

英飞凌LITIX™ 功率TLD6099-2ES

英飞凌车规级多拓扑双通道DC-DC控制器

特性

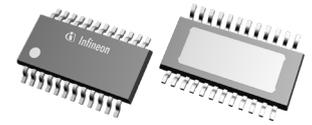
- 双通道器件
- 宽输入电压（高达 58 V）和输出电压范围（高达 70 V）
- 开关频率范围从 100 kHz 到 500 kHz 和 2.2 MHz
- EMC 优化器件
- 模拟输出调节（模拟调光）
- 过压、对地短路、过流、开路反馈和过温诊断输出
- 用于自适应输出放电的 NMOS 栅极驱动器
- LED 电流精度 $\pm 3.5\%$ （未应用模拟调光）

潜在应用

- LED驱动器用于：前灯模块、动画灯光功能、像素化自适应远光灯

产品验证

汽车应用认证。产品依据AEC-Q100进行验证。



描述

TLD6099-2ES是一款双通道多拓扑 DC/DC 控制器，专为LED应用而设计，具有内置保护功能，以实现紧凑的 LED 驱动器。

双通道产生的输出电流是独立的，它们通过峰值电流控制环路来进行调节。内部斜率补偿被用于避免在高占空比（例如高于50%）下发生次谐波振荡。

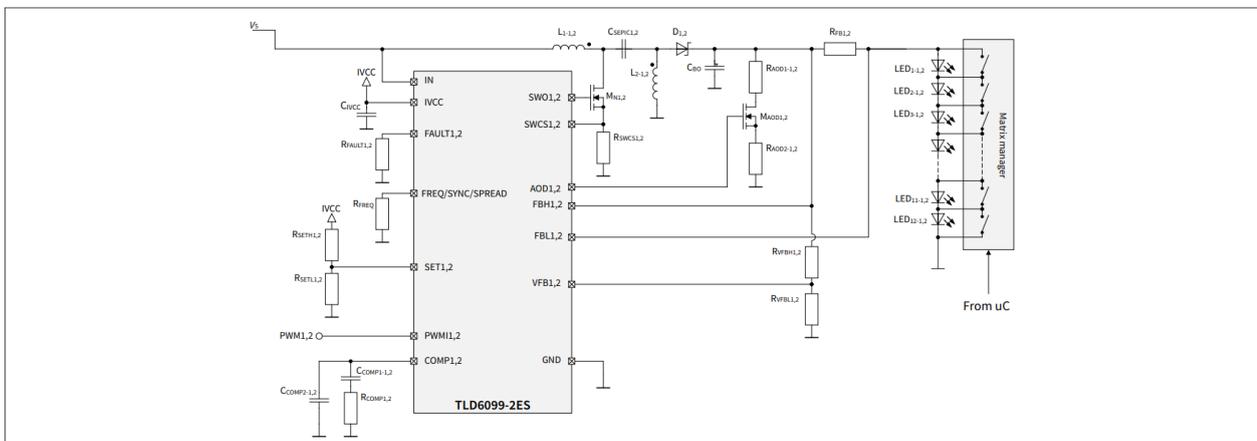
在整个工作温度范围内，电流精度优于3.5%（未使用模拟调光情况下）。轨到轨电流采样放大器为拓扑选择提供了灵活性，可以为超过 20 个白光LED（输出电压高达 70 V）的LED组串式供电。

开关频率可以通过使用外部电阻器在 100 kHz 至 500 kHz 之间调整或固定为 2.2 MHz。还可以与外部时钟同步。该器件还集成了一个展频调制器，以便于满足电磁辐射标准。

TLD6099-2ES的每个通道都可以驱动一个外部NMOS，对输出电容进行快速放电。这种特性有助于管理由于轻量级功能交换场景而导致的快速负载变化。典型的用户案例是从近光灯切换到远光灯或使用矩阵管理器驾驶自适应驾驶光束。

每个通道有两个调光源：

- 模拟输出调整通过调整基准电压来降低输出电流
- 数字调光通过调节输出电流来降低LED亮度



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

Product type	Package	Marking
TLD6099-2ES	TSDSO-24	TLD6099

目录

	目录	3
1	框图	5
2	引脚配置	6
3	产品一般特性	9
3.1	绝对最大额定值	9
3.2	工作范围	11
3.3	热阻抗	11
4	开关调节器	13
4.1	软启动	13
4.2	电气特性	16
5	线性调节器	18
5.1	外部开关MOSFET的欠压保护	18
5.2	电气特性	19
6	开关频率设置和同步	21
6.1	使用外部电阻设置开关频率	21
6.1.1	电气特性	22
6.1.2	展频	23
6.1.2.1	电气特性	23
6.2	与外部时钟同步（低频模式）	24
6.2.1	电气特性	24
6.3	与外部时钟同步（高频范围）	25
7	模拟输出调整	26
7.1	电气特性	26
8	调光功能	27
8.1	数字PWM调光	27
8.1.1	电气特性	27
9	自适应输出放电	28
9.1	电气特性	29
10	保护措施和故障管理	31
10.1	电气特性	31
10.2	对地短路	31
10.2.1	电气特性	32
10.3	输出电压调节	32
10.3.1	电气特性	33
10.4	FBH引脚过压	33
10.4.1	电气特性	34
10.5	过温	34

目录

10.5.1	电气特性.....	35
11	应用信息	36
12	封装信息	37
13	修订记录	38
13.1	修订记录	38
	免责声明.....	39

1 框图

1 框图

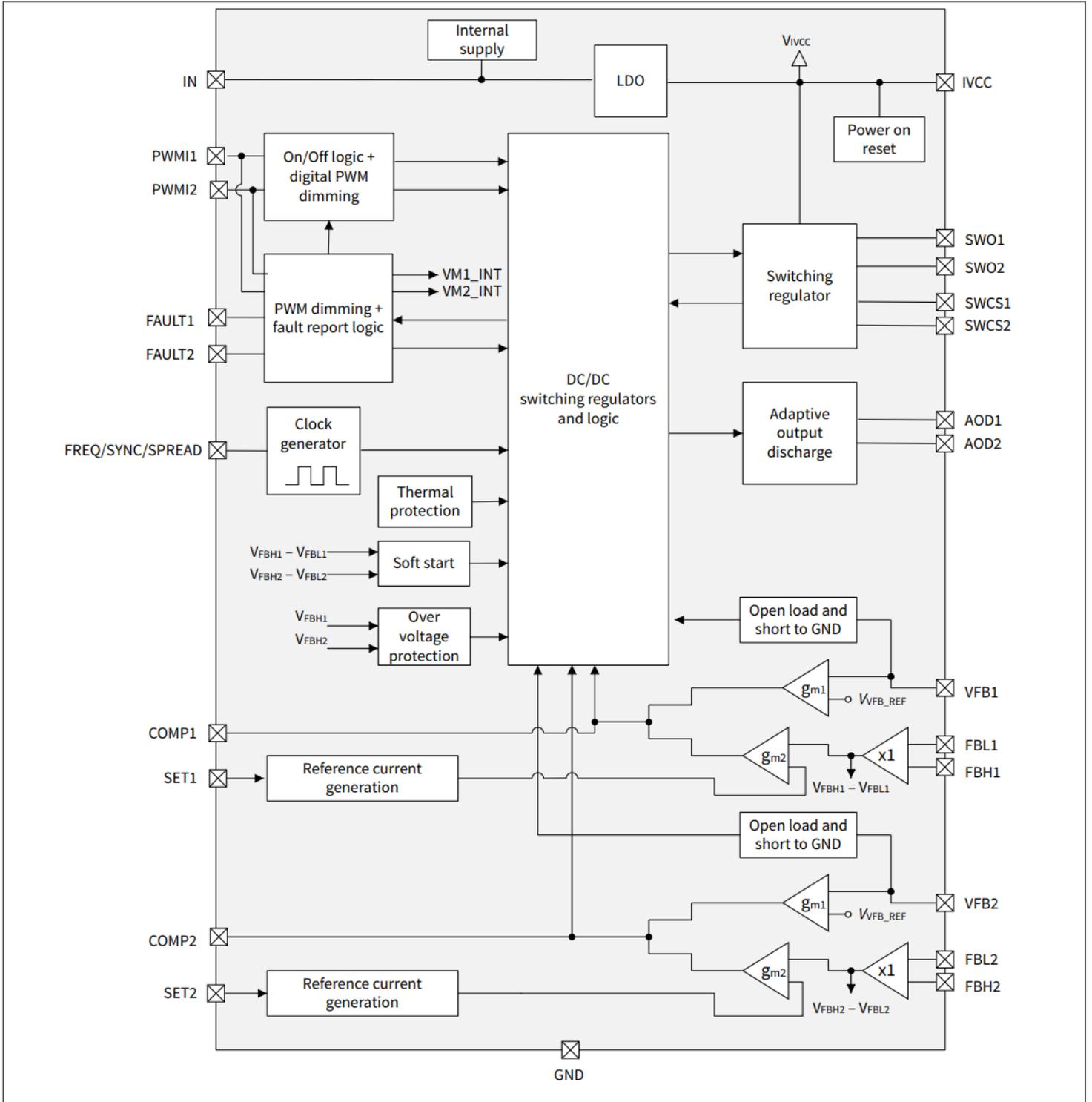


图 1 框图

2 引脚配置

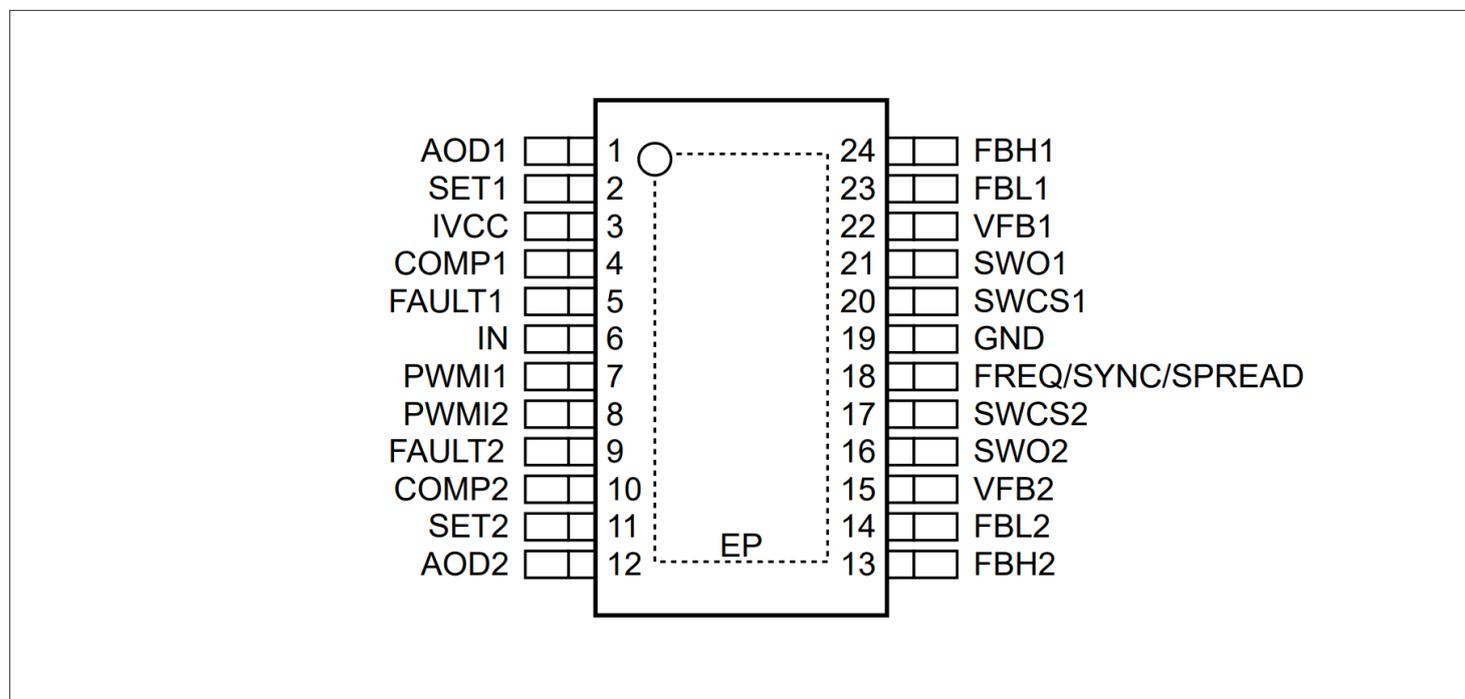


图 2 PG-TSDSO-24

Table 1 Pin configuration of PG-TSDSO-24

Name	Pos.	Description	Direction
AOD1	1	NMOS driver for adaptive output discharge <i>Channel 1</i> Connect to gate of external MOSFET Pin must be left open if external MOSFET is not used	Output
SET1	2	Analog output adjustment <i>Channel 1</i> Load current adjustment pin Pin must not be left open If analog adjustment is not used, connect to IVCC pin	Input
IVCC	3	Internal linear voltage regulator Used for internal biasing and gate drive Bypass with external capacitor Pin must not be left open	Output
COMP1	4	Compensation <i>Channel 1</i> Connect R and C network for stability	Input

(表格续下页.....)

Table 1 (continued) Pin configuration of PG-TSDSO-24

Name	Pos.	Description	Direction
FAULT1	5	Fault <i>Channel 1</i> Faults are reported by raising the voltage on this pin Pin must not be left open Connect a pull-down resistor	Output
IN	6	Supply Supply for internal biasing	Input
PWM1	7	PWM adjustment <i>Channel 1</i> Digital input for PWM dimming Pin must not be left open Connect a pull-down resistor or to IVCC	Input
PWM2	8	PWM adjustment <i>Channel 2</i> Digital input for PWM dimming Pin must not be left open Connect a pull-down resistor or to IVCC	Input
FAULT2	9	Fault <i>Channel 2</i> Faults are reported by raising the voltage on this pin Pin must not be left open Connect a pull-down resistor	Output
COMP2	10	Compensation <i>Channel 2</i> Connect R and C network for stability	Input
SET2	11	Analog output adjustment <i>Channel 2</i> Load current adjustment pin Pin must not be left open If analog adjustment is not used, connect to IVCC pin	Input
AOD2	12	NMOS driver for adaptive output discharge <i>Channel 2</i> Connect to gate of external MOSFET Pin must be left open if external MOSFET is not used	Output
FBH2	13	Voltage feedback positive <i>Channel 2</i> Non inverting input (+)	Input

(表格续下页.....)

Table 1 (continued) Pin configuration of PG-TSDSO-24

Name	Pos.	Description	Direction
FBL2	14	Voltage feedback negative <i>Channel 2</i> Inverting input (-)	Input
VFB2	15	Voltage loop reference <i>Channel 2</i> Connect to resistive voltage divider to set the maximum voltage at output and the short to ground threshold	Input
SWO2	16	Switch gate driver <i>Channel 2</i> Connect to gate of external switching power n-channel MOSFET	Output
SWCS2	17	Current sense/Power ground <i>Channel 2</i> Detects peak current through power switch Power ground for gate driver of SWO2	Input
FREQ/SYNC/ SPREAD	18	Frequency select or synchronization Connect external resistor to GND to set switching frequency Apply square waveform for synchronization	Input
GND	19	Ground	–
SWCS1	20	Current sense/Power ground <i>Channel 1</i> Detects peak current through power switch Power ground for gate driver of SWO1	Input
SWO1	21	Switch gate driver <i>Channel 1</i> Connect to gate of external switching power n-channel MOSFET	Output
VFB1	22	Voltage loop reference <i>Channel 1</i> Connect to resistive voltage divider to set the maximum voltage at output and the short to ground threshold	Input
FBL1	23	Voltage feedback negative <i>Channel 1</i> Inverting input (-)	Input
FBH1	24	Voltage feedback positive <i>Channel 1</i> Non inverting input (+)	Input
Exposed pad	EP	Exposed pad Used only for heat dissipation Connect to pin 19 (GND)	–

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

$T_j = -40^{\circ}\text{C}$ to $+150^{\circ}\text{C}$; all voltages with respect to ground, positive current flowing into pin (unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Power supply input voltage	V_{IN}	-0.3	-	60	V	¹⁾	PRQ-89
Voltage at pin SET1, SET2	$V_{SET1,2}$	-0.3	-	5.5	V	¹⁾	PRQ-92
Voltage at pin PWM1, PWM2	$V_{DC/PWM1,2}$	-0.3	-	60	V	¹⁾	PRQ-95
Voltage at pin FBH1, FBH2	$V_{FBH1,2}$	-1	-	75	V	¹⁾	PRQ-97
Voltage at pin FBL1, FBL2	$V_{FBL1,2}$	-1	-	75	V	¹⁾	PRQ-99
Differential input voltage	$V_{REF1,2(MAX)}$	-75	-	75	V	¹⁾ $V_{REF1,2(MAX)} = V_{FBH1,2} - V_{FBL1,2}$ Differential signal (not referred to ground)	PRQ-101
Current at pin FBH1, FBH2, FBL1, FBL2	$I_{FBH1,2}$ $I_{FBL1,2}$	-7.5	-	7.5	mA	¹⁾ $V_{REF1,2} = 150\text{ mV}$	PRQ-103
Voltage at pin VFB1, VFB2	$V_{VFB1,2}$	-0.3	-	5.5	V	¹⁾	PRQ-106
Voltage at pin SWCS1, SWCS2	$V_{SWCS1,2}$	-0.3	-	0.3	V	¹⁾	PRQ-109
Voltage at pin SWO1, SWO2	$V_{SWO1,2}$	-0.3	-	5.5	V	¹⁾	PRQ-111
Voltage at pin FAULT1	V_{FAULT1}	-0.3	-	5.5	V	¹⁾	PRQ-113
Voltage at pin FAULT2	V_{FAULT2}	-0.3	-	5.5	V	¹⁾	PRQ-115
Voltage at pin COMP1, COMP2	$V_{COMP1,2}$	-0.3	-	5.5	V	¹⁾	PRQ-118
Voltage at pin FREQ/SYNC/SPREAD	$V_{FREQ/SYNC}$	-0.3	-	5.5	V	¹⁾	PRQ-119
Voltage at pin AOD1, AOD2	$V_{AOD1,2}$	-0.3	-	5.5	V	¹⁾	PRQ-122

(表格续下页.....)

表 2 (续) 绝对最大额定值

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ to $+150^{\circ}\text{C}$; all voltages with respect to ground, positive current flowing into pin (unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Voltage at pin IVCC	V_{IVCC}	-0.3	–	5.5	V	1)	PRQ-125

Temperature

Junction temperature	T_J	-40	–	150	$^{\circ}\text{C}$	1)	PRQ-126
Storage temperature	T_{stg}	-40	–	150	$^{\circ}\text{C}$	1)	PRQ-127

ESD susceptibility

ESD susceptibility	V_{ESD_HBM}	-2	–	2	kV	1) HBM: ESD susceptibility, Human Body Model "HBM" according to AEC Q100-002	PRQ-128
ESD susceptibility inner pins	V_{ESD_CDM}	-0.5	–	0.5	kV	1) CDM: ESD susceptibility, Charged Device Model "CDM" according to AEC Q100-011	PRQ-129
ESD susceptibility corner pins	$V_{ESD_CDM_CR}$	-0.75	–	0.75	kV	1) CDM: ESD susceptibility, Charged Device Model "CDM" according to AEC Q100-011	PRQ-130

1) Not subject to production test, specified by design

Notes:

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。故障条件被认为是“超出”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 产品一般特性

3.2 工作范围

表 3 工作范围

$T_j = -40^{\circ}\text{C}$ to $+150^{\circ}\text{C}$; all voltages with respect to ground, positive current flowing into pin (unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Extended power supply input voltage range	V_{IN_EXT}	4.5	–	58	V	¹⁾ Parameter deviations possible	PRQ-131
Power supply input voltage operating range	V_{IN_OP}	8	–	36	V	–	PRQ-132
Operating voltage at pin FBH1, FBH2	$V_{FBH1,2_OP}$	2.7	–	70	V	–	PRQ-135
Operating voltage at pin FBL1, FBL2	$V_{FBL1,2_OP}$	2.55	–	70	V	–	PRQ-136
Switching frequency adjustment range	f_{SWO}	100	–	500	kHz	–	PRQ-137
Synchronization low frequency capture range	$f_{FREQ/SYNC/SPREAD(LF)}$	100	–	500	kHz	–	PRQ-138
Synchronization high frequency capture range	$f_{FREQ/SYNC/SPREAD(HF)}$	2	–	2.4	MHz	–	PRQ-139

¹⁾ Not subject to production test, specified by design

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

3.3 热阻抗

表4 热阻

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Junction to case	R_{thJC}	–	22.3	–	K/W	^{1) 2)}	PRQ-143
Junction to ambient	R_{thJA}	–	52.7	–	K/W	¹⁾ ³⁾ 2s2p	PRQ-145
Junction to ambient	R_{thJA}	–	71.2	–	K/W	¹⁾ ³⁾ 1s0p + 600 mm ²	PRQ-147

(表格续下页.....)

Table 4 (continued) Thermal resistance

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Junction to ambient	R_{thJA}	–	80.4	–	K/W	¹⁾ ³⁾ 1s0p + 300 mm ²	PRQ-149

1) 未经过生产测试，由设计指定。

2) 指定的 R_{thJC} 值是在自然对流条件下，在冷板设置上模拟得到的（所有引脚和裸露焊盘都固定在环境温度下） $T_A = 25^\circ\text{C}$ 耗散功率 1 W

3) 指定的 R_{thJA} 值根据JEDEC 2s2p (JESD 51-7) + (JESD 51-5) 和JEDEC 1s0p (JESD 51-3) + FR4板在自然对流条件下的散热器面积下模拟得到的。该器件在 76.2 x 114.3 x 1.5 mm 的板上进行模拟。2s2p 板有 2 个外层铜层 (2 x 70 μm Cu) 和 2 个内层铜层 (2 x 35 μm Cu)。在裸露焊盘下方应用了一个热通孔阵列（直径 = 0.3 mm，镀层厚度为 25 μm ），并将顶层和内层连接至JEDEC PCB的底层。 $T_A = 25^\circ\text{C}$ ；IC功耗 1 W

注： 热参数是根据JEDEC JESD51 标准定义的。如需了解更多信息，请访问 <https://www.jedec.org>

4 开关调节器

TLD6099-2ES实现了双通道调节器，适用于升压到地、升压到电池、降压到电池、SEPIC、反激式和Cuk拓扑。双通道独立工作。

每个通道有两个独立的控制环路：

- 电流控制环路
- 电压控制环路

每个通道启用的，只要VFB1,2引脚上的反馈电压低于VFB1,2电压模式ON阈值($V_{VFB1,2_VM(ON)}$)，器件就会调节输出电流。一旦达到VFB1,2基准电压($V_{VFB1,2_REF}$)电压，控制环路就会接管并调节输出电压。

控制器通过感测电感峰值电流以及内部误差放大器的输出来产生两个独立的PWM信号。控制信号施加到连接到SWO1,2引脚的内部栅极驱动器，以驱动外部n沟道MOSFET。

4.1 软启动

软启动程序有两个功能：

- 限制输入电流和输出过冲
- 确保系统输出在合理的时间内达到目标值，即使在低占空比的PWM调光模式下工作

每个通道独立执行自己的软启动程序。

PWM1,2引脚上的第一个上升沿启用软启动程序。然后在下列

情况执行：

- 在启动时
- 在FBH1,2引脚过压后
- 过温故障后
- IVCC引脚欠压后

软启动在短路到接地故障后应用，并在故障持续存在的情况下每隔 t_{FAULT} 时间重复触发一次。

软启动的操作取决于模拟输出的调整。

在软启动期间，开关调节器调整PWM信号，使FBH1,2和FBL1,2之间的电压从0逐渐增加到 $V_{REF(100\%)}$ ，此过程在 t_{SS} 时间内完成。如果没有应用模拟调整，则该过程将分为15个步骤进行；否则，在软启动结束之前，将达到预期的稳态。

当应用低占空比调光时，会对PWM调光脉冲施加ON时间延长，以确保合理的上电时间。

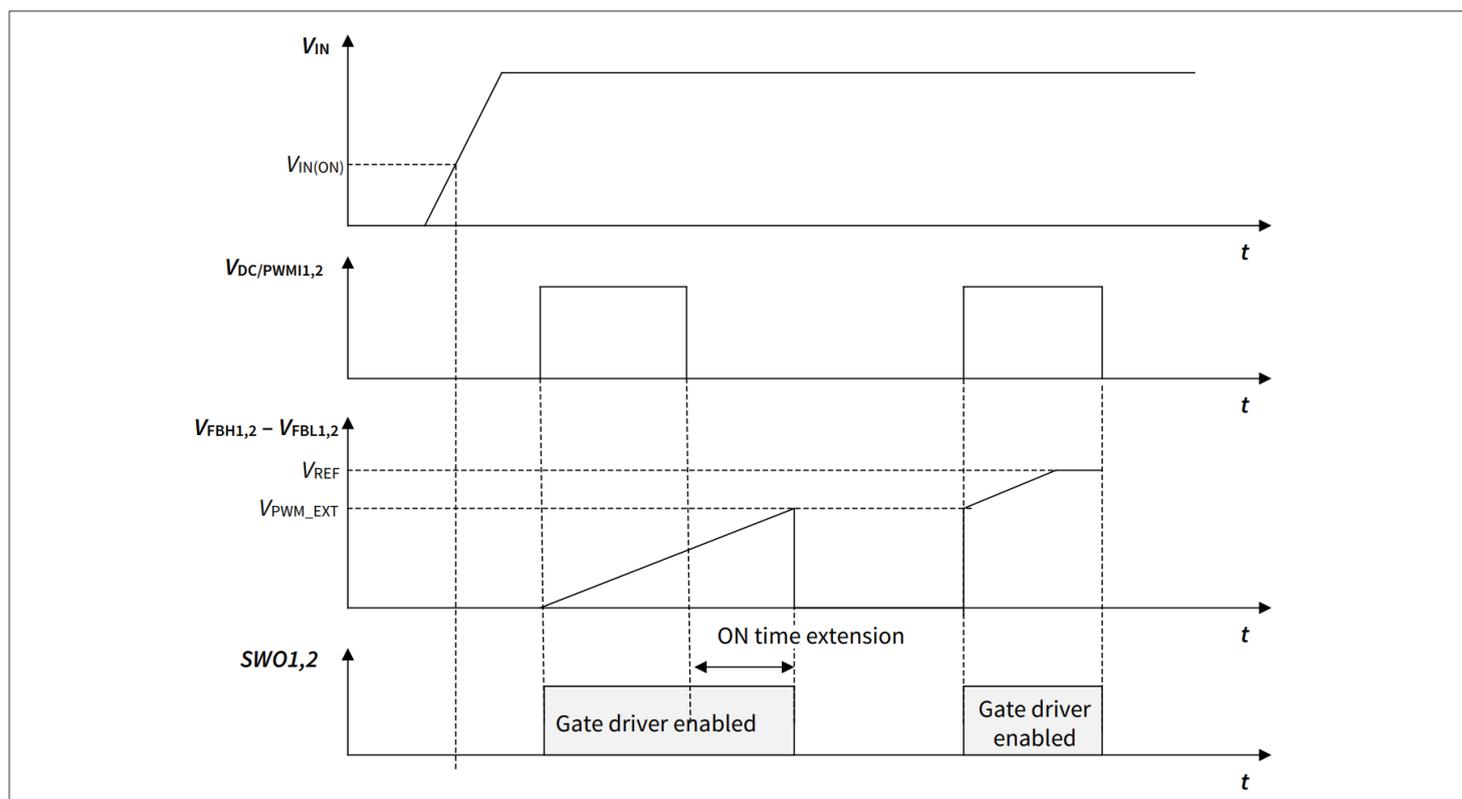


图3 软启动时序图 ($V_{VFBH} - V_{VFBL}$ 的线性波形是可能的情况的示例)

ON时间延长将在以下情况下触发：

- 所施加的PWM调光信号的开通时间，导通时间短于 t_{SS} 在软启动期间和
- PWM延长期间，在PWM信号ON时间结束时，FBH1, 2与FBL1, 2之间的电压低于基准电压 V_{PWM_EXT}

PWM信号的ON时间延长持续存在，直到FBH1,2和FBL1,2之间的电压达到 V_{PWM_EXT} 。

V_{PWM_EXT} 在ON时间延长期间通过模拟输出调整被限制到最小参考电压 V_{PWM_MIN}

在 V_{REF} 信号的前3级， V_{PWM_EXT} 比 V_{REF} 高。

如果通过模拟调整功能调整的FBH1,2和FBL1,2之间的参考电压低于 V_{PWM_MIN} 开通时间，导通时间延长在 t_{SS} 后结束。

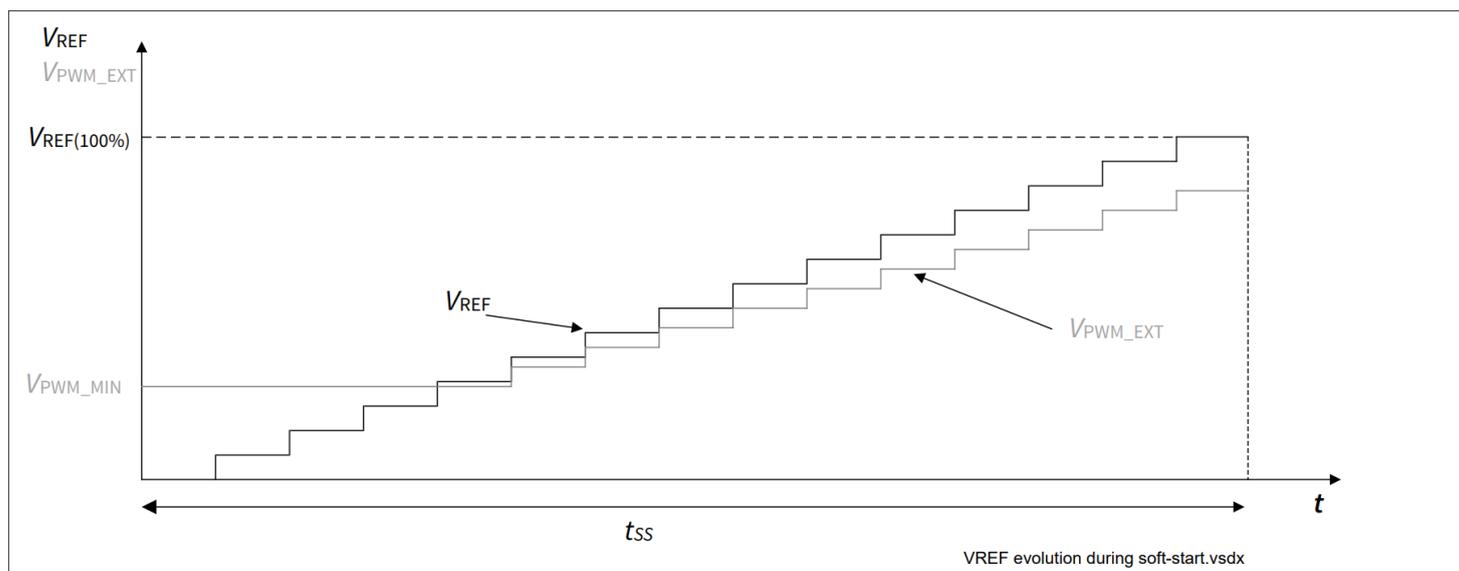


Figure 4 V_{REF} and V_{PWM_EXT} waveforms during the soft start routine without analog output adjustment

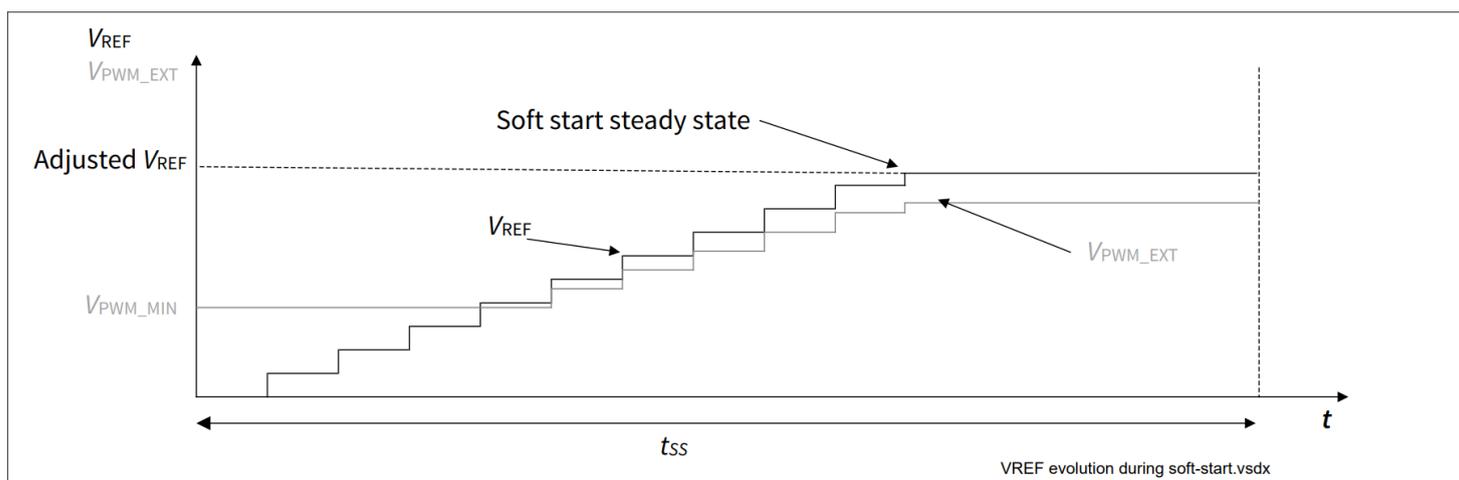


Figure 5 V_{REF} and V_{PWM_EXT} waveforms during the soft start routine with analog output adjustment

如果开通时间、导通时间延长在 t_{ss} 之前结束 如果 FBH1,2 和 FBL1,2 之间的电压再次 PWM V_{PWM_EXT} ，则在下一个 PWM 周期中重新触发开通时间、导通时间延长。

当开通时间、导通时间延长结束后，软启动的剩余部分允许在接下来的 PWM 调光信号的开通时间、导通时间期间继续演化。在这种情况下，软启动的实际持续时间可能比 t_{ss} 长。

4.2 电气特性

表5 电气特性

$V_{IN} = 8\text{ V}$ 至 36 V , $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$; 所有电压相对于地, 正极电流流入引脚 (除非另有规定)。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
调节器							
VFB1,2 reference voltages (voltage loop)	$V_{VFB1,2_REF}$	1.568	1.6	1.632	V	–	PRQ-172
Current loop reference voltages	$V_{REF1,2(100\%)}$	144.75	150	155.25	mV	Differential signal (not referred to ground) $V_{REF1,2} = V_{FBH1,2} - V_{FBL1,2}$; $V_{SET1,2} = 5\text{ V}$	PRQ-174
Current loop reference voltages	$V_{REF1,2(40\%)}$	57	60	63	mV	Differential signal (not referred to ground) $V_{SET1,2} = 940\text{ mV}$	PRQ-176
Current loop reference voltages	$V_{REF1,2(0\%)}$	–	–	10	mV	Differential signal (not referred to ground) $V_{SET1,2} = 100\text{ mV}$	PRQ-178
Transconductance error amplifier voltage loop	g_{m1}	–	0.95	–	mS	¹⁾	PRQ-179
Transconductance error amplifier current loop	g_{m2}	–	1.6	–	mS	¹⁾	PRQ-180
Switch current limit thresholds	$V_{SWCS1,2_TH}$	80	100	120	mV	–	PRQ-182
Maximum duty cycle in adjust. freq. mode	D_{MAX}	91	–	–	%	$R_{FREQ/SYNC/SPREAD} = 27\text{ k}\Omega$	PRQ-183
Maximum duty cycle in low frequency sync mode	$D_{MAX(LF)}$	88	–	–	%	$f_{SW} = 500\text{ kHz}$	PRQ-184
Maximum duty cycle in high frequency sync mode	$D_{MAX(HF)}$	85	–	–	%	$f_{SW} = 2.2\text{ MHz}$	PRQ-185
Soft start time	t_{SS}	1.8	2	2.2	ms	¹⁾	PRQ-186
Reference voltage during PWM extension	V_{PWM_EXT}	–	0.8* $V_{REF1,2}$	–	V	¹⁾ $V_{PWM_EXT} > V_{PWM_MIN}$	PRQ-187
Minimum reference voltage during PWM extension	V_{PWM_MIN}	–	31.5	–	mV	¹⁾	PRQ-188
Input current at pin FBH1, FBH2	$I_{FBH1,2}$	–	120	160	μA	$V_{FBH1,2} - V_{FBL1,2} = 0.15\text{ V}$ $V_{FBH1,2} = 60\text{ V}$	PRQ-194

(表格续下页.....)

表 5 (续) 电气特性

$V_{IN} = 8\text{ V}$ 至 36 V , $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$; 所有电压相对于地, 正极电流流入引脚 (除非另有规定)。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Input current at FBL1, FBL2	$I_{FBL1,2}$	-	50	70	μA	$V_{FBH1,2} - V_{FBL1,2} = 0.15\text{ V}$ $V_{FBL1,2} = 60\text{ V}$	PRQ-196
Power supply undervoltage shutdown	$V_{IN(OFF)}$	2.5	-	4.5	V	V_{IN} decreasing	PRQ-201
Power supply minimum startup voltage	$V_{IN(ON)}$	-	-	5.5	V	V_{IN} increasing	PRQ-202
Power supply current consumption	I_{IN}	-	8	12	mA	$V_{PWM1,2} = 0\text{ V}$ $V_{SET1,2} = V_{MCC}$ $R_{FREQ/SYNC/SPREAD} = 33\text{ k}\Omega$ $R_{FAULT1,2} = 57\text{ k}\Omega$ no faults detected	PRQ-204

外部开关的栅极驱动器

Gate drivers peak output current	$I_{SWO1,2}$	1	-	-	A	¹⁾ $V_{SWO1,2}$ increasing 1 V to 4 V Current flows out of pin	PRQ-206
Gate drivers peak output current	$I_{SWO1,2}$	1	-	-	A	¹⁾ $V_{SWO1,2}$ decreasing 4 V to 1 V	PRQ-208
Gate drivers output rise time	$t_{R_SWO1,2}$	-	-	20	ns	¹⁾ $C_{L_SWO1,2} = 3.3\text{ nF}$ $V_{SWO1,2}$ increasing 1 V to 4 V	PRQ-210
Gate drivers output fall time	$t_{F_SWO1,2}$	-	-	20	ns	¹⁾ $C_{L_SWO1,2} = 3.3\text{ nF}$ $V_{SWO1,2}$ decreasing 4 V to 1 V	PRQ-212
Gate driver high side resistance	R_{SWO_HS}	-	1	3	Ω	¹⁾ $I_{SWO} = -10\text{ mA}$	PRQ-213
Gate driver low side resistance	R_{SWO_LS}	-	1	3	Ω	¹⁾ $I_{SWO} = 10\text{ mA}$	PRQ-214

¹⁾ Not subject to production test, specified by design

5 线性调节器

该设备内置了一个线性调节器，用于生成一个5V输出，用于内部的栅极驱动器供电，并通过IVCC引脚给PCB上其他辅助设备（例如微控制器和电阻分压器）供电。

线性调节器的最大输出电流被限制在IVCC输出电流限制 I_{IVCC} 以内。

如果IVCC上的负载（栅极驱动器加上PCB上的连接设备）所需的电流超过 I_{IVCC} ，则线性调节器的输出电压会降低。

当输入电压 V_{IN} 超过最小启动电压 $V_{IN(ON)}$ 并保持时间超过IVCC启动时间 t_{ST} 时，线性调节器开始向IVCC引脚供电。

需要连接一个低ESR电容器从IVCC到地（图中的 C_{IVCC} ），以稳定线性调节器的输出电压。

电容器 C_{IVCC} 的ESR必须低于IVCC缓冲电容器ESR $R_{IVCC(ESR)}$ 。

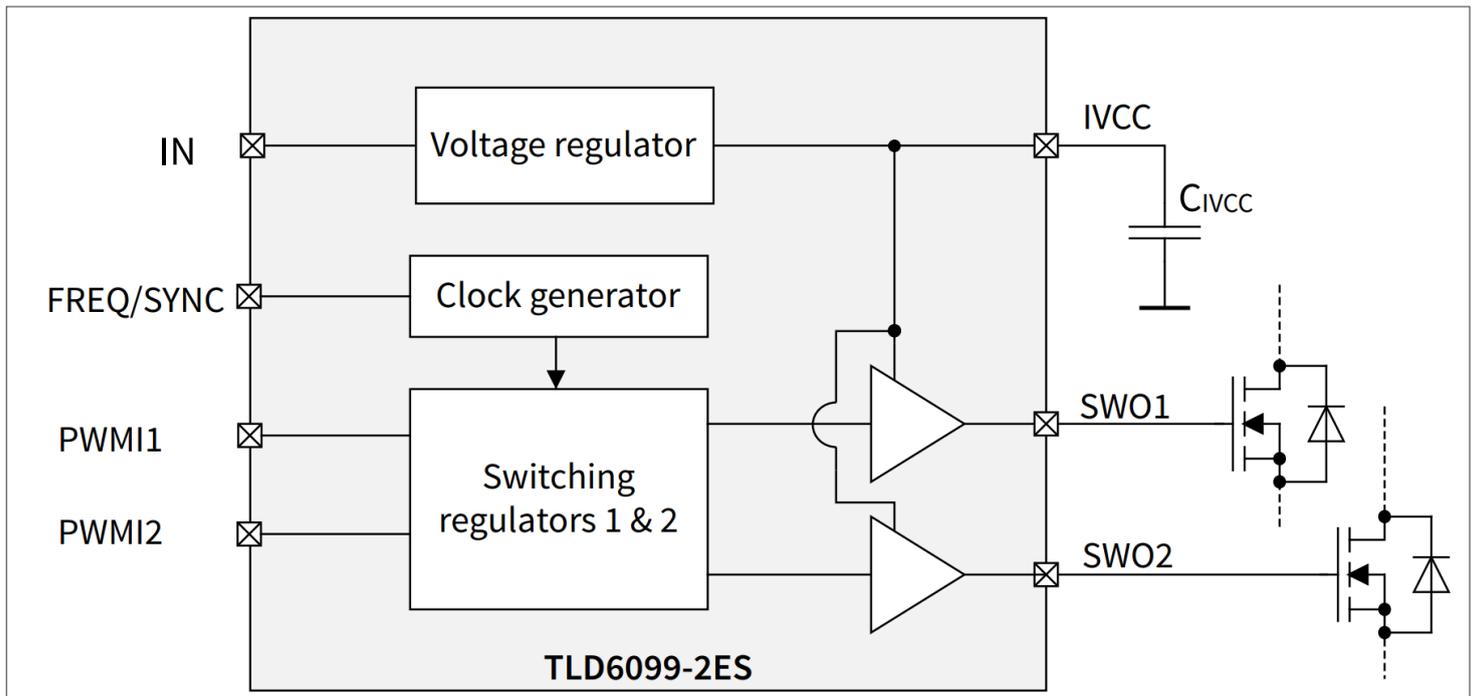


Figure 6 Block diagram of the linear regulator

5.1 外部开关 MOSFET 的欠压保护

在开关PWM信号的ON时间内，栅极驱动器需要将开关NMOS偏置在深欧姆区域，以避免MOSFET自身过热。这是通过选择一个逻辑级MOSFET，其最大阈值电压低于IVCC欠压关断阈值 $V_{IVCC_TH_D}$ 来实现的。

TLD6099-1EP集成了一个欠压复位阈值电路，当 V_{IVCC} 降低到 $V_{IVCC_TH_D}$ 以下时，会禁用栅极驱动器。栅极驱动器会在 V_{IVCC} 升高到IVCC欠压开启阈值 $V_{IVCC_TH_I}$ 以上时重新启用。

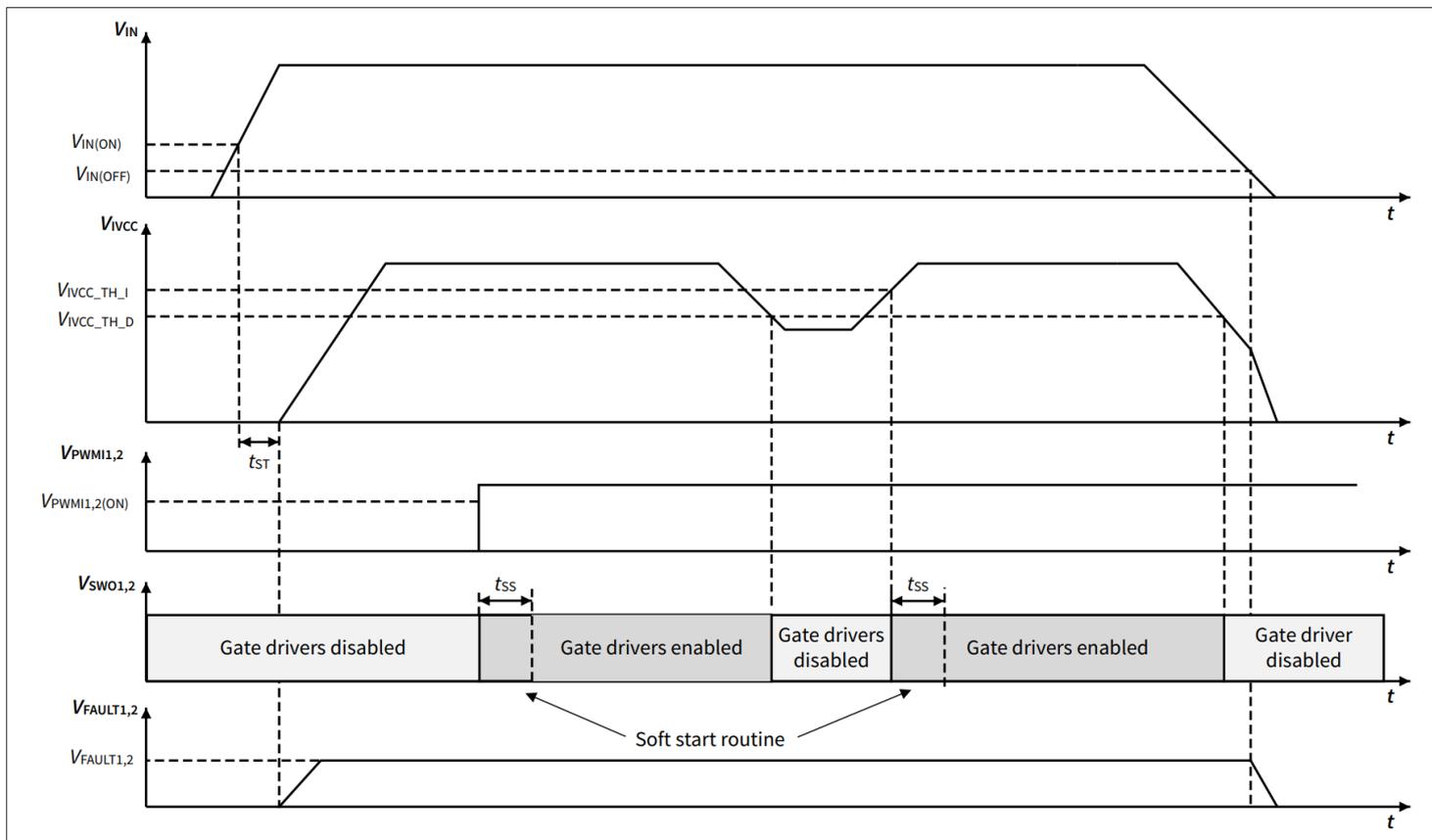


Figure 7 Thresholds and timing diagram related to the linear regulator

5.2 电气特性

表 6 电气特性

$V_{IN} = 8\text{ V}$ 至 36 V , $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$; 所有电压相对于地, 正极电流流入引脚 (除非另有规定)。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
IVCC output voltage	V_{IVCC}	4.85	5	5.15	V	$8\text{ V} \leq V_{IN} \leq 36\text{ V}$; $0.1\text{ mA} \leq I_{IVCC} \leq 40\text{ mA}$	PRQ-222
IVCC output current limit	I_{IVCC}	51	–	100	mA	$8\text{ V} < V_{IN} < 13.5\text{ V}$; $V_{IVCC} < 4.5\text{ V}$; Current flows out of pin	PRQ-223
IVCC dropout voltage	V_{IVCC_DV}	–	–	0.5	V	$V_{IN} = 5\text{ V}$; $I_{IVCC} < 20\text{ mA}$	PRQ-224
IVCC start time	t_{ST}	–	–	300	μs	¹⁾ V_{IN} slew rate higher than $1\text{ V}/10\text{ }\mu\text{s}$	PRQ-225
IVCC buffer capacitor	C_{IVCC}	1	4.7	10	μF	¹⁾	PRQ-226
IVCC buffer capacitor ESR	$R_{IVCC(ESR)}$	–	–	0.2	Ω	¹⁾ Maximum value given for regulator stability	PRQ-227

(表格续下页.....)

表 6 (续) 电气特性

$V_{IN} = 8\text{ V}$ 至 36 V , $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$; 所有电压相对于地, 正极电流流入引脚 (除非另有规定)。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
IVCC undervoltage switch-off threshold	$V_{IVCC_TH_D}$	3.6	–	4.0	V	V_{IVCC} decreasing	PRQ-228
IVCC undervoltage switch-on threshold	$V_{IVCC_TH_I}$	–	–	4.5	V	V_{IVCC} increasing	PRQ-229

1) Not subject to production test, specified by design

注意: 选择外部开关MOSFET, 其最坏情况下的阈值电压 $V_{GS(th)}$ 应低于最小的 $V_{IVCC_TH_D}$

6 开关频率设置和同步

DC/DC 开关频率可通过从 FREQ/SYNC/SPREAD 引脚接地的电阻器或通过向该引脚提供数字时钟来调整。该器件还包含一个展频调制器，以减少满足EMI兼容性的设计工作量。

如果提供外部时钟，设备接受以下两个工作窗口中的数字时钟：

- 同步低频捕获范围 $f_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD(LF)}}$ (低频同步模式)
- 同步高频捕获范围 $f_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD(HF)}}$ (高频同步模式)

在这些范围之外，设备无法识别有效的时钟，从而导致调节器的行为可能超出规格

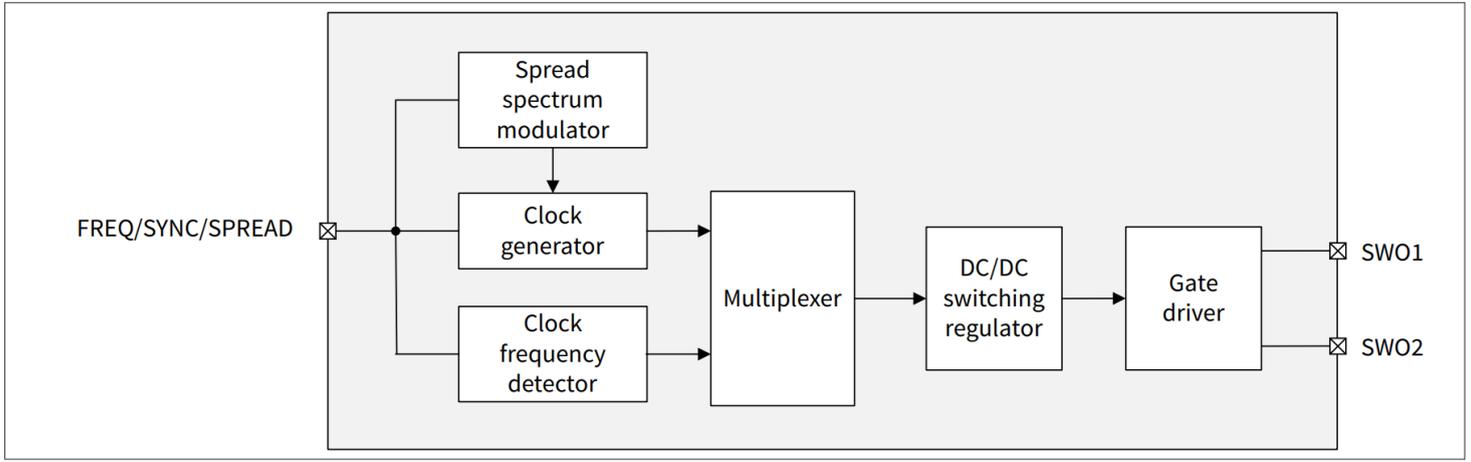


Figure 8 Diagram of switching frequency adjustment and synchronization blocks

为了限制输入电流尖峰，从而降低输入滤波器的要求，SWO2 与 SWO1 相位相反。这意味着 SWO2 的激活时间比 SWO1 延迟 $1/(2 \cdot f_{\text{SWO}})$ 。

6.1 使用外部电阻设置开关频率

放置在 FREQ/SYNC/SPREAD 引脚上的电阻器可调节 DC/DC 的频率，并启用或禁用展频调制器。

放置在 FREQ/SYNC/SPREAD 引脚和接地之间的电阻调节调节器的开关频率，如下所示：

- 如果偏置电阻在 $R_{\text{FREQ_SpreadSpectrum(ON)}}$ 范围内，则展频被激活，开关频率在 f_{SWO} 范围内调整
- 如果偏置电阻在 $R_{\text{FREQ_SpreadSpectrum(OFF)}}$ 范围内，则展频被停用，开关频率在 f_{SWO} 范围内调整
- 如果电阻低于 $R_{\text{FREQ_HF(ON)}}$ ，则展频被停用，开关频率固定在 $f_{\text{SWO_HS}}$

不允许使用这些电阻组以外的值。

偏置电阻和带展频的开关频率激活之间的关系是

$$f_{\text{SW}} = \frac{1}{(1.11 \cdot 10^{-9} \cdot R_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD}})} \quad (1)$$

偏置电阻和带展频的开关频率未激活之间的关系是

$$f_{\text{SW}} = \frac{1}{(1.11 \cdot 10^{-10} \cdot R_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD}})} \quad (2)$$

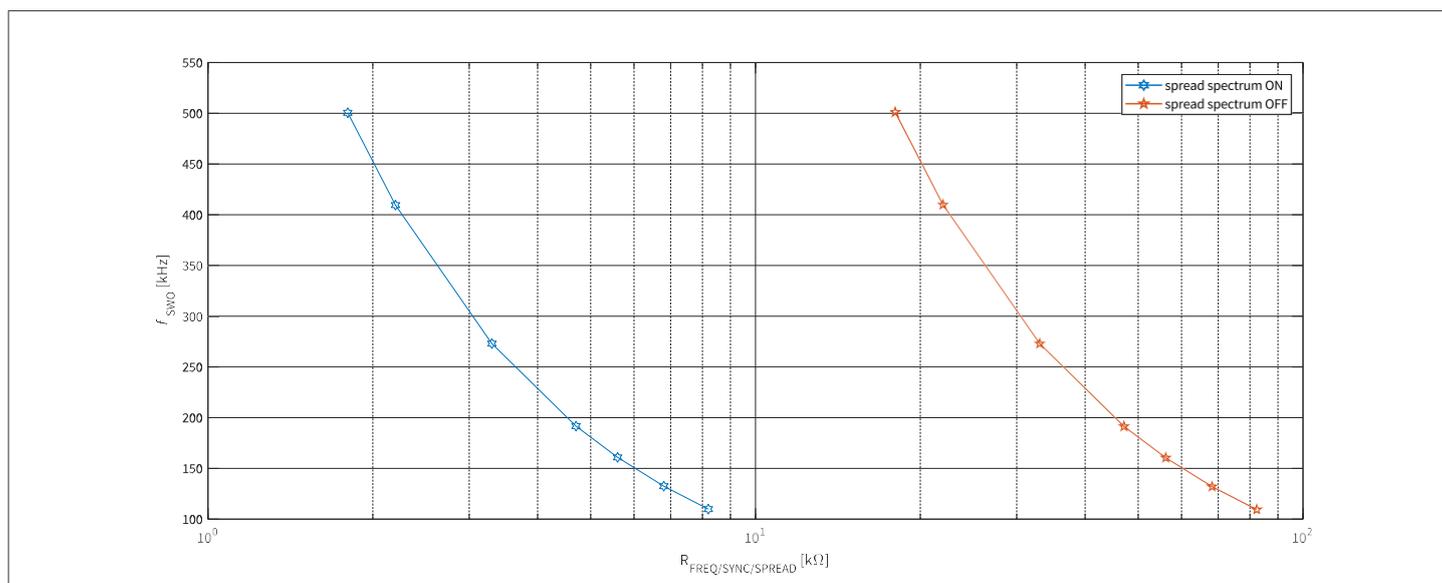


Figure 9 Switching frequency versus $R_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD}}$

6.1.1 电气特性

表 7 电气特性

$V_{\text{IN}} = 8 \text{ V}$ 至 36 V , $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$; 所有电压相对于地, 正极电流流入引脚 (除非另有规定)。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Switching frequency	$f_{\text{SWO_SSM(OFF)}}$	288	333	378	kHz	$R_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD}} = 27 \text{ k}\Omega$	PRQ-238
Switching frequency	$f_{\text{SWO_HF}}$	2	2.2	2.4	MHz	$R_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD}} = 100 \Omega$	PRQ-446
FREQ/SYNC/SPREAD output current	$I_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD}}$	-	-	3	mA	$V_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD}} = 0 \text{ V}$ Current flowing out of pin	PRQ-239
FREQ/SYNC/SPREAD output voltage	$V_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD_SSM(OFF)}}$	0.72	0.8	0.88	V	$R_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD}} = 27 \text{ k}\Omega$	PRQ-240
Biasing resistor FREQ/ SYNC/SPREAD spread spectrum ON	$R_{\text{FREQ_SpreadSpectrum(ON)}}$	1.8	-	9	$\text{k}\Omega$	-	PRQ-443
Biasing resistor FREQ/ SYNC/SPREAD spread spectrum OFF	$R_{\text{FREQ_SpreadSpectrum(OFF)}}$	18	-	90	$\text{k}\Omega$	-	PRQ-444
Biasing resistor FREQ/ SYNC/SPREAD/ high frequency	$R_{\text{FREQ_HF(ON)}}$	-	-	100	Ω	-	PRQ-445

6.1.2 展频

展频调制技术显著降低了频谱中较低频率范围 ($f < 30$ MHz) 的电磁谐波辐射。

该技术是通过随时间改变开关频率来实现的。最终结果是电磁谐波辐射峰值相关的能量在一个宽频带上移动。

开关频率以三角形波形进行调制，分为7个步骤，均匀分布在整個频率范围内 (2倍的频率偏差 f_{DEV})。

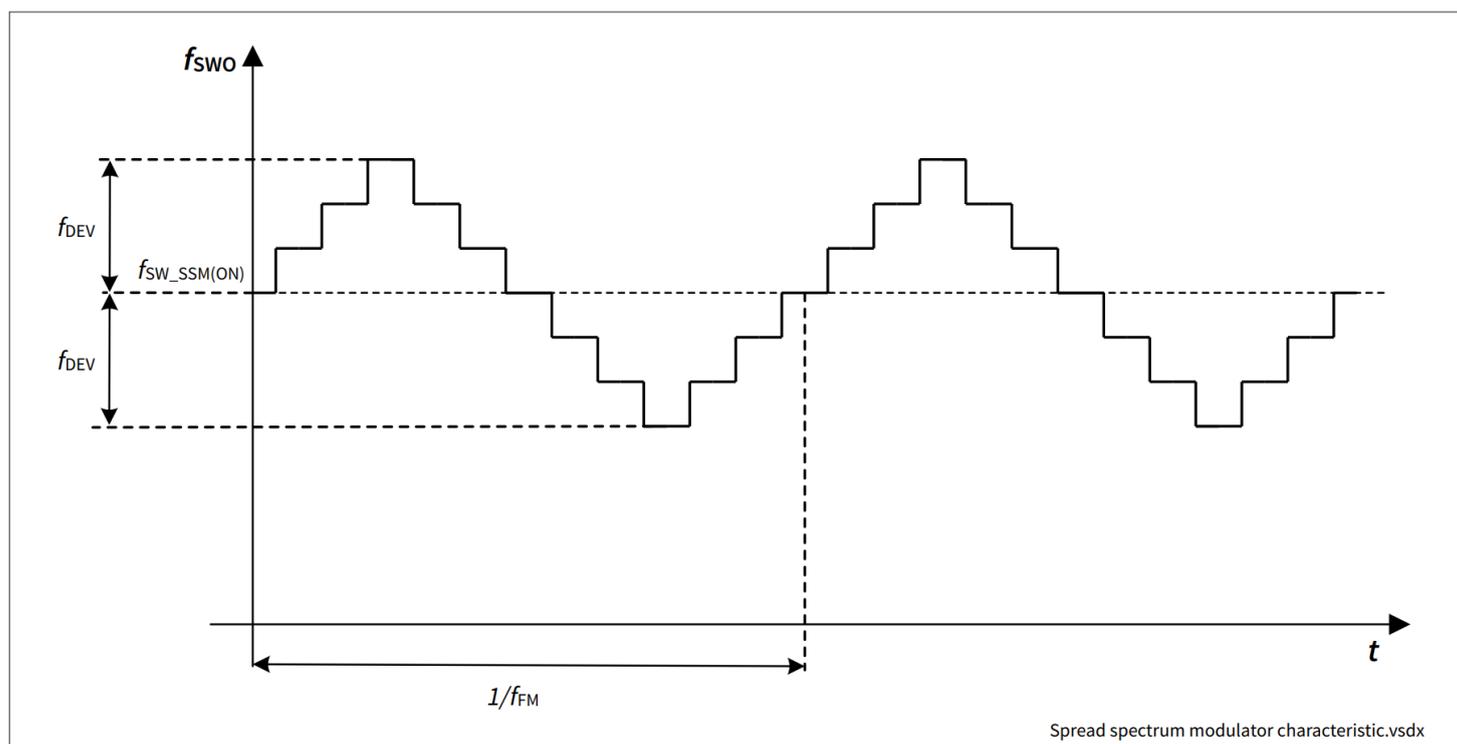


Figure 10 Spread spectrum modulator characteristic

6.1.2.1 电气特性

表 8 电气特性

$V_{IN} = 8$ V 至 36 V, $T_j = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$; 所有电压相对于地, 正极电流流入引脚 (除非另有规定)。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Average switching frequency	$f_{SWO_SSM(ON)}$	288	333	378	kHz	¹⁾ $R_{FREQ/SYNC/SPREAD} = 2.7\text{ k}\Omega$	PRQ-243
Modulation frequency	f_{FM}	6.75	7.5	8.25	kHz	¹⁾ $1.8\text{ k}\Omega \leq R_{FREQ/SYNC/SPREAD} \leq 9\text{ k}\Omega$	PRQ-244
Frequency deviation	f_{DEV}	$0.08^* f_{SWO}$	$0.10^* f_{SWO}$	–	kHz	¹⁾ $1.8\text{ k}\Omega \leq R_{FREQ/SYNC/SPREAD} \leq 9\text{ k}\Omega$	PRQ-245

(表格续下页.....)

表 8 (续) 电气特性

$V_{IN} = 8\text{ V}$ 至 36 V , $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$; 所有电压相对于地, 正极电流流入引脚 (除非另有规定)。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
FREQ/SYNC/SPREAD output voltage	$V_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD_SSM(ON)}}$	0.72	0.8	0.88	V	$R_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD}} = 2.7\text{ k}\Omega$	PRQ-246

1) Not subject to production test, specified by design

6.2 与外部时钟同步 (低频模式)

如果频率在同步低频捕获范围 $f_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD(LF)}}$ 内, 并且占空比在同步输入占空比范围 $DC_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD}}$ 内, 则开关频率会与 FREQ/SYNC/SPREAD 引脚上的外部时钟源同步。

如果 FREQ/SYNC/SPREAD 上的电压超过两个阈值, 设备会检测到外部时钟源:

- 正脉冲期间 同步输入高电压 $V_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD(H)}}$,
- 负脉冲期间 同步输入低电平电压 $V_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD(L)}}$ 。

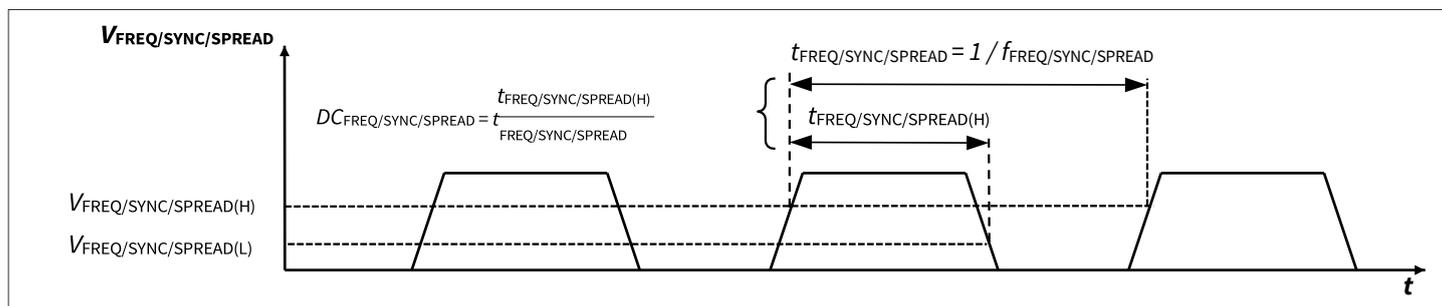


Figure 11 Timing diagram when synchronization mode is enabled

6.2.1 电气特性

表 9 电气特性

$V_{IN} = 8\text{ V}$ 至 36 V , $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$; 所有电压相对于地, 正极电流流入引脚 (除非另有规定)。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Synchronization input high voltage	$V_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD(H)}}$	3.0	–	–	V	–	PRQ-250
Synchronization input low voltage	$V_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD(L)}}$	–	–	0.8	V	–	PRQ-251
Synchronization input duty cycle range	$DC_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD}}$	40	–	60	%	1)	PRQ-252

1) Not subject to production test, specified by design

6.3 与外部时钟同步（高频范围）

高开关频率使得系统成本降低，因为可以使用较小的值的被动元件。

如果输入时钟在同步高频捕获范围 $f_{\text{FREQ/SYNC/SPREAD(HF)}}$ 内，则使能高频同步。

FREQ/SYNC/SPREAD 引脚上的电压阈值电平与低频同步模式下的相同。

7 模拟输出调整

每个通道可以通过监控相应 SET1,2 引脚 ($V_{SET1,2}$) 上的模拟电压来调整 FBH1,2 和 FBL1,2 引脚之间的基准电压 $V_{REF1,2}$ (从而调整输出电流)。

模拟输出调整独立于各个通道进行, 通道之间没有任何关联。如果施加在 SET1,2 引脚上的电压低于 $V_{SET1,2(NOSW)}$, 则 SWO1,2 NMOS 栅极驱动器将被禁用。

SET1,2 引脚必须连接到高于 $V_{SET1,2(100\%)}$ 的电压 (例如将 SET1,2 引脚连接到 IVCC 引脚), 以排除输出电流调节功能。

SET1,2 引脚上的电压会影响对应通道的电压参考值, 其行为如下图所示。

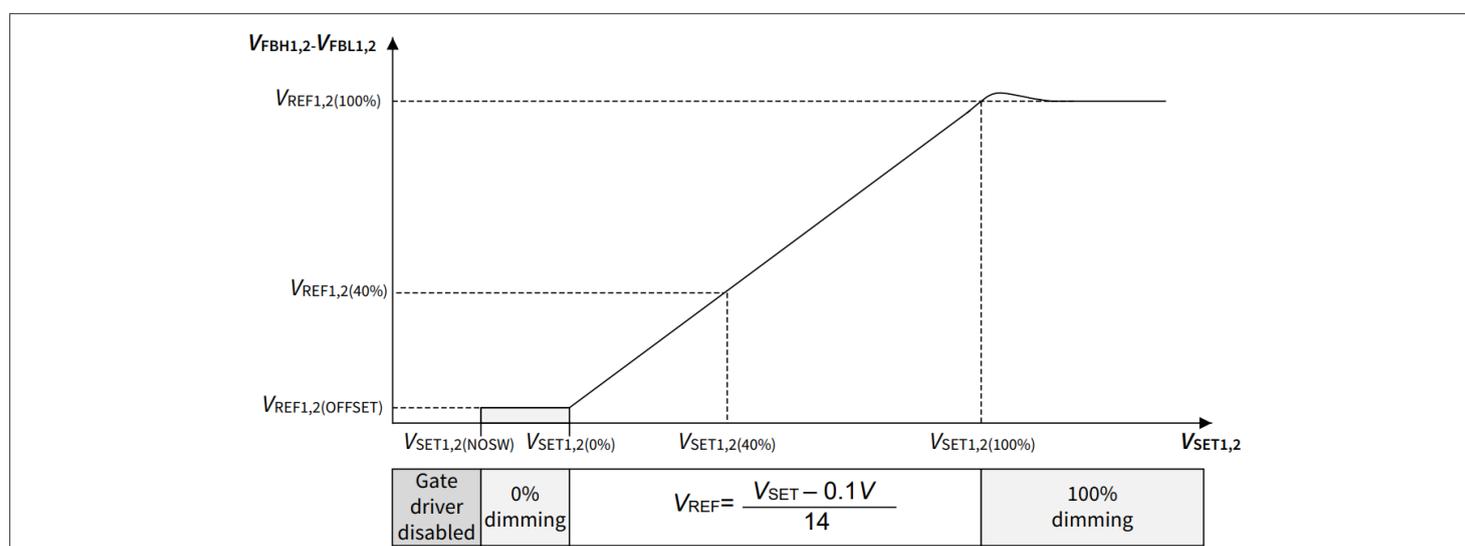


Figure 12 Relationship between $V_{SET1,2}$ and the respective voltage $V_{REF1,2}$

SET 引脚还可以连接到外部热敏电阻 (通常安装在 LED 模块上) 来进行热保护。

7.1 电气特性

表 10 电气特性

$V_{IN} = 8V$ 至 $36V$, $T_j = -40^\circ C$ 至 $+150^\circ C$; 所有电压相对于地, 正极电流流入引脚 (除非另有规定)。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
SET1 SET2 input voltage 100%	$V_{SET1,2(100\%)}$	-	2.2	-	V	1)	PRQ-260
SET1 SET2 input voltage 40%	$V_{SET1,2(40\%)}$	-	940	-	mV	1)	PRQ-262
SET1 SET2 input voltage 0%	$V_{SET1,2(0\%)}$	-	100	-	mV	1)	PRQ-265
SET1 SET2 input voltage no switching activity	$V_{SET1,2(NOSW)}$	-	-	50	mV	-	PRQ-266

1) Not subject to production test, specified by design

8 调光功能

TLD6099-2ES 提供两个调光输入（每个通道一个），用于脉宽调制（PWM）输出电流。

这种调制有利于降低输出的平均电流（从而降低 LED 的亮度），而不会导致 LED 产生的光出现色偏。

这些功能在两个通道上都存在，并且它们独立地在每个通道上起作用，没有任何通道之间的关系。

8.1 数字 PWM 调光

TLD6099-2ES 的每个通道都有一个专用的输入引脚，用于用数字模式调制 LED 串的平均电流

如果满足以下条件，每个通道都会识别出 DC/PWMI1,2 引脚上的数字 PWM 调光信号：

- PWMI1,2 引脚上的最小电压低于 $V_{PWMI1,2(OFF)}$
- PWMI1,2 引脚上的最大电压高于 $V_{PWMI1,2(ON)}$
- PWMI1,2 上的最大频率小于 1 kHz
- 未检测到任何故障

如果识别到有效模式并且 V_{PWMI} 高于 $V_{PWMI1,2(ON)}$ ，则 NMOS 电感驱动器启用，否则 NMOS 电感驱动器被禁用。当 NMOS 电感驱动器被禁用时，COMP 引脚上的电压保持稳定。

8.1.1 电气特性

表 11 电气特性

$V_{IN} = 8\text{ V}$ 至 36 V ， $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$ ；所有电压相对于地，正极电流流入引脚（除非另有规定）。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
PWMI1, PWMI2 input voltage high threshold	$V_{PWMI1,2(ON)}$	2.0	–	–	V	–	PRQ-290
PWMI1, PWMI2 input voltage low threshold	$V_{PWMI1,2(OFF)}$	–	–	0.8	V	–	PRQ-292
PWMI1 PWMI2 input current	$I_{PWMI1,2}$	–	–	200	μA	$V_{PWMI1,2} = V_{IN}$	PRQ-294
PWMI1 PWMI2 input current	$I_{PWMI1,2}$	–	–	1	μA	$V_{PWMI1,2} = 0.8\text{ V}$	PRQ-296
PWMI1, PWMI2 minimum ON time	$t_{PWMI1,2(ON)}$	6	–	–	μs	–	PRQ-298

9 自适应输出放电

负载变化可能会产生电流尖峰，从而降低 LED 的可靠性。TLD6099-2ES 通过启用自适应输出放电（AOD）特性来保护负载。

当负载的 LED 数量减少时，AOD 驱动一个 NMOS 附件到输出电容，以快速调整输出电压。

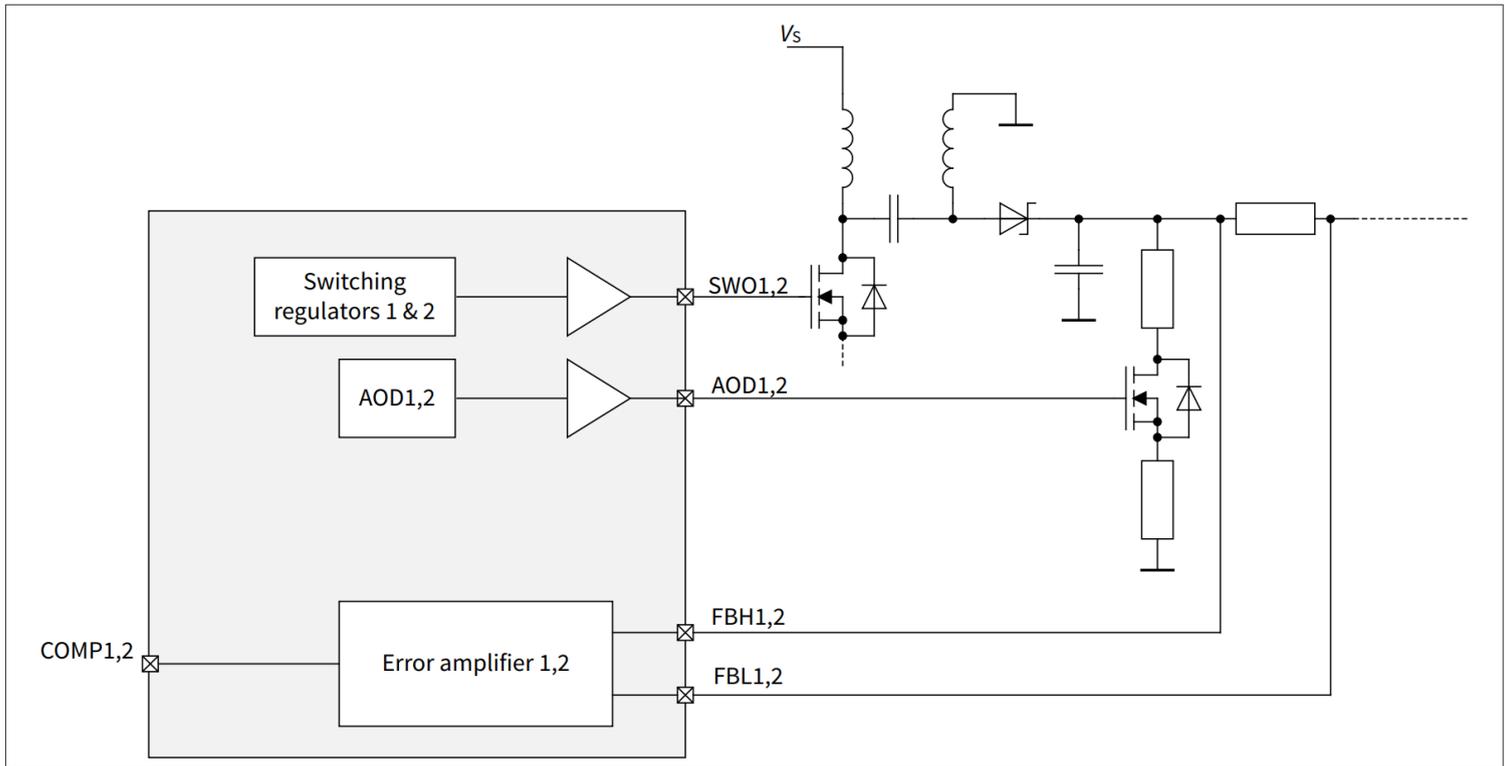


图 13 自适应输出放电

当 FBH1,2 和 FBL1,2 两端的电压超过 $V_{REF1,2} (V_{AOD_ON})$ 且持续时间超过 t_{AOD_ON} 时，自适应输出放电特性会导通外部 AOD NMOS。

当 FBH1,2 和 FBL1,2 两端的电压低于 $(V_{REF1,2} + V_{AOD_ON} - V_{REF1,2} + V_{AOD_ON} - V_{REF1,2})$ 时，外部 AOD NMOS 关闭。
 V_{AOD_HYS} 。

自适应输出放电激活阈值通过模拟输出调整（模拟调光）调制至最小值基准电压 $V_{AOD_ON(MIN)}$ 。

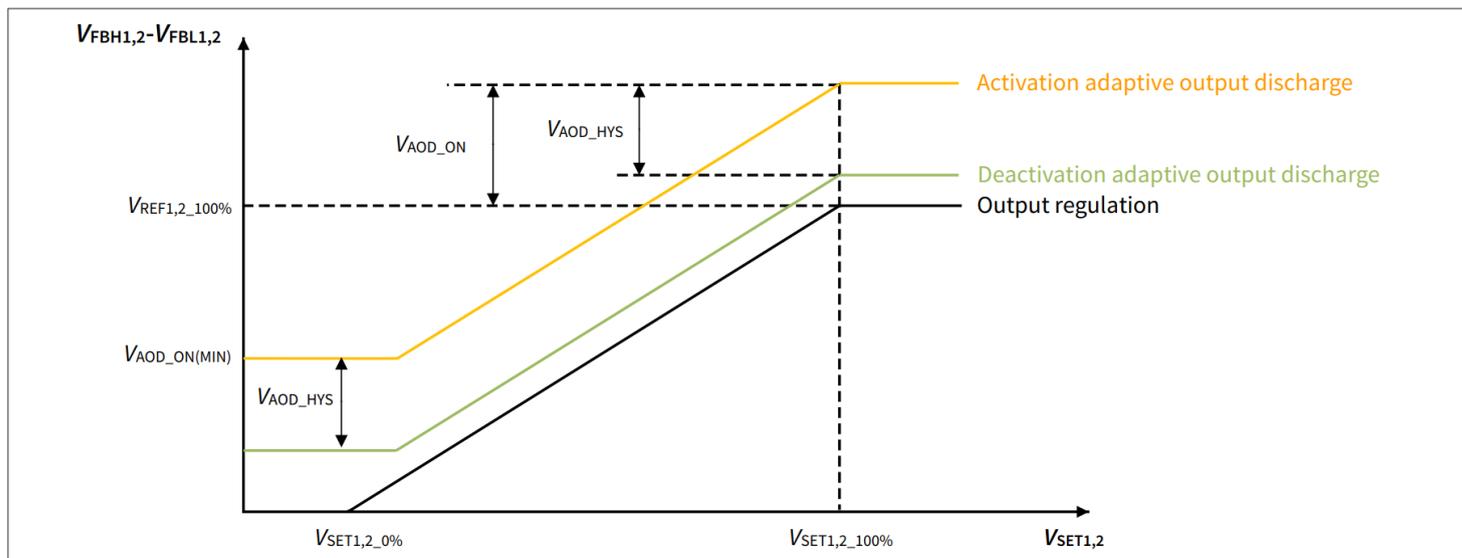


图 14 AOD 激活作为 V_{SET} 的函数

在软启动例程期间，自适应输出放电的特点是突出的。

9.1 电气特性

表 12 电气特性

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Activation adaptive output discharge	V_{AOD_ON}	15	22.5	30	mV	$V_{FBH1,2} = 60\text{ V}$ Voltage $V_{FBH1,2} - V_{FBL1,2}$ increasing	PRQ-430
Hysteresis adaptive output discharge	V_{AOD_HYS}	10	15	–	mV	$V_{FBH1,2} = 60\text{ V}$ Voltage $V_{FBH1,2} - V_{FBL1,2}$ decreasing	PRQ-431
Activation time	t_{AOD_ON}	–	–	200	ns	¹⁾	PRQ-432
Minimum activation adaptive output discharge	$V_{AOD_ON(MIN)}$	50	62.5	–	mV	¹⁾ $V_{FBH1,2} = 60\text{ V}$ Voltage $V_{FBH1,2} - V_{FBL1,2}$ increasing	PRQ-436

外部开关的栅极驱动器

Gate drivers peak output current	$I_{AOD1,2}$	150	–	–	mA	¹⁾ $V_{AOD1,2}$ increasing 1 V to 4 V Current flows out of pin	PRQ-440
Gate drivers peak output current	$I_{AOD1,2}$	150	–	–	mA	¹⁾ $V_{AOD1,2}$ decreasing 4 V to 1 V	PRQ-449

(表格续下页.....)

表 12 (续) 电气特性

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Gate drivers output rise time	$t_{R_AOD1,2}$	–	–	100	ns	¹⁾ $C_{L_AOD1,2} = 3.3 \text{ nF}$ $V_{AOD1,2}$ increasing 1 V to 4 V	PRQ-441
Gate drivers output fall time	$t_{F_AOD1,2}$	–	–	100	ns	¹⁾ $C_{L_AOD1,2} = 3.3 \text{ nF}$ $V_{AOD1,2}$ decreasing 4 V to 1 V	PRQ-442

¹⁾ Not subject to production test, specified by design

10 保护措施和故障管理

通过检查 IVCC 和 FAULT1,2 引脚的状态来识别故障情况。双通道独立故障管理和报告。

设备的每个通道在检测到以下情况时会禁用栅极驱动器并在其 FAULT1,2 引脚上报告故障：

- 对地短路
- 过温
- FBH1,2 引脚过压

通过将相应 FAULT1,2 引脚上的电压升高至 $V_{\text{FAULT1,2(FAULT)}}$ 来报告故障。

FAULT 引脚的状态可以由微控制器监控。在这种情况下，需要在 FAULT 和微控制器的输入引脚之间使用一个串联电阻 ($R_{\text{FAULT-UC}}$)

故障引脚采用开漏结构驱动。最大输出电流为 $I_{\text{FAULT1,2(HIGH)}}$ 。

10.1 电气特性

表 13 电气特性

$V_{\text{IN}} = 8 \text{ V}$ 至 36 V , $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$; 所有电压相对于地, 正极电流流入引脚 (除非另有规定)。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
FAULT1,2 output voltage with fault	$V_{\text{FAULT1,2(HIGH)}}$	4	–	–	V	1)	PRQ-336
FAULT1,2 output current with fault	$I_{\text{FAULT1,2(HIGH)}}$	–	–	6.5	mA	$V_{\text{FAULT}} = 0 \text{ V}$ Fault detected	PRQ-448
Fault period	t_{FAULT}	9	10	11	ms	1)	PRQ-337
Series resistance on FAULT pin	$R_{\text{FAULT-UC}}$	10	–	–	k Ω	1)	PRQ-451

1) Not subject to production test, specify by design

10.2 对地短路

短路到地检测功能保护每个通道免受短路期间电流过载的影响。

如果 $V_{\text{FB1,2}}$ 引脚电压低于短路接地电压阈值 $V_{\text{FB1,2_S2G}}$ 且持续时间超过短路接地反应时间 $t_{\text{S2G_RT}}$, 则每个通道都会检测到此故障。短路接地故障时间 t_{S2G} 过后, 将触发软启动程序。如果软启动结束时 $V_{\text{FB1,2}}$ 引脚电压高于 ($V_{\text{FB1,2_S2G}} + V_{\text{FB1,2_S2G_HYST}}$), 则故障解除。

在软启动程序期间, 短路接地检测被禁用, 并且 FAULT1,2 引脚上不会报告任何故障。对地短路的反应是：

1. FAULT1,2 引脚上的电压升高至 $V_{\text{FAULT1,2(HIGH)}}$, 持续时间为 t_{S2G}
2. 经过 t_{S2G} 时间后, 执行软启动程序
3. 在软启动程序结束时, 重新检查电压 $V_{\text{VFB1,2}}$

如果故障仍然存在, 则重复该过程, 否则通道重新启动。

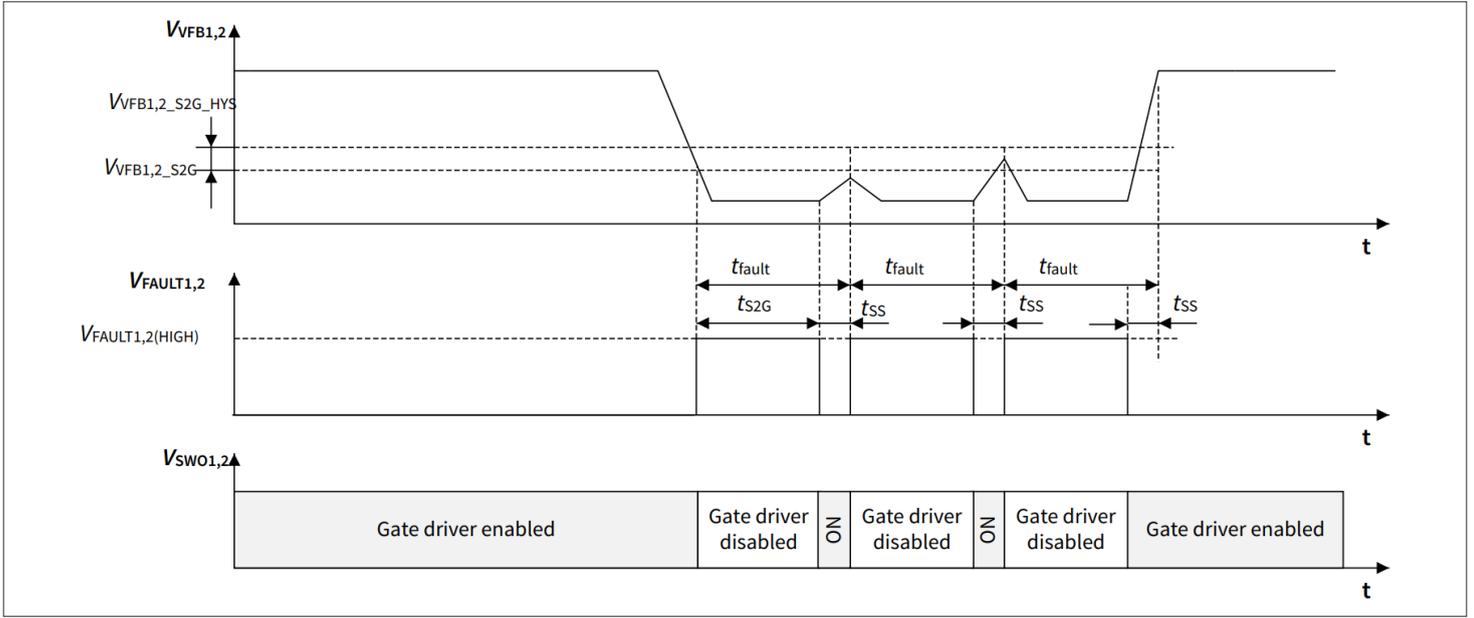


Figure 15 Timing diagram during short to ground detection

当 PWM1,2 引脚上的电压低于 $V_{PWM1,2(OFF)}$ 时，不会检测到故障。

10.2.1 电气特性

表 14 电气特性

$V_{IN} = 8\text{ V}$ 至 36 V , $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$; 所有电压相对于地，正极电流流入引脚（除非另有规定）。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Fault time with short to ground	t_{S2G}	7.2	8	8.8	ms	1)	PRQ-348
Short to ground reaction time	t_{S2G_RT}	4	-	20	μs	-	PRQ-349
Short to ground voltage threshold	$V_{FB1,2_S2G}$	93	100	107	mV	Voltage decreasing	PRQ-350
Short to ground voltage hysteresis	$V_{FB1,2_S2G_HYST}$	-	5	10	mV	1)	PRQ-351

1) Not subject to production test, specified by design

10.3 输出电压调节范围

每个通道通过使用内部电压环路调节输出电压来实现过压保护。

当 $V_{FB1,2}$ 引脚上的电压高于 $V_{FB1,2_VM(ON)}$ 时，电压环路接管调节。此时 $FAULT1,2$ 引脚上的电压升至 $V_{FAULT1,2(HIGH)}$ 。

当 $V_{FB1,2}$ 引脚上的电压低于 $V_{FB1,2_VM(OFF)}$ 时，该通道也不会报告 $FAULT1,2$ 引脚上的故障，以强调电压环路无效。

如果 PWM1,2 引脚上的电压低于 $V_{PWM1,2(OFF)}$ ，则 $FAULT1,2$ 引脚上的报告不起作用。

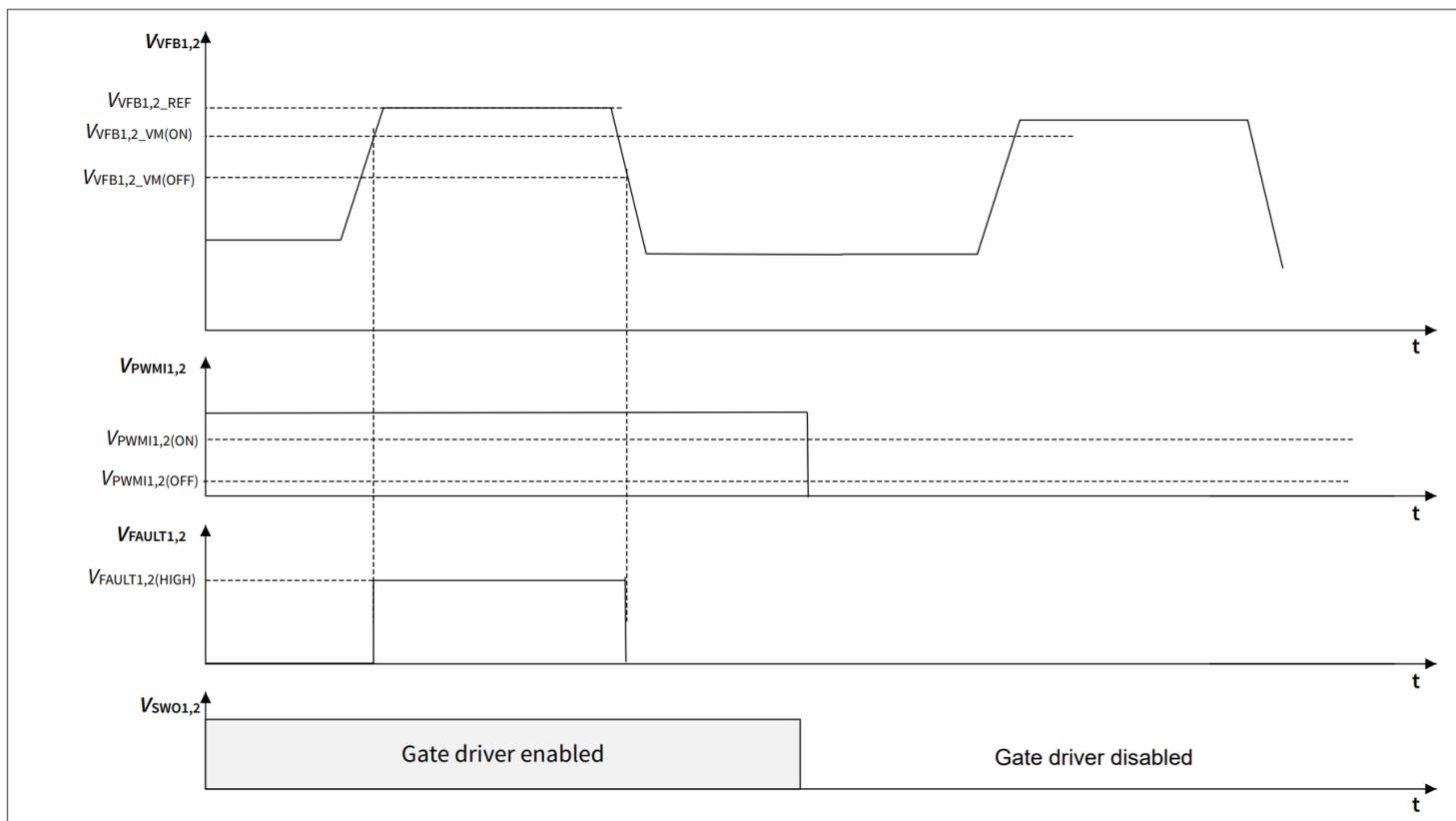


Figure 16 Timing diagram in voltage regulation

10.3.1 电气特性

表 15 电气特性

$V_{IN} = 8\text{ V}$ 至 36 V , $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$; 所有电压相对于地, 正极电流流入引脚 (除非另有规定)。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
VFB1, VFB2 overvoltage threshold	$V_{VFB1,2_OV}$	1.568	1.6	1.632	V	Voltage increasing	PRQ-361
VFB1, VFB2 input current	$I_{VFB1,2}$	-1	-0.1	1	μA	$V_{FB1,2} = 1.6\text{ V}$	PRQ-363
VFB1, VFB2 voltage mode ON thresholds	$V_{VFB1,2_VM(ON)}$	1.45	1.5	1.55	V	Voltage increasing	PRQ-366
VFB1, VFB2 voltage mode OFF threshold	$V_{VFB1,2_VM(OFF)}$	1.3	1.35	1.4	V	Voltage decreasing	PRQ-368

10.4 FBH 引脚过压

该通道具有一个特点, 可以保护 FBH1,2 引脚免受高于最大绝对额定值的电压的影响。每个通道对故障的反应如下:

- 禁用相应的 NMOS 栅极驱动器

保护措施和故障管理

- 将相应 FAULTn 引脚的电压升高至 $V_{\text{FAULT1,2(HIGH)}}$
- t_{FAULT} 周期后，器件检查 FBH 引脚上的电压是否仍然高于 $V_{\text{FBH1,2(L)}}$

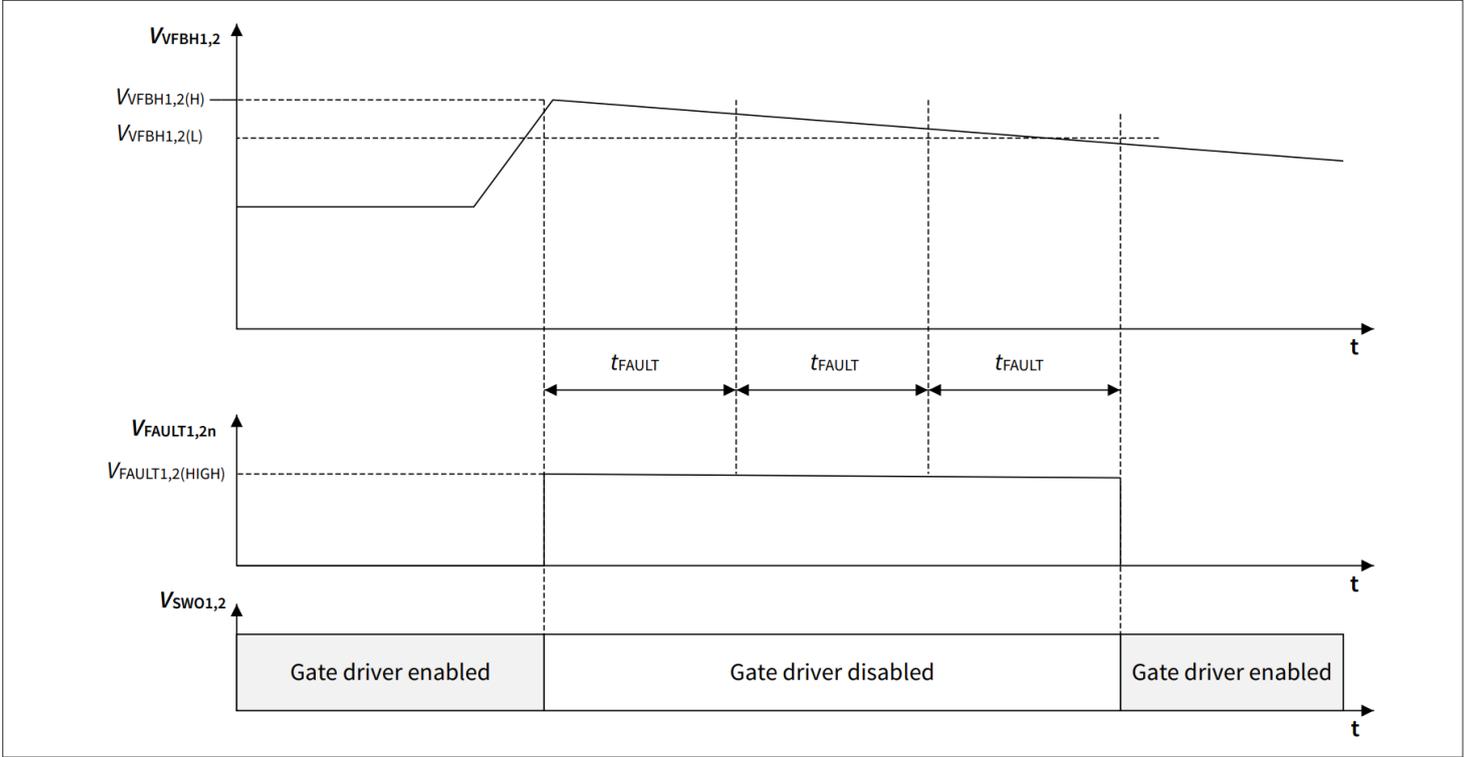


Figure 17 Timing diagram during overvoltage on FBH pin

当故障消失时，通道将重新启动软启动程序，并且 FAULT1,2 引脚上不会报告任何故障。

如果在软启动流程期间出现故障，它会中断软启动 t_{FAULT} 时间，然后流程重新启动。

即使 PWM1,2 引脚上的电压低于 $V_{\text{PWM1,2(OFF)}}$ ，也会检测到故障。

10.4.1 电气特性

表 16 电气特性

$V_{\text{IN}} = 8 \text{ V}$ 至 36 V ， $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$ ；所有电压相对于地，正极电流流入引脚（除非另有规定）。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
FBH1 FBH2 overvoltage upper threshold	$V_{\text{FBH1,2(H)}}$	72	-	75	V	$V_{\text{FBH1,2}}$ increasing	PRQ-381
FBH1 FBH2 overvoltage lower threshold	$V_{\text{FBH1,2(L)}}$	65	-	-	V	$V_{\text{FBH1,2}}$ decreasing	PRQ-383

10.5 过温

热关断是一种内部特性，旨在防止设备在高温下受到损害，而不是用于正常操作中的连续使用。

如果结温达到过温关断 $T_{\text{J(SD)}}$ ，集成的热关断功能将关闭栅极驱动器和内部线性稳压器。

每个 t_{FAULT} 周期检查一次结温，当其冷却到 $(T_{J(SD)} - T_{J(SD_HYS)})$ 时，器件将自动通过软启动重新启动。

热关断功能在两个通道上均起作用

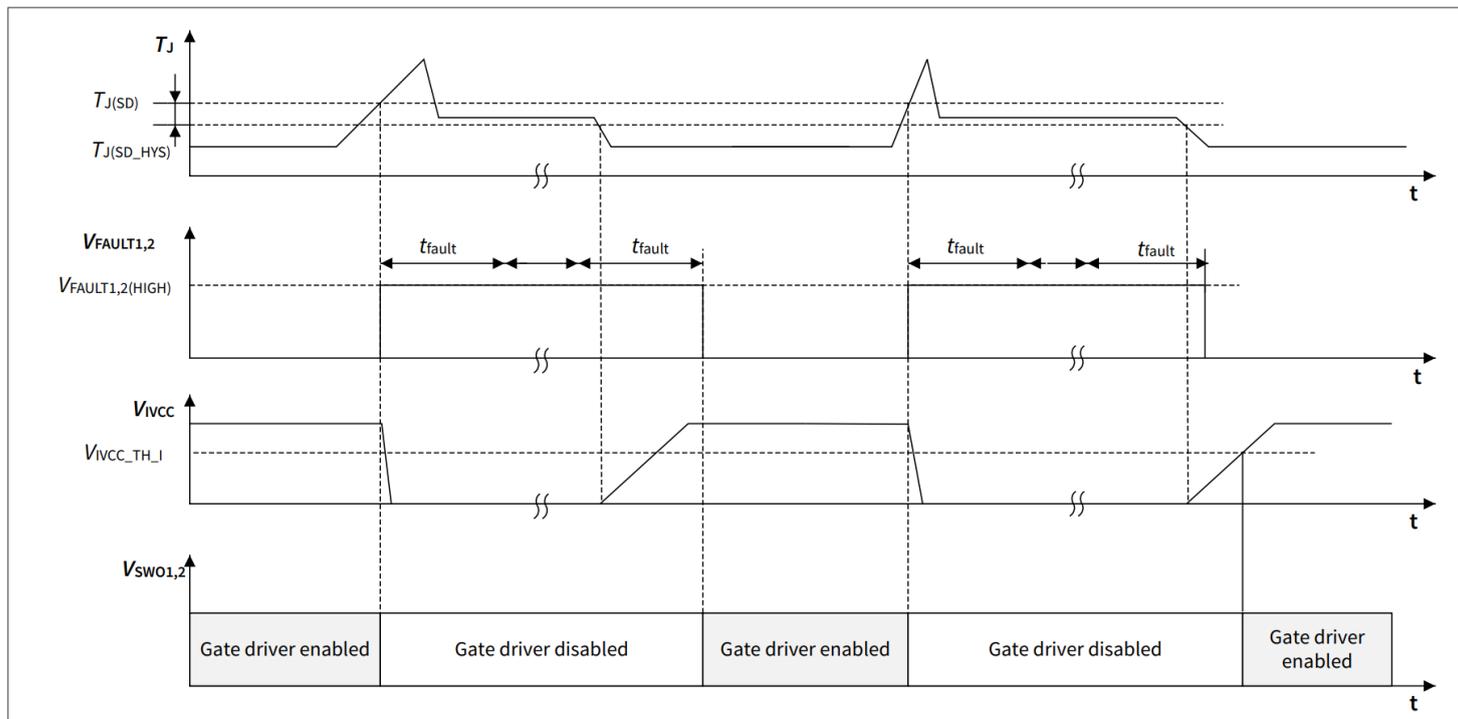


Figure 18 Timing diagram during overtemperature protection

10.5.1 电气特性

Table 17 Electrical characteristics

$V_{IN} = 8\text{ V}$ 至 36 V , $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$; 所有电压相对于地，正极电流流入引脚（除非另有规定）。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Overtemperature shutdown	$T_{J(SD)}$	160	175	190	$^\circ\text{C}$	1)	PRQ-408
Overtemperature shutdown hysteresis	$T_{J(SD_HYS)}$	-	10	-	$^\circ\text{C}$	1)	PRQ-409

1) Not subject to production test, specified by design

11 应用信息

注： 以下信息是为了帮助设计和实现器件的应用，而不是对器件的功能、性能或质量做出任何承诺或保证。

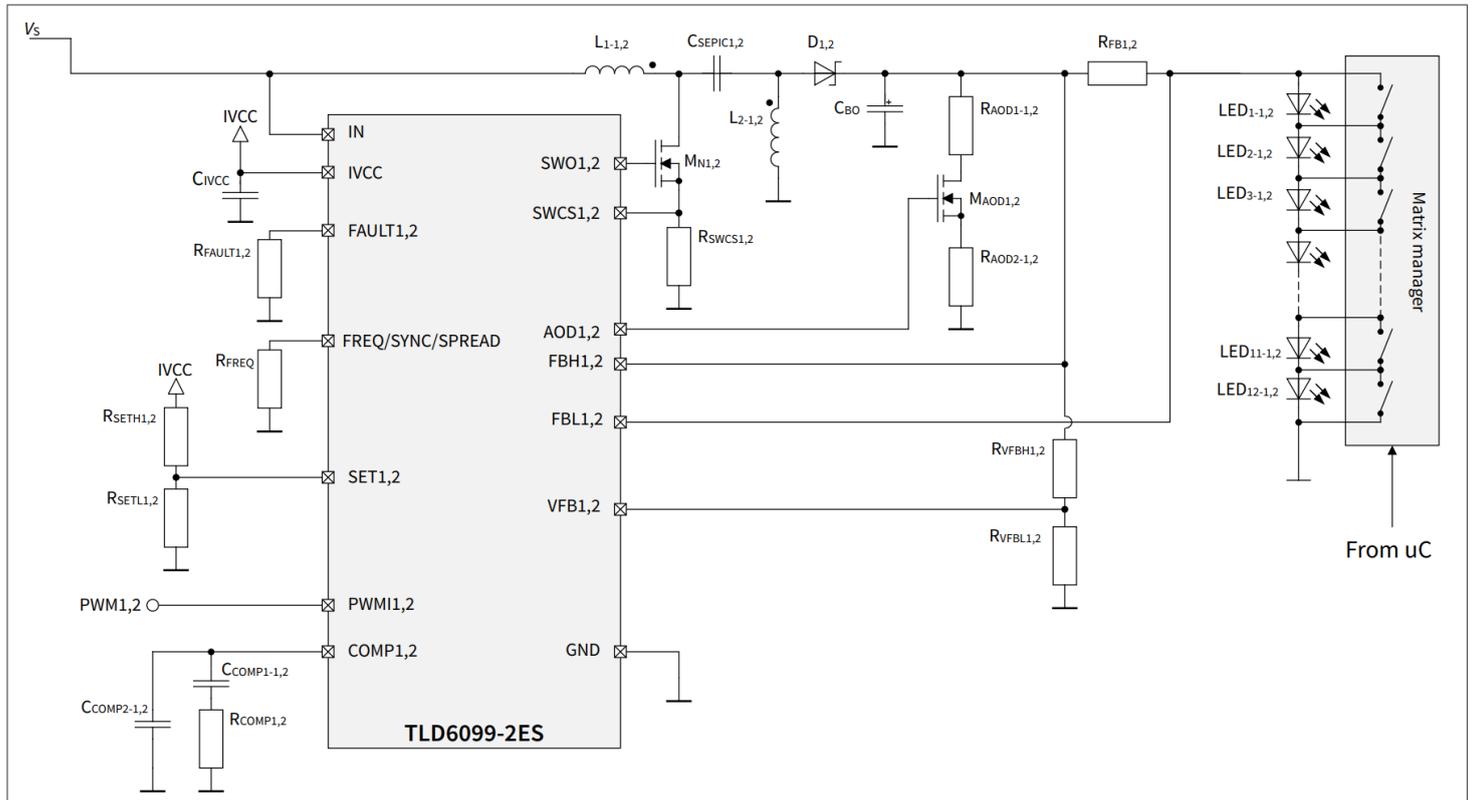


Figure 19 Application diagram

12 封装信息

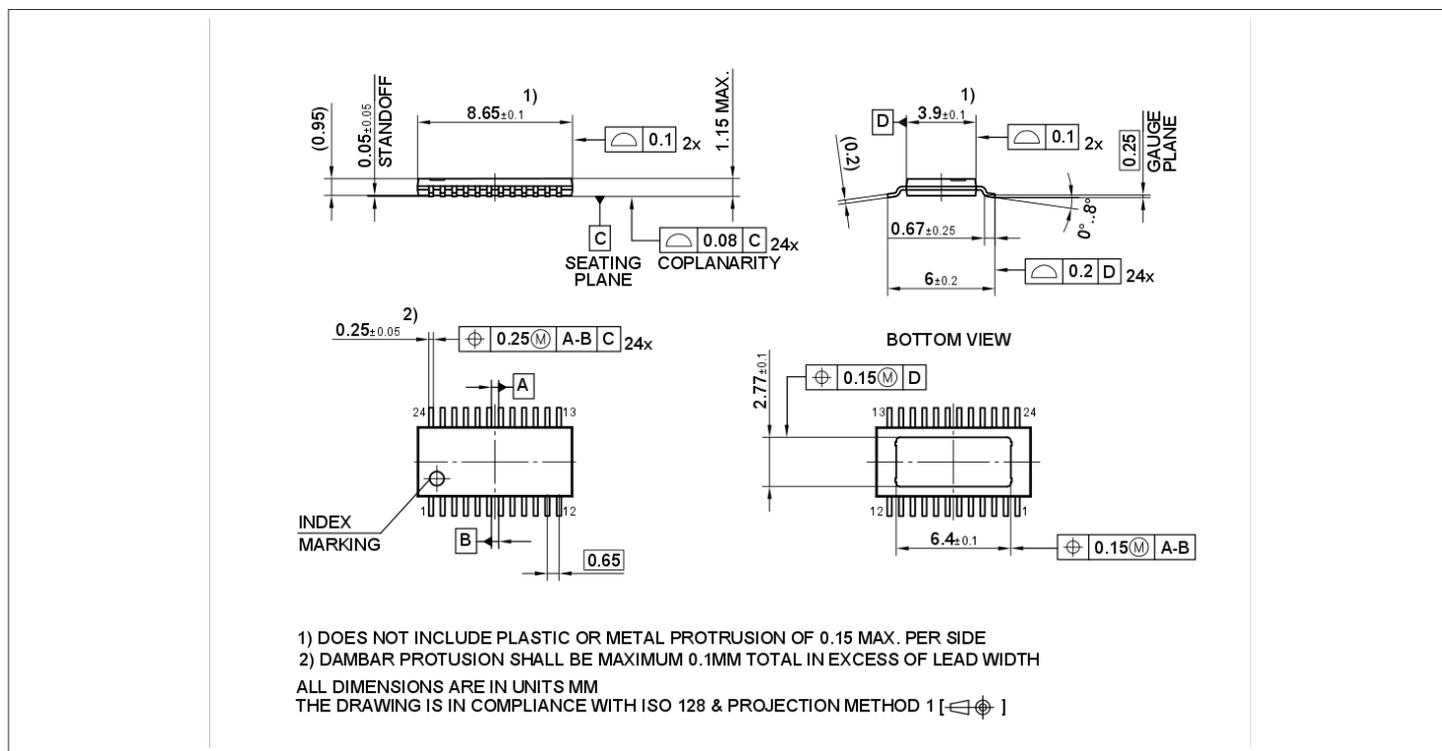


Figure 20 Package dimensions PG-TSDSO-24

注： 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，并符合政府规定，该设备可作为绿色产品提供。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>

13 修订记录

13.1 修订记录

Document version	Date of release	Description of changes
Rev. 1.11	2024-09-17	<ul style="list-style-type: none">Changed severity level
Rev. 1.10	2024-07-22	<ul style="list-style-type: none">Parameter update in PRQ-135 and PRQ-136
Rev. 1.00	2024-07-10	<ul style="list-style-type: none">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 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

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>。