英飞凌LITIX™ Basic

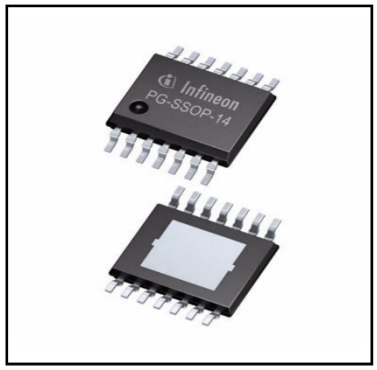
TLD2311EL

3 通道高边电流源

AEC Qualified

RoHS

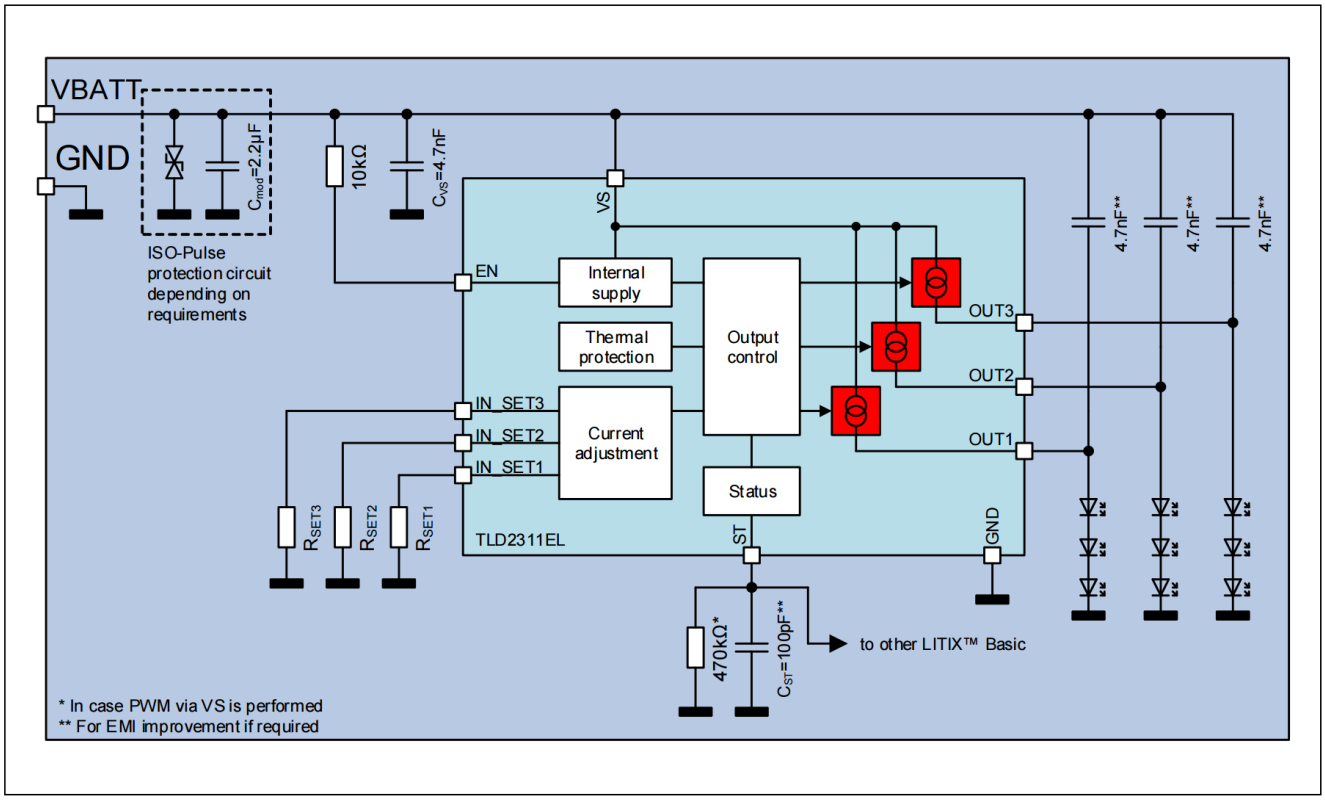
Package	PG-SSOP-14
Marking	TLD2311



1 概述

应用

- 外部 LED 照明应用，如尾灯/刹车灯、转向灯、位置灯、侧标志灯.....
- 室内 LED 照明应用，例如环境照明（例如：RGB）、内部照明和仪表板照明。



TLD2311EL 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 参考最新的英文版本（控制文档）。

概述

基本特性

- 3 通道器件，具有集成输出级（电流源），经过优化，可驱动每个通道输出电流高达 120 mA 的 LED
- 睡眠模式下的低电流消耗
- 支持通过 VS 引脚和 EN 引脚来进行 PWM 操作
- 输出电流可通过外部低功率电阻器进行调节，在过温条件下，可以连接 PTC 电阻器以提供 LED 保护
- 反极性保护和过载保护
- 欠压检测
- 负载开路和短路到地诊断
- 宽温度范围：-40°C < T_j < 150°C
- PG-SSOP-14 封装，带裸露散热片

描述

英飞凌LITIX™ Basic+ TLD2311EL是一款带有集成输出级的三通道高边驱动IC。它设计用于控制电流高达 120 mA 的 LED。在典型的汽车应用中，器件能够驱动例如每串 3 个红色 LED（总共 9 个 LED），电流高达 60 mA，但受到热冷却方面的限制。输出电流的控制实际上与负载和供电电压的变化无关。

表 1　　产品概述

Parameter	Symbol	Value
Operating voltage range	$V_{S(nom)}$	5.5 V ... 40 V
Maximum voltage	$V_{S(max)}$ $V_{OUTx(max)}$	40 V
Nominal output (load) current	$I_{OUTx(nom)}$	60 mA when using a supply voltage range of 8 V - 18 V (e.g. Automotive car battery). Currents up to $I_{OUT(max)}$ possible in applications with low thermal resistance R_{thJA}
Maximum output (load) current	$I_{OUTx(max)}$	120 mA; depending on thermal resistance R_{thJA}
Output current accuracy at R_{SETx} = 12 kΩ	k_{LT}	750 ± 7%
Current consumption in sleep mode	$I_{S(sleep,typ)}$	0.1 µA

保护功能

- ESD 保护
- 欠压锁定
- 过载保护
- 过温保护
- 反接保护

诊断功能

- OL 检测
- SC 至 Vs（OL 诊断指示）
- SC 至 GND 检测

框图

2 框图

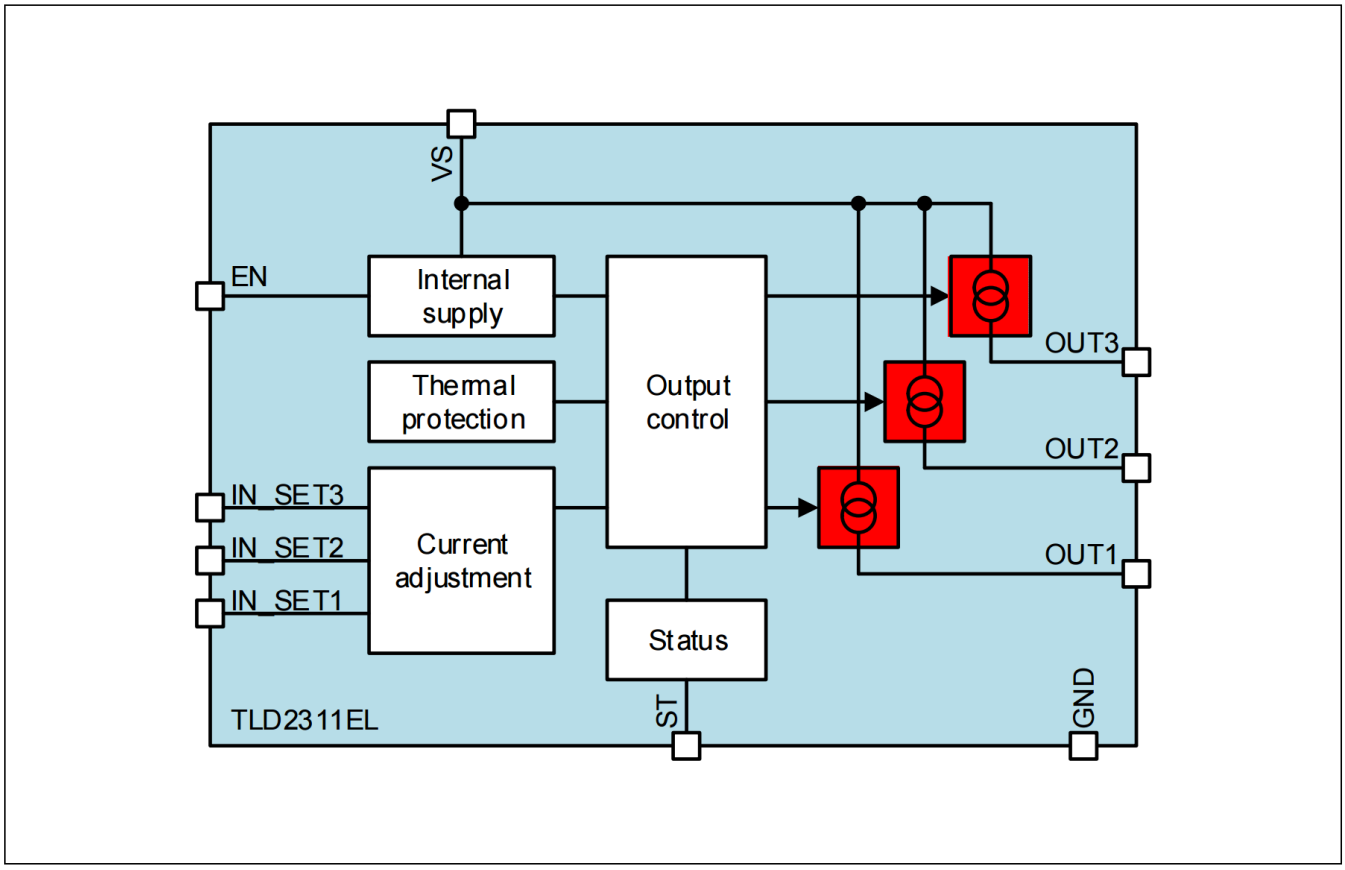


图 1 基本框图

3 引脚配置

3.1 引脚分配

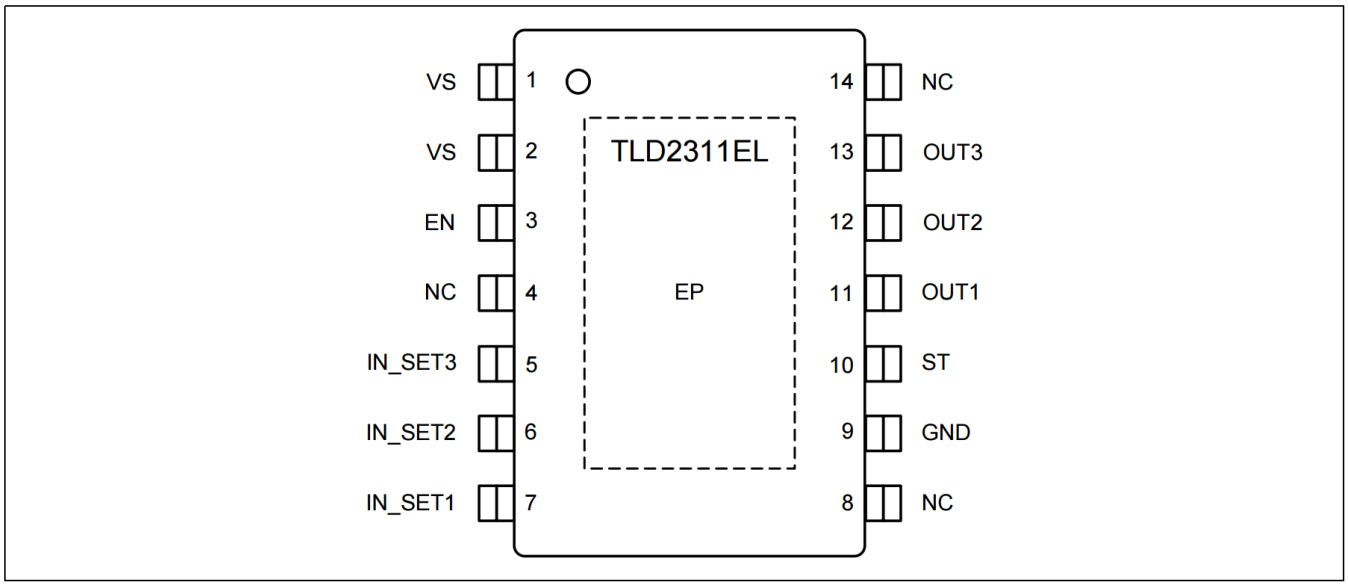


图 2 引脚配置

引脚配置

3.2 引脚定义和功能

Pin	Symbol	Input/ Output	Function
1, 2	VS	–	**Supply Voltage;** battery supply, connect a decoupling capacitor (100 nF - 1 µF) to GND
3	EN	I	**Enable pin**
4	NC	–	**Pin not connected**
5	IN_SET3	I/O	**Input / SET pin 3;** Connect a low power resistor to adjust the output current
6	IN_SET2	I/O	**Input / SET pin 2;** Connect a low power resistor to adjust the output current
7	IN_SET1	I/O	**Input / SET pin 1;** Connect a low power resistor to adjust the output current
8	NC	–	**Pin not connected**
9	GND	–	[1] **Ground**
10	ST	I/O	**Status pin**
11	OUT1	O	**Output 1**
12	OUT2	O	**Output 2**
13	OUT3	O	**Output 3**
14	NC	–	**Pin not connected**
Exposed Pad	GND	–	[1] **Exposed Pad;** connect to GND in application

1) 将所有GND引脚连接在一起。

4 产品一般特性

4.1 绝对最大额定值

绝对最大额定值 [1)]

T_j = -40°C 至 +150°C；所有电压均以接地为基准，对于输入引脚（I）正向电流是流入引脚电流，对 I/O 和输出引脚（O）正向电流是流出引脚电流（除非另有说明）

Pos.	Parameter	Symbol	Limit Values		Unit	Conditions
			Min.	Max.		
Voltages						
4.1.1	Supply voltage	V_S	-16	40	V	–
4.1.2	Input voltage EN	V_{EN}	-16	40	V	–
4.1.3	Input voltage EN related to V_S	$V_{EN(VS)}$	V_S - 40	V_S + 16	V	–
4.1.4	Input voltage EN related to V_{OUTx} V_{EN} - V_{OUTx}	V_{EN} - V_{OUTx}	-16	40	V	–
4.1.5	Output voltage	V_{OUTx}	-1	40	V	–
4.1.6	Power stage voltage V_{PS} = V_S - V_{OUTx}	V_{PS}	-16	40	V	–
4.1.7	IN_SETx voltage	V_{IN_SETx}	-0.3	6	V	–
4.1.8	Status voltage	V_{ST}	-0.3	6	V	–
Currents						
4.1.9	IN_SETx current	I_{IN_SETx}	– –	2 3	mA	– Diagnosis output
4.1.10	Output current	I_{OUTx}	–	130	mA	–
Temperatures						
4.1.11	Junction temperature	T_j	-40	150	°C	–
4.1.12	Storage temperature	T_{stg}	-55	150	°C	–
ESD Susceptibility						
4.1.13	ESD resistivity to GND	V_{ESD}	-2	2	kV	Human Body Model (100 pF via 1.5 kΩ)[2)]
4.1.14	ESD resistivity all pins to GND	V_{ESD}	-500	500	V	CDM[3)]
4.1.15	ESD resistivity corner pins to GND	V_{ESD}	-750	750	V	CDM[3)]

1) 无需经过生产测试，由设计指定

2) ESD 耐受性，人体模型“HBM”，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001-2011

3) ESD 耐受性，带电器件模型“CDM”，符合 JESD22-C101E

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

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

4.2 工作范围

Pos.	Parameter	Symbol	Limit Values		Unit	Conditions
			Min.	Max.		
4.2.16	Supply voltage range for normal operation	$V_{S(nom)}$	5.5	40	V	–
4.2.17	Power on reset threshold	$V_{S(POR)}$	–	5	V	$V_{EN} = V_S$ R_{SETx} = 12 kΩ I_{OUTx} = 80% $I_{OUTx(nom)}$ V_{OUTx} = 2.5 V
4.2.18	Junction temperature	T_j	-40	150	°C	–

注：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

Pos.	Parameter	Symbol	Limit Values			Unit	Conditions
			Min.	Typ.	Max.		
4.3.1	Junction to Case	R_{thJC}	–	8	10	K/W	1) 2)
4.3.2	Junction to Ambient 1s0p board	R_{thJA1}	 – –	 61 56	 – –	K/W	1) 3) T_a = 85 °C T_a = 135 °C
4.3.3	Junction to Ambient 2s2p board	R_{thJA2}	 – –	 45 43	 – –	K/W	1) 4) T_a = 85 °C T_a = 135 °C

1) 未经过生产测试，由设计指定。基于仿真结果。

2) 指定的R_{thJC}值是在自然对流冷板测试条件下模拟计算的（所有引脚和裸露焊盘温度与环境温度一致）。T_a= 85°C，总功率耗散 = 1.5 W。

3) R_{thJA}值是按照Jedec JESD51-3标准，在1s0p FR4板上自然对流条件下测得。产品（芯片+封装）在具有 70 µm 的铜层和 300 mm² 冷却面积的 76.2 × 114.3 × 1.5 mm³板上进行模拟。总耗散功率 1.5 W 静态且均匀地分布在所有功率级上。

4) R_{thJA}值是按照Jedec JESD51-5, -7标准，在 2s2p FR4 板上自然对流条件下测得。产品（芯片+封装）在具有 2 个内部铜层（外部 2 × 70 µm Cu、内部 2 × 35 µm Cu）的 76.2 × 114.3 × 1.5 mm³ 板上进行模拟。在适用情况下，裸露的散热焊盘下的导热过孔阵列与第一个内层铜箔接触。总耗散功率 1.5 W 静态且均匀地分布在所有功率级上。

5 EN 引脚

EN 引脚是一个双功能引脚：

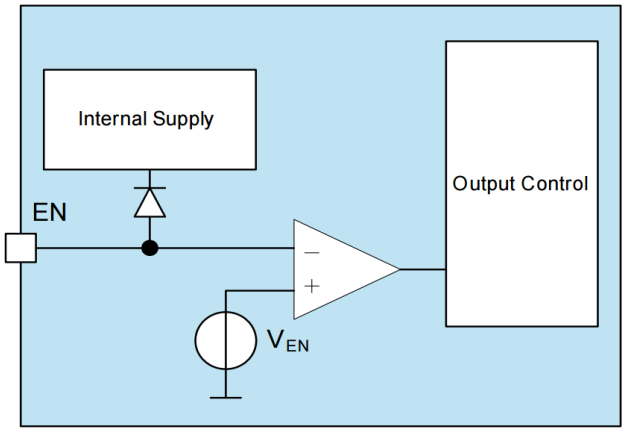


图 3 EN 引脚框图

注： EN引脚的电流消耗（I_{EN}）需计入器件总电流消耗中。总电流消耗等于VS 引脚的电流（I_S） 与EN 引脚的电流（I_{EN}）之和。

5.1 EN 功能

如果 EN 引脚上的电压低于 $V_{EN(off)}$ 阈值，LITIX™ Basic IC 将进入睡眠模式。在此状态下，所有内部功能均被关闭，电流消耗降至 $I_{S(sleep)}$。当该引脚上的电压高于 $V_{EN(on)}$ 时，器件将在上电复位时间 t_{POR} 过后恢复工作。

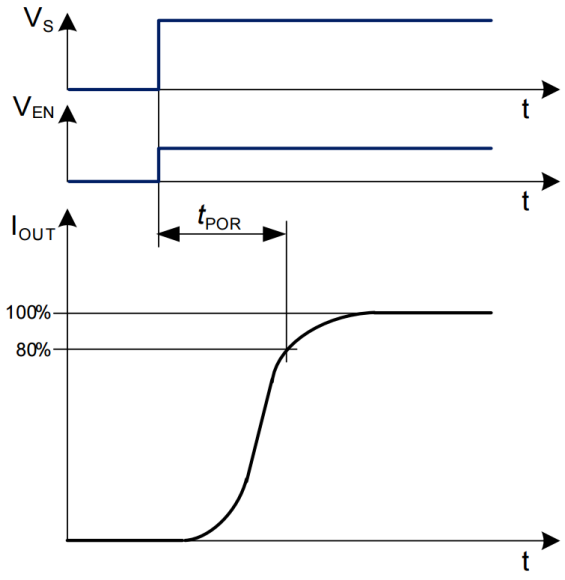


图 4 上电复位

EN 引脚

5.2 内部供电引脚

EN 引脚可用于为内部逻辑供电。有两种典型的应用场景，可以利用此功能：

1) 在“DC/DC降压控制”配置中，电压V_S可能低于 5.5V。

2) 在将PWM信号施加至照明模块的Vbatt引脚的配置中，缓冲电容器 C_{BUF} 用于在Vbatt为低电平（V_S低）期间为LITIX™ Basic IC供电。利用此特性，可将导通时间缩短至**Pos. 9.2.13**中规定的值。否则，则需考虑上电复位延迟时间 t_{POR}（参见 **Pos. 5.4.8**）。

电容器的计算公式如下：

$$C_{BUF} = t_{LOW(max)} \cdot \frac{I_{EN(LS)}}{V_S - V_{D1} - V_{S(POR)}} \quad (1)$$

另请参阅**第 10 章**中的典型应用图。

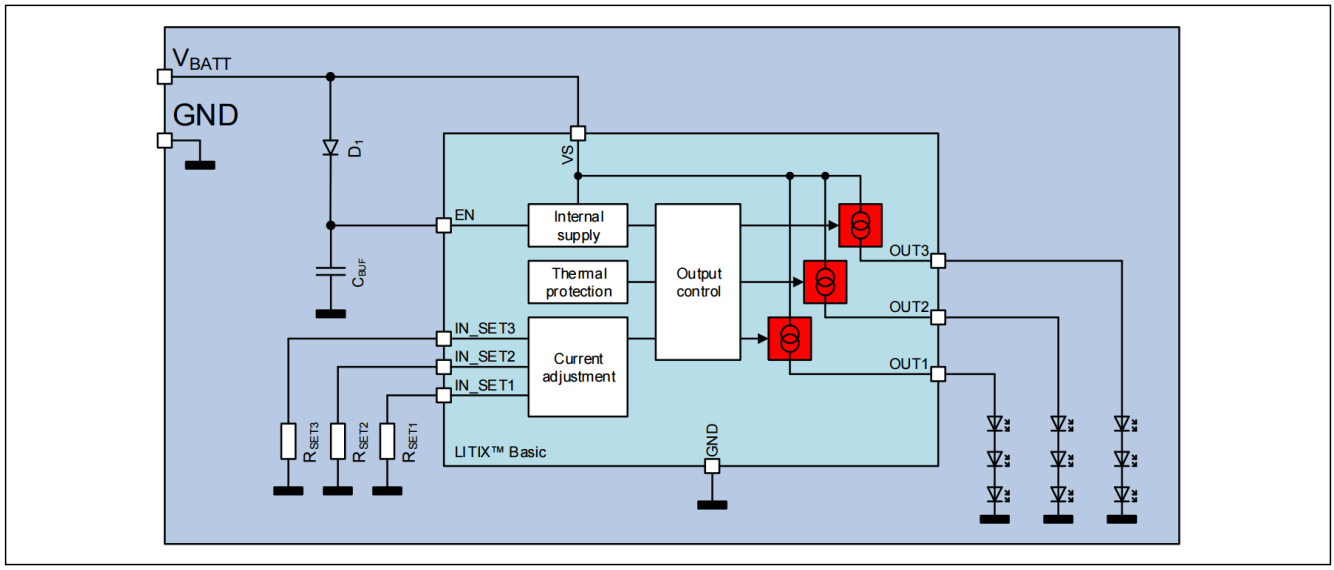


图 5 在V_{BATT}上施加快速PWM信号时的外部电路

EN 引脚

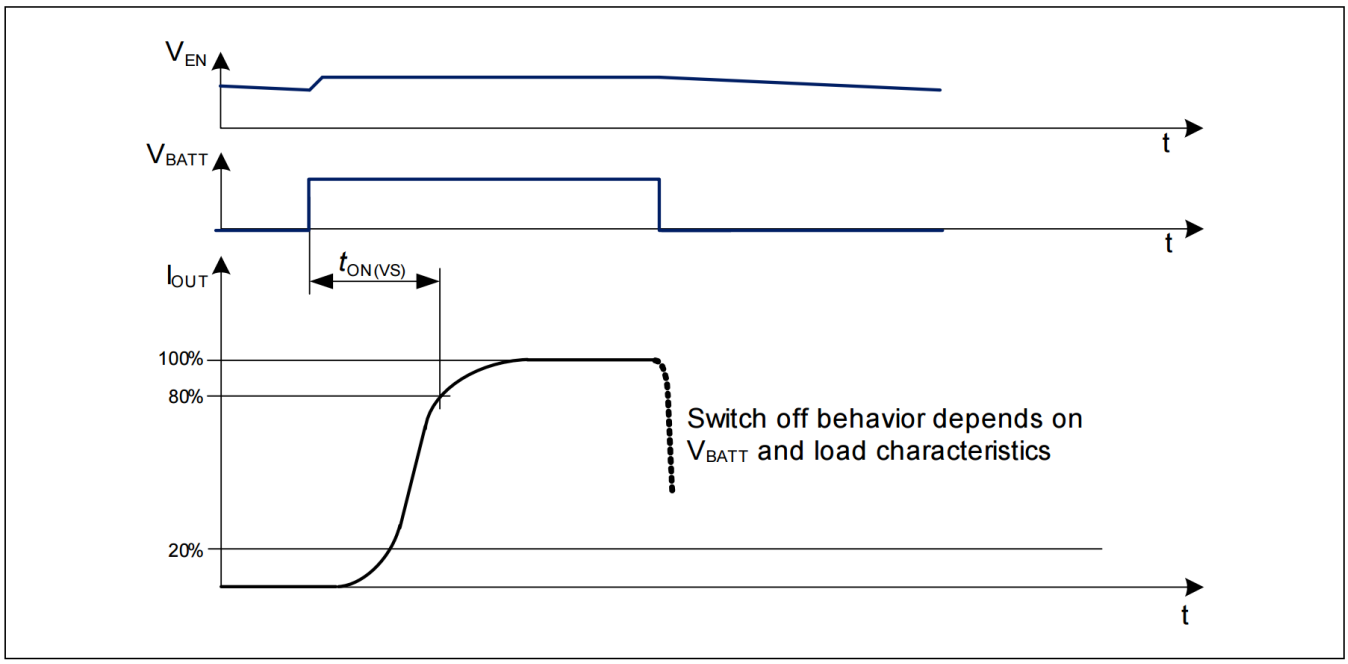


图 6　　在 V_{BATT}上施加快速PWM信号时的典型波形

参数 $t_{ON(VS)}$ 在 **Pos. 9.2.13** 中进行了定义。参数 $t_{OFF(VS)}$ 取决于负载和供电电压 V_{BATT} 特性。

5.3　　EN 未使用

如果 EN 引脚未使用，有两种不同的连接方式：

5.3.1　　EN - 上拉至 VS

EN 引脚可通过上拉电阻（例如 10 kΩ）连接至 V_s 电位。在此配置下，LITIX™ Basic IC 始终处于启用状态。

5.3.2　　EN - 直接连接到 VS

EN 引脚可直接连接至 VS 引脚（IC 始终处于启用状态）。与**第 5.3.1 章**所述的配置相比，此配置的优势 在于无需额外的外部元件。

EN 引脚

5.4 电气特性：内部供电 / EN 引脚

电气特性：内部供电 / EN 引脚

除非另有说明：V_S = 5.5 V 至 40 V，T_j = -40°C 至 +150°C， R_{SETx} =12 kΩ，所有电压均以地为基准，对于输入引脚（I），正向电流是流入引脚电流；对于 I/O 和输出引脚（O），正向电流是流出引脚电流（除非另有说明）

Pos.	Parameter	Symbol	Limit Values			Unit	Conditions
			Min.	Typ.	Max.		
5.4.1	Current consumption, sleep mode	$I_{S(sleep)}$	–	0.1	2	µA	1) V_{EN} = 0.5 V T_j < 85 °C V_S = 18 V V_{OUTx} = 3.6 V
5.4.2	Current consumption, active mode	$I_{S(on)}$				mA	2) I_{IN_SET} = 0 µA T_j < 105 °C V_S = 18 V V_{OUTx} = 3.6V
			–	–	1.4		V_{EN} = 5.5 V
			–	–	0.75		V_{EN} = 18 V
			–	–	1.5		1) R_{EN} = 10 kΩ between VS and EN-pin
5.4.3	Current consumption, device disabled via ST	$I_{S(dis,ST)}$				mA	2) V_S = 18 V T_j < 105 °C V_{ST} = 5 V
			–	–	1.4		V_{EN} = 5.5 V
			–	–	0.65		V_{EN} = 18 V
			–	–	1.4		1) R_{EN} = 10 kΩ between VS and EN-pin
5.4.4	Current consumption, device disabled via IN_SETx	$I_{S(dis,IN_SET)}$				mA	2) V_S = 18 V T_j < 105 °C V_{IN_SETx} = 5 V
			–	–	1.4		V_{EN} = 5.5 V V_{EN}
			–	–	0.7		= 18 V
			–	–	1.4		1) R_{EN} = 10 kΩ between VS and EN-pin
5.4.5	Current consumption, active mode in single fault detection condition with ST-pin unconnected	$I_{S(fault,STu)}$				mA	2) V_S = 18 V T_j < 105 °C R_{SETx} = 12 kΩ V_{OUTx} = 18 V or 0 V
			–	–	1.7		V_{EN} = 5.5 V
			–	–	1.1		V_{EN} = 18 V
			–	–	1.8		1) R_{EN} = 10 kΩ between VS and EN-pin

EN 引脚

电气特性：内部供电 / EN 引脚（续）

除非另有说明：V_S = 5.5 V 至 40 V，T_j = -40°C 至 +150°C， R_{SETx} =12 kΩ，所有电压均以地为基准，对于输入引脚（I），正向电流是流入引脚电流；对于 I/O 和输出引脚（O），正向电流是流出引脚电流（除非另有说明）

Pos.	Parameter	Symbol	Limit Values			Unit	Conditions
			Min.	Typ.	Max.		
5.4.6	Current consumption, active mode in single fault detection condition with ST-pin connected to GND	$I_{S(fault,STG)}$				mA	[2] V_S = 18 V T_j < 105 °C R_{SET1} = 12 kΩ $R_{SET2,3}$ = unconnected V_{OUTx} = 18 V or 0 V V_{ST} = 0 V
			–	–	6.0		V_{EN} = 5.5 V
			–	–	4.9		V_{EN} = 18 V
			–	–	5.9		[1] R_{EN} = 10 kΩ between VS and EN-pin
5.4.7	Current consumption, active mode in double fault detection condition, one output disabled via IN_SETx and with ST-pin connected to GND	$I_{S(dfault,STG)}$				mA	[2] V_S = 18 V T_j < 105 °C $R_{SET1,2}$ = 12 kΩ R_{SET3} = unconnected V_{OUTx} = 18 V or 0 V V_{ST} = 0 V
			–	–	9.0		V_{EN} = 5.5 V
			–	–	8.4		V_{EN} = 18 V
			–	–	9.0		[1] R_{EN} = 10 kΩ between VS and EN-pin
5.4.8	Power-on reset delay time [3]	t_{POR}	–	–	25	µs	[1] V_S = V_{EN} =0 →13.5 V $V_{OUTx(nom)}$ = 3.6 ± 0.3V I_{OUTx} = 80% $I_{OUTx(nom)}$
5.4.9	Required supply voltage for output activation	$V_{S(on)}$	–	–	4	V	V_{EN} = 5.5 V V_{OUTx} = 3 V I_{OUTx} = 50% $I_{OUTx(nom)}$
5.4.10	Required supply voltage for current control	$V_{S(CC)}$	–	–	5.2	V	V_{EN} = 5.5 V V_{OUTx} = 3.6 V I_{OUTx} ≥ 90% $I_{OUTx(nom)}$
5.4.11	EN turn on threshold	$V_{EN(on)}$	–	–	2.5	V	–
5.4.12	EN turn off threshold	$V_{EN(off)}$	0.8	–	–	V	–
5.4.13	EN input current during low supply voltage	$I_{EN(LS)}$	–	–	2.4	mA	[1] V_S = 4.5 V T_j < 105 °C V_{EN} = 5.5 V
5.4.14	EN high input current	$I_{EN(H)}$				mA	T_j < 105 °C
			–	–	0.1		V_S = 13.5 V, V_{EN} = 5.5 V
			–	–	0.1		V_S = 18 V, V_{EN} = 5.5 V
			–	–	2.05		V_S = V_{EN} = 18 V
			–	–	0.45		[1] V_S = 18 V, R_{EN} = 10 kΩ between VS and EN-pin

1) 未经过生产测试，由设计指定

EN 引脚

2) 总器件电流消耗为电流 I_S 和 $I_{EN(H)}$ 之和，请参阅 **Pos. 5.4.14**

3) 另见**图 4**

6 IN_SETx 引脚

IN_SET 引脚是一个多功能引脚，用于输出电流定义、输入和诊断：

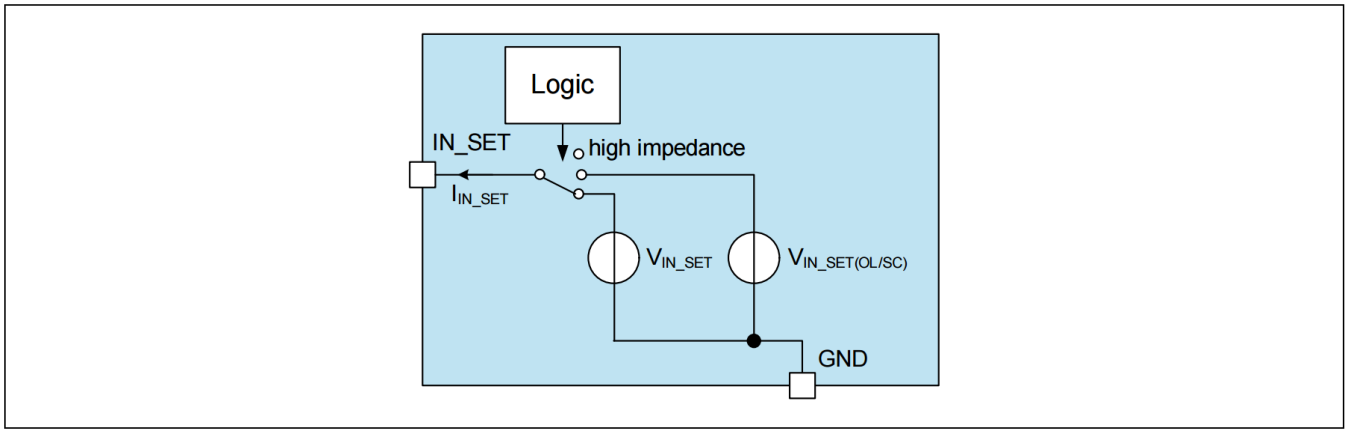


图 7 IN_SET 引脚框图

6.1 通过 RSET 调节输出电流

每个通道的输出电流均可独立调节。可以通过在 IN_SETx 引脚接地处放置一个低功率电阻（R_{SET}）来调整电流。可以使用以下公式确定电阻器的阻值：

$$R_{SET} = \frac{k}{I_{OUT}} \quad (2)$$

增益系数 k（R_{SET} *输出电流）在**Pos. 9.2.4** 和 **Pos. 9.2.5** 中明确。流过 R_{SET} 电流由电阻器本身和基准电压 $V_{IN_SET(ref)}$ 定义，该基准电压在器件上电后作用于 IN_SET。

6.2 智能输入引脚

IN_SET 引脚可以通过 R_{SET} 连接到 µC 的开漏输出，或连接到外部 NMOS 晶体管，如**图 8**所示。该信号可用于关闭 IC 的输出级。要使输出级打开，需要一个最小的 IN_SET 电流 $I_{IN_SET(act)}$。该功能用于防止由于 IN_SET 引脚上的漏电流导致 LED 出现微亮，参考**图11**了解详情。此外，当状态引脚连接到 GND 时，IN_SET引脚提供诊断反馈信息。另一种诊断方式如**图 9**所示，其通过提供 ST 引脚诊断信息（参考**第 7 章**和**第 8 章**）到微控制器。若发生故障事件且ST引脚接地，IN_SET 电压将升高至$V_{IN_SET(OL/SC)}$ **Pos. 8.4.2**。因此，器件在 IN_SET 引脚上存在两个电压域，如**图 12** 所示。

*注：如果一个输出存在故障（负载开路或短路），并且其他通道中的一个或两个通过 IN_SET 引脚上的PWM 调暗，则可能会出现到$V_{IN_SET(OL/SC)}$的短尖脉冲。请参阅**第 8.3 章**。*

IN_SETx 引脚

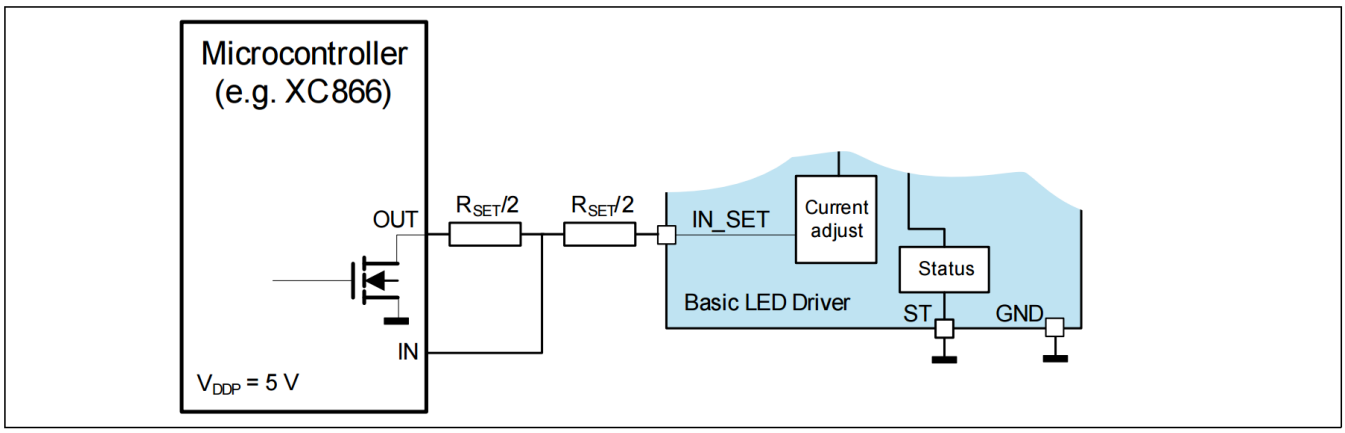


图 8　　原理图：IN_SET 接口与微控制器连接，通过 IN_SET 引脚进行诊断

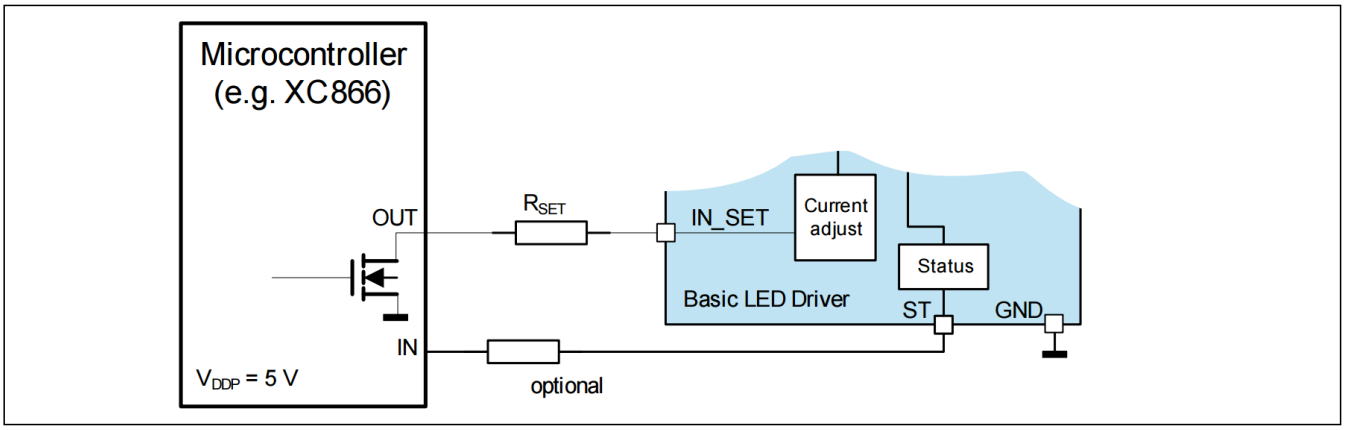


图 9　　原理图：IN_SET 接口至微控制器，通过 ST 引脚进行诊断

切换的时间如图 10 所示：

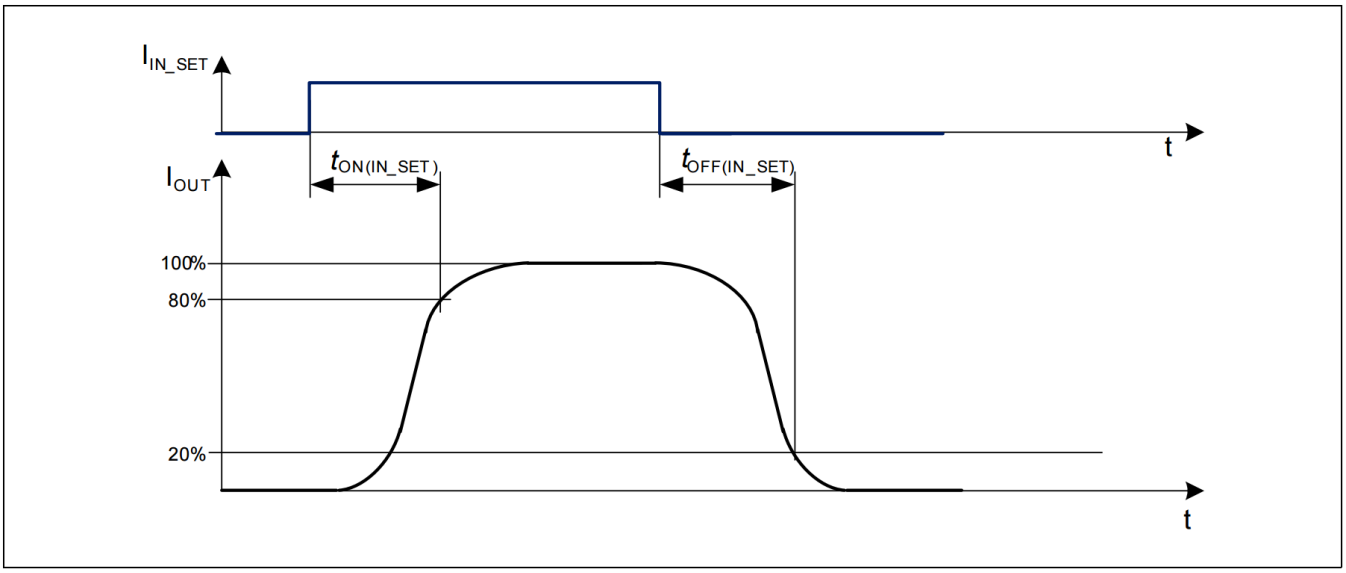


图 10　　通过 IN_SET 切换的时间

IN_SETx 引脚

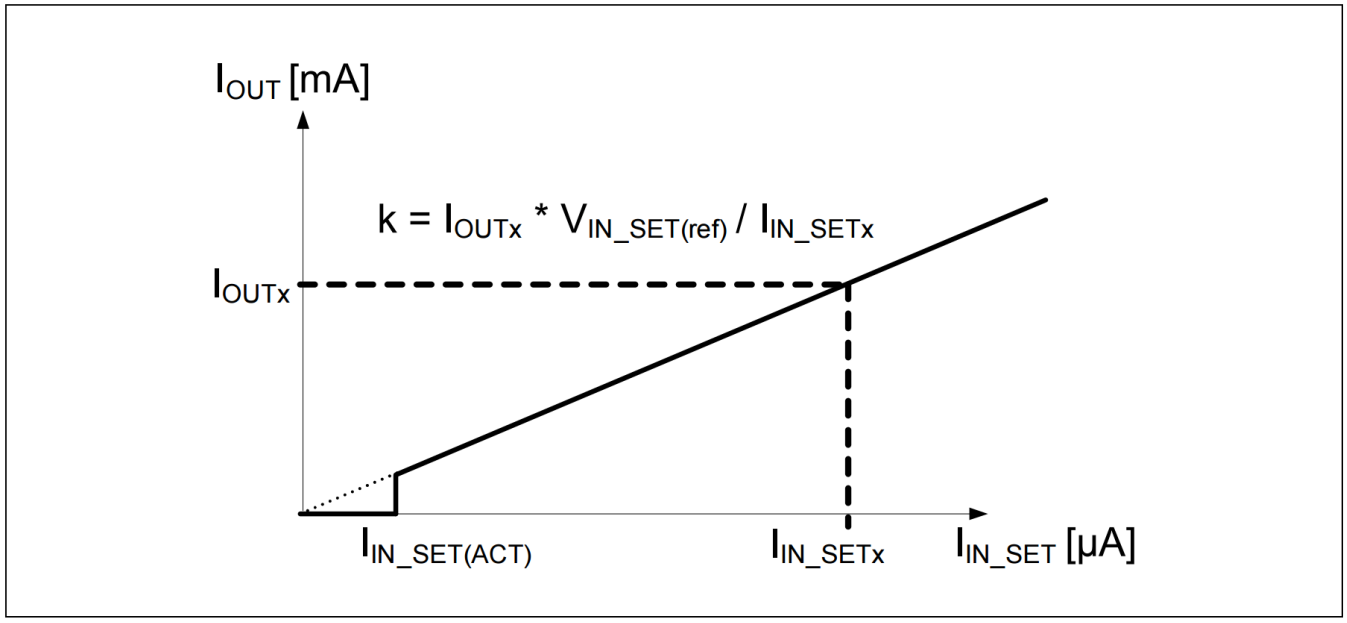


图 11　　I_{OUT} 与 I_{INSET}

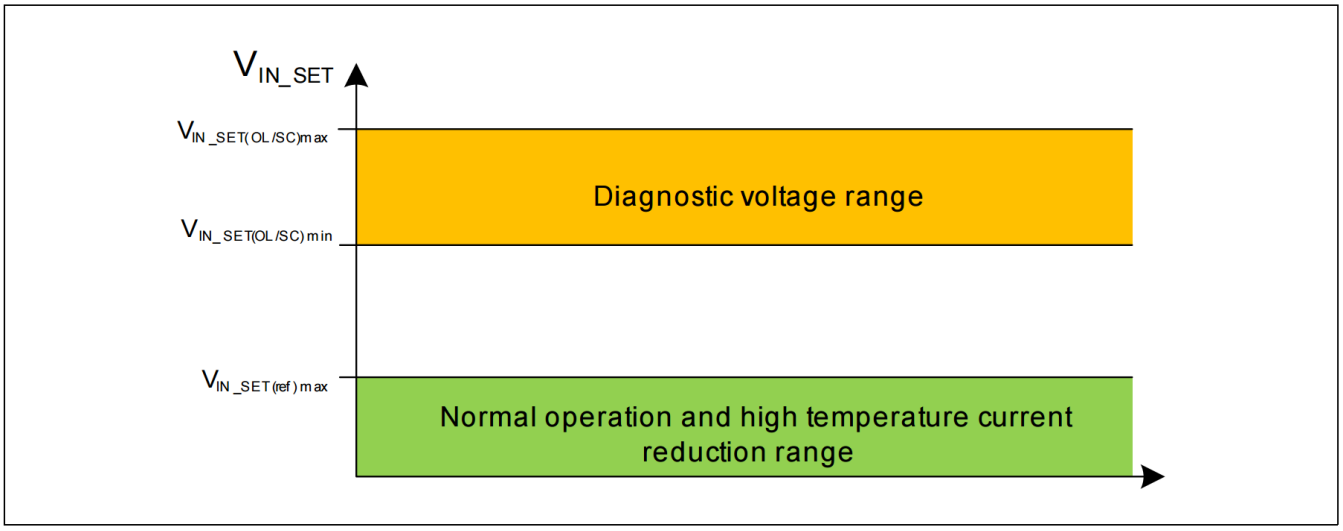


图 12　　IN_SET 引脚的电压区域（如果 ST 引脚连接到地）

7 ST 引脚

ST 引脚是一个多功能引脚。

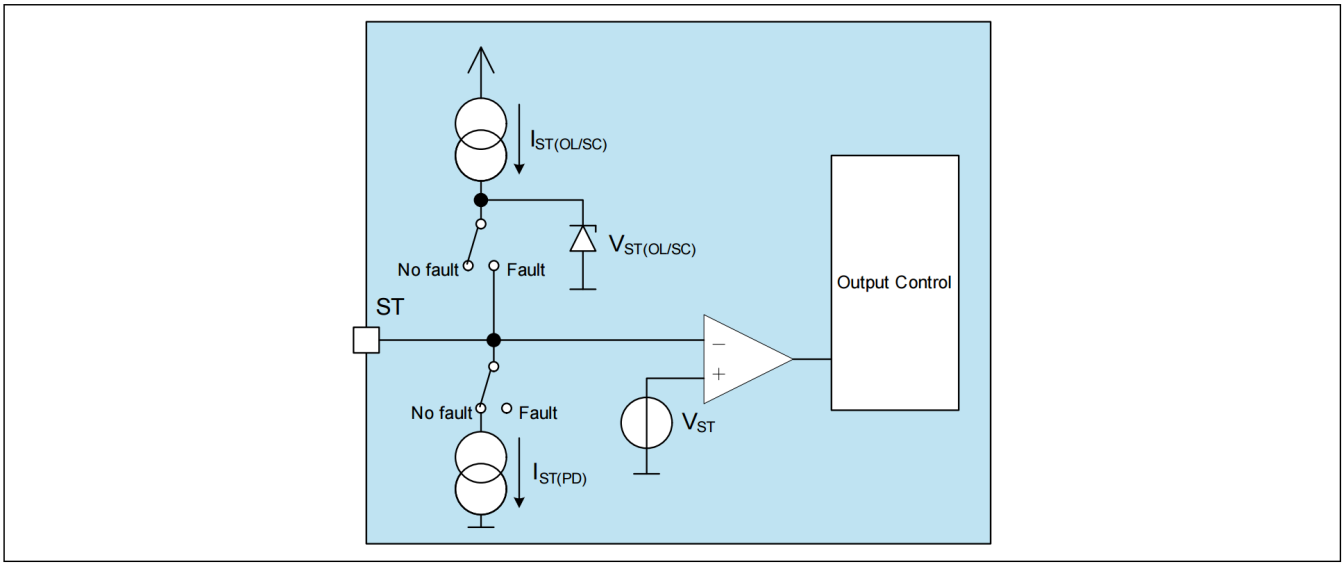


图 13 ST 引脚框图

7.1 诊断选择器

如果状态引脚未连接或通过高欧姆电阻连接到 GND（V_{ST} 低于 $V_{ST(L)}$），则 ST 引脚用作诊断输出引脚。正常工作时（器件被激活），ST 引脚通过内部下拉电流 $I_{ST(PD)}$ 拉至地。如果出现负载开路或短路到地，则在负载开路或短路检测的滤波时间后，ST引脚会切换到$V_{ST(OL/SC)}$（**Pos. 8.4.9**, **Pos. 8.4.12**）。

如果器件通过 VS 和/或 EN 引脚在PWM模式下运行，则 ST 引脚应通过高欧姆电阻（例如470 kΩ）接地，以确保器件在 VS 和/或 EN 斜率快速上升期间能够正常工作。

如果 ST 引脚短接到接地，则通过 IN_SET 引脚执行诊断反馈，如**第 6.2 章**和**第 8 章**所示。

7.2 诊断输出

如果状态引脚未连接或通过高欧姆电阻器连接到接地（V_{ST} 低于 $V_{ST(L)}$），则状态引脚充当诊断输出。如果发生故障，ST 引脚会将其电压升高至 $V_{ST(OL/SC)}$（**Pos. 8.4.7**）。详细内容参见**第 8 章**。

7.3 禁用输入

如果向 ST 引脚施加高于 $V_{ST(H)}$(**Pos. 8.4.5**) 的外部电压，则器件将被关闭。此功能适用于需要使用多个驱动器来实现同一照明功能的应用。可以通过 ST 引脚组合驱动器的故障诊断。如果单个 LED 灯串发生故障，则整个照明功能将被关闭。在这种情况下，例如车身控制模块上的诊断电路可以轻松区分两种情况（正常负载或负载故障），因为在故障情况下几乎没有电流流入 LED 模块——驱动器消耗的电流为 $I_{S(fault,STu)}$ (**Pos. 5.4.5**) 或 $I_{S(dis,ST)}$ (**Pos. 5.4.3**)。

一旦一个LED串发生故障，该器件的 ST 引脚就会切换到$V_{ST(OL/SC)}$。用于相同照明功能的其他器件可以通过 ST 引脚连接在一起。这会导致所有连接在一起的器件关闭。

ST 引脚

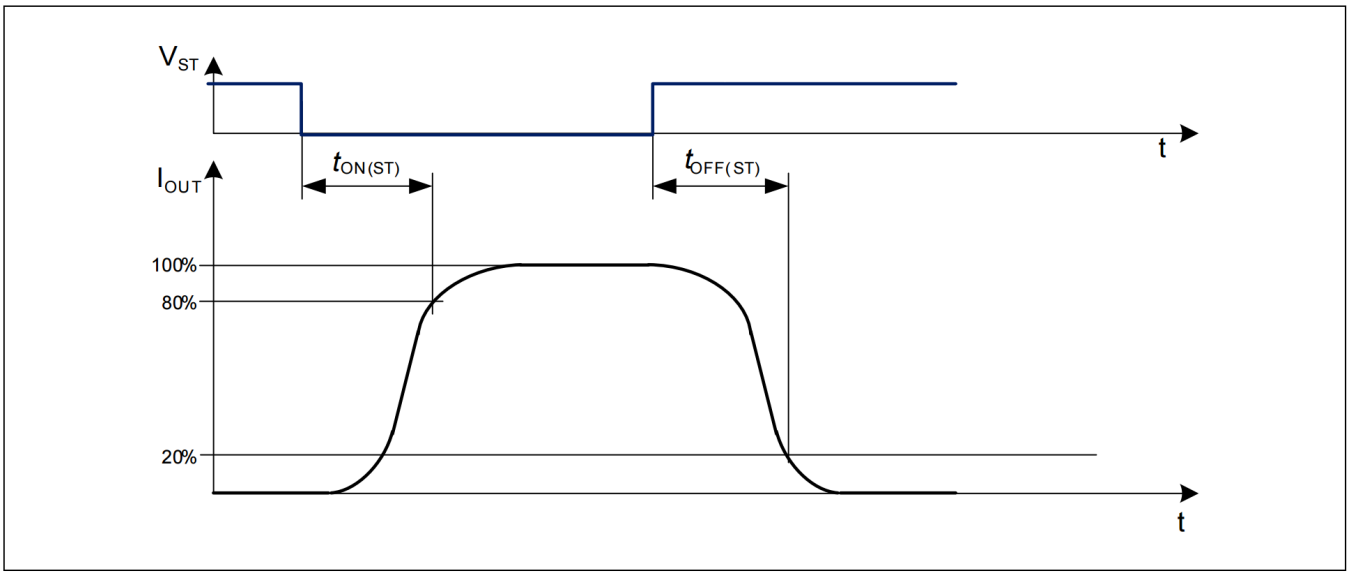


图 14　　通过 ST 引脚的开关时间

8 负载诊断

8.1 负载开路

TLD2311EL 驱动 IC 中集成了负载开路诊断功能。如果其中一个输出有负载开路，则相应的输出将关闭。如果 ST 接地， IN_SET 引脚上的电位将上升至 $V_{IN_SET(OL/SC)}$ 。该高电压可用作 µC的输入信号，如图 9 所示。如果 ST 引脚开路或通过高欧姆电阻器接地，则 ST 引脚将上升至高电位，如第7章所述。更多细节如图18所示。负载开路状态不锁存，一旦负载开路条件不再存在，输出将再次打开。如果输出级上的压降低于 V_{PS} 低于 **Pos. 8.4.10** 所规定的阈值并且经过t_{OL}的滤波时间之后，则检测到负载开路。

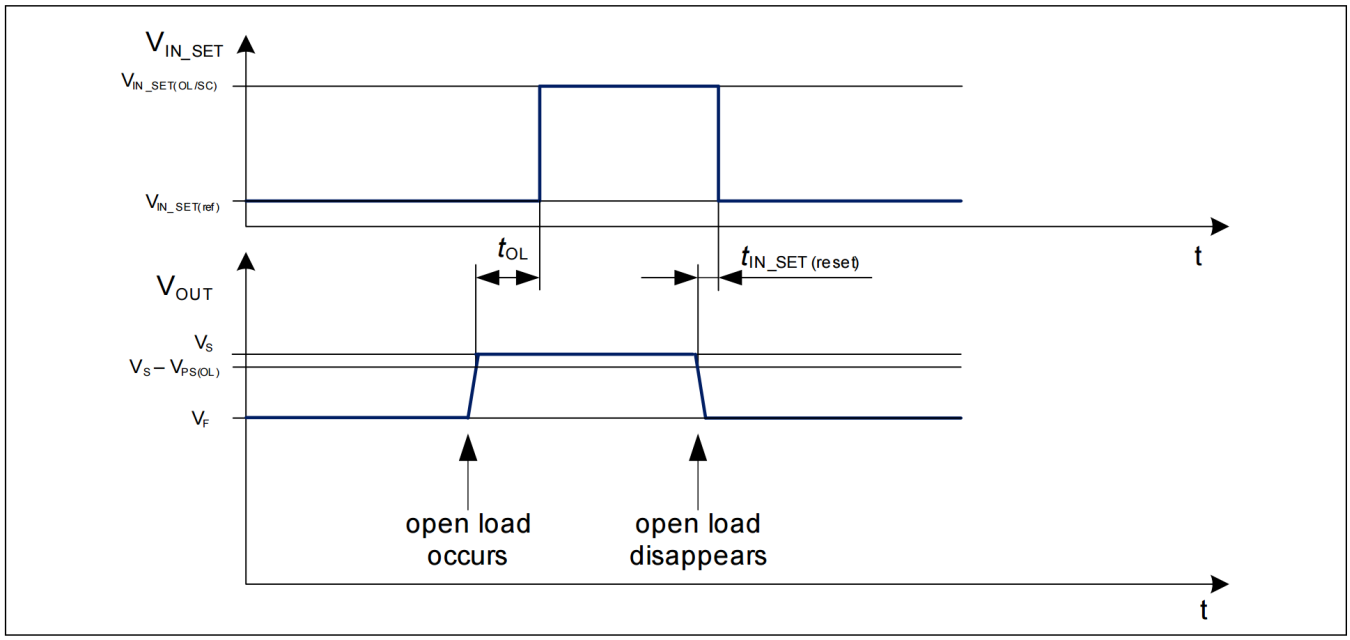


图 15 负载开路条件（ST 引脚接地）期间 IN_SET 的示意图

负载诊断

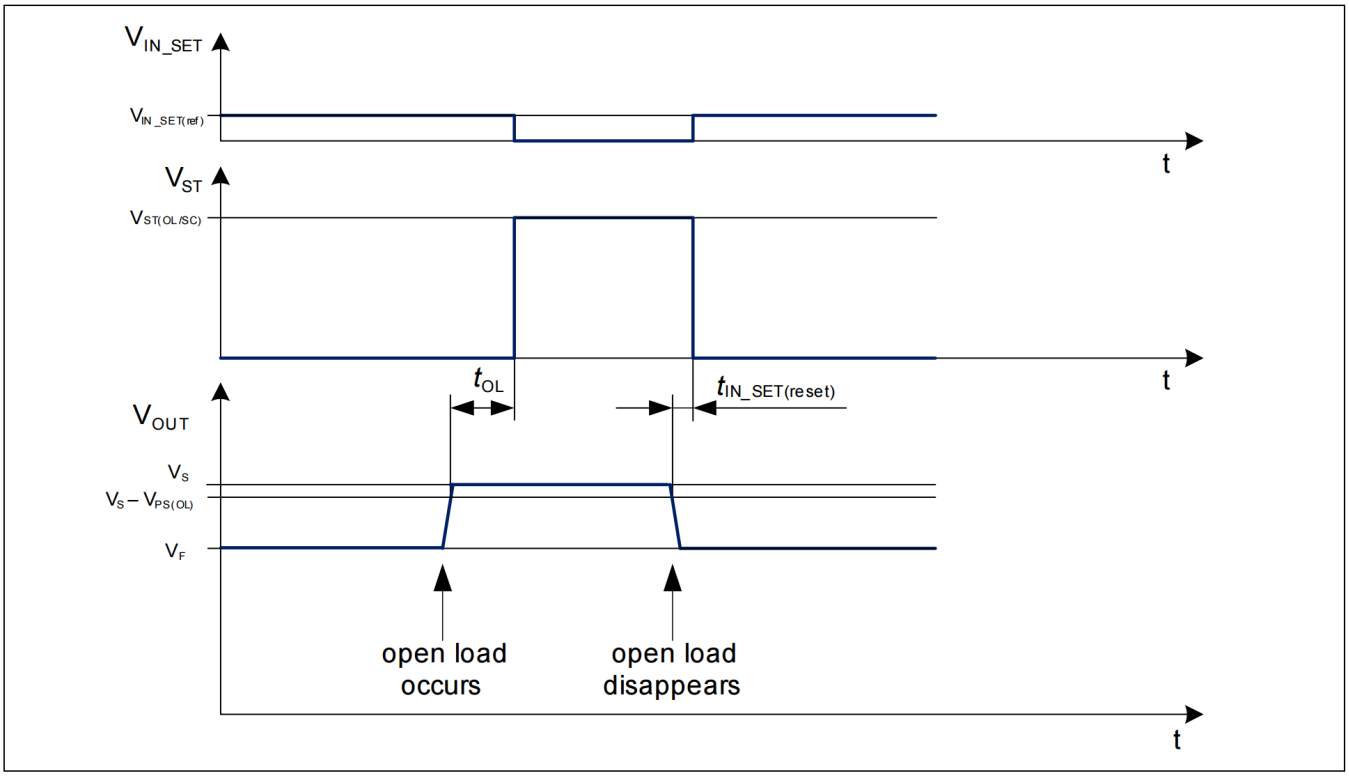


图 16　　负载开路条件（ST 未连接）期间 IN_SET 和 ST 的示意图

8.2　　对地短路检测

TLD2311EL 集成对地短路的检测功能。如果输出级已导通且输出端电压降至 $V_{OUT(SC)}$ 以下，则 ST 引脚接地后， IN_SET 引脚上的电位将在 t_{SC} 后增加至 $V_{IN_SET(OL/SC)}$。 如果 ST 开路或通过高欧姆电阻接地，则在 t_{SC} 之后，ST 引脚上将按照**第 7 章**所述指示故障。更详细介绍参考**图 18**。该条件不被锁存。在短路检测之后，为了检测是否恢复到正常状态，通道将驱动一个符合 $I_{OUT(SC)}$ 的输出电流。

负载诊断

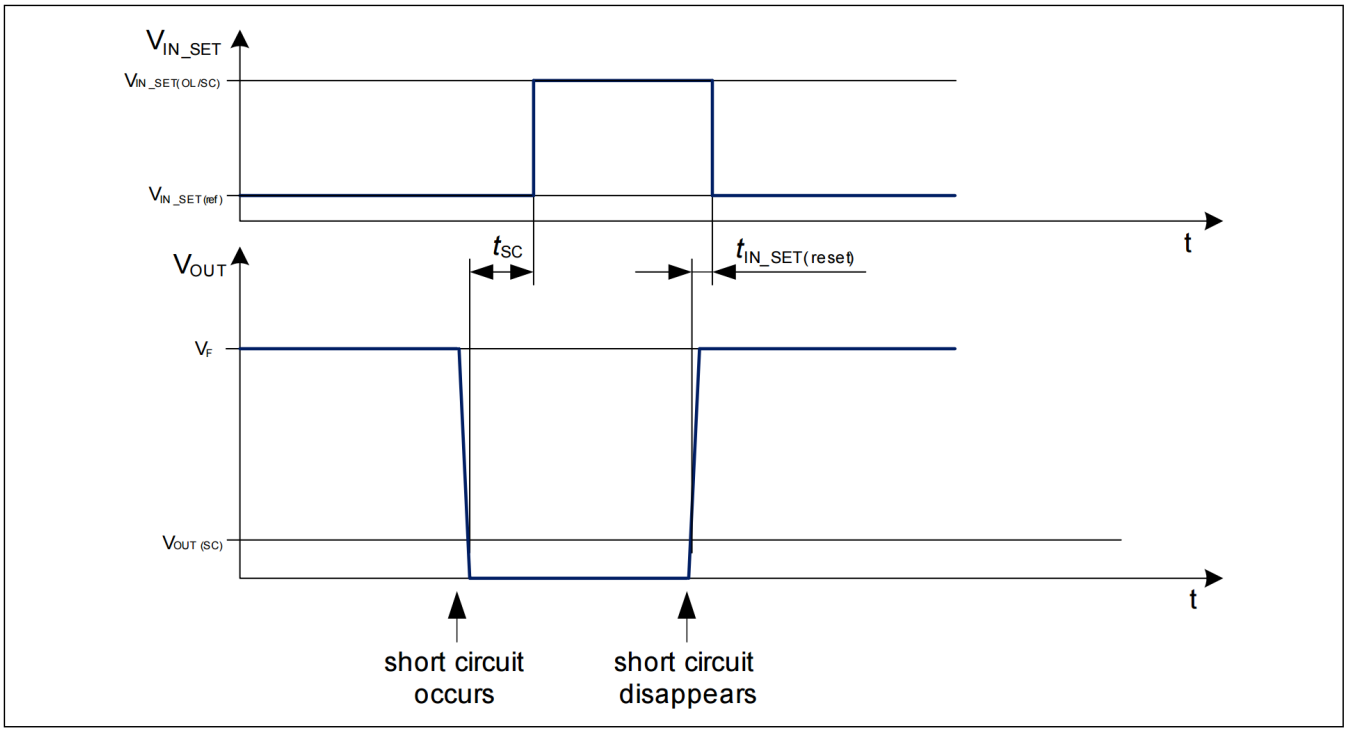


图 17　　输出对地短路时（ST 接地）且 $V_{DEN} > V_{DEN(act)}$ 期间 IN_SET 的示意图

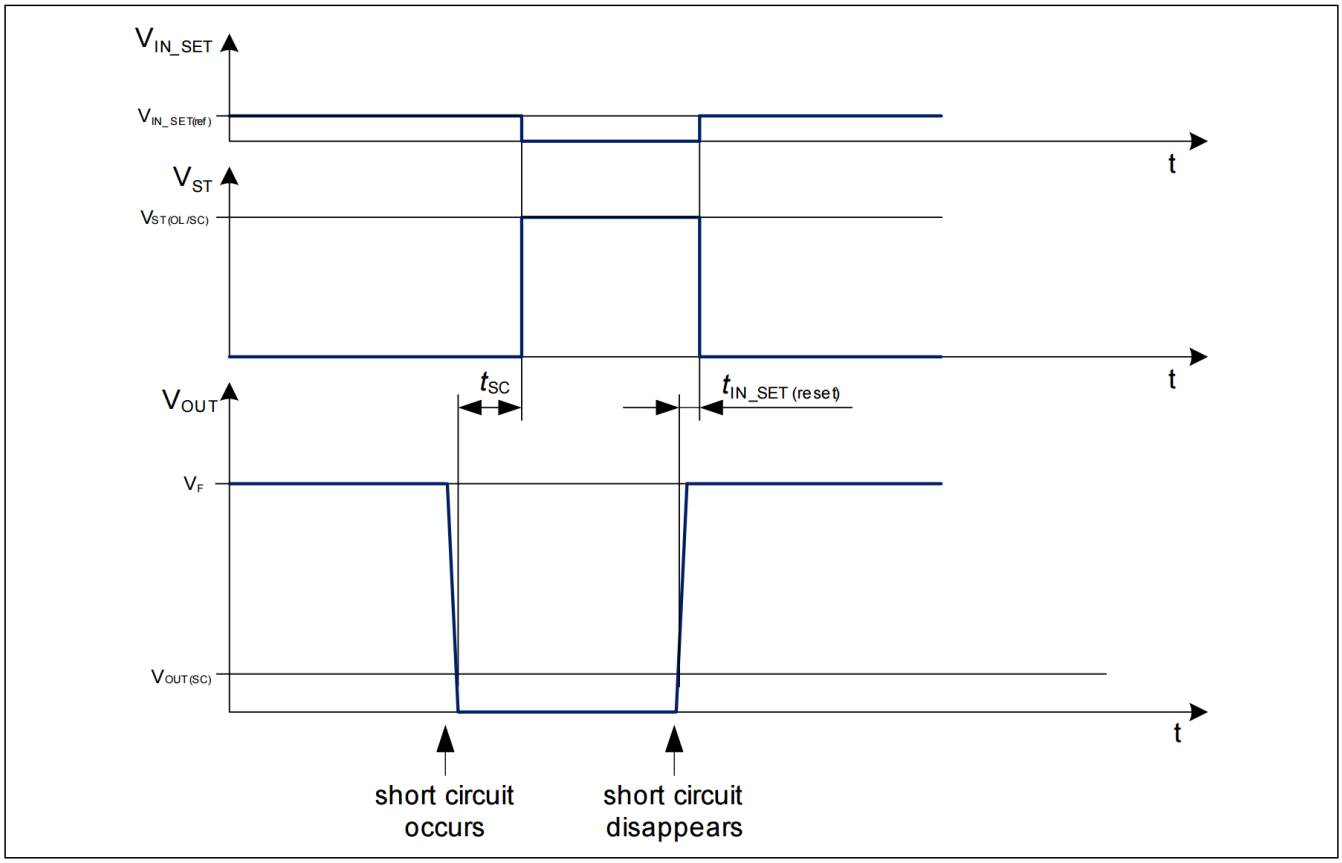


图 18　　对地短路条件（ST 未连接）期间 IN_SET 和 ST 的示意图

负载诊断

8.3 双重故障条件

TLD2311EL 允许单独诊断每个通道。只要 ST 引脚短接至地，诊断通道时间 t_{OL} 和 t_{SC} （**Pos. 8.4.9** 和 **Pos. 8.4.12**）仅对首先诊断故障条件的通道有效。对于后续出现故障的其他通道，如果第一个故障通道的诊断时间t_{OL} 已过，则诊断结果将立即报告，而无需诊断滤波时间。在通过IN_SET激活非故障输出期间，如果单通道已检测到故障，则应激活的通道上可能会出现短暂尖脉冲，导致电压到达 $V_{IN_SET(OL/SC)}$ 。因此，通常应在诊断滤波时间 t_{OL} 和 t_{SC} 之后尽快进行诊断 ，以避免任何错误的诊断读取。在上述情况下，导通时间 $t_{ON(IN_SET)}$ 可能会延长。下图显示了OUT1出现故障且OUT2以PWM 模式运行时的示例表现。OUT3被禁用。

负载诊断

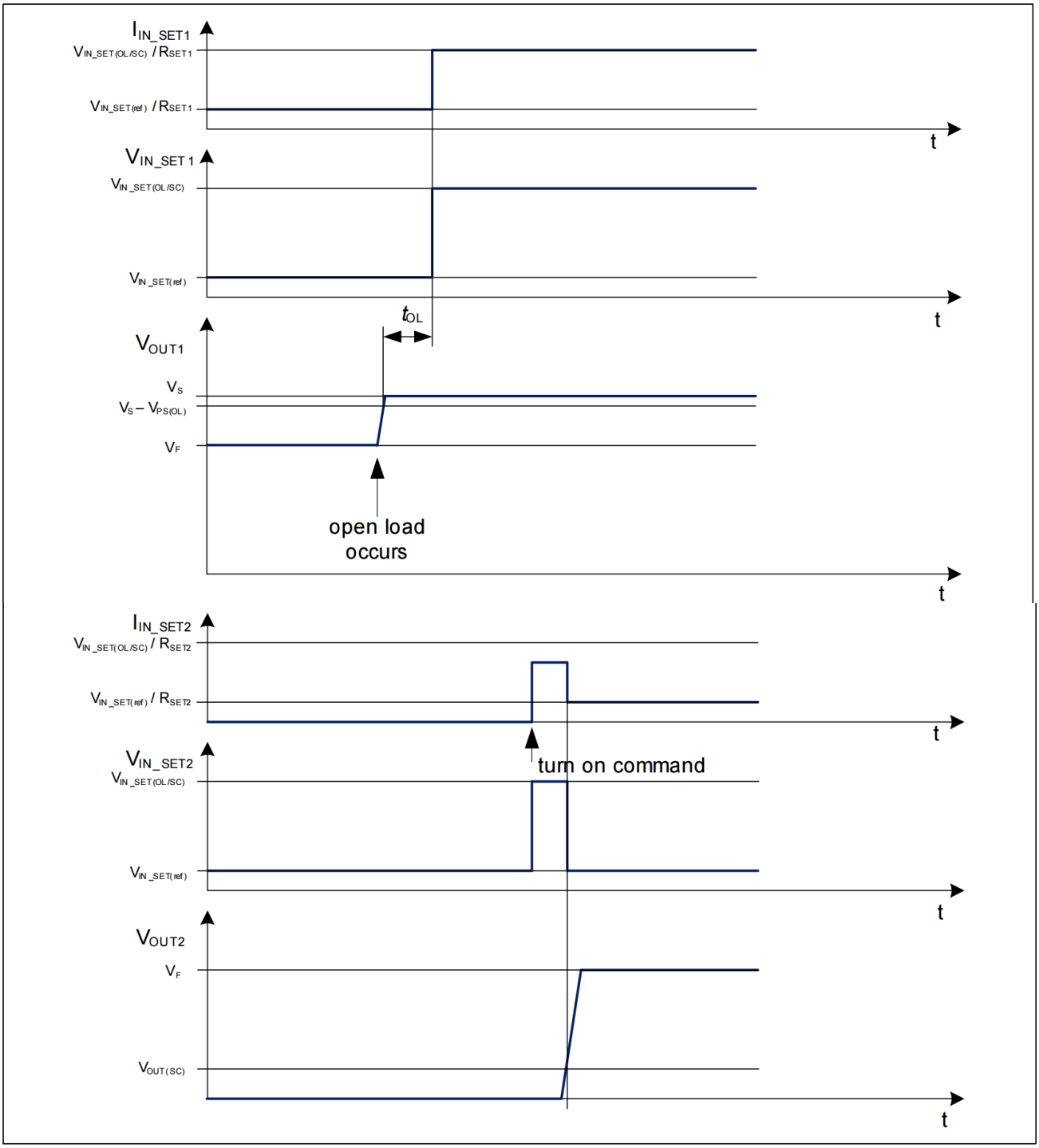


图 19　　OUT1 上的单通道故障示例， OUT2 工作在PWM模式，ST 引脚接地

8.4 电气特性: IN_SET 引脚和负载诊断

电气特性：IN_SET 引脚和负载诊断

除非另有说明: V_S= 5.5 V 至 40 V，T_j= -40°C 至 +150°C，R_{SETx} =12 kΩ，所有电压均以地为基准，对于输入引脚（I），正向电流是流入引脚电流；对于 I/O 和输出引脚（O），正向电流是流出引脚电流（除非另有说明）

Pos.	Parameter	Symbol	Limit Values			Unit	Conditions
			Min.	Typ.	Max.		
8.4.1	IN_SET reference voltage	$V_{IN_SET(ref)}$	1.19	1.23	1.27	V	1) V_{OUTx} = 3.6 V T_j = 25...115 °C
8.4.2	IN_SET open load/short circuit voltage	$V_{IN_SET(OL/SC)}$	4	–	5.5	V	1) V_S > 8 V T_j = 25...150 °C V_S = V_{OUTx} (OL) or V_{OUTx} = 0V (SC)
8.4.3	IN_SET open load/short circuit current	$I_{IN_SET(OL/SC)}$	0.5	–	2.5	mA	1) V_S > 8 V T_j = 25...150 °C V_{IN_SET} = 4 V V_S = V_{OUTx} (OL) or V_{OUTx} = 0 V (SC)
8.4.4	ST device turn on threshold (active low) in case of voltage applied from external (ST-pin acting as input)	$V_{ST(L)}$	0.8	–	–	V	–
8.4.5	ST device turn off threshold (active low) in case of voltage applied from external (ST-pin acting as input)	$V_{ST(H)}$	–	–	2.5	V	–
8.4.6	ST pull down current	$I_{ST(PD)}$	–	–	15	µA	V_{EN} = 5.5 V V_{ST} = 0.8 V
8.4.7	ST open load/short circuit voltage (ST-pin acting as diagnosis output)	$V_{ST(OL/SC)}$	4	–	5.5	V	1) V_S > 8 V T_j = 25...150 °C R_{ST} = 470 kΩ V_S = V_{OUTx} (OL) or V_{OUTx} = 0 V (SC)
8.4.8	ST open load/short circuit current (ST-pin acting as diagnosis output)	$I_{ST(OL/SC)}$	100	–	220	µA	1) V_S > 8 V T_j = 25...150 °C V_{ST} = 2.5 V V_S = V_{OUTx} (OL) or V_{OUTx} = 0 V (SC)
8.4.9	OL detection filter time	t_{OL}	10	22	35	µs	1) V_S > 8 V
8.4.10	OL detection voltage $V_{PS(OL)}$ = V_S - V_{OUTx}	$V_{PS(OL)}$	0.2	–	0.4	V	V_S > 8 V
8.4.11	Short circuit to GND detection threshold	$V_{OUT(SC)}$	0.8	–	1.4	V	V_S > 8 V

负载诊断

电气特性：IN_SET 引脚和负载诊断（续）

除非另有说明: V_S= 5.5 V 至 40 V，T_j= -40°C 至 +150°C，R_{SETx} =12 kΩ，所有电压均以地为基准，对于输入引脚（I），正向电流是流入引脚电流；对于 I/O 和输出引脚（O），正向电流是流出引脚电流（除非另有说明）

Pos.	Parameter	Symbol	Limit Values			Unit	Conditions
			Min.	Typ.	Max.		
8.4.12	SC detection filter time	t_{SC}	10	22	35	µs	[1] V_S > 8 V
8.4.13	IN_SET diagnosis reset time	$t_{IN_SET(reset)}$	–	5	20	µs	[1] V_S > 8 V
8.4.14	SC detection current in case of unconnected ST-pin	$I_{OUT(SC,STu)}$	100	200	300	µA	V_S > 8 V V_{OUTx} = 0 V
8.4.15	SC detection current in case of ST-pin shorted to GND	$I_{OUT(SC,STG)}$	0.1	2	4.75	mA	V_S > 8 V V_{OUTx} = 0 V V_{ST} = 0 V
8.4.16	IN_SET activation current without turn on of output stages	$I_{IN_SET(act)}$	2	–	15	µA	See **Figure 11**

1) 未经过生产测试，由设计指定

9 功率级

输出级实现电流为 120 mA 的高边电流源。在关闭状态下，输出级的漏电流被最小化，以防止LED发出微弱的光。为了增加高亮度LED应用的总输出电流，可以并联两个或全部三个输出级。

每个通道的最大电流受到耗散功率和所使用的PCB冷却区域的限制（这导致了应用R_{thJA}）。

对于工作电流控制环路，必须考虑符合以下参数的电源和输出电压：

- 电流控制所需供电电压$V_{S(CC)}$，**Pos. 5.4.10**
- 电流控制时输出级压降$V_{PS(CC)}$，**Pos. 9.2.6**
- 电流控制所需输出电压$V_{OUTx(CC)}$，**Pos. 9.2.7**

9.1 保护措施

该器件提供嵌入式保护功能，旨在防止 IC 在本数据手册所述故障条件下遭到破坏。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或重复的操作而设计的。

9.1.1 过载行为

LITIX™ Basic IC中集成了过载检测电路。它是通过监控输出级（OUTx）的温度来实现的。

一旦结温超过电流降低温度阈值 $T_{j(CRT)}$，器件就会通过降低 IN_SET 基准电压$V_{IN_SET(ref)}$来降低输出电流。这一特点避免了LED在静态输出过载条件下的闪烁。此外，它还可以防止 LED 过热，这些 LED 热安装在器件附近。如果器件温度仍然升高，输出电流会减小到接近 0 A。一旦器件冷却，输出电流就会再次上升。

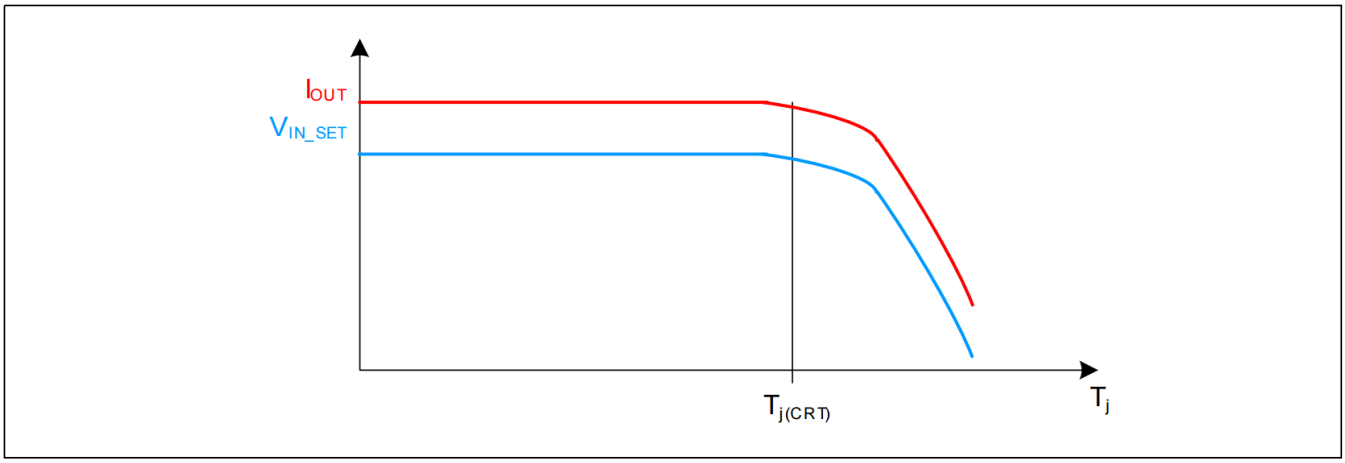


图 20 高温下输出电流降低

*注： 这种高温输出电流的减少是通过降低IN_SET 基准电压（**Pos. 8.4.1**）来实现的。如果器件施加非常高的功率损耗并且结温非常高，输出电流可能会下降到I_{OUTx} = 0 mA，稍稍冷却后电流会再次增加。*

功率级

9.1.2 电池防反接保护

TLD2311EL 具有集成的电池防反接保护功能。这一特性可以保护驱动IC本身，也可能保护连接的LED。输出反向电流受电池防反接保护限制为 $I_{OUTx(REV)}$。

注： 由于电池防反接保护，光模块的反向保护二极管可能不再需要。对于ISO 脉冲要求较高且只有电容器等少量保护元器件的情况，反向保护二极管可能是一个合理的选择。外部保护电路需要在应用中进行验证。

9.2 功率级电气特性

功率级电气特性

除非另有说明： V_S = 5.5 V 至 18 V，T_j = -40°C 至 +150°C， V_{OUTx} = 3.6 V，所有电压均以地为基准，对于输入引脚（I），正向电流是流入引脚电流；对于 I/O 和输出引脚（O），正向电流是流出引脚电流（除非另有说明）

Pos.	Parameter	Symbol	Limit Values			Unit	Conditions
			Min.	Typ.	Max.		
9.2.1	Output leakage current	$I_{OUTx(leak)}$	 – –	 – –	 7 3	µA	V_{EN} = 5.5 V I_{IN_SET} = 0 µA V_{OUTx} = 2.5 V T_j = 150 °C 1) T_j = 85 °C
9.2.2	Output leakage current in boost over battery setup	- $I_{OUTx(leak,B2B)}$	–	–	50	µA	1) V_{EN} = 5.5 V I_{IN_SET} = 0 µA V_{OUTx} = V_S = 40 V
9.2.3	Reverse output current	$-I_{OUTx(rev)}$	–	–	1	µA	1) V_S = -16 V Output load: LED with break down voltage <- 0.6V
9.2.4	Output current accuracy limited temperature range	k_{LT}	 697 645	 750 750	 803 855		1) T_j = 25...115 °C V_S = 8...18 V V_{PS} = 2 V R_{SETx} = 6...12 kΩ R_{SETx} = 30 kΩ
9.2.5	Output current accuracy over temperature	k_{ALL}	 697 645	 750 750	 803 855		1) T_j = -40...115 °C V_S = 8...18 V V_{PS} = 2 V R_{SETx} = 6...12 kΩ R_{SETx} = 30 kΩ
9.2.6	Voltage drop over power stage during current control $V_{PS(CC)} = V_S - V_{OUTx}$	$V_{PS(CC)}$	0.75	–	–	V	1) V_S = 13.5 V R_{SETx} = 12 kΩ I_{OUTx} ≥ 90% of ($k_{LT(typ)}/R_{SETx}$)
9.2.7	Required output voltage for current control	$V_{OUTx(CC)}$	2.3	–	–	V	1) V_S = 13.5 V R_{SETx} = 12 kΩ I_{OUTx} ≥ 90% of ($k_{LT(typ)}/R_{SETx}$)

功率级

功率级电气特性（续）

除非另有说明： V_S = 5.5 V 至 18 V，T_j = -40°C 至 +150°C， V_{OUTx} = 3.6 V，所有电压均以地为基准，对于输入引脚（I），正向电流是流入引脚电流；对于 I/O 和输出引脚（O），正向电流是流出引脚电流（除非另有说明）

Pos.	Parameter	Symbol	Limit Values			Unit	Conditions
			Min.	Typ.	Max.		
9.2.8	Maximum output current	$I_{OUT(max)}$	120	–	–	mA	R_{SETx} = 4.7 kΩ The maximum output current is limited by the thermal conditions. Please refer to **Pos. 4.3.1** - **Pos. 4.3.3**
9.2.9	ST turn on time	$t_{ON(ST)}$	–	–	15	µs	2) V_S = 13.5 V R_{SETx} = 12 kΩ ST → L I_{OUTx} = 80% of ($k_{LT(typ)}/R_{SETx}$)
9.2.10	ST turn off time	$t_{OFF(ST)}$	–	–	10	µs	2) V_S = 13.5 V R_{SETx} = 12 kΩ ST →H I_{OUTx} = 20% of ($k_{LT(typ)}/R_{SETx}$)
9.2.11	IN_SET turn on time	$t_{ON(IN_SET)}$	–	–	15	µs	V_S = 13.5 V I_{IN_SET} = 0 → 100 µA I_{OUTx} = 80% of ($k_{LT(typ)}/R_{SETx}$) No OL or SC at other channels
9.2.12	IN_SET turn off time	$t_{OFF(IN_SET)}$	–	–	10	µs	V_S = 13.5 V I_{IN_SET} = 100 → 0 µA I_{OUTx} = 20% of ($k_{LT(typ)}/R_{SETx}$)
9.2.13	VS turn on time	$t_{ON(VS)}$	–	–	20	µs	1) 3) V_{EN} = 5.5 V R_{SETx} = 12 kΩ V_S = 0 → 13.5 V I_{OUTx} = 80% of ($k_{LT(typ)}/R_{SETx}$)
9.2.14	Current reduction temperature threshold	$T_{j(CRT)}$	–	140	–	°C	1) I_{OUTx} = 95% of ($k_{LT(typ)}/R_{SETx}$)
9.2.15	Output current during current reduction at high temperature	$I_{OUT(CRT)}$	85% of ($k_{LT(typ)}/R_{SETx}$)	–	–	A	1) R_{SETx} = 12 kΩ T_j = 150 °C

1) 未经过生产测试，由设计指定

2) 另见**图 14**

3) 另见**图 6**

10 应用信息

注：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。

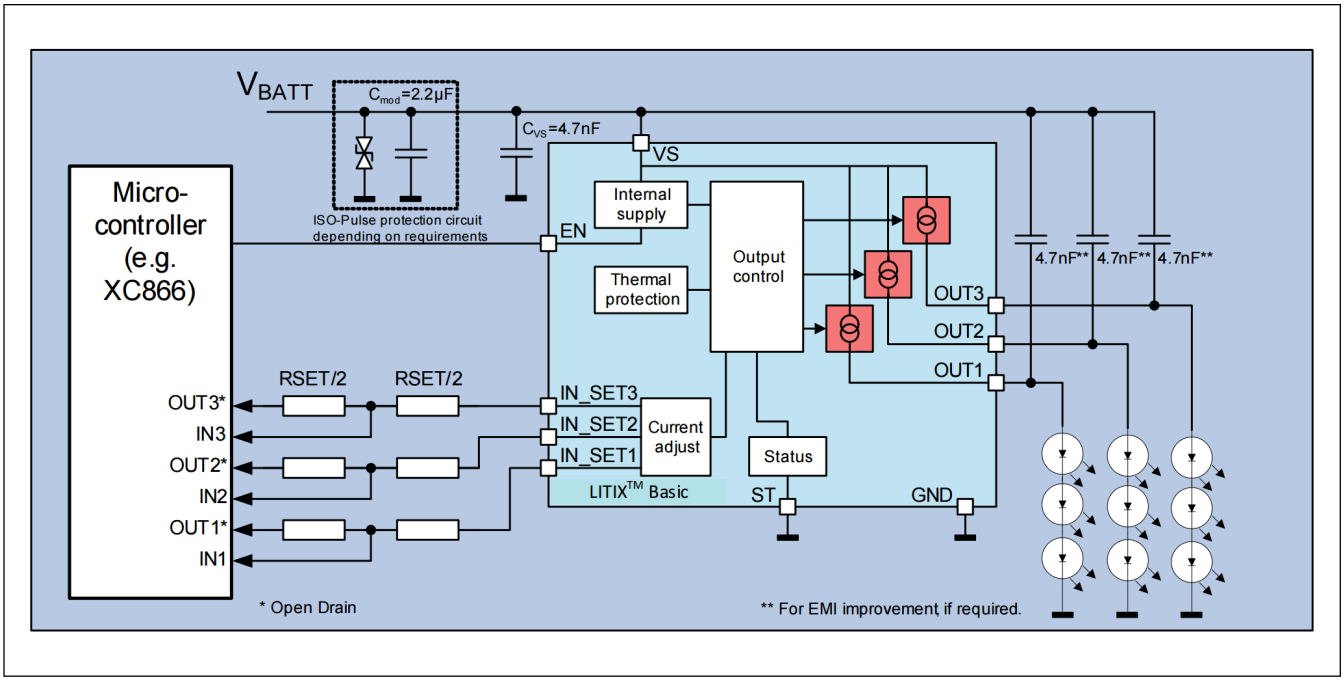


图 21 每个通道均有诊断的应用图

注： 这是一个非常简化的应用电路的示例。如果ISO 脉冲要求较高，则可以使用反向保护二极管来保护LED。功能需在实际应用中进行验证。

10.1 更多应用信息

- 如需了解更多信息，您可以访问 **http://www.infineon.cn/**

11 封装外形

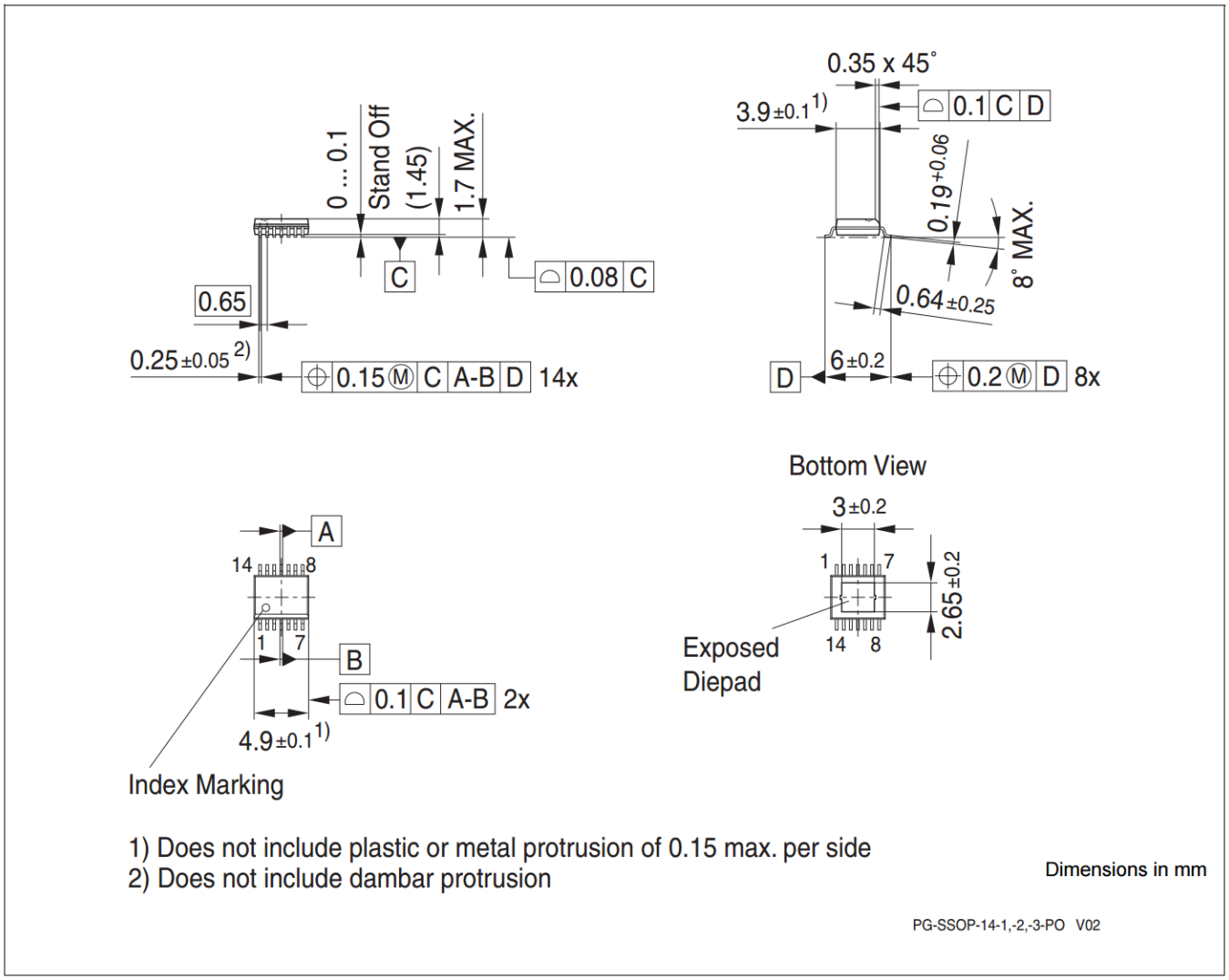


图 22 PG-SSOP-14

绿色产品：符合 RoHS 标准

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

有关替代封装的更多信息，请访问我们的网站：

http://www.infineon.com/packages。

12 修订记录

Revision	Date	Changes
1.0	2013-08-08	Inital revision of data sheet
1.1	2015-03-19	Updated parameters K_{LT} and K_{ALL} in the chapter Power Stage
1.2	2018-04-26	Updated to latest template
1.2	2018-04-26	Updated application drawing
1.2	2018-04-26	Updated package marking
1.2	2018-04-26	Updated package figure

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 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 7
4.3 热阻 7
5 EN 引脚 8
5.1 EN 功能 8
5.2 内部供电引脚 9
5.3 EN 未使用 10
5.3.1 EN - 上拉至 VS 10
5.3.2 EN - 直接连接到 VS 10
5.4 电气特性：内部供电 / EN 引脚 11
6 IN_SETx 引脚 14
6.1 通过 RSET 调节输出电流 14
6.2 智能输入引脚 14
7 ST 引脚 17
7.1 诊断选择器 17
7.2 诊断输出 17
7.3 禁用输入 17
8 负载诊断 19
8.1 负载开路 19
8.2 对地短路检测 20
8.3 双重故障条件 22
8.4 电气特性: IN_SET 引脚和负载诊断 24
9 功率级 26
9.1 保护措施 26
9.1.1 过载行为 26
9.1.2 电池防反接保护 27
9.2 功率级电气特性 27
10 应用信息 29
10.1 更多应用信息 29
11 封装外形 30
12 修订记录 31
目录 32

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

Edition 2018-04-26
Published by
Infineon Technologies AG
81726 Munich, Germany

© 2018 Infineon Technologies AG.
All Rights Reserved.

Do you have a question about any aspect of this document?
Email: erratum@infineon.com

Document reference
TLD2311EL

IMPORTANT NOTICE

The information given in this document shall in no event be regarded as a guarantee of conditions or characteristics ("Beschaffenheitsgarantie").

With respect to any examples, hints or any typical values stated herein and/or any information regarding the application of the product, Infineon Technologies hereby disclaims any and all warranties and liabilities of any kind, including without limitation warranties of non-infringement of intellectual property rights of any third party.

In addition, any information given in this document is subject to customer's compliance with its obligations stated in this document and any applicable legal requirements, norms and standards concerning customer's products and any use of the product of Infineon Technologies in customer's applications.

The data contained in this document is exclusively intended for technically trained staff. It is the responsibility of customer's technical departments to evaluate the suitability of the product for the intended application and the completeness of the product information given in this document with respect to such application.

For further information on technology, delivery terms and conditions and prices, please contact the nearest Infineon Technologies Office (**www.infineon.com**).

WARNINGS

Due to technical requirements products may contain dangerous substances.For information on the types in question please contact your nearest Infineon Technologies office.

Except as otherwise explicitly approved by Infineon Technologies in a written document signed by authorized representatives of Infineon Technologies, Infineon Technologies' products may not be used in any applications where a failure of the product or any consequences of the use thereof can reasonably be expected to result in personal injury.

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.

版本 **2026-09-22**

Infineon Technologies AG 出版，
德国 **Neubiberg 85579**

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

Do you have a question about this document?

Email:

erratum@infineon.com

重要通知

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，如无上述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档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。

如果本文档包含或引用软件：
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**。