

特性

- 具有集成和保护的输出级（电流源）的三通道器件，经过成本优化，作为低成本电流源驱动 LED
- 每通道高输出电流（高达 80 mA）
- 睡眠模式下的电流损耗非常低
- 当通道“关闭”时，输出泄漏极低
- 故障时低电平电流损耗
- LITIX™ Companion 直接驱动支持额外的输出电流需求，无需额外组件
- 智能故障管理：仅需一个外部电阻，即可让多达 16 个或更多设备共享一个公共错误网络
- 反极性保护可减少外部器件的需求，并提升低电池/输入电压下的系统性能
- 过载保护
- 宽温度范围：-40°C < TJ < 150°C
- 通过外部低功耗电阻控制输出电流
- 绿色产品：符合 RoHS 标准



潜在应用

- 每个功能采用共用和独立的 LED，实现高性价比的“刹车”/“尾灯”功能
- 转向灯
- 位置灯、雾灯、尾灯和侧标志灯
- 动画灯光功能，如流水转向和“欢迎/再见”功能
- 日行灯
- 内饰照明功能，如环境照明（包括 RGB 色彩控制）、照明和仪表板照明
- 工业应用和仪器仪表的 LED 指示灯

产品验证

汽车应用认证。产品依据 AEC-Q100/101 进行验证。

描述

英飞凌 LITIX™ Basic+ CLD2141-3EP 是一款带有集成输出级的三通道高边驱动 IC。它用于控制 LED，电流高达 80 mA。在典型的汽车应用中，若不考虑整体系统热性能的限制，该器件能够驱动每通道 3 个红光 LED 串联（总共 9 个 LED），电流高达 60 mA 甚至更高。实际上，输出电流由外部电阻器或基准源控制，与负载和供电电压的变化无关。

表 1 产品概述

Parameter	Symbol	Values
Operating voltage	$V_{S(nom)}$	5.5 V ... 40 V
Maximum voltage	$V_{S(max)}$ $V_{OUTx(max)}$	40 V
Nominal output (load) current	$I_{OUTx(nom)}$	60 mA (nominal) when using the automotive supply voltage range 8 V - 18 V. Currents up to $I_{OUTx(max)}$ are possible with low thermal resistance R_{thJA}
Maximum output (load) current	$I_{OUTx(max)}$	80 mA depending on R_{thJA}
Current accuracy at $R_{SET} = 10\text{ k}\Omega$	K_{LTx}	300±4.33%
Current consumption in sleep mode	$I_{S(sleep, typ)}$	0.1 μ A

(表格续下页……)

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）。

描述

表 1 (续) 产品概要

Parameter	Symbol	Values
Maximum current consumption during fault	$I_{S(fault, ERRN)}$	850 μ A or less when fault is detected from another device (disabled via ERRN)

Type	Package	Marking
CLD2141-3EP	PG-TSDSO-14	CLD2141

目录

	目录	3
1	框图	5
2	引脚配置	6
2.1	引脚分配	6
2.2	引脚定义和功能	6
3	产品一般特性	8
3.1	绝对最大额定值	8
3.2	工作范围	9
3.3	热阻	10
4	内部供电	11
4.1	描述	11
4.2	电气特性内部供电和 EN 引脚	13
5	功率级	15
5.1	保护	15
5.1.1	热保护	15
5.1.2	电池防反接保护	15
5.2	通过 IN_SET、OUT_SET 和 PWMI 引脚进行输出配置	16
5.2.1	IN_SET 引脚	16
5.2.2	通过 R_{SET} 调整输出电流	16
5.2.3	通过 IN_SET 进行输出控制	16
5.2.4	器件故障管理期间 IN_SET 引脚行为	18
5.2.5	OUT_SET 引脚	18
5.2.6	PWMI 直接控制	19
5.2.7	时序图	19
5.3	功率级电气特性	21
5.4	用于输出设置的电气特性 IN_SET、OUT_SET 和 PWMI 引脚	23
6	负载诊断	25
6.1	通过 ERRN 和 D 引脚进行错误管理	25
6.1.1	ERRN 引脚	25
6.1.2	D 引脚	26
6.2	负载开路 (OL) 与 OUTx 短接到 GND (SC)	27
6.2.1	故障管理 (D 引脚开路或用电容器连接至 GND)	27
6.2.2	故障管理 (D 引脚已连接至 GND)	29
6.3	电气特性：负载诊断和过载管理	31
7	PWM 控制 (数字调光)	34
7.1	PWM 单元	34
7.2	PWMI 直接控制	35



目录

7.3	时序图.....	36
7.4	电气特性 PWM 引擎.....	37
8	应用信息	40
9	封装外形	41
	修订记录	42
	免责声明.....	43

1 框图

1 框图

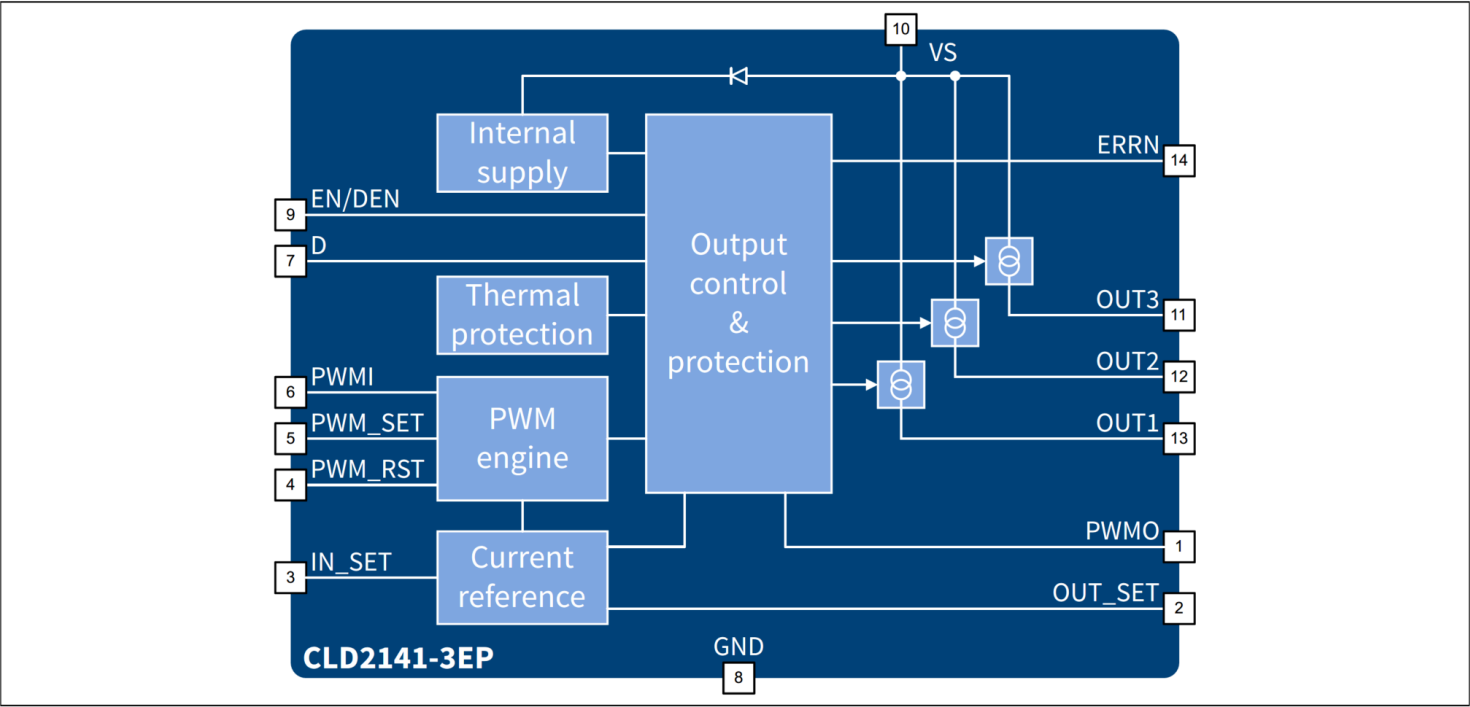


图 1 框图

2 引脚配置

2 引脚配置

2.1 引脚分配

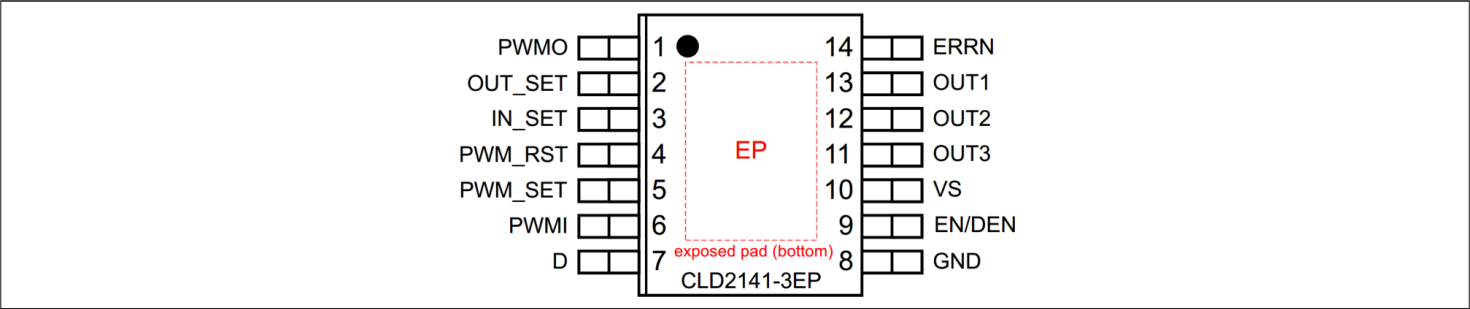


图 2 引脚配置

2.2 引脚定义和功能

Pin	Symbol	Function
10	VS	Supply voltage; Connected to battery or supply control switch, with EMC filter
8	GND	Ground; Signal ground
3	IN_SET	Control input for OUT channels; Connect to a low power resistor to adjust OUT output currents. Alternatively, a different current reference (i.e. the OUT_SET of another LITIX™ Basic+ LED Driver) may be connected
2	OUT_SET	Control output for additional current source; If an additional channel or output current with same input control is needed, connect this pin to the IN_SET pin of the additional LED driver. If not used, leave the pin open
6	PWMI	PWM input; Connect to an external PWM controller or a ceramic capacitor (when internal PWM engine is intended to be used). If not used, connect to GND
1	PWMO	PWM output; Buffered PWMI logic state. Used to drive additional devices with same timing as PWMI. If not used, leave the pin open
4	PWM_RST	PWM duty cycle reset input; Connect to a low power resistor to adjust PWM frequency and duty cycle. If the internal PWM engine is not used (direct PWMI drive) it should be left open
5	PWM_SET	PWM duty cycle set input; Connect to a low power resistor to adjust PWM frequency and duty cycle. If the internal PWM engine is not used (direct PWMI drive) it should be left open
7	D	Disable/delay error input; Connect to a capacitor, leave open or connect to GND, depending on the required diagnosis management (see Chapter 6 for further details)
14	ERRN	ERROR flag I/O; Open drain, active low. Connect to a pull-up resistor
9	EN/DEN	Outputs enable and diagnosis control input; Connect to a control input (i.e. to VS via a resistor divider or a Zener diode) to enable OUTx control and diagnosis capability
13	OUT1	Channel 1 output pin; Connect to the target load
12	OUT2	Channel 2 output pin; Connect to the target load

2 引脚配置

Pin	Symbol	Function
11	OUT3	Channel 3 output pin; Connect to the target load
Exposed Pad	EP	Exposed Pad; Connected to GND-pin in application

3 产品一般特性

3 产品一般特性

3.1 绝对最大额定值

表 2 绝对最大额定值¹⁾

TJ = -40°C 至 +150°C; $R_{IN_SET} = 10\text{ k}\Omega$; 所有电压均相对于 GND, 正向电流流入输入和 I/O 引脚, 正向电流从输出引脚流出 (除非另有说明)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Voltage							
Supply voltage	V _S	-18	–	40	V	–	P_4.1.1
EN/DEN voltage	V _{EN/DEN}	-18	–	40	V	–	P_4.1.3
EN/DEN voltage related to V _S : V _{EN/DEN} - V _S	V _{EN/} DEN(VS)	-40	–	18	V	–	P_4.1.4
EN/DEN voltage related to V _{OUTx} : V _{EN/DEN} - V _{OUTx}	V _{EN/} DEN(VOUTx)	-18	–	40	V	–	P_4.1.5
Output voltages	V _{OUTx}	-1	–	40	V	–	P_4.1.10
Output voltages related to V _S : V _S - V _{OUTx}	V _{OUTx} (VS)	-18	–	40	V	–	P_4.1.11
IN_SET voltages	V _{IN_SET}	-0.3	–	6	V	–	P_4.1.12
PWMI voltage	V _{PWMI}	-0.3	–	6	V	–	P_4.1.14
PWMO voltage	V _{PWMO}	-0.3	–	6	V	–	P_4.1.15
PWM_RST voltage	V _{PWM_RST}	-0.3	–	6	V	–	P_4.1.16
PWM_SET voltage	V _{PWM_SET}	-0.3	–	6	V	–	P_4.1.17
ERRN voltage	V _{ERRN}	-0.3	–	40	V	–	P_4.1.18
D Voltage	V _D	-0.3	–	6	V	–	P_4.1.19
Current							
Output currents (On each output channel OUTn)	I _{OUTx}	0	–	90	mA	–	P_4.1.21
PWMI current	I _{PWMI}	-0.5	–	0.5	mA	–	P_4.1.26
PWMO current	I _{PWMO}	-2	–	2	mA	–	P_4.1.27
PWM_RST current	I _{PWM_RST}	0	–	300	μA	–	P_4.1.28
PWM_SET current	I _{PWM_SET}	0	–	300	μA	–	P_4.1.29
IN_SET current	I _{IN_SET}	0	–	300	μA	–	P_4.1.30
D current	I _D	-0.5	–	0.5	mA	–	P_4.1.31
OUT_SET current	I _{OUT_SET}	0	–	0.5	mA	–	P_4.1.32

温度

(表格续下页.....)

表 2 (续) 绝对最大额定值¹⁾

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$; $R_{IN_SET} = 10\text{ k}\Omega$; 所有电压均相对于 GND, 正向电流流入输入和 I/O 引脚, 正向电流从输出引脚流出 (除非另有说明)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Junction temperature	T_J	-40	–	150	$^{\circ}\text{C}$	–	P_4.1.33
Storage temperature	T_{stg}	-55	–	150	$^{\circ}\text{C}$	–	P_4.1.34

ESD susceptibility

ESD susceptibility all pins to GND	V_{ESD}	-2	–	2	kV	HBM ²⁾	P_4.1.36
ESD susceptibility all pins to GND	V_{ESD}	-500	–	500	V	CDM ³⁾	P_4.1.37
ESD susceptibility Pin 1, 7, 8, 14 (corner pins) to GND	$V_{ESD1,7,8,14}$	-750	–	750	V	CDM ³⁾	P_4.1.38

1) 未经过生产测试, 由设计指定

2) ESD 耐受性, 基于 ANSI/ESDA/JEDEC JS001 的 HBM 模型 (1.5 k Ω , 100 pF)

3) ESD 耐受性, 带电器件模型“CDM”, 符合 JEDEC JESD22-C101

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。

3.2 工作范围

表 3 工作范围

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Voltage range for normal operation	$V_{S(nom)}$	5.5	–	18	V	–	P_4.2.1
Extended supply voltage for functional range	$V_{S(ext)}$	$V_{SUV(ON)}$	–	40	V	–	P_4.2.2
Junction temperature	T_J	-40	–	150	$^{\circ}\text{C}$	–	P_4.2.4

注释: 在正常工作范围内, IC 按照电路说明中的描述正常工作。在扩展工作范围内, 参数可能会出现偏差。电气特性是在电气特性表中注明的条件指定的。

3.3 热阻

注释： 热学数据是根据 JEDEC JESD51 标准生成的。如需了解更多信息，请访问 www.jedec.org。

表 4 热阻¹⁾

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Junction to Case	R_{thJC}	–	–	10	K/W	^{1) 2)}	P_4.3.1
Junction to Ambient 1s0p board	R_{thJA1}				K/W	^{1) 3)}	P_4.3.3
		–	61	–		$T_A = 85^\circ\text{C}$	
		–	56	–		$T_A = 135^\circ\text{C}$	
Junction to Ambient 2s2p board	R_{thJA2}				K/W	^{1) 4)}	P_4.3.4
		–	45	–		$T_A = 85^\circ\text{C}$	
		–	43	–		$T_A = 135^\circ\text{C}$	

1) 未经过生产测试，由设计指定。

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）。

$T_A = 85^\circ\text{C}$ 。总耗散功率 = 1.5 W

3) 指定的 R_{thJA} 值按照 Jedec JESD51-3 标准，在 FR4 1s0p 板上自然对流条件下测量的。产品（芯片+封装）在 $76.2 \times 114.3 \times 1.5$ mm 的板上进行了模拟，板上有 70 μm 的铜层，300 mm² 的冷却面积。总功率耗散为 1.5 W，静态且均匀地分布在所有功率阶段。

4) 指定的 R_{thJA} 值按照 Jedec JESD51-5,-7 标准，在 FR4 2s2p 板上自然对流条件下测量。产品（芯片+封装）在 $76.2 \times 114.3 \times 1.5$ mm 板上进行了模拟，板上有 2 层内铜层（ $2 \times 70 \mu\text{m Cu}$ 、 $2 \times 35 \mu\text{m Cu}$ ）。在适用情况下，裸露焊盘下的热通孔阵列与第一层内铜层接触。总耗散功率为 1.5 W，静态和均匀分布在所有功率级上。

4 内部供电

本章介绍内部供电的主要参数和功能。

4.1 描述

图 3 对内部供电原理的概念图进行了详细说明。

如果施加在 EN/DEN 引脚上的电压低于 $V_{EN(th)}$ ，器件将进入休眠模式。在此状态下，所有内部功能均关闭，电流损耗降低至 $I_{S(sleep)}$ 。

一旦电源引脚上施加的电压 V_S 高于 $V_{SUV(ON)}$ 且 EN/DEN 引脚电压高于 $V_{EN(th)}$ ，经过上电复位时间 t_{POR} 后，器件已准备好向输出级提供电流。在相关应用条件下，即便使用 V_S 或 EN/DEN 线路控制时，也必须考虑 PWM 上电复位时间 t_{PORo} 。

此外，如果通过 PWM 引擎进行 PWM 控制，则必须满足条件 $V_S > V_{SUV(ON)}$ 和 $V_{ENn} > V_{ENx(th)}$ 才能激活 PWM 引擎（因此也激活输出）。

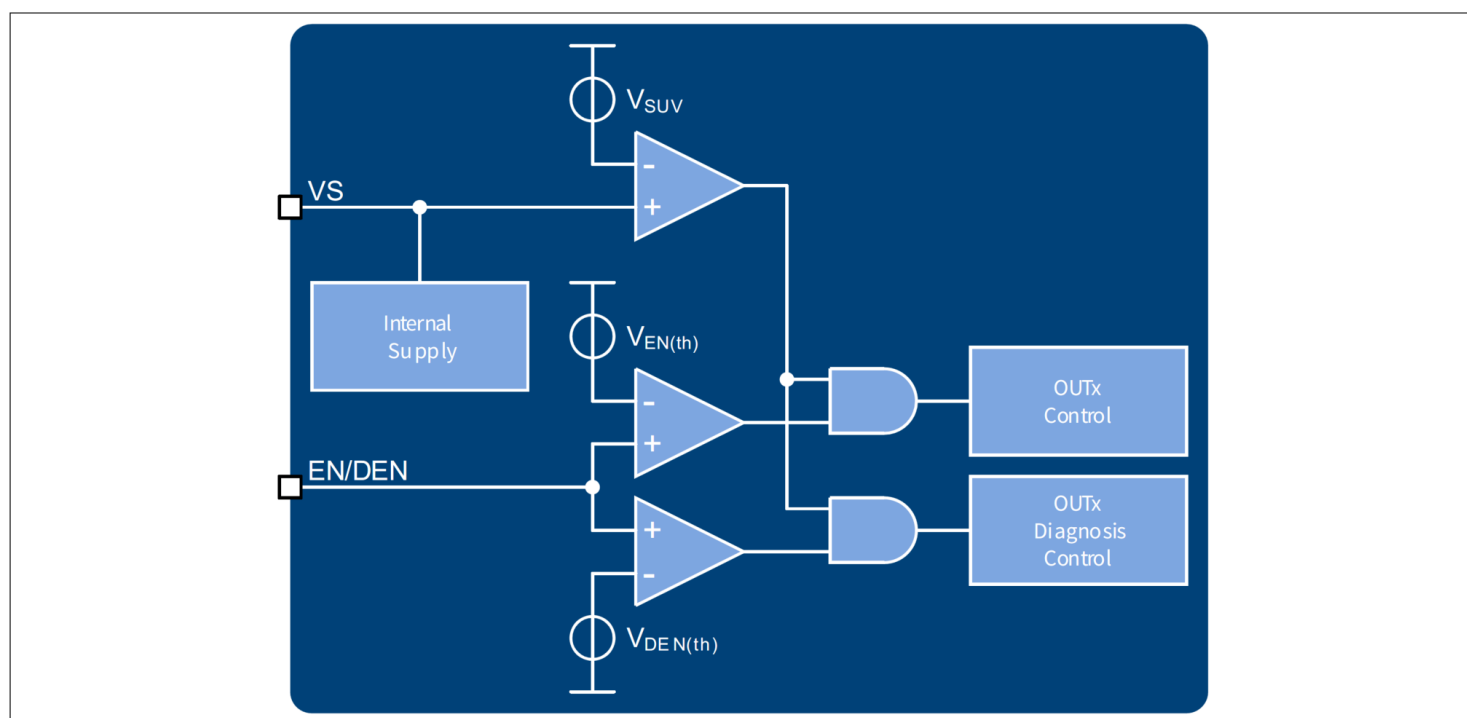


图 3 内部供电

此外，一旦施加在电源引脚 V_S 上的电压高于 $V_{SUV(ON)}$ 并且施加在 EN/DEN 引脚 V_{EN} 上的电压高于 $V_{DEN(th)}$ ，该器件就准备好通过 ERRN（错误网络引脚）检测和报告故障情况，如第 6 章所述。

要通过 EN/DEN 引脚对输出使能和诊断使能进行编程，有多种实现方案，例如从 V_S 到 GND 的电阻分压器、从 EN/DEN 到 V_S 的齐纳二极管以及逻辑控制引脚（例如来自微控制器的输出）。

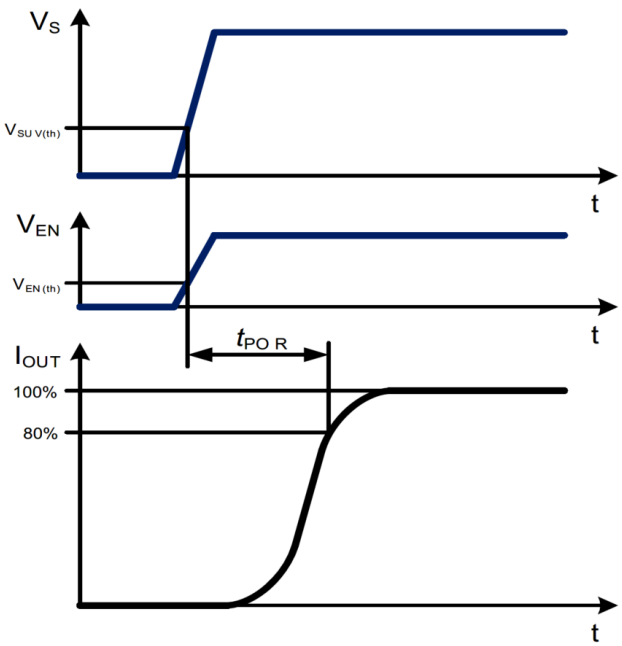


图 4 上电复位时序图

4.2 电气特性内部供电和 EN 引脚

表 5 电气特性：内部供电和 EN 引脚

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$; $V_S = 5.5\text{ V}$ 至 18 V ; $R_{IN_SET} = 10\text{ k}\Omega$; 所有电压相对于 GND, 正向电流流入输入和 I/O 引脚, 正向电流从输出引脚流出 (除非另有说明)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Current consumption, sleep mode	$I_{S(\text{sleep})}$	–	0.1	2	μA	¹⁾ $V_{EN} = 0\text{ V}$ $T_J < 85^{\circ}\text{C}$ $V_S = 18\text{ V}$ $V_{OUTx} = 3.6\text{ V}$	P_5.2.1
Current consumption, active mode (no fault)	$I_{S(\text{active})}$	–	1.5	3	mA	$V_{EN} = 5.5\text{ V}$ $I_{IN_SETx} = 0\text{ }\mu\text{A}$ $T_J < 105^{\circ}\text{C}$ $V_S = 18\text{ V}$ $V_{OUTx} = 3.6\text{ V}$ $I_{PWM_SET} = I_{PWM_RST} = 100\text{ }\mu\text{A}$ $V_{PWMI} = 0\text{ V}$	P_5.2.3
Current consumption during fault condition triggered from another device sharing ERRN bus (all channels deactivated)	$I_{S(\text{fault, ERRN})}$	–	–	850	μA	$V_{EN} = 5.5\text{ V}$ $T_J < 105^{\circ}\text{C}$ $V_S = 18\text{ V}$ $V_{ERRN} = 0\text{ V}$ $V_{OUTx} = 3.6\text{ V}$ D open $V_{PWMI} = 0\text{ V}$	P_5.2.4
Current consumption during fault condition (all channels deactivated)	$I_{S(\text{fault, OUT})}$	–	–	1.25	mA	$V_{EN} = 5.5\text{ V}$ $T_J < 105^{\circ}\text{C}$ $V_S = 18\text{ V}$ $V_{OUT1} = 0\text{ V}$ $V_{OUT2} = V_{OUT3} = 3.6\text{ V}$ D open $V_{PWMI} = 0\text{ V}$	P_5.2.16

Supply thresholds

Required supply voltage for output activation	$V_{SUV(ON)}$	–	–	5.5	V	$V_{EN} = V_S$ $V_{OUTx} = 3\text{ V}$ $R_{IN_SET} = 6.8\text{ k}\Omega$ $I_{OUTx} > 50\%$ $I_{OUTx(nom)}$	P_5.2.5
---	---------------	---	---	-----	------------	---	---------

(表格续下页.....)

4 内部供电

表 5 (续) 电气特性：内部供电和 EN 引脚

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$; $V_S = 5.5\text{ V}$ 至 18 V ; $R_{\text{IN_SET}} = 10\text{ k}\Omega$; 所有电压相对于 GND, 正向电流流入输入和 I/O 引脚, 正向电流从输出引脚流出 (除非另有说明)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Required supply voltage for output deactivation	$V_{\text{SUV(OFF)}}$	4.5	–	–	V	$V_{\text{EN}} = V_S$ $V_{\text{OUTx}} = 3\text{ V}$ $R_{\text{IN_SET}} = 6.8\text{ k}\Omega$ $I_{\text{OUTx}} < 50\%$ $I_{\text{OUTx(nom)}}$	P_5.2.6
Supply voltage activation hysteresis: $V_{\text{SUV(ON)}} - V_{\text{SUV(OFF)}}$	$V_{\text{SUV(hys)}}$	–	200	–	mV	¹⁾ $V_{\text{EN}} > V_{\text{EN(th)}}$	P_5.2.8

EN pin

EN outputs enable threshold	$V_{\text{EN(th)}}$	1.4	1.65	1.8	V	$V_S = 5.5\text{ V}$ $V_{\text{PS}} = 2\text{ V}$ $R_{\text{IN_SET}} = 6.8\text{ k}\Omega$ $I_{\text{OUTx}} = 50\%$ $I_{\text{OUTx(nom)}}$	P_5.2.9
DEN diagnosis enable threshold	$V_{\text{DEN(th)}}$	2.4	2.5	2.8	V	$V_S = 5.5\text{ V}$	P_5.2.11
DEN diagnosis enable hysteresis	$V_{\text{DEN(hys)}}$	–	120	–	mV	¹⁾ $R_{\text{IN_SET}} = 6.8\text{ k}\Omega$	P_5.2.12
EN/DEN pull-down current	$I_{\text{EN/DEN (PD)}}$	–	–	15	μA	¹⁾ $V_S > 8\text{ V}$ $V_{\text{EN/DEN}} = 2.8\text{ V}$	P_5.2.17
EN/DEN pull-down current	$I_{\text{EN/DEN (PD)}}$	–	–	35	μA	¹⁾ $V_S > 8\text{ V}$ $V_{\text{EN/DEN}} = 5.5\text{ V}$	P_5.2.14
EN/DEN pull-down current	$I_{\text{EN/DEN (PD)}}$	–	–	150	μA	¹⁾ $V_S > 8\text{ V}$ $V_{\text{EN/DEN}} = V_S$	P_5.2.15

Timing

Power on reset delay time	t_{POR}	–	–	25	μs	¹⁾ V_S rising from 0 V to 13.5 V $V_{\text{OUTx}} = 3.6\text{ V}$ $R_{\text{IN_SET}} = 6.8\text{ k}\Omega$ $I_{\text{OUTx}} = 80\%$ $I_{\text{OUTx(nom)}}$	P_5.2.13
---------------------------	------------------	---	---	----	---------------	--	----------

1) 未经过生产测试：由设计指定

5 功率级

5 功率级

三个输出级为高边电流源，输出电流高达 80mA。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。

最大输出电流受限于耗散功率和使用的 PCB 散热面积。

对于一个工作的输出电流控制环路，供电和输出电压需要基于以下参数考虑：

- 电流控制所需供电电压 $V_{S(CC)}$
- 电流控制期间输出级的电压降 $V_{PSx(CC)}$
- 电流控制所需的输出电压 $V_{OUTx(CC)}$

5.1 保护

该器件具有内置的保护功能，用于防止在本数据手册中描述的故障条件下 IC 受到损坏。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。

5.1.1 热保护

器件中集成了热保护电路。它是通过监控输出级的温度来实现的。

一旦结温超过降电流温度阈值 $T_{J(CRT)}$ ，器件就可以通过降低 IN_SETx 基准电压 $V_{IN_SETx(ref)}$ 来降低输出电流。该功能能够有效地防止 LED 在静态输出过载条件下闪烁。此外，该功能还可以帮助保护与热的器件接近的 LED 免受过热的影响。如果器件温度仍然升高，三个输出电流将降低到接近 0 A。只要器件冷却下来，输出电流就会再次上升。

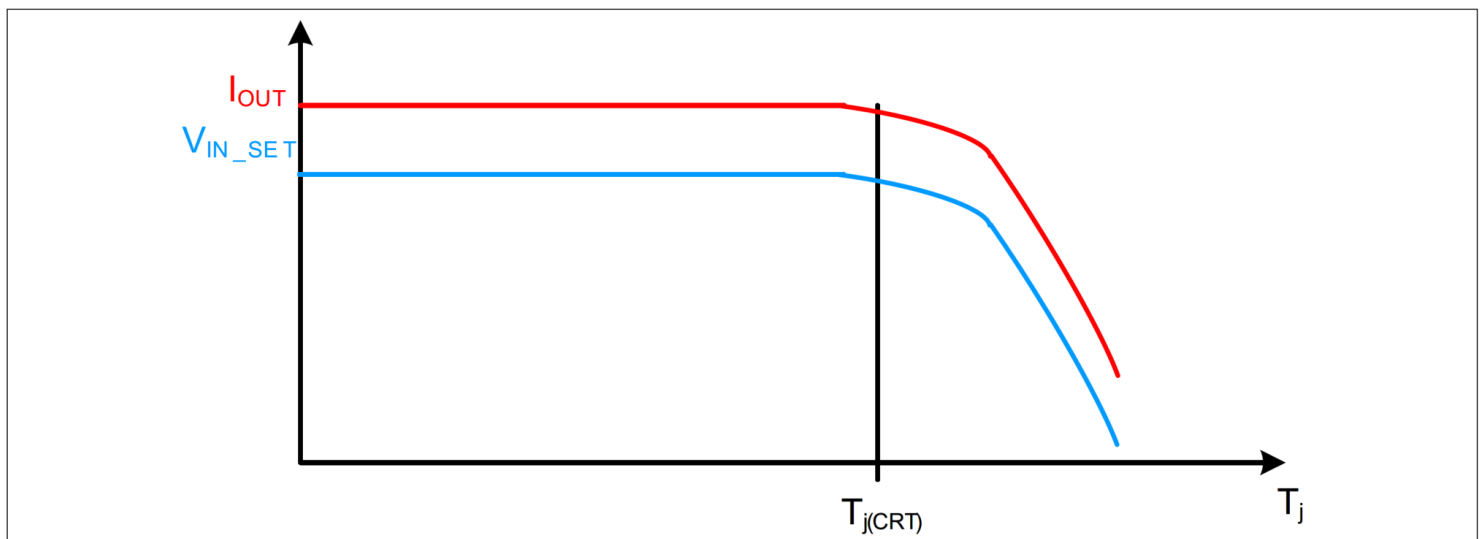


图 5 高温下输出电流下降（定性图）

注释： 假设在 IN_SET 和 GND 之间使用了一个配置电阻 R_{SET} ，而不是电流源，以确保保护有效。

5.1.2 电池防反接保护

该器件具有集成的电池反接保护功能。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 $I_{OUTx(REV)}$ 。

5.2 通过 IN_SET、OUT_SET 和 PWMI 引脚进行输出配置

可以通过 IN_SET 和 OUT_SET（无需其它外部元件即可驱动附加器件）引脚定义输出电流。

5.2.1 IN_SET 引脚

IN_SET 引脚是一个多功能引脚，用于输出电流定义和输入控制。

通过定义 IN_SET 电流可以进行输出电流的定义和模拟调光控制。

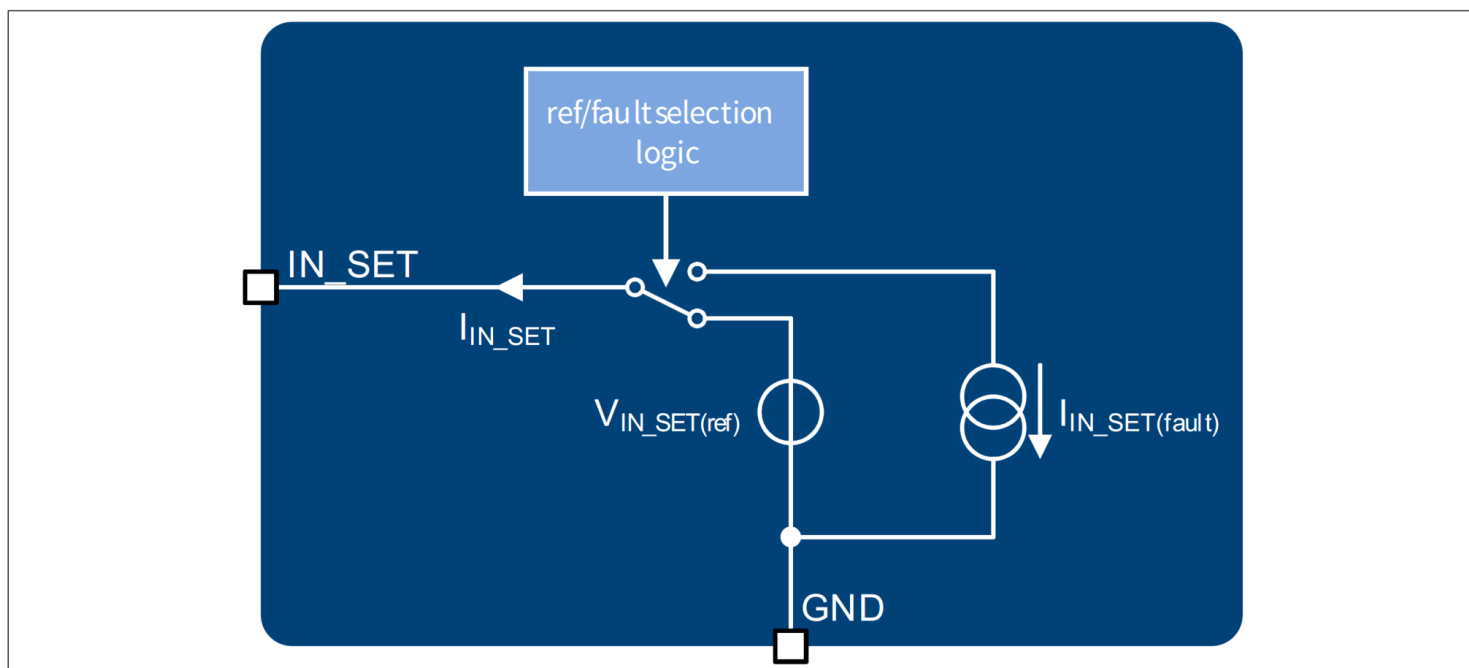


图 6 IN_SET 引脚框图

5.2.2 通过 R_SET 调节输出电流

通过在 IN_SET 引脚和接地之间连接一个小功率电阻（ R_{SET} ），可以定义通道的输出电流。电阻的尺寸可以使用以下公式确定：

$$I_{OUTx} = k_x \cdot I_{IN_SET} = k_x \cdot V_{IN_SET(ref)} / R_{SET} \quad (1)$$

增益系数 k_x （定义为比例： I_{OUTx} / I_{IN_SET} ）如 图 7 所示。

通过 R_{SETx} 的电流由电阻器本身和基准电压 $V_{IN_SET(ref)}$ 定义，该基准电压是在器件供电且通道启用时施加到 IN_SET 引脚上的。

5.2.3 通过 IN_SET 进行输出控制

IN_SET 引脚可以通过 R_{SET} 连接至微处理器的开漏输出，或者连接至外部 NMOS 晶体管，如 图 9 所示，该信号可用于关闭 IC 的相关输出级。

需要最小 IN_SET 电流为 $I_{IN_SET(ACT)}$ 才能打开输出级。此特性是为了防止因 IN_SET 引脚上的漏电流而导致 LED 发光，参见 图 7 了解详情。

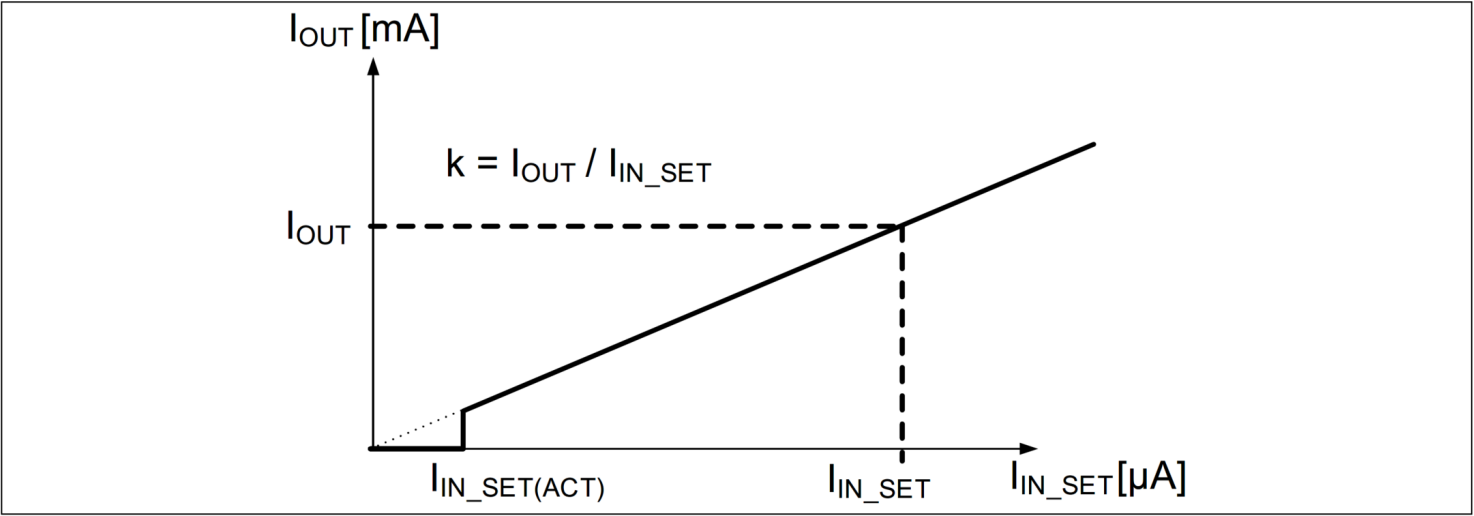


图 7 I_{OUT} 与 I_{IN_SET}

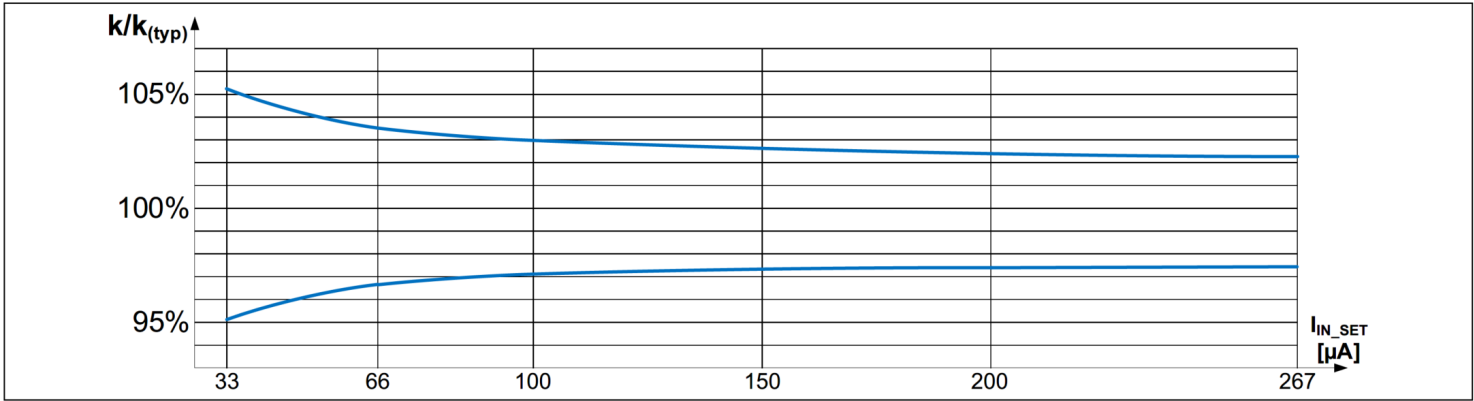


图 8 $T_J = 25^{\circ}C$ 时的典型输出电流精度 I_{OUT}/I_{IN_SET}

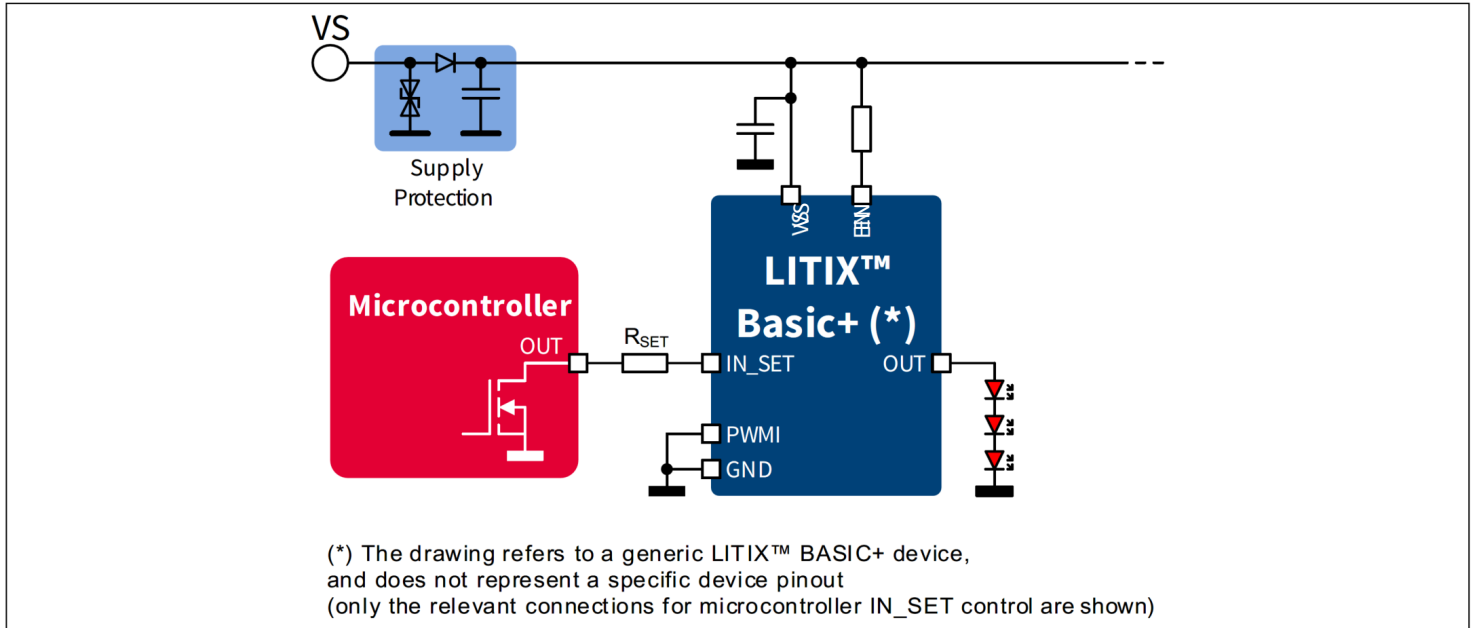


图 9 通过 IN_SET 引脚和开漏级输出进行输出控制（简化图）

5.2.4 器件故障管理期间 IN_SET 引脚行为

如果 IN_SET 引脚控制的通道出现故障条件，一旦 D 引脚达到高电平阈值 $V_{D(th)}$ ，IN_SET 引脚的电流就会降低至 $I_{IN_SET(fault)}$ ，以尽量减少故障条件下整个器件的电流损耗（详细描述参见 第 6 章：负载诊断）

5.2.5 OUT_SET 引脚

OUT_SET 引脚镜像由外部电阻器 R_{SET} 定义的 IN_SET 电流，可用于定义额外复制器件的 IN_SET 电流。

如果未达到最小 IN_SET 激活电流 $I_{IN_SET(act)}$ 或 D 引脚达到高电平阈值 $V_{D(th)}$ ，则 OUT_SET 电流将降低至 $I_{OUT_SET(OFF)}$ 。这样，即使需要数字调光，也无需外部元件，即可通过 OUT_SET 驱动其他设备（参见 第 8 章 的应用图示例）。

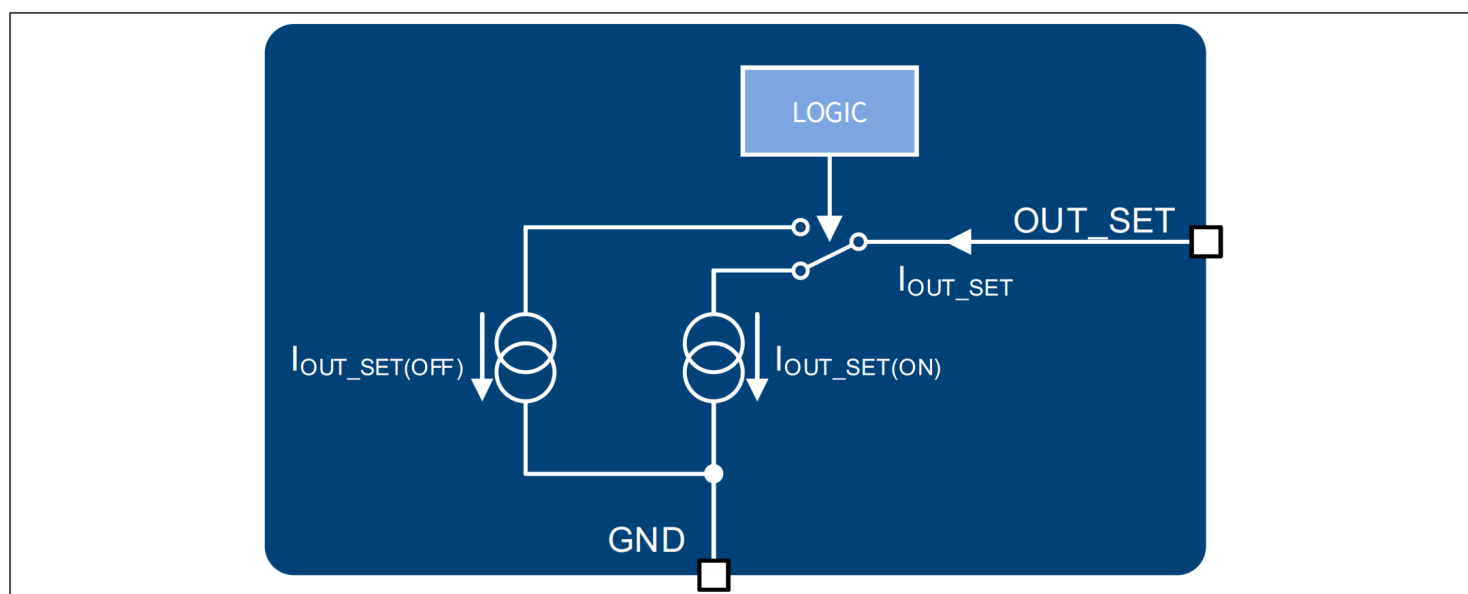


图 10 OUT_SET 引脚框图

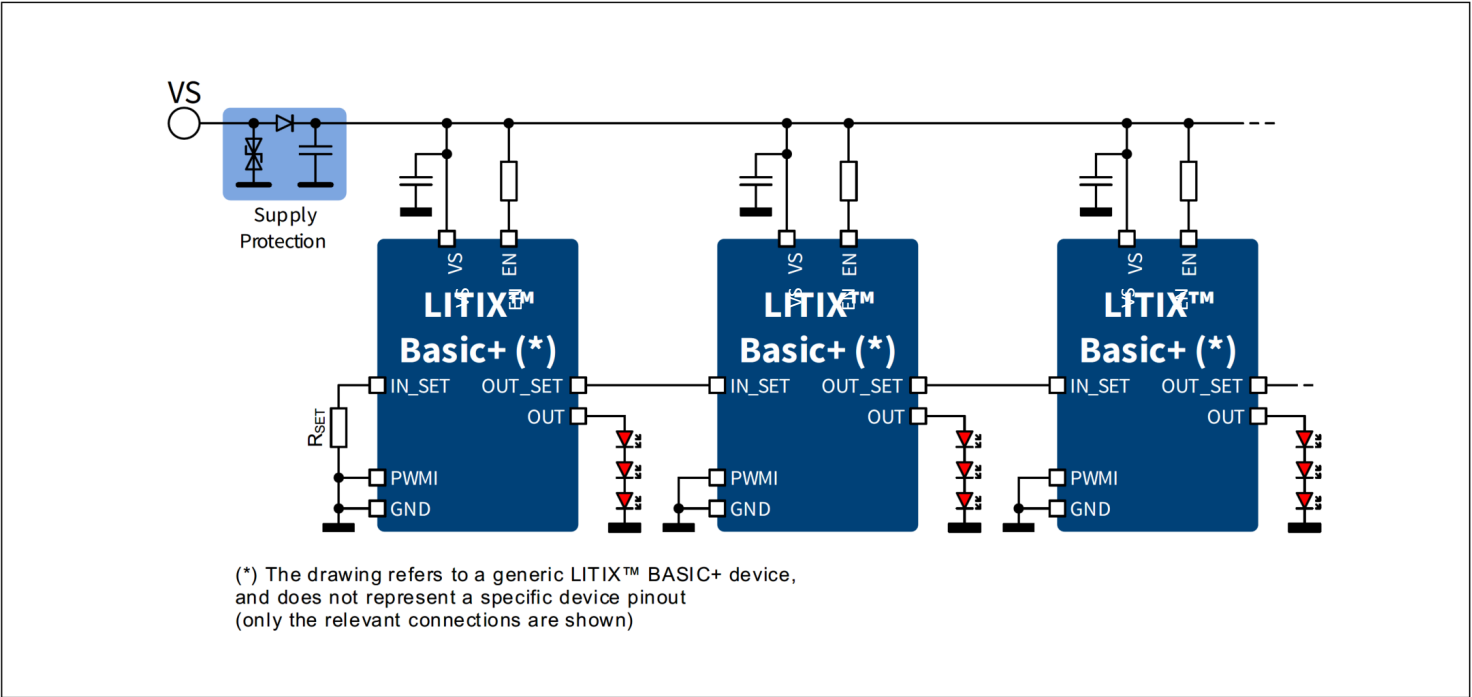


图 11 IN_SET 至 OUT_SET 串行连接示例

5.2.6 PWMI 直接控制

PWMI 输入可以通过 LITIX™ Basic+ 系列的另一个器件的 PWMO 输出来控制，或者也可以通过一个 MCU 的推挽输出级来控制：主控 MCU 通过施加适当的控制周期来确定数字调光特性，从而根据所选调光功能设置"开"/"关"时序。

5.2.7 时序图

下图（图 12、图 14）显示了不同驱动输入对输出激活延迟的影响。

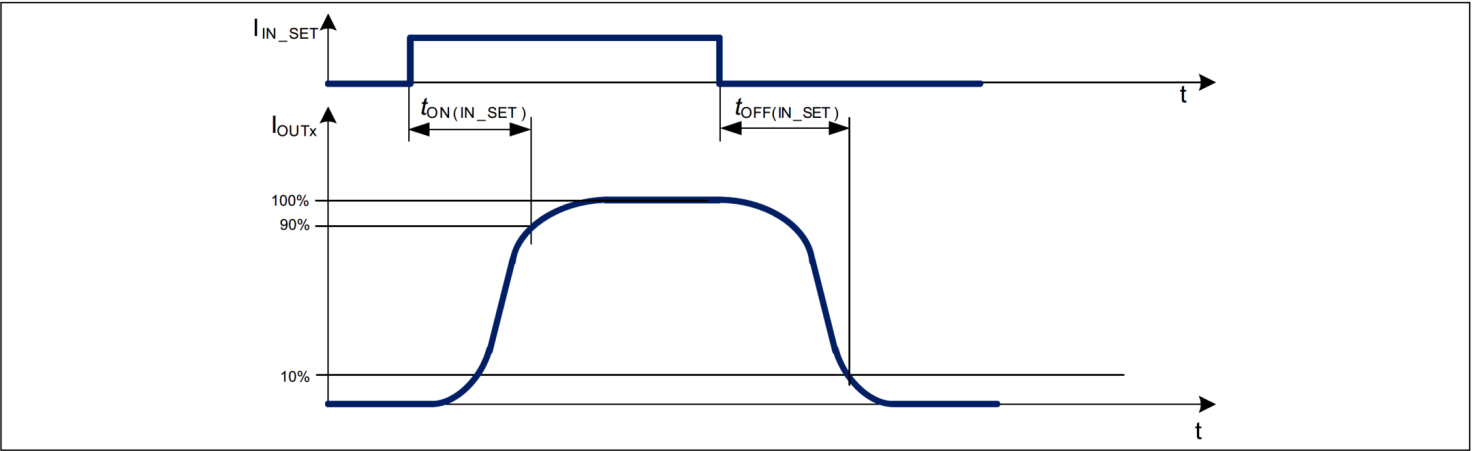


图 12 IN_SET 开启和关闭延迟时序图

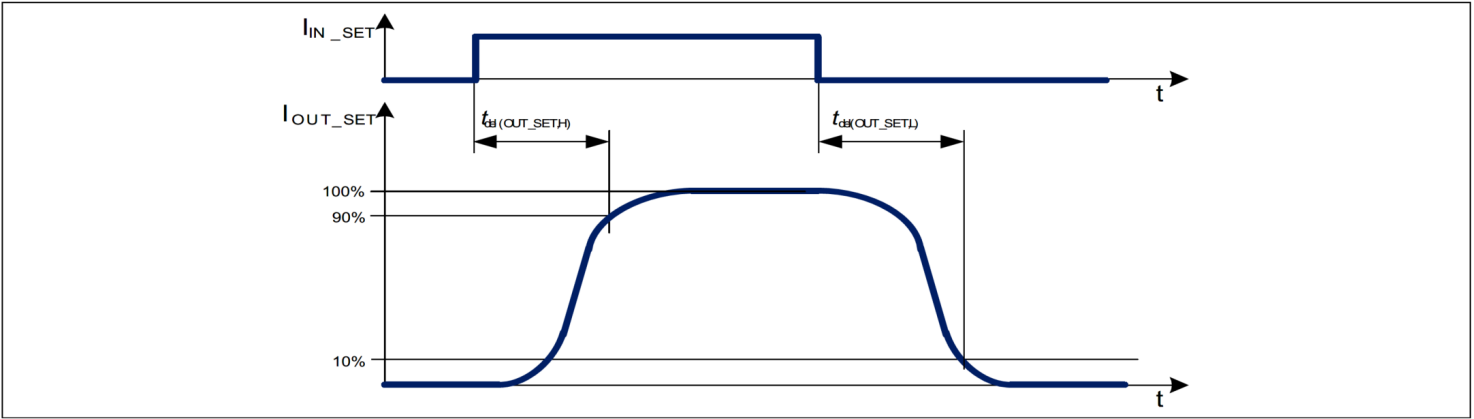


图 13 IN_SET 至 OUT_SET 激活和停用延迟时序图

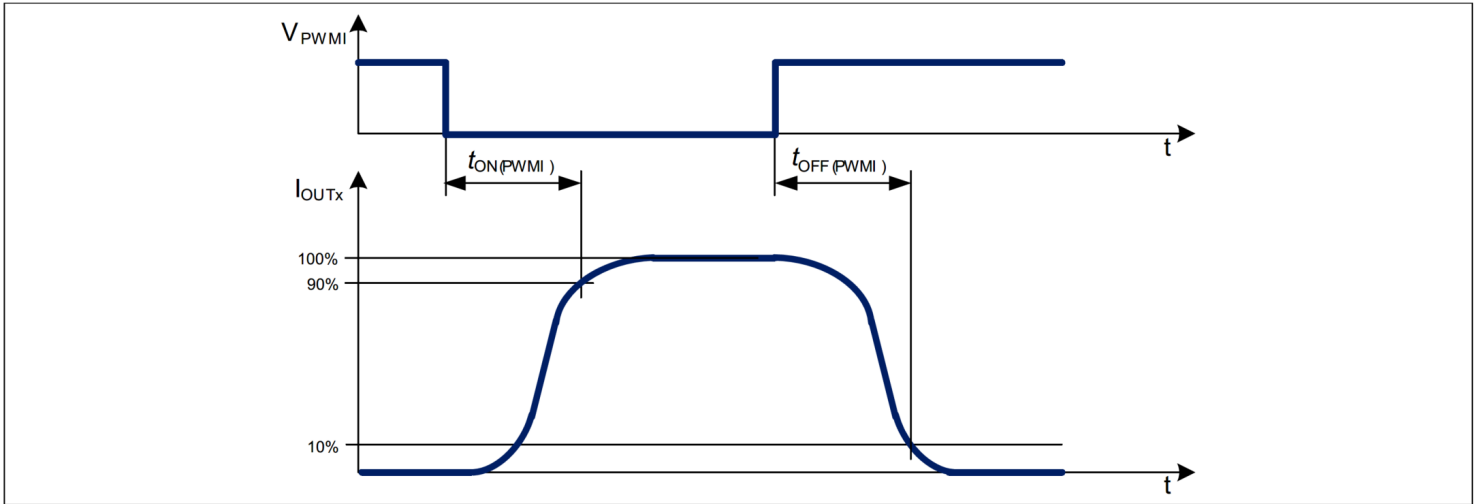


图 14 PWMI 开启与关闭时序图

5 功率级

5.3 功率级电气特性

表 6 电气特性：功率级

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$; $V_S = 5.5\text{ V}$ 至 18 V ; $R_{IN_SET} = 10\text{ k}\Omega$; 所有电压相对于 GND, 正向电流流入输入和 I/O 引脚, 正向电流从输出引脚流出 (除非另有说明)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Output leakage currents	$I_{OUTx(leak)}$	–	–	3	μA	¹⁾ $V_{ENx} = 5.5\text{ V}$ $I_{IN_SETx} = 0\text{ }\mu\text{A}$ $V_{OUTx} = 2.5\text{ V}$ $T_J = 85^{\circ}\text{C}$	P_6.5.1
Output leakage currents	$I_{OUTx(leak)}$	–	–	7	μA	¹⁾ $V_{ENx} = 5.5\text{ V}$ $I_{IN_SETx} = 0\text{ }\mu\text{A}$ $V_{OUTx} = 2.5\text{ V}$ $T_J = 150^{\circ}\text{C}$	P_6.5.59
Reverse output currents	$I_{OUTx(rev)}$	–	–	3	μA	¹⁾ $V_{EN} = V_S$ $V_{Sx} = -18\text{ V}$ Output load: LED with break down voltage $< -0.6\text{ V}$	P_6.5.2

Output current accuracy

Output current accuracy	K_{LTx}	284	300	316	–	¹⁾ $T_J = 25... 115^{\circ}\text{C}$ $V_S = 8... 18\text{ V}$ $V_{PSx} = 2\text{ V}$ $I_{IN_SETx} = 33\text{ }\mu\text{A}$	P_6.5.30
Output current accuracy	K_{ALLx}	281	300	319	–	¹⁾ $T_J = -40... 115^{\circ}\text{C}$ $V_S = 8... 18\text{ V}$ $V_{PSx} = 2\text{ V}$ $I_{IN_SETx} = 33\text{ }\mu\text{A}$	P_6.5.31
Output current accuracy	K_{LTx}	287	300	313	–	¹⁾ $T_J = 25... 115^{\circ}\text{C}$ $V_S = 8... 18\text{ V}$ $V_{PSx} = 2\text{ V}$ $I_{IN_SETx} = 66\text{ }\mu\text{A}$	P_6.5.32
Output current accuracy	K_{ALLx}	284	300	316	–	¹⁾ $T_J = -40... 115^{\circ}\text{C}$ $V_S = 8... 18\text{ V}$ $V_{PSx} = 2\text{ V}$ $I_{IN_SETx} = 66\text{ }\mu\text{A}$	P_6.5.33
Output current accuracy	K_{LTx}	290	300	310	–	¹⁾ $T_J = 25... 115^{\circ}\text{C}$ $V_S = 8... 18\text{ V}$ $V_{PSx} = 2\text{ V}$ $I_{IN_SETx} = 200\text{ }\mu\text{A}$	P_6.5.34

(表格续下页.....)

表 6 (续) 电气特性：功率级

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$; $V_S = 5.5\text{ V}$ 至 18 V ; $R_{\text{IN_SET}} = 10\text{ k}\Omega$; 所有电压相对于 GND, 正向电流流入输入和 I/O 引脚, 正向电流从输出引脚流出 (除非另有说明)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Output current accuracy	K_{ALLx}	287	300	313	–	1) $T_J = -40 \dots 115^{\circ}\text{C}$ $V_S = 8 \dots 18\text{ V}$ $V_{\text{PSx}} = 2\text{ V}$ $I_{\text{IN_SETx}} = 200\text{ }\mu\text{A}$	P_6.5.35
Required voltage drop during current control $V_{\text{PS(CC)}} = V_S - V_{\text{OUTx}}$	$V_{\text{PSx(CC)}}$	1.0	–	–	V	2) $V_S = 8 \dots 18\text{ V}$ $I_{\text{OUTx}} > 90\%$ of $K_{\text{x(typ)}} * I_{\text{IN_SET}}$	P_6.5.36
Required voltage drop during current control $V_{\text{PSx(CC)}} = V_S - V_{\text{OUTx}}$	$V_{\text{PSx(CC)}}$	0.65	–	–	V	2) $V_S = 8 \dots 18\text{ V}$ $I_{\text{IN_SET}} = 133\text{ }\mu\text{A}$ $I_{\text{OUTx}} > 90\%$ of $K_{\text{x(typ)}} * I_{\text{IN_SET}}$ $T_J = -40^{\circ}\text{C}$	P_6.5.37
Required voltage drop during current control $V_{\text{PSx(CC)}} = V_S - V_{\text{OUTx}}$	$V_{\text{PSx(CC)}}$	0.75	–	–	V	2) $V_S = 8 \dots 18\text{ V}$ $I_{\text{IN_SET}} = 133\text{ }\mu\text{A}$ $I_{\text{OUTx}} > 90\%$ of $K_{\text{x(typ)}} * I_{\text{IN_SET}}$ $T_J = 25^{\circ}\text{C}$	P_6.5.38
Required voltage drop during current control $V_{\text{PSx(CC)}} = V_S - V_{\text{OUTx}}$	$V_{\text{PSx(CC)}}$	0.85	–	–	V	2) $V_S = 8 \dots 18\text{ V}$ $I_{\text{IN_SET}} = 133\text{ }\mu\text{A}$ $I_{\text{OUTx}} > 90\%$ of $K_{\text{x(typ)}} * I_{\text{IN_SET}}$ $T_J = 150^{\circ}\text{C}$	P_6.5.39
Required supply voltage for current control	$V_{\text{S(CC)}}$	5.5	–	–	V	$V_{\text{EN}} = 5.5\text{ V}$ $V_{\text{OUT}} = 3\text{ V}$ $R_{\text{IN_SET}} = 6.8\text{ k}\Omega$ $I_{\text{OUT}} > 90\%$ of $K_{\text{x}} * I_{\text{IN_SET}}$	P_6.5.40
Required output voltage for current control	$V_{\text{OUT(CC)}}$	1.4	–	–	V	$V_S = 8 \dots 18\text{ V}$ $I_{\text{OUT}} > 90\%$ of $K_{\text{x}} * I_{\text{IN_SET}}$	P_6.5.41
Current reduction temperature threshold	$T_{\text{J(CRT)}}$	–	140	–	$^{\circ}\text{C}$	1)	P_6.5.44
Output current during current reduction at high temperature	$I_{\text{OUT(CRT)}}$	85% of $I_{\text{OUT(typ)}}$	–	–	mA	1) $T_J = 150^{\circ}\text{C}$	P_6.5.45

1) 未经过生产测试：由设计指定

2) 在这些测试条件中，参数 $K_{\text{(typ)}}$ 代表输出电流精度的典型值。

5.4 用于输出设置的电气特性 IN_SET、OUT_SET 和 PWMI 引脚

表 7 电气特性：IN_SET、OUT_SET 和 PWMI 引脚

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$; $V_S = 5.5\text{ V}$ 至 18 V ; $R_{\text{IN_SET}} = 10\text{ k}\Omega$; 所有电压相对于 GND, 正向电流流入输入和 I/O 引脚, 正向电流从输出引脚流出 (除非另有说明)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
IN_SET reference voltage	$V_{\text{IN_SET(ref)}}$	1.195	1.22	1.245	V	¹⁾ $V_{\text{EN}} = 5.5\text{ V}$ $T_J = 25^{\circ}\text{C}$	P_6.6.1
IN_SET reference voltage	$V_{\text{IN_SET(ref)}}$	1.184	1.22	1.256	V	¹⁾ $V_{\text{EN}} = 5.5\text{ V}$ $T_J = -40 \dots 115^{\circ}\text{C}$	P_6.6.17
IN_SET output activation current	$I_{\text{IN_SET(Act)}}$	–	–	15	μA	$V_{\text{EN}} = 5.5\text{ V}$ $V_{\text{PSX}} = 3\text{ V}$ $I_{\text{OUTX}} > 50\%$ of $K_{\text{X(typ)}} * I_{\text{IN_SET}}$	P_6.6.2
OUT_SET output current matching	$\Delta I_{\text{OUT_SET(ON)}} / I_{\text{IN_SET}}$	-4	–	4	%	$V_S = 8\text{ V to }18\text{ V}$ $V_{\text{OUT_SET}} = 1.2\text{ V}$ $I_{\text{IN_SET}} = 267\text{ }\mu\text{A}$	P_6.6.3

Timing

IN_SET turn on time	$t_{\text{ON(IN_SET)}}$	–	–	20	μs	^{1) 2)} $V_S = 13.5\text{ V}$ $V_{\text{PSX}} = 4\text{ V}$ $I_{\text{IN_SET}}$ rising from 0 to $180\text{ }\mu\text{A}$ $I_{\text{OUTX}} = 90\%$ of $K_{\text{X}} * I_{\text{IN_SET}}$	P_6.6.8
IN_SET turn off time	$t_{\text{OFF(IN_SET)}}$	–	–	10	μs	^{1) 2)} $V_S = 13.5\text{ V}$ $V_{\text{PSX}} = 4\text{ V}$ $I_{\text{IN_SET}}$ falling from 180 to $0\text{ }\mu\text{A}$ $I_{\text{OUTX}} = 10\%$ of $K_{\text{X}} * I_{\text{IN_SET}}$	P_6.6.9
OUT_SET activation time	$t_{\text{del(OUT_SET,H)}}$	–	–	5	μs	^{1) 3)} $V_S = 13.5\text{ V}$ $I_{\text{IN_SET}}$ rising from 0 to $180\text{ }\mu\text{A}$ $I_{\text{OUT_SET}} = 90\%$ of $I_{\text{IN_SET}}$	P_6.6.10

(表格续下页.....)

表 7 (续) 电气特性：IN_SET、OUT_SET 和 PWM1 引脚

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$; $V_S = 5.5\text{ V}$ 至 18 V ; $R_{\text{IN_SET}} = 10\text{ k}\Omega$; 所有电压相对于 GND, 正向电流流入输入和 I/O 引脚, 正向电流从输出引脚流出 (除非另有说明)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
OUT_SET deactivation time	$t_{\text{del(OUT_SET,L)}}$	–	–	5	μs	1) 3) $V_S = 13.5\text{ V}$ $I_{\text{IN_SET}}$ falling from 180 to $0\text{ }\mu\text{A}$ $I_{\text{OUT_SET}} = 10\%$ of $I_{\text{IN_SET}}$	P_6.6.11
PWMI turn on time	$t_{\text{ON(PWMI)}}$	–	–	15	μs	1) 4) $V_S = 8\text{ V}$ to 18 V $V_{\text{EN}} = 5.5\text{ V}$ V_{PWMI} falling from 5 V to 0 V $I_{\text{OUTX}} = 90\%$ of $K_X * I_{\text{IN_SET}}$ $T_J = -40... 115^{\circ}\text{C}$	P_6.6.12
PWMI turn off time	$t_{\text{OFF(PWMI)}}$	–	–	10	μs	1) 4) $V_S = 8\text{ V}$ to 18 V $V_{\text{EN}} = 5.5\text{ V}$ $V_{\text{PWMI}} = 0$ rising from 0 V to 5 V $I_{\text{OUTX}} = 10\%$ of $K_X * I_{\text{IN_SET}}$ $T_J = -40... 115^{\circ}\text{C}$	P_6.6.13

- 1) 未经过生产测试：由设计指定
2) 参考 图 12
3) 参考 图 13
4) 参考 图 14

6 负载诊断

6.1 通过 ERRN 和 D 引脚进行错误管理

CLD2141-3EP 集成了多种诊断功能：

- 负载开路检测 (OL) 适用于任何输出通道 OUTx。
- 任一输出通道 OUTx 的 OUTx 与地线之间发生短路 (SC)。

6.1.1 ERRN 引脚

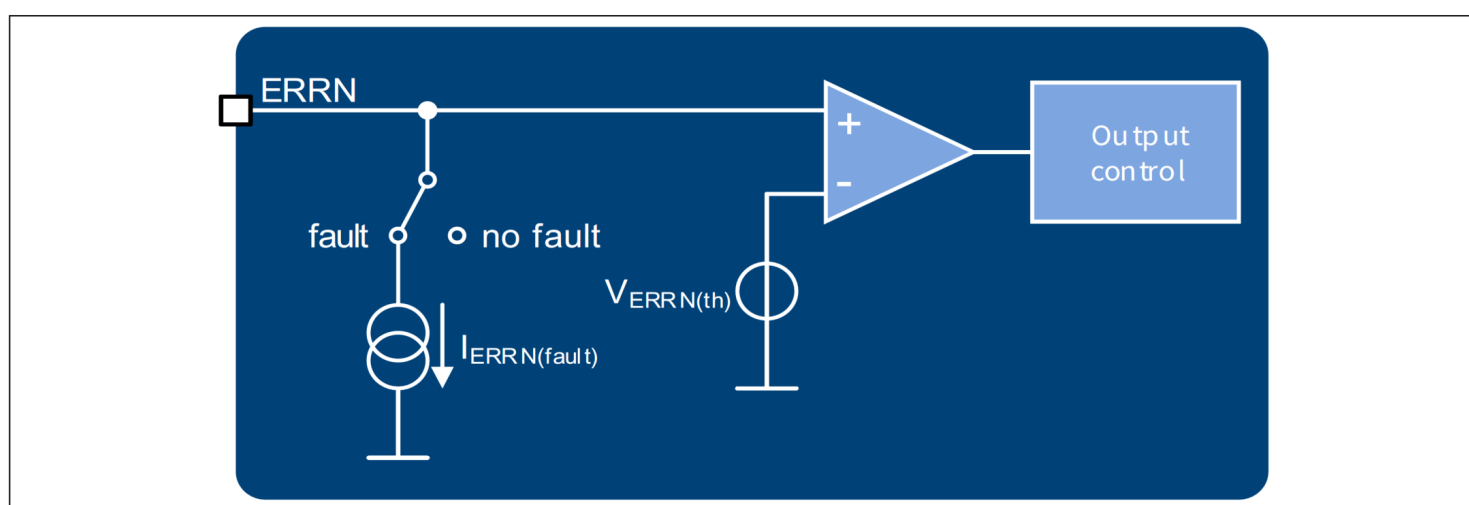


图 15 ERRN 引脚 (框图)

如果实施了共享错误网络，该器件能够报告其驱动负载中检测到的故障，并对系统中其他 LED 驱动器检测到的故障作出响应。（例如，驱动相同灯功能的 LED 灯串）。这可以通过使用外部上拉电阻来实现，从而允许多个设器件共享开漏诊断输出引脚 ERRN。共享公共错误网络的所有器件都能够检测由 LITIX™ Basic+ LED 驱动器驱动的任何通道的故障，也可以按需关闭多个负载。

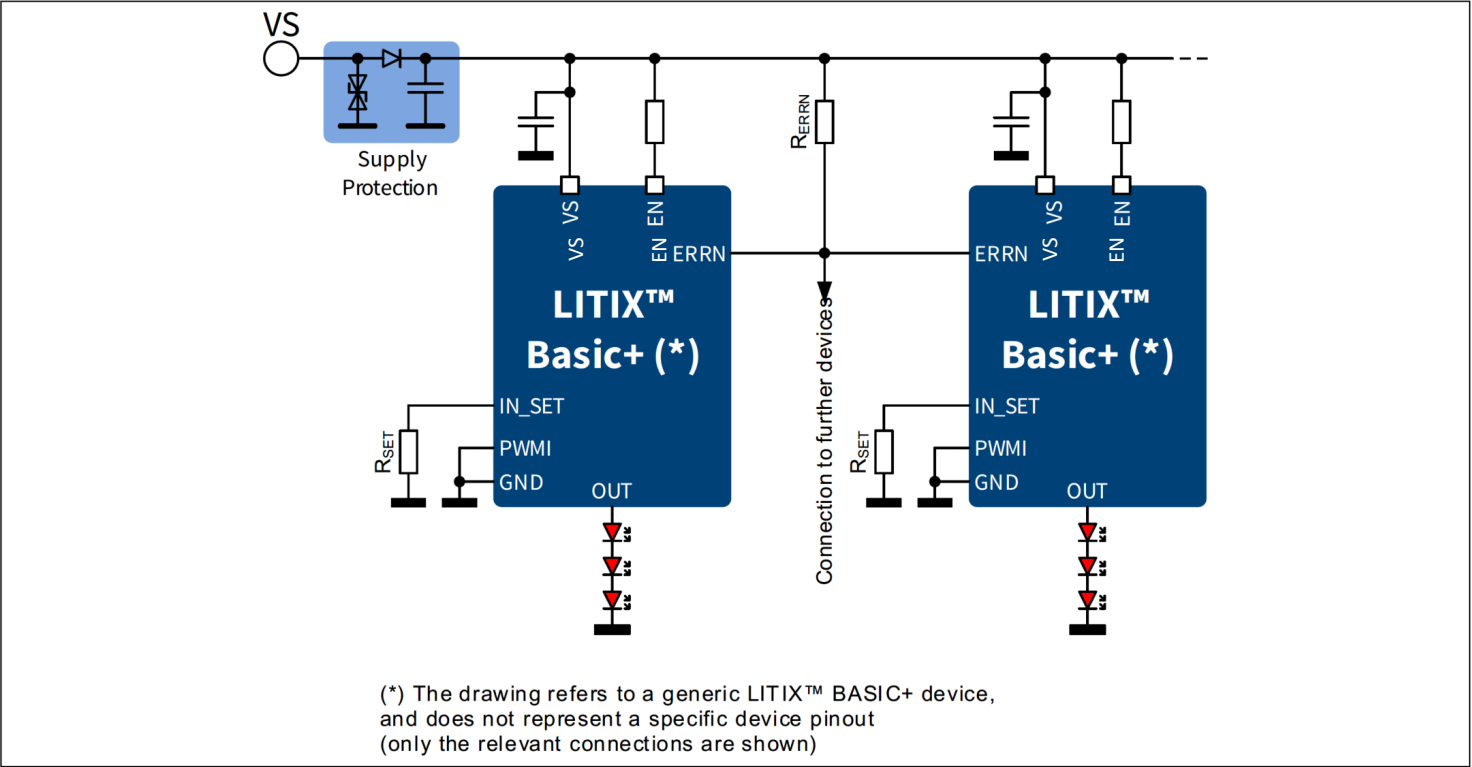


图 16 LITIX™ Basic+ 系列器件间共享错误网络的原理

当检测到其中一个通道处于故障状态（至少为滤波时间 t_{fault} ）时，开漏 ERRN 引脚会向 GND 吸收一个将下拉电流 $I_{\text{ERRN(fault)}}$ 。因此，当 $V_{\text{ERRN}} < V_{\text{ERRN(fault)}}$ 时，可以在 ERRN 引脚处检测到低电平有效状态，如果达到此条件，则只要延迟引脚 D 设置正确，所有通道都会关闭。同样，当故障消除后，ERRN 引脚会恢复到高阻态，一旦 D 引脚电压低于 $V_{\text{D(th)}}$ ，就可以完成通道重新激活过程，如本章的时序图所示。

6.1.2 D 引脚

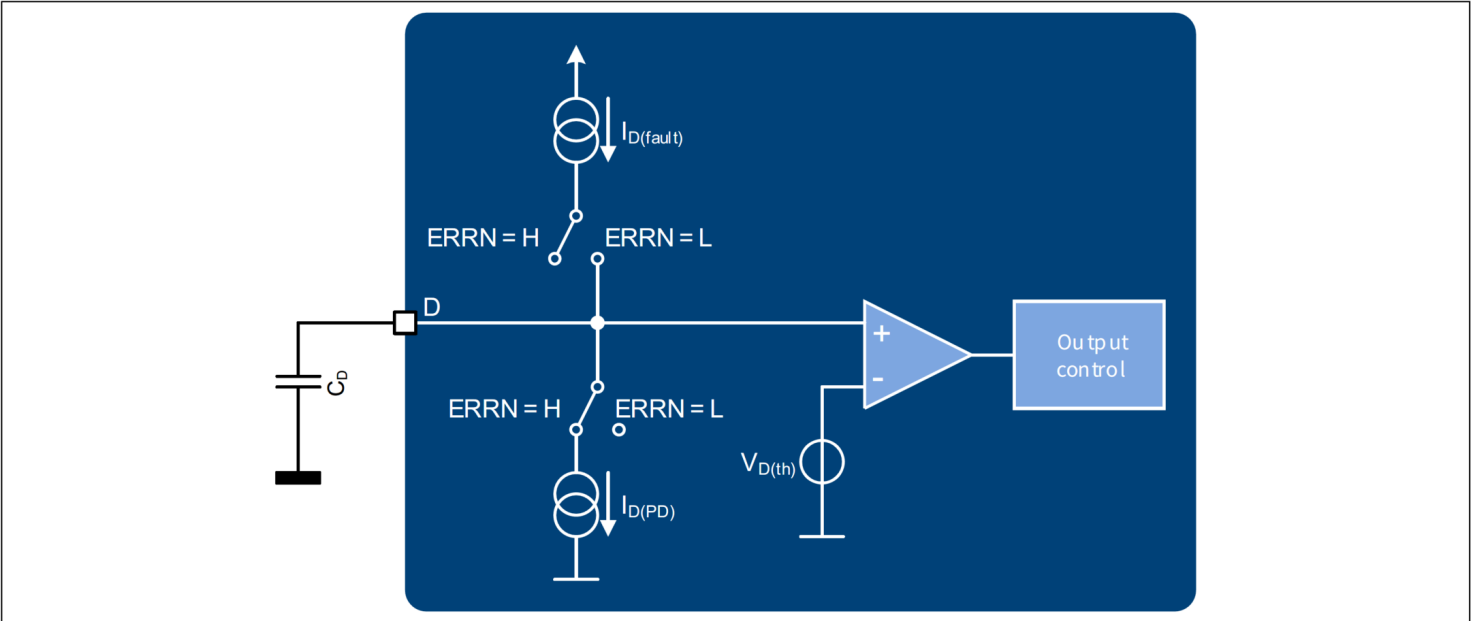


图 17 D 引脚（框图）。

6 负载诊断

D 引脚的两个主要功能：

- 在采用多 LED 灯串实现特定照明功能的系统中，根据已实施的故障管理策略对 LED 阵列的故障情况进行响应。
- 为了延长通道停用延迟时间 t_D ，可在 D 引脚到 GND 处添加一个小信号电容器，以此防止因不稳定或存在噪声的故障状态而关闭特定灯功能的所有通道（即由共享同一错误网络的多个驱动集成电路驱动的功能）。

D 引脚的功能如 图 17 简化框图所示：

如果某个 LED 串中的一个 LED 在负载开路条件下发生故障，或者某个器件输出短路至 GND，则相应的 LED 串将熄灭。不同的汽车应用需在因内部故障状况导致功能（LED 阵列）无法达到所需亮度时，对该灯光功能进行完全停用。

在正常工作状态（无故障）下拉电流 $I_{D(PD)}$ 从 D 引脚吸收到 GND。如果由 IC 驱动的任一 LED 通道中，或在共享同一 ERRN 错误网络线路的任何设备中发生故障情况（至少为滤波时间 t_{fault} ），则上拉电流 $I_{D(fault)}$ 将从 D 引脚输出。因此，如果在此引脚上加上电容或直接开路，其电压将开始上升。

当 D 引脚达到 $V_{D(th)}$ 时，器件驱动的所有通道都将关闭，并且如果其他器件共享相同的 ERRN 和 D 引脚节点，则所有器件都会关闭其输出。

或者，若将 D 引脚接地，则仅安全停用检测到故障的通道。D 引脚使用的电容器值 C_D ，根据以下公式设置延迟时间 $t_{D(set/reset)}$ ：

$$t_{D(set)} = \frac{C_D \cdot V_{D(th)}}{I_{D(fault)}} \quad (2)$$

$$t_{D(reset)} = \frac{C_D \cdot (V_{D(CL)} - V_{D(th)})}{I_{D(PD)}} \quad (3)$$

6.2 负载开路 (OL) 与 OUTx 短接到 GND (SC)

器件在过载条件下的行为已在 第 5 章 中描述，过载条件会导致内部过热达到过温条件。

负载开路 (OL) 与 OUTx 短路至 GND (SC) 诊断功能也集成在 CLD2141-3EP 中。

如果某个输出级上的压降 V_{PSx} 低于阈值 $V_{PSx(OL)}$ 至少持续滤波时间 t_{fault} ，则会检测到开路负载状态。

如果检测到一个输出级的电压 V_{OUTx} 低于阈值 $V_{OUTx(SC)}$ 至少持续滤波时间 t_{fault} ，则会检测到对地短路的状态。

6.2.1 故障管理（D 引脚开路或用电容器连接至 GND）

使用 D 引脚开路或用电容器连接至 GND 配置，可以关闭共享公共错误网络的所有通道，而无需辅助微处理器。有关更多详细信息，参见 图 18 和 图 19 的时序图。

如果其中一个输出端出现 OL 或 OC 条件，上拉电流 $I_{OUT(fault)}$ 将从受影响的通道流出，取代配置的输出电流（但受实际负载阻抗限制，例如，理想负载开路时降至零）。在这些条件下，ERRN 引脚开始向接地吸收电流 $I_{ERRN(fault)}$ ，并且（通过选择适当外部上拉电阻）达到低于 $V_{ERRN(fault)}$ 的电平电压。

在 $t_{D(set)}$ 之后，D 引脚达到电压 $V_{D(th)}$ ，PWM0 引脚被拉低，IN_SET 进入弱下拉状态，电流损耗 $I_{IN_SET(fault)}$ ，这发生在额外的延迟时间 $t_{IN_SET(del)}$ 之后。ERRN 低电平电压也可用作微处理器的输入信号，以执行所需的诊断策略。

OL 和短路错误条件不会被锁存：一旦故障条件不再存在（至少对于滤波时间 t_{fault} 而言），ERRN 就会返回到高阻态。当其电压高于 $V_{\text{ERRN(fault)}}$ 时，D 引脚电压开始下降，并在 $t_{\text{D(reset)}}$ 之后降至 $(V_{\text{D(th)}} - V_{\text{D(th,hys)}})$ 以下。然后，在时间 $t_{\text{IN_SET(del)}}$ 之后，IN_SET 电压再次升至 $V_{\text{IN_SET(ref)}}$ ：此时，输出级再次激活。故障排除和 IN_SET 重新激活 $t_{\text{ERR(reset)}}$ 之间的总时间会因额外的延迟而延长，该延迟取决于外部 ERRN 引脚上拉和时钟电路。

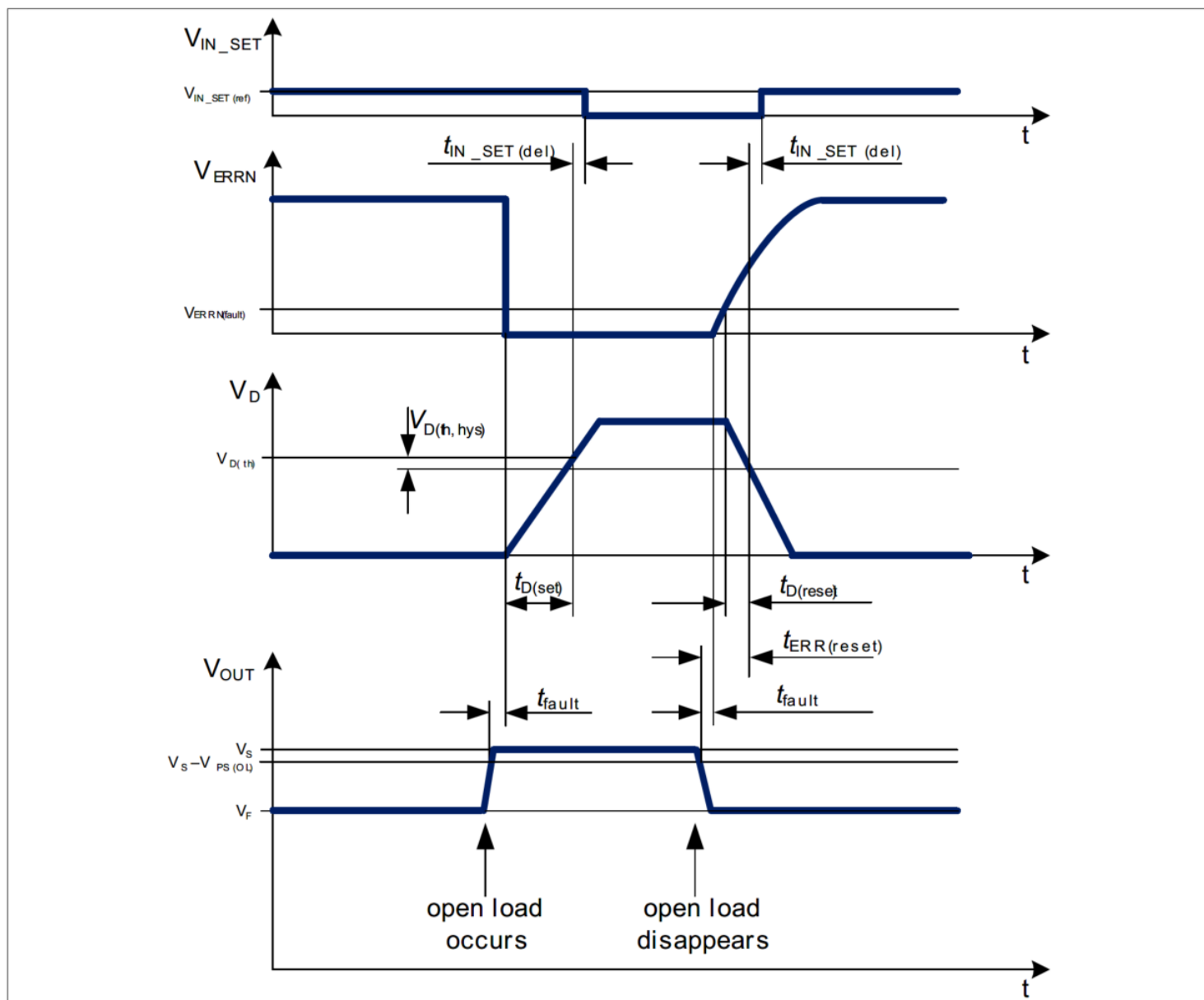


图 18 负载开路条件时序图示例（D 引脚未连接或用外部电容器连接至 GND， V_{F} 代表输出负载的典型正向电压）

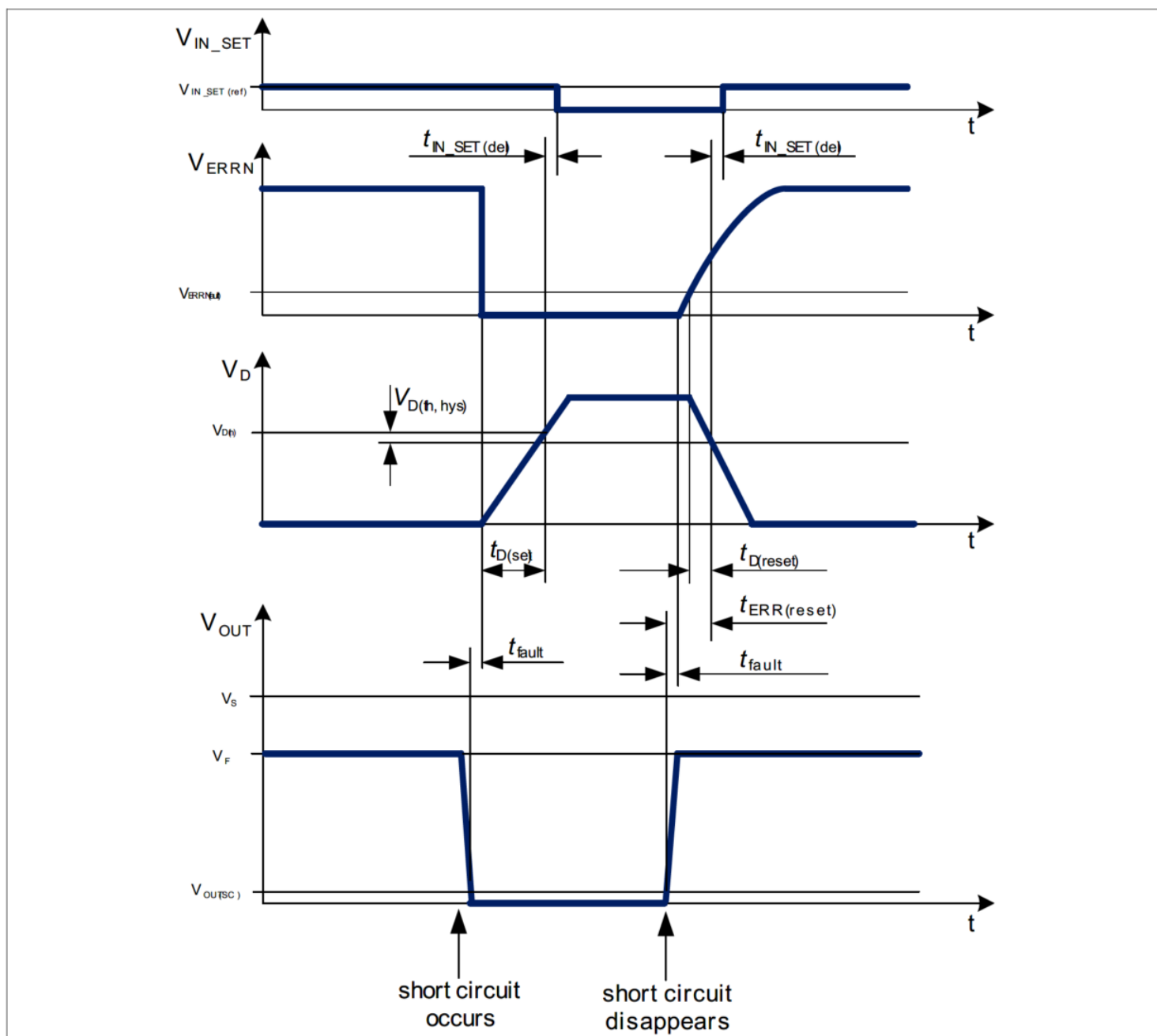


图 19 对 GND 短路条件时序图示例 (D 引脚未连接或用外部电容器连接至 GND, V_{Fxyz} 代表输出负载的正向电压)

6.2.2 故障管理 (D 引脚连接至 GND)

将 D 引脚连接至 GND 配置后, 可以在故障条件下仅停用通道, 同时仍与 LITIX™ Basic+ 系列的其他器件在公共错误网络中共享 ERRN 引脚。

如果其中一个输出出现故障条件, 上拉电流 $I_{OUT(fault)}$ 将从受影响的通道流出, 取代配置的输出电流 (但受实际负载阻抗限制, 例如, 理想负载开路时降至零)。在故障条件下, ERRN 引脚开始将电流 $I_{ERRN(fault)}$ 吸收到地, 如果外部上拉电阻阻抗合适, 则此引脚上的电压电平将降至 $V_{ERRN(fault)}$ 以下。ERRN 低电平电压也可用作 μC 的输入信号, 以执行所需的诊断策略。

故障状态不被锁存: 一旦故障条件不再存在 (至少对于滤波时间 t_{fault} 而言), ERRN 就会回到高阻态, 一旦其电压高于 $V_{ERRN(fault)}$, 最终输出级会再次激活。

D 引脚开路或接地情况下的负载开路或短路到地诊断时序图示例如 图 20 以及 图 21 所示。

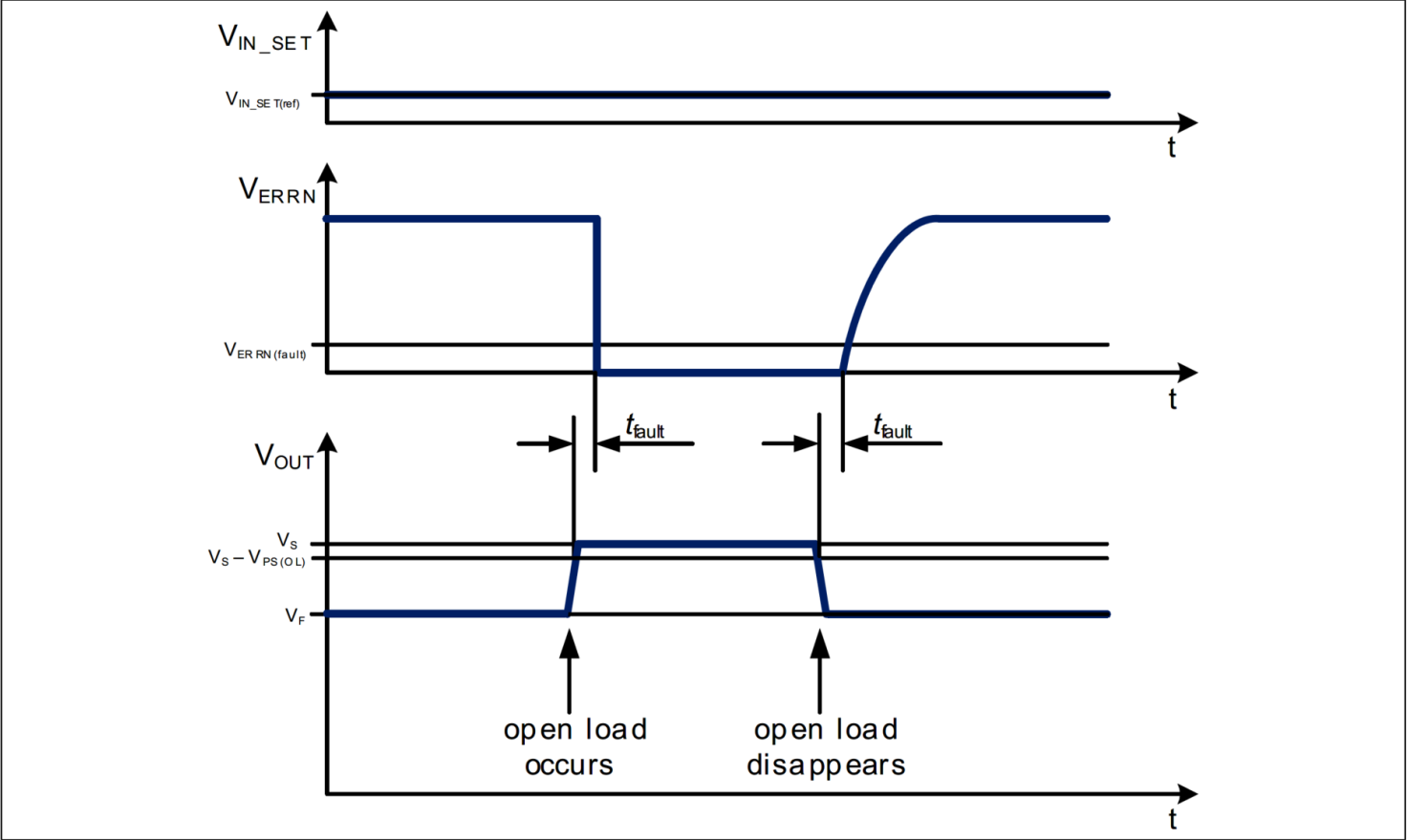


图 20 负载开路条件时序图示例（D 引脚接 GND， V_F 代表输出负载的正向电压）

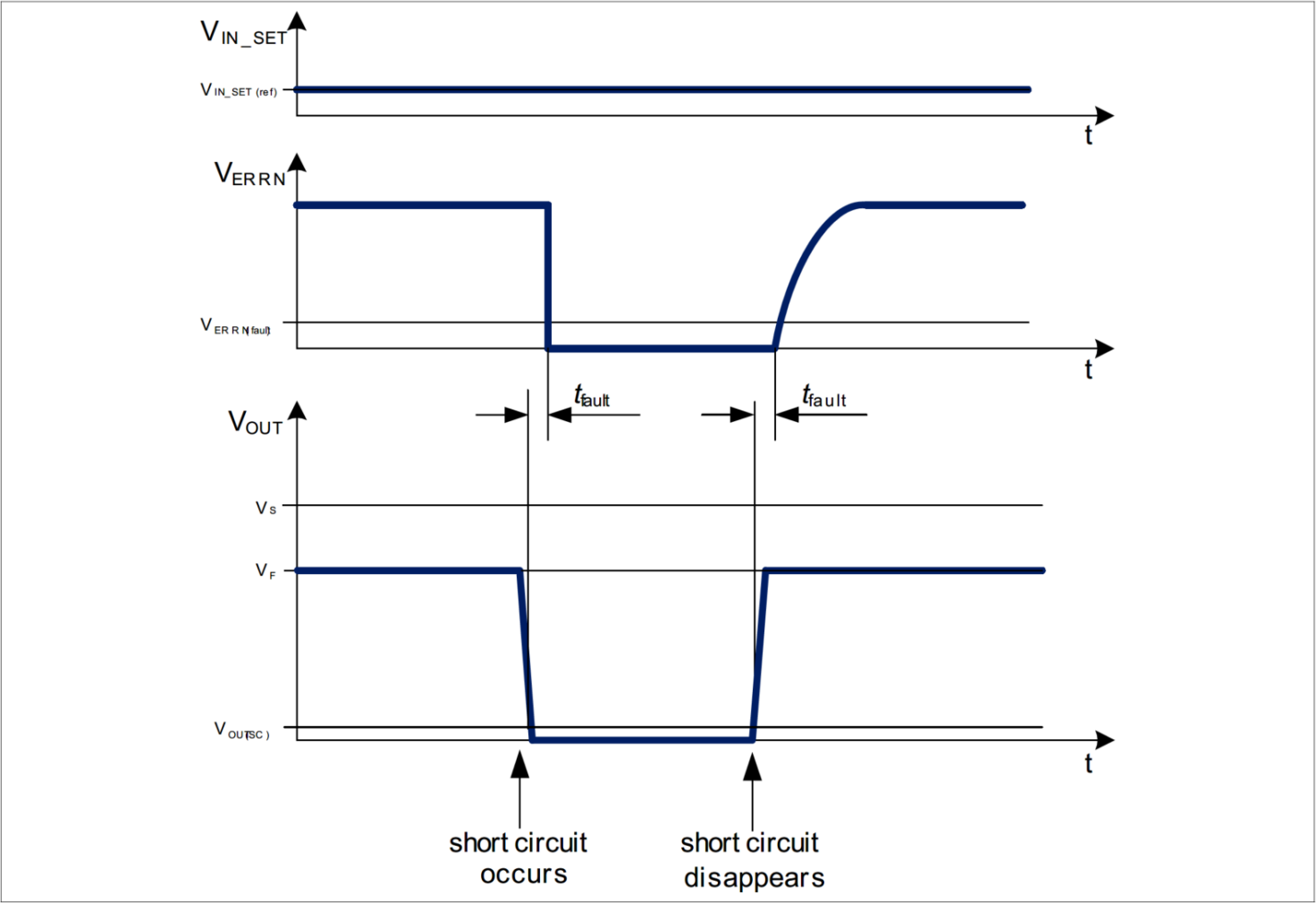


图 21 短路条件时序图示例（D 引脚连接至 GND，V_F 表示输出负载的正向电压）

6.3 电气特性：负载诊断和过载管理

表 8 电气特性：故障管理

T_J = -40°C 至 +150°C；V_S = 5.5 V 至 18 V；R_{IN_SET} = 10 kΩ；所有电压相对于 GND，正向电流流入输入和 I/O 引脚，正向电流从输出引脚流出（除非另有说明）

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
IN_SET fault current	I _{IN_SET(fault)}	–	–	10	μA	1) V _S > 8 V V _{OUT} = 3.6 V V _{ERRN} = 0 V V _{IN_SET} = 1 V D open V _{EN} > V _{DEN(th,max)}	P_7.5.1

(表格续下页.....)

表 8 (续) 电气特性：故障管理

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$; $V_S = 5.5\text{ V}$ 至 18 V ; $R_{IN_SET} = 10\text{ k}\Omega$; 所有电压相对于 GND, 正向电流流入输入和 I/O 引脚, 正向电流从输出引脚流出 (除非另有说明)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
ERRN fault current	$I_{ERRN(fault)}$	2	–	–	mA	¹⁾ $V_S > 8\text{ V}$ $V_{ERRN} = 0.8\text{ V}$ Fault condition $V_{EN} > V_{DEN(th,max)}$	P_7.5.2
ERRN input threshold	$V_{ERRN(th)}$	0.8	–	2.0	V	¹⁾ $V_S > 8\text{ V}$	P_7.5.3
OL detection threshold	$V_{PS(OL)}$	0.2	–	0.4	V	$V_S > 8\text{ V}$ $V_{EN} > V_{DEN(th,max)}$	P_7.5.5
SC detection threshold	$V_{OUT(SC)}$	0.8	–	1.35	V	$V_S > 8\text{ V}$ $V_{EN} > V_{DEN(th,max)}$	P_7.5.6
Fault detection current	$I_{OUT(fault)}$	50	–	180	μA	$V_S > 8\text{ V}$ $V_{OUT} = 0\text{ V}$ $V_{EN} > V_{DEN(th,max)}$	P_7.5.7

D-pin

Threshold voltage for function de-activation	$V_{D(th)}$	1.4	1.7	2	V	$V_S > 8\text{ V}$ $V_{EN} = 5.5\text{ V}$	P_7.5.8
Threshold hysteresis	$V_{D(hys)}$	–	100	–	mV	¹⁾ $V_S > 8\text{ V}$ $V_{EN} = 5.5\text{ V}$ $V_{OUT} = V_{OUT(OL)}$	P_7.5.9
Fault pull-up current	$I_{D(fault)}$	20	35	50	μA	$V_S > 8\text{ V}$ $V_{OUT} = V_{OUT(OL)}$ $V_D = 2\text{ V}$	P_7.5.10
Pull-down current	$I_{D(PD)}$	40	60	95	μA	$V_S > 8\text{ V}$ $V_{EN} = 5.5\text{ V}$ $V_D = 1.4\text{ V}$ $V_{ERRN} = 2\text{ V}$ $V_{PS} = 3\text{ V}$ No fault conditions	P_7.5.11
Internal clamp voltage	$V_{D(CL)}$	4	–	6	V	$V_S > 8\text{ V}$ $V_{OUT} = V_{OUT(OL)}$ D-pin open	P_7.5.12

(表格续下页.....)

表 8 (续) 电气特性：故障管理

TJ = -40°C 至 +150°C；VS = 5.5 V 至 18 V； $R_{IN_SET} = 10\text{ k}\Omega$ ；所有电压相对于 GND，正向电流流入输入和 I/O 引脚，正向电流从输出引脚流出（除非另有说明）

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
Timing							
Fault to ERRN activation delay	t_{fault}	40	–	150	μs	¹⁾ $V_{\text{S}} > 8\text{ V}$ V_{OUT} rising from 5 V to V_{S} $V_{\text{EN}} > V_{\text{DEN(th, max)}}$	P_7.5.19
Fault appearance/removal to IN_SET deactivation/activation delay	$t_{\text{IN_SET(del)}}$	–	–	10	μs	¹⁾ $V_{\text{S}} > 8\text{ V}$ OUT open D rising from 0 V to 5 V $V_{\text{EN}} > V_{\text{DEN(th, max)}}$	P_7.5.20

1) 未经过生产测试：由设计指定。

7 PWM 控制（数字调光）

通常采用 PWM 控制进行数字调光来调整发光强度，防止 LED 光源发生色彩偏移。

7.1 PWM 单元

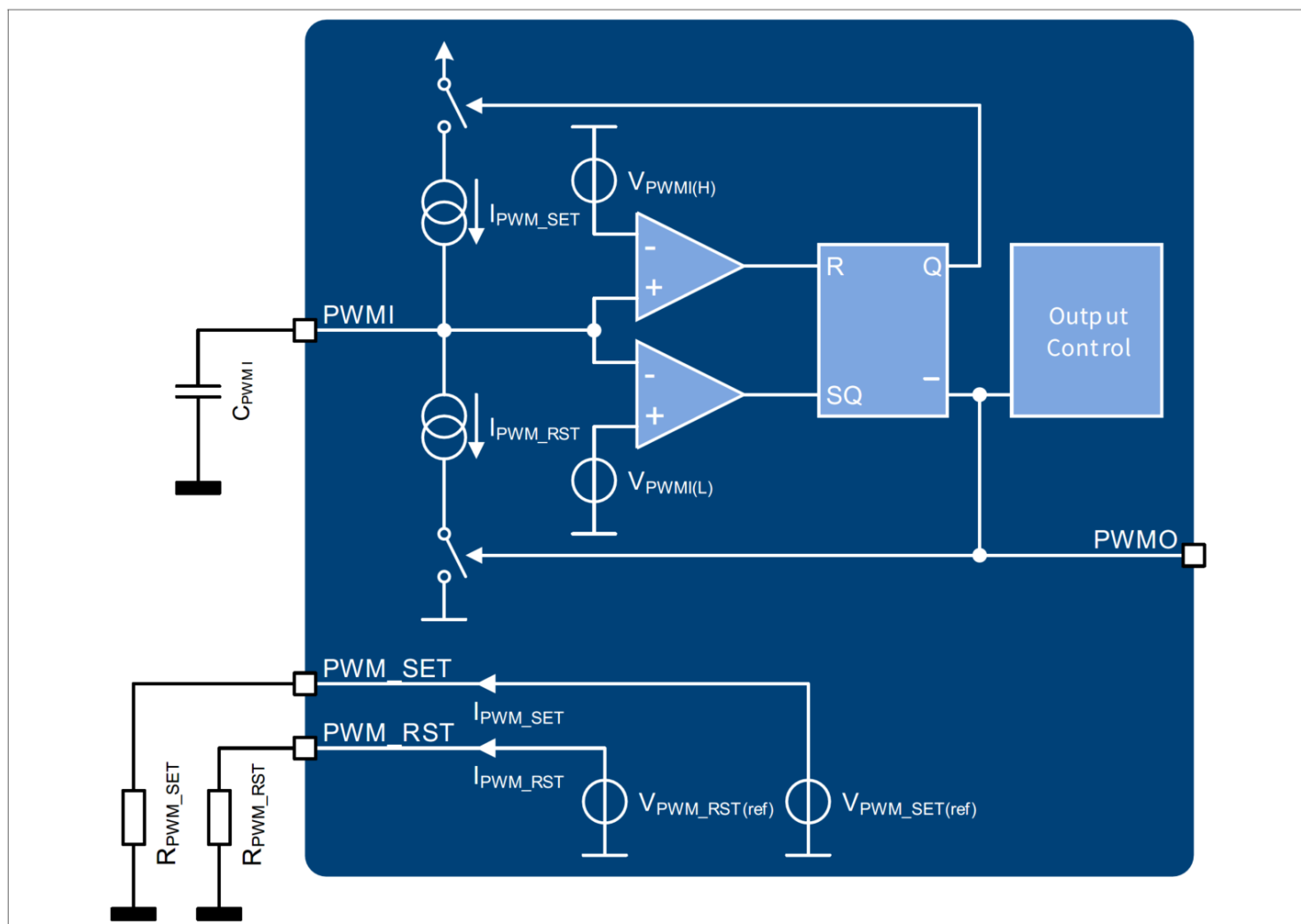


图22 PWM 单元概念图（包括 PWMO 驱动和典型外部电路）

可以通过在每个 PWM_SET 和 PWM_RST 配置引脚上连接一个电阻器以及将一个电容器连接至 PWMI 引脚来配置 PWM 单元。此设置（假设 $V_{EN} > V_{EN(th)}$ 且 $V_S > V_{SUV(ON)}$ ）使能内部脉冲宽度调制（PWM）发生器使用数字信号驱动 PWMO 引脚，该数字信号代表所需的 PWM 信号频率和占空比（DC）。

以图 22 的框图作为参考，流过 PWM_SET 和 PWM_RST 基准引脚（ I_{PWM_SET} 和 I_{PWM_RST} ）的电流被复制到电容器 C_{PWMI} 进行充电或放电。

下图显示了根据图 23 和内部 PWM 单元的所选外部元件定义的充电和放电阶段。

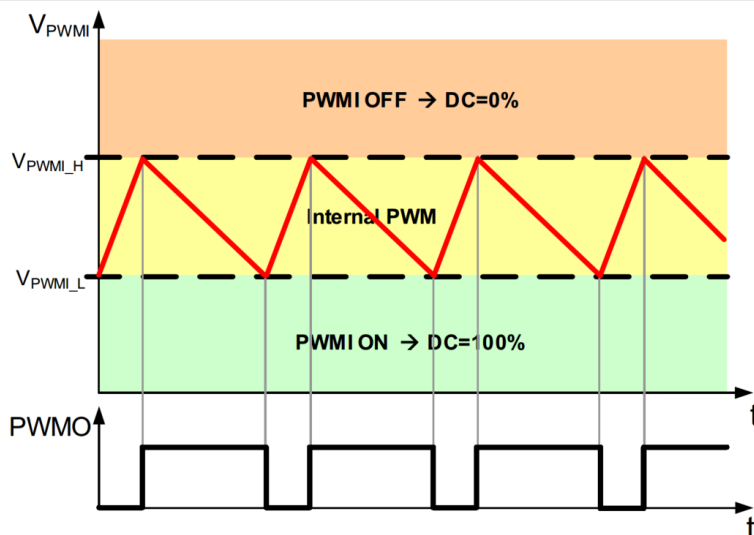


图 23 PWMI 工作电压和时序图示例

PWM 典型特性可以使用以下公式进行调整。

$$t_{PWM(ON)} = \frac{C_{PWMI}}{I_{PWM_SET}} (V_{PWMI(H)} - V_{PWMI(L)}) = \frac{R_{PWM_SET}}{V_{REF_SET}} C_{PWMI} (V_{PWMI(H)} - V_{PWMI(L)}) \quad (4)$$

$$t_{PWM(OFF)} = \frac{C_{PWMI}}{I_{PWM_RST}} (V_{PWMI(H)} - V_{PWMI(L)}) = \frac{R_{PWM_RST}}{V_{REF_RST}} C_{PWMI} (V_{PWMI(H)} - V_{PWMI(L)}) \quad (5)$$

$$f_{PWMI} = \frac{1}{t_{PWMI(ON)} + t_{PWMI(OFF)}} = \frac{V_{REF_SET/RST}}{V_{PWMI(H)} - V_{PWMI(L)}} \cdot \frac{1}{(R_{PWM_SET} + R_{PWM_RST}) C_{PWMI}} \quad (6)$$

根据表 9 中定义的电气特性，可以利用这些公式计算出 C_{PWMI} 、 R_{PWM_SET} 和 R_{PWM_RST} 的适当值。

$$DC_{PWMI} = \frac{t_{PWMI(ON)}}{t_{PWMI(ON)} + t_{PWMI(OFF)}} = \frac{R_{PWM_SET}}{R_{PWM_SET} + R_{PWM_RST}} \quad (7)$$

7.2 PWMI 直接控制

PWM 引擎还可以驱动内部通道，通过 PWM_O 输出引脚，PWM 控制还可用于同步 LITIX™ Basic+ 系列的其他器件。

PWMI 输入可以通过 LITIX™ Basic+ 系列的另一个器件的 PWM_O 输出来控制，或者也可以通过一个 MCU 的推挽输出级来控制：主控 MCU 通过施加适当的控制周期来确定数字调光特性，从而根据所选调光功能设置“开”/“关”时序。

7.3 时序图

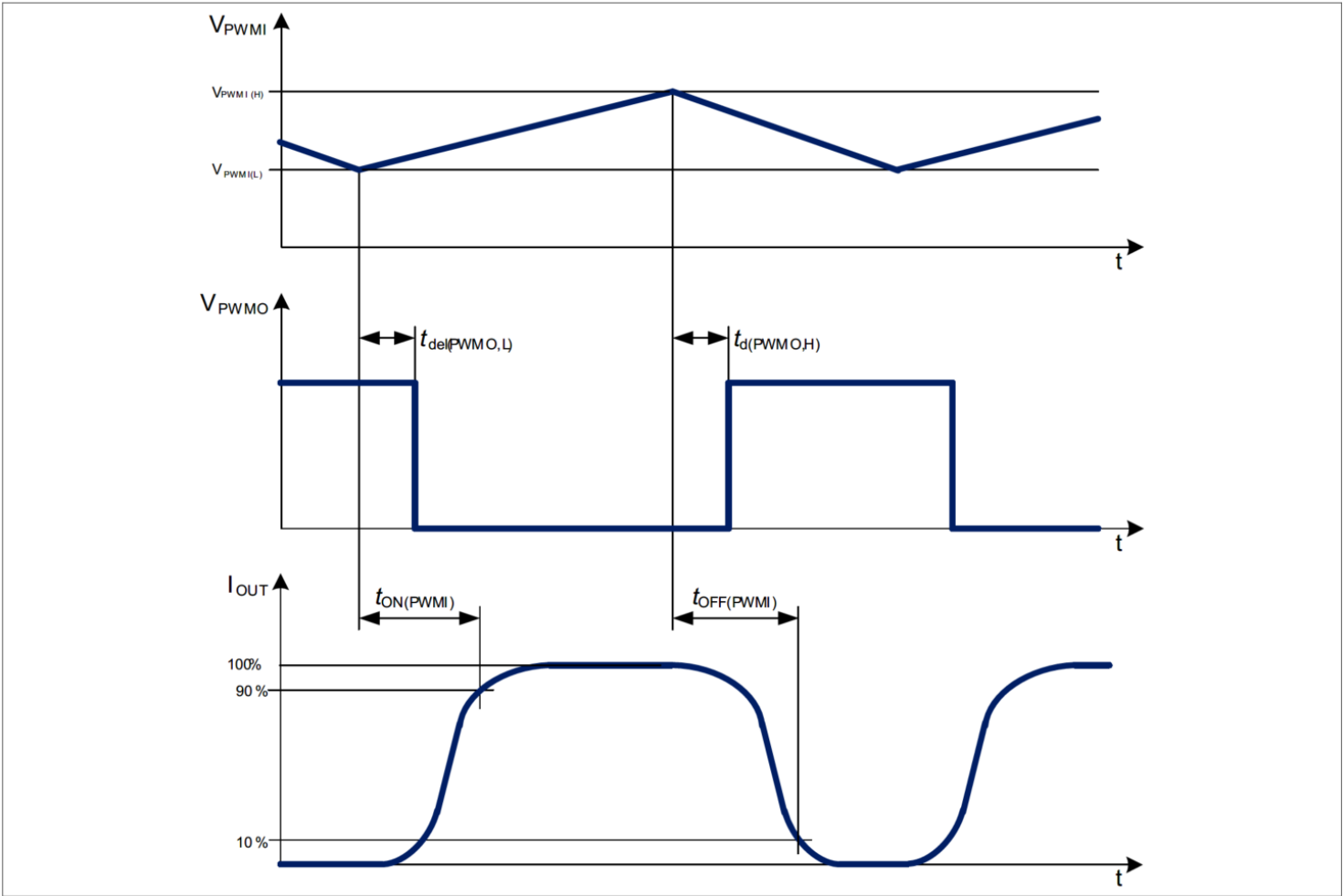


图 24 PWM 引擎时序概述

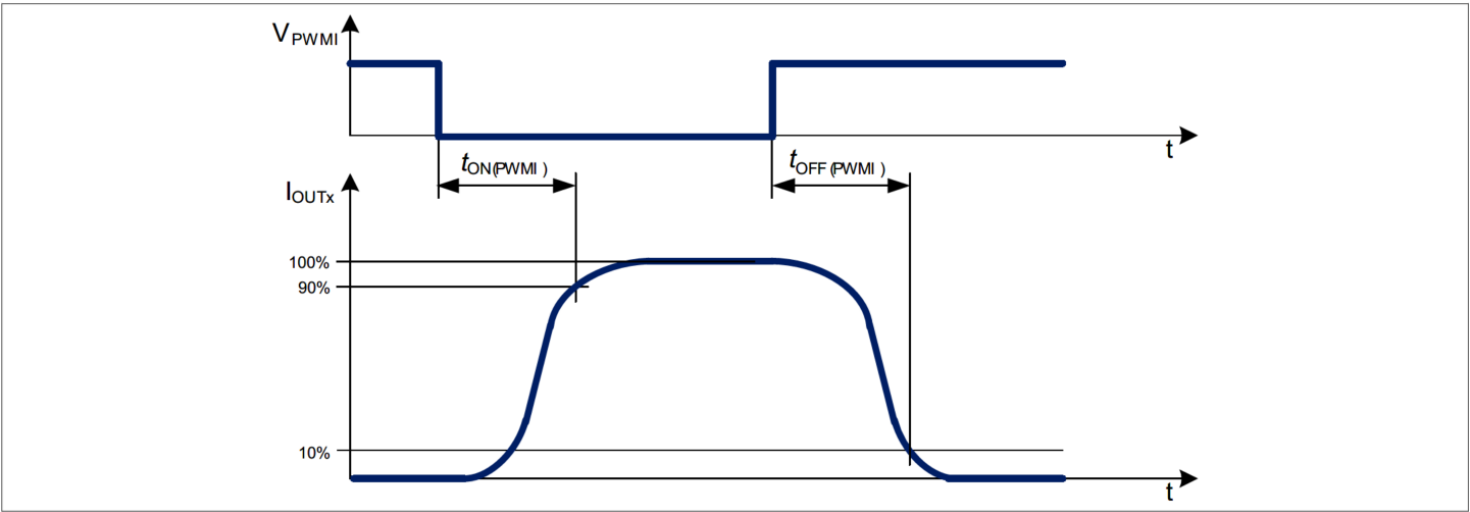


图25 输出激活延迟时序图

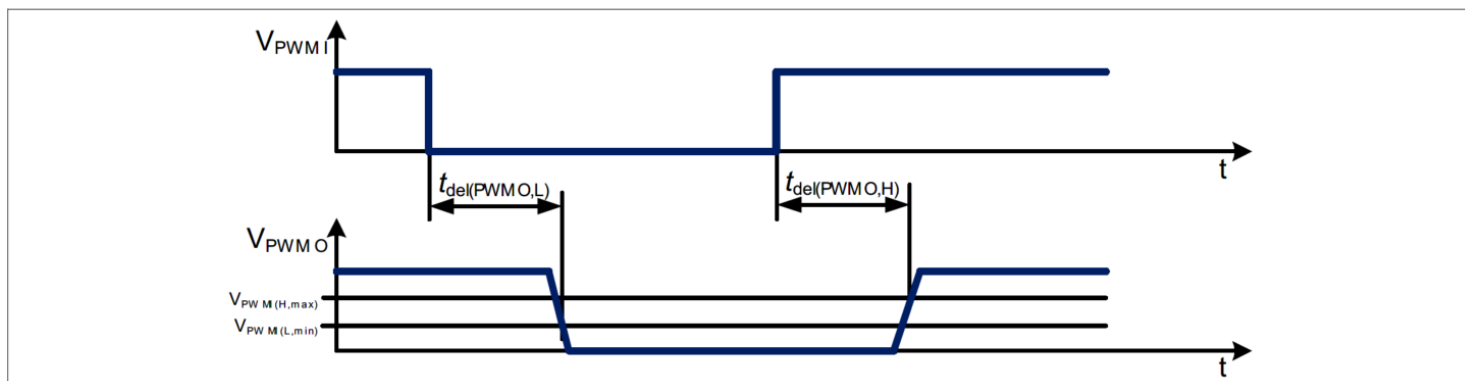


图 26 PWMO 延迟时序图

7.4 电气特性 PWM 引擎

表 9 电气特性：PWM 引擎

T_J = -40°C 至 +150°C；V_S = 5.5 V 至 18 V；R_{IN_SET} = 10 kΩ；所有电压相对于 GND，正向电流流入输入和 I/O 引脚，正向电流从输出引脚流出（除非另有说明）

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
PWMI low threshold	V _{PWMI(L)}	1.5	1.7	2	V	V _S = 8 V to 18 V V _{EN} = 5.5 V	P_8.4.1
PWMI high threshold	V _{PWMI(H)}	2.5	2.7	3	V	V _S = 8 V to 18 V V _{EN} = 5.5 V	P_8.4.2
PWMI switching threshold difference V _{PWMI(H)} - V _{PWMI(L)}	ΔV _{PWMI}	0.85	1.0	1.15	V	^{1) 2)} V _S = 8 V to 18 V V _{EN} = 5.5 V V _{PS} = 3 V	P_8.4.3
PWMO Duty Cycle	DC _{PWMO}	9.5	10	10.5	%	^{1) 2)} V _S = 8 V to 18 V I _{PWM_SET} = 270 μA I _{PWM_RST} = 30 μA C _{PWMI} = 110 nF C _{PWMO} = 50 pF	P_8.4.9
PWMO Duty Cycle	DC _{PWMO}	47	50	53	%	^{1) 2)} V _S = 8 V to 18 V I _{PWM_SET} = 55 μA I _{PWM_RST} = 55 μA C _{PWMI} = 110 nF C _{PWMO} = 50 pF	P_8.4.8
PWMO Duty Cycle	DC _{PWMO}	78	80	82	%	^{1) 2)} V _S = 8 V to 18 V I _{PWM_SET} = 35 μA I _{PWM_RST} = 140 μA C _{PWMI} = 110 nF C _{PWMO} = 50 pF	P_8.4.11

(表格续下页.....)

表 9 (续) 电气特性: PWM 引擎

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$; $V_S = 5.5\text{ V}$ 至 18 V ; $R_{IN_SET} = 10\text{ k}\Omega$; 所有电压相对于 GND, 正向电流流入输入和 I/O 引脚, 正向电流从输出引脚流出 (除非另有说明)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
PWM_SET reference voltage	$V_{\text{PWM_SET(ref)}}$	1.184	1.22	1.256	–	¹⁾ $V_{\text{EN}} = 5.5\text{ V}$ $V_{\text{PSX}} = 3\text{ V}$ $T_J = -40 \dots 115^{\circ}\text{C}$	P_8.4.12
PWM_RST reference voltage	$V_{\text{PWM_RST(ref)}}$	1.184	1.22	1.256	V	¹⁾ $V_{\text{EN}} = 5.5\text{ V}$ $V_{\text{PSX}} = 3\text{ V}$ $T_J = -40 \dots 115^{\circ}\text{C}$	P_8.4.13
PWM reference voltages mismatch $V_{\text{PWM_SET(ref)}} - V_{\text{PWM_RST(ref)}}$	$V_{\text{PWM_REF(ref)}}$	-12	–	12	mV	¹⁾ $V_S = 12.8\text{ V}$ $V_{\text{EN}} = 5.5\text{ V}$ $T_J = 25^{\circ}\text{C}$	P_8.4.23
PWMO OFF pull-up current	$I_{\text{PWMO(OFF)}}$	0.75	–	1.6	mA	$V_S = 8\text{ V to }18\text{ V}$ $V_{\text{EN}} = 5.5\text{ V}$ $V_{\text{PWMI}} = 3\text{ V}$ $V_{\text{PWMO}} = 3\text{ V}$ No fault conditions	P_8.4.14
PWMO ON pull-down current	$I_{\text{PWMO(ON)}}$	-1.6	–	-0.75	mA	$V_S = 8\text{ V to }18\text{ V}$ $V_{\text{EN}} = 5.5\text{ V}$ $V_{\text{PWMI}} = 1.5\text{ V}$ $V_{\text{PWMO}} = 1.5\text{ V}$ No fault conditions	P_8.4.15
PWMO ON pull-down current	$I_{\text{PWMO(ON)}}$	-1.6	–	-0.4	mA	¹⁾ $V_S = 8\text{ V to }18\text{ V}$ $V_{\text{EN}} = 5.5\text{ V}$ $V_{\text{PWMI}} = 1.5\text{ V}$ $V_{\text{PWMO}} = 1\text{ V}$ No fault conditions	P_8.4.25

Timing

PWMO activation delay time	$t_{\text{del(PWMO,L)}}$	–	–	1	μs	^{1) 3)} $V_S = 8\text{ V to }18\text{ V}$ $V_{\text{EN}} = 5.5\text{ V}$ $C_{\text{PWMO}} = 50\text{ pF}$ V_{PWMI} falling from $5\text{ V to }0\text{ V}$ $V_{\text{PWMO}} = 1.5\text{ V}$ $T_J = -40 \dots 115^{\circ}\text{C}$	P_8.4.16
----------------------------	--------------------------	---	---	---	---------------	--	----------

(表格续下页.....)

表 9 (续) 电气特性：PWM 引擎

TJ = -40°C 至 +150°C；VS = 5.5 V 至 18 V；RIN_SET = 10 kΩ；所有电压相对于 GND，正向电流流入输入和 I/O 引脚，正向电流从输出引脚流出（除非另有说明）

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	Number
		Min.	Typ.	Max.			
PWMO deactivation delay time	$t_{del(PWMO,H)}$	–	–	1	μs	1) 3) VS = 8 V to 18 V VEN = 5.5 V CPWMO = 50 pF VPWMI rising from 0 V to 5 V VPWMO = 3 V TJ = -40... 115°C	P_8.4.17
PWMO delay time matching $t_{del(PWMO,H)} - t_{del(PWMO,L)}$	$\Delta t_{del(PWMO)}$	-200	–	200	ns	1) 3) VS = 12.8 V TJ = 25°C	P_8.4.21

1) 未经过生产测试。由设计指定
2) 在 PWMO 输出波形处测量（从 VPWMO(L) 上升时，VPWMO 跨越 3 V，从 VPWMO(H) 下降时，跨越 2 V）
3) 参考 图 26。

* For EMI improvement, if required (e.g. 4,7 or 10nF)

图 27 应用图示例

Rev. 1.00
2026-04-15

9 封装外形

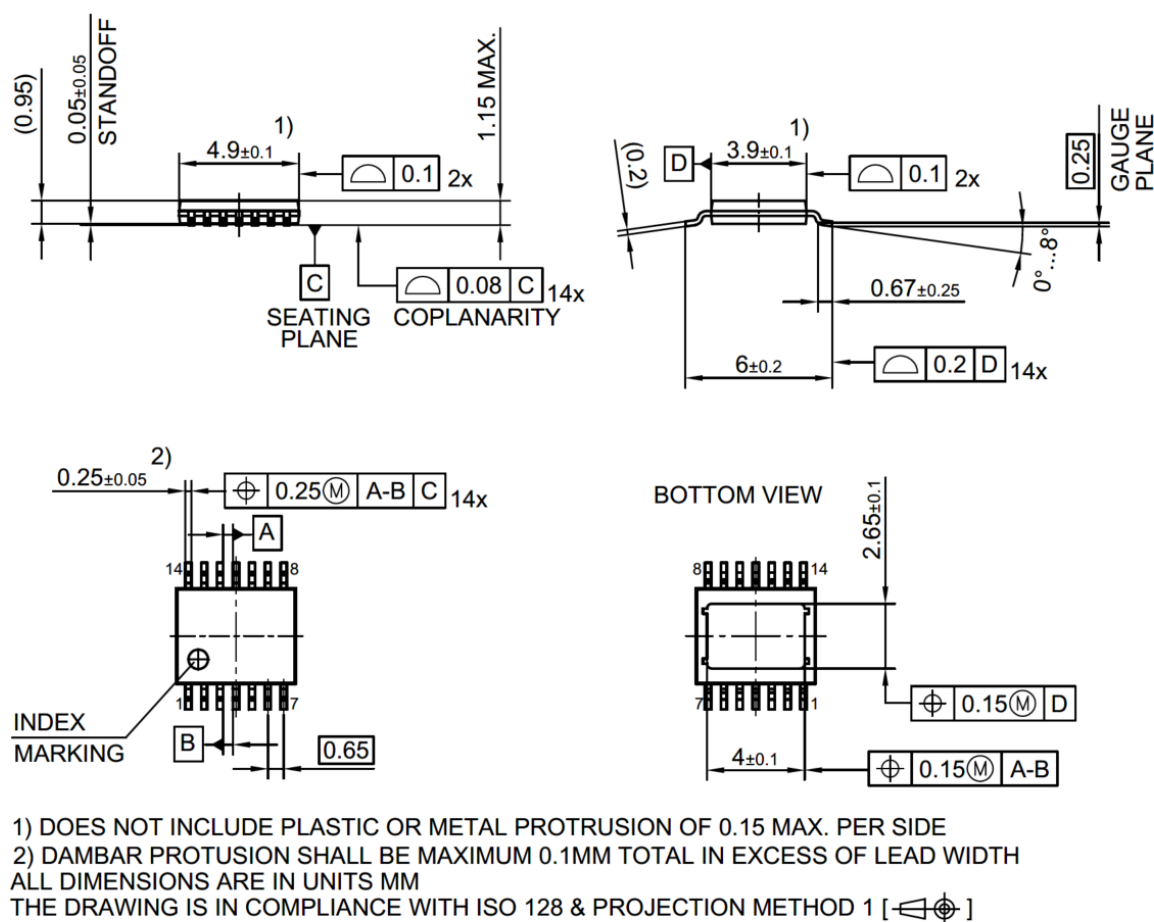


图 28 PG-TSDSO-14

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）。

有关封装的更多信息，请访问

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



修订记录

修订记录

Document version	Date of release	Description of changes
Rev. 1.00	2026-04-15	Initial document release



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 2026-04-15

Infineon Technologies AG 出版，
德国 Neubiberg 85579

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

**Do you have a question about this
document?**

Email:

erratum@infineon.com

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

为避免疑义，英飞凌不承担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勘探（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>。