

英飞凌EiceDRIVER™ APD 2ED4820-EM栅极驱动器

英飞凌带SPI的 48 V 智能高边MOSFET栅极驱动器

特性

- 扩展供电电压范围：20 - 70 V
- 两个独立的高边栅极驱动器输出
- 1 A 下拉，0.3 A 上拉用于快速关断/开启
- 通过SPI进行器件控制、配置和诊断
- 睡眠模式下低电源电流 $I_{BAT_Q} < 5 \mu A$
- 支持背靠背 MOSFET 电路（共漏极和共源极）
- 个双向高低边模拟电流传感接口，带可配置增益
- 可配置的过流/短路保护
- 栅极欠压锁定
- 安全状态模式（两个通道均关闭）通过直接输入引脚激活
- 失接地检测



Package	Marking
PG-TSDSO-24	2ED4820-EM

潜在应用

- 48V电池保护开关
- 直流-直流转换器、电机控制单元等的48V输入保护开关
- 48 V 继电器和保险丝的替换

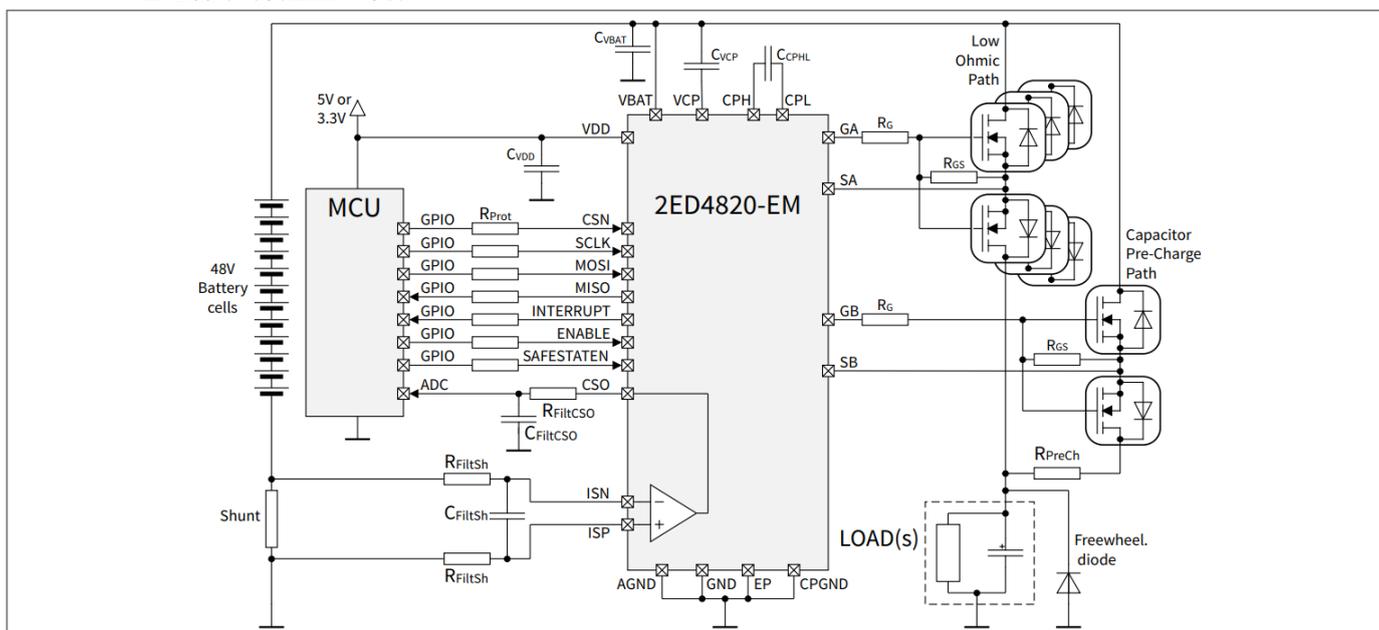


图1 48V电池主开关应用图

产品验证

汽车应用认证。产品依据AEC-Q100 Grade1进行验证。

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

描述

2ED4820-EM是一款专为高电流48V汽车应用而设计的栅极驱动器，具有强大的栅极输出来驱动许多MOSFET，以最大限度地减少通态损耗。由于它有两个栅极输出，因此它支持背靠背配置、包括共源和共漏结构。

在共源配置中，一个栅极输出可用于对高电容性负载进行预充电。

2ED4820-EM 基于带有外部泵和储能电容器的集成单级电荷泵为栅极输出提供电源。

2ED4820-EM 带有 SPI 接口，可轻松配置、诊断和控制。

提供了多种保护机制：

- 具有可配置重启定时器的电源欠压和过压检测
- 电荷泵欠电压检测
- 可立即锁定的栅源电压欠压检测，以防止 MOSFET 的线性区导通
- 可配置的漏源电压过压检测，也可以禁用
- 可配置的基于模拟电流检测放大器的过流保护，兼容高边或低边分流器拓扑
- 内部过温预警及保护

每当触发其中一种保护措施时，中断引脚就会通知 MCU。然后，MCU 可以读取状态寄存器来了解通知的触发原因。

MCU可以监控电流检测放大器的输出，以实施额外的保护，例如导线过温。

此外，2ED4820-EM还能够实现负载开路检测机制，检查 MOSFET 在关断状态下相对于接地的源极电压。

目录

目录

	特性	1
	潜在应用	1
	产品验证	1
	描述	2
	目录	3
1	框图	5
2	引脚配置	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	热阻抗	10
4	一般产品描述	11
4.1	电源供应	11
4.2	工作模式	11
4.2.1	正常模式	11
4.2.2	休眠模式	11
4.2.3	安全状态模式	11
4.2.4	复位行为	12
4.3	电荷泵	12
4.4	电气特性： 电源	13
4.5	电气特性： 数字 IO	13
4.6	电荷泵电气特性	14
5	高侧栅极驱动器	16
5.1	通道激活	16
5.2	通道停用	17
5.3	MOSFET驱动器输出	17
6	保护与监测	19
6.1	监控	19
6.1.1	OFF状态下源电压监测	19
6.1.2	电荷泵电压监控	19
6.1.3	SPI地址监测	19
6.2	警告	19
6.2.1	温度警告	19
6.2.2	一次性可编程 (OTP) 存储器数据损坏	19
6.2.3	接地丢失	19
6.3	故障检测	20
6.3.1	故障通知和清除	20

目录

6.3.2	非闭锁故障.....	20
6.3.2.1	VBAT过压.....	20
6.3.2.2	VBAT欠压.....	21
6.3.3	闭锁故障.....	21
6.3.3.1	用于故障检测的空白时间和过滤时间.....	21
6.3.3.1.1	空白时间.....	21
6.3.3.1.2	过滤时间.....	23
6.3.3.2	漏源过压.....	23
6.3.3.3	栅源欠压.....	24
6.3.3.4	通道交叉控制.....	24
6.3.3.5	VDD欠压.....	24
6.3.3.6	VCP欠压.....	24
6.3.3.7	启动SAFESTATEN.....	24
6.3.3.8	过温.....	25
6.3.3.9	电流检测放大器和过流比较器.....	25
6.3.3.9.1	增益配置.....	25
6.3.3.9.2	电流检测位置.....	25
6.3.3.9.3	电流检测输出负载.....	25
6.3.3.9.4	过流检测.....	26
6.3.3.9.5	电气特性： 电流检测.....	26
6.4	中断引脚控制.....	29
6.5	电气特性： 保护与监测.....	29
7	SPI.....	33
7.1	通信启动.....	33
7.2	通信端.....	34
7.3	SPI 电气特性： 时序.....	34
7.4	菊花链.....	35
7.5	SPI协议.....	35
8	寄存器规格.....	36
8.1	控制寄存器.....	36
9	应用信息.....	40
9.1	48 V 电池保护开关带有低边电流检测和电容预充电.....	40
9.2	带有高边电流检测的共漏.....	41
9.3	物料清单.....	41
10	封装.....	43
	修订记录.....	44
	免责声明.....	45

1 框图

1 框图

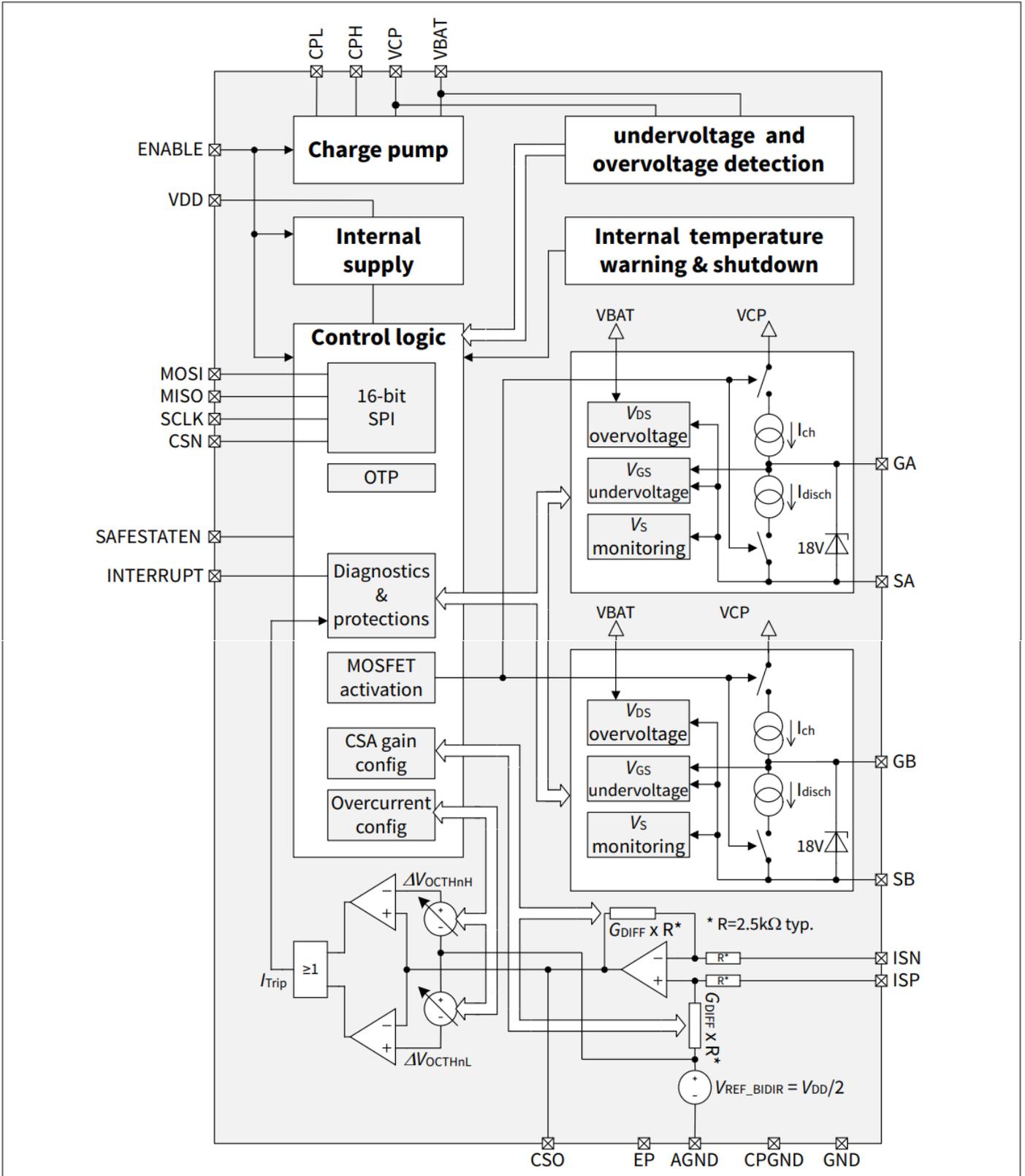


图 2 框图

2 引脚配置

2 引脚配置

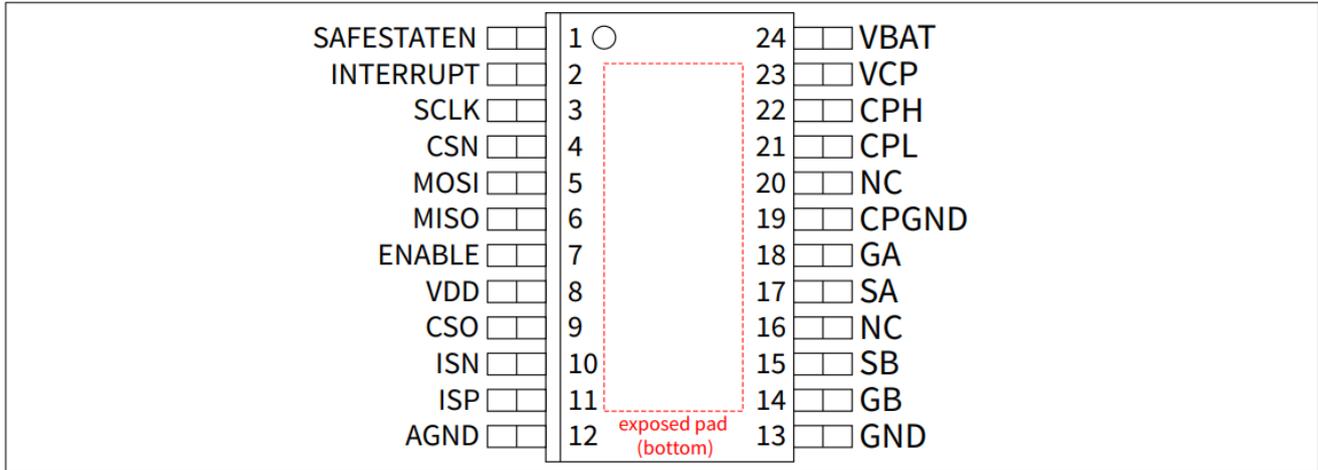


图 3 引脚分配

表 1 引脚定义及功能

Pin No.	Function	Symbol	Comment
1	μController	SAFESTATEN	Watchdog connection for safe state mode
2	μController	INTERRUPT	Interrupt signal output
3	SPI	SCLK	SPI clock input with internal pull-down
4	SPI	CSN	Chip select not with internal pull-up
5	SPI	MOSI	Master out slave in with internal pull-down
6	SPI	MISO	Master in slave out
7	μController	ENABLE	Switch device ON/OFF with internal pull-down
8	Supply	VDD	Main supply
9	μController	CSO	Current sense amplifier output
10	V-Sensing	ISN	Negative input for shunt voltage
11	V-Sensing	ISP	Positive input for shunt voltage
12	Supply	AGND	Analog GND
13	Supply	GND	Common usage ground
14	Gate connection	GB	Gate connection to channel B
15	Source connection	SB	Source connection to channel B
16		NC	Not connected
17	Source connection	SA	Source connection to channel A
18	Gate connection	GA	Gate connection to channel A
19	Supply	CPGND	Charge pump GND
20		NC	Not connected
21	ChargePump	CPL	Negative terminal of CP capacitor
22	ChargePump	CPH	Positive terminal of CP capacitor

(表格续下页.....)

2 引脚配置

表 1 (续) 引脚定义和功能

Pin No.	Function	Symbol	Comment
23	ChargePump	VCP	Charge pump output / connection buffer capacitor
24	Supply	VBAT	48 V supply
		E.P.	Exposed pad (for cooling purpose only, do not use as electrical GND)

3 产品一般特性

3 产品一般特性

3.1 绝对最大额定值

除非另有规定： $T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$ ；所有电压均以接地点为参考。

表 2 绝对最大额定值

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
VBAT supply voltage	V_{BAT}	-0.3	–	105	V	1)	PRQ-9
Gate voltage with respect to Source	V_{GX_S}	-0.3	–	18	V	1)	PRQ-11
Gate voltage with respect to VBAT	V_{GX_BAT}	-80	–	18	V	1)	PRQ-10
Gate voltage	V_{GX}	-80	–	V_{CP}	V	1)	PRQ-12
Source voltage	V_{SX}	-90	–	105	V	1)	PRQ-199
Source voltage with respect to VBAT	$V_{\text{SX}_\text{VBAT}}$	-90	–	2	V	1)	PRQ-92
VDD logic supply voltage	V_{DD}	-0.3	–	5.5	V	1)	PRQ-98

电流检测

ISP and ISN voltage	$V_{\text{ISP}}, V_{\text{ISN}}$	-6	–	105	V	1)	PRQ-13
ISP and ISN voltage with respect to VBAT	$V_{\text{ISP}_\text{ISN}_\text{VBAT}}$	-105	–	2	V	1)	PRQ-542
ISP and ISN differential voltage	$V_{\text{ISP}_\text{ISN}_\text{DIFF}}$	-5	–	5	V	1)	PRQ-204
CSO voltage	V_{CSO}	-0.3	–	$V_{\text{DD}}+0.3$	V	1)	PRQ-97

Logic

Logic input voltages (SCLK, CSN, MOSI, SAFESTATEN, ENABLE)	$V_{\text{SCLK}}, V_{\text{CSN}}, V_{\text{MOSI}}, V_{\text{SAFESTATEN}}, V_{\text{ENABLE}}$	-0.3	–	$V_{\text{DD}}+0.3$	V	1)	PRQ-94
Logic output voltages (MISO, INTERRUPT)	$V_{\text{MISO}}, V_{\text{INTERRUPT}}$	-0.3	–	$V_{\text{DD}}+0.3$	V	1)	PRQ-96

电荷泵

Charge pump voltage (VCP)	V_{CP}	-0.3	–	105	V	1)	PRQ-337
Charge pump voltage (VCP) with respect to VBAT	$V_{\text{CP}_\text{VBAT}}$	-0.3	–	18	V	1)	PRQ-400
Charge pump voltage (CPL)	V_{CPL}	-0.3	–	V_{BAT}	V	1)	PRQ-95
Charge pump voltage (CPH)	V_{CPH}	$V_{\text{BAT}}-0.3$	–	$V_{\text{CP}}+0.3$	V	1)	PRQ-261

(表格续下页.....)

3 产品一般特性

表 2 (续) 绝对最大额定值

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Charge pump ground and analog ground voltage	V_{CPGND}, V_{AGND}	-0.3	-	0.3	V	1)	PRQ-205
Temperature							
Junction temperature	T_J	-40	-	150	°C	1)	PRQ-17
Storage temperature	T_{STG}	-55	-	150	°C	1)	PRQ-19
ESD susceptibility							
ESD susceptibility at all pins (HBM)	V_{ESD_HBM1}	-2	-	2	kV	1) 2) HBM	PRQ-20
ESD susceptibility of VBAT pin versus GND (HBM)	V_{ESD_HBM2}	-4	-	4	kV	1) 2) HBM	PRQ-100
ESD susceptibility at all pins (CDM)	V_{ESD_CDM}	-500	-	500	V	1) 3) CDM	PRQ-401
ESD susceptibility at corner pins (CDM) (pins 1, 12, 13, 24)	V_{ESD_CDM}	-750	-	750	V	1) 3) CDM	PRQ-414

- 1) 未经过生产测试，由设计指定。
2) 静电放电ESD，人体模型“HBM”，按照AEC Q100-002标准。
3) 静电放电ESD，充电模型“CDM”，按照AEC Q100-011标准。

3.2 工作范围

除非另有说明：VBAT 和 VDD 在正常工作范围内； $T_J = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$ ；所有电压均以接地点为基准；电流正向流入引脚。

表 3 工作范围

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
VBAT supply voltage range for normal operation	$V_{BAT(NORM)}$	24	-	54	V	-	PRQ-101
VBAT extended supply voltage range	$V_{BAT(EXT)}$	20	-	70	V	Parameter deviations possible	PRQ-102
VBAT supply transients slew rate	dV_{BAT}/dt	-10	-	10	V/ μs	1)	PRQ-397
Logic supply voltage (VDD)	V_{DD}	3.0	-	5.5	V	-	PRQ-105
VDD logic supply transients slew rate	dV_{DD}/dt	-10	-	10	V/ μs	1)	PRQ-398
SPI logic input voltage	$V_{SCLK}, V_{CSN}, V_{MOSI}$	0	-	V_{DD}	V	-	PRQ-106

(表格续下页.....)

3 产品一般特性

表 3 (续) 工作范围

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Source voltage transients slew rate	dV_{sx}/dt	-70	-	70	V/ μ s	1)	PRQ-399
Logic input voltage	$V_{SAFESTATEN}, V_{ENABLE}$	0	-	V_{DD}	V	-	PRQ-107
CSO output current	I_{CSO}	-4	-	0	mA	-	PRQ-355
ISP, ISN input voltage	V_{ISP}, V_{ISN}	-2	-	$V_{BAT} + 2$	V	-	PRQ-508
ISP, ISN common mode slew rate	V_{SENSE_COMMON}	-70	-	70	V/ μ s	1)	PRQ-491
ISP, ISN differential mode slew rate	$V_{SENSE_DIFFERENTIAL}$	-5	-	5	V/ μ s	1)	PRQ-492
Junction temp	T_J	-40	-	150	°C	-	PRQ-18

1) 未经过生产测试，由设计指定。

3.3 热阻抗

$T_J = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$

表 4 热阻

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Junction to case, $T_A = -40^\circ\text{C}$	R_{thJC_cold}	-	4	-	K/W	1)	PRQ-99
Junction to case, $T_A = 85^\circ\text{C}$	R_{thJC_hot}	-	5	-	K/W	1)	PRQ-71
Junction to ambient, $T_A = -40^\circ\text{C}$	$R_{thJA_cold_2s2p}$	-	38	-	K/W	1) 2)	PRQ-72
Junction to ambient, $T_A = 85^\circ\text{C}$	$R_{thJA_hot_2s2p}$	-	31	-	K/W	1) 2)	PRQ-73

1) 未经过生产测试，由设计指定。

2) 指定的 R_{thJA} 值符合 FR4 2s2p 板上自然对流下的 Jecdec JESD51-2,-5,-7 标准；产品（芯片+封装）在 $76.2 \times 114.3 \times 1.5$ mm 板上进行模拟，该板具有 2 个内铜层（ $2 \times 70 \mu\text{m Cu}$ 、 $2 \times 35 \mu\text{m Cu}$ ）。在适用的情况下，暴露焊盘下的热通孔阵列与第一内层铜层接触。器件正在消耗 1 W 功率。

4 一般产品描述

4 一般产品描述

4.1 电源供应

该器件由两个引脚外部供电：VDD 和 VBAT。

栅极驱动器需要多个电源：

- VBAT 供电给电荷泵和部分栅极控制功能块
- VDD 供电给SPI接口、内部逻辑、保护功能以及电流传感接口
- 内部产生的电荷泵电压 VCP 为栅极控制功能块、 V_{DS} 和 V_{GS} 检测块以及电流检测放大器供电

4.2 工作模式

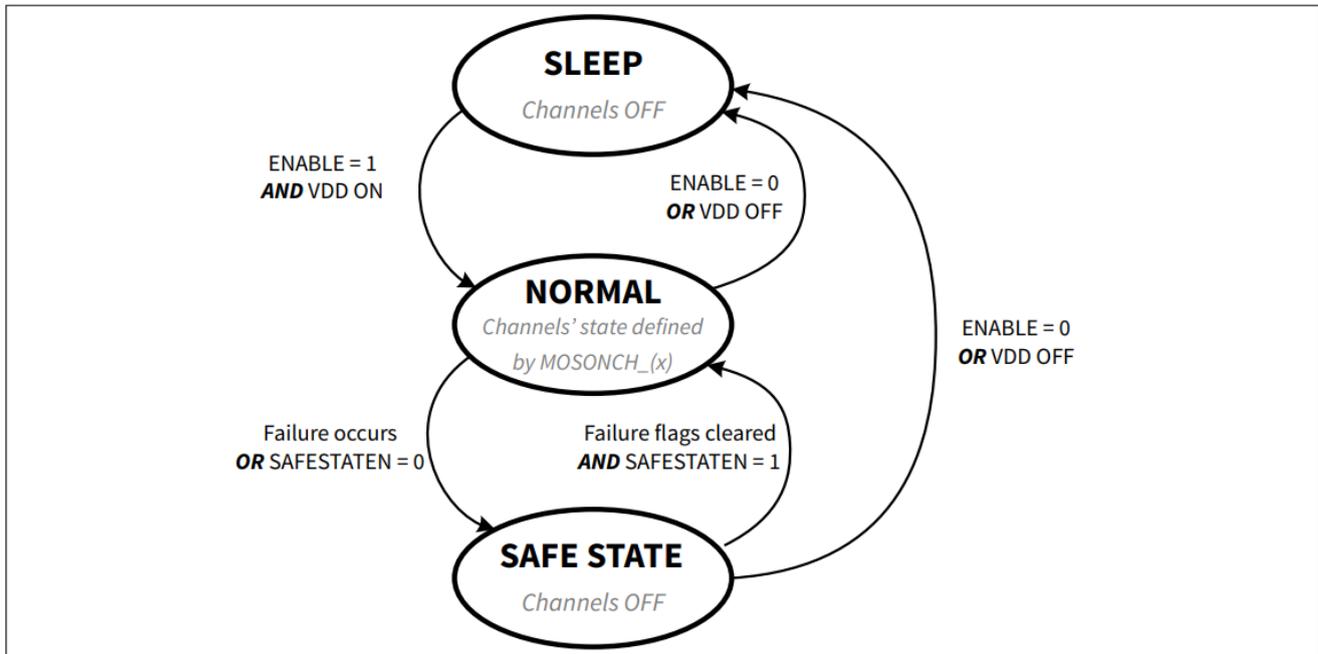


图 4 工作模式概述

4.2.1 正常模式

如果将使能引脚设置为高电平，则器件会在SPI 设置时间 t_{SET_SPI} 之后进入正常模式。

在正常模式下，MOSFET 栅极驱动器启用，并且可以通过SPI 接口进行配置，前提是施加到 VBAT 和 VDD 的电压在工作范围内。

4.2.2 休眠模式

如果MCU 将使能引脚设置为低电平，则器件进入睡眠模式。

在睡眠模式下，大部分内部电路被停用：VBAT 和 VDD 的消耗电流分别减少为 I_{VBAT_Q} 和 I_{VDD_Q} 。

4.2.3 安全状态模式

如果引脚 SAFESTATEN 置位为低电平，器件将进入安全状态。

在安全状态下，两个通道的外部 MOSFET 均处于停用状态（例如：关闭）。

4 一般产品描述

为了将器件从安全状态恢复到正常模式，必须将引脚 SAFESTATEN 置位为高，并且必须通过 SAFESTATE_CL 或 FAIL_RST_0 和 FAIL_RST_1 清除故障标志 SAFESTATE。

如果 MCU 将使能引脚设置为低电平，则器件进入睡眠模式。

4.2.4 复位行为

在使能引脚被拉高或 VDD 发生欠压事件后，逻辑内容被重置。

在这两种情况下，故障标志 VDD_UV 置位为高，表示执行了复位。

4.3 电荷泵

电荷泵为栅极控制功能块、 V_{GS} 和 V_{DS} 比较器以及电流检测放大器提供正电源。

V_{CP_PUMP} 阈值通过激活/停用电荷泵来定义电荷泵输出电压的迟滞控制。

V_{CP_READY} 阈值标志着电荷泵输出电压足够高以激活通道。

V_{CP_UV} 阈值标志一个电荷泵输出欠压故障。在这种情况下，无法再确保通道的导通和保护，因此通道被关闭。

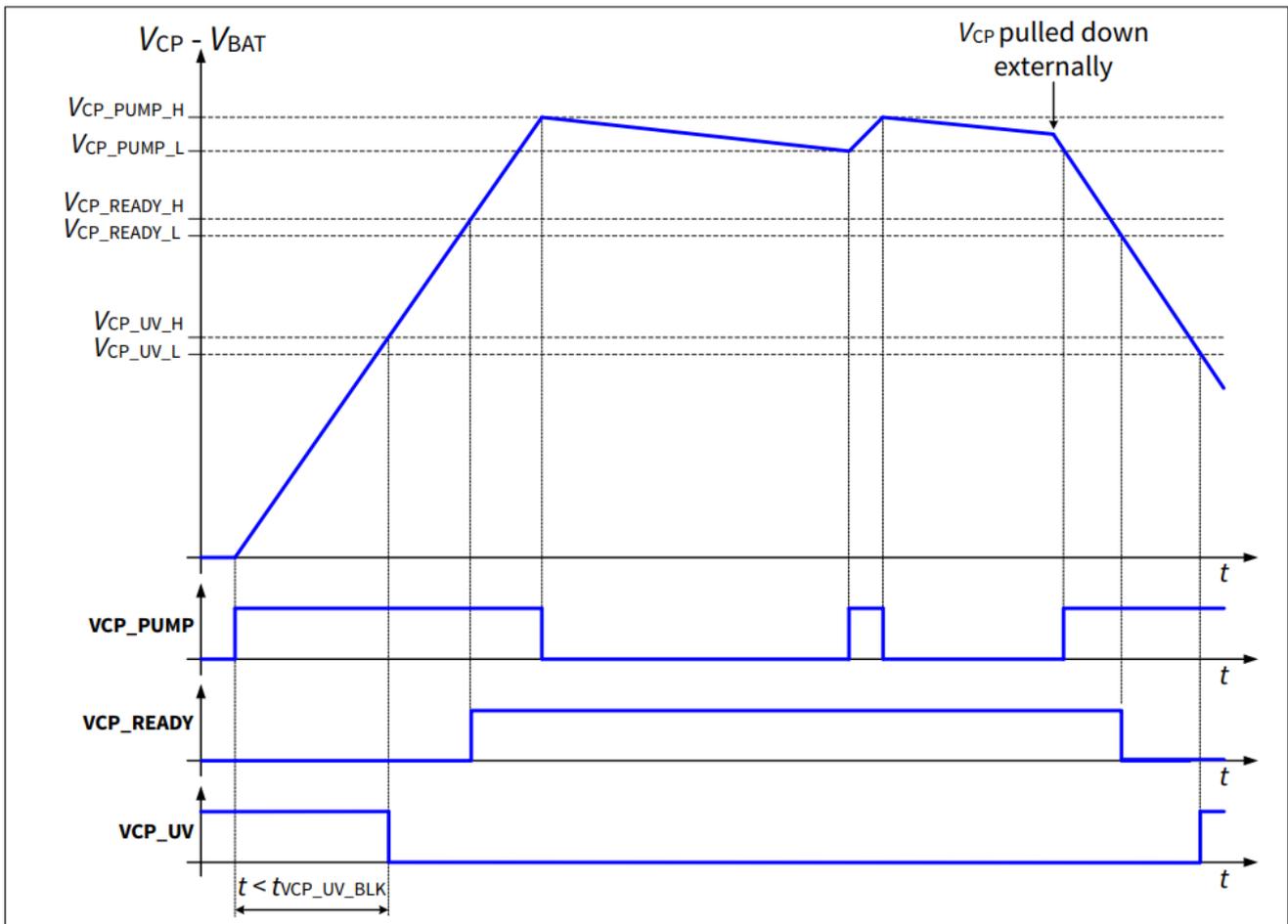


图5 电荷泵运行情况

当满足以下条件时，电荷泵准备好根据 V_{CP_PUMP} 信号进行操作：使 $ENABLE =$ 高并且 $TSD =$ 低并且 $V_{BAT_OV} =$ 低并且 $V_{CP_UV} =$ 低。

第一次激活电荷泵时， V_{CP_UV} 诊断将在 $t_{VCP_UV_BLK}$ 时间内保持空白，以确保安全启动。

4 一般产品描述

因此，VCP_UV 的触发将以锁定方式关闭电荷泵。VCP_PUMP 信号控制电荷泵活动：

- 当电荷泵启用时，只要 VCP_PUMP 信号为高电平，它就会工作
- 一旦 $V_{CP}-V_{BAT}$ 电压超过 $V_{CP_PUMP_H}$ 阈值，VCP_PUMP 信号就会变低，电荷泵就会停止工作
- 一旦 $V_{CP}-V_{BAT}$ 电压低于 $V_{CP_PUMP_L}$ 阈值，VCP_PUMP 信号就会变高，电荷泵就会开始工作

当 $V_{CP}-V_{BAT}$ 电压高于 $V_{CP_READY_H}$ 阈值时，VCP_READY 位被置位为 1。

当 $V_{CP}-V_{BAT}$ 电压低于 $V_{CP_READY_L}$ 阈值时，VCP_READY 位被置位为 0。

当 $V_{CP}-V_{BAT}$ 电压高于 $V_{CP_UV_H}$ 阈值时，VCP_UV 位被置位为 0。

一旦 $V_{CP}-V_{BAT}$ 电压低于 $V_{CP_UV_L}$ 阈值，VCP_UV 位就会置位为 1。

电荷泵启用后（例如：器件使能后或清除 VCP_UV 故障标志后），VCP_UV 会被消隐 $t_{VCP_UV_BLK}$ 。

4.4 电气特性：电源

除非另有说明：VBAT 和 VDD 在正常工作范围内； $T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$ ；CSO 引脚悬空；所有电压均以接地点为基准；电流正向流入引脚。

表5 电气特性：电源

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
静态电流损耗，EN = LOW							
VBAT supply quiescent current	I_{BAT_Q}	-	-	5	μA	¹⁾ $T_A \leq 85^{\circ}\text{C}$	PRQ-112
VDD logic supply quiescent current	I_{DD_Q}	-	-	7	μA	¹⁾ $T_A \leq 85^{\circ}\text{C}$	PRQ-114
一般电流损耗，EN = HIGH							
VBAT supply current	I_{BAT_SUP}	-	-	10	mA	¹⁾ MOSONCH_A = 1; MOSONCH_B = 1; $R_{GS} \geq 1 \text{ M}\Omega$; $C_{VCP} = 2.2 \mu\text{F}$	PRQ-27
VDD logic supply current	I_{DD_SUP}	-	-	10	mA	CSA_HSS = 0; CSA_COUTSEL = 0	PRQ-118
VDD logic supply current	I_{DD_SUP}	-	-	15	mA	¹⁾ CSA_HSS = 1; CSA_COUTSEL = 1	PRQ-543

1) 不适用于生产测试 - 由设计/特性验证

4.5 电气特性：数字IO

除非另有说明：VBAT 和 VDD 在正常工作范围内； $T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$ ；所有电压均以接地点为基准；正向电流流入引脚；上拉电阻接VDD，下拉电阻接地。

4 一般产品描述

表 6 电气特性：数字 IO

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
逻辑输入电压							
Logic high input voltage	V_{IH}	$0.7 \cdot V_{DD}$	–	V_{DD}	V	–	PRQ-30
Logic low input voltage	V_{IL}	0	–	0.7	V	–	PRQ-31
Logic input threshold hysteresis	V_{IHY}	100	–	–	mV	–	PRQ-32
逻辑输出电压							
Logic high output voltage level	V_{OH}	$V_{DD} - 0.4$	$V_{DD} - 0.2$	V_{DD}	V	$I_o = -1.6 \text{ mA}$	PRQ-415
Logic low output voltage level	V_{OL}	0	0.2	0.4	V	$I_o = 1.6 \text{ mA}$	PRQ-416
上拉/下拉电阻							
ENABLE pull-down resistor	R_{PD_ENABLE}	30	40	50	k Ω	–	PRQ-126
SCLK pull-down resistor	R_{PD_SCLK}	30	40	50	k Ω	–	PRQ-410
SAFESTATEN pull-down resistor	$R_{PD_SAFESTATEN}$	30	40	50	k Ω	–	PRQ-409
MOSI pull-down resistor	R_{PD_MOSI}	30	40	50	k Ω	–	PRQ-411
INTERRUPT pull-down resistor	$R_{PD_INTERRUPT}$	30	40	50	k Ω	–	PRQ-479
CSN pull-up resistor	R_{PU_CSN}	30	40	50	k Ω	–	PRQ-412
SPI接口配置时间							
SPI interface setup time	t_{SET_SPI}	–	–	150	μs	–	PRQ-413

4.6 电荷泵电气特性

除非另有说明：VBAT 和 VDD 在正常工作范围内； $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$ ；所有电压均以接地点为基准；电流正向流入引脚。

表 7 电气特性：电荷泵

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Charge pump frequency	f_{CP}	140	156	172	kHz	–	PRQ-127
VCP_PUMP							
VCP_PUMP_H threshold	$V_{CP_PUMP_H}$	12.7	14	15	V	–	PRQ-343
VCP_PUMP_L threshold	$V_{CP_PUMP_L}$	11.7	13	14	V	–	PRQ-344
VCP_PUMP hysteresis	$V_{CP_PUMP_HY}$	0.5	1	1.5	V	–	PRQ-402

(表格续下页.....)

4 一般产品描述

表 7 (续) 电气特性: 电荷泵

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
VCP_READY							
VCP_READY_H threshold	$V_{CP_READY_H}$	10	11	11.7	V	–	PRQ-345
VCP_READY_L threshold	$V_{CP_READY_L}$	9.5	10.5	11.2	V	–	PRQ-346
VCP_READY hysteresis	$V_{CP_READY_HY}$	0.38	0.5	0.62	V	–	PRQ-403
VCP_UV							
VCP_UV_H threshold	$V_{CP_UV_H}$	5.7	6.5	7	V	–	PRQ-347
VCP_UV_L threshold	$V_{CP_UV_L}$	5.2	6	6.5	V	–	PRQ-348
VCP_UV hysteresis	$V_{CP_UV_HY}$	0.25	0.5	0.75	V	–	PRQ-404
VCP_UV Blanking time	$t_{VCP_UV_BLK}$	2.4	3	4	ms	–	PRQ-494
电荷泵输出电流							
Charge pump output current capability at VCP	I_{CPO}	–	–	-10	mA	$C_{CPHL} = 220 \text{ nF}$;	PRQ-349
CPL pulsed current	$ I_{CPL_PULSE} $	60	80	110	mA	–	PRQ-487

5 高侧栅极驱动器

5 高侧栅极驱动器

高边栅极驱动器能够驱动多个外部 MOSFET，以实现高电流能力。有两个独立的通道可用，并且可以通过SPI寄存器 指令打开和关闭。栅极驱动器由带有外部电容器的内部单级电荷泵供电。

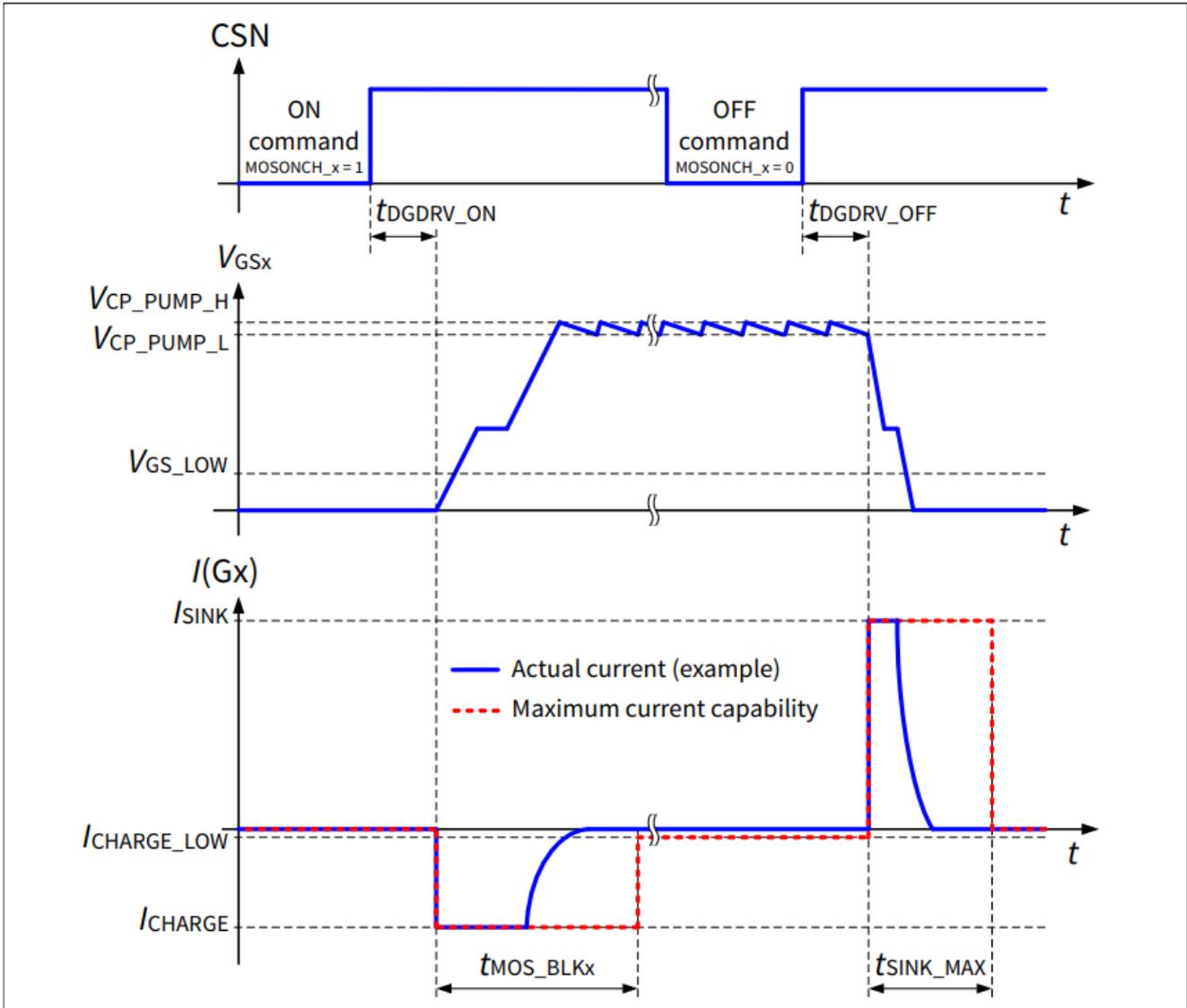


图6 最大栅极驱动能力

5.1 通道激活

选定的通道在以下条件下激活：

ENABLE= HIGH **AND** MOSONCH_(x) = HIGH **AND** SAFESTATEN = HIGH。

表 8 MOSFET 激活

MOSONCH_(x)[0]	MOSFET activation state
0	MOSFET channel not activated (default)
1	MOSFET channel activated

5 高侧栅极驱动器

当通道通过SPI 接口激活时，其输出感应电流能力置位至 I_{CHARGE} ，持续时间最长为 t_{MOS_BLKx} （MOS 消隐时间）。 I_{CHARGE} 在 V_{GS} 达到 V_{CP} 之前一直处于活动状态，因此实际时间取决于 MOSFET 的栅极电容。

一旦 t_{MOS_BLKx} 时间到期，输出栅极电流能力就会降低到最大值 I_{CHARGE_LOW} ；驱动器输出的实际电流取决于外部漏电流，例如来自 MOSFET 栅极和源极之间添加的外部下拉电阻。

5.2 通道停用

如果满足以下条件之一，则通过对外部 MOSFET 的栅极进行放电来停用通道：

- MOSONCH_(x) 置位由高到低
- 引脚使能置位从高到低
- SAFESTATEN 置位从高到低

注释： 如果发生故障，MOSONCH_(x) 会自动从高置位到低，从而立即触发通道停用。

当通道因 MOSONCH_(x) 或引脚 SAFESTATEN 置位从高电平变为低电平而停用时，输出反馈控制将高放电电流置位拉至 I_{SINK} ，持续时间最长为 t_{SINK_MAX} 。 I_{SINK} 在 V_{GS} 为零之前一直处于活动状态，因此实际时间取决于 MOSFET 的栅极电容。

一旦 t_{SINK_MAX} 到期，输出栅极控制将变为电压钳位结构，它将栅源电压 (V_{GS}) 限制为最大 V_{GS_LOW} 。 该钳位结构确保 MOSFET 的 V_{GS} 低于 $V_{GS(th)}$ 以保持它们关闭。

当 MOSONCH_(x) 为低电平而使能引脚为高电平时，有漏电流从 Sx 引脚流出：

I_{Sx_OFF}

当通道因引脚使能置位从高电平变为低电平而停用时，输出栅极控制不会拉高放电电流 (I_{SINK})，而是立即变为 Sx 引脚上漏电流非常低的电压钳位结构。

5.3 MOSFET 驱动器输出

除非另有说明：VBAT 和 VDD 在正常工作范围内； $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$ ；所有电压均以接地点为基准；电流正向流入引脚。

表 9 MOSFET 驱动器输出

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Gate charge current high	I_{CHARGE}	-	-	-300	mA	$V_{Gx} = V_{Sx} = 0\text{ V}$	PRQ-133
Gate charge current low	I_{CHARGE_LOW}	-5	-4	-2.5	mA	-	PRQ-488
Gate discharge current	I_{SINK}	0.9	1.1	1.3	A	$V_{Gx} - V_{Sx} = 13\text{ V}$	PRQ-134
Gate discharge current maximum active time	t_{SINK_MAX}	8	10	12	μs	¹⁾	PRQ-539
Source current in OFF mode	I_{Sx_OFF}	-	40	-	μA	¹⁾ MOSONCH_(x) = 0; ENABLE = HIGH	PRQ-544
High level output voltage Gx vs. Sx	V_{GS}	V_{CP_PUM} P_L	-	V_{CP_PUM} P_H	V	Current between Gx and Sx = 1 mA	PRQ-135

(表格续下页.....)

5 高侧栅极驱动器

表 9 (续) MOSFET 驱动器输出

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Low level output voltage Gx vs. Sx	V_{GS_LOW}	-	-	1.7	V	$T_J < 25^\circ\text{C}$ Current between Gx and Sx = 100 mA $0\text{ V} \leq V_{BAT}$ $\leq V_{BAT(EXT)_MAX}$ $0\text{ V} \leq V_{DD} \leq V_{DD_MAX}$	PRQ-498
Low level output voltage Gx vs. Sx	V_{GS_LOW}	-	-	1.5	V	$T_J \geq 25^\circ\text{C}$ Current between Gx and Sx = 100 mA $0\text{ V} \leq V_{BAT}$ $\leq V_{BAT(EXT)_MAX}$ $0\text{ V} \leq V_{DD} \leq V_{DD_MAX}$	PRQ-524

栅极驱动器动态参数

Gate turn-on delay time	t_{DGDRV_ON}	-	-	3	μs	Duration between CSN goes from low to high and gate charge current is activated	PRQ-137
Gate turn-off delay time	t_{DGDRV_OFF}	-	-	3	μs	Duration between CSN goes from low to high and gate discharge current is activated	PRQ-139
Delay time for gate turn-off triggered by SAFESTATEN	t_{DGOFF_SFSTN}	-	-	3	μs	Duration between SAFESTATEN goes from high to low and gate discharge current is activated	PRQ-527
Gate to source clamped voltage	V_{GS_TH}	15.5	-	19.5	V	-	PRQ-476

活跃的齐纳钳位电路

Gate zener clamping with respect to VBAT	$V_{CLAMP_G_VBAT}$	78	82	87	V	$I_G = -2.5\text{ mA}$	PRQ-489
Gate zener clamping with respect to GND	$V_{CLAMP_G_GND}$	78	82	87	V	$I_G = -2.5\text{ mA}$	PRQ-490

1) 未经过生产测试，由设计指定。

6 保护与监测

6 保护与监测

器件提供三组功能来保护和监控：

- 监视器，向 MCU 提供状态
- 警告，通知 MCU 影响有限的关键事件
- 故障检测，触发内部操作（主要是通道停用）并立即通知 MCU

6.1 监控

6.1.1 OFF状态下源电压监测

如果去激活通道的源电压 V_{Sx} 上升到 V_{S_TH} 以上，并且使能为高，则适当的标志 VSOURCE_(x) 置位为 1。此警告允许实施“关闭状态下的负载开路检测”，因为如果没有连接负载，电源 PIN脚 Sx 上的电压将被栅极驱动器的泄漏拉高。

6.1.2 电荷泵电压监控

如果电荷泵电压 VCP 高于 $V_{CP_READY_H}$ ，则 VCP_READY 标志置位为 1。

6.1.3 SPI地址监测

如果MCU尝试读取或写入地址不可用的寄存器，则 ADD_NOT_AVAIL 标志将置位为 1。

6.2 警告

为了将驱动器上的任何警告通知给MCU，器件将使用并更新警告标志，通过将中断引脚设置为高来通知MCU。

如果条件不再适用，则警告不会被锁定并将被复位。

警告不会改变输出通道的状态。

6.2.1 温度警告

如果温度达到并超过过温警告阈值 T_{JW} ，则 OT_WARNING 置位为 1。

6.2.2 一次性可编程 (OTP) 存储器数据损坏

该器件嵌入了一个OTP来存储内部设置，用于调整内部块以完全符合规范。这些设置在制造期间写入，并且该存储器不能被SPI访问。

如果OTP数据损坏或OTP读取失败，则 MEM_FAIL 标志置位为 1。在这种情况下，所有受影响的误差均设置为默认值，因此参数偏差是可能的。在器件启用后立即检查OTP并读取。

注释：如果未连接接地引脚，则无法读取OTP。

6.2.3 接地丢失

如果 2 个接地引脚（无论是接地、AGND 还是 CPGND）之间的电压差高于 V_{GND_LOSS} ，则相应的 LOG_(x) 警告标志将置位为 1。这通常是未连接接地引脚的情况。

- 断开 AGND 将触发 LOG_A 和 LOG_CP 标志

6 保护与监测

- 断开 CPGND 将触发 LOG_CP 和 LOG_D 标志
- 断开 DGND 将触发 LOG_A 和 LOG_D 标志

6.3 故障检测

故障检测用于对外部 MOSFET 以及最终对负载实施保护。栅极驱动器检测到两种类型的故障：

- 锁定故障，需要清除该故障后栅极驱动器才能再次运行。该类别分为两个子类别：
 - 锁存失败，清除标志将自动再次打开通道。这些包括，
 - 电荷泵欠压
 - 栅极-源极电压欠压 ($V_{GS} = [V_{Gx} - V_{Sx}]$)
 - 当 $V_{DS(x)}_{SS}[0] = 0$ 时，漏源电压过压 ($V_{DS} = [V_{BAT} - V_{Sx}]$) 即可启用保护
 - 锁存失败，SPI指令必须遵循标志清除才能再次打开通道。它们包括：
 - V_{DD} 欠压
 - SAFESTATEN 引脚激活
 - 过温关机
 - 过流
- 非锁定故障，不需要清除：一旦故障源消失，感应驱动器可以在可配置延迟后再次操作。这些包括，
 - V_{BAT} 过压
 - V_{BAT} 欠压

6.3.1 故障通知和清除

如果发生故障检测，则 FAILURE 标志置位为高，中断引脚置位为高，通过将寄存器位 MOSONCH_(x) 设置为 0，相应的通道会自动停用（通过 $V_{DS(x)}_{SS}$ 寄存器禁用漏源故障检测除外）。

只有当故障不再存在时，才能清除锁存故障，VCP_UV、VGSTH_(x) 和 VDSTRIP_(x) 除外。

6.3.2 非闭锁故障

非锁存故障不需要复位：如果故障不再存在，则栅极驱动器将再次激活MOSFET。

6.3.2.1 VBAT过压

如果 V_{BAT} 超过 $V_{BAT_OV_OFF}$ ，则 FAILURE 位和 VBAT_OV 标志置位为 1。

如果 V_{BAT} 低于 $V_{BAT_OV_ON}$ ，则将在 $t_{OV_RESTART}$ 之后重新启动。

当器件处于自动重启期间时，MCU无法激活任何通道。

表10 VBAT过压自动重启时间

VBATOVARST[1:0]	VBAT overvoltage auto-restart time (typical): $t_{OV_RESTART}$
00	10 μ s (default)
01	50 μ s
10	200 μ s
11	1 ms

6 保护与监测

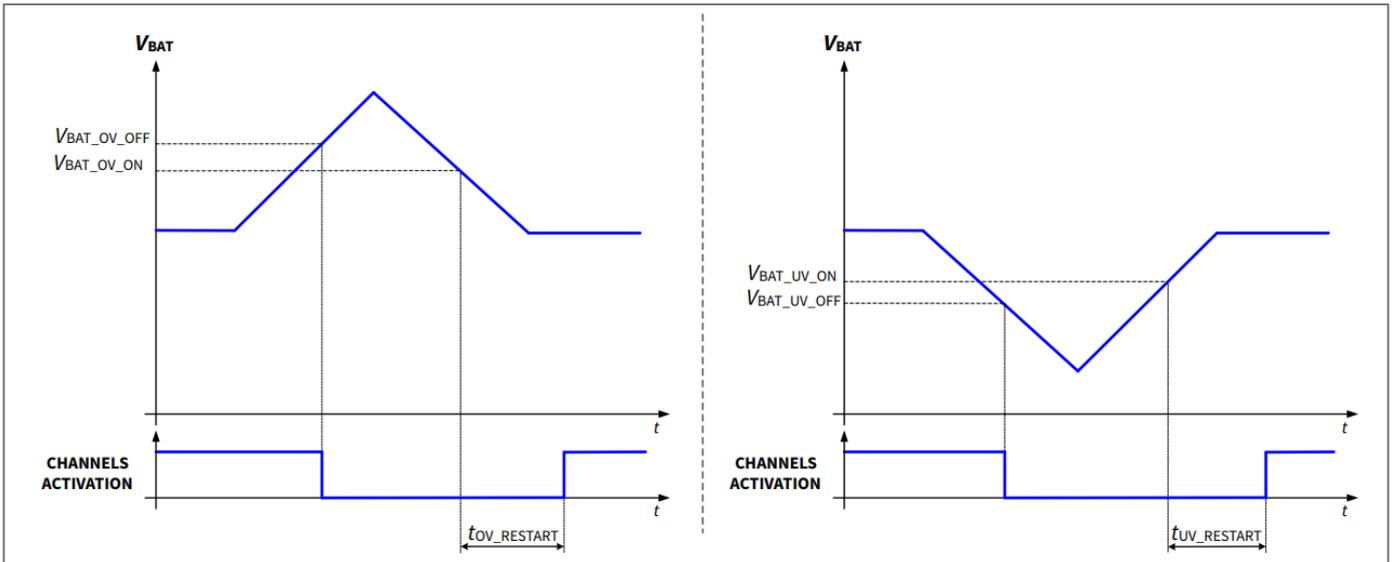


图7 VBAT过压、欠压自动重启时序图

6.3.2.2 VBAT欠压

如果 V_{BAT} 低于 $V_{BAT_UV_OFF}$ ，则 FAILURE 位和 VBAT_UV 标志置位为 1。

如果 V_{BAT} 高于 $V_{BAT_UV_ON}$ ，则将在 $t_{UV_RESTART}$ 之后重新启动。

当器件处于自动重启期间时，MCU无法激活任何通道。

表11 VBAT欠压自动重启时间

VBATUVARST[1:0]	VBAT undervoltage auto-restart time $t_{UV_RESTART}$ (typical)
00	1 ms (default)
01	5 ms
10	20 ms
11	50 ms

6.3.3 闭锁故障

一旦检测到锁存失败（VDD_UV 除外），则可以通过切换使能、VDD（第 4.2.4 章）或通过 SPI 指令来操作复位。

6.3.3.1 用于故障检测的空白时间和过滤时间

6.3.3.1.1 空白时间

漏源和门源故障检测本质上都是在通道导通时触发的。导通 MOSFET 意味着瞬态相，其中栅极-源极电压上升，漏源电压下降，然后才达到稳定状态。

因此，两个故障检测都必须在导通时暂时消隐，这就是可配置消隐时间 t_{MOS_BLKX} 的目的。其值是根据 MOSFET 特性（主要是总 C_{GS} ）为每个通道独立配置的。

注释：如章节 5.1 所述， t_{MOS_BLKX} 也定义了 I_{CHARGE} 电流的最大持续时间。

6 保护与监测

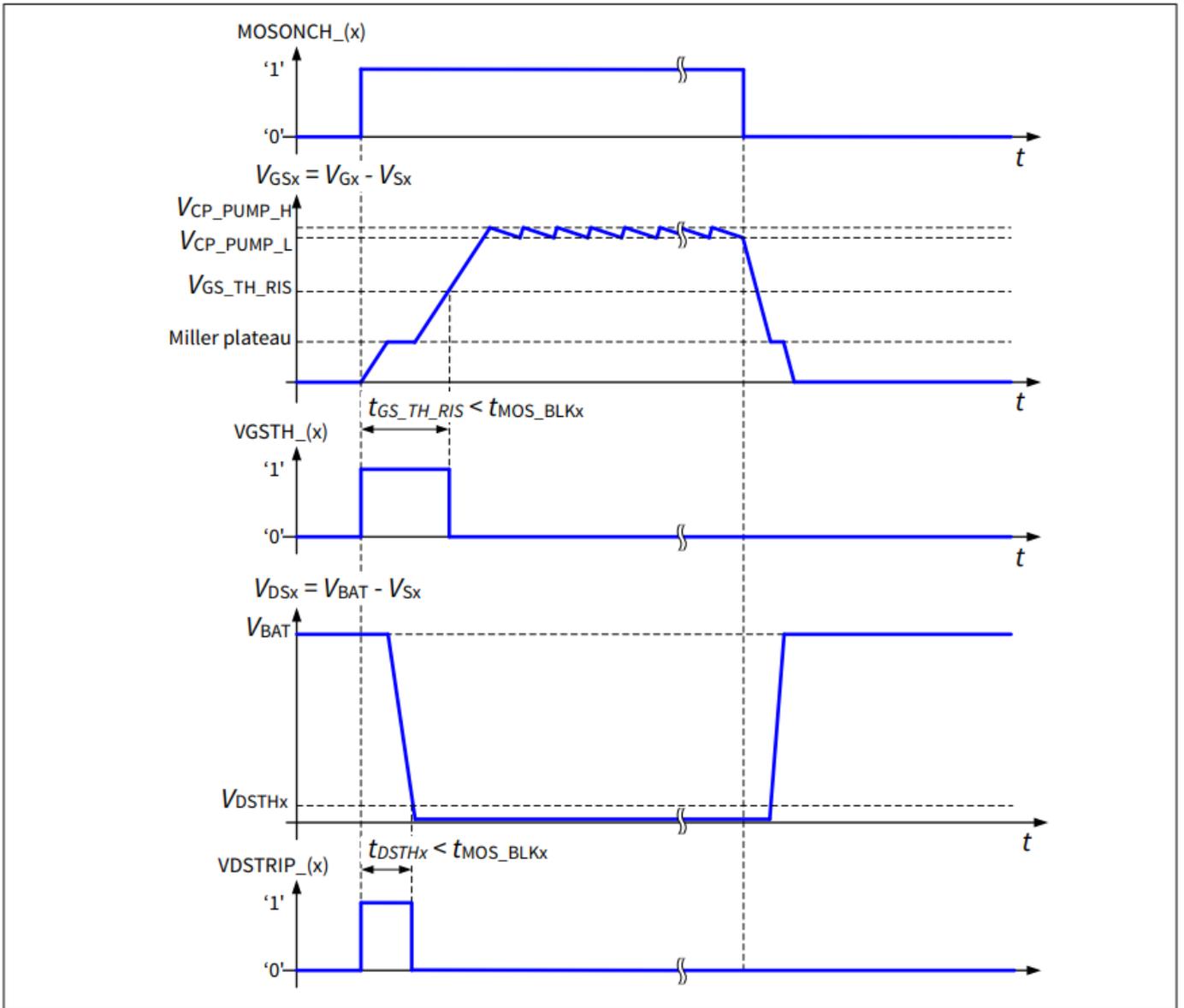


图8 MOSFET导通空白时间

用于漏源和栅源故障检测的可配置空白时间应用于所选通道的导通处。在空白时间 t_{MOS_BLKx} 期间，漏源或栅源过压故障被屏蔽。

表 12 MOSFET电压空白时间

MOSBLK_(x)_[1:0]	MOSFET voltage blank time (typical) t_{MOS_BLKx}
00	10 μ s (default)
01	20 μ s
10	50 μ s
11	100 μ s

6 保护与监测

6.3.3.1.2 过滤时间

由于受监控引脚上的噪声信号，漏源和栅源故障检测都可能被错误触发。因此，为每个通道单独提供了一个可配置滤波时间，适用于这两种故障检测： $t_{MOS_FLT\alpha}$

表13 MOSFET电压滤波时间

MOSFLT_(x)_[1:0]	MOSFET voltage filter time (typical) $t_{MOS_FLT\alpha}$
00	0.5 μ s
01	1 μ s (default)
10	2 μ s
11	5 μ s

6.3.3.2 漏源过压

连续监测激活通道的漏源电压，以保护高边 MOSFET 在导通状态期间不发生接地短路。

如果通道被激活，且 V_{BAT} (漏极) 至 V_{SX} (源极) 电压 V_{DS} 超过 $V_{DSTH\alpha}$ 的时间超过消隐时间 $t_{MOS_BLK\alpha}$ 后的滤波时间 $t_{MOS_FLT\alpha}$ ，位 FAILURE 和 VDSTRIP_(x) 位置位为 1，如果 $VDS(x)_SS$ 位置位为 0，位 MOSONCH_(x) 置位为 0。

否则 ($VDS(x)_SS$ 位置位为 1)，只有位 FAILURE 和 VDSTRIP_(x) 位置位为 1，注册位 MOSONCH_(x) 仍置位为 1。

每个通道都有一个专用阈值，可以通过寄存器 VDSTH_(x) 选择。

当 $VDS(x)_SS$ 位置位为 0 且 VDSTRIP_(x) 失效标志清除时，所选通道立即再次导通。如果在滤波时间 $t_{MOS_BLK\alpha}$ 之后，通道的 V_{DS} 仍然高于 $V_{DSTH\alpha}$ 的时间超过了滤波时间 $t_{MOS_FLT\alpha}$ (例如，故障原因仍然存在)，则通道将再次被禁用。

表 14 漏源过压阈值

VDSTH_(x)_[2:0]	Positive drain-source overvoltage threshold (typical) $V_{DSTH\alpha}$	Negative drain-source overvoltage threshold
000	100 mV	-100 mV
001	150 mV	-150 mV
010	200 mV (default)	- 200 mV (default)
011	250 mV	-250 mV
100	300 mV	-300 mV
101	400 mV	- 400 mV
110	500 mV	- 500 mV
111	600 mV	- 600 mV

表 15 漏源通道去激活条件

VDS(x)_SS_[0]	Drain-source channel condition
0	Channel is de-activated in case of drain-source overvoltage
1	Channel is not de-activated in case of drain-source overvoltage (default)

6 保护与监测

6.3.3.3 栅源欠压

如果同时满足以下条件，器件将报告栅源欠压故障：

- 配置的空白时间 t_{MOS_BLKx} 到期后。
- 如果栅极-源极电压小于所选通道的阈值 $V_{GS_TH(x)}$ ，且持续时间长于配置的滤波时间 t_{MOS_FLTx}

如果栅源欠压故障，位 FAILURE 和位 VGSTH_(x) 置位为 1。

当VGSTH_(x)标志清除后，所选通道自动再次导通。如果在消去时间 t_{MOS_BLKx} 之后，通道的 V_{GS} 仍然低于 $V_{GS_TH_RIS}$ 的时间超过了滤波时间 t_{MOS_FLTx} （例如，故障原因仍然存在），则通道将再次禁用。

6.3.3.4 通道交叉控制

当激活两个通道时，与单通道相关的 VGSTH_(x) 和 VDSTRIP_(x) 故障可能会影响或不影响另一个通道。这两个通道之间的交叉控制可通过 SPI 进行编程。

当 CHCRCTRL 位设置为 1 时，以下任何故障都将根据此概述停用通道 A (CHA) 和 B (CHB)：

- 在 $VGSTH_{(x)} = 1 \rightarrow CHA = OFF$ 和 $CHB = OFF$ 的情况下
- 在 $VDSTRIP_A = 1$ 、 $VDSA_SS = 0$ 和 $VDSB_SS = 0$ 的情况下 $\rightarrow CHA = OFF$ 和 $CHB = OFF$
- 在 $VDSTRIP_A = 1$ 、 $VDSA_SS = 1$ 和 $VDSB_SS = 0$ 的情况下 $\rightarrow CHA =$ 保持先前状态 (ON) 和 $CHB = OFF$
- 在 $VDSTRIP_A = 1$ 、 $VDSA_SS = 0$ 和 $VDSB_SS = 1$ 的情况下 $\rightarrow CHA =$ 关闭， $CHB =$ 保持先前状态
- 在 $VDSTRIP_A = 1$ 、 $VDSA_SS = 1$ 和 $VDSB_SS = 1$ 的情况下 $\rightarrow CHA =$ 保持先前状态 (ON)， $CHB =$ 保持先前状态
- 在 $VDSTRIP_B = 1$ 、 $VDSA_SS = 0$ 和 $VDSB_SS = 0$ 的情况下 $\rightarrow CHA = OFF$ 和 $CHB = OFF$
- 在 $VDSTRIP_B = 1$ 、 $VDSA_SS = 1$ 和 $VDSB_SS = 0$ 的情况下 $\rightarrow CHA =$ 保持先前状态， $CHB =$ 关闭
- 在 $VDSTRIP_B = 1$ 、 $VDSA_SS = 0$ 和 $VDSB_SS = 1$ 的情况下 $\rightarrow CHA =$ 关闭， $CHB =$ 保持先前状态 (ON)
- 在 $VDSTRIP_B = 1$ 、 $VDSA_SS = 1$ 和 $VDSB_SS = 1$ 的情况下 $\rightarrow CHA =$ 保持先前状态， $CHB =$ 保持先前状态 (ON)

如果CHCRCTRL位设置为0，则仅处理故障通道。

表 16 通道交叉控制

CHCRCTRL[0]	Channel cross-control status
0	Cross-control deactivated
1	Cross-control activated (default)

6.3.3.5 VDD欠压

如果VDD电压低于 $V_{DD_UV_ON}$ 阈值，器件将复位。当 V_{DD} 电压恢复到阈值以上时， $V_{DD_UV_ON}$ 阈值，VDD_UV 位设置为 1。

6.3.3.6 VCP欠压

一旦 $(V_{CP} - V_{BAT})$ 电压低于 $V_{CP_UV_L}$ ，VCP_UV 位和 FAILURE 位就会置位为 1 阈值电荷泵立即被禁用。

当故障标志 VCP_UV 被清除时，电荷泵立即重启。如果 $(V_{CP} - V_{BAT})$ 电压如果在启动消隐时间 $t_{VCP_UV_BLK}$ 之后电压仍然低于 $V_{CP_UV_H}$ （例如，故障原因仍然存在），则电荷泵再次被禁用。

6.3.3.7 启动 SAFESTATEN

一旦 SAFESTATEN 信号置位为低，FAILURE 位置位为 1。

6 保护与监测

6.3.3.8 过温

如果内部温度传感器达到 T_{JSD} ，则栅极驱动器被锁断，电荷泵和电流检测放大器被停用，并且 TSD 和 FAILURE 标志置位为 1。

6.3.3.9 电流检测放大器和过流比较器

电流检测放大器用作负载电流传感器，用于监测检流电阻上的压降。如果检测到过流，这将关闭两个通道。电流检测比较器和放大器在以下条件下处于活动状态：

使能 = 高 AND VCP_UV = 低 AND VBAT_UV = 低 AND VBAT_OV = 低 AND TSD = 低 AND $V_{DD} > V_{DD_UV_ON}$ 。

6.3.3.9.1 增益配置

电流检测放大器的差分增益可通过配置位 CSAG_(x) 进行配置。

表 17 电流检测放大器增益的配置

CSAG[2:0]	Current sense amplifier gain G_{DIFF} (typical)
000	10 V/V
001	15 V/V
010	20 V/V
011	25 V/V
100	31.5 V/V
101	35 V/V (default)
110	40 V/V
111	47.7 V/V

6.3.3.9.2 电流检测位置

为了将内部电路调整到正确的分流器位置（高边或低边），CSA_HSS 需要被设置。

当 CSA_HSS 位设置为 0 时，内部电路针对低边位置的电流检测进行了优化。如果 CSA_HSS 位设置为 1，则内部电路针对高边位置的电流检测进行优化。

表 18 电流检测位置调整

CSA_HSS[0]	Current sense position
0	Shunt is in low-side position (default)
1	Shunt is in high-side position

6.3.3.9.3 电流检测输出负载

为了调整连接到 CSO 引脚的输出电荷量，可以激活一些内部电路。

当 CSA_COUTSEL 位设置为 1 时，内部电路针对高于 100 pF 的外部负载电容进行了优化。

如果 CSA_COUTSEL 位设置为 0，则内部电路针对低于 100 pF 的外部负载电容进行优化。

6 保护与监测

表 19 电流检测输出负载调整

CSA_COUTSEL[0]	Current sense output charge
0	Output load < 100 pF (default)
1	Output load > 100 pF

6.3.3.9.4 过流检测

CSO 处的比较器检测过流情况。

如果CSA输出超出 OCTH 配置的阈值电压 ΔV_{OCTHxL} 和 ΔV_{OCTHxH} 之间的范围，则所有通道都将关闭，并且如果至少有一个通道处于 ON 状态，则 FAILURE 位和 ITRIP 位将置位为 1。

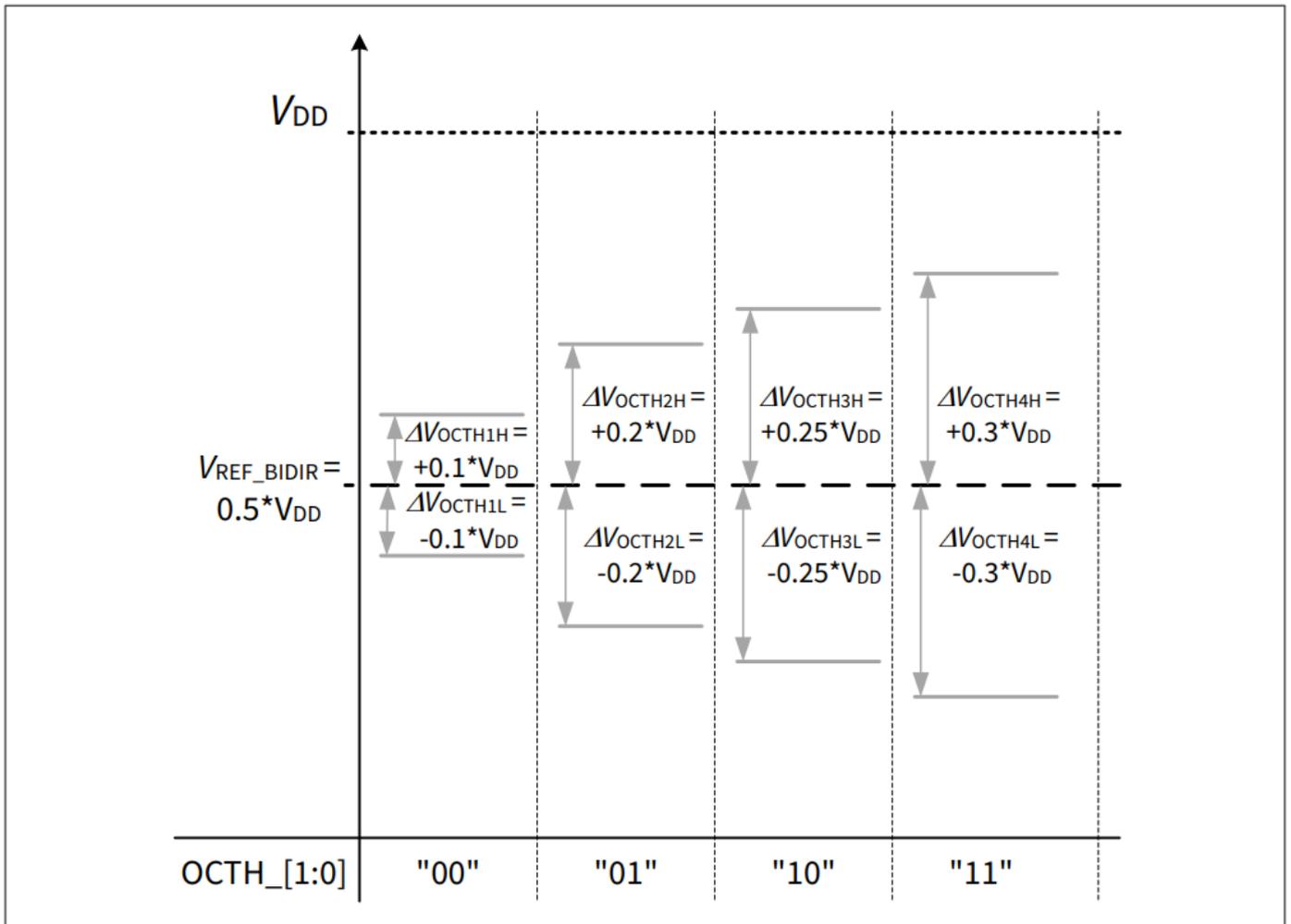


图9 过流检测阈值

6.3.3.9.5 电气特性：电流检测

除非另有说明：VBAT 和 VDD 在正常工作范围内； $T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$ ；所有电压均以接地点为基准；电流正向流入引脚。

6 保护与监测

表 20 电气特性：电流检测

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Input offset voltage	V_{OFFSET}	-1.4	0	1.4	mV	–	PRQ-52
Integrated output noise voltage at CSO pin	$V_{\text{CSO_NOISE}}$	–	–	5	mV_{rms}	¹⁾ ISP shorted to ISN; all gain settings; output open (no load at CSO)	PRQ-262
PSRR - Power supply rejection ratio VCP	P_{SRR}	60	–	–	dB	DC up to 1 kHz	PRQ-63
Settling time to 98%	t_{SET}	–	–	7	μs	Duration between CSN goes from low to high and signal at CSO pin is settled (98% of final value)	PRQ-222
Reference voltage for bidirectional CSA	$V_{\text{REF_BIDIR}}$	-2%	$V_{\text{DD}}/2$	+2%	V	–	PRQ-228
Digital glitch filter time for ITRIP	$t_{\text{ITRIP_FLT}}$	1.2	1.5	1.8	μs	¹⁾	PRQ-505
ISP, ISN leakage current while off	$I_{\text{SP_OFF}}$, $I_{\text{SN_OFF}}$	-5	–	5	μA	ENABLE = 0; $V_{\text{ISP}} = V_{\text{ISN}}$; $0 \text{ V} \leq V_{\text{ISN}}, V_{\text{ISP}} \leq V_{\text{BAT}}$	PRQ-392

共模抑制比

CMRR - common mode rejection ratio @ Gain = 10 V/V	C_{MRR10}	75	–	–	dB	DC up to 1 kHz	PRQ-64
CMRR - common mode rejection ratio @ Gain = 15 V/V	C_{MRR15}	77	–	–	dB	DC up to 1 kHz	PRQ-148
CMRR - common mode rejection ratio @ Gain = 20 V/V	C_{MRR20}	81	–	–	dB	DC up to 1 kHz	PRQ-149
CMRR - common mode rejection ratio @ Gain = 25 V/V	C_{MRR25}	83	–	–	dB	DC up to 1 kHz	PRQ-150
CMRR - common mode rejection ratio @ Gain = 31.5 V/V	$C_{\text{MRR31.5}}$	83	–	–	dB	DC up to 1 kHz	PRQ-210
CMRR - common mode rejection ratio @ Gain = 35 V/V	C_{MRR35}	85.5	–	–	dB	DC up to 1 kHz	PRQ-211
CMRR - common mode rejection ratio @ Gain = 40 V/V	C_{MRR40}	86	–	–	dB	DC up to 1 kHz	PRQ-212

(表格续下页.....)

6 保护与监测

表 20 (续) 电气特性：电流检测

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
CMRR - common mode rejection ratio @ Gain = 47.7 V/V	$C_{MRR47.7}$	88.5	–	–	dB	DC up to 1 kHz	PRQ-213
电流检测放大器差分增益							
Current sense amplifier differential gain 10 V/V	G_{DIFF10}	9.8	10	10.2	V/V	Test condition: CSAG = (000)	PRQ-53
Current sense amplifier differential gain 15 V/V	G_{DIFF15}	14.7	15	15.3	V/V	Test condition: CSAG = (001)	PRQ-77
Current sense amplifier differential gain 20 V/V	G_{DIFF20}	19.6	20	20.4	V/V	Test condition: CSAG = (010)	PRQ-78
Current sense amplifier differential gain 25 V/V	G_{DIFF25}	24.5	25	25.5	V/V	Test condition: CSAG = (011)	PRQ-79
Current sense amplifier differential gain 31.5 V/V	$G_{DIFF31.5}$	30.87	31.5	32.13	V/V	Test condition: CSAG = (100)	PRQ-206
Current sense amplifier differential gain 35 V/V	$G_{DIFF37.7}$	34.3	35	35.7	V/V	Test condition: CSAG = (101)	PRQ-207
Current sense amplifier differential gain 40 V/V	G_{DIFF40}	39.2	40	40.8	V/V	Test condition: CSAG = (110)	PRQ-208
Current sense amplifier differential gain 47.7 V/V	$G_{DIFF47.7}$	46.75	47.7	48.65	V/V	Test condition: CSAG = (111)	PRQ-209
电流检测带宽							
Low gain current sense bandwidth	f_{BW_LOW}	200	–	–	kHz	Max output current capability = 4 mA, load between 10 pF and 400 pF, CSAG[2:0] from '000' to '110'	PRQ-388
High gain current sense bandwidth	f_{BW_HIGH}	150	–	–	kHz	Max output current capability = 4 mA, load between 10 pF and 400 pF, CSAG[2:0]='111'	PRQ-389
过流阈值							
Overcurrent threshold 1 high relative to VREF_BIDIR	ΔV_{OCTH1H}	0.095* V_{DD}	0.105* V_{DD}	0.115* V_{DD}	V	OCTH = (00)	PRQ-531
Overcurrent threshold 1 low relative to VREF_BIDIR	ΔV_{OCTH1L}	-0.115* V_{DD}	-0.105* V_{DD}	-0.095* V_{DD}	V	OCTH = (00)	PRQ-532

(表格续下页.....)

6 保护与监测

表 20 (续) 电气特性：电流检测

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Overcurrent threshold 2 high relative to VREF_BIDIR	ΔV_{OCTH2H}	0.199* V_{DD}	0.210* V_{DD}	0.221* V_{DD}	V	OCTH = (01)	PRQ-533
Overcurrent threshold 2 low relative to VREF_BIDIR	ΔV_{OCTH2L}	-0.214* V_{DD}	-0.203* V_{DD}	-0.192* V_{DD}	V	OCTH = (01)	PRQ-534
Overcurrent threshold 3 high relative to VREF_BIDIR	ΔV_{OCTH3H}	0.243* V_{DD}	0.254* V_{DD}	0.265* V_{DD}	V	OCTH = (10)	PRQ-535
Overcurrent threshold 3 low relative to VREF_BIDIR	ΔV_{OCTH3L}	-0.265* V_{DD}	-0.254* V_{DD}	-0.243* V_{DD}	V	OCTH = (10)	PRQ-536
Overcurrent threshold 4 high relative to VREF_BIDIR	ΔV_{OCTH4H}	0.293* V_{DD}	0.304* V_{DD}	0.315* V_{DD}	V	OCTH = (11)	PRQ-537
Overcurrent threshold 4 low relative to VREF_BIDIR	ΔV_{OCTH4L}	-0.315* V_{DD}	-0.304* V_{DD}	-0.293* V_{DD}	V	OCTH = (11)	PRQ-538

1) 未经过生产测试，由设计指定。

6.4 中断引脚控制

如果发生以下情况之一，中断引脚将置位高电平并被锁存：

- FAILURE 位设置为 1
- OT_WARNING 设置为 1
- GEN_INTERRUPT 标志置位为 1（用于测试中断信号与控制器的连接）
- GND_LOSS 位设置为 1
- MEM_FAIL 位设置为 1

一旦由于故障或警告信号而导致中断信号置位高，可以通过以下方式清除：

- 通过SPI读取相应的故障位
- 将 INT_CLEAN 位设置为 1

如果中断信号已通过 GEN_INTERRUPT 位置位为高，则只能通过将 GEN_INTERRUPT 重新设置为 0 来清除它。在这种情况下，INT_CLEAN 不会移除该中断。

6.5 电气特性：保护与监测

除非另有说明：VBAT 和 VDD 在正常工作范围内； $T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$ ；所有电压均以接地点为基准；电流正向流入引脚。

6 保护与监测

表 21 电气特性：保护和监测

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
MOS电压空白时间							
MOS voltage blank time 1	t_{MOS_BLK1}	8	10	12	μs	¹⁾ Start: gate charge current is activated	PRQ-152
MOS voltage blank time 2	t_{MOS_BLK2}	16	20	24	μs	¹⁾ Start: gate charge current is activated	PRQ-153
MOS voltage blank time 3	t_{MOS_BLK3}	40	50	60	μs	¹⁾ Start: gate charge current is activated	PRQ-154
MOS voltage blank time 4	t_{MOS_BLK4}	80	100	120	μs	¹⁾ Start: gate charge current is activated	PRQ-155
MOS电压监测滤波时间							
MOS voltage filter time 1	t_{MOS_FLT1}	0.4	0.5	0.6	μs	¹⁾	PRQ-295
MOS voltage filter time 2	t_{MOS_FLT2}	0.8	1	1.2	μs	¹⁾	PRQ-296
MOS voltage filter time 3	t_{MOS_FLT3}	1.6	2	2.4	μs	¹⁾	PRQ-297
MOS voltage filter time 4	t_{MOS_FLT4}	4	5	6	μs	¹⁾	PRQ-298
漏源监控阈值							
Positive drain to source monitoring threshold 1	$V_{DSTH_1_POS}$	80	100	120	mV	–	PRQ-82
Negative drain to source monitoring threshold 1	$V_{DSTH_1_NEG}$	-120	-100	-80	mV	–	PRQ-417
Positive drain to source monitoring threshold 2	$V_{DSTH_2_POS}$	120	150	180	mV	–	PRQ-83
Negative drain to source monitoring threshold 2	$V_{DSTH_2_NEG}$	-180	-150	-120	mV	–	PRQ-418
Positive drain to source monitoring threshold 3	$V_{DSTH_3_POS}$	160	200	240	mV	–	PRQ-84
Negative drain to source monitoring threshold 3	$V_{DSTH_3_NEG}$	-240	-200	-160	mV	–	PRQ-419
Positive drain to source monitoring threshold 4	$V_{DSTH_4_POS}$	200	250	300	mV	–	PRQ-85
Negative drain to source monitoring threshold 4	$V_{DSTH_4_NEG}$	-300	-250	-200	mV	–	PRQ-420
Positive drain to source monitoring threshold 5	$V_{DSTH_5_POS}$	240	300	360	mV	–	PRQ-86
Negative drain to source monitoring threshold 5	$V_{DSTH_5_NEG}$	-360	-300	-240	mV	–	PRQ-421
Positive drain to source monitoring threshold 6	$V_{DSTH_6_POS}$	320	400	480	mV	–	PRQ-87

(表格续下页.....)

6 保护与监测

表 21 (续) 电气特性：保护和监测

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Negative drain to source monitoring threshold 6	$V_{DSTH_6_NEG}$	-480	-400	-320	mV	-	PRQ-422
Positive drain to source monitoring threshold 7	$V_{DSTH_7_POS}$	400	500	600	mV	-	PRQ-88
Negative drain to source monitoring threshold 7	$V_{DSTH_7_NEG}$	-600	-500	-400	mV	-	PRQ-423
Positive drain to source monitoring threshold 8	$V_{DSTH_8_POS}$	480	600	720	mV	-	PRQ-89
Negative drain to source monitoring threshold 8	$V_{DSTH_8_NEG}$	-720	-600	-480	mV	-	PRQ-424

漏源监控阈值

Gate to source undervoltage threshold rising	$V_{GS_TH_RIS}$	5.8	7	8.5	V	-	PRQ-144
Gate to source undervoltage threshold falling	$V_{GS_TH_FAL}$	5.65	6.6	7.4	V	-	PRQ-495
Gate to source undervoltage threshold hysteresis	$V_{GS_UV_HYS}$	100	400	900	mV	-	PRQ-496

源过压阈值

VSx overvoltage threshold	V_{S_TH}	3.5	5	6.5	V	-	PRQ-145
---------------------------	-------------	-----	---	-----	---	---	---------

VBAT 欠压

VBAT_UV switch OFF voltage	$V_{BAT_UV_OFF}$	17.5	18.5	19.5	V	-	PRQ-23
VBAT_UV switch ON voltage	$V_{BAT_UV_ON}$	18	19	20	V	-	PRQ-24
VBAT_UV hysteresis	$V_{BAT_UV_HYS}$	0.3	0.5	0.7	V	-	PRQ-431

VBAT过压

VBAT_OV switch ON voltage	$V_{BAT_OV_ON}$	70	72	74	V	-	PRQ-119
VBAT_OV switch OFF voltage	$V_{BAT_OV_OFF}$	71	73	75	V	-	PRQ-26
VBAT_OV hysteresis	$V_{BAT_OV_HYS}$	0.5	1	2	V	-	PRQ-432

VBAT欠压自动重启持续时间

Undervoltage auto-restart time 1	$t_{UV_RESTART1}$	0.8	1	1.2	ms	1)	PRQ-309
----------------------------------	--------------------	-----	---	-----	----	----	---------

(表格续下页.....)

6 保护与监测

表 21 (续) 电气特性：保护和监测

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Undervoltage auto-restart time 2	$t_{UV_RESTART2}$	4	5	6	ms	1)	PRQ-310
Undervoltage auto-restart time 3	$t_{UV_RESTART3}$	16	20	24	ms	1)	PRQ-311
Undervoltage auto-restart time 4	$t_{UV_RESTART4}$	40	50	60	ms	1)	PRQ-312

VBAT过压自动重启持续时间

Overvoltage auto-restart time 1	$t_{OV_RESTART1}$	10	13	16	μ s	1)	PRQ-299
Overvoltage auto-restart time 2	$t_{OV_RESTART2}$	40	50	60	μ s	1)	PRQ-301
Overvoltage auto-restart time 3	$t_{OV_RESTART3}$	160	200	240	μ s	1)	PRQ-302
Overvoltage auto-restart time 4	$t_{OV_RESTART4}$	0.8	1	1.2	ms	1)	PRQ-303

Temperature warning and shutdown

Thermal warning junction temperature	T_{JW}	110	130	150	$^{\circ}$ C	1)	PRQ-48
Thermal shutdown junction temperature	T_{JSD}	155	175	195	$^{\circ}$ C	1)	PRQ-49
Thermal warning hysteresis	T_{JW_HYS}	-	10	-	K	1)	PRQ-405
Thermal shutdown hysteresis	T_{JSD_HYS}	-	10	-	K	1)	PRQ-406

VDD 欠压

VDD_UV switch ON voltage	$V_{DD_UV_ON}$	-	-	2.8	V	-	PRQ-120
--------------------------	------------------	---	---	-----	---	---	---------

接地丢失

Ground loss	$ V_{GND_LOSS} $	0.18	0.3	0.5	V	-	PRQ-507
-------------	-------------------	------	-----	-----	---	---	---------

1) 未经过生产测试，由设计指定。

7 SPI

器件提供一个SPI通信从机，它使用输入线SCLK、CSN 和MOSI以及输出线MISO。

SPI采用 16 位协议，首先传输高字节/最高有效位（数据字最左位），并提供与其他 16 位SPI设备的菊花链能力。

任何 16 位数据传输均由 CSN 上的下降沿开始。

当 CSN 为低时，MOSI 上的输入数据在 SCLK 的下降沿被采样，而 MISO 上的输出数据在 SCLK 的上升沿被移出。

每个 16 位数据传输均由 CSN 上的上升沿终止。

模 16 计数器确保仅当传输了 16 位的倍数时才获取数据。

如果传输了错误的位数，或者传播了错误的时钟周期数，SPI接口将产生框架错误，并且不会接受刚刚发送的数据。

系MCU统通过CSN 引脚选择设备

如果 CSN 为高，SPI将忽略SCLK和MOSI引脚上的任何信号，并强制MISO进入高阻态。

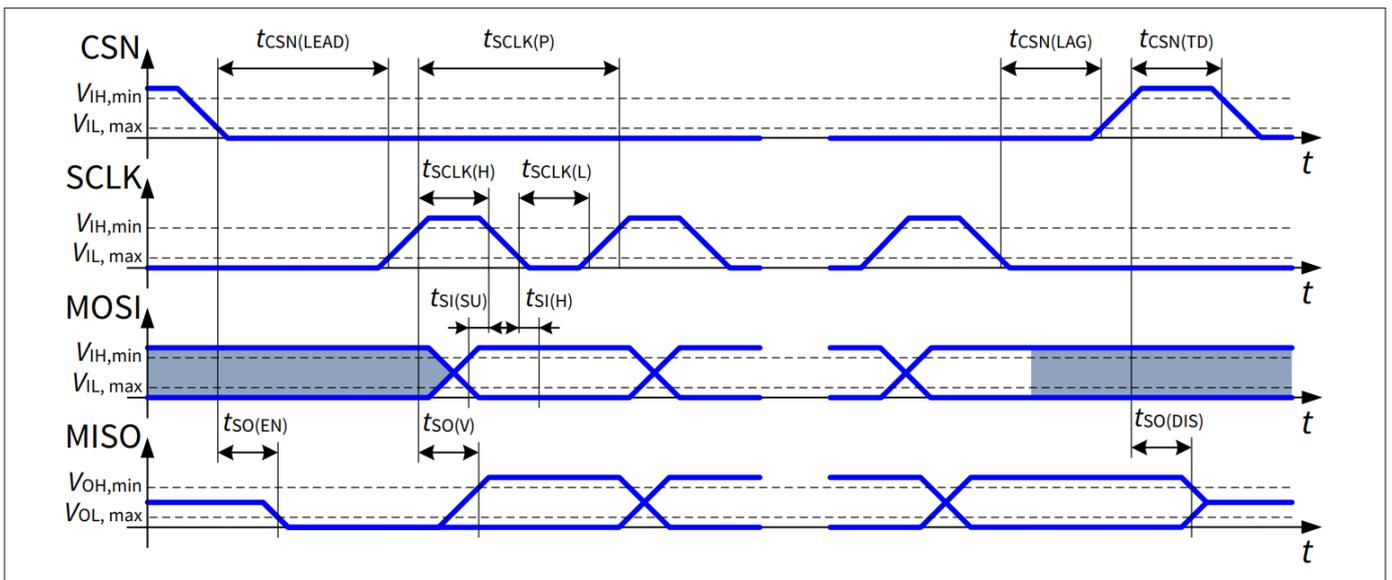


图 10 SPI 时序

7.1 通信启动

当 CSN 处于低电平时，可以进行数据传输。

如果 CSN 从高变为低并且 SCLK 保持低电平持续 $t_{CSN\ LEAD}$ 或更长时间：

- SPI将先前通信中请求的信息传输到换档缓冲器
- 引脚 MISO 在 $t_{SO(EN)}$ 时间内从高阻态变为低阻态
- modulo16 计数器开始计算SCLK时钟

注释： 在整个通信框架的传输过程中，CSN 必须保持较低。

如果 SCLK 从低变为高，同时 CSN 为低：

- $t_{SO(V)}$ 后MISO从移位缓冲区发出移出移位的位信号（第一个时钟高字节/最高有效位（数据字最左位））

如果 SCLK 从高变为低，同时 CSN 为低：

- 数据位向高字节/最高有效位（数据字最左位）方向移动一位

7 SPI

- MOSI信号在 $t_{SI(H)}$ 被读入移位寄存器（最低有效位位置）
- 模 16 计数器加 1

SPI MOSI 输入必须在 SCLK 下降沿之前的 $t_{SI(SU)}$ 被验证有效。

必须重复写入、读取和移位功能的时钟循环，直到整个帧被读入移位缓冲器（例如 一个SPI缓存重复 16 次）。

7.2 通信端

如果 CSN 从低上升到高，并且自 $t_{CSN(LAG)}$ 以来 SCLK 处于低位，则 16 计数器的值已经被检查。

如果模 16 计数发出 16SCLK 个 SCLK 时钟的倍数 (1,2,3...)，则移位寄存器数据将在 $t_{CSN(TD)}$ 内作为指令执行（例如，写入寻址寄存器）。

CSN升高后，MISO信号在 $t_{MISO(SO(DIS))}$ 内切换至高阻态。

如果在 CSN 变为高电平后经过了时间 $t_{SPICSN(TD)}$ ，则SPI接口已准备好通过 CSN 变为低电平来开始新的传输。

7.3 SPI电气特性:时序

除非另有说明：VBAT 和 VDD 在正常工作范围内； $T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+150^{\circ}\text{C}$ 。

表 22 SPI 电气特性：时序

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition	P-Number
		Min.	Typ.	Max.			
Transfer delay time	$t_{CSN(TD)}$	400	–	–	ns	1)	PRQ-370
Enable lead time	$t_{CSN(LEAD)}$	200	–	–	ns	1)	PRQ-371
Enable lag time	$t_{CSN(LAG)}$	200	–	–	ns	1)	PRQ-372
Output enable time	$t_{SO(EN)}$	–	100	150	ns	1) $C_{load} = 100 \text{ pF}$	PRQ-373
Output disable time	$t_{SO(DIS)}$	–	100	150	ns	1) $C_{load} = 100 \text{ pF}$	PRQ-374
Serial clock high time	$t_{SCLK(H)}$	90	–	–	ns	1)	PRQ-375
Serial clock low time	$t_{SCLK(L)}$	90	–	–	ns	1)	PRQ-376

SPI 频率

Serial clock frequency	f_{SCLK}	0.5	–	5	MHz	1)	PRQ-377
Serial input setup time	$t_{SI(SU)}$	20	–	–	ns	1)	PRQ-426
Serial input hold time	$t_{SI(H)}$	20	–	–	ns	1)	PRQ-427
Serial output valid time	$t_{SO(V)}$	–	100	150	ns	1) $C_{load} = 100 \text{ pF}$	PRQ-428
SCLK duty cycle	DC_{SCLK}	47	50	53	%	1)	PRQ-478

1) 未经过生产测试，由设计指定。

7 SPI

7.4 菊花链

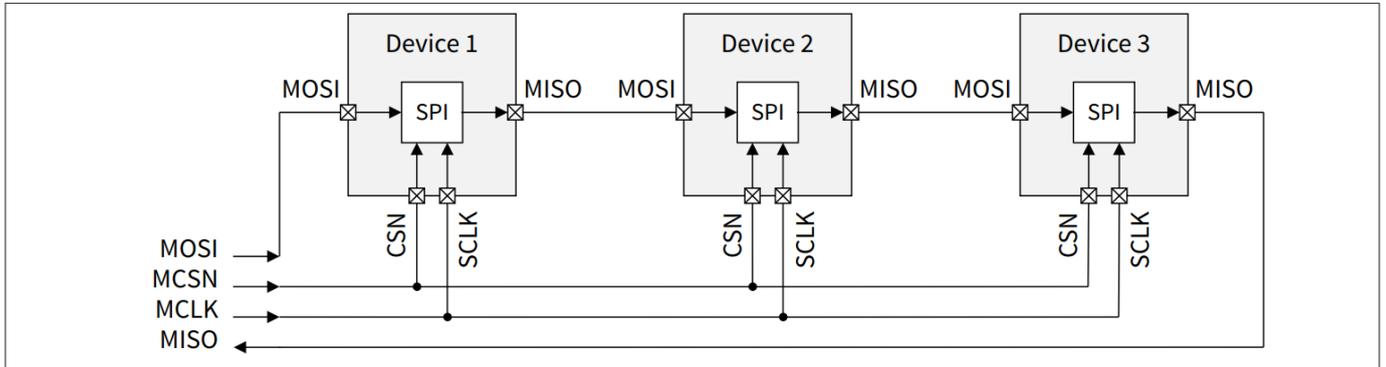


图 11 菊花链功能

该器件的SPI为模16位SPI设备提供菊花链功能。在这种配置下，多个设备由同一个CSN信号（称为MCSN）激活。一个器件的MOSI线与另一个器件的MISO线相连（参见图 11），以构建一个链路。链路的末端连接到微处理器的输入，微处理器的输出连接到链路的开头。主机提供主机时钟MCLK，该时钟连接到链路中每个器件的SCLK线。

必须将 MCSN 设置为低电平并以 16 位数据的倍数开始通信，倍数是链接设备的数量。第一个数据发送到最后一个设备（图11中的器件 3）传输最后一个位。通信完成后，MCSN必须再次变为高电平。

注释： 主机串行时钟数量错误将会从链中的所有设备生成一个错误。

7.5 SPI 协议

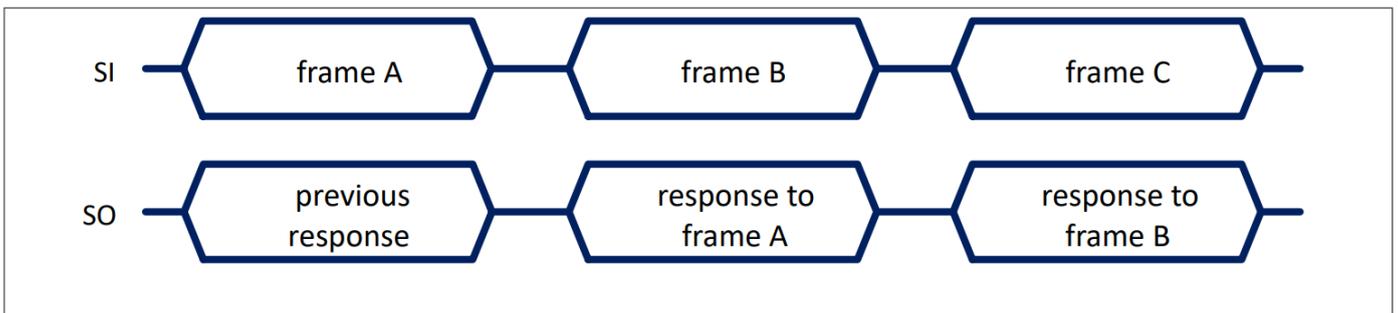


图 12 指令响应序列

SPI协议仅在 μ C 触发下一个命令帧时提供应答。

SPI通信过程中MOSI与MISO内容关系如图 12。

MOSI线代表从MCU发送的帧， MISO线是栅极驱动器SPI提供的应答。“前一个响应”是指发回的帧取决于之前发送的命令帧。

write 指令的响应是确定性的，并且报告默认诊断寄存器。 读取命令的响应是所需的寄存器。

如果发生故障，默认响应是诊断，故障位置位为 1。

SPI 字宽为 16 位，结构如下表所示。

8 寄存器规格

字来自MCU:

Read/Write	Address								Data							
R/W	A6/nu	A5	A4	A3	A2	A1	A0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	

SPI接口的响应:

Trans ERROR	Address								Data							
TER	A6/nu	A5	A4	A3	A2	A1	A0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	

A6..A0 用于地址寄存器，D7..D0 为数据。

注： 位A6 保留供将来使用（参数值/默认值0）。

MCU可以使用 16 位字访问SPI寄存器，如下所述。编写程序：

- 设置位高字节/最高有效位（数据字最左位）至1（读/写位）
- 使用 A [6...0] 寻址寄存器
- 准备数据 [7 ... 0] 读取程序中的

数据:

- 设置位高字节/最高有效位（数据字最左位）到0（读/写位）
- 使用 A [6...0] 寻址寄存器
- 数据位不关心

MCU与SPI接口的任何通信均由SPI接口响应。

在任何情况下，响应都会将故障位 TER 报告为高字节/最高有效位（数据字最左位），表示先前通信的有效性。

表 23 **TER 位**

TER bit	Communication status
1	Error in the previous communication
0	No error in the previous communication

按照 第 4.2.4 章 所述复位后，第一个指令响应中的 TER 位为置位高电平，告知主机这是第一次通信。

除了 TER 位之外，对 通讯 的响应还包含：

- 如果是写入命令：标准诊断（地址 00000b）。
- 对于读取命令：寻址寄存器中的数据。在这种情况下，应答将包含注册的地址和其中包含的数据。应答器位于下一帧，如图 12 所示。

上电后的第一个响应默认为标准诊断寄存器内容。在该信息中，V_{DD_UV}设置为 1，以便在通信之前告知电源关闭情况。

8 寄存器规格

8.1 控制寄存器

EiceDRIVER™ APD 2ED4820-EM

带SPI的48V智能高边MOSFET栅极驱动器



Address	RW	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Register Name	Register Functions
0	R	FAILURE	VCP_READY	MEM_FAIL	OT_WARNING	TSD	VDD_UV	VBAT_UV	VBAT_OV	STDIAG	General diagnosis (battery voltage status, VDD undervoltage, overtemperature, warning temperature, overcurrent, cp_ready, power management ok)
1	R	VCP_UV	ITRIP	VGSTH_B	V DSTRIIP_B	VSOURCE_B	VGSTH_A	V DSTRIIP_A	VSOURCE_A	CHDIAG	Channel specific diagnosis (gate source voltage, drain source voltage, source overvoltage)
2	R				LOG_A	LOG_D	LOG_CP	ADD_NOT_AV	SAFESTATEN	DIAG	Diagnosis
3	WR	CHCRCTRL	ITRIP_CL	VGSTH_B_CL	VDSB_CL	MOSONCH_B	VGSTH_A_CL	VDSA_CL	MOSONCH_A	MOS_CHS_CTRL	Channels A and B activation and cleaning related failure
4	W	VCP_UV_CL		SAFESTATE_CL	INT_CLEAN	TSD_CL	VDD_UV_CL	VBATUV_CL	VBATOV_CL	FAILURE_CLEAN	Clean failures
5	WR	VDSB_SS		V DSTH_B		VDSA_SS		V DSTH_A		V DSTH_A_B	Drain-source overvoltage threshold - channel A and channel B
6	WR	MOSBLK_B		MOSBLK_B	MOSFLT_B		MOSBLK_A	MOSFLT_A		MOSFLTBLKA_B	MOS voltage filter and blank time - channel A and channel B
7	WR	CSA_OUTSEL		CSA_HSS	OCTH			CSAG		CSAG_OCTH	Current sense amplifier gain G_{diff} and overcurrent detection thresholds
8	WR						VBATUVARST	VBATOVARST		VBATOVUVRST	VBAT overvoltage and undervoltage auto-restart time
9	W			FAIL_RST_1	SFT_RST_1		GEN_INTERRUPT	FAIL_RST_0	SFT_RST_0	RESETS	Reset Register
10	WR	SPARE_7	SPARE_6	SPARE_5	SPARE_4	SPARE_3	SPARE_2	SPARE_1	SPARE_0	SPARE_REG	Spare Register

Figure 13 Registers overview

8 寄存器规格

表 24 位描述

Register Name	Bit	Bit name	Description
STDIAG	7	FAILURE	Main failure indication, 1 when there is a failure
	6	VCP_READY	Charge pump is ready
	5	MEM_FAIL	Error in the memory, trimming not possible (flag cannot be cleaned)
	4	OT_WARNING	Temperature warning
	3	TSD	Chip in overtemperature (latched)
	2	VDD_UV	VDD undervoltage propagated in the first command and indicates an under voltage event
	1	VBAT_UV	VBAT undervoltage failure (not latched)
	0	VBAT_OV	VBAT overvoltage failure (not latched)
CHDIAG	7	VCP_UV	Charge pump undervoltage
	6	ITRIP	Overcurrent failure (latched)
	5	VGSTH_B	Gate-source undervoltage - channel B (latched)
	4	VDSTRIP_B	Drain to source overvoltage - channel B (latched)
	3	VSOURCE_B	Source overvoltage - channel B
	2	VGSTH_A	Gate-source undervoltage - channel A (latched)
	1	VDSTRIP_A	Drain to source overvoltage - channel A (latched)
	0	VSOURCE_A	Source overvoltage - channel A
DIAG	4	LOG_A	Loss of ground connection on AGND
	3	LOG_D	Loss of ground connection on GND
	2	LOG_CP	Loss of ground connection on CPGND
	1	ADD_NOT_AVAIL	Address not available
	0	SAFESTATEN	Reflection of the SAFESTATEN pin
MOS_CHS_CTL	7	CHCRCTRL	Channel cross control activation
	6	ITRIP_CL	Clear ITRIP flag
	5	VGSTH_B_CL	Clear VGS flag channel B
	4	VDSB_CL	Clear VDS flag channel B
	3	MOSONCH_B	Switch on channel B
	2	VGSTH_A_CL	Clear VGS flag channel A
	1	VDSA_CL	Clear VDS flag channel A
	0	MOSONCH_A	Switch on channel A
FAILURE CLEAN	7	VCP_UC_CL	Clear charge pump undervoltage failure
	5	SAFESTATE_CL	Clear Safestate failure
	4	INT_CLEAN	Clear interrupt
	3	TSD_CL	Clear overtemperature failure
	2	VDD_UV_CL	Clear VDD undervoltage failure

(表格续下页.....)

8 寄存器规格

表 24 (续) 位说明

Register Name	Bit	Bit name	Description
	1	VBATUV_CL	Clear VBAT overvoltage failure
	0	VBATOV_CL	Clear VBAT undervoltage failure
VDSTHA_B	7	VDSB_SS	VDS channel B safe state on when 1. VDS safe state off when 0.
	[6:4]	VDSTH_B	Drain-source overvoltage threshold channel B
	3	VDSA_SS	VDS channel A safe state on when 1. VDS safe state off when 0.
	[2:0]	VDSTH_A	Drain-source overvoltage threshold channel A
MOSFLTBLKA_B	[7:6]	MOSBLK_B	MOS voltage blank time channel B
	[5:4]	MOSFLT_B	MOS voltage filter time channel B
	[3:2]	MOSBLK_A	MOS voltage blank time channel A
	[1:0]	MOSFLT_A	MOS voltage filter time channel A
CSAG_OCTH	6	CSA_COUTSEL	Configures the current sense amplifier output stage depending on the output capacitor
	5	CSA_HSS	Control signal to select the CSA configuration LSS or HSS (or bidirectional)
	[4:3]	OCTH	Overcurrent detection thresholds
	[2:0]	CSAG	Current sense amplifier gain G_{DIFF}
VBATOVUVRST	[3:2]	VBATUVRST	VBAT undervoltage auto-restart time
	[1:0]	VBATOVARST	VBAT overvoltage auto-restart time
RESETS	5	FAIL_RST_1	Reset Fails registers 1
	4	SFT_RST_1	Software Reset 1
	2	GEN_INTERRUPT	Generate interrupt signal
	1	FAIL_RST_0	Reset Fails registers 0
	0	SFT_RST_0	Software Reset 0
SPARE_REG	7	SPARE_7	Spare register bit 7
	6	SPARE_6	Spare register bit 6
	5	SPARE_5	Spare register bit 5
	4	SPARE_4	Spare register bit 4
	3	SPARE_3	Spare register bit 3
	2	SPARE_2	Spare register bit 2
	1	SPARE_1	Spare register bit 1
	0	SPARE_0	Spare register bit 0

9 应用信息

9 应用信息

9.1 48 V 电池保护开关带有低边电流检测和电容预充电

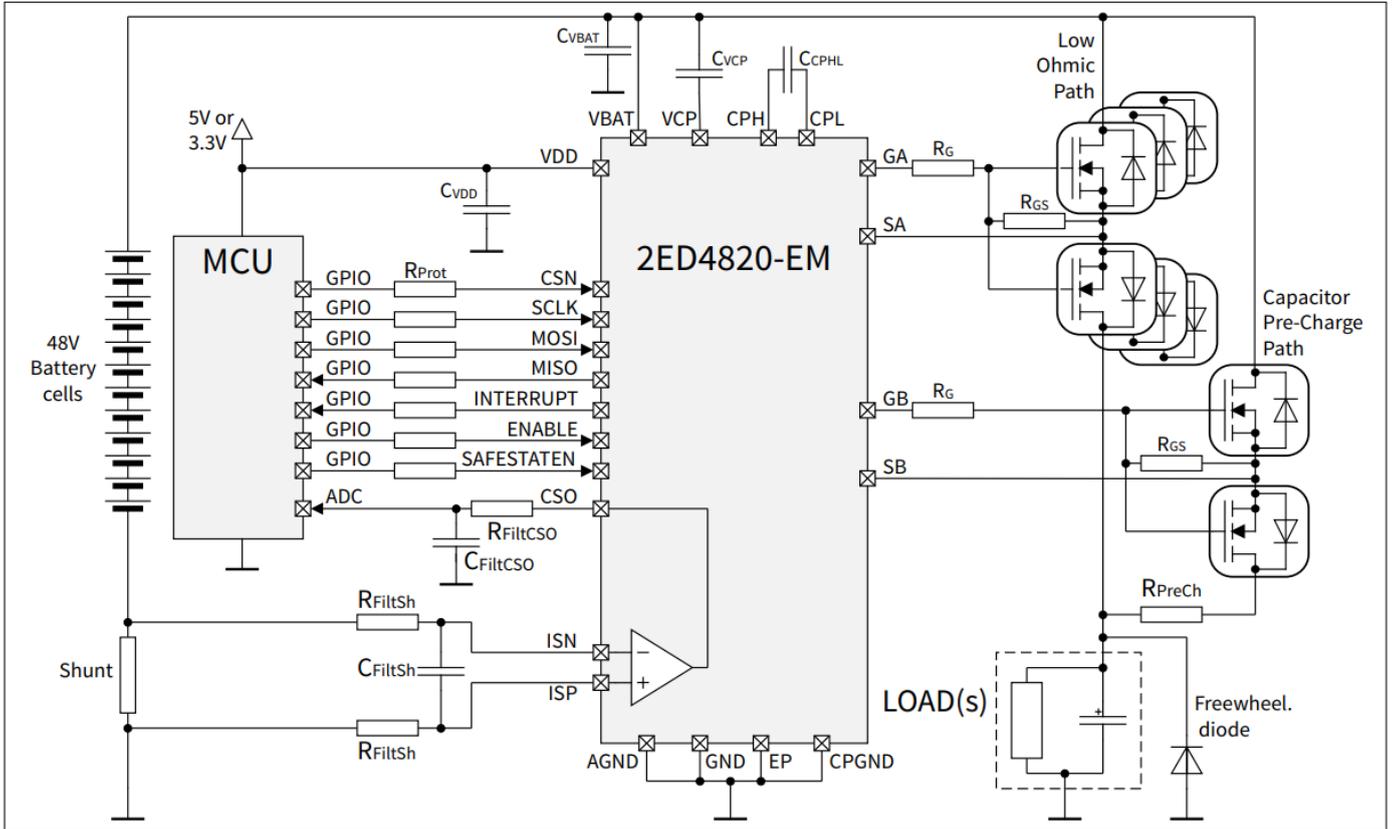


图14 48V电池保护开关应用图

9 应用信息

9.2 带有高边电流检测的共漏

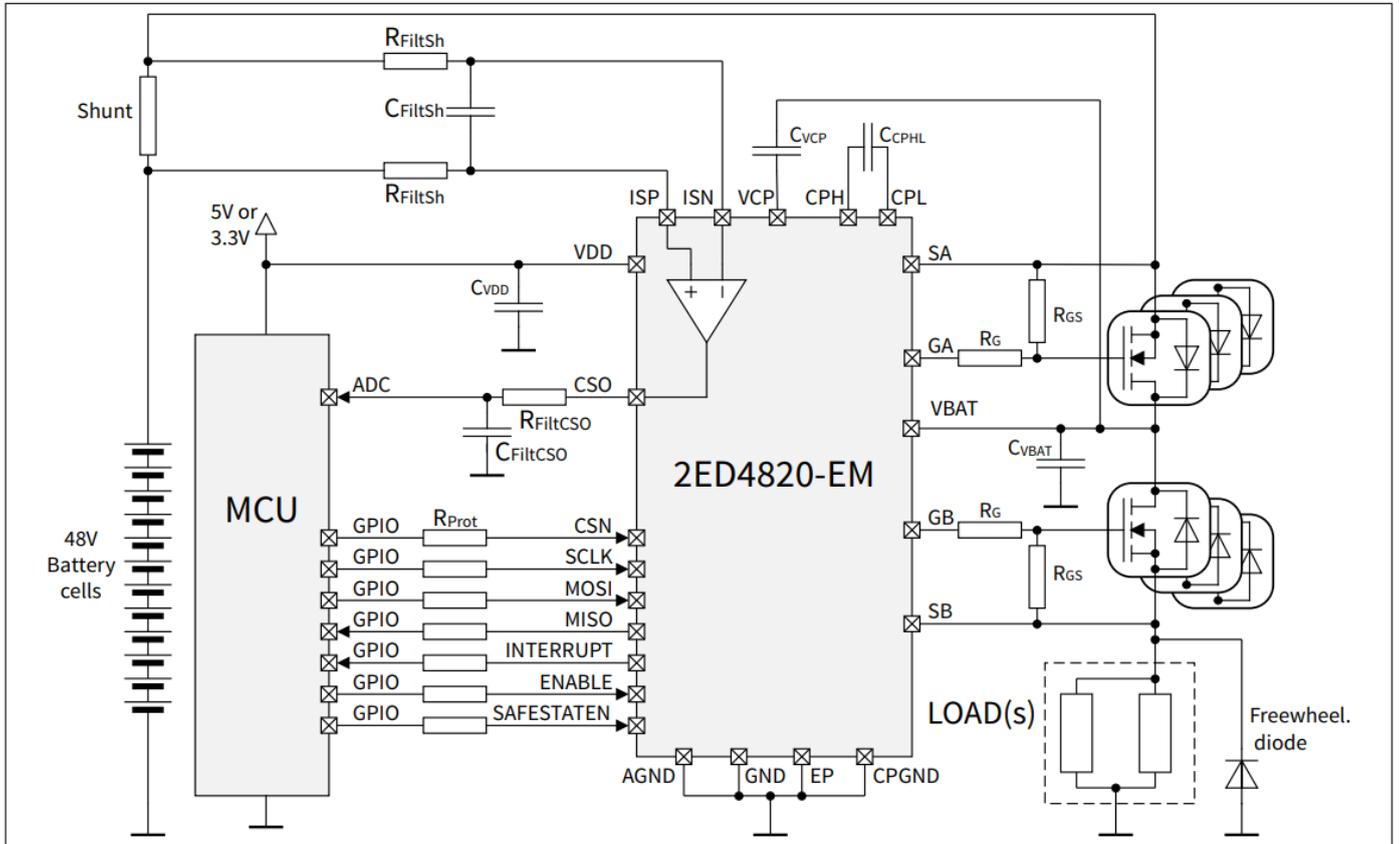


图15 共漏极与高边电流检测应用图

9.3 物料清单

电源引脚必须使用陶瓷电容器去耦，位置如下：

- C_{VBAT} 接近 VBAT 和 AGND 引脚
- C_{VDD} 靠近 VDD 和接地引脚
- C_{VCP} 接近 VCP 和 VBAT 引脚

表 25 物料清单

Reference	Value	Purpose
R_{Prot}	1.0 k Ω	Protection of the microcontroller
C_{VDD}	1.0 μ F	Supply decoupling; on layout, located close to the VDD & GND pins
C_{VBAT}	4.7 μ F + 220 nF	Supply decoupling; on layout, located close to the VBAT & AGND pins
C_{VCP}	2.2 μ F	Charge pump output capacitor - value depends on number of MOSFETs to drive
C_{CPHL}	220 nF	Charge pump capacitor
R_G	10.0 Ω	Gate protection resistor
R_{GS}	150.0 k Ω	Gate to source pull-down resistor
R_{PreCh}	10.0 Ω	Power resistor limiting the capacitor pre-charge current

(表格续下页.....)

9 应用信息

表 25 (续) 物料清单

R_{FiltCSO}	10.0 k Ω	Protection of the microcontroller and low pass filter on current sense output
C_{FiltCSO}	10 nF	Low pass filter on current sense output - value depends on bandwidth required
R_{FiltSh}	4.7 Ω	Filter to cancel the inductive part of the shunt - value depends on Shunt
C_{FiltSh}	1 μF	Filter to cancel the inductive part of the shunt - value depends on Shunt

10 封装

10 封装

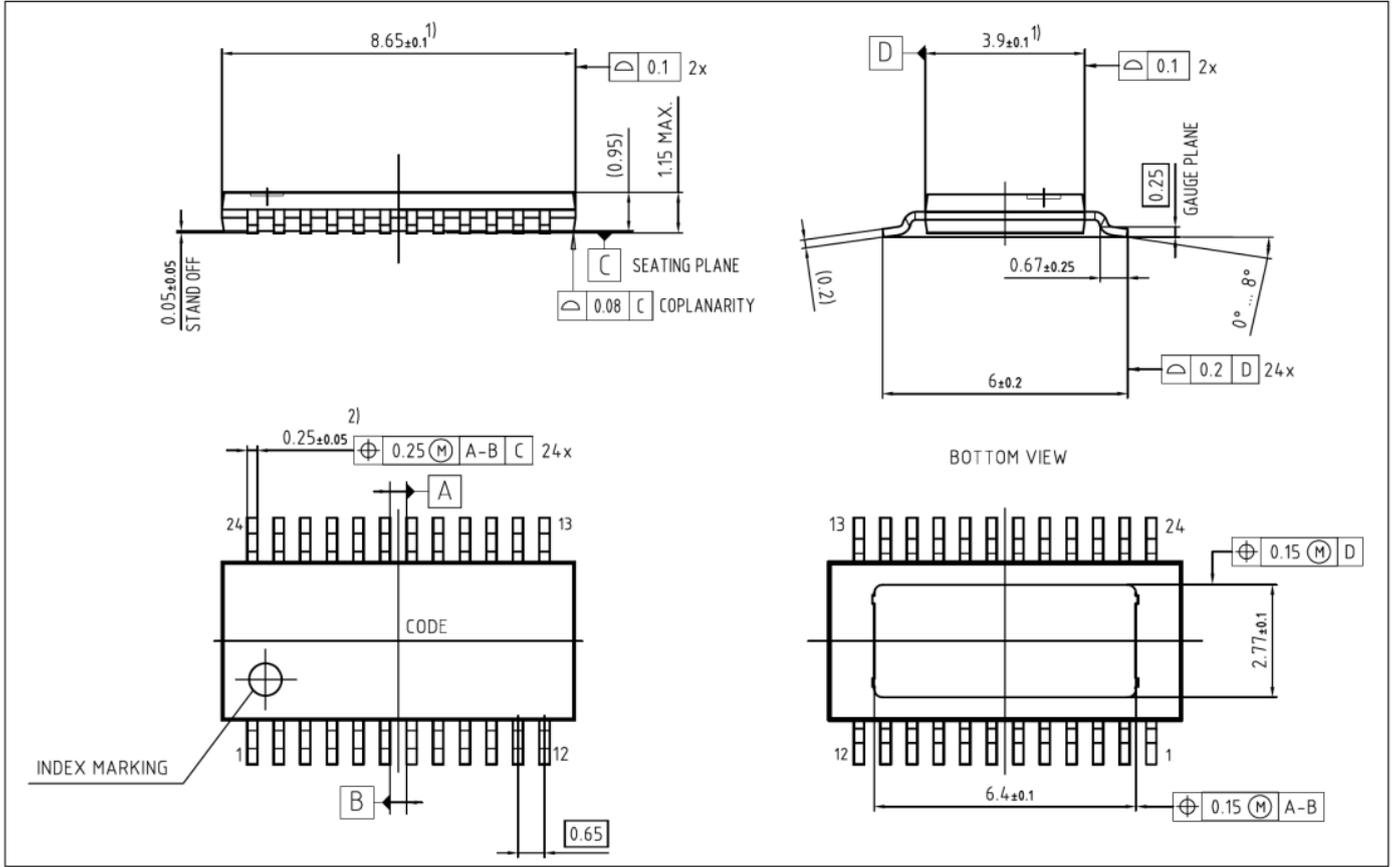


图 16 封装尺寸

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（即引线采用无铅表面处理，适合无铅焊接（符合 IPC/JEDEC J-STD-020））。

修订记录

修订记录

Document version	Date of release	Description of changes
Rev.1.10	2022-12-20	<ul style="list-style-type: none">Updated Block diagram, Figure 2Added PRQ-544 in Chapter 5.3Improved CMRR performance Chapter 6.3.3.9.5 → PRQ-64, PRQ-148, PRQ-149, PRQ-150, PRQ-210, PRQ-211, PRQ-212, PRQ-213
Rev.1.00	2021-07-23	<ul style="list-style-type: none">Datasheet creation



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>。