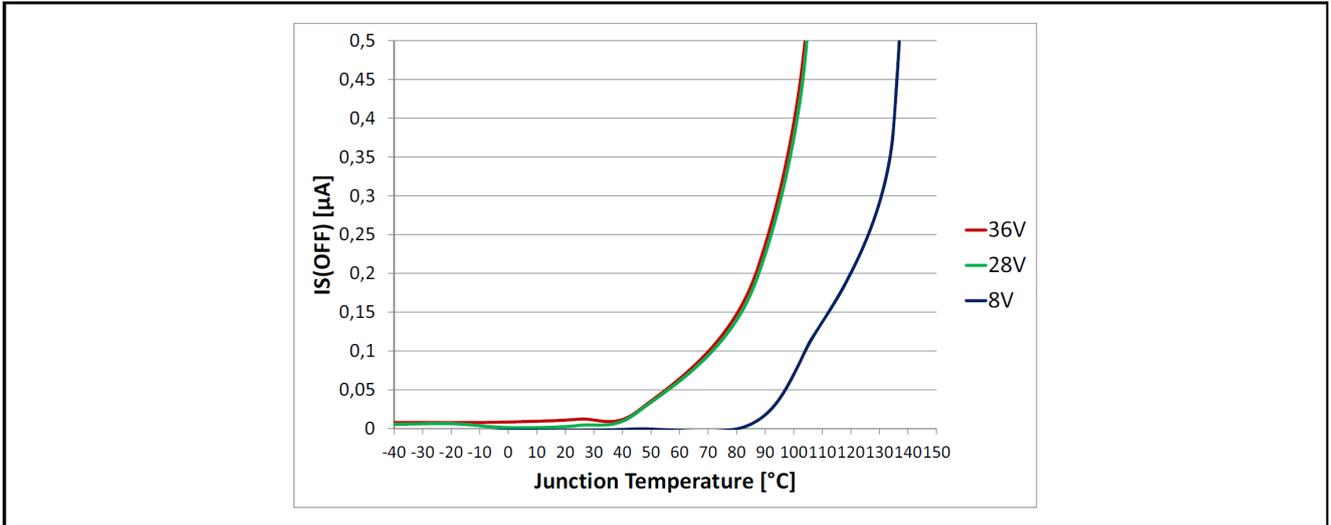


图 33 整个器件带负载的待机电流。  $I_{S(OFF)} = f(T_J; V_S)$

特性描述结果

9.2 功率级

9.2.1 低负载电流时的输出电压降限制

P\_5.5.4

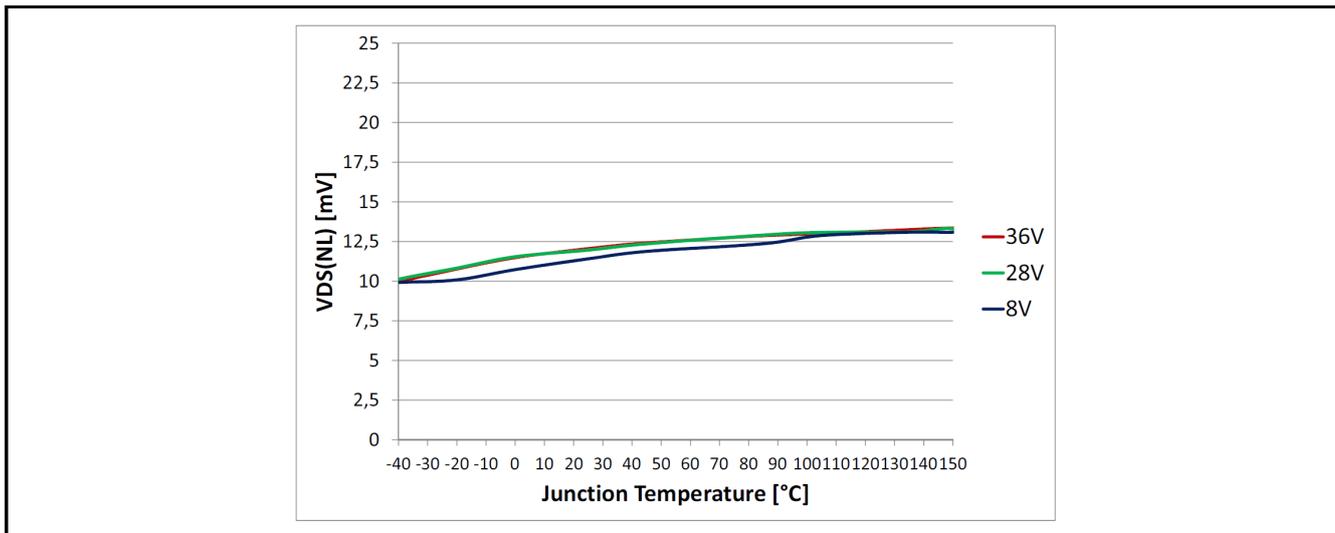


图 34 低负载电流时的输出电压降限制  $V_{DS(NL)} = f(T_J; V_S) I_L = I_{L(0)} = 50\text{mA}$

9.2.2 漏源钳制电压

P\_5.5.5

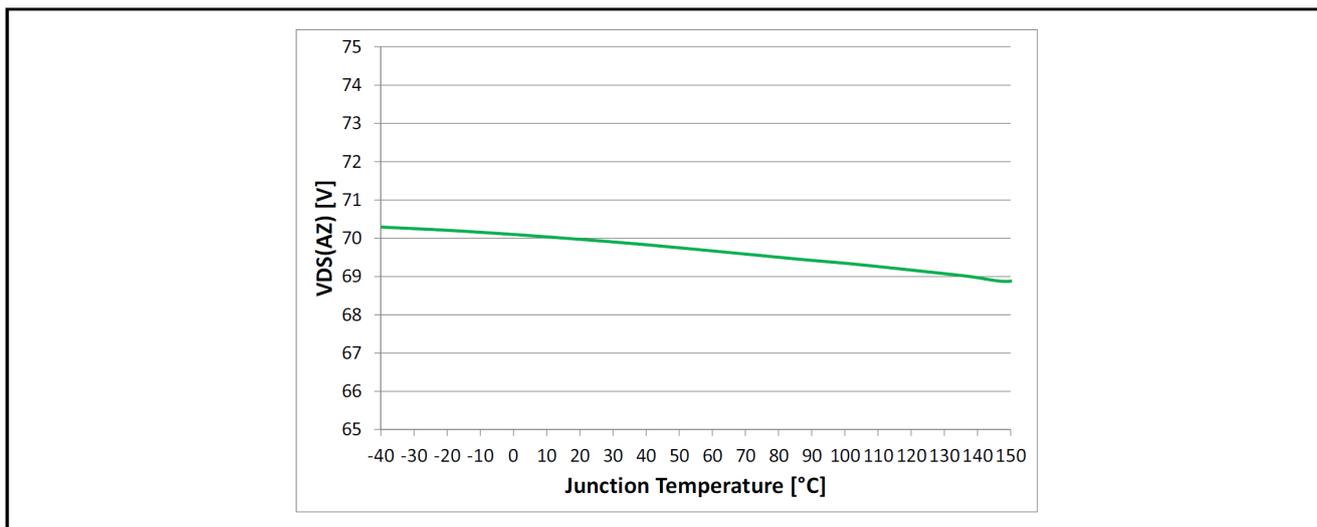


图 35 漏源钳制电压  $V_{DS(AZ)} = f(T_J)$

特性描述结果

9.2.3 开启时间斜率

P\_5.5.11

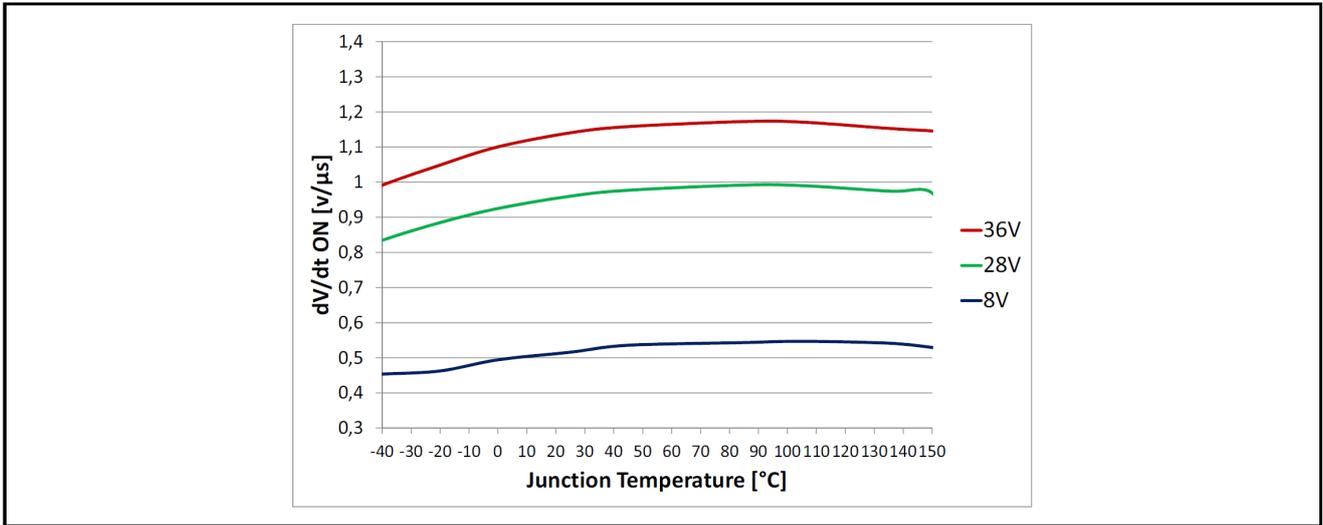


图 36 开启时间斜率  $dV/dt_{ON} = f(T_J; V_S), R_L = 12\Omega$

9.2.4 关断时间斜率

P\_5.5.12

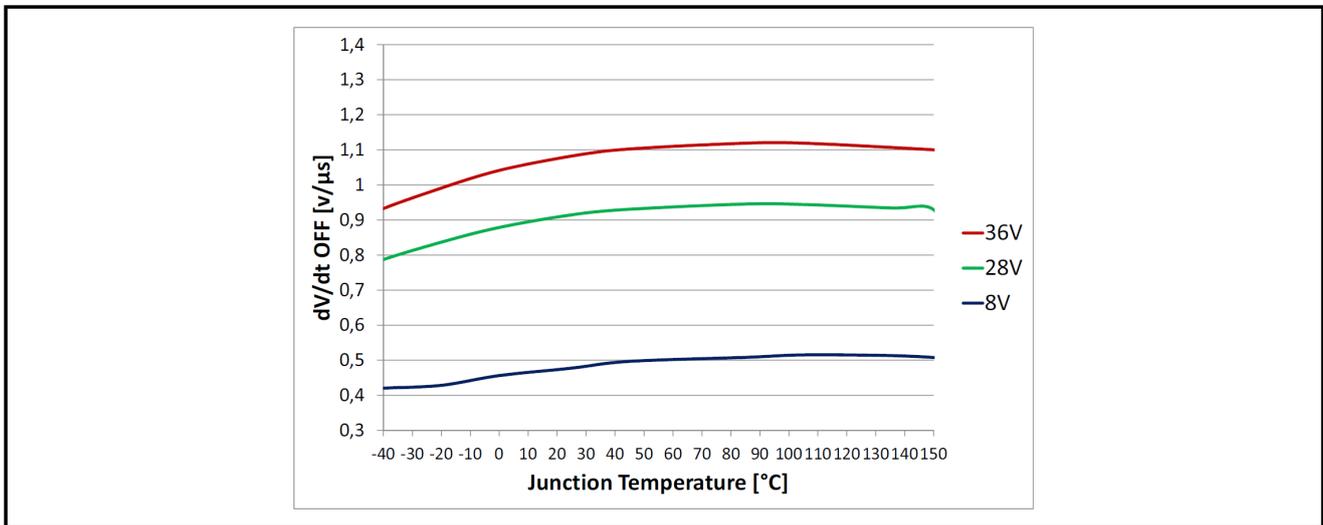


图 37 关断时间斜率 -  $dV/dt_{OFF} = f(T_J; V_S), R_L = 12\Omega$

特性描述结果

9.2.5 开启

P\_5.5.14

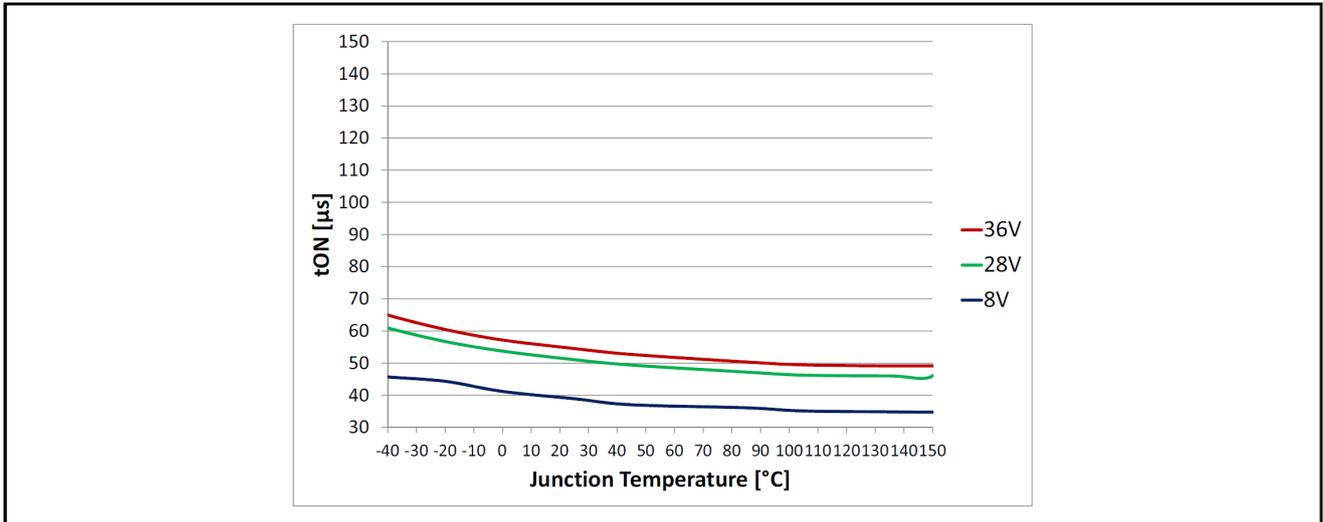


图38 开启  $t_{ON} = f(T_J; V_S)$ ,  $R_L = 12\Omega$

9.2.6 关断

P\_5.5.15

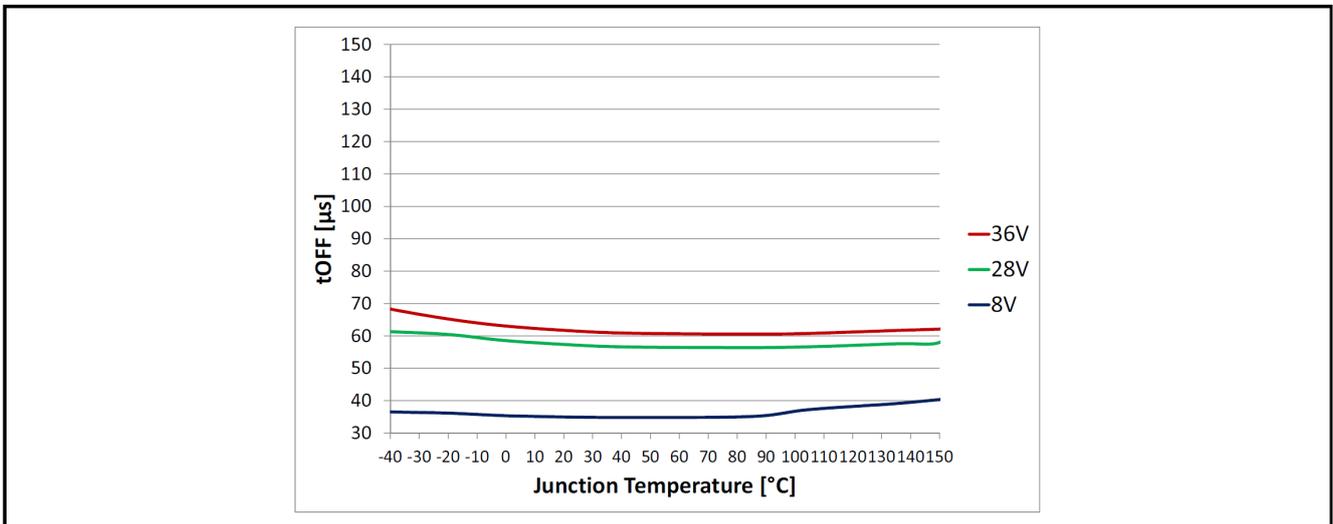


图39 关断  $t_{OFF} = f(T_J; V_S)$ ,  $R_L = 12\Omega$

特性描述结果

9.2.7 开启/关断匹配

P\_5.5.16

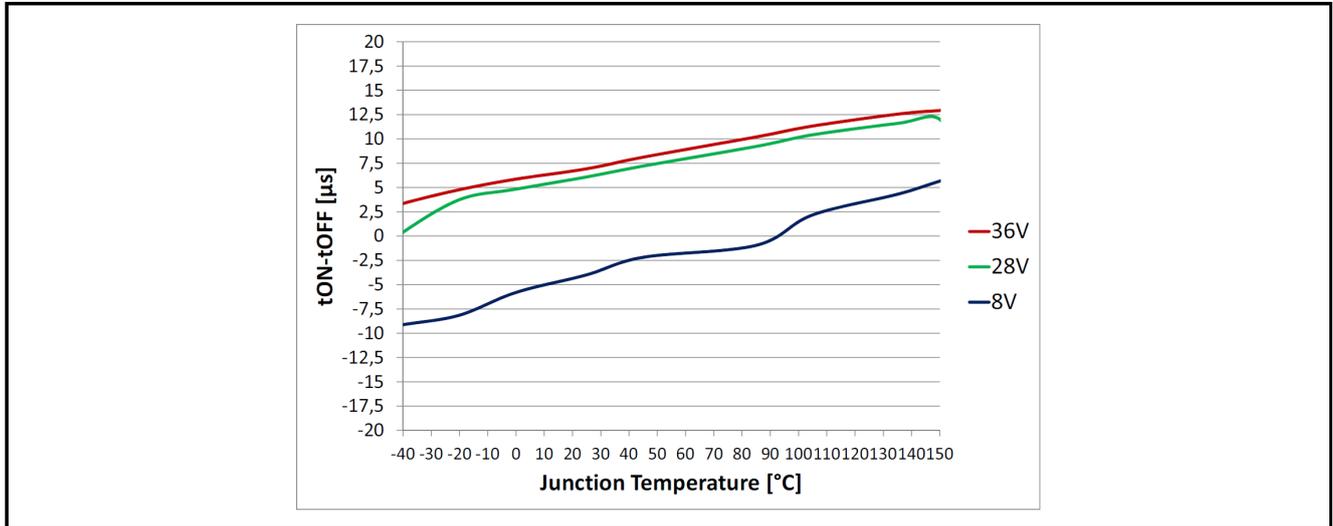


图40 开启/关断匹配  $\Delta t_{SW} = f(T_J; V_S), R_L = 12 \Omega$

9.2.8 开启能量

P\_5.5.19

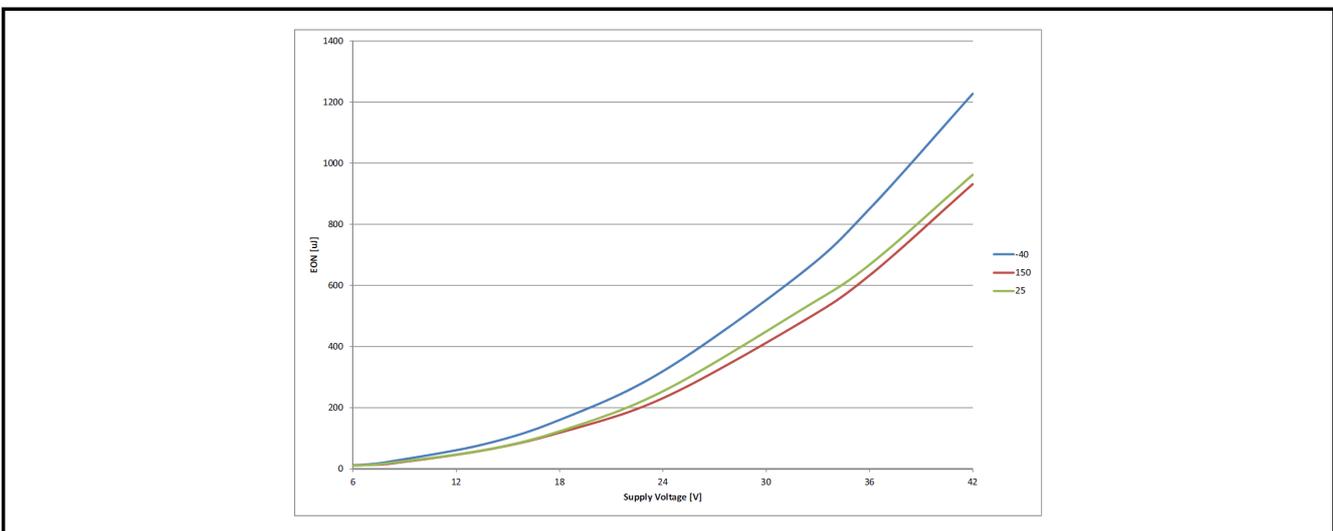


图41 开启能量  $E_{ON} = f(T_J; V_S), R_L = 12 \Omega$

特性描述结果

9.2.9 关断能量

P\_5.5.20

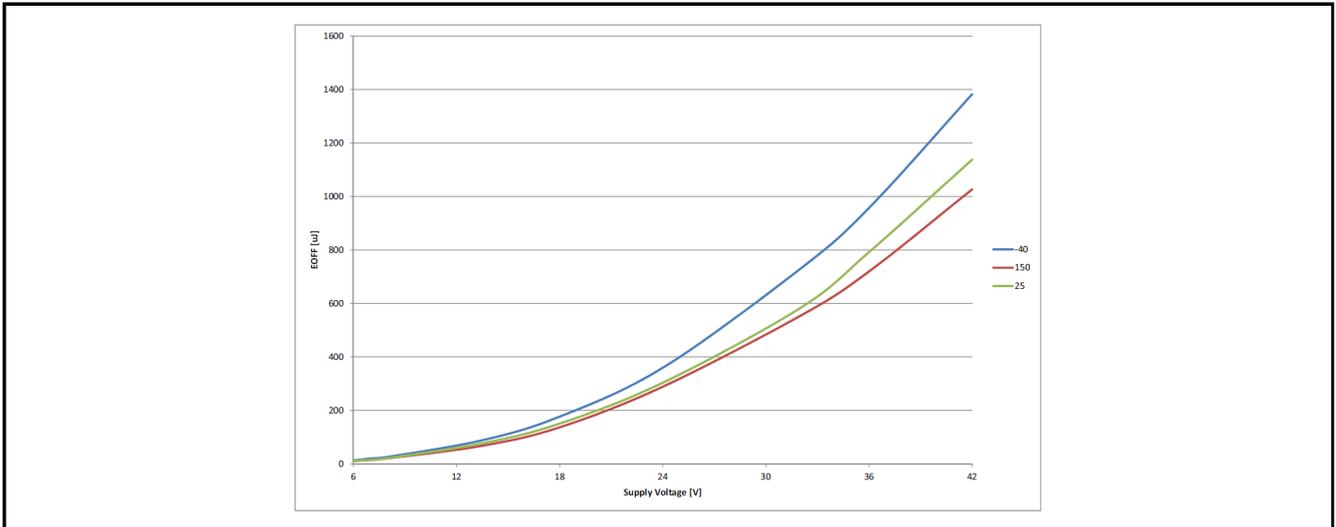


图42 关断能量  $E_{OFF} = f(T_J; V_S)$ ,  $R_L = 12 \Omega$

特性描述结果

9.3 保护功能

9.3.1 低压区过载条件

P\_6.6.4

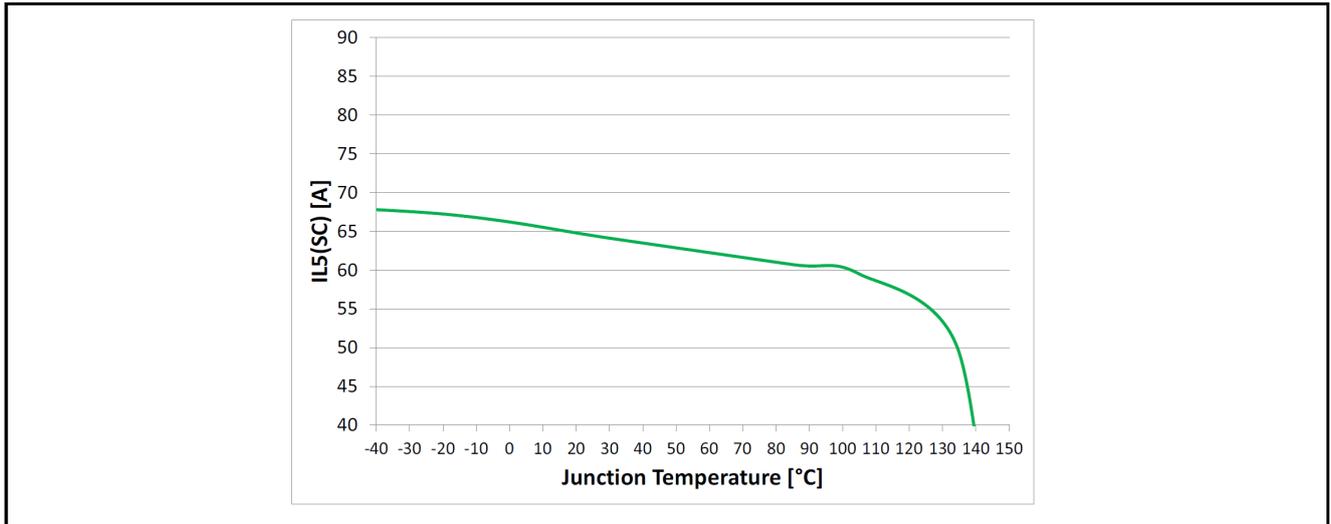


图43 低压区过载条件  $I_{L5(SC)} = f(T_J; V_S)$

9.3.2 高压区过载条件

P\_6.6.7

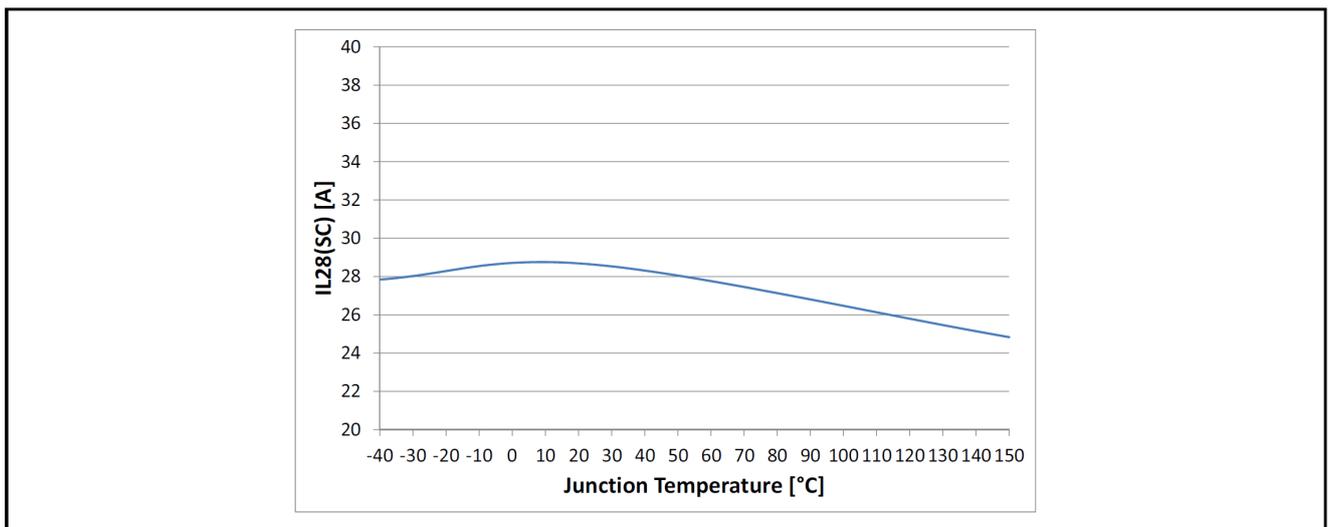


图 44 高压区过载条件  $I_{L28(SC)} = f(T_J; V_S)$

特性描述结果

9.4 诊断机制

9.4.1 无负载时的电流检测

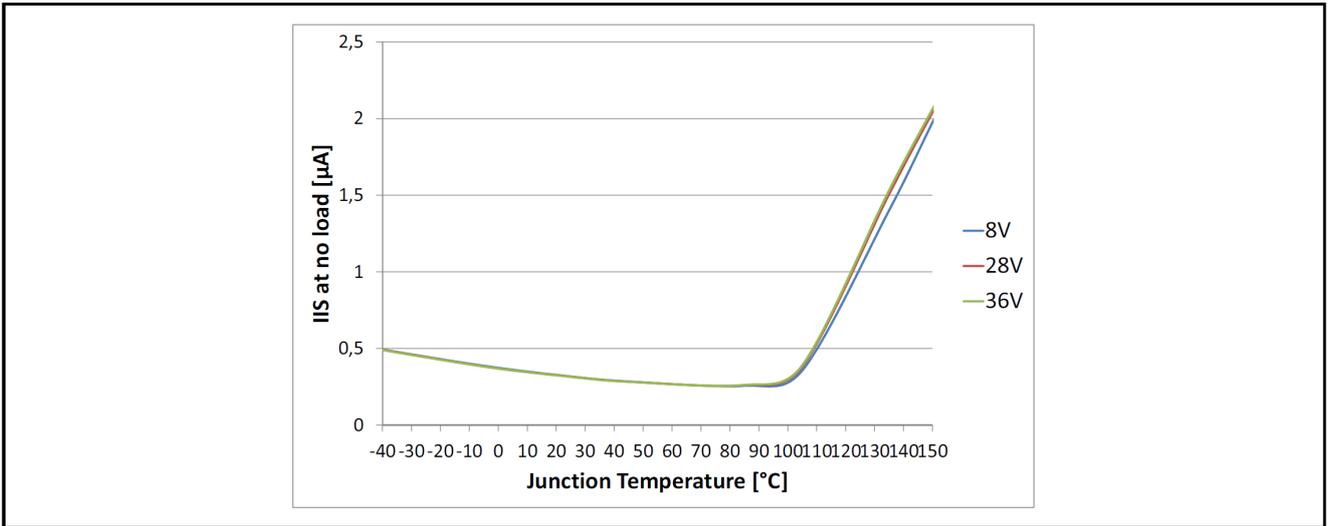


图 45 无负载时的电流检测  $I_{L(OL)} = f(T_J; V_S), I_L = 0 A$

9.4.2 开启时的负载开路检测阈值

P\_7.5.2

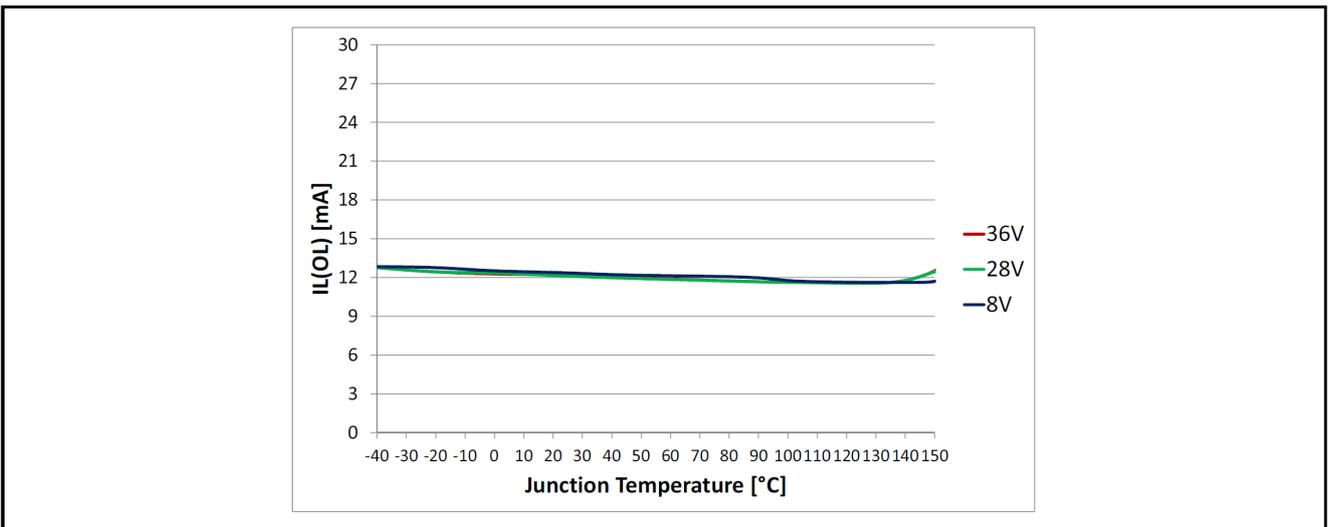


图 46 开启时的负载开路检测阈值  $I_{L(OL)} = f(T_J; V_S)$

特性描述结果

9.4.3 Sense 信号最大电压

P\_7.5.3

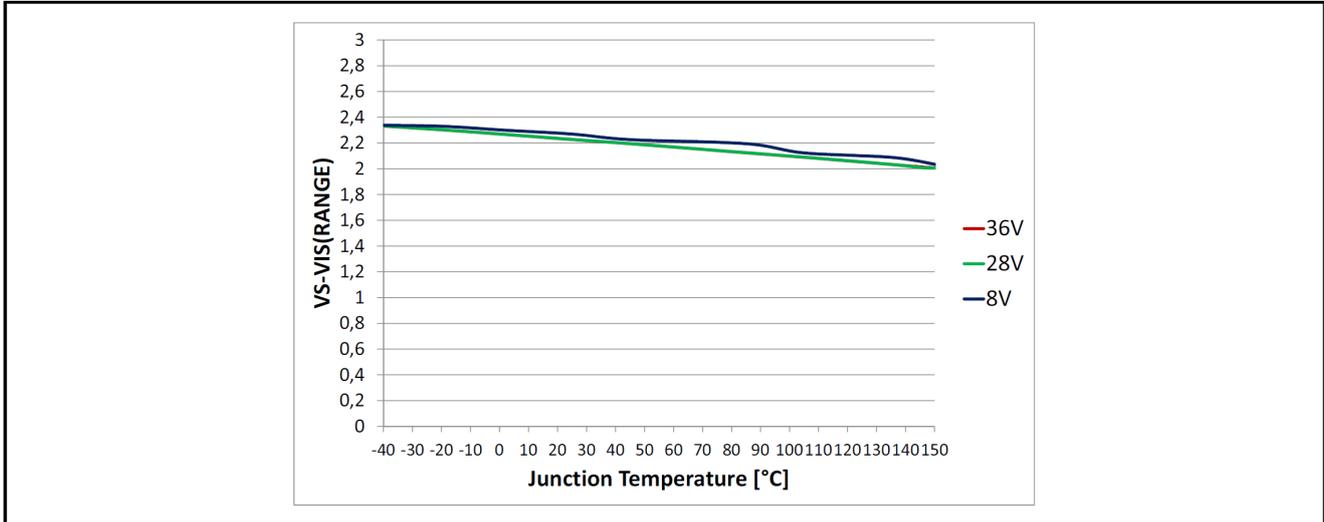


图 47 Sense 信号最大电压  $V_S - V_{IS(RANGE)} = f(T_J; V_S)$

9.4.4 Sense 信号最大电流

P\_7.5.7

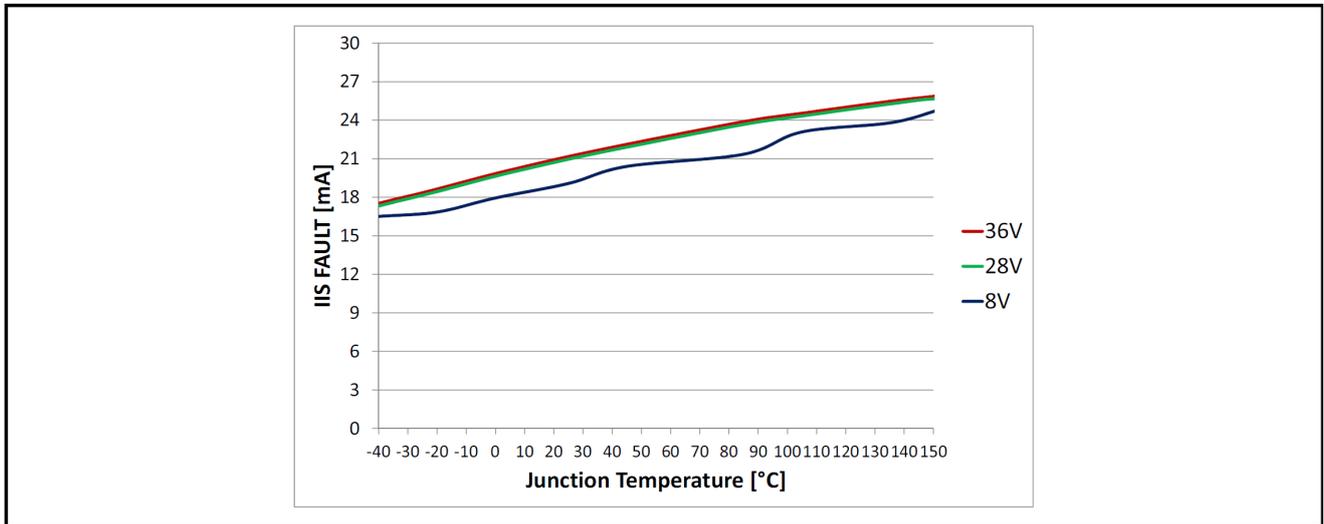


图 48 默认状态下的 Sense 信号最大电流  $I_{IS(FAULT)} = f(T_J; V_S)$

特性描述结果

9.5 输入引脚

9.5.1 输入电压阈值开启到关断

P\_8.4.1

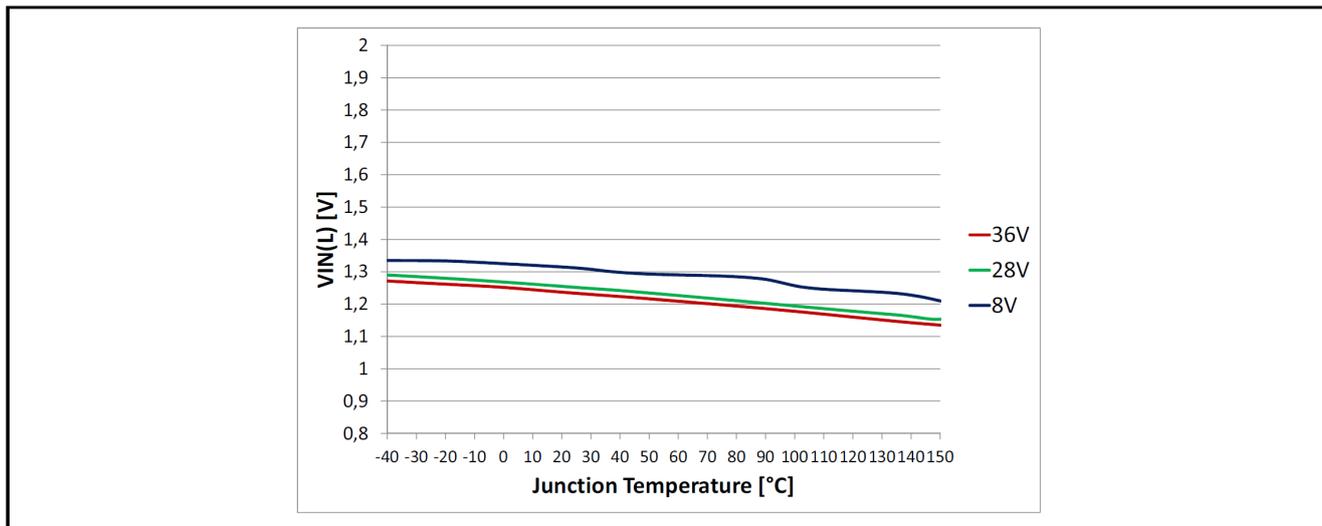


图 49 输入电压阈值  $V_{IN(L)} = f(T_J; V_S)$

9.5.2 输入电压阈值关断到开启

P\_8.4.2

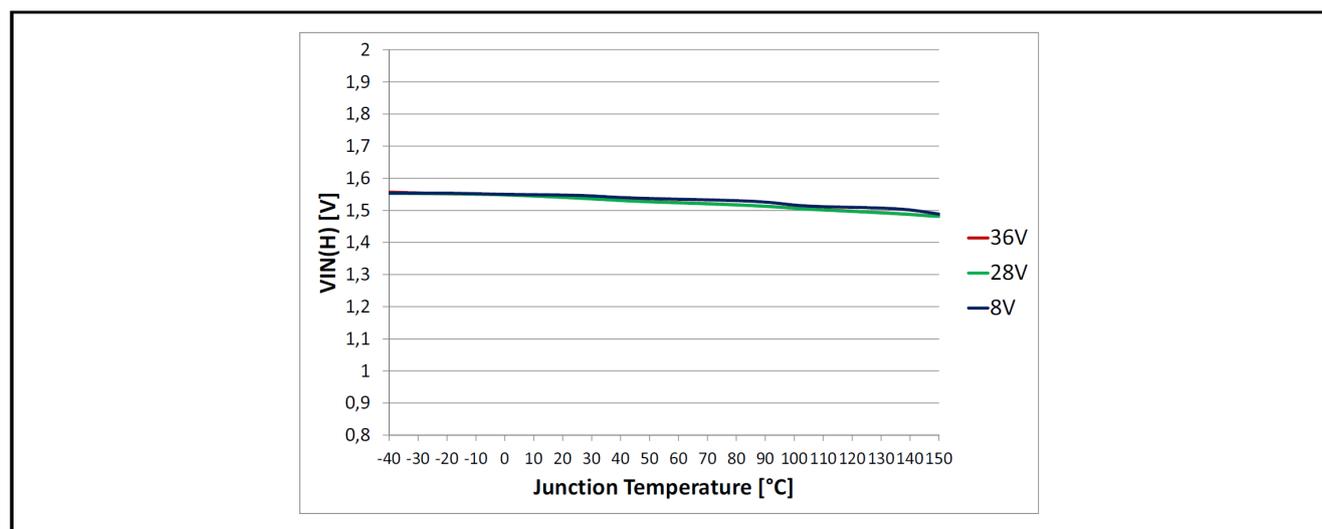


图 50 输入电压阈值  $V_{IN(H)} = f(T_J; V_S)$

特性描述结果

9.5.3 输入电压迟滞

P\_8.4.3

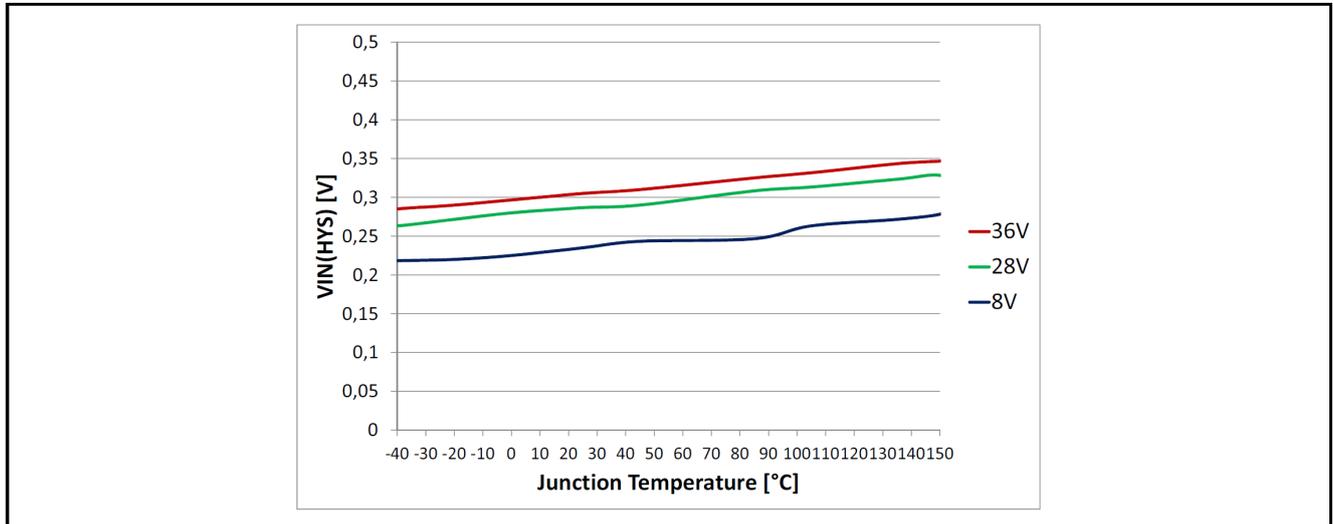


图 51 输入电压滞回区  $V_{IN(HYS)} = f(T_J; V_S)$

9.5.4 输入电流高电平

P\_8.4.5

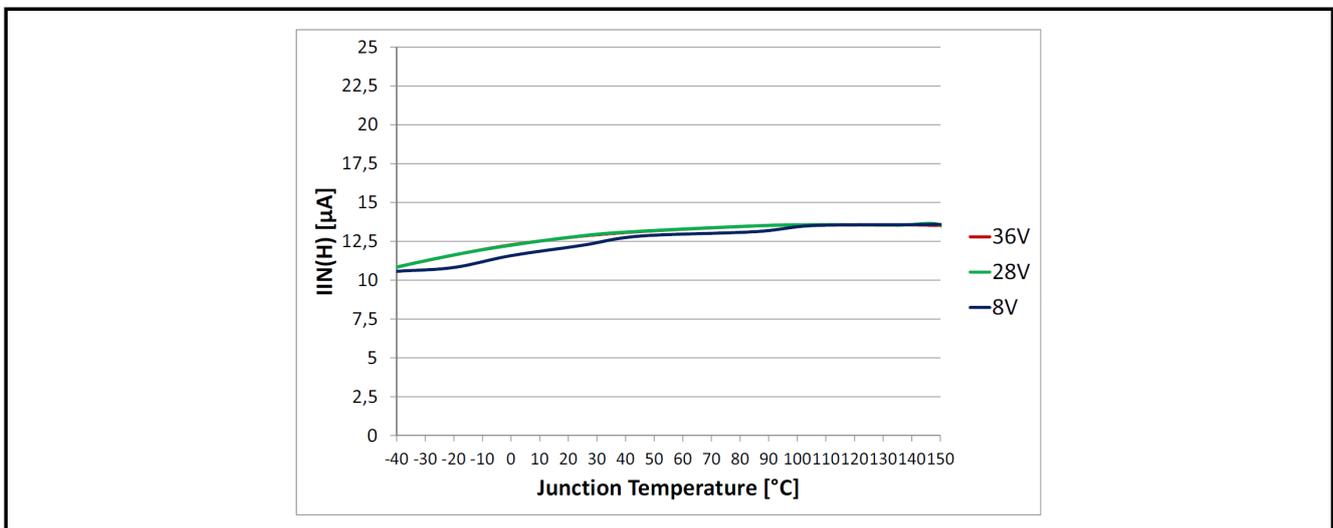


图 52 输入电流高电平  $I_{IN(H)} = f(T_J; V_S)$

应用信息

10 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。

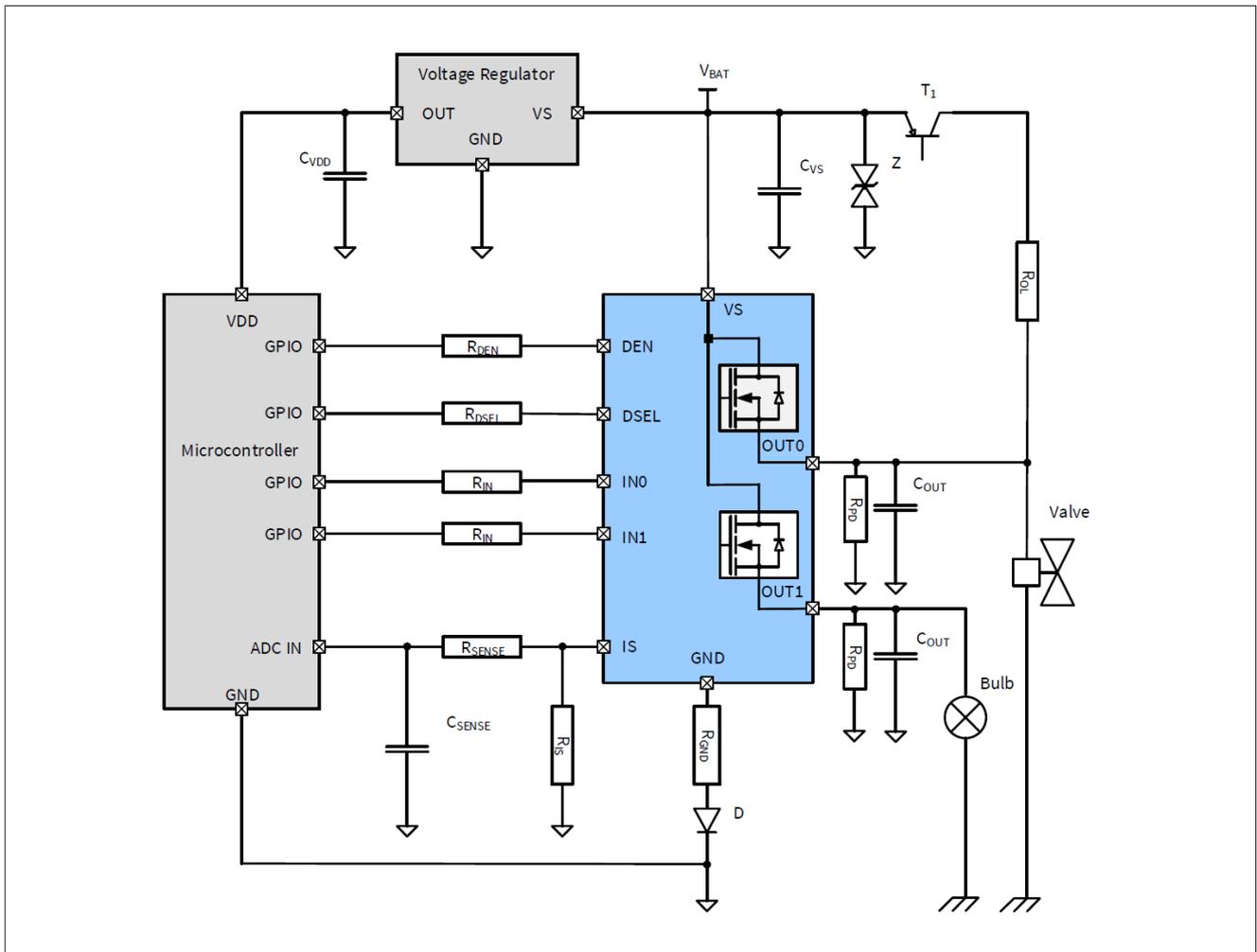


图 53 BTT6030-2ERA 应用图

注释： 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。

表 12 材料清单

Reference	Value	Purpose
$R_{IN}$	10 kΩ	Protection of the microcontroller during overvoltage, reverse polarity Guarantee BTT6030-2ERA channels OFF during loss of ground
$R_{DEN}$	10 kΩ	Protection of the microcontroller during overvoltage, reverse polarity
$R_{DSEL}$	10 kΩ	Protection of the microcontroller during overvoltage, reverse polarity
$R_{PD}$	47 kΩ	Polarization of the output for short circuit to $V_S$ detection Improve BTT6030-2ERA immunity to electromagnetic noise

## 应用信息

**表 12** 材料清单 (续)

Reference	Value	Purpose
$R_{OL}$	1.5 k $\Omega$	Ensures polarization of the BTT6030-2ERA output during open load in OFF diagnostic
$R_{IS}$	1.2 k $\Omega$	Sense resistor
$R_{SENSE}$	4.7 k $\Omega$	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
T1	Dual NPN/PNP	Switch the battery voltage for open load in OFF diagnostic
$R_{GND}$	27 $\Omega$	Protection of the BTT6030-2ERA during overvoltage
D	BAS21	Protection of the BTT6030-2ERA during reverse polarity
Z	58 V Zener diode	Protection of the device during overvoltage
$C_{VS}$	100 nF	Filtering of voltage spikes at the battery line

### 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.com](http://www.infineon.com)

封装外形

11 封装外形

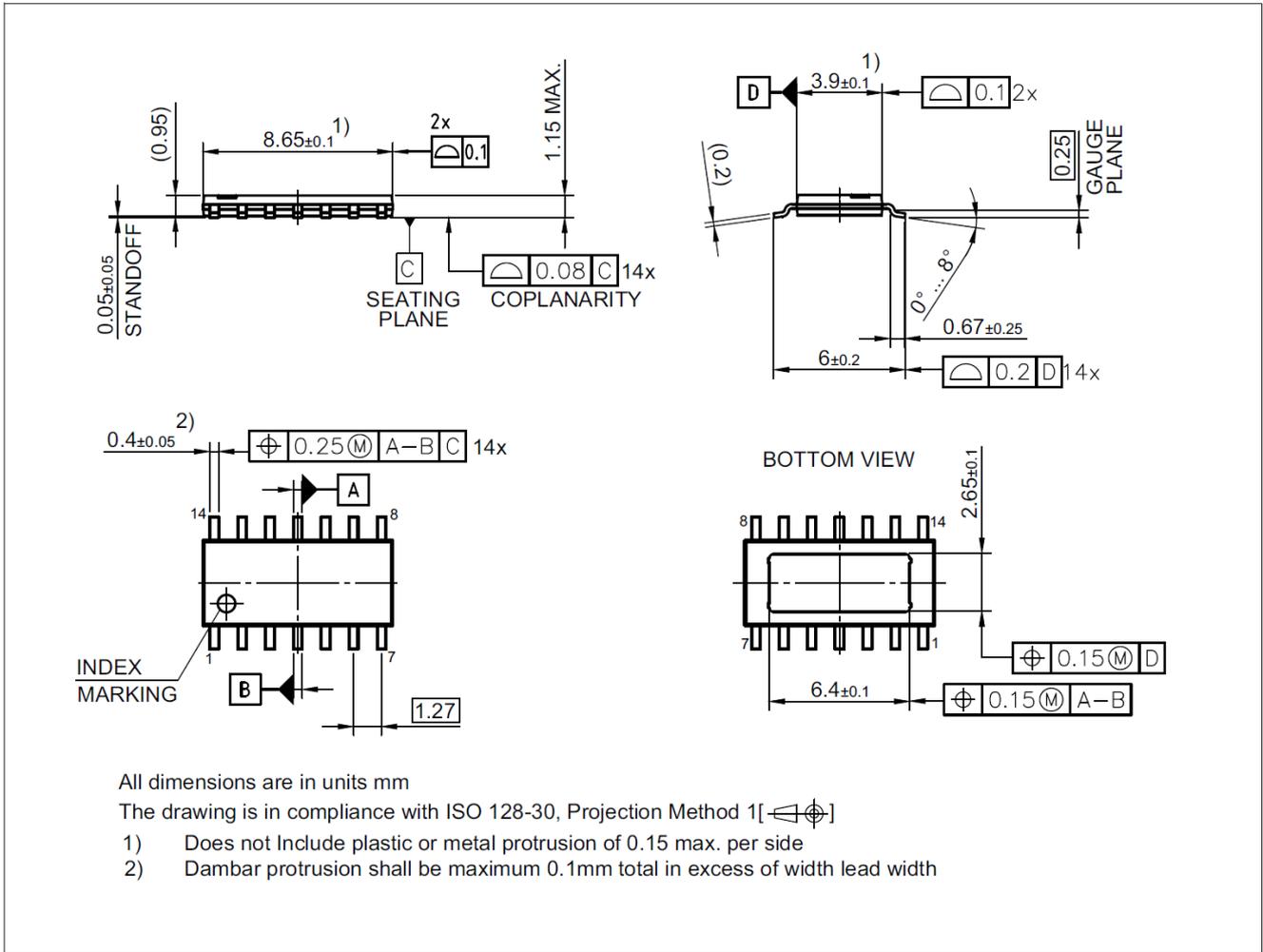


图 54 PG-TDSO-14<sup>1)</sup> (塑料双小型封装) (符合 RoHS 标准)

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。

有关封装的更多信息,请访问

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

1) 尺寸 (毫米)

修订记录

## 12 修订记录

<b>Version</b>	<b>Date</b>	<b>Changes</b>
1.00	2019-03-09	Creation of the datasheet

## 目录

1	概述	1
2	框图	3
3	引脚配置	4
3.1	引脚分配	4
3.2	引脚定义和功能	4
3.3	电压和电流定义	5
4	产品一般特性	6
4.1	绝对最大额定值	6
4.2	工作范围	8
4.3	热阻	9
4.3.1	PCB 设置	10
4.3.2	热阻抗	11
5	功率级	12
5.1	输出导通电阻	12
5.2	具有阻性负载的开启/关断特性	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	反向电流能力	15
5.5	功率级电气特性	16
6	保护功能	18
6.1	接地丢失保护	18
6.2	欠压保护	18
6.3	过压保护	19
6.4	反极性保护	20
6.5	过流保护	21
6.5.1	电流限制	21
6.5.2	功率 DMOS 中的温度限制	22
6.5.3	保护功能电气特性	23
7	诊断功能	24
7.1	IS 引脚	24
7.2	不同运行模式下的 SENSE 信号	25
7.3	标称额定电流范围内的 SENSE 信号	26
7.3.1	SENSE 信号随温度和负载电流的变化	26
7.3.2	SENSE 信号时序	27
7.3.3	负载开路中的 SENSE 信号	28
7.3.3.1	ON 诊断中的负载开路	28
7.3.3.2	OFF 诊断中的负载开路	28
7.3.3.3	负载开路诊断时序	29
7.3.4	输出短路到 $V_S$ 的 SENSE 信号	30
7.3.5	过载时的 SENSE 信号	30
7.3.6	反向电流时的 SENSE 信号	30
7.4	诊断功能电气特性	31
8	输入引脚	34
8.1	输入电路	34
8.2	DEN / DSEL 引脚	34
8.3	输入引脚电压	34
8.4	电气特性	35

<b>9</b>	<b>特性描述结果</b> .....	36
9.1	产品一般特性.....	36
9.1.1	最低工作供电电压.....	36
9.1.2	欠压关断.....	36
9.1.3	电流消耗单通道有效值.....	37
9.1.4	电流消耗双通道有效值.....	37
9.1.5	整个器件带负载的待机电流.....	38
9.2	功率级.....	39
9.2.1	低负载电流时的输出电压降限制.....	39
9.2.2	漏源钳位电压.....	39
9.2.3	开启时间斜率.....	40
9.2.4	关断时间斜率.....	40
9.2.5	开启.....	41
9.2.6	关断.....	41
9.2.7	开启/关断匹配.....	42
9.2.8	开启能量.....	42
9.2.9	关断能量.....	43
9.3	保护功能.....	44
9.3.1	低压区过载条件.....	44
9.3.2	高压区过载条件.....	44
9.4	诊断机制.....	45
9.4.1	无负载时的电流检测.....	45
9.4.2	开启时的负载开路检测阈值.....	45
9.4.3	Sense 信号最大电压.....	46
9.4.4	Sense 信号最大电流.....	46
9.5	输入引脚.....	47
9.5.1	输入电压阈值开启到关断.....	47
9.5.2	输入电压阈值关断到开启.....	47
9.5.3	输入电压迟滞.....	48
9.5.4	输入电流高水平.....	48
<b>10</b>	<b>应用信息</b> .....	49
10.1	更多应用信息.....	50
<b>11</b>	<b>封装外形</b> .....	51
<b>12</b>	<b>修订记录</b> .....	52
	<b>目录</b> .....	53



## 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 2025-12-24

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](mailto: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>。