

TPS388C0x-Q1 具有窗口看门狗功能的多通道过压和欠压 I²C 可编程电压监控器和监测器

1 特性

- 符合 ASIL-B 等级功能安全标准的产品
 - 适用于功能安全应用的开发
 - 可帮助进行 ISO 26262 系统设计的文档
 - 系统可满足 ASIL D 级要求
 - 硬件可满足 ASIL B 级要求
- 具有符合 AEC-Q100 标准的下列特性：
 - 器件温度等级 1：-40°C 至 +125°C
- 监控先进的 SOC
 - 提供 2 至 6 个电压监控通道选项
 - 输入电压范围：2.6V 至 5.5V
 - 欠压锁定 (UVLO) (下降)：2.6V
 - 高阈值精度：
 - ±6mV (-40°C 至 +125°C)
 - 固定窗口阈值电平
 - 5mV 阶跃 (0.2V 至 1.475V)
 - 20mV 阶跃 (0.8V 至 5.5V)
- 触发窗口看门狗
 - 通过 I²C 实现可编程开/关看门狗定时 (1ms 至 864ms)
 - SoC 启动初始化的启动延迟 (2ms 至 3.48s)
 - WDO 置为有效前的可编程最大违例计数 (最多 7 个错误)
 - 可编程 WDO 延迟
 - 看门狗禁用引脚 (WDE)
- 微型封装和最低元件成本
 - 3mm x 3mm QFN 封装
 - 用户可通过 I²C 调节电压阈值电平
 - 用户可通过 I²C 调节毛刺抑制和迟滞电平
- 专为安全应用设计
 - CRC 错误检查 (静态和动态)

– 低电平有效开漏 NIRQ、NRST 和 WDO 输出

2 应用

- 高级驾驶辅助系统 (ADAS)
- 传感器融合

3 说明

TPS388C0x-Q1 器件是一款集成式多通道窗口监测复位 IC，具有遥感引脚选项和集成式窗口看门狗，采用 16 引脚 3mm x 3mm QFN 封装。

这款高精度多通道电压监控器非常适合采用低电压电源轨和非常小的电源容差裕度的系统。并且内置毛刺抑制功能和噪声滤波器，进一步消除了错误信号所导致的错误复位。该 TPS388C0x-Q1 器件不需要使用任何外部电阻器来设置过压和欠压复位阈值，因此进一步优化了整体精度、成本和大小，并提高了安全系统的可靠性。I²C 功能可方便用户灵活选择阈值、复位延迟、毛刺干扰滤波器以及引脚功能。该器件具有 CRC 错误检查功能。该器件内置具有独立看门狗使能功能的窗口看门狗。

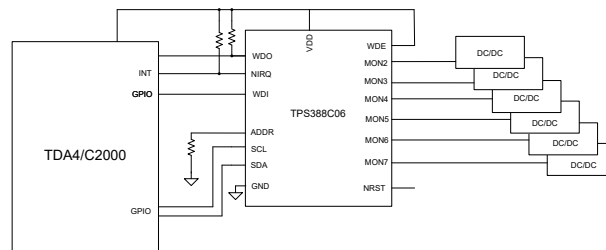
此器件的低静态电流规格为 1500μA (典型值)。TPS388C0x-Q1 符合 AEC-Q100 1 级标准，并且符合 ASIL-B 等级功能安全要求，适用于汽车应用。

器件信息

器件型号	封装 ⁽¹⁾	本体尺寸 (标称值) ⁽²⁾
TPS388C0x-Q1	WQFN (16)	3mm x 3mm

(1) 如需了解所有可用封装，请参阅数据表末尾的可订购产品附录。

(2) 封装尺寸 (长 × 宽) 为标称值，并包括引脚 (如适用)。



TPS388C0x-Q1 典型电路



内容

1 特性	1	7.4 特性说明.....	19
2 应用	1	7.5 寄存器映射.....	26
3 说明	1	8 应用和实施	59
4 器件比较	3	8.1 应用信息.....	59
5 引脚配置和功能	4	8.2 典型应用.....	60
6 规格	6	8.3 电源相关建议.....	66
6.1 绝对最大额定值.....	6	8.4 布局.....	67
6.2 ESD 等级.....	6	9 器件和文档支持	68
6.3 建议运行条件.....	6	9.1 器件命名规则.....	68
6.4 热性能信息.....	7	9.2 文档支持.....	69
6.5 电气特性.....	7	9.3 接收文档更新通知.....	69
6.6 时序要求.....	9	9.4 支持资源.....	69
6.7 典型特性.....	12	9.5 商标.....	69
7 详细说明	13	9.6 静电放电警告.....	69
7.1 概述.....	13	9.7 术语表.....	69
7.2 功能方框图.....	13	10 修订历史记录	69
7.3 器件功能模式.....	15	11 机械、封装和可订购信息	69

4 器件比较

图 4-1 显示了器件命名规则。表 4-1 汇总了可用器件功能和相应器件型号。如需了解其他选项的详细信息和供货情况，请联系 TI 销售代表或访问 TI 的在线 [E2E 论坛](#)；最低订购量适用。

更多有关器件订购代码的信息，请参阅 [节 9.1](#)。

表 4-1. 多通道监控器汇总表

规格	TPS38900x-Q1	TPS389R0x-Q1	TPS388C0x-Q1
ESM 引脚	x	x	x

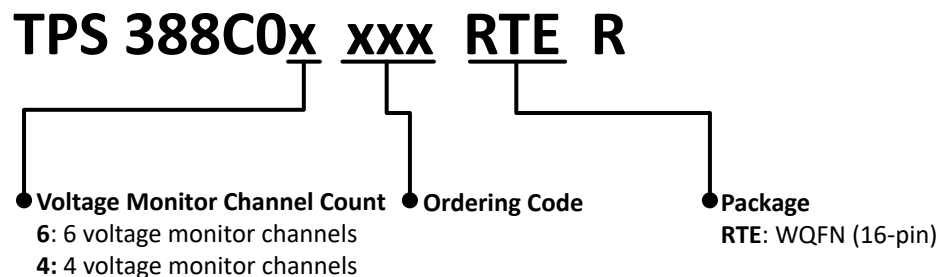


图 4-1. TPS388C0x-Q1 器件命名规则

表 4-1. 多通道监控器汇总表

规格	TPS38900x-Q1	TPS389R0x-Q1	TPS38800x-Q1	TPS388R0x-Q1	TPS389C0x-Q1	TPS388C0x-Q1
硬件 ASIL 等级	D	D	B	B	D	B
监控通道数	4 至 8	4 至 7	4 至 8	4 至 7	3 至 6	3 至 6
监控范围	0.2 至 5.5V	0.2 至 5.5V	0.2 至 5.5V	0.2 至 5.5V	0.2 至 5.5V	0.2 至 5.5V
比较器监控 (HF 故障)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ADC 监控 (LF 故障)	✓	✓	x	x	✓	x
看门狗	x	x	x	x	问答	窗口
电压遥测	✓	✓	x	x	✓	x
监控干扰滤波	✓	✓	✓	✓	✓	✓
序列记录	✓	✓	✓	✓	x	✓
NIRQ 引脚	✓	✓	✓	✓	✓	✓
NRST 引脚	x	✓	x	✓	✓	✓
SYNC 引脚	✓	x	x	x	x	x
WDO 引脚	x	x	x	x	✓	✓
WDI 引脚	x	x	x	x	x	✓

5 引脚配置和功能

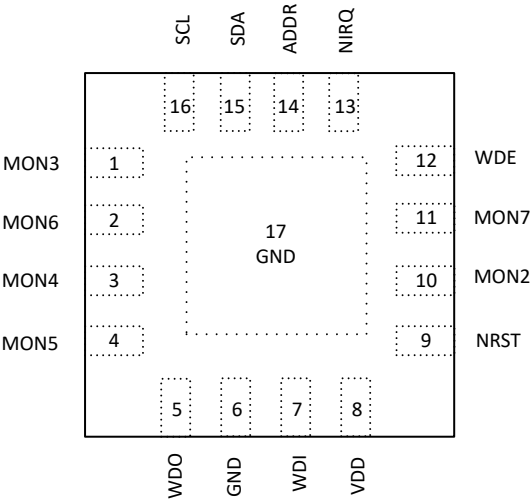


图 5-1. RTE 封装
16 引脚 WQFN
TPS388C06-Q1 顶视图

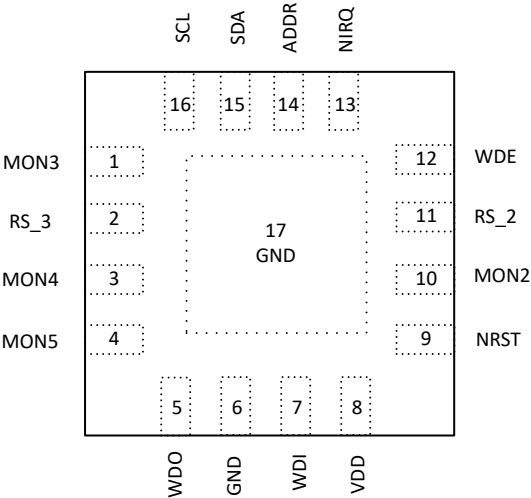


图 5-2. RTE 封装
16 引脚 WQFN
TPS388C04-Q1 顶视图

表 5-1. 引脚功能

引脚			I/O	说明
编号	名称	名称		
1	MON3	MON3	I	电压监控通道 3
2	MON6	RS_3	I	MON6：电压监控通道 6 RS_3：电压监控器通道 3 的遥感
3	MON4	MON4	I	电压监控通道 4
4	MON5	MON5	I	电压监控通道 5
5	WDO	WDO	O	漏极开路看门狗错误输出输出
6	GND	GND	-	电源地
7	WDI	WDI	I	看门狗输入
8	VDD	VDD	-	电源轨
9	NRST	NRST	I/O	漏极开路复位引脚
10	MON2	MON2	I	电压监控通道 2
11	MON7	RS_2	I	MON7：电压监控通道 7 RS_2：电压监控器通道 2 的遥感
12	WDE	WDE	I	看门狗使能
13	NIRQ	NIRQ	O	低电平有效开漏中断输出
14	ADDR	ADDR	I	I ² C 地址选择引脚
15	SDA	SDA	I/O	I ² C 数据引脚
16	SCL	SCL	I	I ² C 时钟引脚
17	GND	GND	-	裸露的电源地焊盘

6 规格

6.1 绝对最大额定值

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）⁽¹⁾

		最小值	最大值	单位
电压	VDD	-0.3	6	V
电压	NIRQ、NRST、WDO、WDI、WDE	-0.3	6	V
电压	SCL、SDA	-0.3	6	V
电压	ADDR	-0.3	2	V
电压	MONx	-0.3	6	V
电压	RS_x	-0.2	0.2	V
电流	NIRQ、NRST、WDO		±10	mA
温度 ⁽²⁾	持续总功率耗散	请参阅“热性能信息”		
	工作结温, T_J	-40	150	°C
	自然通风工作温度范围, T_A	-40	125	°C
	贮存温度, T_{stg}	-65	150	°C

(1) 应力超出“绝对最大额定值”下列出的值可能会对器件造成永久损坏。这些只是应力额定值，并不意味着器件能够在该等条件下以及在除建议工作条件以外的任何其他条件下正常运行。长时间处于绝对最大额定条件下可能会影响器件的可靠性。

(2) 由于该器件的耗散功率较低，因此假设 $T_J = T_A$ 。

6.2 ESD 等级

			值	单位
$V_{(ESD)}$	静电放电	人体放电模型 (HBM), 符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 标准 ⁽¹⁾	±2000	V
		充电器件模型 (CDM), 符合 AEC Q100-011	±500	
		转角引脚	±750	

(1) AEC Q100-002 指示应当按照 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 规范执行 HBM 应力测试

6.3 建议运行条件

		最小值	标称值	最大值	单位
VDD	电源引脚电压	2.6		5.5	V
NIRQ、NRST、WDI、WDO、WDE	引脚电压	0		5.5	V
I_{NIRQ} 、 I_{NRST} 、 I_{WDO}	引脚电流	0		±5	mA
ADDR	地址引脚电压	0		1.8	V
MONx	监测引脚	0		5.5	V
SCL、SDA	引脚电压	0		5.5	V
RS_x	遥感引脚	-0.1		0.1	V
R_{UP} ⁽¹⁾	上拉电阻（开漏配置）	1		100	k Ω
T_J	结温（自然通风温度）	-40		125	°C

6.4 热性能信息

热指标 ⁽¹⁾		TPS388C0-Q1	单位
		RTE (WQFN)	
		引脚	
R _{θJA}	结至环境热阻	53.4	°C/W
R _{θJC(top)}	结至外壳 (顶部) 热阻	51.4	°C/W
R _{θJB}	结至电路板热阻	17.2	°C/W
Ψ _{JT}	结至顶部特征参数	0.3	°C/W
Ψ _{JB}	结至电路板特征参数	20.7	°C/W
R _{θJC(bot)}	结至外壳 (底部) 热阻	3.9	°C/W

(1) 有关新旧热指标的更多信息, 请参阅[半导体和 IC 封装热指标](#)应用报告。

6.5 电气特性

2.6V ≤ VDD ≤ 5.5V, 0.2V ≤ V_{MONX} ≤ 5.5V, NIRQ、NRST、WDO 上拉电阻 = 10kΩ 至 VDD, NIRQ、NRST、WDO 负载 = 10pF, 并且在自然通风条件下的工作温度范围 (- 40°C 至 125°C) 内 (除非另有说明)。典型值为 T_J = 25°C 下的值, 在典型条件 VDD = 3.3V 下。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
常用参数						
VDD	输入电源电压		2.6		5.5	V
VDD _{UVLO}	上升阈值		2.67		2.81	V
	下降阈值		2.48		2.6	V
V _{POR}	上电复位电压 ⁽²⁾				1.65	V
I _{DD_Active}	进入 VDD 引脚的电源电流 (MON = HF 有效)	VDD ≤ 5.5V		1.55	2	mA
V _{MONX}	MON 电压范围		0.2		5.5	V
I _{MONX}	输入电流 MONx 引脚	V _{MON} = 5V			20	μA
VMON_HF	无调节		0.2		1.475	V
	4X 调节		0.8		5.5	V
阈值粒度	无调节			5		mV
	4X 调节			20		mV
精度	VMON	0.2V ≤ V _{MONX} ≤ 1.0V	-6		6	mV
		1.0V ≤ V _{MONX} ≤ 1.475V	-7.5		7.5	mV
		1.475V ≤ V _{MONX} ≤ 2.95V	-0.6		0.6	%
		V _{MONX} > 2.95V	-0.5		0.5	%
V _{HYS}	UV、OV 引脚上的迟滞 (迟滞与跳闸点 ((UV),(OV)) 相关) ⁽¹⁾	0.2V < V _{MONX} ≤ 1.475V		5	11	mV
		1.475V ≤ V _{MONX} ≤ 2.95V		9	16	mV
		V _{MONX} > 2.95V		17	28	mV
MON_OFF	关闭电压阈值	受监控的 V _{MON} 下降沿	140		215	mV
I _{LKG}	输出漏电流 — NIRQ、NRST	VDD = V _{NIRQ} = V _{NRST} = 5.5V			300	nA
V _{OL}	低电平输出电压-NIRQ	NIRQ 外部 10K 上拉至 3.3V			100	mV
I _{lkg(OD)}	开漏输出漏电流-NIRQ	NIRQ 引脚处于高阻抗状态, V _{NIRQ} = 5.5V, V _{IT+} < VDD			90	nA
NIRQ	内部下拉电阻	漏极开路		100		Ω
V _{OL}	低电平输出电压-NRST	NRST 外部 10K 上拉至 3.3V			100	mV

6.5 电气特性 (续)

$2.6V \leq V_{DD} \leq 5.5V$, $0.2V \leq V_{MONX} \leq 5.5V$, NIRQ、NRST、WDO 上拉电阻 = $10k\Omega$ 至 V_{DD} , NIRQ、NRST、WDO 负载 = $10pF$, 并且在自然通风条件下的工作温度范围 ($-40^{\circ}C$ 至 $125^{\circ}C$) 内 (除非另有说明)。典型值为 $T_J = 25^{\circ}C$ 下的值, 在典型条件 $V_{DD} = 3.3V$ 下。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$I_{kg(OD)}$	开漏输出漏电流-NRST	NRST 引脚处于高阻抗状态, $V_{NRST} = 5.5$, $V_{IT+} < V_{DD}$			90	nA
V_{OL}	低电平输出电压-WDO	WDO 外部 $10K$ 上拉至 $3.3V$			100	mV
$I_{kg(OD)}$	开漏输出漏电流-WDO	WDO 引脚处于高阻抗状态, $V_{WDO} = 5.5$, $V_{IT+} < V_{DD}$			500	nA
WDO	置于低电平时的导通电阻	开漏		12	17	Ω
NRST	内部下拉电阻	漏极开路		100		Ω
WDI_L	逻辑低电平输入				$0.24 \times V_{DD}$	V
WDI_H	逻辑高电平输入	$V_{DD} > 4.5V$	$0.55 \times V_{DD}$			V
WDI_H	逻辑高电平输入	$V_{DD} < 4.5V$	$0.60 \times V_{DD}$			V
WDE_L	逻辑低电平输入				0.36	V
WDE_H	逻辑高电平输入		1.26			V
I_{ADDR}	ADDR 引脚电流			20		μA
I ² C ADDR	(十六进制格式)	R=5.36k		0x30		
		R=16.2k		0x31		
		R=26.7k		0x32		
		R=37.4k		0x33		
		R=47.5k		0x34		
		R=59.0k		0x35		
		R=69.8k		0x36		
		R=80.6k		0x37		
TSD	热关断			155		$^{\circ}C$
TSD Hys	热关断迟滞			25		$^{\circ}C$
I²C 电气规范						
C_B	SDA 和 SCL 的容性负载				400	pF
SDA、SCL	低电平阈值	1.2V I ² C 逻辑电平			0.36	V
SDA、SCL	高电平阈值	1.2V I ² C 逻辑电平	0.84			V
SDA、SCL	低电平阈值	1.8V I ² C 逻辑电平			0.54	V
SDA、SCL	高电平阈值	1.8V I ² C 逻辑电平	1.26			V
SDA、SCL	低电平阈值	3.3V I ² C 逻辑电平			0.99	V
SDA、SCL	高电平阈值	3.3V I ² C 逻辑电平	2.31			V
SDA	V_{OL}	$I_{OL} = 5mA$			0.4	V

(1) 迟滞与跳闸点 ($V_{IT-(UV)}$ 、 $V_{IT+(OV)}$) 相关。

(2) V_{POR} 是受控输出状态下的最小 V_{DDX} 电压电平。

6.6 时序要求

$2.6V \leq VDD \leq 5.5V$, $0.2V \leq V_{MON} \leq 5.5V$, NIRQ、NRST、WDO 电压 = $10k\Omega$ 至 VDD, NIRQ、NRST、WDO 负载 = $10pF$, 并且在自然通风条件下的工作温度范围 ($-40^{\circ}C$ 至 $125^{\circ}C$) 内 (除非另有说明)。典型值为 $T_J = 25^{\circ}C$ 下的值, 在典型条件 $VDD = 3.3V$ 下。

			最小值	标称值	最大值	单位
常用参数						
t_{BIST}	具有 BIST 时的 POR 就绪时间, TEST_CFG.AT_POR=1	包括 OTP 负载			12	ms
t_{NBIST}	不具有 BIST 时的 POR 就绪时间, TEST_CFG.AT_POR=0	包括 OTP 负载			2	ms
BIST	BIST 时间, TEST_CFG.AT_POR=1 或 TEST_CFG.AT_SHDN=1				10	ms
t_{I2C_ACT}	从 BIST 完成开始激活 I ² C				0	μs
$t_{d(NRST)}$	故障检测到 NRST 置为有效的延迟				25	μs
t_{WDO}	故障检测到 WDO 置为有效的延迟				25	μs
t_{NIRQ}	故障检测到 NIRQ 置为有效的延迟 (OV/UV 故障除外)				25	μs
$t_{PD_NIRQ_1X}$	HF 故障传播检测延迟 (默认抗尖峰脉冲滤波器) 包括数字延迟	VIT_OV/UV +/- 100mV			650	ns
$t_{PD_NIRQ_4X}$	HF 故障传播检测延迟 (默认抗尖峰脉冲滤波器) 包括数字延迟	VIT_OV/UV +/- 400mV			750	ns
t_D	RESET 延时时间	I ² C 寄存器延时时间 = 000		200		μs
		I ² C 寄存器延时时间 = 001		1		ms
		I ² C 寄存器延时时间 = 010		10		ms
		I ² C 寄存器延时时间 = 011		16		ms
		I ² C 寄存器延时时间 = 100		20		ms
		I ² C 寄存器延时时间 = 101		70		ms
		I ² C 寄存器延时时间 = 110		100		ms
		I ² C 寄存器延时时间 = 111		200		ms
t_{D_WD}	WDT 延迟	I ² C 寄存器延时时间 = 000		1		ms
		I ² C 寄存器延时时间 = 001		2		
		I ² C 寄存器延时时间 = 010		5		
		I ² C 寄存器延时时间 = 011		10		
		I ² C 寄存器延时时间 = 100		20		
		I ² C 寄存器延时时间 = 101		50		
		I ² C 寄存器延时时间 = 110		100		
		I ² C 寄存器延时时间 = 111		200		
t_{GL_R}	通过 I ² C 实现 UV 和 OV 去抖范围	FLT_HF(N)	0.1		102.4	μs

6.6 时序要求 (续)

$2.6V \leq VDD \leq 5.5V$, $0.2V \leq V_{MON} \leq 5.5V$, NIRQ、NRST、WDO 电压 = $10k\Omega$ 至 VDD, NIRQ、NRST、WDO 负载 = $10pF$, 并且在自然通风条件下的工作温度范围 ($-40^{\circ}C$ 至 $125^{\circ}C$) 内 (除非另有说明)。典型值为 $T_J = 25^{\circ}C$ 下的值, 在典型条件 $VDD = 3.3V$ 下。

			最小值	标称值	最大值	单位
I²C 时序特性						
f _{SCL}	串行时钟频率	标准模式			100	kHz
f _{SCL}	串行时钟频率	快速模式			400	kHz
f _{SCL}	串行时钟频率	超快速模式			1	MHz
t _{LOW}	SCL 低电平时间	标准模式	4.7			μs
t _{LOW}	SCL 低电平时间	快速模式	1.3			μs
t _{LOW}	SCL 低电平时间	超快速模式	0.5			μs
t _{HIGH}	SCL 高电平时间	标准模式	4			μs
t _{HIGH}	SCL 高电平时间	超快速模式	0.26			μs
t _{SU,DAT}	数据建立时间	标准模式	250			ns
t _{SU,DAT}	数据建立时间	快速模式	100			ns
t _{SU,DAT}	数据建立时间	超快速模式	50			ns
t _{HD,DAT}	数据保持时间	标准模式	10		3450	ns
t _{HD,DAT}	数据保持时间	快速模式	10		900	ns
t _{HD,DAT}	数据保持时间	超快速模式	10			ns
t _{SU,STA}	启动或重复启动条件的建立时间	标准模式	4.7			μs
t _{SU,STA}	启动或重复启动条件的建立时间	快速模式	0.6			μs
t _{SU,STA}	启动或重复启动条件的建立时间	超快速模式	0.26			μs
t _{HD,STA}	启动或重复启动条件的保持时间	标准模式	4			μs
t _{HD,STA}	启动或重复启动条件的保持时间	快速模式	0.6			μs
t _{HD,STA}	启动或重复启动条件的保持时间	超快速模式	0.26			μs
t _{BUF}	STOP 与 START 条件之间的总线空闲时间	标准模式	4.7			μs
t _{BUF}	STOP 与 START 条件之间的总线空闲时间	快速模式	1.3			μs
t _{BUF}	STOP 与 START 条件之间的总线空闲时间	超快速模式	0.5			μs
t _{SU,STO}	停止条件的建立时间	标准模式	4			μs
t _{SU,STO}	停止条件的建立时间	快速模式	0.6			μs
t _{SU,STO}	停止条件的建立时间	超快速模式	0.26			μs
t _{rDA}	SDA 信号的上升时间	标准模式			1000	
t _{rDA}	SDA 信号的上升时间	快速模式	20		300	ns
t _{rDA}	SDA 信号的上升时间	超快速模式			120	ns
t _{fDA}	SDA 信号的下降时间	标准模式			300	ns
t _{fDA}	SDA 信号的下降时间	快速模式	1.4		300	ns
t _{fDA}	SDA 信号的下降时间	超快速模式	6.5		120	ns
t _{rCL}	SCL 信号的上升时间	标准模式			1000	ns
t _{rCL}	SCL 信号的上升时间	快速模式	20		300	ns
t _{rCL}	SCL 信号的上升时间	超快速模式			120	ns
t _{fCL}	SCL 信号的下降时间	标准模式			300	ns
t _{fCL}	SCL 信号的下降时间	快速模式	6.5		300	ns
t _{fCL}	SCL 信号的下降时间	超快速模式	6.5		120	ns

6.6 时序要求 (续)

$2.6V \leq VDD \leq 5.5V$, $0.2V \leq V_{MON} \leq 5.5V$, NIRQ、NRST、WDO 电压 = $10k\Omega$ 至 VDD, NIRQ、NRST、WDO 负载 = 10pF, 并且在自然通风条件下的工作温度范围 (- 40°C 至 125°C) 内 (除非另有说明)。典型值为 $T_J = 25^\circ C$ 下的值, 在典型条件 $VDD = 3.3V$ 下。

			最小值	标称值	最大值	单位
t_{SP}	被抑制的 SCL 和 SDA 尖峰的脉冲宽度	标准模式、快速模式和超快速模式			50	ns

6.7 典型特性

$T_J = 25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 3.3\text{V}$ 且 $R_{PU} = 10\text{k}\Omega$ (除非另有说明) 。

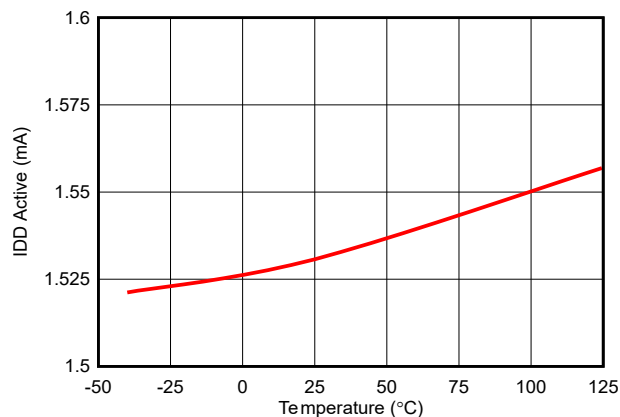


图 6-1. 有效输入电流与温度间的关系

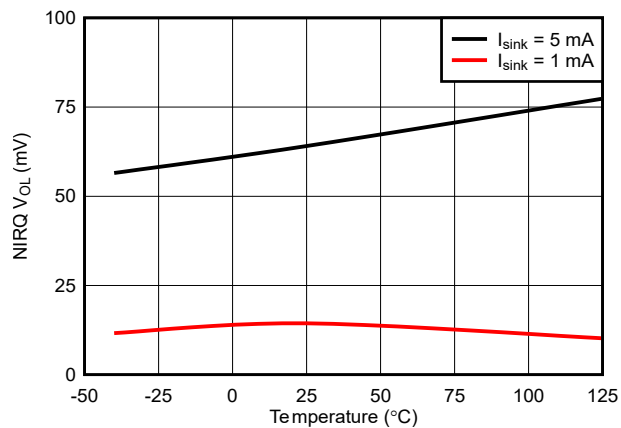


图 6-2. NIRQ 低电平输出电压与温度间的关系

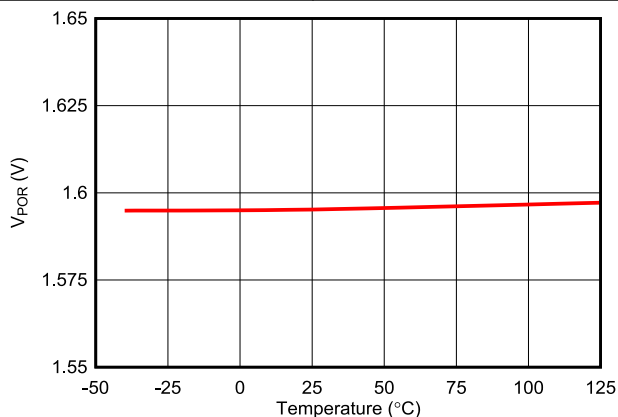


图 6-3. 上电复位电压与温度间的关系

7 详细说明

7.1 概述

TPS388C0x-Q1 系列器件具有二至六个通道，可在窗口配置中针对过压、欠压或二者进行配置。TPS388C0x-Q1 具有非常准确的窗口阈值电压（高达 $\pm 6\text{mV}$ ）和多种电压阈值，这些阈值可在出厂时配置或在启动时由 I²C 命令设置。

TPS388C0x-Q1 包括用于设置器件内部过压和欠压阈值的电阻器。要确保外部电阻器精度无需额外的裕度，因此这些内部电阻器可减少元件数量并极大地简化设计。

当受监控的电压超出安全窗口时，TPS388C0x-Q1 可将低电平有效输出信号（NIRQ 和/或 NRST）置为有效。TPS388C0x-Q1 可通过 I²C 和出厂编程选项进行高度配置，支持中断使能、序列超时、BIST、电压监控窗口、看门狗窗口时序和干扰去抖时序。

7.2 功能方框图

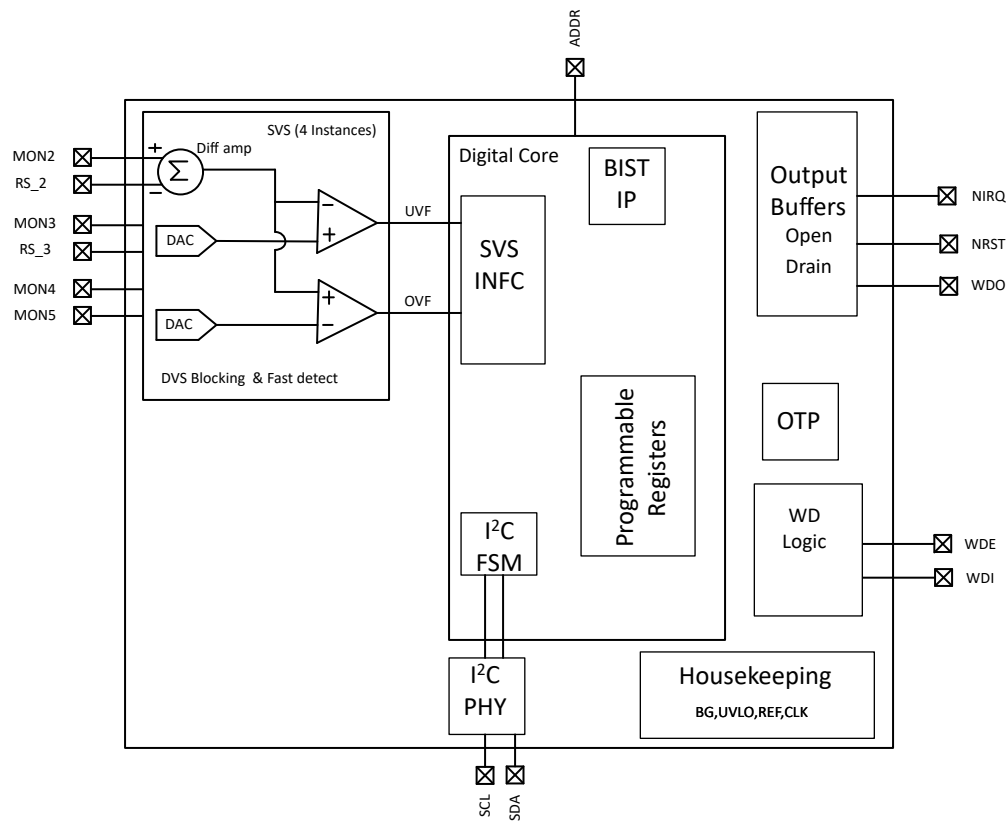


图 7-1. TPS388C04-Q1 方框图

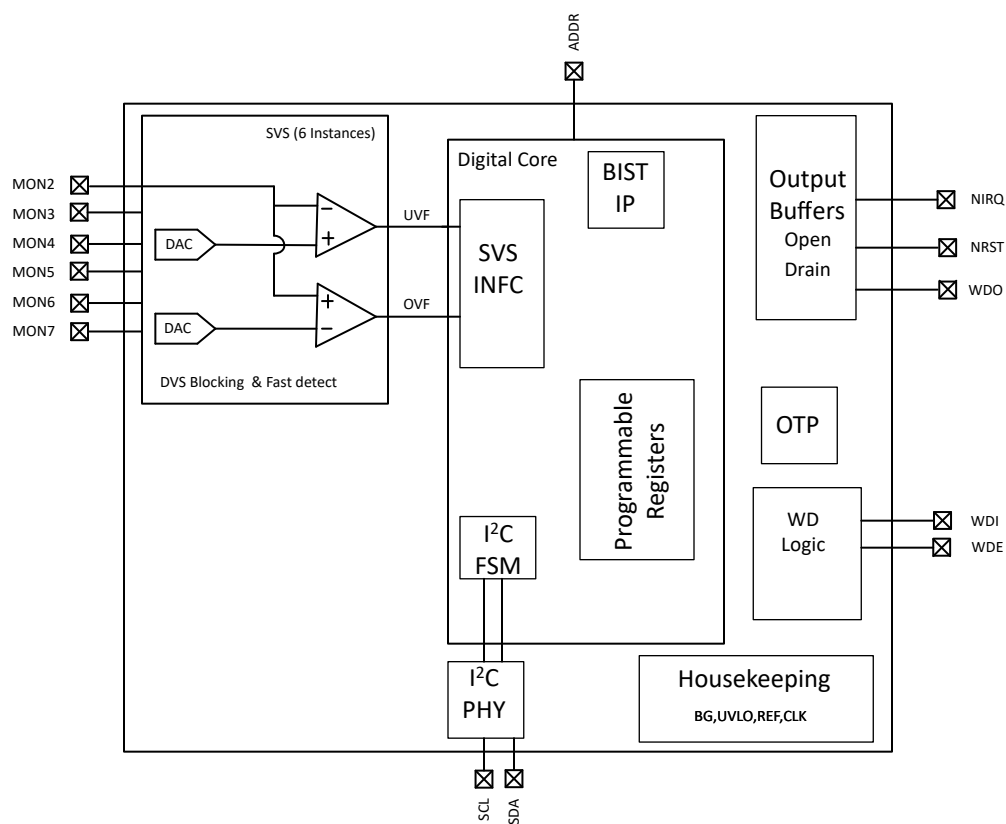


图 7-2. TPS388C06-Q1 方框图

7.3 器件功能模式

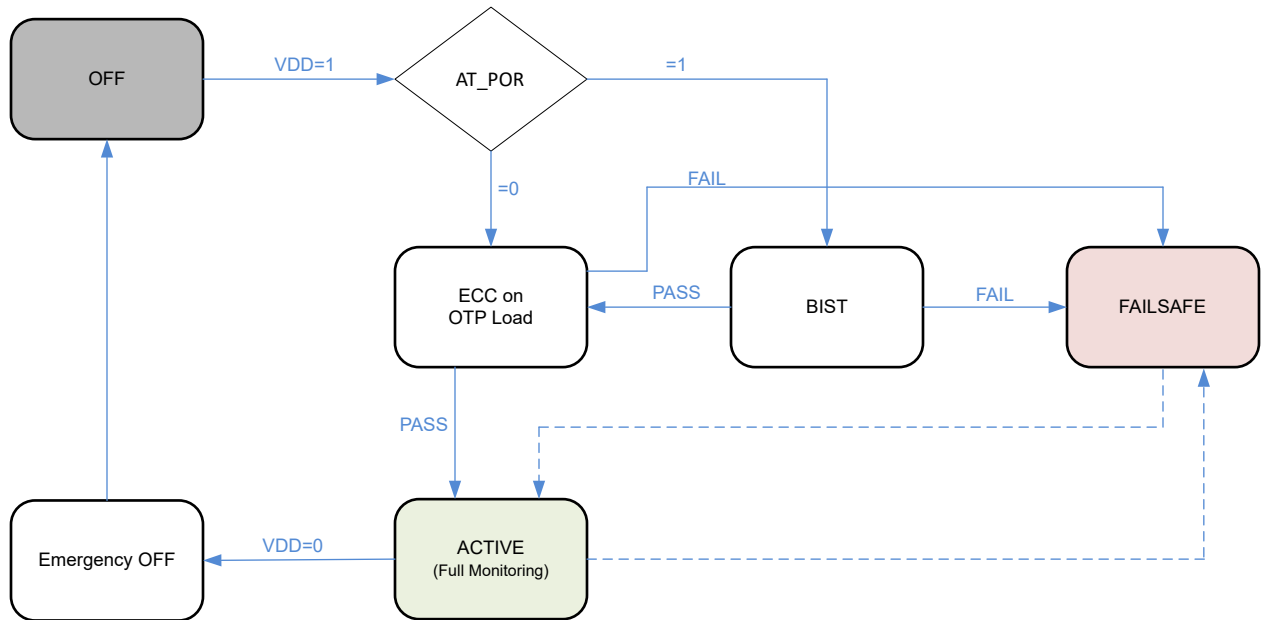


图 7-3. TPS388C0x-Q1 状态图

7.3.1 TPS388C0x-Q1 上电

TPS388C0x-Q1 上电时，可选择执行 BIST（取决于 TEST_CFG.AT_POR 寄存器位）；完成 BIST 并从 OTP 加载配置（由 ECC 提供辅助，支持 SEC-DED）后，I²C 和故障报告（通过 NIRQ）会立即变为激活状态。

配置加载 ECC 和 BIST 结果的详细信息在 TEST_INFO 寄存器中报告。

检测到 Vin 上升沿超过 UVLO 时，TPS388C0x-Q1 将启动序列超时计时器并监测上电序列。

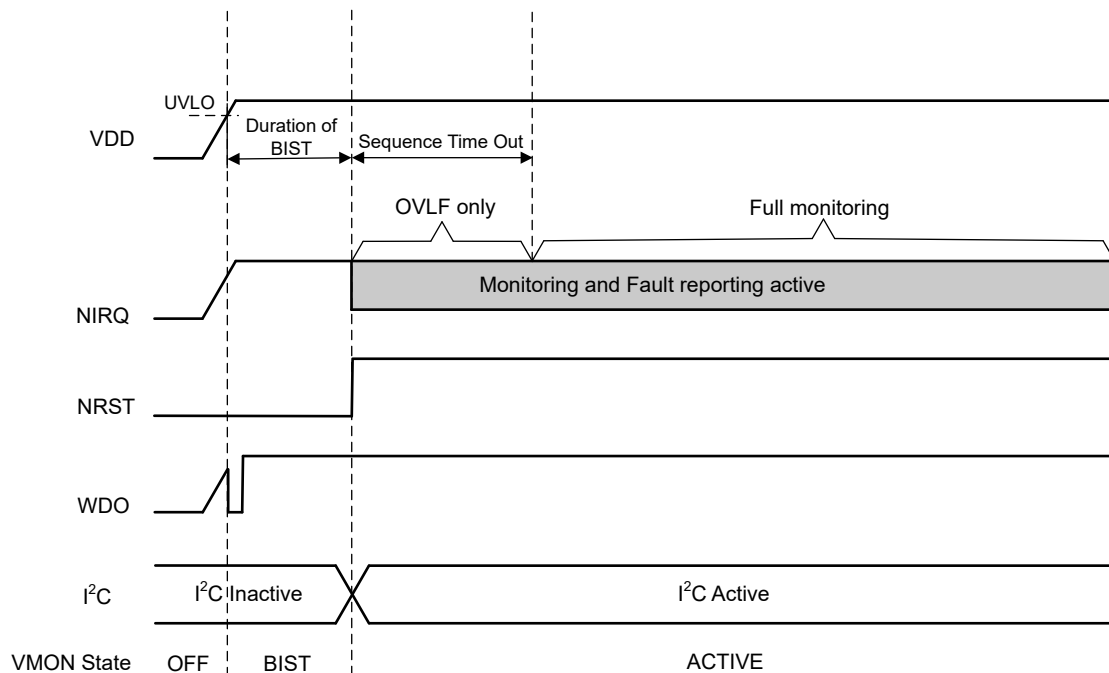


图 7-4. TPS388C0x-Q1 上电信令和内部状态

BIST 完成可通过中断或寄存器轮询来检测：

- 中断：如果 IEN_TEST.BIST_C=1，会设置 INT_TEST.I_BIST_C 标志并且 NIRQ 置为有效
- 轮询：可以轮询 VMON_STAT 寄存器来读取 ST_BIST_C 位

7.3.2 内置自检和配置负载

执行内置自检 (BIST)：

1. 上电复位 (POR) 时，如果 TEST_CFG.AT_POR=1

从 OTP 加载配置由 ECC (支持 SEC-DED) 提供辅助。这是为了防止数据完整性问题并更大程度地提高系统可用性。

在 BIST 期间，NIRQ 置为无效 (在故障情况下置为有效)，输入引脚被忽略，并且 I²C 块在 SDA 和 SCL 置为无效时处于不活动状态。BIST 包括满足技术安全要求的器件测试。一旦 BIST 完成，并且没有故障，I²C 将立即激活，并且器件在从 OTP 加载配置数据后进入空闲状态。如果 BIST 失败且/或 ECC 报告双比特错误检测 (DED)，则 NIRQ 被置为有效，器件进入失效防护状态，并尽可能使 I²C 功能保持活动状态。TEST_INFO 寄存器可能会提供有关测试结果的附加信息。

BIST 成功/失败时的详细行为由 INT_TEST 和 IEN_TEST 寄存器控制。通过以下方式报告 BIST 结果：

- NIRQ 引脚：被拉低，具体取决于测试结果以及 IEN_TEST 中的 BIST_C 和 BIST 位
- INT_TEST 寄存器中的 I_BIST_C 和 BIST 位，具体取决于 IEN_TEST 设置
- VMON_STAT.ST_BIST_C 寄存器位
- TEST_INFO[3:0] 寄存器位

7.3.2.1 BIST 执行注意事项

POR 时，TPS388C0x-Q1 需要根据 TEST_CFG.AT_POR 寄存器位的值来决定是否运行 BIST。假设在 BIST 检查 ECC 逻辑之后对该寄存器进行了 ECC，则在运行 BIST 之前无法证明数据的完整性。

7.3.3 常规监控

7.3.3.1 ACTIVE 监测

当 BIST 和 SEQ_TOUT (自动屏蔽) 超时完成时、TPS388C0x-Q1 处于活动状态、如 图 7-5 所示。

在 SEQ_TOUT 期间，通过自动屏蔽寄存器 AMSK_ON 选择的所有 TPS388C0x-Q1 输入，在欠压低频 (UVLF) 和过压高频 (OVHF) 条件下开始屏蔽 (禁用) 中断。当每个电源轨突破 MON OFF 阈值时，相关的 UV 和 OV 中断将自动 (预计会在大约 $5\mu\text{s}$ - $10\mu\text{s}$ 内发生) 根据 IEN_UVHF 和 IEN_OVHF 寄存器解除屏蔽和启用/禁用。

一旦 SEQ_TOUT 到期，并进入活动状态，VMON 就会根据欠压高频 (UVHF) 和过压高频 (OVHF) 阈值监控高频通道电平。表 7-1 总结了活动状态的细节。

表 7-1. 运行的活动模式摘要

模式	条件	Iq	被监控 - 如果 CHx 被启用，则触发 NIRQ
运行	自动屏蔽超时	1.5mA	OVHF、UVHF

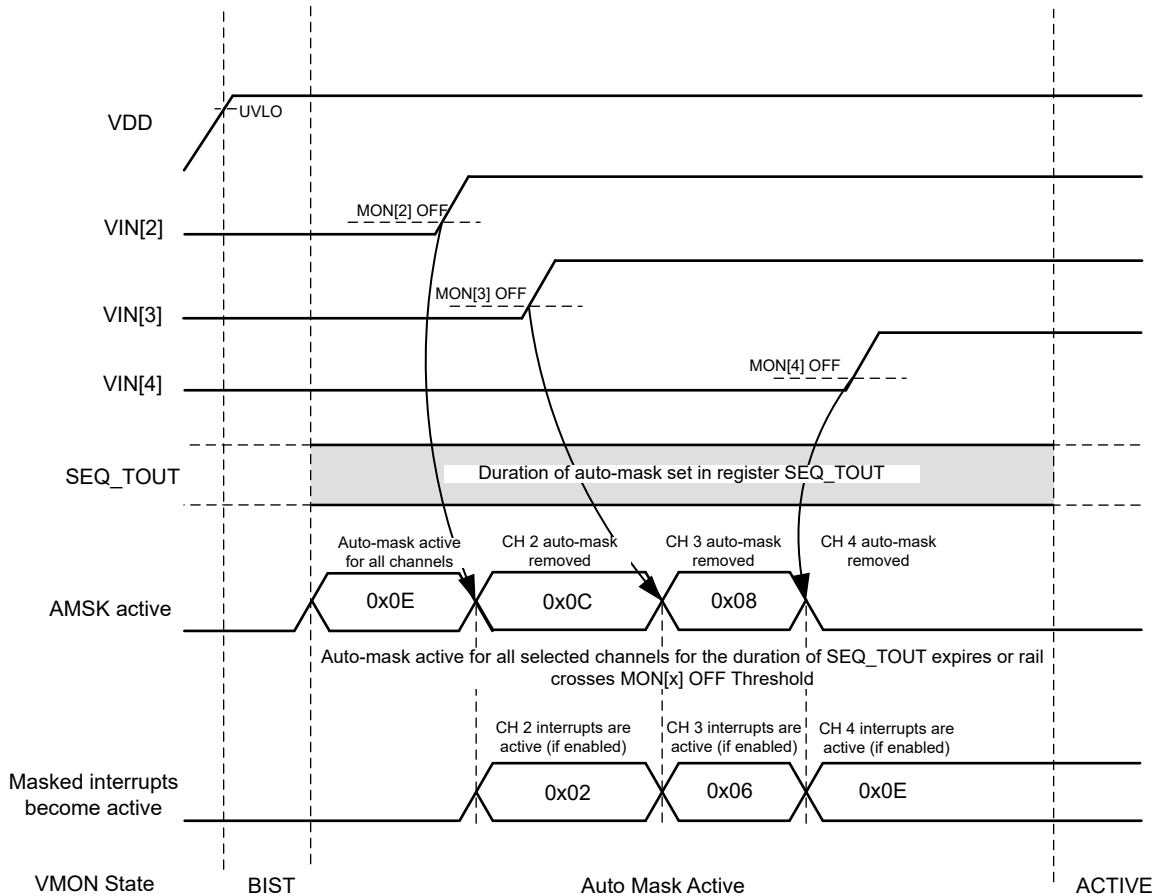


图 7-5. 活动状态时序图

TPS388C0x-Q1 针对上电转换采取了若干操作：

1. VDD 达到 UVLO 且 BIST 完成后，TPS388C0x-Q1 进入序列监控 1 状态，此时自动屏蔽将在以下条件下启用：
 - a. 通过自动屏蔽寄存器 AMSK_ON 选择的所有 TPS388C0x-Q1 输入，在欠压低频 (UVLF) 和过压高频 (OVHF) 条件下开始屏蔽 (禁用) 中断。

- b. 当每个电源轨突破 MON OFF 阈值时，相关的 UV 和 OV 中断将自动（预计会在大约 $5\mu\text{s}$ - $10\mu\text{s}$ 内发生）根据 IEN_UVHF 和 IEN_OVHF 寄存器解除屏蔽和启用/禁用。
2. 在 SEQ_TOUT 超时后：
 - a. TPS388C0x-Q1 处于运行状态并开始正常监控。

7.4 特性说明

7.4.1 VDD

TPS388C0x-Q1 设计为可在 2.6V 至 5.5V 的输入电源电压范围内运行。此器件不需要输入电源电容器；但是，如果输入电源存在噪声，良好的模拟做法是在 VDD 引脚和 GND 引脚之间放置一个 1 μ F 电容器。

为了使器件能够正常工作，V_{DD} 需要至少在启动延迟 (t_{BIST}) 时间内恰好为或高于 VDD_{UVLO}。

7.4.2 可屏蔽中断 (AMSK)

在上电的情况下，应用 AMSK_ON 寄存器。AMSK_ON 会屏蔽中断，直到 MON 电压超过 MON OFF 阈值或序列超时到期，以更早的时间为准。在断电的情况下，应用 AMSK_OFF 寄存器。AMSK_OFF 屏蔽中断，直到 MON 电压低于 OFF 阈值。

表 7-2 总结了上电和断电的自动屏蔽操作。

表 7-2. 上电和断电的自动屏蔽操作

转换	已应用自动屏蔽	自动屏蔽应用于	自动屏蔽未激活	对于不在自动屏蔽中的 MON 通道，中断被激活
上电	AMSK_ON	IEN_UVHF、IEN_OVHF	SEQ_TOUT 到期或电源轨超过 MON OFF 阈值	上电时
断电	AMSK_OFF		在 SEQ_TOUT 到期前，自动屏蔽在切换中处于活跃状态	直到 SEQ_TOUT 到期

7.4.3 MON

TPS388C0x-Q1 将两个具有精密基准电压的比较器和每个监控器 (MON) 通道的修整电阻分压器组合在一起。该配置可优化器件精度，因为精度和性能规格中考虑了所有电阻器容差。这两个比较器还包含内置迟滞，可提供抗噪声和稳定运行。

每个 MON 通道均可配置为高频 (HF) 故障检测。HF 故障检测使用比较器，以阈值电压为基准测量 UV 和 OV。可以使用组 1 中与每个 MON 通道关联的 FLT_HF 寄存器为 HF 故障配置去抖滤波器，以实现抗干扰。使用组 1 中的 UV_HF 和 OV_HF 寄存器配置 HF 故障。每个 MON 通道都有唯一的 UV_HF 和 OV_HF 寄存器。

尽管在大多数情况下不是必需的，但对于噪声应用，良好的模拟设计实践是在 MON 输入端放置一个 1nF 至 10nF 的旁路电容器，以便降低对受监控信号上瞬态电压的敏感度。也可以通过 I²C 寄存器分别为每个 MON 设置特定的去抖时间和抗尖峰脉冲时间。

监测 VDD 电源电压时，MON 引脚可直接连接至 VDD。当 MON 引脚上的电压介于阈值的上限和下限之间时，输出 NIRQ 和 NRST 为高阻抗。

7.4.4 NRST

当使用 TI_CONTROL 寄存器时，NRST 引脚具有可编程复位延迟时间，该时间可以在 0.2ms 至 200ms 范围内调节。NRST 是开漏输出，必须通过 1k Ω 至 100k Ω 上拉电阻器上拉。当器件上电且 POR 完成时，NRST 将置为低电平有效，直到 BIST 完成。在 BIST 之后，NRST 保持高电平（未置为有效），直到其由可映射的故障条件触发。如果 NRST 引脚拉至意外状态，则 NRST_MISMATCH 故障将置为有效。例如，如果 NRST 引脚处于高阻抗状态（逻辑高电平）并从外部拉至低电平，则 NRST_MISMATCH 故障将置为有效。在 NRST 切换期间，NRST 不匹配在 2 μ s 后激活，NRST 必须高于 0.6*VDD 才能被视为逻辑高电平状态。

可以使用 IEN_VENDOR 寄存器将 NRST 映射到看门狗故障。如果 NRST 映射到看门狗故障、则 NRST 引脚在看门狗故障期间置为有效、并在复位延迟 (t_D) 后无效。

NRST 还可以使用 FC_LF[n] 寄存器映射到 OVHF 和 UVHF 故障。如果受监控电压降至或升至超出编程的 OVHF 和 UVHF 阈值，则 NRST 将置为有效，将 NRST 引脚驱动为低电平。当受监控电压返回到有效窗口时，将启用一个复位延迟电路，使 NRST 在指定的复位延迟时间 (t_D) 内保持低电平。请注意，如果在 NRST 被置为有效时

NRST 未从 OVHF 和 UVHF 故障映射，则 NRST 置为无效；在重新映射时 NRST 被重新置为有效（假设电压仍处于有效窗口之外）。

t_D 周期由 TI_CONTROL 寄存器中的 RST_DLY[2:0] 值决定。当复位延迟过后，NRST 引脚进入高阻抗状态，并使用上拉电阻器将 NRST 保持在高电平。上拉电阻器必须连接到适当的电压轨，以便在正确的接口电压下连接其他器件。为了设计适当的电压电平，在选择上拉电阻器阻值时要考虑一些因素。上拉电阻值由输出逻辑低电压 (VOL)、容性负载和漏电流决定。

7.4.5 NIRQ

NIRQ 是一个具有锁存行为的中断错误输出，如果监测的电压降至或升至超出编程的 OVHF 和 UVHF 阈值，则 NIRQ 被置为有效。NIRQ 保持在其低电平状态，直到引起故障的操作不再存在，并且会向位写入 1 以清除，从而发出故障信号。来自故障报告寄存器的未映射 NIRQ 不会将 NIRQ 信号置为无效。在典型的 TPS389C03-Q1 应用中，NIRQ 输出连接到处理器（例如数字信号处理器 (DSP)、应用特定集成电路 (ASIC) 或其他处理器类型）的复位或使能输入。

TPS388C0x-Q1 具有一个开漏低电平有效输出，此输出需要一个上拉电阻器来将这些线路保持在高电平，从而达到所需的电压逻辑。将上拉电阻器连接到适当的电压轨，使输出端能够以正确的接口电压电平连接到其他器件。为了设计适当的电压电平，在选择上拉电阻值时要考虑一些因素。上拉电阻值由 V_{OL} 、输出容性负载和输出漏电流决定。这些值在 节 6 中指定。开漏输出可以有线或逻辑形式与其他开漏信号（例如另一个 TPS388C0x-Q1 NIRQ 引脚）连接。

7.4.6 I²C

TPS388C0x/Q1 器件遵循 I²C 协议（高达 1MHz）来管理与 MCU 或片上系统 (SoC) 等主器件的通信。I²C 是使用时钟 (SCL) 和数据 (SDA) 两个信号实现的两线通信协议。主器件是通信的主控制器。TPS388C0x-Q1 器件在 I²C 协议定义的读取或写入操作期间通过数据线做出响应。SCL 和 SDA 信号均为开漏拓扑，可与其他器件一起用在有线或配置中，以共享通信总线。SCL 和 SDA 引脚都需要使用外部上拉电阻上拉到电源电压（建议使用 10kΩ 电阻）。

图 7-6 显示了用以传输 1 字节数据的 SCL 和 SDA 线之间的时序关系。SCL 线路始终由主机控制。要传输 1 字节的数据，主机需要在 SCL 上发送 9 个时钟。8 个时钟用于数据，1 个时钟用于 ACK 或 NACK。SDA 线由主机或 TPS388C0x-Q1 器件根据读取或写入操作进行控制。图 7-7 和图 7-8 突出显示了通信协议流程以及哪个器件在实际通信期间的不同实例中控制 SDA 线。

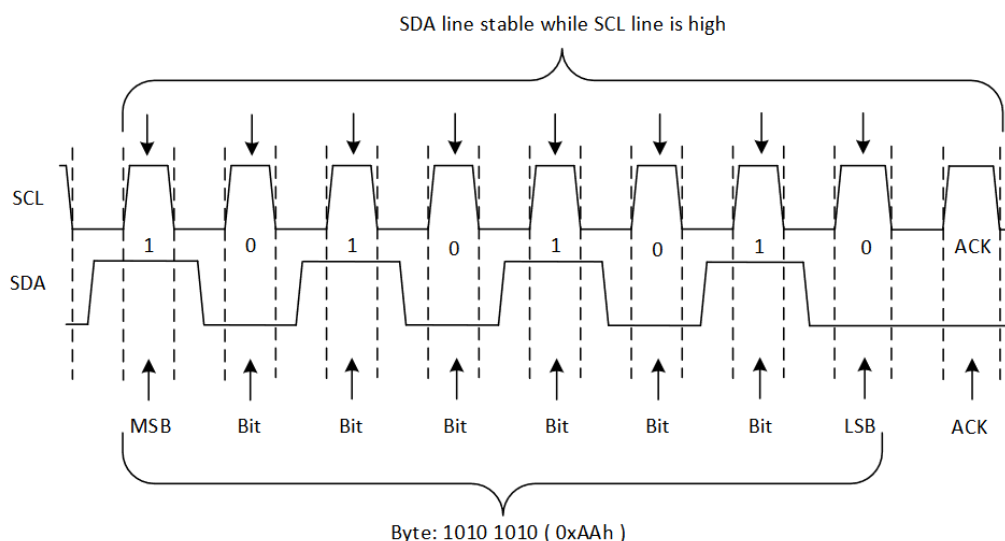


图 7-6. 1 字节数据传输的 SCL 至 SDA 时序

- Controller Controls SDA Line
- Target Controls SDA Line

Write to One Register in a Device

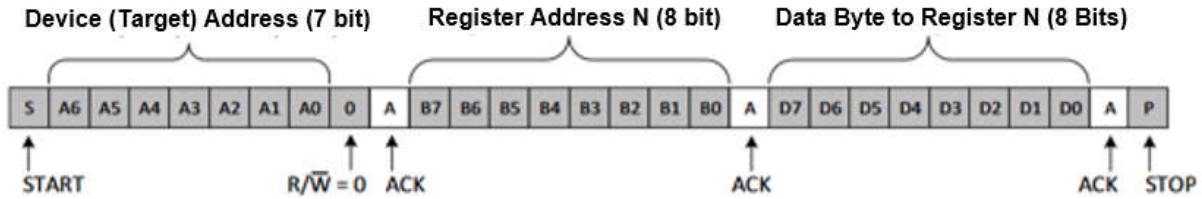


图 7-7. I²C 写入协议

- Controller Controls SDA Line
- Target Controls SDA Line

Read From One Register in a Device

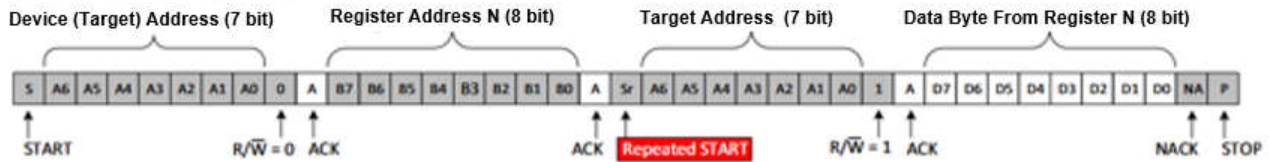


图 7-8. I²C 读取协议

在通过 I²C 协议发起通信之前，主机需要确认 I²C 总线可用于通信。监视 SCL 和 SDA 线，如果任何线路被拉至低电平，则 I²C 总线被占用。主机需要等待总线可用于通信。一旦总线可用于通信，主机即可通过发出一个 START 条件来启动读取或写入操作。I²C 通信完成后，通过发出 STOP 命令释放总线。图 7-9 显示了如何实现 START 和 STOP 条件。

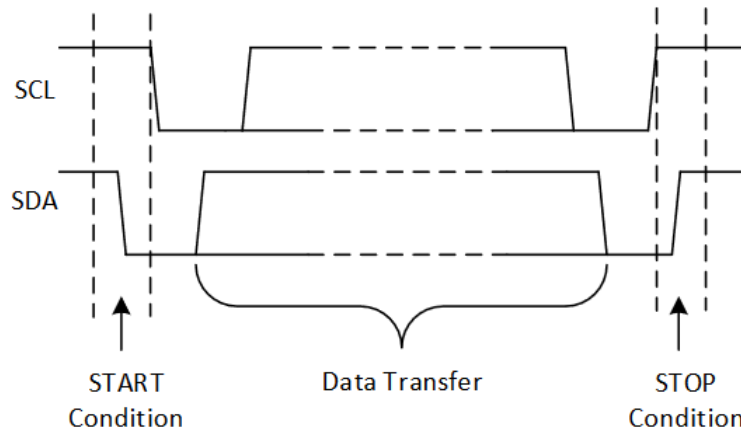


图 7-9. I²C START 和 STOP 条件

如果主机不提供所需的时钟数、SDA 线可能会卡在逻辑低电平。在这种情况下，主机可以在 SCL 线路上提供多个时钟，直到 SDA 线路变为高电平。此事件之后，主机可以发出 I²C 停止命令。此操作将释放 I²C 总线，其他器件可以使用 I²C 总线。

表 7-3 显示了使用 I²C 进行编程时可用的不同功能。

表 7-3. 用户可编程的 I²C 功能

功能	说明
OV/UV 的阈值 — HF	可在 0.2V 至 1.475V 范围内以 5mV 为步长进行调节，在 0.8V 至 5.5V 范围内以 20mV 为步长进行调节
电压监控调节	1 或 4
OV/UV 抗干扰度 — HF	0.1us 至 102.4us
启用序列超时	1ms 至 4s
I ² C 的数据包错误检查	启用与禁用
强制 NIRQ/NRST/WDO 置位	由 I ² C 寄存器控制
独立通道 MON	启用或禁用
中断禁用功能	BIST、PEC、TSD、CRC
复位延迟	200us 至 200ms
最大违例计数	0 至 7
看门狗启动延迟乘法器	0 至 7
看门狗开窗口和闭窗口时间	1ms 到 864ms
看门狗输出延迟	200us 至 200ms (仅适用于非锁存 WDO)
OV/UV/WDT	可单独映射到 NIRQ、NRST 和 WDO

7.4.7 数据包错误检查 (PEC)

TPS388C0x-Q1 支持数据包错误检查 (PEC) 作为一种实现循环冗余校验 (CRC) 的方法。PEC 是一种动态 CRC，仅在启用后才在读取或写入事务期间发生。CRC 的初始值设置为 0x00 时，PEC 使用由多项式表示的 CRC-8：

$$C(x) = x^8 + x^2 + x + 1 \quad (1)$$

多项式用于捕获 I²C 通信中任何会导致数据和 PEC 字节不匹配的位翻转或噪声。PEC 计算包括传输中的所有字节，包括地址、命令和数据。PEC 计算不包括 ACK 或 NACK 位，或者启动、停止或重复启动条件。如果启用了 PEC，并且 TPS388C0x-Q1 正在传输数据，则 TPS388C0x-Q1 负责发送 PEC 字节。如果启用了 PEC，并且 TPS388C0x-Q1 正在从 MCU 接收数据，则 MCU 负责发送 PEC 字节。如果需要更快的通信（例如对看门狗进行维护），则可以有效地使用所需的 PEC 功能来处理缺失的 PEC 信息并避免触发故障。图 7-10 和图 7-11 突出显示了需要 PEC 时的通信协议流程以及哪个器件在实际通信期间的不同实例中控制 SDA 线。

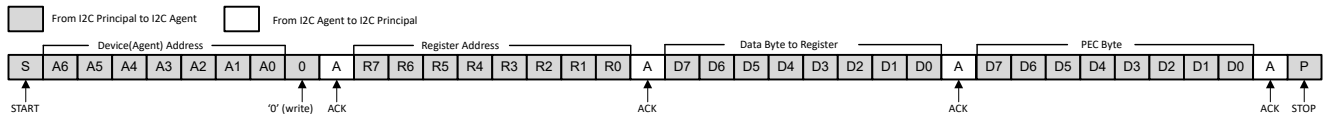


图 7-10. 采用 PEC 的单字节写入

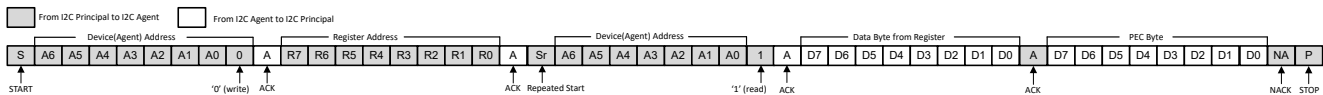


图 7-11. 采用 PEC 的单字节读取

表 7-4 总结了与 PEC 写入命令相关的寄存器以及相应的器件行为。表 7-5 总结了与 PEC 读取命令相关的寄存器以及相应的器件行为。

表 7-4. PEC 写入总结

EN_PEC	REQ_PEC	PEC_INT	中断状态
0	x	x	写入操作不需要 PEC 字节，不会将 NIRQ 置为有效。
1	0	x	缺少 PEC 字节的写入命令被视为有效，写入命令将执行并产生 I ² C ACK。具有错误 PEC 的写入命令被视为错误，写入命令不会执行并产生 I ² C NACK。不会将 NIRQ 置为有效。
1	1	0	缺少 PEC 会被视为错误，仅当提供了正确的 PEC 字节时才执行写入命令。尽管写入命令未执行，但 I ² C 通信仍然以 ACK 进行响应。具有错误 PEC 的写入命令被视为错误，写入命令不会执行并产生 I ² C NACK。不会将 NIRQ 置为有效。
1	1	1	缺少 PEC 会被视为错误，仅当提供了正确的 PEC 字节时才执行写入命令。尽管写入命令未执行，但 I ² C 通信仍然以 ACK 进行响应。具有错误 PEC 的写入命令被视为错误，写入命令不会执行并产生 I ² C NACK。当尝试使用 PEC 字节不正确或缺失的写入命令时，NIRQ 会被置为有效。

表 7-5. PEC 读取总结

EN_PEC	REQ_PEC	PEC_INT	中断状态
0	x	x	对于 I ² C 读取操作，会以寄存器中存储的数据进行响应，对于 I ² C 读取命令，不会以寄存器对应的 PEC 字节进行响应。
1	x	x	对于 I ² C 读取操作，会以寄存器中存储的数据和对应的 PEC 字节进行响应。

7.4.8 窗口看门狗

TPS388C0x-Q1 具备通过 WDE 引脚启用和禁用看门狗计时器的功能。该功能使用户能够在看门狗计时器禁用的情况下启动，然后使用 WDE 引脚启用看门狗计时器。启用和禁用看门狗的功能对于避免在初始化和关闭期间出现不必要的看门狗故障非常有用。当 WDE 引脚为低电平时，可禁用看门狗计时器，引脚上的更改将立即得到响应。当看门狗从禁用状态变为启用状态时，会出现启动延迟以及闭窗口和开窗口序列。

7.4.9 窗口看门狗计时器

本部分介绍了运行的窗口看门狗模式。窗口看门狗通常用于传统看门狗计时器无法胜任的安全关键型应用。在传统看门狗中，有一个必须发出脉冲以防止复位发生的最大时长。然而、在窗口看门狗中，脉冲必须在开窗口中发出。图 7-12 展示了要发出 WDI 脉冲以防止触发 WDO 和 WDO 被拉至低电平的有效区域。

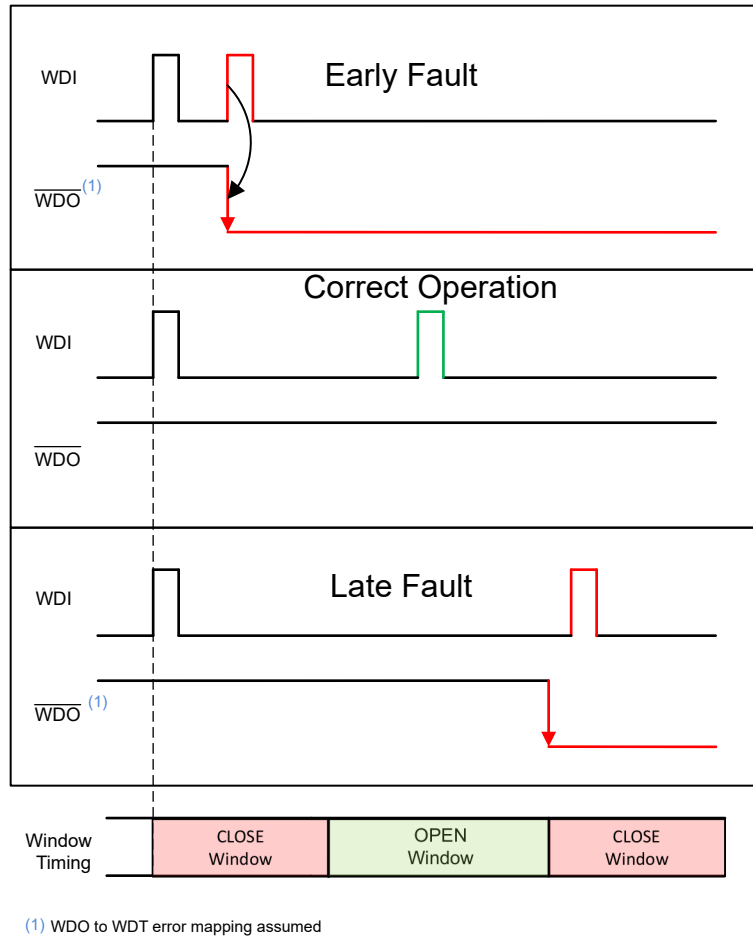


图 7-12. 窗口看门狗有效窗口

当 WDE 从低电平变为高电平时、看门狗在启动窗口中开始运行。在窗口到期之前，启动窗口中必须有一个 WDI 脉冲，否则会出现不良事件。有效的 WDI 脉冲是脉宽至少为 32us 的正向脉冲。根据 [方程式 2](#)，启动延迟由开窗口和闭窗口以及 WDT_Start_DLY_Multiplier[2:0] 寄存器值根据定义。

在 [方程式 2](#) WDT_Startup_DLY_MULTIPLIER [2:0] 中，假设 OPEN[7:0] 和 CLOSE[7:0] 采用十进制格式。

$$WD_Startup_DLY = (WDT_Startup_DLY_MULTIPLIER[2:0] + 1) * (CLOSE[7:0] + OPEN[7:0]) \quad (2)$$

一旦在启动窗口中接收到脉冲，看门狗会立即移动到闭窗口。在闭窗口的固定持续时间（在组 1 中的 I²C 寄存器 0xAB 中设置）后，看门狗将移至开窗口。在开窗口期间，必须存在有效的 WDI 脉冲以避免不良事件。如果在开窗口中记录了有效脉冲，则闭窗口会立即启动。开窗口被视为动态，当出现 WDI 脉冲时确定窗口持续时间。在正常运行期间，看门狗在开窗口和闭窗口之间循环，如 [图 7-13](#) 所示。TPS388C0x-Q1 的开窗口和闭窗口延迟精度为 ±5%。

[图 7-13](#) 演示了 WD 在正常运行期间的行为。请注意，每个开窗口中都存在有效脉冲，开窗口持续时间由 WDI 脉冲出现的时间决定。然后，WDI 脉冲的上升沿之后立即出现闭窗口，只要在开窗口中记录了有效脉冲，该周期就会持续。

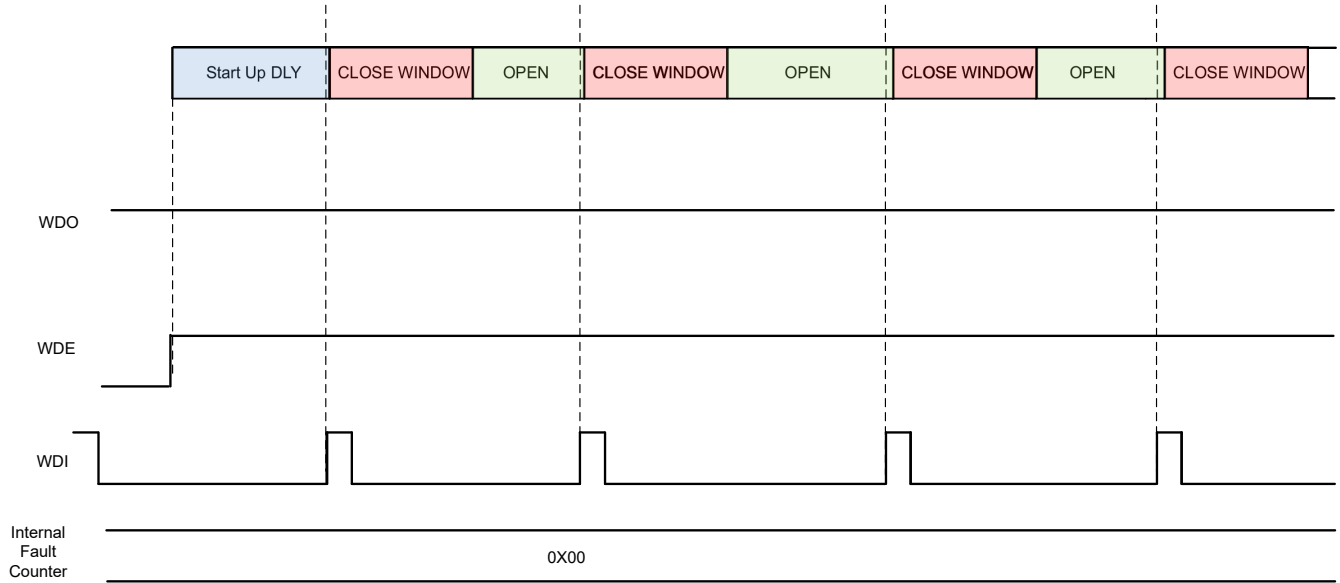


图 7-13. WD 无故障

如果在开窗口期间未记录有效脉冲，TPS388C0x-Q1 会记录不良事件（在开窗口超时后），并且重复出现闭窗口。发生不良事件后，TPS388C0x-Q1 在违规计数器中记录故障，然后将总违规计数与寄存器 MAX_Violation_COUNT[2:0] 进行比较。寄存器 MAX_Violation_COUNT[2:0] 表示在 WDO（和任何映射的错误输出）置为有效之前允许发生的最大故障数，将寄存器可以设置为 1 到 7 个故障。如果设置为 1，则第一个故障事件触发 WDO，如果设置为 3，则必须发生 3 个故障，WDO（以及任何映射的错误输出）才能置为有效、如所示图 7-14。NIRQ 和 NRST 错误输出都可以完成映射，以通过使用寄存器 IEN_VENDOR 来报告看门狗故障。请注意，如果违规计数尚未等于零，良好事件将使违规计数递减。

图 7-14 演示了 MAX_Violation_COUNT[2:0] 设置为三时的看门狗行为。在这个图中，对 NRST 和 NRST 进行了映射，来报告一个安全装置故障，并且对 WDO 编程来反映超时功能性。请注意，开窗口持续时间由出现 WDI 脉冲的时间决定，只有在没有 WDI 脉冲且窗口超时的情况下才会出现全时开窗口。同样，启动窗口的持续时间由出现第一个 WDI 脉冲的时间决定。仅当不存在 WDI 脉冲且启动窗口已超时，才会出现全时启动窗口，启动窗口超时被视为不良事件。

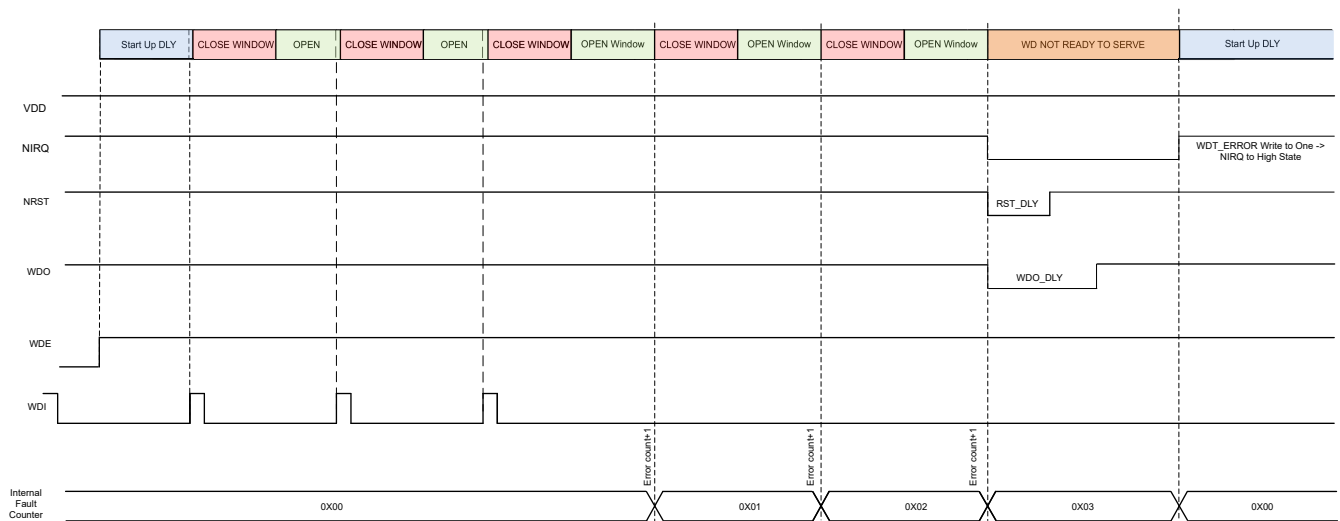


图 7-14. WD 故障 WDO 超时和 NRST NIRQ 映射

7.5 寄存器映射

7.5.1 寄存器概览

寄存器映射旨在通过寄存器组支持多达 16 个通道，具有以下组织：

- 组 0 - 状态寄存器组摘要：
 - 供应商信息和使用情况寄存器（独立于组）
 - 中断寄存器
 - 状态寄存器
 - 组选择寄存器（独立于组）
 - 保护寄存器（独立于组）
 - 器件配置寄存器（独立于组）
- 组 1 — 通道 2-7 配置寄存器组摘要：
 - 供应商信息和使用情况寄存器（独立于组）
 - 控制寄存器（器件全局寄存器）
 - 监视配置寄存器（通道专用寄存器）
 - 序列配置寄存器（器件全局寄存器和通道特定寄存器）
 - 组选择寄存器（独立于组）
 - 保护寄存器（独立于组）
 - 器件配置寄存器（独立于组）

无论当前组选择如何，均可在同一地址访问组独立寄存器。访问其他寄存器需要选择适当的组。

所有寄存器的宽度都是 8 位、在引导时加载了此处描述的默认值或在出厂时编程的 OTP 值。OTP 值由 X 表示、这些值取决于可订购器件的配置。

未使用的寄存器地址被保留供将来使用并支持多达 16 个通道。

否定对受保护寄存器（请参阅 PROT1/2 详细信息）、无效寄存器或具有无效数据的有效寄存器的写访问。

7.5.1.1 BANK0 寄存器

表 7-6 列出了 BANK0 寄存器的存储器映射寄存器。表 7-6 中未列出的所有寄存器偏移地址都应视为保留的位置，并且不应修改寄存器内容。

表 7-6. BANK0 寄存器

地址	首字母缩写词	位 7	位 6	位 5	位 4	位 3	位 2	位 1	位 0
0x10	INT_SRC	F_OTHER	RSVD				测试	控制	MONITOR
0x11	INT_MONITOR	OVHF						RSVD	UVHF
0x12	INT_UVHF	F_UVHF[7]		F_UVHF[6]	F_UVHF[5]	F_UVHF[4]	F_UVHF[3]	F_UVHF[2]	RSVD
0x16	INT_OVHF	F_OVHF[7]		F_OVHF[6]	F_OVHF[5]	F_OVHF[4]	F_OVHF[3]	F_OVHF[2]	RSVD
0x22	INT_CONTROL	F_CRC				F_NIRQ	F_TSD	RSVD	F_PEC
0x23	INT_TEST	RSVD				ECC_SEC	ECC_DED	BIST_Complete_INT	BIST_Fail_INT
0x24	INT_VENDOR	Self-Test_CRC	LDO_OV_Error	NRST_MISMATCH	Freq_DEV_Error	SHORT_DET	OPEN_DET	RSVD	WDT_ERROR
0x30	VMON_STAT	FAILSAFE	ST_BIST_C	ST_VDD	ST_NIRQ	运行		RSVD	
0x31	TEST_INFO	RSVD		ECC_SEC	ECC_DED	BIST_VM	BIST_NVM	BIST_L	BIST_A
0x32	OFF_STAT	MON[7]		MON[6]	MON[5]	MON[4]	MON[3]	MON[2]	RSVD
0xF0	BANK_SEL	RSVD							BANK_Select
0xF1	PROT1	WRKC			RSVD	CFG	IEN	MON	SEQ
0xF2	PROT2	WRKC			RSVD	CFG	IEN	MON	SEQ
0xF3	PROT_MON	MON[7]		MON[6]	MON[5]	MON[4]	MON[3]	MON[2]	RSVD
0xF9	I2C_ADDR	RSVD	ADDR_NVM[3:0]				ADDR_STRAP[2:0]		

复杂的位访问类型经过编码可适应小型表单元。表 7-7 展示了适用于此部分中访问类型的代码。

表 7-7. BANK0 访问类型代码

访问类型	代码	说明
读取类型		
R	R	读取
写入类型		
W	W	写入
W1C	W1C	写入 1 以清零
复位或默认值		
-n		复位后的值或默认值

7.5.1.1.1 INT_SRC 寄存器 (地址 = 0x10) [复位 = 0x00]

表 7-8 中显示了 INT_SRC。

返回到[汇总表](#)。

全局中断源状态寄存器。

表 7-8. INT_SRC 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	F_OTHER	R	0b	供应商内部定义的故障。INT_Vendor 中报告了详细信息。表示 INT_Vendor 中所有位的或运算值。 0 = 未检测到供应商定义的故障 1 = 检测到供应商定义的故障
6:3	RSVD	R	0000b	RSVD
2	测试	R	0b	内部测试或配置负载故障。INT_TEST 中报告了详细信息。表示 INT_TEST 中所有位的或运算值。 0 = 未检测到测试/配置故障 1 = 检测到测试/配置故障
1	控制	R	0b	控制状态或通信故障。INT_CONTROL 中报告了详细信息。表示 INT_CONTROL 中所有位的或运算值。 0 = 未检测到状态或通信故障 1 = 检测到状态或通信故障
0	MONITOR	R	0b	电压监控故障。INT_MONITOR 中报告了详细信息。表示 INT_MONITOR 中所有位的或运算值。 0 = 未检测到电压故障 1 = 检测到电压故障

7.5.1.1.2 INT_MONITOR 寄存器 (地址 = 0x11) [复位 = 0x00]

表 7-9 中显示了 INT_MONITOR。

返回到[汇总表](#)。

电压监控中断状态寄存器。

表 7-9. INT_MONITOR 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:3	RSVD	R	00000b	RSVD
2	OVHF	R	0b	基于比较器的监控所报告的过压高频故障。INT_OVHF 中报告了详细信息。表示 INT_OVHF 中所有位的或运算值。 0 = 未检测到 OVHF 故障 1 = 检测到 OVHF 故障
1	RSVD	R	0b	RSVD
0	UVHF	R	0b	基于比较器的监控所报告的欠压高频故障。INT_UVHF 中报告了详细信息。表示 INT_UVHF 中所有位的或运算值。 0 = 未检测到 UVHF 故障 1 = 检测到 UVHF 故障

7.5.1.1.3 INT_UVHF 寄存器 (地址 = 0x12) [复位 = 0x00]

表 7-10 中显示了 INT_UVHF。

返回到[汇总表](#)。

高频通道欠压中断状态寄存器。

表 7-10. INT_UVHF 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RSVD	R	0b	RSVD

表 7-10. INT_UVHF 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	说明
6	F_UVHF[7]	R/W1C	0b	MON7 欠压高频故障。如果 MON7 高频信号低于 UVHF[7]，则跳闸。 0 = 未检测到 MON7 的 UVHF 故障 (或中断在 IEN_UVHF 寄存器中禁用) 1 = 检测到 MON7 的 UVHF 故障 恢复故障条件时不清除该位。故障只能由主机通过写入 1 以清除 (write-1-to-clear) 来清除。仅当 UVHF 故障条件同时被清除 (MON7 高频信号高于 UVHF[7]) 时，Write-1-to-clear (写入 1 以清除) 才会清除该位。
5	F_UVHF[6]	R/W1C	0b	MON6 欠压高频故障。如果 MON6 高频信号低于 UVHF[6]，则跳闸。 0 = 未检测到 MON6 UVHF 故障 (或中断在 IEN_UVHF 寄存器中禁用) 1 = 检测到 MON6 UVHF 故障 恢复故障条件时不清除该位。故障只能由主机通过写入 1 以清除 (write-1-to-clear) 来清除。仅当 UVHF 故障条件同时被清除 (MON6 高频信号高于 UVHF[6]) 时，Write-1-to-clear (写入 1 以清除) 才会清除该位。
4	F_UVHF[5]	R/W1C	0b	MON5 欠压高频故障。如果 MON5 高频信号低于 UVHF[5]，则跳闸。 0 = 未检测到 MON5 UVHF 故障 (或中断在 IEN_UVHF 寄存器中禁用) 1 = 检测到 MON5 UVHF 故障 恢复故障条件时不清除该位。故障只能由主机通过写入 1 以清除 (write-1-to-clear) 来清除。仅当 UVHF 故障条件同时被清除 (MON5 高频信号高于 UVHF[5]) 时，Write-1-to-clear (写入 1 以清除) 才会清除该位。
3	F_UVHF[4]	R/W1C	0b	MON4 欠压高频故障。如果 MON4 高频信号低于 UVHF[4]，则跳闸。 0 = 未检测到 MON4 UVHF 故障 (或中断在 IEN_UVHF 寄存器中禁用) 1 = 检测到 MON4 UVHF 故障 恢复故障条件时不清除该位。故障只能由主机通过写入 1 以清除 (write-1-to-clear) 来清除。仅当 UVHF 故障条件同时被清除 (MON4 高频信号高于 UVHF[4]) 时，Write-1-to-clear (写入 1 以清除) 才会清除该位。
2	F_UVHF[3]	R/W1C	0b	MON3 欠压高频故障。如果 MON3 高频信号低于 UVHF[3]，则跳闸。 0 = 未检测到 MON3 UVHF 故障 (或中断在 IEN_UVHF 寄存器中禁用) 1 = 检测到 MON3 UVHF 故障 恢复故障条件时不清除该位。故障只能由主机通过写入 1 以清除 (write-1-to-clear) 来清除。仅当 UVHF 故障条件同时被清除 (MON3 高频信号高于 UVHF[3]) 时，Write-1-to-clear (写入 1 以清除) 才会清除该位。
1	F_UVHF[2]	R/W1C	0b	MON2 欠压高频故障。如果 MON2 高频信号低于 UVHF[2]，则跳闸。 0 = 未检测到 MON2 UVHF 故障 (或中断在 IEN_UVHF 寄存器中禁用) 1 = 检测到 MON2 UVHF 故障 恢复故障条件时不清除该位。故障只能由主机通过写入 1 以清除 (write-1-to-clear) 来清除。仅当 UVHF 故障条件同时被清除 (MON2 高频信号高于 UVHF[2]) 时，Write-1-to-clear (写入 1 以清除) 才会清除该位。
0	RSVD	R	0b	RSVD

7.5.1.1.4 INT_OVHF 寄存器 (地址 = 0x16) [复位 = 0x00]

表 7-11 中显示了 INT_OVHF。

返回到[汇总表](#)。

高频通道过压中断状态寄存器

表 7-11. INT_OVHF 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RSVD	R	0b	RSVD
6	F_OVHF[7]	R/W1C	0b	MON7 过压高频故障。如果 MON7 高频信号高于 OVHF[7]，则跳闸。 0 = 未检测到 MON7 OVHF 故障 (或中断在 IEN_OVHF 寄存器中禁用) 1 = 检测到 MON7 OVHF 故障 恢复故障条件时不清除该位。故障只能由主机通过写入 1 以清除 (write-1-to-clear) 来清除。仅当 OVHF 故障条件同时被清除 (MON7 高频信号低于 OVHF[7]) 时，Write-1-to-clear (写入 1 以清除) 才会清除该位
5	F_OVHF[6]	R/W1C	0b	MON6 过压高频故障。如果 MON6 高频信号高于 OVHF[6]，则跳闸。 0 = 未检测到 MON6 OVHF 故障 (或中断在 IEN_OVHF 寄存器中禁用) 1 = 检测到 MON6 OVHF 故障 恢复故障条件时不清除该位。故障只能由主机通过写入 1 以清除 (write-1-to-clear) 来清除。仅当 OVHF 故障条件同时被清除 (MON6 高频信号低于 OVHF[6]) 时，Write-1-to-clear (写入 1 以清除) 才会清除该位
4	F_OVHF[5]	R/W1C	0b	MON5 过压高频故障。如果 MON5 高频信号高于 OVHF[5]，则跳闸。 0 = 未检测到 MON5 OVHF 故障 (或中断在 IEN_OVHF 寄存器中禁用) 1 = 检测到 MON5 OVHF 故障 恢复故障条件时不清除该位。故障只能由主机通过写入 1 以清除 (write-1-to-clear) 来清除。仅当 OVHF 故障条件同时被清除 (MON5 高频信号低于 OVHF[5]) 时，Write-1-to-clear (写入 1 以清除) 才会清除该位
3	F_OVHF[4]	R/W1C	0b	MON4 过压高频故障。如果 MON4 高频信号高于 OVHF[4]，则跳闸。 0 = 未检测到 MON4 OVHF 故障 (或中断在 IEN_OVHF 寄存器中禁用) 1 = 检测到 MON4 OVHF 故障 恢复故障条件时不清除该位。故障只能由主机通过写入 1 以清除 (write-1-to-clear) 来清除。仅当 OVHF 故障条件同时被清除 (MON4 高频信号低于 OVHF[4]) 时，Write-1-to-clear (写入 1 以清除) 才会清除该位
2	F_OVHF[3]	R/W1C	0b	MON3 过压高频故障。如果 MON3 高频信号高于 OVHF[3]，则跳闸。 0 = 未检测到 MON3 OVHF 故障 (或中断在 IEN_OVHF 寄存器中禁用) 1 = 检测到 MON3 OVHF 故障 恢复故障条件时不清除该位。故障只能由主机通过写入 1 以清除 (write-1-to-clear) 来清除。仅当 OVHF 故障条件同时被清除 (MON3 高频信号低于 OVHF[3]) 时，Write-1-to-clear (写入 1 以清除) 才会清除该位

表 7-11. INT_OVHF 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	说明
1	F_OVHF[2]	R/W1C	0b	MON2 过压高频故障。如果 MON2 高频信号高于 OVHF[2]，则跳闸。 0 = 未检测到 MON2 OVHF 故障 (或中断在 IEN_OVHF 寄存器中禁用) 1 = 检测到 MON2 OVHF 故障 恢复故障条件时不清除该位。故障只能由主机通过写入 1 以清除 (write-1-to-clear) 来清除。仅当 OVHF 故障条件同时被清除 (MON2 高频信号低于 OVHF[2]) 时，Write-1-to-clear (写入 1 以清除) 才会清除该位
0	RSVD	R	0b	RSVD

7.5.1.1.5 INT_CONTROL 寄存器 (地址 = 0x22) [复位 = 0x00]

表 7-12 中显示了 INT_CONTROL。

返回到[汇总表](#)。

控制和通信中断状态寄存器。

表 7-12. INT_CONTROL 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:5	RSVD	R	000b	RSVD
4	F_CRC	R/W1C	0b	运行时寄存器 CRC 故障： 0 = 未检测到故障 (或 IEN_CONTROL.RT_CRC 已禁用) 1 = 检测到寄存器 CRC 故障 恢复故障条件时不清除该位。故障只能由主机通过写入 1 以清除 (write-1-to-clear) 来清除。Write-1-to-clear (写入 1 以清除) 将清除该位。如果检测到相同的故障，将在下一次寄存器 CRC 检查期间再次设置该位
3	F_NIRQ	R/W1C	0b	中断引脚故障 (故障位始终启用，无使能位可用)： 0 = 未在 NIRQ 引脚上检测到故障 1 = 在 NIRQ 引脚上检测到电源低电阻路径 恢复故障条件时不清除该位。故障只能由主机通过写入 1 以清除 (write-1-to-clear) 来清除。仅当 NIRQ 故障条件同时被清除时，Write-1-to-clear (写入 1 以清除) 才会清除该位。
2	F_TSD	R/W1C	0b	热关断故障： 0 = 未检测到 TSD 故障 (或 IEN_CONTROL.TSD 已禁用) 1 = 检测到 TSD 故障 恢复故障条件时不清除该位。故障只能由主机通过写入 1 以清除 (write-1-to-clear) 来清除。仅当 TSD 故障条件同时被清除时，Write-1-to-clear (写入 1 以清除) 才会清除该位
1	RSVD	R	0b	RSVD
0	F_PEC	R/W1C	0b	数据包错误检查故障： 0 = 未发生 PEC 不匹配 (或 IEN_CONTROL.PEC 已禁用) 1 = 已发生 PEC 不匹配，或 VMON_MISC.REQ_PEC=1 且写入事务中缺少 PEC 恢复故障条件时不清除该位。故障只能由主机通过写入 1 以清除 (write-1-to-clear) 来清除。Write-1-to-clear (写入 1 以清除) 将清除该位。如果检测到相同的故障，将在下一个 I2C 事务期间再次设置该位。

7.5.1.1.6 INT_TEST 寄存器 (地址 = 0x23) [复位 = 0x00]

表 7-13 中显示了 INT_TEST。

返回到[汇总表](#)。

内部测试和配置加载中断状态寄存器。

表 7-13. INT_TEST 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:4	RSVD	R	0000b	RSVD
3	ECC_SEC	R/W1C	0b	在加载 OTP 配置时纠正了 ECC 单比特错误： 0 = 未校正单比特错误 (或 IEN_TEST.ECC_SEC 已禁用) 1 = 已校正单比特错误 Write-1-to-clear (写入 1 以清除) 将清除该位。如果检测到相同的故障，将在下次加载 OTP 配置期间再次设置该位。
2	ECC_DED	R/W1C	0b	在加载 OTP 配置时检测到 ECC 双比特错误： 0 = OTP 加载时未检测到双比特错误 1 = OTP 加载时检测到双比特错误 故障位始终处于启用状态 (没有关联的中断使能位)。器件在双重错误检测时移至失效防护模式。
1	BIST_Complete_INT	R/W1C	0b	内置自检完成指示： 0 = BIST 未完成 (或 IEN_TEST.BIST_C 已禁用) 1 = BIST 完成 Write-1-to-clear (写入 1 以清除) 将清除该位。将在完成下一次 BIST 执行时再次设置该位
0	BIST_Fail_INT	R/W1C	0b	内置自检故障： 0 = 未检测到 BIST 故障 (或 IEN_TEST.BIST 已禁用) 1 = 检测到 BIST 故障 Write-1-to-clear (写入 1 以清除) 将清除该位。如果检测到此故障，将在下一次 BIST 执行期间再次设置该位

7.5.1.1.7 INT_VENDOR 寄存器 (地址 = 0x24) [复位 = 0x00]

表 7-14 中显示了 INT_VENDOR。

返回到[汇总表](#)。

供应商特定内部中断状态寄存器。

表 7-14. INT_VENDOR 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	Self-Test_CRC	R/W1C	0b	启动寄存器 CRC 自检。 0 = 自检通过 1 = 自检失败 写入 1 以清除 (write-1-to-clear) 来清除故障
6	LDO_OV_Error	R/W1C	0b	内部 LDO 过压错误。 0 = 未检测到内部 LDO 过压故障 1 = 检测到内部 LDO 过压故障 恢复故障条件时不清除该位。故障只能由主机通过写入 1 以清除 (write-1-to-clear) 来清除。仅当 LDO 故障条件同时被清除时，Write-1-to-clear (写入 1 以清除) 才会清除该位。

表 7-14. INT_VENDOR 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	说明
5	NRST_MISMATCH	R/W1C	0b	指示因驱动状态和读回导致错误。在 NRST 切换期间, NRST 不匹配在 2 μ s 后激活, NRST 必须高于 0.6*VDD 才能被视为逻辑高电平状态。 0 = 在 NRST 引脚上未检测到故障 1 = 因驱动状态和读回导致错误。 恢复故障条件时不清除该位。故障只能由主机通过写入 1 以清除 (write-1-to-clear) 来清除。仅当 NRST 故障条件同时被清除时, Write-1-to-clear (写入 1 以清除) 才会清除该位。
4	Freq_DEV_Error	R/W1C	0b	指示内部频率错误。 0 = 未检测到内部频率故障 1 = 检测到内部频率故障 恢复故障条件时不清除该位。故障只能由主机通过写入 1 以清除 (write-1-to-clear) 来清除。仅当频率故障条件同时被清除时, Write-1-to-clear (写入 1 以清除) 才会清除该位。
3	SHORT_DET	R/W1C	0b	检测到地址引脚短路。 0 = 未检测到内部地址引脚短路故障 1 = 检测到内部地址引脚短路故障 恢复故障条件时不清除该位。故障只能由主机通过写入 1 以清除 (write-1-to-clear) 来清除。仅当内部地址引脚短路故障条件同时被清除时, Write-1-to-clear (写入 1 以清除) 才会清除该位。
2	OPEN_DET	R/W1C	0b	检测到地址引脚开路。 0 = 未检测到内部地址引脚开路故障 1 = 检测到内部地址引脚开路故障 恢复故障条件时不清除该位。故障只能由主机通过写入 1 以清除 (write-1-to-clear) 来清除。仅当内部地址引脚开路故障条件同时被清除时, Write-1-to-clear (写入 1 以清除) 才会清除该位。
1	RSVD	R	0b	RSVD
0	WDT_ERROR	R/W1C	0b	指示看门狗故障 0 = 未检测到内部看门狗故障 1 = 检测到内部看门狗故障 恢复故障条件时不清除该位。故障只能由主机通过写入 1 以清除 (write-1-to-clear) 来清除。仅当内部看门狗故障条件同时被清除时, 写入 1 以清除 (write-1-to-clear) 才会清除该位。

7.5.1.1.8 VMON_STAT 寄存器 (地址 = 0x30) [复位 = 0x00]

表 7-15 中显示了 VMON_STAT。

返回到[汇总表](#)。

内部操作和其他非关键条件的状态标志。

表 7-15. VMON_STAT 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	FAILSAFE	R	0b	1 = 器件进入失效防护状态
6	ST_BIST_C	R	0b	内置自检状态: 0 = BIST 未完成 1 = BIST 完成
5	ST_VDD	R	0b	状态 VDD
4	ST_NIRQ	R	0b	状态 NIRQ 引脚
3	RSVD	R	0b	RSVD
2	运行	R	0b	1 = 器件处于有效运行状态
1	RSVD	R	0b	RSVD

表 7-15. VMON_STAT 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	说明
0	RSVD	R	0b	RSVD

7.5.1.1.9 TEST_INFO 寄存器 (地址 = 0x31) [复位 = 0x00]

表 7-16 中显示了 TEST_INFO。

返回到[汇总表](#)。

内部自检和 ECC 信息。

表 7-16. TEST_INFO 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:6	RSVD	R	00b	RSVD
5	ECC_SEC	R	0b	OTP 配置负载上的 ECC 单比特错误更正状态。 0 = 未应用错误更正 1 = 已应用单比特错误更正
4	ECC_DED	R	0b	OTP 配置负载上 ECC 双比特错误检测的状态。 0 = 未检测到双比特错误 1 = 检测到双比特错误
3	BIST_VM	R	0b	BIST 的易失性存储器测试输出状态。 0 = 易失性存储器测试通过 1 = 易失性存储器测试失败
2	BIST_NVM	R	0b	BIST 的非易失性存储器测试输出状态。 0 = 非易失性存储器测试通过 1 = 非易失性存储器测试失败
1	BIST_L	R	0b	BIST 的逻辑测试输出状态。 0 = 逻辑测试通过 1 = 逻辑测试失败
0	BIST_A	R	0b	BIST 的模拟测试输出状态。 0 = 模拟测试通过 1 = 模拟测试失败

7.5.1.1.10 OFF_STAT 寄存器 (地址 = 0x32) [复位 = 0x00]

表 7-17 中显示了 OFF_STAT。

返回到[汇总表](#)。

通道 OFF 状态。

表 7-17. OFF_STAT 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RSVD	R	0b	RSVD
6	MON[7]	R	0b	表示每个通道的 OFF 状态： 0 = 通道 7 NOT OFF 1 = 通道 7 OFF (低于 OFF 阈值)
5	MON[6]	R	0b	表示每个通道的 OFF 状态： 0 = 通道 6 NOT OFF 1 = 通道 6 OFF (低于 OFF 阈值)
4	MON[5]	R	0b	表示每个通道的 OFF 状态： 0 = 通道 5 NOT OFF 1 = 通道 5 OFF (低于 OFF 阈值)

表 7-17. OFF_STAT 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	说明
3	MON[4]	R	0b	表示每个通道的 OFF 状态： 0 = 通道 4 NOT OFF 1 = 通道 4 OFF (低于 OFF 阈值)
2	MON[3]	R	0b	表示每个通道的 OFF 状态： 0 = 通道 3 NOT OFF 1 = 通道 3 OFF (低于 OFF 阈值)
1	MON[2]	R	0b	表示每个通道的 OFF 状态： 0 = 通道 2 NOT OFF 1 = 通道 2 OFF (低于 OFF 阈值)
0	RSVD	R	0b	RSVD

7.5.1.1.11 BANK_SEL 寄存器 (地址 = 0xF0) [复位 = 0x00]

表 7-18 中显示了 BANK_SEL。

返回到[汇总表](#)。

组选择。

表 7-18. BANK_SEL 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:1	RSVD	R/W	0000000b	RSVD
0	BANK_Select	R/W	0b	表示组选择。 0 = 组 0 1 = 组 1

7.5.1.1.12 PROT1 寄存器 (地址 = 0xF1) [复位 = 0x00]

表 7-19 展示了 PROT1。

返回到[汇总表](#)。

保护选择寄存器。为了对寄存器组进行写保护，主机必须在两个寄存器中设置相关位。为了安全起见，寄存器 PROT1 和 PROT2 需要将 POR 值设为 0x00，并且一旦设置，将变为只读状态，直到下电上电。一旦设置为 1，主机就不能将它们清除为 0。可以通过以下方式将其清除 (并允许写入不同的 VMON 寄存器配置)：下电上电；通过在退出序列 2 时执行的 VMON_CTL.RESET BIST 进行复位 (如果 TEST_CFG.AT_SHDN=1)。

表 7-19. PROT1 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:6	RSVD	R	00b	RSVD
5	WRKC	R/W	0b	表示保护 WRKC 组不受写入影响。需同时设置 PROT1 和 PROT2 以提供保护。 0 = 可以更改寄存器 1 = 无法更改寄存器
4	RSVD	R	0b	RSVD
3	CFG	R/W	0b	表示保护 CFG 组不受写入影响。需同时设置 PROT1 和 PROT2 以提供保护。 0 = 可以更改寄存器 1 = 无法更改寄存器
2	IEN	R/W	0b	表示保护 IEN 组不受写入影响。需同时设置 PROT1 和 PROT2 以提供保护。 0 = 可以更改寄存器 1 = 无法更改寄存器

表 7-19. PROT1 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	说明
1	MON	R/W	0b	表示保护 MON 组不受写入影响。需同时设置 PROT1 和 PROT2 以提供保护。 0 = 可以更改寄存器 1 = 无法更改寄存器
0	SEQ	R/W	0b	表示保护 SEQ 组不受写入影响。需同时设置 PROT1 和 PROT2 以提供保护。 0 = 可以更改寄存器 1 = 无法更改寄存器

7.5.1.1.13 PROT2 寄存器 (地址 = 0xF2) [复位 = 0x00]

表 7-20 展示了 PROT2。

返回到[汇总表](#)。

保护选择寄存器。为了对寄存器组进行写保护，主机必须在两个寄存器中设置相关位。为了安全起见，寄存器 PROT1 和 PROT2 需要将 POR 值设为 0x00，并且一旦设置，将变为只读状态，直到下电上电。一旦设置为 1，主机就不能将它们清除为 0。可以通过以下方式将其清除（并允许写入不同的 VMON 寄存器配置）：下电上电；通过在退出序列 2 时执行的 VMON_CTL.RESET BIST 进行复位（如果 TEST_CFG.AT_SHDN=1）。

表 7-20. PROT2 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:6	RSVD	R	00b	RSVD
5	WRKC	R/W	0b	表示保护 CFG 组不受写入影响。需同时设置 PROT1 和 PROT2 以提供保护。 0 = 可以更改寄存器 1 = 无法更改寄存器
4	RSVD	R	0b	RSVD
3	CFG	R/W	0b	表示保护 CFG 组不受写入影响。需同时设置 PROT1 和 PROT2 以提供保护。 0 = 可以更改寄存器 1 = 无法更改寄存器
2	IEN	R/W	0b	表示保护 IEN 组不受写入影响。需同时设置 PROT1 和 PROT2 以提供保护。 0 = 可以更改寄存器 1 = 无法更改寄存器
1	MON	R/W	0b	表示保护 MON 组不受写入影响。需同时设置 PROT1 和 PROT2 以提供保护。 0 = 可以更改寄存器 1 = 无法更改寄存器
0	SEQ	R/W	0b	表示保护 SEQ 组不受写入影响。需同时设置 PROT1 和 PROT2 以提供保护。 0 = 可以更改寄存器 1 = 无法更改寄存器

7.5.1.1.14 PROT_MON 寄存器 (地址 = 0xF3) [复位 = 0x00]

表 7-21 中显示了 PROT_MON。

返回到[汇总表](#)。

与 PROT1 和 PROT2 协同锁定 MON 寄存器。

表 7-21. PROT_MON 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RSVD	R	0b	RSVD
6	MON[7]	R/W	0b	与 PROT1 和 PROT2 一起保护 MON7 不受写入影响。 0 = 可以进行更改 1 = 无法进行更改
5	MON[6]	R/W	0b	与 PROT1 和 PROT2 一起保护 MON6 不受写入影响。 0 = 可以进行更改 1 = 无法进行更改
4	MON[5]	R/W	0b	与 PROT1 和 PROT2 一起保护 MON5 不受写入影响。 0 = 可以进行更改 1 = 无法进行更改
3	MON[4]	R/W	0b	与 PROT1 和 PROT2 一起保护 MON4 不受写入影响。 0 = 可以进行更改 1 = 无法进行更改
2	MON[3]	R/W	0b	与 PROT1 和 PROT2 一起保护 MON3 不受写入影响。 0 = 可以进行更改 1 = 无法进行更改
1	MON[2]	R/W	0b	与 PROT1 和 PROT2 一起保护 MON2 不受写入影响。 0 = 可以进行更改 1 = 无法进行更改
0	RSVD	R	0b	RSVD

7.5.1.1.15 I2C ADDR 寄存器 (地址 = 0xF9) [复位 = 0x00]

表 7-22 中显示了 I2C ADDR。

返回到[汇总表](#)。

I2C 地址

表 7-22. I2C ADDR 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RSVD	R	0b	RSVD
6:3	ADDR_NVM[3:0]	R	0000b	HASH(0x555fa8296158)
2:0	ADDR_STRAP[2:0]	R	000b	HASH(0x555fa82b52e8)

7.5.1.2 BANK1 寄存器

表 7-23 列出了 BANK1 寄存器的存储器映射寄存器。表 7-23 中未列出的所有寄存器偏移地址都应视为保留的位置，并且不应修改寄存器内容。

表 7-23. BANK1 寄存器

地址	首字母缩写词	位 7	位 6	位 5	位 4	位 3	位 2	位 1	位 0
0x10	VMON_CTL	FORCE_WDO_LOW				RESET_PR OT	RSVD		FORCE_NI RQ_LOW
0x11	VMON_MISC	WDO_DLY[2:0]				RSVD		REQ_PEC	EN_PEC
0x12	TEST_CFG	RSVD					AT_SHDN	AT_POR[1]	AT_POR[0]
0x13	IEN_UVHF	MON[7]		MON[6]	MON[5]	MON[4]	MON[3]	MON[2]	RSVD
0x15	IEN_OVHF	MON[7]		MON[6]	MON[5]	MON[4]	MON[3]	MON[2]	RSVD
0x1B	IEN_CONTROL	RT_CRC_Int				TSD_INT		RSVD	PEC_INT
0x1C	IEN_TEST	ECC_SEC					RSVD	BIST_Compl ete_INT	BIST_Fail_I NT
0x1D	IEN_VENDOR	Startup Self- Test_CRC	RESERVED	NRST_MIS MATCH	RESERVED		WDT_TO_N IRQ	RSVD	WDT_TO_N RST
0x1E	MON_CH_EN	MON[7]		MON[6]	MON[5]	MON[4]	MON[3]	MON[2]	RSVD
0x1F	VRANGE_MULT	MON[7]		MON[6]	MON[5]	MON[4]	MON[3]	MON[2]	RSVD
0x30	UV_HF[2]	THRESHOLD[7:0]							
0x31	OV_HF[2]	THRESHOLD[7:0]							
0x34	FLT_HF[2]	OV_DEB[3:0]				UV_DEB[3:0]			
0x35	FC_LF[2]	OVHF_TO_NRST				UVHF_TO_ NRST	RSVD		
0x40	UV_HF[3]	THRESHOLD[7:0]							
0x41	OV_HF[3]	THRESHOLD[7:0]							
0x44	FLT_HF[3]	OV_DEB[3:0]				UV_DEB[3:0]			
0x45	FC_LF[3]	OVHF_TO_NRST				UVHF_TO_ NRST	RSVD		
0x50	UV_HF[4]	THRESHOLD[7:0]							
0x51	OV_HF[4]	THRESHOLD[7:0]							
0x54	FLT_HF[4]	OV_DEB[3:0]				UV_DEB[3:0]			
0x55	FC_LF[4]	OVHF_TO_NRST				UVHF_TO_ NRST	RSVD		
0x60	UV_HF[5]	THRESHOLD[7:0]							
0x61	OV_HF[5]	THRESHOLD[7:0]							
0x64	FLT_HF[5]	OV_DEB[3:0]				UV_DEB[3:0]			
0x65	FC_LF[5]	OVHF_TO_NRST				UVHF_TO_ NRST	RSVD		
0x70	UV_HF[6]	THRESHOLD[7:0]							
0x71	OV_HF[6]	THRESHOLD[7:0]							
0x74	FLT_HF[6]	OV_DEB[3:0]				UV_DEB[3:0]			
0x75	FC_LF[6]	OVHF_TO_NRST				UVHF_TO_ NRST	RSVD		
0x80	UV_HF[7]	THRESHOLD[7:0]							
0x81	OV_HF[7]	THRESHOLD[7:0]							
0x84	FLT_HF[7]	OV_DEB[3:0]				UV_DEB[3:0]			
0x85	FC_LF[7]	OVHF_TO_NRST				UVHF_TO_ NRST	RSVD		

表 7-23. BANK1 寄存器 (续)

地址	首字母缩写词	位 7	位 6	位 5	位 4	位 3	位 2	位 1	位 0
0x9F	TI_CONTROL	ENTER_BIST	WDT_EN	I2C_MR	RSVD		RST_DLY[2:0]		
0xA1	AMSK_ON	MON[7]		MON[6]	MON[5]	MON[4]	MON[3]	MON[2]	RSVD
0xA2	AMSK_OFF	MON[7]		MON[6]	MON[5]	MON[4]	MON[3]	MON[2]	RSVD
0xA5	SEQ_TOUT_MSB	MILLISEC[15:8]							
0xA6	SEQ_TOUT_LSB	MILLISEC[7:0]							
0xA8	SEQ_UP_THLD	MON[7]		MON[6]	MON[5]	MON[4]	MON[3]	MON[2]	RSVD
0xA9	SEQ_DN_THLD	MON[7]		MON[6]	MON[5]	MON[4]	MON[3]	MON[2]	RSVD
0xAA	WDT_CFG	MAX_VIOLATION_COUNT				RSVD		WDT_Startup_DLY_MULTIPLIER[2:0]	
0xAB	WDT_CLOSE	CLOSE[7:0]							
0xAC	WDT_OPEN	OPEN[7:0]							
0xF0	BANK_SEL	RSVD							BANK_Select

复杂的位访问类型经过编码可适应小型表单单元。表 7-24 展示了适用于此部分中访问类型的代码。

表 7-24. BANK1 访问类型代码

访问类型	代码	说明
读取类型		
R	R	读取
写入类型		
W	W	写入
复位或默认值		
-n		复位后的值或默认值

7.5.1.2.1 VMON_CTL 寄存器 (地址 = 0x10) [复位 = 0x00]

表 7-25 中显示了 VMON_CTL。

返回到汇总表。

VMON 器件控制寄存器。

表 7-25. VMON_CTL 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:5	RSVD	R/W	000b	RSVD
4	FORCE_WDO_LOW	R/W	0b	写入 1 强制 WDO 置为有效
3	RESET_PROT	R/W	0b	写入 1 以清除保护寄存器
2:1	RSVD	R/W	00b	RSVD
0	FORCE_NIRQ_LOW	R/W	0b	写入 1 强制 NIRQ 置为有效

7.5.1.2.2 VMON_MISC 寄存器 (地址 = 0x11) [复位 = 0xXX]

表 7-26 中显示了 VMON_MISC。

返回到汇总表。

其他 VMON 配置。

表 7-26. VMON_MISC 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RSVD	R/W	0b	RSVD
6:4	WDO_DLY[2:0]	R/W	xxxb	WDO_Delay (不适用于锁存 WDO) 000 = 1ms 001 = 2ms 010 = 5ms 011 = 10ms 100 = 20ms 101 = 50ms 110 = 100ms 111 = 200ms
3:2	RSVD	R/W	00b	RSVD
1	REQ_PEC	R/W	xb	需要 PEC。 0 = 不需要 PEC 1 = 需要 PEC
0	EN_PEC	R/W	xb	启用 PEC。 0 = 不启用 PEC 1 = 启用 PEC

7.5.1.2.3 TEST_CFG 寄存器 (地址 = 0x12) [复位 = 0x0X]

表 7-27 中显示了 TEST_CFG。

返回到[汇总表](#)。

内置自检 (BIST) 执行配置。

表 7-27. TEST_CFG 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:3	RSVD	R/W	00000b	RSVD
2	AT_SHDN	R/W	xb	在 SHDN 时运行 BIST , 0 = 禁用、 1 = 启用
1	AT_POR[1]	R/W	xb	在 POR 时运行 BIST , 第二位用于实现冗余 、0 = 禁用、 1 = 启用
0	AT_POR[0]	R/W	xb	在 POR 时运行 BIST , 0 = 禁用、 1 = 启用

7.5.1.2.4 IEN_UVHF 寄存器 (地址 = 0x13) [复位 = 0xXX]

表 7-28 中显示了 IEN_UVHF。

返回到[汇总表](#)。

高频通道欠压中断使能寄存器

表 7-28. IEN_UVHF 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RSVD	R/W	0b	RSVD

表 7-28. IEN_UVHF 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	说明
6	MON[7]	R/W	xb	MON7 UVHF 中断使能， 0 = 禁用， 1 = 启用
5	MON[6]	R/W	xb	MON6 UVHF 中断使能， 0 = 禁用， 1 = 启用
4	MON[5]	R/W	xb	MON5 UVHF 中断使能， 0 = 禁用， 1 = 启用
3	MON[4]	R/W	xb	MON4 UVHF 中断使能， 0 = 禁用， 1 = 启用
2	MON[3]	R/W	xb	MON3 UVHF 中断使能， 0 = 禁用， 1 = 启用
1	MON[2]	R/W	xb	MON2 UVHF 中断使能， 0 = 禁用， 1 = 启用
0	RSVD	R/W	0b	RSVD

7.5.1.2.5 IEN_OVHF 寄存器 (地址 = 0x15) [复位 = 0xXX]

表 7-29 中显示了 IEN_OVHF。

返回到[汇总表](#)。

高频通道过压中断使能寄存器。

表 7-29. IEN_OVHF 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RSVD	R/W	0b	RSVD
6	MON[7]	R/W	xb	MON7 OVHF 中断使能， 0 = 禁用， 1 = 启用
5	MON[6]	R/W	xb	MON6 OVHF 中断使能， 0 = 禁用， 1 = 启用
4	MON[5]	R/W	xb	MON5 OVHF 中断使能， 0 = 禁用， 1 = 启用
3	MON[4]	R/W	xb	MON4 OVHF 中断使能， 0 = 禁用， 1 = 启用
2	MON[3]	R/W	xb	MON3 OVHF 中断使能， 0 = 禁用， 1 = 启用
1	MON[2]	R/W	xb	MON2 OVHF 中断使能， 0 = 禁用， 1 = 启用
0	RSVD	R/W	0b	RSVD

7.5.1.2.6 IEN_CONTROL 寄存器 (地址 = 0x1B) [复位 = 0xXX]

表 7-30 中显示了 IEN_CONTROL。

返回到[汇总表](#)。

控制和通信故障中断使能寄存器。

表 7-30. IEN_CONTROL 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:5	RSVD	R/W	000b	RSVD
4	RT_CRC_Int	R/W	xb	寄存器运行时 CRC (循环冗余校验) 错误中断是对寄存器映射内容执行的静态 CRC。如果启用, 则无需读取或写入任何数据即可进行此 CRC 校验。此 CRC 的目的是识别寄存器映射内容中是否发生了静态位翻转或随机错误。这是使用 CRC-8 多项式执行的安全机制, 在读取或写入操作下, 寄存器映射内容会发生变化, 并且多项式将在更改后使用新值重新计算。中断在组 0 的 INT_CONTROL_F_CRC 寄存器中报告。 0 = 禁用中断映射, 1 = 启用中断映射
3	RSVD	R/W	0b	RSVD
2	TSD_INT	R/W	xb	热关断中断。 0 = 禁用, 1 = 启用
1	RSVD	R/W	0b	RSVD
0	PEC_INT	R/W	xb	PEC 错误中断。 0 = 禁用, 1 = 启用

7.5.1.2.7 IEN_TEST 寄存器 (地址 = 0x1C) [复位 = 0x0X]

表 7-31 中显示了 IEN_TEST。

返回到[汇总表](#)。

内部测试和配置加载故障中断使能寄存器

表 7-31. IEN_TEST 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:4	RSVD	R/W	0000b	RSVD
3	ECC_SEC	R/W	xb	SEC 错误中断。 0 = 禁用, 1 = 启用
2	RSVD	R/W	0b	RSVD
1	BIST_Complete_INT	R/W	xb	BIST 完成中断。 0 = 禁用, 1 = 启用
0	BIST_Fail_INT	R/W	xb	BIST 失败中断。 0 = 禁用, 1 = 启用

7.5.1.2.8 IEN_VENDOR 寄存器 (地址 = 0x1D) [复位 = 0xXX]

表 7-32 中显示了 IEN_VENDOR。

返回到[汇总表](#)。

供应商特定内部中断使能寄存器。

表 7-32. IEN_VENDOR 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	Startup Self-Test_CRC	R/W	xb	Startup Self-Test_CRC 中断。 0 = 禁用中断映射， 1 = 启用中断映射
6	RESERVED	R	0b	
5	NRST_MISMATCH	R/W	xb	NRST 不匹配中断。 0 = 禁用， 1 = 启用
4:3	RESERVED	R	0b	
2	WDT_TO_NIRQ	R/W	xb	将看门狗故障映射到 NIRQ。 0 = 未映射 1 = 已映射
1	RSVD	R/W	0b	RSVD
0	WDT_TO_NRST	R/W	xb	将看门狗故障映射到 NRST。 0 = 未映射 1 = 已映射

7.5.1.2.9 MON_CH_EN 寄存器 (地址 = 0x1E) [复位 = 0xXX]

表 7-33 中显示了 MON_CH_EN。

返回到[汇总表](#)。

通道电压监控启用。

表 7-33. MON_CH_EN 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RSVD	R/W	0b	RSVD
6	MON[7]	R/W	xb	启用 MON7 监控。 0 = 禁用， 1 = 启用
5	MON[6]	R/W	xb	启用 MON6 监控。 0 = 禁用， 1 = 启用
4	MON[5]	R/W	xb	启用 MON5 monitoring。 0 = 禁用， 1 = 启用
3	MON[4]	R/W	xb	启用 MON4 监控。 0 = 禁用， 1 = 启用
2	MON[3]	R/W	xb	启用 MON3 监控。 0 = 禁用， 1 = 启用
1	MON[2]	R/W	xb	启用 MON2 监控。 0 = 禁用， 1 = 启用
0	RSVD	R/W	0b	RSVD

7.5.1.2.10 VRANGE_MULT 寄存器 (地址 = 0x1F) [复位 = 0xXX]

表 7-34 中显示了 VRANGE_MULT。

返回到[汇总表](#)。

通道电压监控范围/调节。

表 7-34. VRANGE_MULT 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RSVD	R/W	0b	RSVD
6	MON[7]	R/W	xb	MON7 标量。 0 = 1x , 1 = 4x
5	MON[6]	R/W	xb	MON6 标量。 0 = 1x , 1 = 4x
4	MON[5]	R/W	xb	MON5 标量。 0 = 1x , 1 = 4x
3	MON[4]	R/W	xb	MON4 标量。 0 = 1x , 1 = 4x
2	MON[3]	R/W	xb	MON3 标量。 0 = 1x , 1 = 4x
1	MON[2]	R/W	xb	MON2 标量。 0 = 1x , 1 = 4x
0	RSVD	R/W	0b	RSVD

7.5.1.2.11 UV_HF[2] 寄存器 (地址 = 0x30) [复位 = 0xXX]

表 7-35 中显示了 UV_HF[2]。

返回到[汇总表](#)。

通道 2 高频通道欠压阈值。

表 7-35. UV_HF[2] 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:0	THRESHOLD[7:0]	R/W	xxxxxxxxb	受监控通道的高频分量的欠压阈值。 8 位值的解释取决于寄存器 VRANGE_MULT 中的调节设置。 当调节 = 1x 时，8 位值代表 0.2V 至 1.475V 范围，1 LSB = 5mV。 当调节 = 4x 时，8 位值代表 0.8V 至 5.9V 范围，1 LSB = 20mV。

7.5.1.2.12 OV_HF[2] 寄存器 (地址 = 0x31) [复位 = 0xXX]

表 7-36 中显示了 OV_HF[2]。

返回到[汇总表](#)。

通道 2 高频通道过压阈值。

表 7-36. OV_HF[2] 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:0	THRESHOLD[7:0]	R/W	xxxxxxx	受监控通道的高频分量的过压阈值。 8 位值的解释取决于寄存器 VRANGE_MULT 中的调节设置。 当调节 = 1x 时，8 位值代表 0.2V 至 1.475V 范围，1 LSB = 5mV。 当调节 = 4x 时，8 位值代表 0.8V 至 5.9V 范围，1 LSB = 20mV。

7.5.1.2.13 FLT_HF[2] 寄存器 (地址 = 0x34) [复位 = 0xXX]

表 7-37 中显示了 FLT_HF[2]。

返回到[汇总表](#)。

高频阈值比较器输出的通道 2 UV 和 OV 去抖。

表 7-37. FLT_HF[2] 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:4	OV_DEB[3:0]	R/W	xxxx	高频监控路径的过压比较器输出去抖时间 (在输出处于稳定状态达到去抖时间之前不要置为有效)。 0000b = 0.1μs 1000b = 25.6μs 0001b = 0.2μs 1001b = 51.2μs 0010b = 0.4μs 1010b = 102.4μs 0011b = 0.8μs 1011b = 102.4μs 0100b = 1.6μs 1100b = 102.4μs 0101b = 3.2μs 1101b = 102.4μs 0110b = 6.4μs 1110b = 102.4μs 0111b = 12.8μs 1111b = 102.4μs
3:0	UV_DEB[3:0]	R/W	xxxx	高频监控路径的欠压比较器输出去抖时间 (在输出处于稳定状态达到去抖时间之前不要置为有效)。 0000b = 0.1μs 1000b = 25.6μs 0001b = 0.2μs 1001b = 51.2μs 0010b = 0.4μs 1010b = 102.4μs 0011b = 0.8μs 1011b = 102.4μs 0100b = 1.6μs 1100b = 102.4μs 0101b = 3.2μs 1101b = 102.4μs 0110b = 6.4μs 1110b = 102.4μs 0111b = 12.8μs 1111b = 102.4μs

7.5.1.2.14 FC_LF[2] 寄存器 (地址 = 0x35) [复位 = 0xXX]

表 7-38 中显示了 FC_LF[2]。

返回到[汇总表](#)。

通道 2 寄存器支持将过压或欠压故障映射到 NRST。

表 7-38. FC_LF[2] 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:5	RSVD	R/W	000b	RSVD
4	OVHF_TO_Nrst	R/W	xb	将 MON2 OVHF 故障映射到 NRST 0 = 未映射， 1 = 已映射
3	UVHF_TO_Nrst	R/W	xb	将 MON2 UVHF 故障映射到 NRST 0 = 未映射， 1 = 已映射
2:0	RSVD	R/W	000b	RSVD

7.5.1.2.15 UV_HF[3] 寄存器 (地址 = 0x40) [复位 = 0xXX]

表 7-39 中显示了 UV_HF[3]。

返回到[汇总表](#)。

通道 3 高频通道欠压阈值。

表 7-39. UV_HF[3] 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:0	THRESHOLD[7:0]	R/W	xxxxxxxxb	受监控通道的高频分量的欠压阈值。 8 位值的解释取决于寄存器 VRANGE_MULT 中的调节设置。 当调节 = 1x 时, 8 位值代表 0.2V 至 1.475V 范围, 1 LSB = 5mV。 当调节 = 4x 时, 8 位值代表 0.8V 至 5.9V 范围, 1 LSB = 20mV。

7.5.1.2.16 OV_HF[3] 寄存器 (地址 = 0x41) [复位 = 0xXX]

表 7-40 中显示了 OV_HF[3]。

返回到[汇总表](#)。

通道 3 高频通道过压阈值。

表 7-40. OV_HF[3] 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:0	THRESHOLD[7:0]	R/W	xxxxxxxxb	受监控通道的高频分量的过压阈值。 8 位值的解释取决于寄存器 VRANGE_MULT 中的调节设置。 当调节 = 1x 时, 8 位值代表 0.2V 至 1.475V 范围, 1 LSB = 5mV。 当调节 = 4x 时, 8 位值代表 0.8V 至 5.9V 范围, 1 LSB = 20mV。

7.5.1.2.17 FLT_HF[3] 寄存器 (地址 = 0x44) [复位 = 0xXX]

表 7-41 中显示了 FLT_HF[3]。

返回到[汇总表](#)。

高频阈值比较器输出的通道 3 UV 和 OV 去抖。

表 7-41. FLT_HF[3] 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:4	OV_DEB[3:0]	R/W	xxxxb	高频监控路径的过压比较器输出去抖时间 (在输出处于稳定状态达到去抖时间之前不要置为有效)。 0000b = 0.1μs 1000b = 25.6μs 0001b = 0.2μs 1001b = 51.2μs 0010b = 0.4μs 1010b = 102.4μs 0011b = 0.8μs 1011b = 102.4μs 0100b = 1.6μs 1100b = 102.4μs 0101b = 3.2μs 1101b = 102.4μs 0110b = 6.4μs 1110b = 102.4μs 0111b = 12.8μs 1111b = 102.4μs

表 7-41. FLT_HF[3] 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	说明
3:0	UV_DEB[3:0]	R/W	xxxxb	高频监控路径的欠压比较器输出去抖时间 (在输出处于稳定状态达到去抖时间之前不要置为有效)。 0000b = 0.1 μ s 1000b = 25.6 μ s 0001b = 0.2 μ s 1001b = 51.2 μ s 0010b = 0.4 μ s 1010b = 102.4 μ s 0011b = 0.8 μ s 1011b = 102.4 μ s 0100b = 1.6 μ s 1100b = 102.4 μ s 0101b = 3.2 μ s 1101b = 102.4 μ s 0110b = 6.4 μ s 1110b = 102.4 μ s 0111b = 12.8 μ s 1111b = 102.4 μ s

7.5.1.2.18 FC_LF[3] 寄存器 (地址 = 0x45) [复位 = 0xXX]

表 7-42 中显示了 FC_LF[3]。

返回到[汇总表](#)。

通道 3 寄存器支持将过压或欠压故障映射到 NRST。

表 7-42. FC_LF[3] 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:5	RSVD	R/W	000b	RSVD
4	OVHF_TO_NRST	R/W	xb	将 MON3 OVHF 故障映射到 NRST 0 = 未映射, 1 = 已映射
3	UVHF_TO_NRST	R/W	xb	将 MON3 UVHF 故障映射到 NRST 0 = 未映射, 1 = 已映射
2:0	RSVD	R/W	000b	RSVD

7.5.1.2.19 UV_HF[4] 寄存器 (地址 = 0x50) [复位 = 0xXX]

表 7-43 中显示了 UV_HF[4]。

返回到[汇总表](#)。

通道 4 高频通道欠压阈值。

表 7-43. UV_HF[4] 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:0	THRESHOLD[7:0]	R/W	xxxxxxxxb	受监控通道的高频分量的欠压阈值。 8 位值的解释取决于寄存器 VRANGE_MULT 中的调节设置。 当调节 = 1x 时, 8 位值代表 0.2V 至 1.475V 范围, 1 LSB = 5mV。 当调节 = 4x 时, 8 位值代表 0.8V 至 5.9V 范围, 1 LSB = 20mV。

7.5.1.2.20 OV_HF[4] 寄存器 (地址 = 0x51) [复位 = 0xXX]

表 7-44 中显示了 OV_HF[4]。

返回到[汇总表](#)。

通道 4 高频通道过压阈值。

表 7-44. OV_HF[4] 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:0	THRESHOLD[7:0]	R/W	xxxxxxx	受监控通道的高频分量的过压阈值。 8 位值的解释取决于寄存器 VRANGE_MULT 中的调节设置。 当调节 = 1x 时，8 位值代表 0.2V 至 1.475V 范围，1 LSB = 5mV。 当调节 = 4x 时，8 位值代表 0.8V 至 5.9V 范围，1 LSB = 20mV。

7.5.1.2.21 FLT_HF[4] 寄存器 (地址 = 0x54) [复位 = 0xXX]

表 7-45 中显示了 FLT_HF[4]。

返回到[汇总表](#)。

高频阈值比较器输出的通道 4 UV 和 OV 去抖。

表 7-45. FLT_HF[4] 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:4	OV_DEB[3:0]	R/W	xxxx	高频监控路径的过压比较器输出去抖时间 (在输出处于稳定状态达到去抖时间之前不要置为有效)。 0000b = 0.1μs 1000b = 25.6μs 0001b = 0.2μs 1001b = 51.2μs 0010b = 0.4μs 1010b = 102.4μs 0011b = 0.8μs 1011b = 102.4μs 0100b = 1.6μs 1100b = 102.4μs 0101b = 3.2μs 1101b = 102.4μs 0110b = 6.4μs 1110b = 102.4μs 0111b = 12.8μs 1111b = 102.4μs
3:0	UV_DEB[3:0]	R/W	xxxx	高频监控路径的欠压比较器输出去抖时间 (在输出处于稳定状态达到去抖时间之前不要置为有效)。 0000b = 0.1μs 1000b = 25.6μs 0001b = 0.2μs 1001b = 51.2μs 0010b = 0.4μs 1010b = 102.4μs 0011b = 0.8μs 1011b = 102.4μs 0100b = 1.6μs 1100b = 102.4μs 0101b = 3.2μs 1101b = 102.4μs 0110b = 6.4μs 1110b = 102.4μs 0111b = 12.8μs 1111b = 102.4μs

7.5.1.2.22 FC_LF[4] 寄存器 (地址 = 0x55) [复位 = 0xXX]

表 7-46 中显示了 FC_LF[4]。

返回到[汇总表](#)。

通道 4 寄存器支持将过压或欠压故障映射到 NRST。

表 7-46. FC_LF[4] 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:5	RSVD	R/W	000b	RSVD
4	OVHF_TO_Nrst	R/W	xb	将 MON4 OVHF 故障映射到 NRST 0 = 未映射， 1 = 已映射
3	UVHF_TO_Nrst	R/W	xb	将 MON4 UVHF 故障映射到 NRST 0 = 未映射， 1 = 已映射
2:0	RSVD	R/W	000b	RSVD

7.5.1.2.23 UV_HF[5] 寄存器 (地址 = 0x60) [复位 = 0xXX]

表 7-47 中显示了 UV_HF[5]。

返回到[汇总表](#)。

通道 5 高频通道欠压阈值。

表 7-47. UV_HF[5] 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:0	THRESHOLD[7:0]	R/W	xxxxxxxxb	受监控通道的高频分量的欠压阈值。 8 位值的解释取决于寄存器 VRANGE_MULT 中的调节设置。 当调节 = 1x 时, 8 位值代表 0.2V 至 1.475V 范围, 1 LSB = 5mV。 当调节 = 4x 时, 8 位值代表 0.8V 至 5.9V 范围, 1 LSB = 20mV。

7.5.1.2.24 OV_HF[5] 寄存器 (地址 = 0x61) [复位 = 0xXX]

表 7-48 中显示了 OV_HF[5]。

返回到[汇总表](#)。

通道 5 高频通道过压阈值。

表 7-48. OV_HF[5] 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:0	THRESHOLD[7:0]	R/W	xxxxxxxxb	受监控通道的高频分量的过压阈值。 8 位值的解释取决于寄存器 VRANGE_MULT 中的调节设置。 当调节 = 1x 时, 8 位值代表 0.2V 至 1.475V 范围, 1 LSB = 5mV。 当调节 = 4x 时, 8 位值代表 0.8V 至 5.9V 范围, 1 LSB = 20mV。

7.5.1.2.25 FLT_HF[5] 寄存器 (地址 = 0x64) [复位 = 0xXX]

表 7-49 中显示了 FLT_HF[5]。

返回到[汇总表](#)。

高频阈值比较器输出的通道 5 UV 和 OV 去抖。

表 7-49. FLT_HF[5] 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:4	OV_DEB[3:0]	R/W	xxxxb	高频监控路径的过压比较器输出去抖时间 (在输出处于稳定状态达到去抖时间之前不要置为有效)。 0000b = 0.1μs 1000b = 25.6μs 0001b = 0.2μs 1001b = 51.2μs 0010b = 0.4μs 1010b = 102.4μs 0011b = 0.8μs 1011b = 102.4μs 0100b = 1.6μs 1100b = 102.4μs 0101b = 3.2μs 1101b = 102.4μs 0110b = 6.4μs 1110b = 102.4μs 0111b = 12.8μs 1111b = 102.4μs

表 7-49. FLT_HF[5] 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	说明
3:0	UV_DEB[3:0]	R/W	xxxxb	高频监控路径的欠压比较器输出去抖时间 (在输出处于稳定状态达到去抖时间之前不要置为有效)。 0000b = 0.1μs 1000b = 25.6μs 0001b = 0.2μs 1001b = 51.2μs 0010b = 0.4μs 1010b = 102.4μs 0011b = 0.8μs 1011b = 102.4μs 0100b = 1.6μs 1100b = 102.4μs 0101b = 3.2μs 1101b = 102.4μs 0110b = 6.4μs 1110b = 102.4μs 0111b = 12.8μs 1111b = 102.4μs

7.5.1.2.26 FC_LF[5] 寄存器 (地址 = 0x65) [复位 = 0xXX]

表 7-50 中显示了 FC_LF[5]。

返回到[汇总表](#)。

通道 5 寄存器支持将过压或欠压故障映射到 NRST。

表 7-50. FC_LF[5] 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:5	RSVD	R/W	000b	RSVD
4	OVHF_TO_NRST	R/W	xb	将 MON5OVHF 故障映射到 NRST 0 = 未映射, 1 = 已映射
3	UVHF_TO_NRST	R/W	xb	将 MON5 UVHF 故障映射到 NRST 0 = 未映射, 1 = 已映射
2:0	RSVD	R/W	000b	RSVD

7.5.1.2.27 UV_HF[6] 寄存器 (地址 = 0x70) [复位 = 0xXX]

表 7-51 中显示了 UV_HF[6]。

返回到[汇总表](#)。

通道 6 高频通道欠压阈值。

表 7-51. UV_HF[6] 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:0	THRESHOLD[7:0]	R/W	xxxxxxxxb	受监控通道的高频分量的欠压阈值。 8 位值的解释取决于寄存器 VRANGE_MULT 中的调节设置。 当调节 = 1x 时, 8 位值代表 0.2V 至 1.475V 范围, 1 LSB = 5mV。 当调节 = 4x 时, 8 位值代表 0.8V 至 5.9V 范围, 1 LSB = 20mV。

7.5.1.2.28 OV_HF[6] 寄存器 (地址 = 0x71) [复位 = 0xXX]

表 7-52 中显示了 OV_HF[6]。

返回到[汇总表](#)。

通道 6 高频通道过压阈值。

表 7-52. OV_HF[6] 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:0	THRESHOLD[7:0]	R/W	xxxxxxx _b	受监控通道的高频分量的过压阈值。 8 位值的解释取决于寄存器 VRANGE_MULT 中的调节设置。 当调节 = 1x 时，8 位值代表 0.2V 至 1.475V 范围，1 LSB = 5mV。 当调节 = 4x 时，8 位值代表 0.8V 至 5.9V 范围，1 LSB = 20mV。

7.5.1.2.29 FLT_HF[6] 寄存器 (地址 = 0x74) [复位 = 0xXX]

表 7-53 中显示了 FLT_HF[6]。

返回到[汇总表](#)。

高频阈值比较器输出的通道 6 UV 和 OV 去抖。

表 7-53. FLT_HF[6] 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:4	OV_DEB[3:0]	R/W	xxxx _b	高频监控路径的过压比较器输出去抖时间 (在输出处于稳定状态达到去抖时间之前不要置为有效)。 0000 _b = 0.1μs 1000 _b = 25.6μs 0001 _b = 0.2μs 1001 _b = 51.2μs 0010 _b = 0.4μs 1010 _b = 102.4μs 0011 _b = 0.8μs 1011 _b = 102.4μs 0100 _b = 1.6μs 1100 _b = 102.4μs 0101 _b = 3.2μs 1101 _b = 102.4μs 0110 _b = 6.4μs 1110 _b = 102.4μs 0111 _b = 12.8μs 1111 _b = 102.4μs
3:0	UV_DEB[3:0]	R/W	xxxx _b	高频监控路径的欠压比较器输出去抖时间 (在输出处于稳定状态达到去抖时间之前不要置为有效)。 0000 _b = 0.1μs 1000 _b = 25.6μs 0001 _b = 0.2μs 1001 _b = 51.2μs 0010 _b = 0.4μs 1010 _b = 102.4μs 0011 _b = 0.8μs 1011 _b = 102.4μs 0100 _b = 1.6μs 1100 _b = 102.4μs 0101 _b = 3.2μs 1101 _b = 102.4μs 0110 _b = 6.4μs 1110 _b = 102.4μs 0111 _b = 12.8μs 1111 _b = 102.4μs

7.5.1.2.30 FC_LF[6] 寄存器 (地址 = 0x75) [复位 = 0xXX]

表 7-54 中显示了 FC_LF[6]。

返回到[汇总表](#)。

通道 6 寄存器支持将过压或欠压故障映射到 NRST。

表 7-54. FC_LF[6] 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:5	RSVD	R/W	000 _b	RSVD
4	OVHF_TO_NRST	R/W	x _b	将 MON6OVHF 故障映射到 NRST 0 = 未映射， 1 = 已映射
3	UVHF_TO_NRST	R/W	x _b	将 MON6UVHF 故障映射到 NRST 0 = 未映射， 1 = 已映射
2:0	RSVD	R/W	000 _b	RSVD

7.5.1.2.31 UV_HF[7] 寄存器 (地址 = 0x80) [复位 = 0xXX]

表 7-55 中显示了 UV_HF[7]。

返回到[汇总表](#)。

通道 7 高频通道欠压阈值。

表 7-55. UV_HF[7] 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:0	THRESHOLD[7:0]	R/W	xxxxxxxxb	受监控通道的高频分量的欠压阈值。 8 位值的解释取决于寄存器 VRANGE_MULT 中的调节设置。 当调节 = 1x 时, 8 位值代表 0.2V 至 1.475V 范围, 1 LSB = 5mV。 当调节 = 4x 时, 8 位值代表 0.8V 至 5.9V 范围, 1 LSB = 20mV。

7.5.1.2.32 OV_HF[7] 寄存器 (地址 = 0x81) [复位 = 0xXX]

表 7-56 中显示了 OV_HF[7]。

返回到[汇总表](#)。

通道 7 高频通道过压阈值。

表 7-56. OV_HF[7] 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:0	THRESHOLD[7:0]	R/W	xxxxxxxxb	受监控通道的高频分量的过压阈值。 8 位值的解释取决于寄存器 VRANGE_MULT 中的调节设置。 当调节 = 1x 时, 8 位值代表 0.2V 至 1.475V 范围, 1 LSB = 5mV。 当调节 = 4x 时, 8 位值代表 0.8V 至 5.9V 范围, 1 LSB = 20mV。

7.5.1.2.33 FLT_HF[7] 寄存器 (地址 = 0x84) [复位 = 0xXX]

表 7-57 中显示了 FLT_HF[7]。

返回到[汇总表](#)。

高频阈值比较器输出的通道 7 UV 和 OV 去抖。

表 7-57. FLT_HF[7] 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:4	OV_DEB[3:0]	R/W	xxxxb	高频监控路径的过压比较器输出去抖时间 (在输出处于稳定状态达到去抖时间之前不要置为有效)。 0000b = 0.1μs 1000b = 25.6μs 0001b = 0.2μs 1001b = 51.2μs 0010b = 0.4μs 1010b = 102.4μs 0011b = 0.8μs 1011b = 102.4μs 0100b = 1.6μs 1100b = 102.4μs 0101b = 3.2μs 1101b = 102.4μs 0110b = 6.4μs 1110b = 102.4μs 0111b = 12.8μs 1111b = 102.4μs

表 7-57. FLT_HF[7] 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	说明
3:0	UV_DEB[3:0]	R/W	xxxxb	高频监控路径的欠压比较器输出去抖时间 (在输出处于稳定状态达到去抖时间之前不要置为有效)。 0000b = 0.1μs 1000b = 25.6μs 0001b = 0.2μs 1001b = 51.2μs 0010b = 0.4μs 1010b = 102.4μs 0011b = 0.8μs 1011b = 102.4μs 0100b = 1.6μs 1100b = 102.4μs 0101b = 3.2μs 1101b = 102.4μs 0110b = 6.4μs 1110b = 102.4μs 0111b = 12.8μs 1111b = 102.4μs

7.5.1.2.34 FC_LF[7] 寄存器 (地址 = 0x85) [复位 = 0xXX]

表 7-58 中显示了 FC_LF[7]。

返回到[汇总表](#)。

通道 7 寄存器支持将过压或欠压故障映射到 NRST。

表 7-58. FC_LF[7] 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:5	RSVD	R/W	000b	RSVD
4	OVHF_TO_NRST	R/W	xb	将 MON7 OVHF 故障映射到 NRST 0 = 未映射, 1 = 已映射
3	UVHF_TO_NRST	R/W	xb	将 MON7 UVHF 故障映射到 NRST 0 = 未映射, 1 = 已映射
2:0	RSVD	R/W	000b	RSVD

7.5.1.2.35 TI_CONTROL 寄存器 (地址 = 0x9F) [复位 = 0xXX]

表 7-59 中显示了 TS_CONTROL。

返回到[汇总表](#)。

通过 I2C/ESM 抗尖峰脉冲/复位延迟实现手动 BIST/WD EN/手动复位

表 7-59. TS_CONTROL 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	ENTER_BIST	R/W	0b	手动 BIST。 1 = 进入 BIST
6	WDT_EN	R/W	xb	看门狗 EN 与硬件 WD_EN 引脚一起使用。 1 = 启用看门狗, 0 = 禁用看门狗
5	I2C_MR	R/W	0b	手动复位。 1 = 将 NRST 置为低电平有效
4:3	RSVD	R/W	00b	RSVD

表 7-59. TS_CONTROL 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	说明
2:0	RST_DLY[2:0]	R/W	xxxb	复位延迟 000 = 200μs 001 = 1ms 010 = 10ms 011 = 16ms 100 = 20ms 101 = 70ms 110 = 100ms 111 = 200ms

7.5.1.2.36 AMSK_ON 寄存器 (地址 = 0xA1) [复位 = 0xXX]

表 7-60 中显示了 AMSK_ON。

返回到[汇总表](#)。

上电转换时自动屏蔽 UVHF 和 OVHF 中断。

表 7-60. AMSK_ON 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RSVD	R/W	0b	RSVD
6	MON[7]	R/W	xb	MON7 上电时自动屏蔽。 0 = 禁用 1 = 启用
5	MON[6]	R/W	xb	MON6 上电时自动屏蔽。 0 = 禁用 1 = 启用
4	MON[5]	R/W	xb	MON5 上电时自动屏蔽。 0 = 禁用 1 = 启用
3	MON[4]	R/W	xb	MON4 上电时自动屏蔽。 0 = 禁用 1 = 启用
2	MON[3]	R/W	xb	MON3 上电时自动屏蔽。 0 = 禁用 1 = 启用
1	MON[2]	R/W	xb	MON2 上电时自动屏蔽。 0 = 禁用 1 = 启用
0	RSVD	R/W	0b	RSVD

7.5.1.2.37 AMSK_OFF 寄存器 (地址 = 0xA2) [复位 = 0xXX]

表 7-61 中显示了 AMSK_OFF。

返回到[汇总表](#)。

断电转换时自动屏蔽 UVHF 和 OVHF 中断。

表 7-61. AMSK_OFF 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RSVD	R/W	0b	RSVD

表 7-61. AMSK_OFF 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	说明
6	MON[7]	R/W	xb	MON7 断电时自动屏蔽。 0 = 禁用 1 = 启用
5	MON[6]	R/W	xb	MON6 断电时自动屏蔽。 0 = 禁用 1 = 启用
4	MON[5]	R/W	xb	MON5 断电时自动屏蔽。 0 = 禁用 1 = 启用
3	MON[4]	R/W	xb	MON4 断电时自动屏蔽。 0 = 禁用 1 = 启用
2	MON[3]	R/W	xb	MON3 断电时自动屏蔽。 0 = 禁用 1 = 启用
1	MON[2]	R/W	xb	MON2 断电时自动屏蔽。 0 = 禁用 1 = 启用
0	RSVD	R/W	0b	RSVD

7.5.1.2.38 SEQ_TOUT_MSB 寄存器 (地址 = 0xA5) [复位 = 0xXX]

表 7-62 中显示了 SEQ_TOUT_MSB。

返回到[汇总表](#)。

上电和断电期间的 UV 故障超时。

表 7-62. SEQ_TOUT_MSB 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:0	MILLISEC[15:8]	R/W	xxxxxxxxb	序列超时持续时间 MSB，超时后，自动屏蔽 (AMSK_XXX) 被释放， IEN_xVxF 中断变为活动状态。 0x0000 = 1ms 0x0001 = 2ms 当未指定最大值时，最好能够将该超时设置为最长 4s、最短 256ms (只使用地址 0xA6 上的低位字节)。

7.5.1.2.39 SEQ_TOUT_LSB 寄存器 (地址 = 0xA6) [复位 = 0xXX]

表 7-63 中显示了 SEQ_TOUT_LSB。

返回到[汇总表](#)。

上电和断电期间的 UV 故障超时。

表 7-63. SEQ_TOUT_LSB 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:0	MILLISEC[7:0]	R/W	xxxxxxxxb	序列超时持续时间 LSB，超时后，自动屏蔽 (AMSK_XXX) 被释放， IEN_xVxF 中断变为活动状态。 0x0000 = 1ms 0x0001 = 2ms 当未指定最大值时，最好能够将该超时设置为最长 4s、最短 256ms (只使用地址 0xA6 上的低位字节)。

7.5.1.2.40 SEQ_UP_THLD 寄存器 (地址 = 0xA8) [复位 = 0xXX]

表 7-64 中显示了 SEQ_UP_THLD。

返回到[汇总表](#)。

为上电而释放 AMSK 的阈值 (VMON 视为开启)。

表 7-64. SEQ_UP_THLD 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RSVD	R/W	0b	RSVD
6	MON[7]	R/W	xb	用于上电监视器屏蔽的 OFF (200mV) 阈值选择： 00b = 使用 OFF 阈值 (200mV)
5	MON[6]	R/W	xb	用于上电监视器屏蔽的 OFF (200mV) 阈值选择： 00b = 使用 OFF 阈值 (200mV)
4	MON[5]	R/W	xb	用于上电监视器屏蔽的 OFF (200mV) 阈值选择： 00b = 使用 OFF 阈值 (200mV)
3	MON[4]	R/W	xb	用于上电监视器屏蔽的 OFF (200mV) 阈值选择： 00b = 使用 OFF 阈值 (200mV)
2	MON[3]	R/W	xb	用于上电监视器屏蔽的 OFF (200mV) 阈值选择： 00b = 使用 OFF 阈值 (200mV)
1	MON[2]	R/W	xb	用于上电监视器屏蔽的 OFF (200mV) 阈值选择： 00b = 使用 OFF 阈值 (200mV)
0	RSVD	R/W	0b	RSVD

7.5.1.2.41 SEQ_DN_THLD 寄存器 (地址 = 0xA9) [复位 = 0xXX]

表 7-65 中显示了 SEQ_DN_THLD。

返回到[汇总表](#)。

为断电而释放 AMSK 的阈值 (VMON 视为关闭)。

表 7-65. SEQ_DN_THLD 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RSVD	R/W	0b	RSVD
6	MON[7]	R/W	xb	断电监视器屏蔽的 OFF (200mV) 阈值选择： 00b = 使用 OFF 阈值 (200mV)
5	MON[6]	R/W	xb	断电监视器屏蔽的 OFF (200mV) 阈值选择： 00b = 使用 OFF 阈值 (200mV)
4	MON[5]	R/W	xb	断电监视器屏蔽的 OFF (200mV) 阈值选择： 00b = 使用 OFF 阈值 (200mV)
3	MON[4]	R/W	xb	断电监视器屏蔽的 OFF (200mV) 阈值选择： 00b = 使用 OFF 阈值 (200mV)
2	MON[3]	R/W	xb	断电监视器屏蔽的 OFF (200mV) 阈值选择： 00b = 使用 OFF 阈值 (200mV)
1	MON[2]	R/W	xb	断电监视器屏蔽的 OFF (200mV) 阈值选择： 00b = 使用 OFF 阈值 (200mV)
0	RSVD	R/W	xb	RSVD

7.5.1.2.42 WDT_CFG 寄存器 (地址 = 0xAA) [复位 = 0xXX]

表 7-66 展示了 WDT_CFG。

返回到[汇总表](#)。

WD 的最大违例计数和启动窗口的延迟乘法器。

表 7-66. WDT_CFG 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RSVD	R/W	0b	RSVD
6:4	MAX_VIOLATION_COUNT	R/W	xxx b	看门狗的最大违例计数 000 = 0 001 = 1 010 = 2 011 = 3 100 = 4 101 = 5 110 = 6 111 = 7
3	RSVD	R/W	0b	RSVD
2:0	WDT_Startup_DLY_MULT IPLIER[2:0]	R/W	xxx b	看门狗启动延迟乘法器 000 = 0 001 = 1 010 = 2 011 = 3 100 = 4 101 = 5 110 = 6 111 = 7

7.5.1.2.43 WDT_CLOSE 寄存器 (地址 = 0xAB) [复位 = 0xXX]

[表 7-67](#) 展示了 WDT_CLOSE。

返回到[汇总表](#)。

闭窗口时间。

表 7-67. WDT_CLOSE 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:0	CLOSE[7:0]	R/W	xxxxxxxx b	闭窗口时间 (1ms 至 864ms)

7.5.1.2.44 WDT_OPEN 寄存器 (地址 = 0xAC) [复位 = 0xXX]

[表 7-68](#) 展示了 WDT_OPEN。

返回到[汇总表](#)。

开窗口时间。

表 7-68. WDT_OPEN 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:0	OPEN[7:0]	R/W	xxxxxxxx b	开窗口时间 (1ms 至 864ms)

7.5.1.2.45 BANK_SEL 寄存器 (地址 = 0xF0) [复位 = 0x00]

[表 7-69](#) 中显示了 BANK_SEL。

返回到[汇总表](#)。

组选择。

表 7-69. BANK_SEL 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:1	RSVD	R/W	0000000b	RSVD
0	BANK_Select	R/W	0b	表示组选择。 0 = 组 0 1 = 组 1

8 应用和实施

备注

以下应用部分中的信息不属于 TI 元件规格，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客户应负责确定各元件是否适用于其应用。客户应验证并测试其设计是否能够实现，以确保系统功能。

8.1 应用信息

现代 SOC 和 FPGA 器件通常具有多个电源轨，可为 IC 内的不同模块供电。准确的电压电平和时序要求很常见，必须满足这些要求才能确保此类器件正常运行。通过结合使用 TPS388C0x-Q1 和多通道电压序列发生器，可以满足目标 SoC 或 FPGA 器件的加电和断电时序控制要求以及内核电压要求。此设计侧重于使用 TPS388C0x-Q1 来满足 SoC 的时序要求。

8.2 典型应用

8.2.1 汽车类多通道序列发生器和监视器

图 8-1 显示了 TPS388C0x-Q1 的典型应用。TPS388C0x-Q1 用于为目标 SOC 器件提供适当的电压监控。多通道电压监控器 TPS388C0x-Q1 用于在电压轨加电和断电时监控电压轨，以确认两种情况下都发生了正确的序列。安全微控制器还用于向 TPS388C0x-Q1 和序列发生器提供 ACT、NIRQ 和 I²C 命令。来自安全微控制器的 ACT 信号会确定 TPS388C0x-Q1 何时进入活动或 SHDN 状态，而 TPS388C0x-Q1 的 NIRQ 引脚充当中断引脚，该引脚在发生故障时置位。主机微控制器可以通过向受影响的寄存器写入 1 来清除故障。为简单起见，TPS388C0-Q1 电压监控器设计方框图中未显示安全微控制器的电源轨。

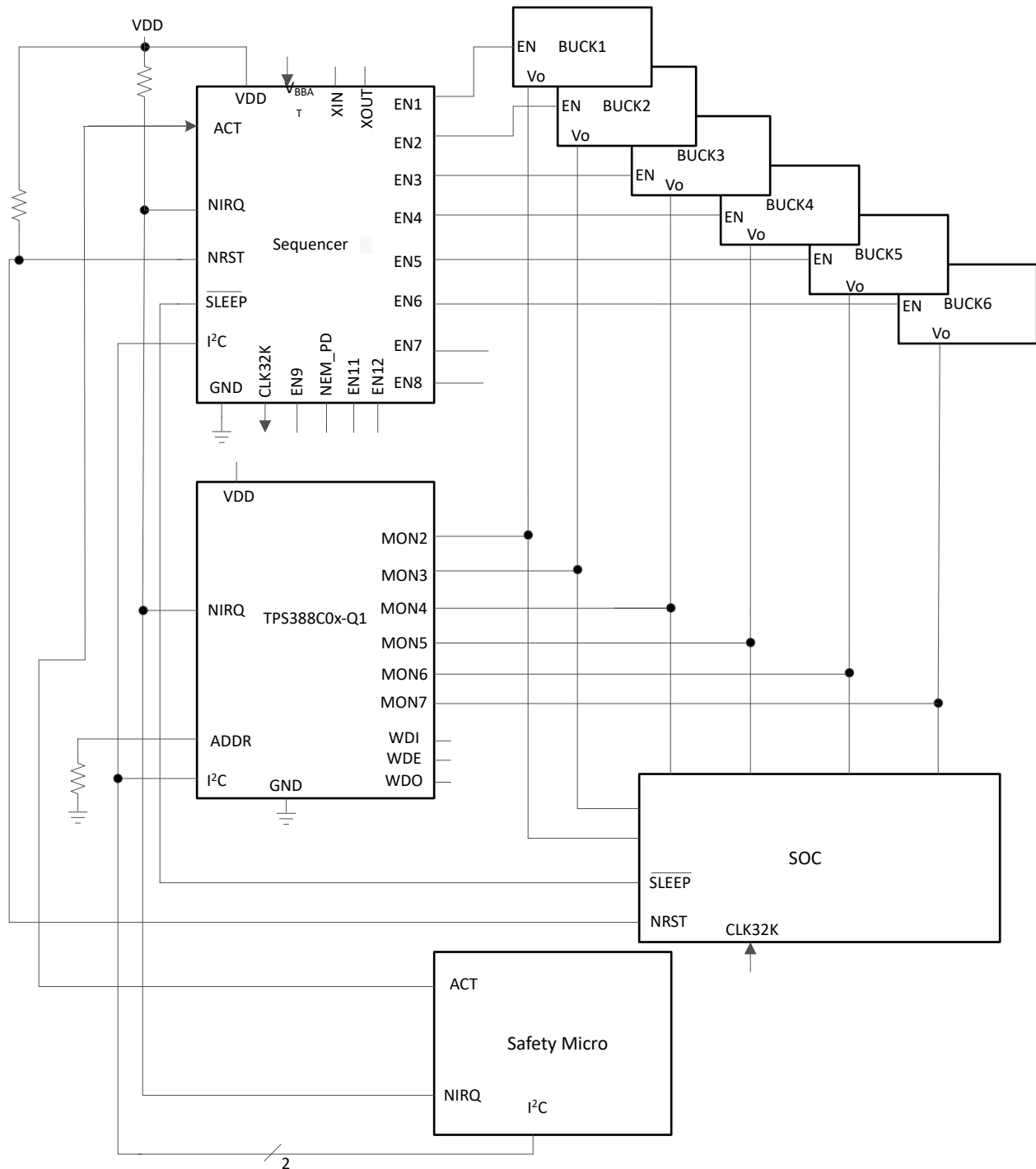


图 8-1. TPS388C0-Q1 电压监控器设计方框图

8.2.2 设计要求

- 在此设计中，需要正确监控由直流/直流转换器提供的三个不同电压轨。
- 将通过一个外部硬件中断信号来报告时序控制中检测到的所有故障。
- 所有检测到的故障将记录在内部寄存器中，并可通过 I²C 访问外部处理器。

8.2.3 详细设计过程

- TPS388C0x-Q1 器件选项使用过压、欠压的默认值进行了预编程。
- NIRQ 引脚需要一个 $1\text{k}\Omega$ 至 $100\text{k}\Omega$ 范围内的上拉电阻器。
- NRST 引脚需要一个 $1\text{k}\Omega$ 至 $100\text{k}\Omega$ 范围内的上拉电阻器。
- ACT 引脚需要一个 $1\text{k}\Omega$ 至 $100\text{k}\Omega$ 范围内的上拉电阻器。
- SDA 和 SCL 线路需要 $10\text{k}\Omega$ 范围内的上拉电阻器。
- 安全微控制器用于清除通过 NIRQ 中断引脚以及 INT_SCR1 和 INT_SCR2 寄存器报告的故障中断。中断标志只能由主机微控制器通过 **write-1-to-clear** 操作清零；如果故障条件不再存在，中断标志不会自动清除。

8.2.4 应用曲线

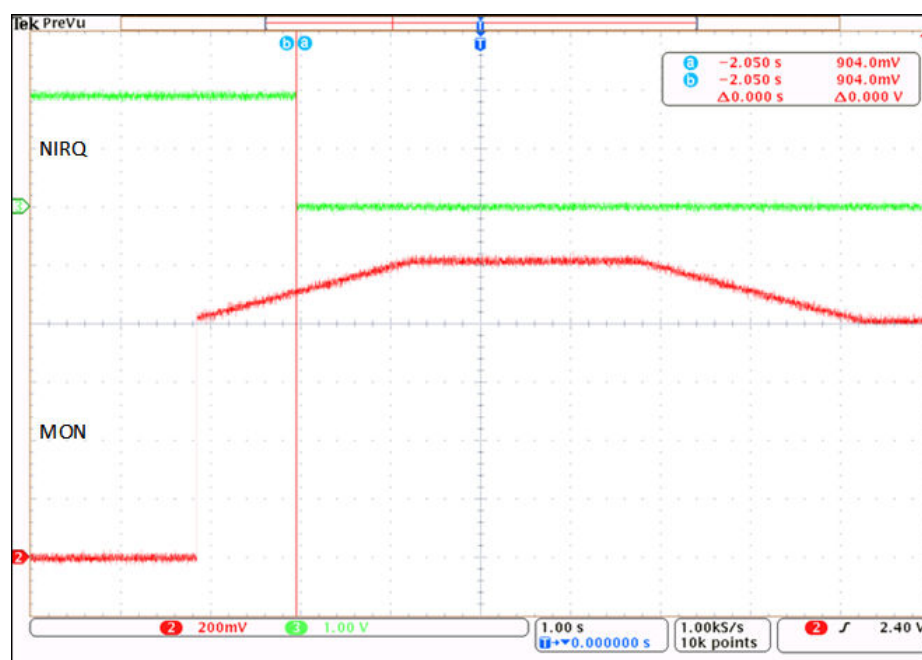


图 8-2. 发生过压故障后触发 NIRQ

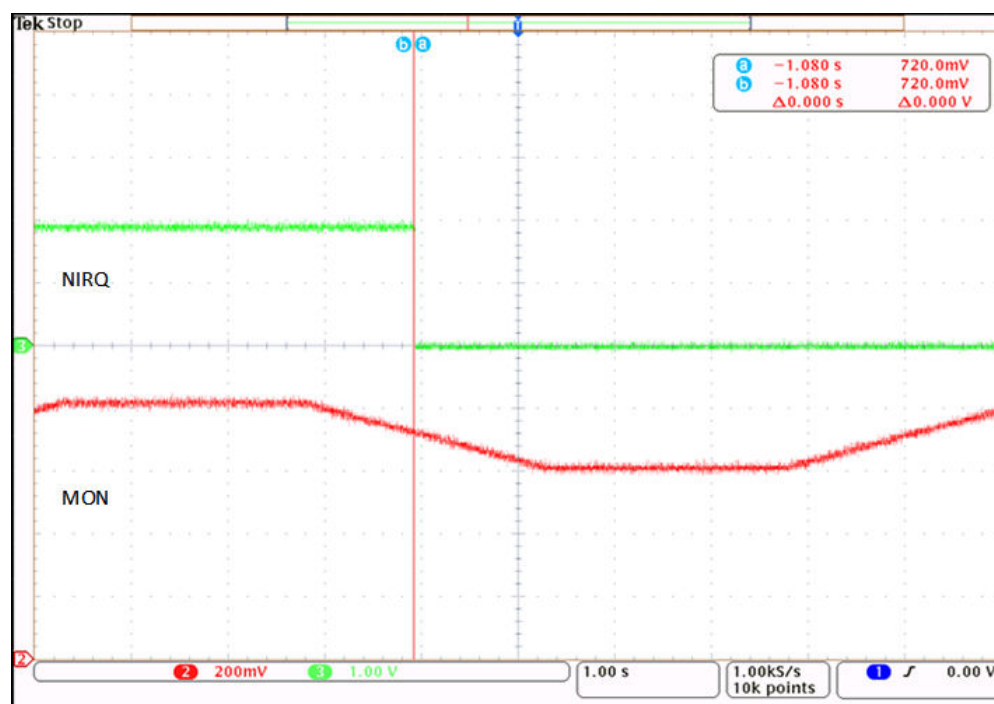


图 8-3. 发生欠压故障后触发 NIRQ

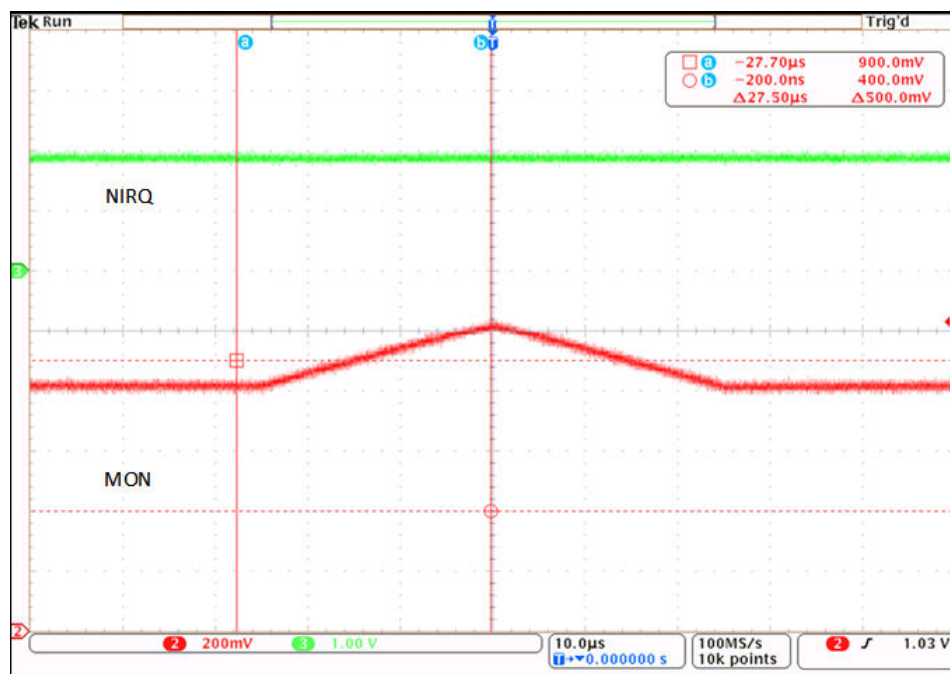


图 8-4. 使用 51.2us OV 去抖滤波器时，发生过压故障时不触发 NIRQ

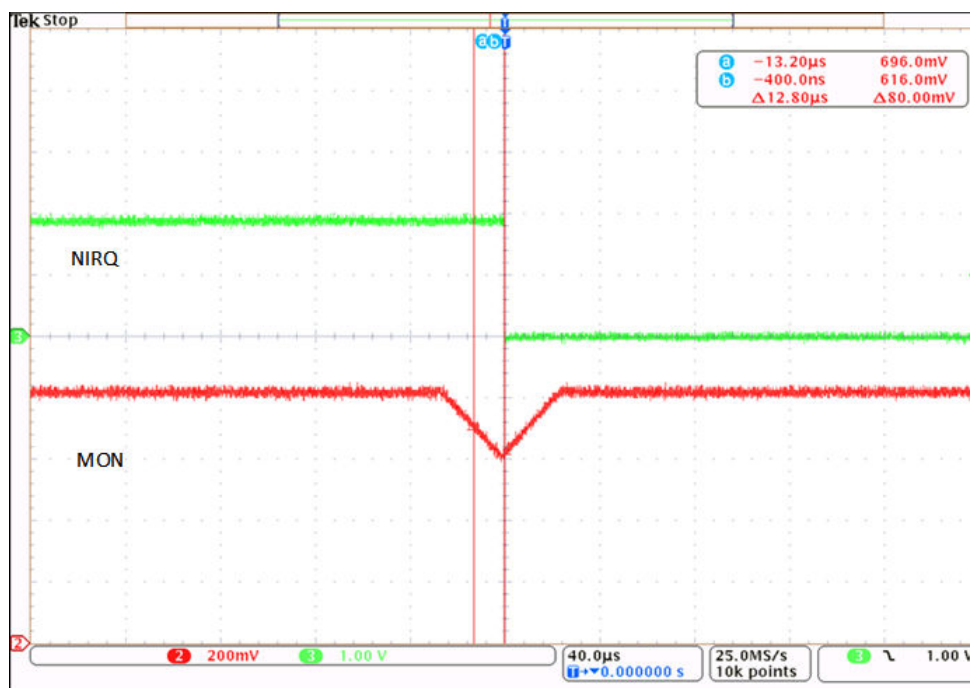


图 8-5. 使用 12.8us UV 去抖滤波器时，发生欠压故障时触发 NIRQ

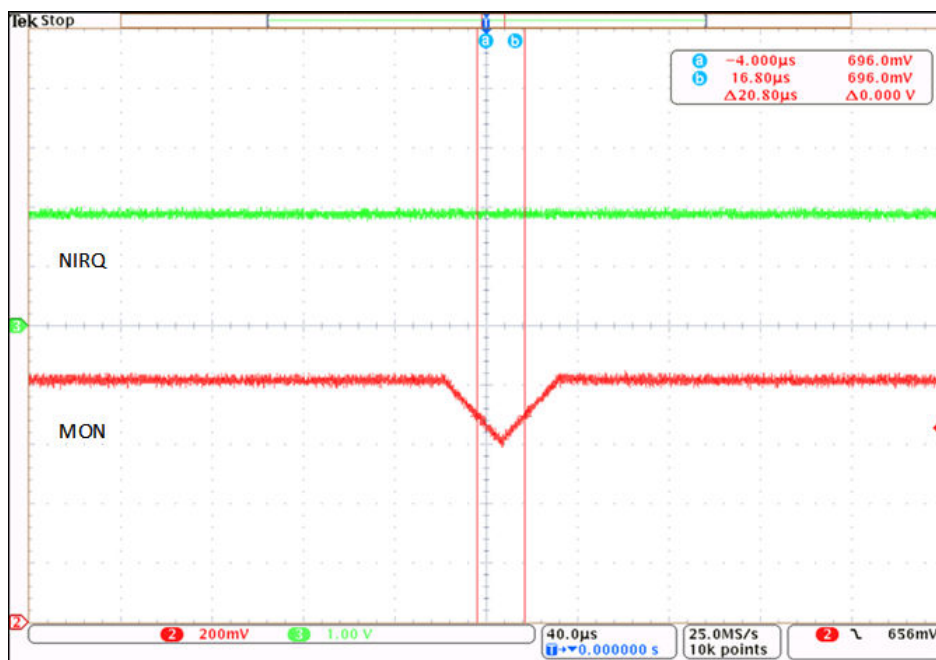


图 8-6. 使用 25us UV 去抖滤波器时，发生欠压故障时不触发 NIRQ

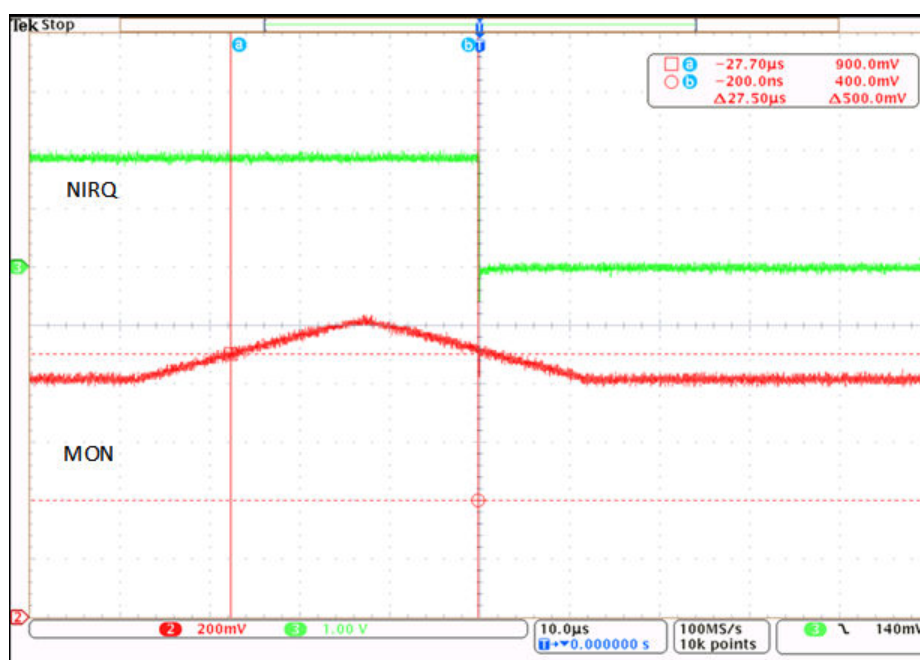


图 8-7. 使用 25us OV 去抖滤波器时，发生过压故障时触发 NIRQ

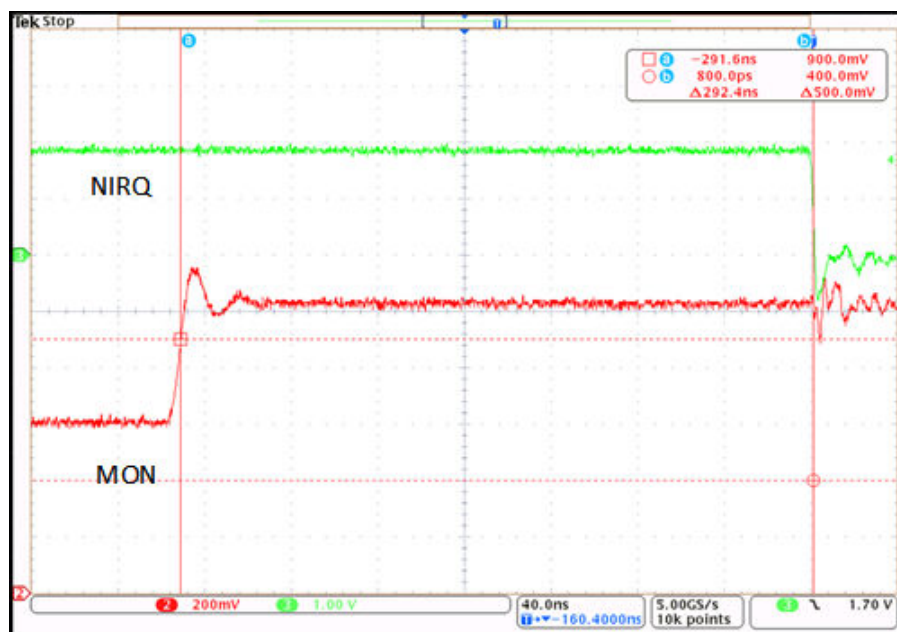


图 8-8. 过压故障导致的 NIRQ 传播延迟

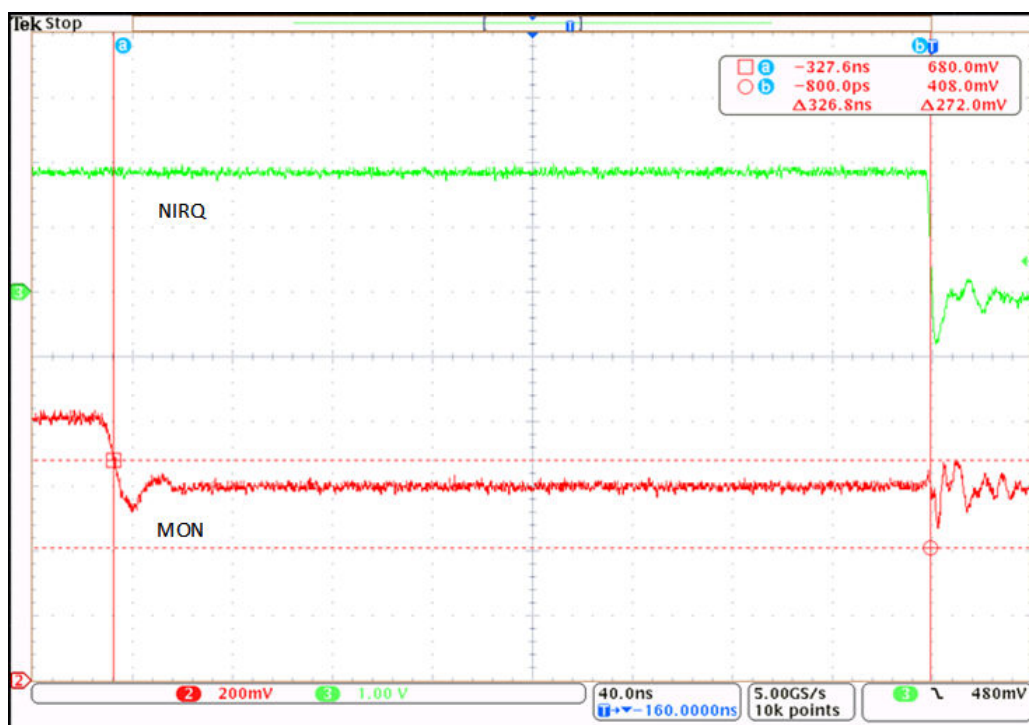


图 8-9. 欠压故障导致的 NIRQ 传播延迟

8.3 电源相关建议

8.3.1 电源指南

该器件设计为由电压范围为 2.5V 至 5.5V 的输入电源供电。TPS388C0x-Q1 的 VDD 引脚的绝对最大额定值为 6V。良好的模拟实践是根据输入电压电源噪声，在 VDD 引脚和 GND 引脚之间放置一个 0.1μF 至 1μF 的电容

器。如果为 VDD 供电的电压电源易受任何超过最大规格的大电压瞬变的影响，则必须采取额外的预防措施。有关详情，请参阅 [SNVA849](#)。

8.4 布局

8.4.1 布局指南

- 外部元件应尽量靠近器件放置。该配置可防止发生寄生误差。
- 避免对 VDD 电源节点使用长布线。VDD 电容器以及从电源到电容器的寄生电感可以形成 LC 电路，并产生峰值电压高于最大 VDD 电压的振铃。
- 避免使用较长的布线将电压输入到 MON 引脚。长布线会增加寄生电感并导致监控和诊断不准确。
- 如果 MON1 和/或 MON2 需要差分电压检测，则将 RS_1/2 引脚连接到测量点
- 敏感的模拟布线不能与数字布线平行。尽可能避免数字布线与模拟布线交叉，仅在必要时可垂直交叉布线。

8.4.2 布局示例

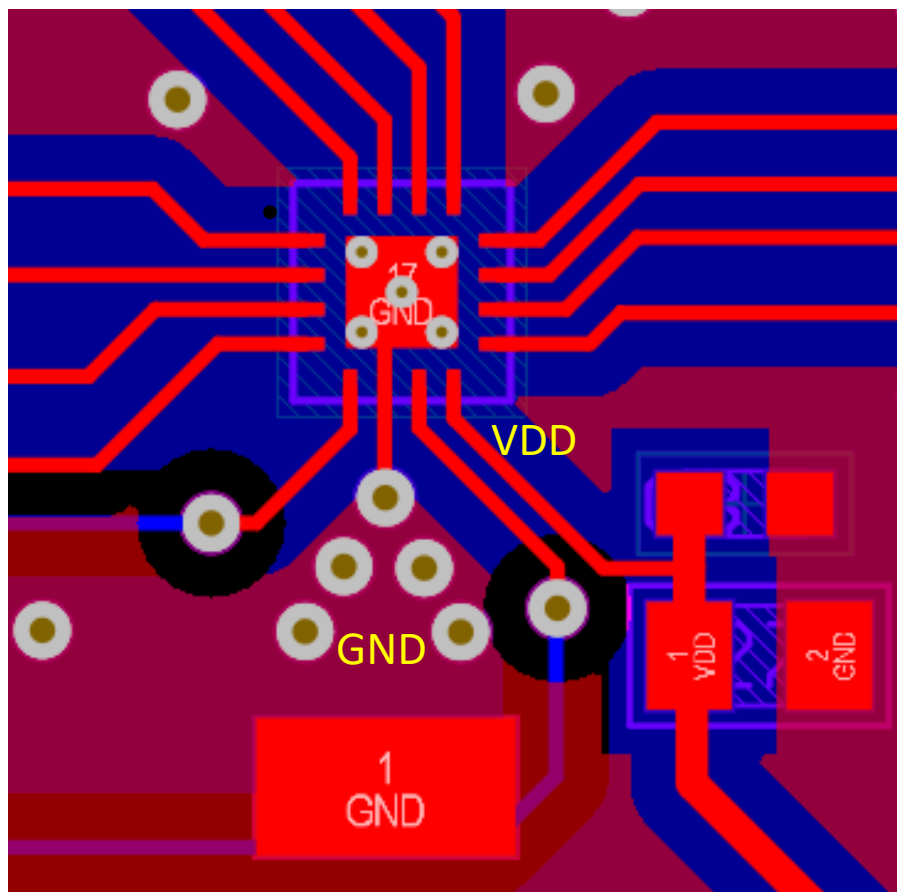


图 8-10. 建议布局

9 器件和文档支持

9.1 器件命名规则

表 9-1 和 表 9-2 显示了如何根据器件型号来解码器件的功能。

表 9-1. TPS388C06-Q1 的器件阈值

订购代码	阈值	VMON2 (V)	VMON3 (V)	VMON4 (V)	VMON5 (V)	VMON6 (V)	VMON7 (V)
TPS388C06001RTER-Q1	UV_HF/ OV_HF	3.0/3.6	1.08/1.30	1.60/1.98	0.90/1.1	1.60/1.98	2.72/3.6

表 9-2. 器件配置表

订购代码	WD 闭/开窗 口	调节	OV/UV 去 抖	NRST 映射	WD 故障 映射	BIST	SEQ 超时/ 复位延迟	PEC (1)	I ² C 上拉电压 (V)	WD 违例计 数/WD 启动乘 法器
TPS388C06001RTER	10ms/ 188ms	4/4/4/4/4 /4	102.4 μ s	MON7	NIRQ	POR 时	25ms/20ms	禁用	3.3	1/0

(1) 对于启用了 PEC 的器件：

- PEC 计算基于初始化为 0x00。
- 如果出现 PEC 违规，则需要 NIRQ 被置为有效之前进行下一个 I²C 事务。
- 如果给出了不正确的 PEC，TPS388C0x-Q1 将使 NIRQ 置为有效。
- 如果成功写入正确的 PEC 字节后有额外的字节，则 NIRQ 会被置为有效，写入将失败。

9.2 文档支持

9.3 接收文档更新通知

要接收文档更新通知，请导航至 [ti.com](https://www.ti.com) 上的器件产品文件夹。点击 [通知](#) 进行注册，即可每周接收产品信息更改摘要。有关更改的详细信息，请查看任何已修订文档中包含的修订历史记录。

9.4 支持资源

[TI E2E™ 中文支持论坛](#) 是工程师的重要参考资料，可直接从专家处获得快速、经过验证的解答和设计帮助。搜索现有解答或提出自己的问题，获得所需的快速设计帮助。

链接的内容由各个贡献者“按原样”提供。这些内容并不构成 TI 技术规范，并且不一定反映 TI 的观点；请参阅 TI 的 [使用条款](#)。

9.5 商标

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

9.6 静电放电警告



静电放电 (ESD) 会损坏这个集成电路。德州仪器 (TI) 建议通过适当的预防措施处理所有集成电路。如果不遵守正确的处理和安装程序，可能会损坏集成电路。

ESD 的损坏小至导致微小的性能降级，大至整个器件故障。精密的集成电路可能更容易受到损坏，这是因为非常细微的参数更改都可能会导致器件与其发布的规格不相符。

9.7 术语表

[TI 术语表](#) 本术语表列出并解释了术语、首字母缩略词和定义。

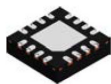
10 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

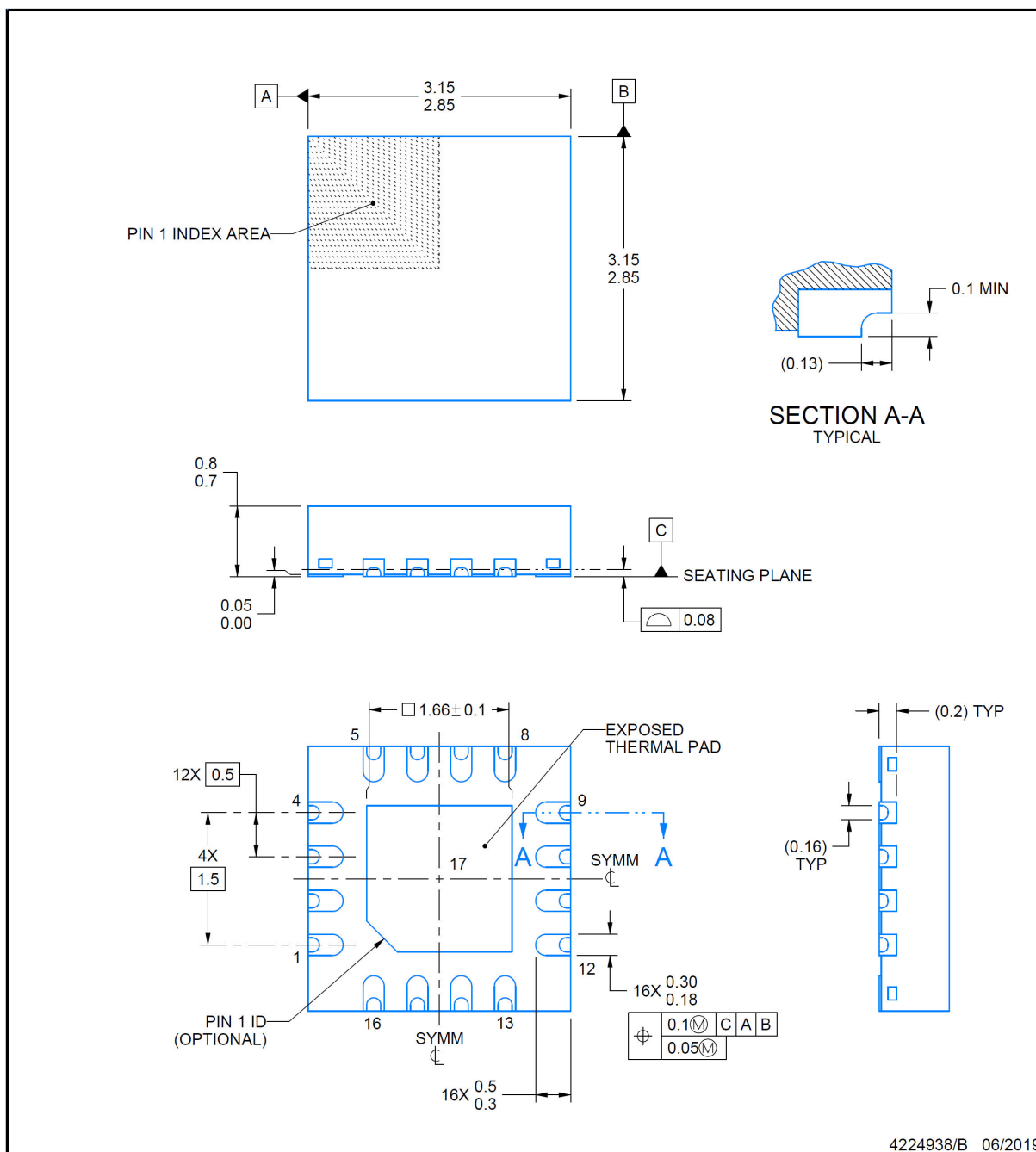
日期	修订版本	注释
April 2025	*	初始发行版

11 机械、封装和可订购信息

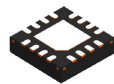
以下页面包含机械、封装和可订购信息。这些信息是指定器件可用的最新数据。数据如有变更，恕不另行通知，且不会对此文档进行修订。有关此数据表的浏览器版本，请查阅左侧的导航栏。

**RTE0016K****PACKAGE OUTLINE****WQFN - 0.8 mm max height**

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD

**NOTES:**

1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for thermal and mechanical performance.

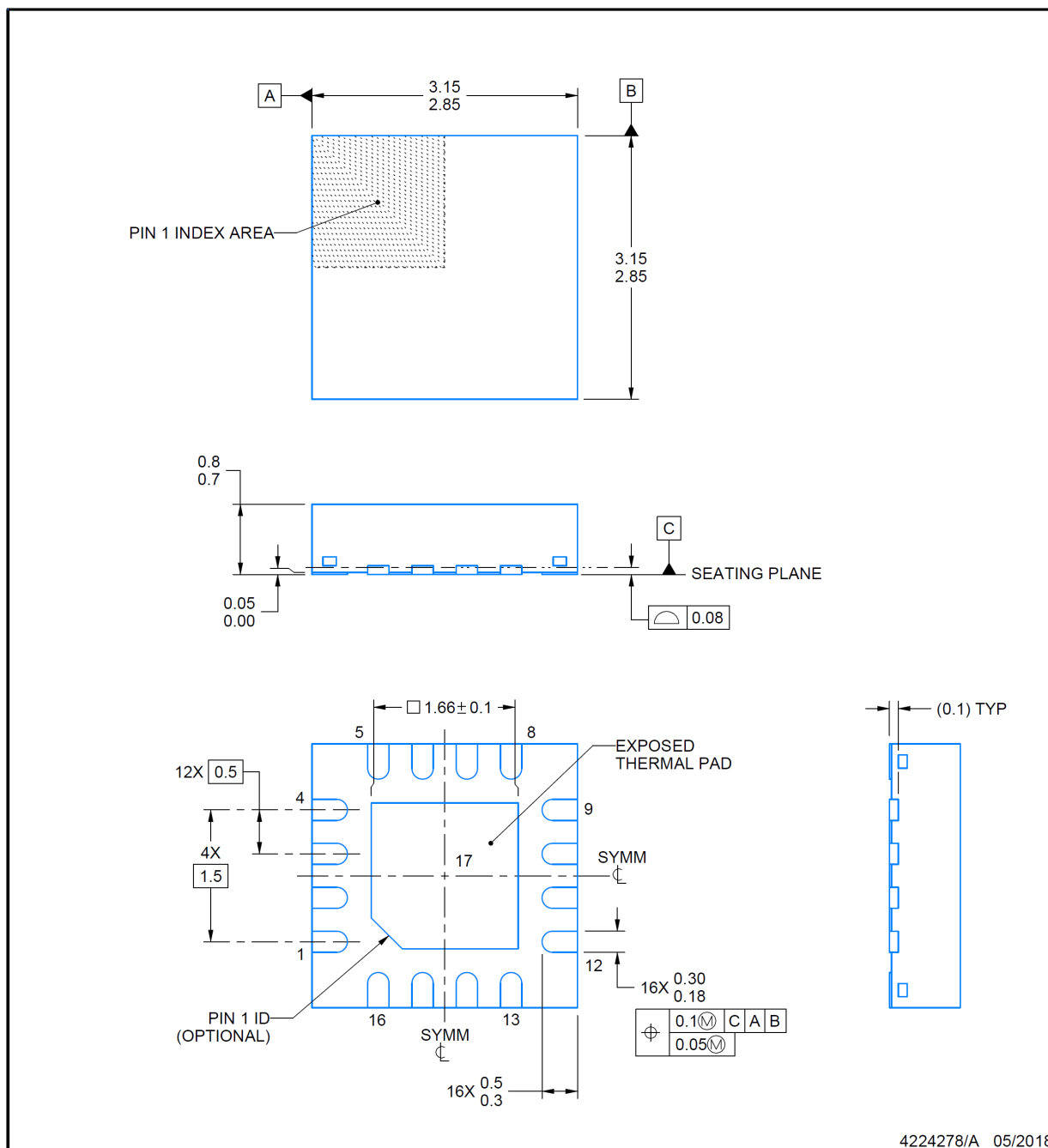


RTE0016J

PACKAGE OUTLINE

WQFN - 0.8 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD

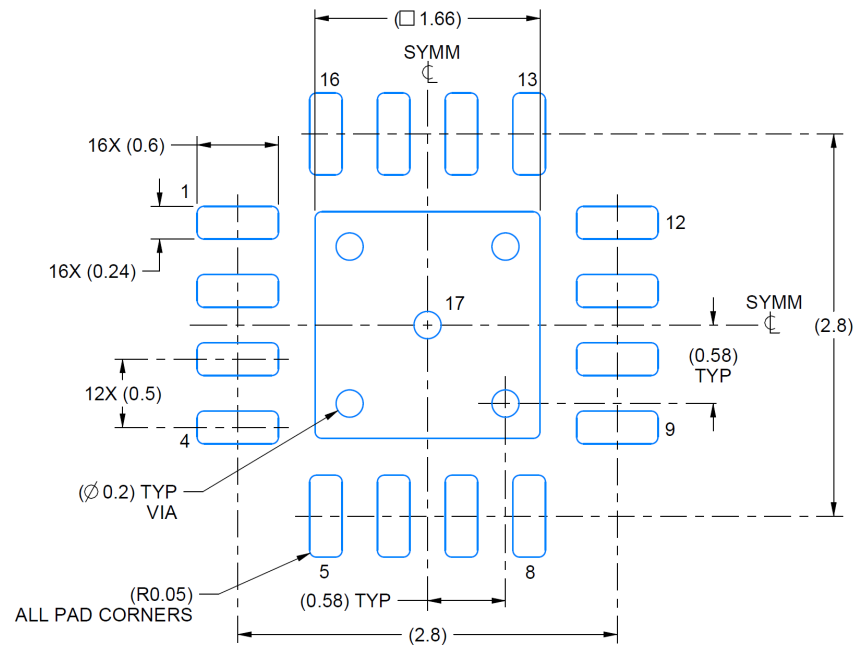


NOTES:

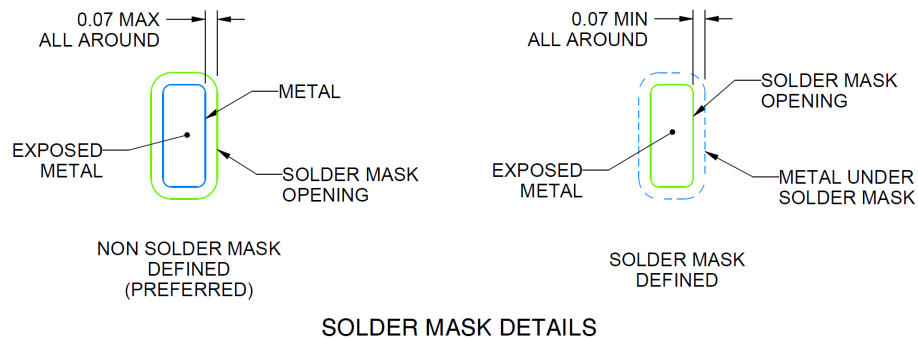
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for thermal and mechanical performance.

EXAMPLE BOARD LAYOUT**RTE0016K****WQFN - 0.8 mm max height**

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE:20X



4224938/B 06/2019

NOTES: (continued)

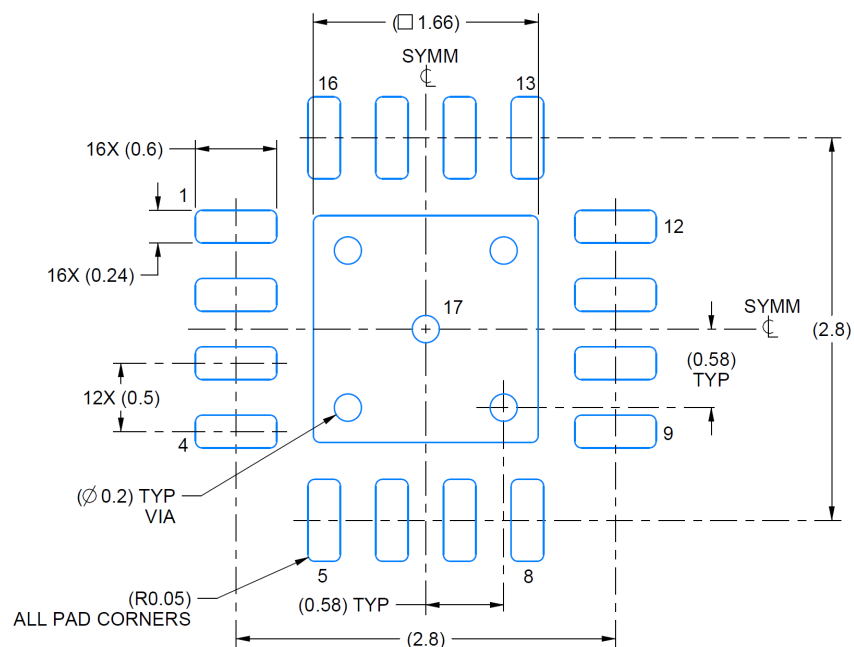
4. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/sluea271).
5. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

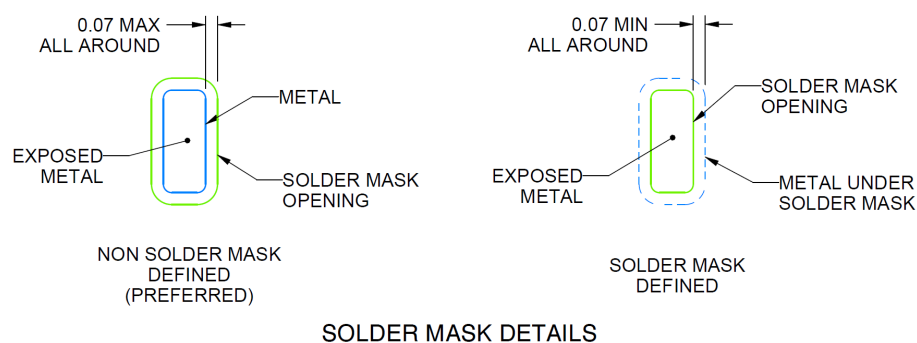
RTE0016J

WQFN - 0.8 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE:20X



4224278/A 05/2018

NOTES: (continued)

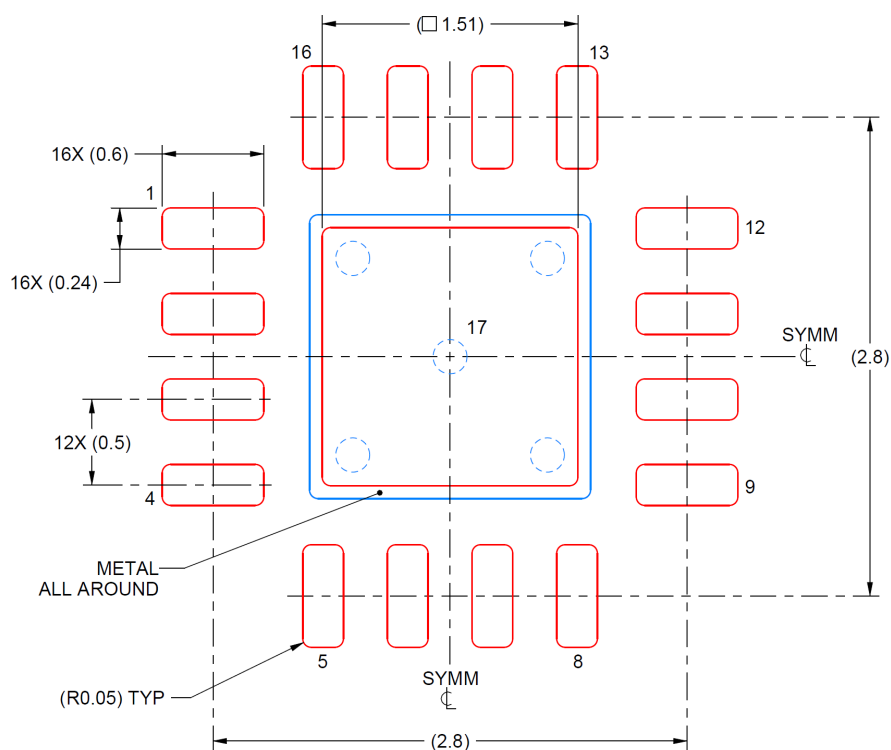
4. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/sluea271).
5. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

RTE0016K

WQFN - 0.8 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD 17:
84% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA UNDER PACKAGE
SCALE:25X

4224938/B 06/2019

NOTES: (continued)

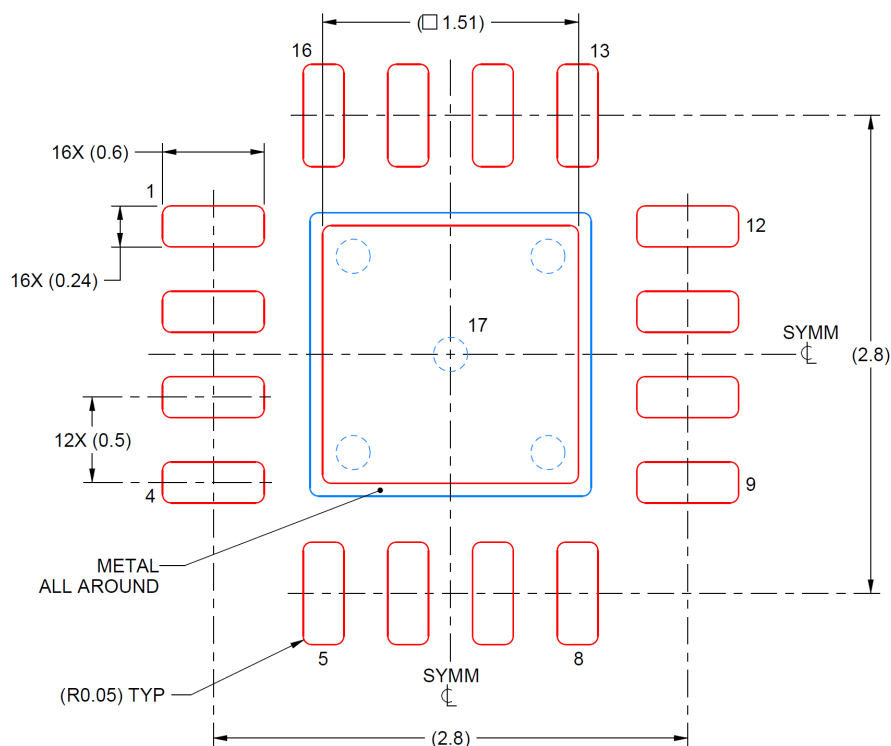
6. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

RTE0016J

WQFN - 0.8 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL
EXPOSED PAD 17:
84% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA UNDER PACKAGE
SCALE:25X

4224278/A 05/2018

NOTES: (continued)

6. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package Pins	Package qty Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
TPS388C06001RTERQ1	Active	Production	WQFN (RTE) 16	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	TC060
TPS388C06001RTERQ1.A	Active	Production	WQFN (RTE) 16	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	TC060

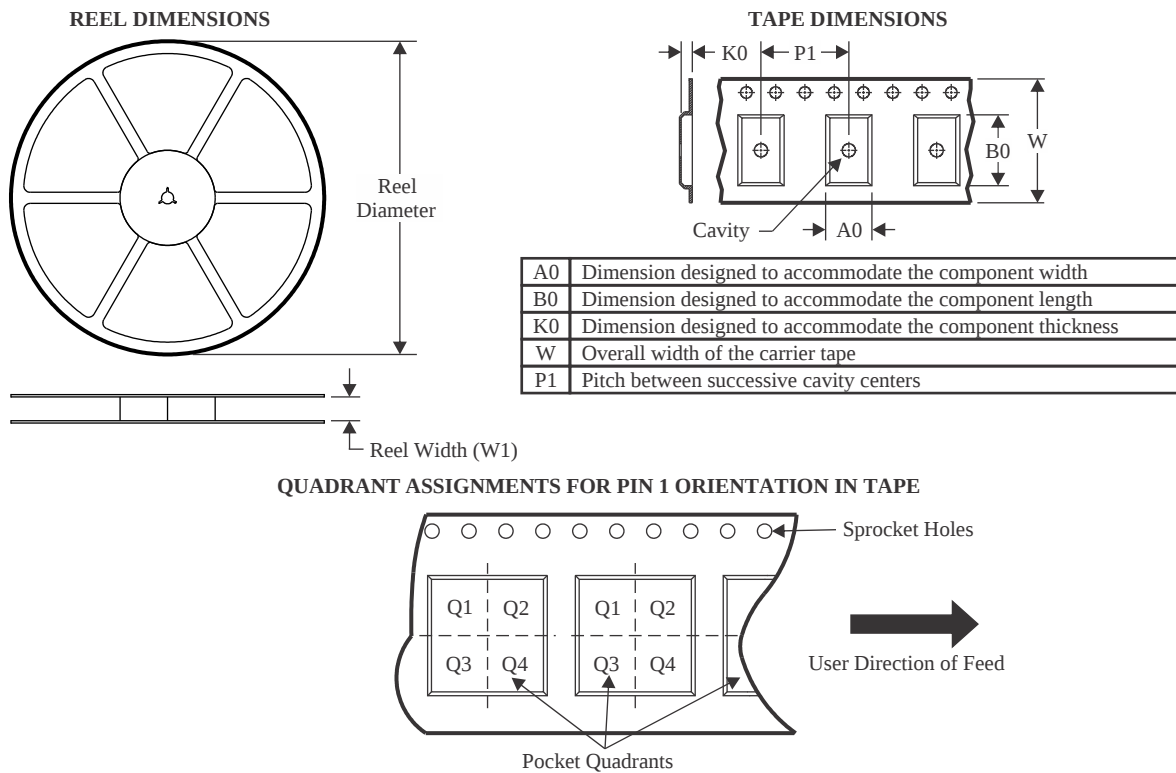
- ⁽¹⁾ **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).
- ⁽²⁾ **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.
- ⁽³⁾ **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.
- ⁽⁴⁾ **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.
- ⁽⁵⁾ **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.
- ⁽⁶⁾ **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "-" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer:The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

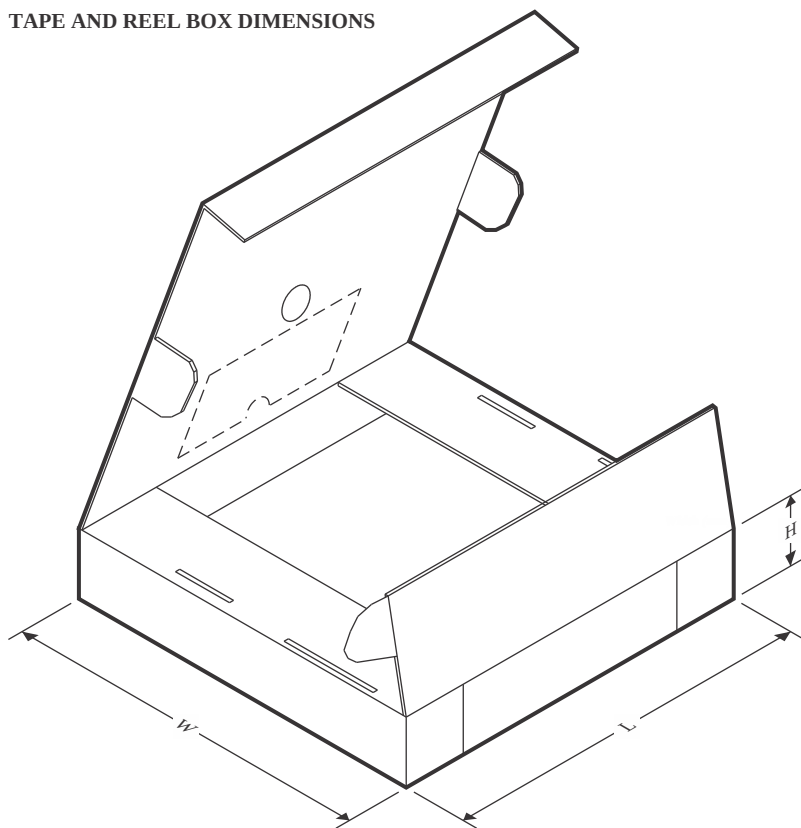
TAPE AND REEL INFORMATION



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
TPS388C06001RTERQ1	WQFN	RTE	16	3000	330.0	12.4	3.3	3.3	1.1	8.0	12.0	Q2

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
TPS388C06001RTERQ1	WQFN	RTE	16	3000	360.0	360.0	36.0

GENERIC PACKAGE VIEW

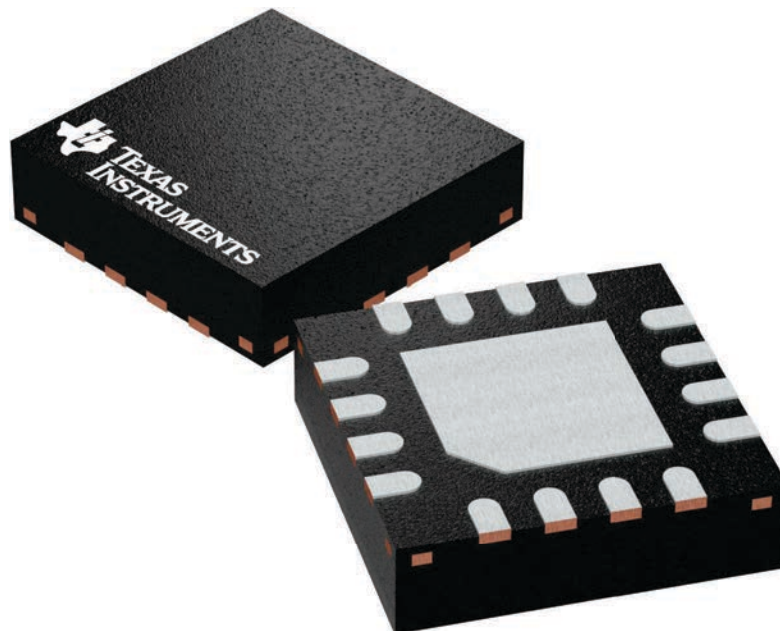
RTE 16

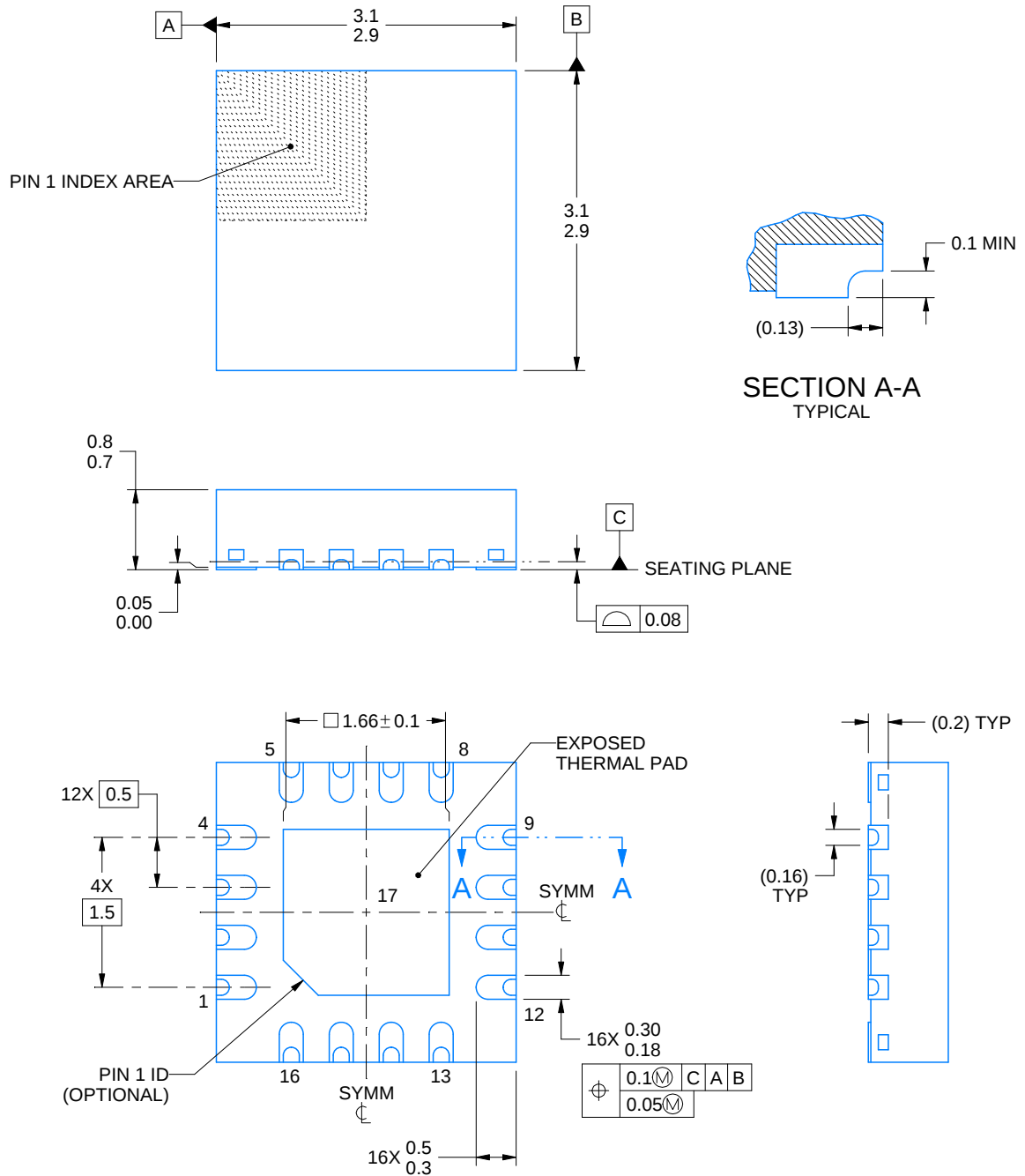
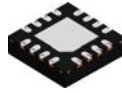
WQFN - 0.8 mm max height

3 x 3, 0.5 mm pitch

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD

This image is a representation of the package family, actual package may vary.
Refer to the product data sheet for package details.





4224938/C 03/2022

NOTES:

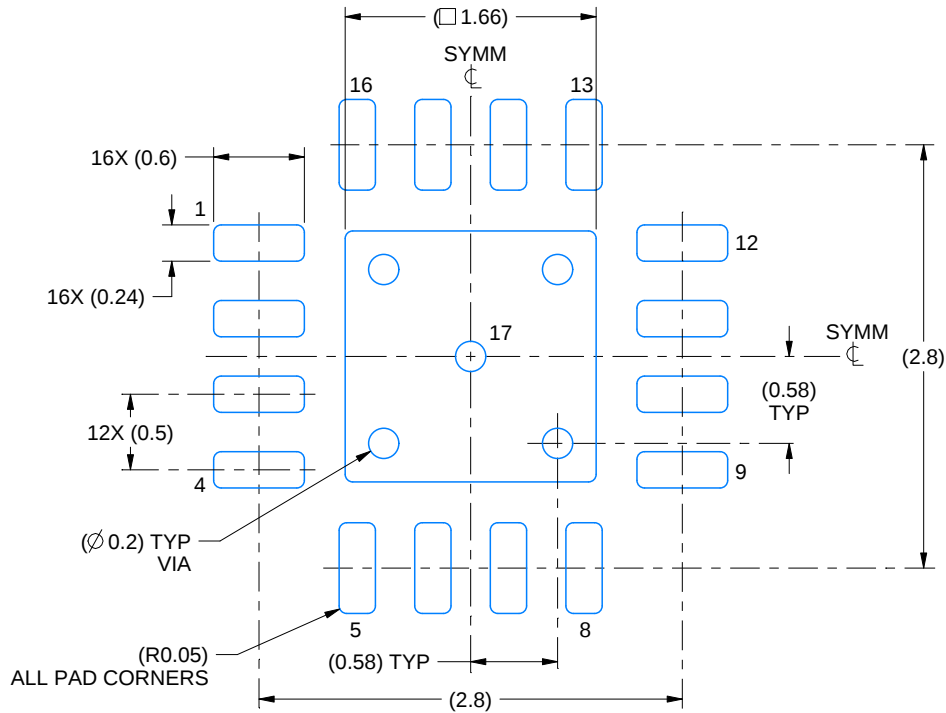
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for thermal and mechanical performance.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

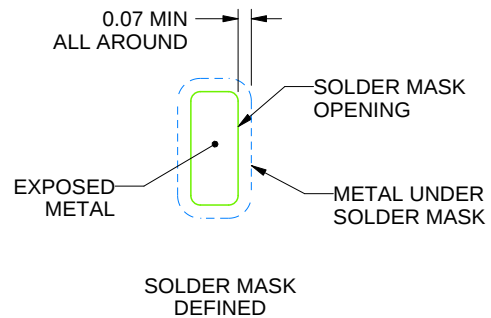
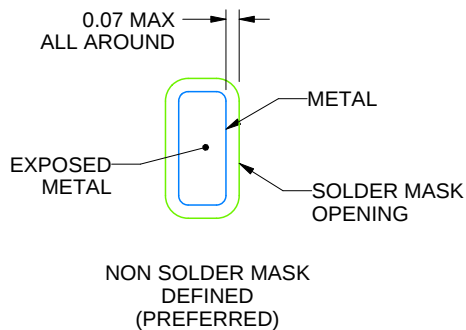
RTE0016K

WQFN - 0.8 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE:20X



SOLDER MASK DETAILS

4224938/C 03/2022

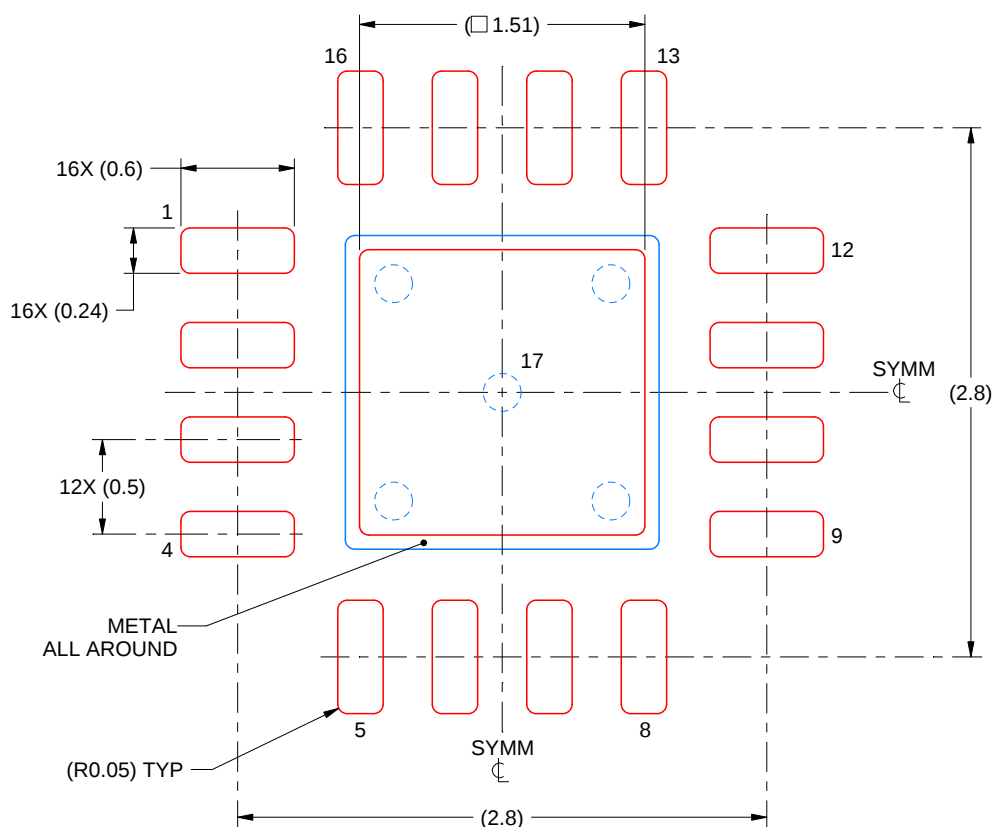
NOTES: (continued)

4. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/sluea271).
5. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

RTE0016K

WQFN - 0.8 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



SOLDER PASTE EXAMPLE BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD 17:
84% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA UNDER PACKAGE
SCALE:25X

4224938/C 03/2022

NOTES: (continued)

6. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保法规或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月