

TPS1HB08-Q1 40V、8mΩ 单通道汽车类智能高边开关

1 特性

- 符合面向汽车应用的 AEC-Q100 标准
 - 温度等级 1: -40°C 至 125°C
 - 器件 HBM ESD 分类等级 2
 - 器件 CDM ESD 分类等级 C4B
 - 可承受 40V 负载突降
- 功能安全型
 - 可提供用于功能安全系统设计的文档
- 单通道智能高边开关, 具有 8mΩ R_{ON} ($T_J = 25^\circ\text{C}$)
- 可通过可调电流限制提高系统级可靠性
 - 电流限制设定范围点为 6.4A 至 70A
 - 版本 F: 94A 固定 I_{LIM}
- 强大的集成式输出保护:
 - 集成热保护
 - 接地短路和电池短路保护
 - 反向电池事件保护包括 FET 通过反向电压自动开启
 - 电池电量耗尽和接地失效时自动关闭
 - 集成输出钳位对电感负载进行消磁
 - 可配置故障处理
- 模拟检测输出可配置, 实现精准测量:
 - 负载电流
 - 器件温度
- 通过 SNS 引脚或 FLT 引脚提供故障指示
 - 开路负载和电池短路检测

2 应用

- 汽车显示模块
- 65W 汽车前照灯
- ADAS 模块
- 座椅舒适模块
- 变速器控制单元
- HVAC 控制模块
- 车身控制模块
- 白炽灯和 LED 照明

3 说明

TPS1HB08-Q1 器件是一款适用于 12V 汽车系统的智能高边开关。该器件集成了强大的保护和诊断功能, 可确保即使在汽车系统发生短路等不利事件时也能提供输出端口保护。该器件通过可靠的电流限制来防止故障, 根据器件型号的不同, 电流限制可调节范围为 6.4A 至 70A 或者设置为 94A。高电流限制范围允许在需要大瞬态电流的负载中使用。低电流限制范围可为无需高峰值电流的负载提供更完善的保护。该器件能够可靠地驱动各种负载分布。

TPS1HB08-Q1 还能够提供可改进负载诊断的高精度模拟电流检测。通过向系统 MCU 报告负载电流和器件温度, 该器件可实现预测性维护和负载诊断, 从而延长系统寿命。

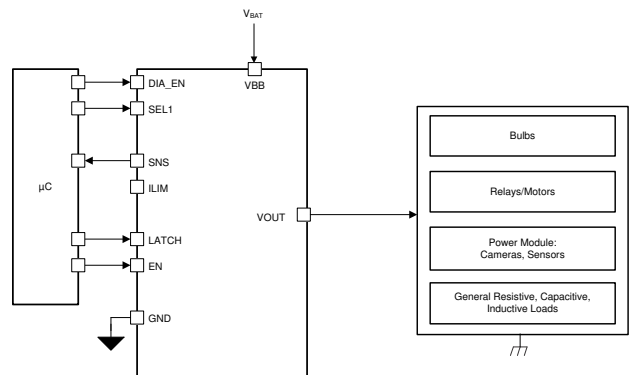
TPS1HB08-Q1 采用 HTSSOP 封装, 可减小 PCB 尺寸。

封装信息

器件型号 ⁽¹⁾	封装	封装尺寸 ⁽²⁾
TPS1HB08-Q1	HTSSOP (16)	5.00mm × 4.40mm

(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)。



简化版原理图



内容

1 特性	1	8.2 功能方框图	20
2 应用	1	8.3 特性说明	20
3 说明	1	8.4 器件功能模式	32
4 器件比较表	3	9 应用和实施	34
5 引脚配置和功能	4	9.1 应用信息.....	34
5.1 未使用引脚的推荐连接.....	5	9.2 典型应用：电阻式加热器负载.....	37
6 规格	6	9.3 典型应用：前照灯灯泡负载.....	40
6.1 绝对最大额定值.....	6	9.4 电源相关建议.....	41
6.2 ESD 等级.....	6	9.5 布局.....	41
6.3 建议运行条件.....	6	10 器件和文档支持	43
6.4 热性能信息.....	7	10.1 文档支持.....	43
6.5 电气特性.....	7	10.2 接收文档更新通知.....	43
6.6 SNS 时序特性.....	10	10.3 支持资源.....	43
6.7 开关特性.....	10	10.4 商标.....	43
6.8 典型特性.....	12	10.5 静电放电警告.....	43
7 参数测量信息	17	10.6 术语表.....	43
8 详细说明	19	11 修订历史记录	43
8.1 概述.....	19	12 机械、封装和可订购信息	44

4 器件比较表

表 4-1. 器件选项

器件版本	器件型号	电流限值	电流限制范围	过流行为
A	TPS1HB08A-Q1	电阻器可编程	6.4A 至 32A	立即禁用开关
B	TPS1HB08B-Q1	电阻器可编程	14A 至 70A	立即禁用开关
F	TPS1HB08F-Q1	内部设置	94A	立即禁用开关

5 引脚配置和功能

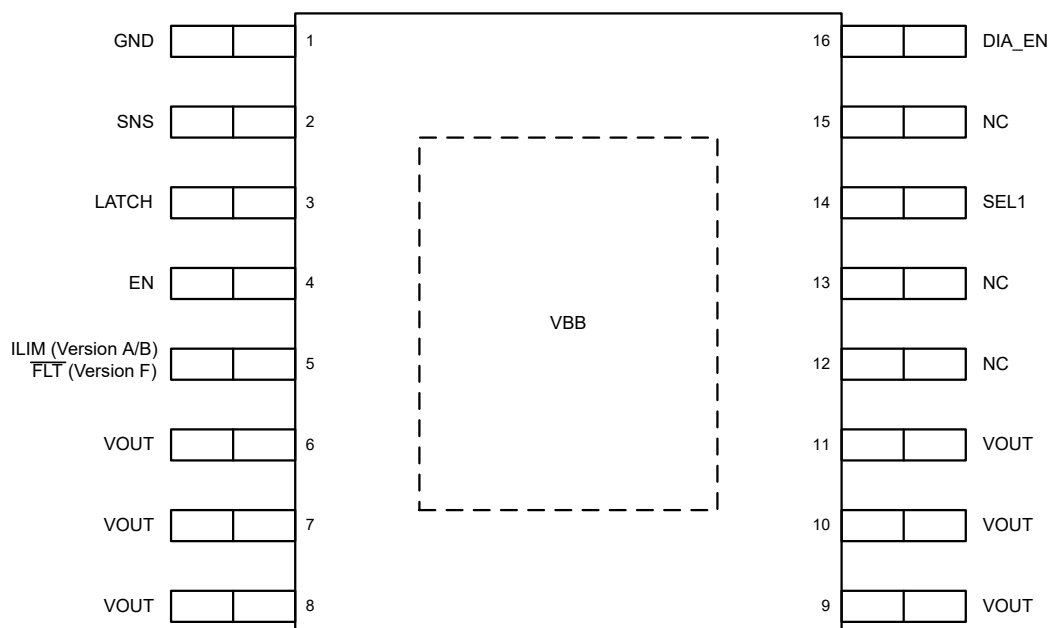


图 5-1. PWP 封装 16 引脚 HTSSOP 顶视图

表 5-1. 引脚功能

引脚			类型 ⁽¹⁾	说明
名称	版本 A、B	版本 F		
GND	1	1	—	器件接地
SNS	2	2	O	感应输出
门锁	3	3	I	设置故障处理行为（锁存或自动重试）
EN	4	4	I	控制输入，高电平有效
ILIM	5	—	O	连接一个电阻器以设置电流限制阈值
FLT	—	5	O	带下拉的开漏输出，用于输出故障信号。
VOUT	6 - 11	6 - 11	O	通道输出
NC	12 - 13 , 15	12 - 13 , 15	I	无连接，保持悬空
SEL1	14	14	I	诊断选择。器件版本 F 该引脚无功能；通过 R _{PROT} 电阻器连接到 IC GND
DIA_EN	16	16	I	诊断使能，高电平有效
VBB	外露散热焊盘	外露散热焊盘	I	电源输入

(1) I = 输入，O = 输出

5.1 未使用引脚的推荐连接

TPS1HB08-Q1 旨在提供一组增强的诊断和保护特性。然而，如果系统设计仅允许使用有限数量的 I/O 连接，则某些引脚可能会被视为可选引脚。

表 5-2. 可选引脚的连接

引脚名称	未使用时的连接	未使用时的影响
SNS	通过 1k Ω 电阻器接地	模拟检测不可用。
闩锁	悬空或通过 R _{PROT} 电阻器接地	当 LATCH 未使用时，器件将在发生故障后自动重试。如果需要锁存行为，但系统描述 I/O 受限，则可以使用一个微控制器输出来控制多个高侧通道的锁存功能。
ILIM (版本 A/B)	浮点	如果 ILIM 引脚悬空，则器件被设置为默认的内部电流限制阈值。
$\overline{\text{FAULT}}$ (版本 F)	浮点	无法使用开漏 $\overline{\text{FAULT}}$ 信号
SEL1	通过 R _{PROT} 接地	SEL1 选择 TJ 检测功能。当未使用 SEL1 时，仅可使用电流检测与开路负载检测功能。如果未使用，必须通过电阻器接地，以便在电池反接期间启用 FET 导通。
DIA_EN	悬空或通过 R _{PROT} 电阻器接地	如果 DIA_EN 未使用，则模拟检测、开路负载和电池短路诊断不可用。

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
最大持续电源电压 (V_{BB})			36	V
负载突降电压 (V_{LD})	ISO16750-2:2010(E)		40	V
电池反接电压, V_{Rev} , $t \leq 3$ 分钟		-18		V
使能引脚电压, V_{EN}		-1	7	V
LATCH 引脚电压, V_{LATCH}		-1	7	V
诊断使能引脚电压, V_{DIA_EN}		-1	7	V
检测引脚电压, V_{SNS}		-1	18	V
选择引脚电压, V_{SEL}		-1	7	V
反向接地电流, I_{GND}	$V_{BB} < 0V$		-50	mA
关断期间的能量耗散, E_{TOFF}	单个脉冲, $L_{OUT} = 5mH$, $T_{J,start} = 125^{\circ}C$		95 ⁽²⁾	mJ
关断期间的能量耗散, E_{TOFF}	重复脉冲, $L_{OUT} = 5mH$, $T_{J,start} = 125^{\circ}C$		56 ⁽²⁾	mJ
最大结温, T_J			150	$^{\circ}C$
存储温度, T_{stg}		-65	150	$^{\circ}C$

- (1) 超出绝对最大额定值运行可能会对器件造成永久损坏。绝对最大额定值并不表示器件在这些条件下或在建议运行条件以外的任何其他条件下能够正常运行。如果超出建议运行条件但在绝对最大额定值范围内使用，器件可能不会完全正常运行，这可能影响器件的可靠性、功能和性能并缩短器件寿命。
- (2) 有关更多详细信息，请参阅有关关断电感负载的部分。

6.2 ESD 等级

			值	单位
$V_{(ESD)}$	静电放电	人体放电模型 (HBM), 符合 AEC Q100-002 标准 ⁽¹⁾	± 2000	V
		VBB 和 VOUT	± 4000	
		充电设备模型 (CDM), 符合 AEC Q100-011 标准	± 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

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
V_{BB}	标称电源电压 ⁽¹⁾	6	18	V
V_{BB}	扩展低电源电压	3	6	V
V_{BB}	扩展高电源电压 ⁽²⁾	18	28	V
V_{EN}	启用电压	-1	5.5	V
V_{LATCH}	LATCH 电压	-1	5.5	V
V_{DIA_EN}	诊断使能电压	-1	5.5	V
V_{SEL1}	选择电压	-1	5.5	V
V_{SNS}	检测电压	-1	7	V

- (1) 所有工作电压条件均以器件 GND 为基准进行测量。
- (2) 指定的所有参数都保持有效，短路保护值为 V_{SC} 参数指定的值。

6.4 热性能信息

热指标 ^{(1) (2)}		TPS1HB08-Q1	单位
		PWP (HTSSOP)	
		16 引脚	
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	32.6	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳 (顶部) 热阻	25.3	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	9.2	°C/W
ψ_{JT}	结至顶部特征参数	2.3	°C/W
ψ_{JB}	结至电路板特征参数	9.3	°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	结至外壳 (底部) 热阻	1.0	°C/W

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

(2) 热参数基于符合 JESD51-5 和 JESD51-7 标准的 4 层 PCB。

6.5 电气特性

$V_{BB} = 6V$ 至 $18V$, $T_J = -40^{\circ}C$ 至 $150^{\circ}C$ (除非另有说明)

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压和电流						
V _{DSCLAMP}	V _{DS} 钳位电压		40		46	V
V _{BBCLAMP}	V _{BB} 钳位电压		58		76	V
V _{UVLOF}	V _{BB} 欠压锁定下降	以器件的 GND 引脚为基准测得	2.0		3	V
V _{UVLOR}	V _{BB} 欠压锁定上升	以器件的 GND 引脚为基准测得	2.2		3	V
I _{SB}	待机睡眠电流（包括 MOSFET 通道在内的器件总漏电流）	V _{BB} = 13.5V，T _J = 25°C V _{EN} = V _{DIA_EN} = 0V，V _{OUT} = 0V			0.1	μA
		V _{BB} = 13.5V，T _J = 85°C， V _{EN} = V _{DIA_EN} = 0V，V _{OUT} = 0V			0.5	μA
I _{L_{NOM}}	持续负载电流	T _{AMB} = 70°C		7		A
I _{OUT(standby)}	输出泄漏电流	V _{BB} = 13.5V，T _J = 25°C V _{EN} = V _{DIA_EN} = 0V，V _{OUT} = 0V		0.01	0.1	μA
		V _{BB} = 13.5V，T _J = 125°C V _{EN} = V _{DIA_EN} = 0V，V _{OUT} = 0V			1.5	μA
I _{DIA}	诊断模式下的电流消耗	V _{BB} = 13.5V，I _{SNS} = 0mA V _{EN} = 0V，V _{DIA_EN} = 5V，V _{OUT} = 0V		3	6	mA
I _Q	静态电流	V _{BB} = 13.5V V _{EN} = V _{DIA_EN} = 5V，I _{OUT} = 0A		3	6	mA
t _{STBY}	待机模式延迟时间	V _{EN} = V _{DIA_EN} = 0V 至待机状态	12	17	22	ms
RON 特性						
R _{ON}	导通电阻 （包括 MOSFET 和封装）	T _J = 25°C，6V ≤ V _{BB} ≤ 28V		16		m Ω
		T _J = 150°C，6V ≤ V _{BB} ≤ 28V			32	m Ω
		T _J = 25°C，3V ≤ V _{BB} ≤ 6V			30	m Ω
R _{ON(REV)}	反极性期间的导通电阻	T _J = 25°C，-18V ≤ V _{BB} ≤ -8V		16		m Ω
		T _J = 105°C，-18V ≤ V _{BB} ≤ -8V			39	m Ω
电流检测特性						
K _{SNS}	电流感应比 I _{OUT} / I _{SNS}	I _{OUT} = 1A		3000		

6.5 电气特性 (续)

 $V_{BB} = 6V$ 至 $18V$, $T_J = -40^{\circ}C$ 至 $150^{\circ}C$ (除非另有说明)

参数		测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
I _{SNSI}	电流检测电流和精度	V _{EN} = V _{DIA_EN} = 5V , V _{SEL1} = 0V	I _{OUT} = 8A	2.6			mA
				-55			%
			I _{OUT} = 3A	1.000			mA
				-55			%
			I _{OUT} = 1A	0.333			mA
				-55			%
			I _{OUT} = 300mA	0.101			mA
				-66			%
			I _{OUT} = 100mA	0.03438			mA
				-1111			%
			I _{OUT} = 50mA	0.0174			mA
				-1818			%
			I _{OUT} = 20mA	0.00737			mA
				-3838			%
TJ 检测特性							
I _{SNST}	温度感应电流	V _{DIA_EN} = 5V , V _{SEL1} = 5V	T _J = -40℃	0.01	0.12	0.38	mA
			T _J = 25℃	0.72	0.85	0.98	mA
			T _J = 85℃	1.25	1.52	1.79	mA
			T _J = 125℃	1.61	1.96	2.31	mA
			T _J = 150℃	1.80	2.25	2.70	mA
dI _{SNST} /dT	系数		0.0112			mA/℃	
SNS 特性							
I _{SNSFH}	I _{SNS} 故障高电平	V _{DIA_EN} = 5V , V _{SEL1} = 0V		4	4.5	5.3	mA
I _{SNSleak}	I _{SNS} 漏电流	V _{DIA_EN} = 0V				1	μA
电流限制特性							
V _{SC}	短路最大电源电压	版本 A				18	V
		版本 B				18	V
		版本 F				18	V
I _{CL}	电流限制阈值	器件版本 A , T _J = - 40℃ 至 150℃	R _{LIM} = GND , 开路或超出范围	28.6			A
			R _{LIM} = 5k Ω	18.16	22	28	A
			R _{LIM} = 25k Ω	2.62	4.4	5.7	A
		器件版本 B , T _J = - 40℃ 至 150℃	R _{LIM} = GND , 开路或超出范围	70			A
			R _{LIM} = 5k Ω	40.44	49	62.4	A
			R _{LIM} = 25k Ω	8	9.8	11.76	A
		器件版本 F	T _J = 25℃	53	60	72	A
			T _J = 150℃	42	47	56	A
K _{CL}	电流限制比	版本 A		110			A * k Ω
		版本 B		245			A * k Ω
故障特性							
V _{OL}	开路负载 (OL) 检测电压	V _{EN} = 0V , V _{DIA_EN} = 5V , V _{SEL1} = 0V		2	3	4	V

6.5 电气特性 (续)

$V_{BB} = 6V$ 至 $18V$, $T_J = -40^{\circ}C$ 至 $150^{\circ}C$ (除非另有说明)

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_{OL1}	从 EN 下降沿开始的 OL 和 STB 指示时间 $V_{EN} = 5V$ 至 $0V$, $V_{DIA_EN} = 5V$, $V_{SEL1} = 0V$ $I_{OUT} = 0mA$, $V_{OUT} = 4V$	300	500	700	μs
t_{OL2}	从 DIA_EN 上升开始的 OL 和 STB 指示时间 $V_{EN} = 0V$, $V_{DIA_EN} = 0V$ 至 $5V$, $V_{SEL1} = 0V$ $I_{OUT} = 0mA$, $V_{OUT} = 4V$	2	20	50	μs
t_{OL3}	从 VOUT 上升开始的 OL 和 STB 指示时间 $V_{EN} = 0V$, $V_{DIA_EN} = 5V$, $V_{SEL1} = 0V$ $I_{OUT} = 0mA$, $V_{OUT} = 0V$ 至 $4V$	2	20	50	μs
T_{ABS}	热关断	150			$^{\circ}C$
T_{HYS}	热关断迟滞	20	25	30	$^{\circ}C$
t_{FAULT}	故障关断指示时间 $V_{DIA_EN} = 5V$ 开关关断与 I_{SNS} 稳定在 I_{SNSFH} 之间的时间			50	μs
t_{RETRY}	重试时间 从故障关断到开关重新启用的时间 (热关断或电流限制)。	1	2	3	ms
EN 引脚特性					
$V_{IL, EN}$	输入电压低电平 无 GND 网络二极管			0.8	V
$V_{IH, EN}$	输入电压高电平 无 GND 网络二极管	2.0			V
$V_{IHYS, EN}$	输入电压迟滞		350		mV
R_{EN}	内部下拉电阻器	0.5	1	2	$M\Omega$
$I_{IL, EN}$	输入电流低电平 $V_{EN} = 0.8V$		0.8		μA
$I_{IH, EN}$	输入电流高电平 $V_{EN} = 5V$		5.0		μA
DIA_EN 引脚特性					
V_{IL, DIA_EN}	输入电压低电平 无 GND 网络二极管			0.8	V
V_{IH, DIA_EN}	输入电压高电平 无 GND 网络二极管	2.0			V
V_{IHYS, DIA_EN}	输入电压迟滞		350		mV
R_{DIA_EN}	内部下拉电阻器	0.5	1	2	$M\Omega$
I_{IL, DIA_EN}	输入电流低电平 $V_{DIA_EN} = 0.8V$		0.8		μA
I_{IH, DIA_EN}	输入电流高电平 $V_{DIA_EN} = 5V$		5.0		μA
SEL1 引脚特性					
$V_{IL, SEL1}$	输入电压低电平 无 GND 网络二极管			0.8	V
$V_{IH, SEL1}$	输入电压高电平 无 GND 网络二极管	2.0			V
$V_{IHYS, SEL1}$	输入电压迟滞		350		mV
R_{SEL1}	内部下拉电阻器	0.5	1	2	$M\Omega$
$I_{IL, SEL1}$	输入电流低电平 $V_{SEL1} = 0.8V$		0.8		μA
$I_{IH, SEL1}$	输入电流高电平 $V_{SEL1} = 5V$		5.0		μA
LATCH 引脚特性					
$V_{IL, LATCH}$	输入电压低电平 无 GND 网络二极管			0.8	V
$V_{IH, LATCH}$	输入电压高电平 无 GND 网络二极管	2.0			V
$V_{IHYS, LATCH}$	输入电压迟滞		350		mV
R_{LATCH}	内部下拉电阻器	0.5	1	2	$M\Omega$
$I_{IL, LATCH}$	输入电流低电平 $V_{LATCH} = 0.8V$		0.8		μA
$I_{IH, LATCH}$	输入电流高电平 $V_{LATCH} = 5V$		5		μA

6.6 SNS 时序特性

$V_{BB} = 6V$ 至 $18V$, $T_J = -40^{\circ}C$ 至 $+150^{\circ}C$ (除非另有说明)

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
SNS 时序 - 电流检测						
$t_{SNSION1}$	从 DIA_EN 的上升沿开始的趋稳时间	$V_{EN} = 5V$, $V_{DIA_EN} = 0V$ 至 $5V$ $R_{SNS} = 1k\Omega$, $R_L = 2.6\Omega$			40	μs
$t_{SNSION2}$	从 EN 和 DIA_EN 的上升沿开始的趋稳时间	$V_{EN} = V_{DIA_EN} = 0V$ 至 $5V$ $R_{SNS} = 1k\Omega$, $R_L = 2.6\Omega$			200	μs
$t_{SNSION3}$	从 EN 的上升沿开始的趋稳时间	$V_{EN} = 0V$ 至 $5V$, $V_{DIA_EN} = 5V$ $R_{SNS} = 1k\Omega$, $R_L = 2.6\Omega$			165	μs
$t_{SNSIOFF1}$	从 DIA_EN 的下降沿开始的趋稳时间	$V_{EN} = 5V$, $V_{DIA_EN} = 5V$ 至 $0V$ $R_{SNS} = 1k\Omega$, $R_L = 2.6\Omega$			20	μs
$t_{SETTLEH}$	从负载阶跃的上升沿开始的趋稳时间	$V_{EN} = 5V$, $V_{DIA_EN} = 5V$ $R_{SNS} = 1k\Omega$, $I_{OUT} = 1A$ 至 $5A$			20	μs
$t_{SETTLEL}$	从负载阶跃的下降沿开始的趋稳时间	$V_{EN} = 5V$, $V_{DIA_EN} = 5V$ $R_{SNS} = 1k\Omega$, $I_{OUT} = 5A$ 至 $1A$			20	μs
SNS 时序 - 温度感应						
$t_{SNSION1}$	从 DIA_EN 的上升沿开始的趋稳时间	$V_{EN} = 5V$, $V_{DIA_EN} = 0V$ 至 $5V$ $R_{SNS} = 1k\Omega$			40	μs
$t_{SNSION2}$	从 DIA_EN 的上升沿开始的趋稳时间	$V_{EN} = 0V$, $V_{DIA_EN} = 0V$ 至 $5V$ $R_{SNS} = 1k\Omega$			70	μs
t_{SNSOFF}	从 DIA_EN 的下降沿开始的趋稳时间	$V_{EN} = X$, $V_{DIA_EN} = 5V$ 至 $0V$ $R_{SNS} = 1k\Omega$			20	μs
SNS 时序 - 多路复用器						
t_{MUX}	从温度感应到电流感应的趋稳时间	$V_{EN} = 5V$, $V_{DIA_EN} = 5V$ $V_{SEL1} = 5V$ 至 $0V$ $R_{SNS} = 1k\Omega$, $R_L = 2.6\Omega$			60	μs
	从电流感应到温度感应的趋稳时间	$V_{EN} = 5V$, $V_{DIA_EN} = 5V$ $V_{SEL1} = 0V$ 至 $5V$ $R_{SNS} = 1k\Omega$, $R_L = 2.6\Omega$			60	μs

6.7 开关特性

$V_{BB} = 13.5V$, $T_J = -40^{\circ}C$ 至 $+150^{\circ}C$ (除非另有说明)

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_{DR}	导通延迟时间 (从活动状态)	$V_{BB} = 13.5V$, $R_L = 2.6\Omega$, EN 上升沿 50% 处至 V_{OUT} 上升沿 10% 处	20	60	100	μs
t_{DF}	关断延迟时间	$V_{BB} = 13.5V$, $R_L = 2.6\Omega$, EN 下降沿 50% 处至 V_{OUT} 下降沿 90% 处	20	60	100	μs
SR_R	V_{OUT} 上升转换率	$V_{BB} = 13.5V$, V_{OUT} 的 20% 至 80%, $R_L = 2.6\Omega$	0.1	0.4	0.7	V/ μs
SR_F	V_{OUT} 下降压摆率	$V_{BB} = 13.5V$, V_{OUT} 的 80% 至 20%, $R_L = 2.6\Omega$	0.1	0.4	0.7	V/ μs
t_{ON}	导通时间 (活动状态)	$V_{BB} = 13.5V$, $R_L = 2.6\Omega$, EN 上升沿 50% 处至 V_{OUT} 上升沿 80% 处	39	94	235	μs
t_{OFF}	关断时间	$V_{BB} = 13.5V$, $R_L = 2.6\Omega$, EN 下降沿 50% 处至 V_{OUT} 下降沿 20% 处	39	94	235	μs

6.7 开关特性 (续)

$V_{BB} = 13.5V$, $T_J = -40^{\circ}C$ 至 $+150^{\circ}C$ (除非另有说明)

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
Δ_{PWM}	PWM 精度 - 平均负载电流	200 μs 使能脉冲, $V_S = 13.5V$, $R_L = 2.6\Omega$	-25	0	25	%
$t_{ON} - t_{OFF}$	导通和关断匹配	200 μs 使能脉冲	-85	0	85	μs
E_{ON}	导通期间的开关能量损耗	$V_{BB} = 13.5V$, $R_L = 2.6\Omega$		0.8		mJ
E_{OFF}	关断期间的开关能量损耗	$V_{BB} = 13.5V$, $R_L = 2.6\Omega$		0.8		mJ

6.8 典型特性

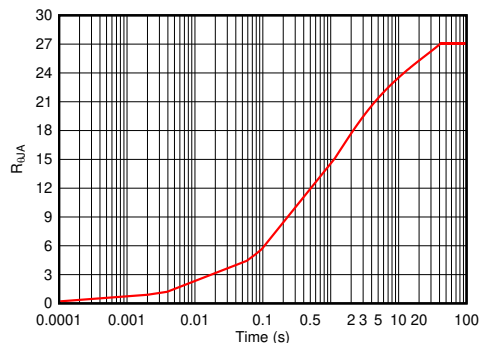
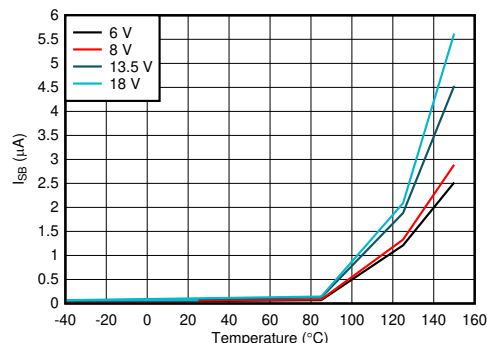
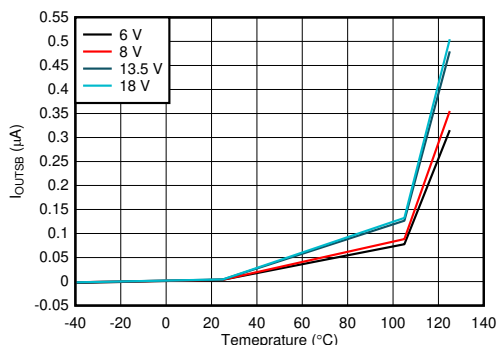
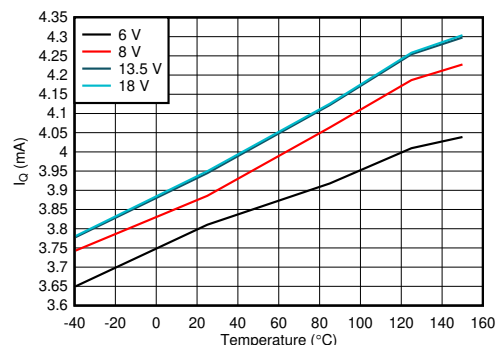
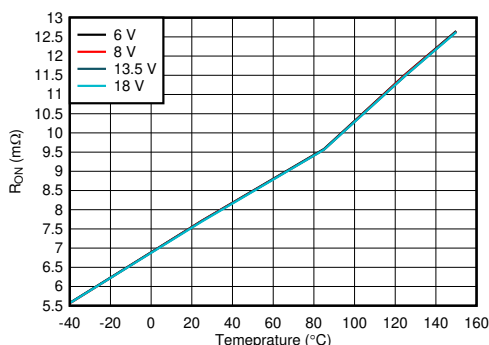
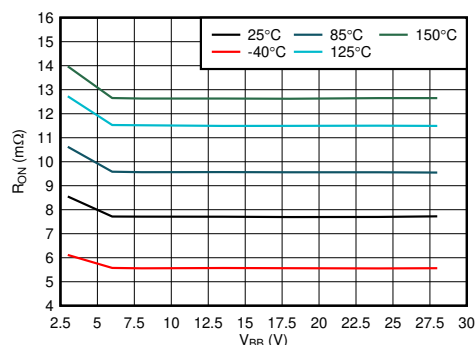
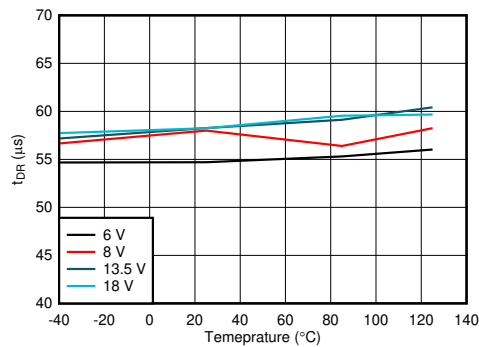


图 6-1. 瞬态热阻抗

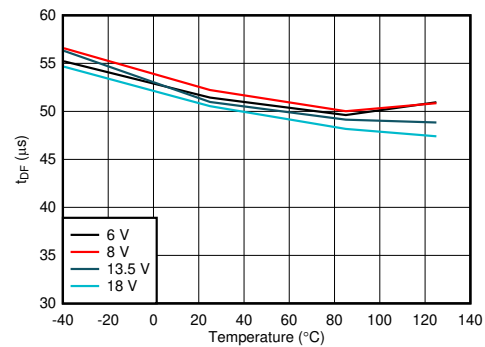

 $V_{OUT} = 0V$ $V_{EN} = 0V$ $V_{DIAG_EN} = 0V$
图 6-2. 待机电流 (I_{SB}) 与温度间的关系
 $V_{OUT} = 0V$ $V_{EN} = 0V$ $V_{DIAG_EN} = 0V$
图 6-3. 输出泄漏电流 ($I_{OUT(standby)}$) 与温度间的关系
 $I_{OUT} = 0A$ $V_{EN} = 5V$ $V_{DIAG_EN} = 5V$
 $R_{SNS} = 1k\Omega$ $V_{SEL1} = 0V$
图 6-4. 静态电流 (I_Q) 与温度间的关系
 $I_{OUT} = 200mA$ $V_{EN} = 5V$ $V_{DIAG_EN} = 0V$
 $R_{SNS} = 1k\Omega$
图 6-5. 导通电阻 (R_{ON}) 与温度间的关系
 $I_{OUT} = 200mA$ $V_{EN} = 5V$ $V_{DIAG_EN} = 0V$
 $R_{SNS} = 1k\Omega$ $V_{BB} = 13.5V$
图 6-6. 导通电阻 (R_{ON}) 与 V_{BB} 间的关系

6.8 典型特性 (续)



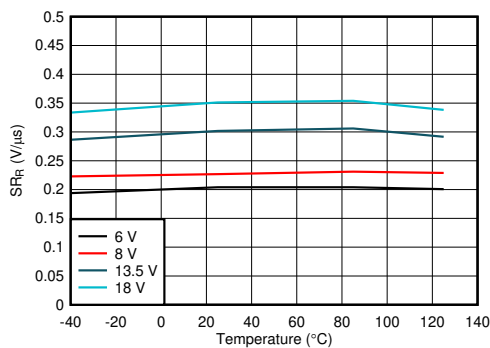
$R_{OUT} = 2.6\ \Omega$ $V_{EN} = 0V$ 至 $5V$ $V_{DIAG_EN} = 0V$
 $R_{SNS} = 1k\ \Omega$ $V_{BB} = 13.5V$

图 6-7. 导通延迟时间 (t_{DR}) 与温度间的关系



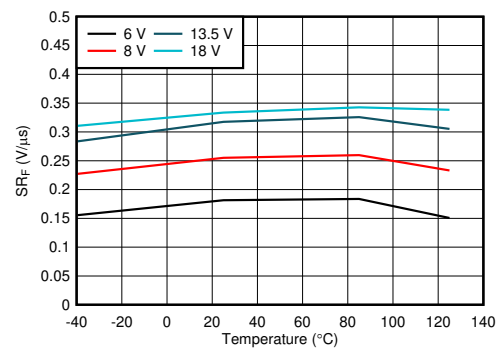
$R_{OUT} = 2.6\ \Omega$ $V_{EN} = 5V$ 至 $0V$ $V_{DIAG_EN} = 0V$
 $R_{SNS} = 1k\ \Omega$ $V_{BB} = 13.5V$

图 6-8. 关断延迟时间 (t_{DF}) 与温度间的关系



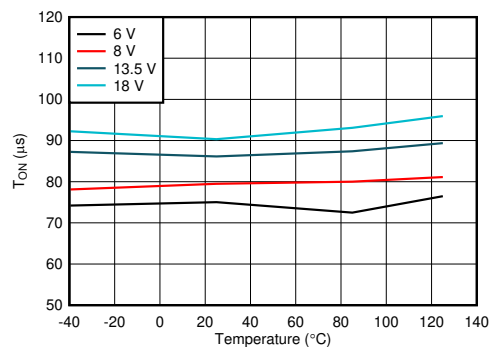
$R_{OUT} = 2.6\ \Omega$ $V_{EN} = 0V$ 至 $5V$ $V_{DIAG_EN} = 0V$
 $R_{SNS} = 1k\ \Omega$ $V_{BB} = 13.5V$

图 6-9. V_{OUT} 转换率上升 (SR_R) 与温度间的关系



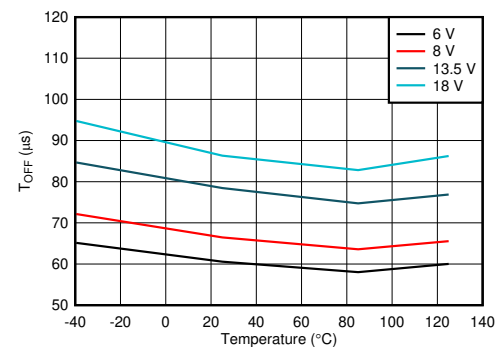
$R_{OUT} = 2.6\ \Omega$ $V_{EN} = 5V$ 至 $0V$ $V_{DIAG_EN} = 0V$
 $R_{SNS} = 1k\ \Omega$ $V_{BB} = 13.5V$

图 6-10. V_{OUT} 转换率下降 (SR_F) 与温度间的关系



$R_{OUT} = 2.6\ \Omega$ $V_{EN} = 0V$ 至 $5V$ $V_{DIAG_EN} = 0V$
 $R_{SNS} = 1k\ \Omega$ $V_{BB} = 13.5V$

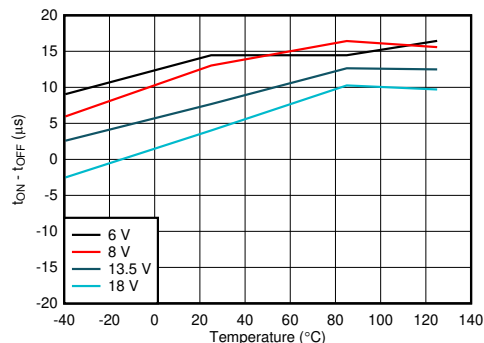
图 6-11. 导通时间 (t_{ON}) 与温度间的关系



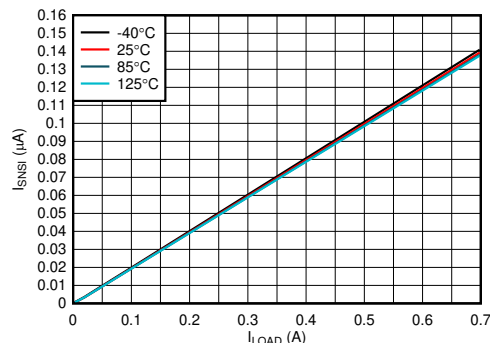
$R_{OUT} = 2.6\ \Omega$ $V_{EN} = 5V$ 至 $0V$ $V_{DIAG_EN} = 0V$
 $R_{SNS} = 1k\ \Omega$ $V_{BB} = 13.5V$

图 6-12. 关断时间 (t_{OFF}) 与温度间的关系

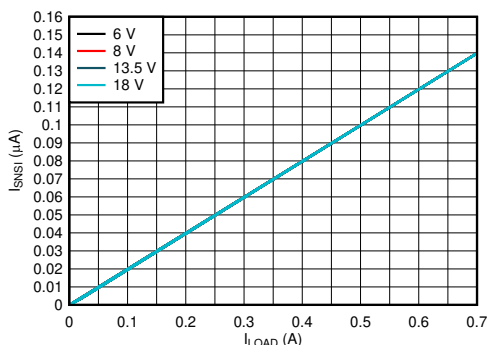
6.8 典型特性 (续)



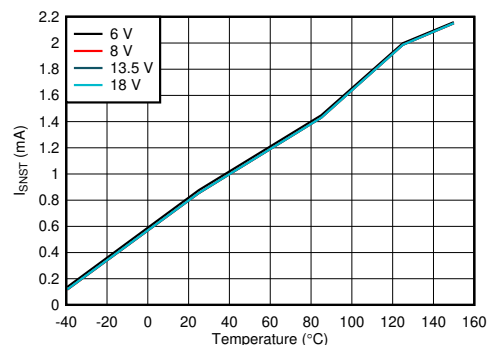
$R_{OUT} = 2.6 \Omega$ $V_{EN} = 0V$ 至 $5V$ 以 $V_{DIAG_EN} = 0V$
及 $5V$ 至 $0V$
 $R_{SNS} = 1k \Omega$ $V_{BB} = 13.5V$

图 6-13. 导通和关断匹配 ($t_{ON} - t_{OFF}$) 与温度间的关系

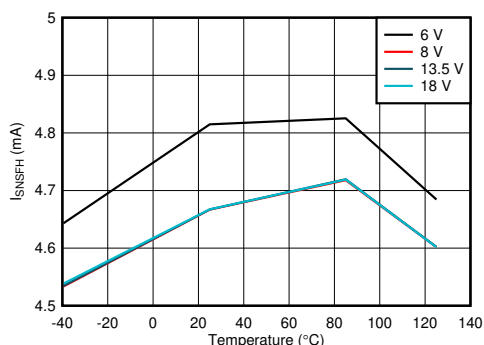
$V_{SEL1} = 0V$ $V_{EN} = 5V$ $V_{DIAG_EN} = 5V$
 $R_{SNS} = 1k \Omega$ $V_{BB} = 13.5V$

图 6-14. 整个温度范围内电流检测输出电流 (I_{SNSI}) 与负载电流 (I_{LOAD}) 间的关系

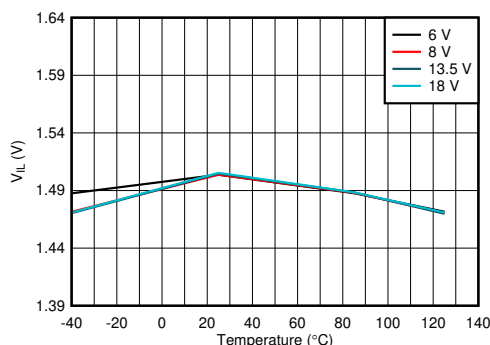
$V_{SEL1} = 0V$ $V_{EN} = 5V$ $V_{DIAG_EN} = 5V$
 $R_{SNS} = 1k \Omega$ $T_A = 25^\circ C$

图 6-15. V_{BB} 上的电流检测输出电流 (I_{SNSI}) 与负载电流 (I_{LOAD}) 间的关系

$V_{SEL1} = 5V$ $V_{EN} = 0V$ $V_{DIAG_EN} = 5V$
 $R_{SNS} = 1k \Omega$

图 6-16. 温度感应输出电流 (I_{SNST}) 与温度间的关系

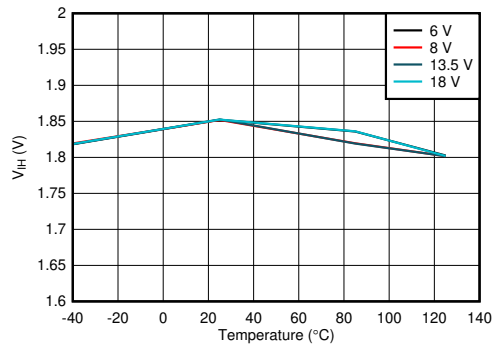
$V_{SEL1} = 0V$ $V_{EN} = 0V$ $V_{DIAG_EN} = 5V$
 $R_{SNS} = 500 \Omega$ V_{OUT} 悬空

图 6-17. 故障高电平输出电流 (I_{SNSFH}) 与温度间的关系

$V_{EN} = 3.3V$ 至 $0V$ $V_{OUT} = 0V$ $V_{DIAG_EN} = 0V$
 $R_{OUT} = 1k \Omega$

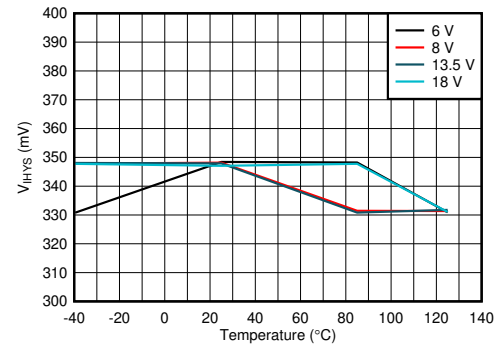
图 6-18. V_{IL} 与温度间的关系

6.8 典型特性 (续)



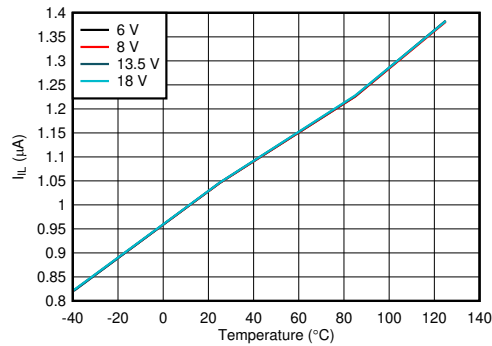
$V_{EN} = 0V$ 至 $3.3V$ $V_{OUT} = 0V$ $V_{DIAG_EN} = 0V$
 $R_{OUT} = 1k\Omega$

图 6-19. V_{IH} 与温度间的关系



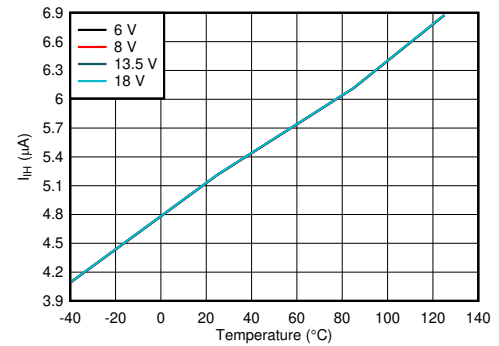
$V_{EN} = 0V$ 至 $3.3V$ $V_{OUT} = 0V$ $V_{DIAG_EN} = 0V$
以及 $3.3V$ 至 $0V$
 $R_{OUT} = 1k\Omega$

图 6-20. V_{IHYS} 与温度间的关系



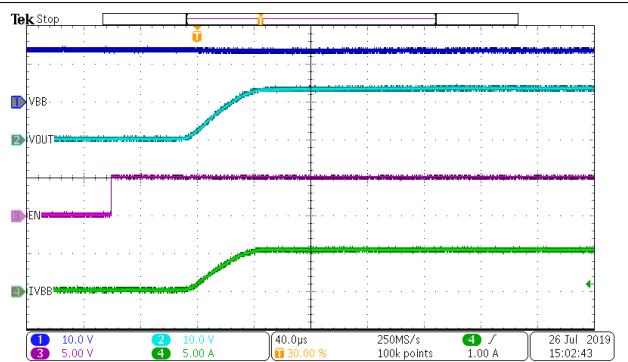
$V_{EN} = 0.8V$ $V_{OUT} = 0V$ $V_{DIAG_EN} = 0V$
 $R_{OUT} = 1k\Omega$

图 6-21. I_{IL} 与温度间的关系



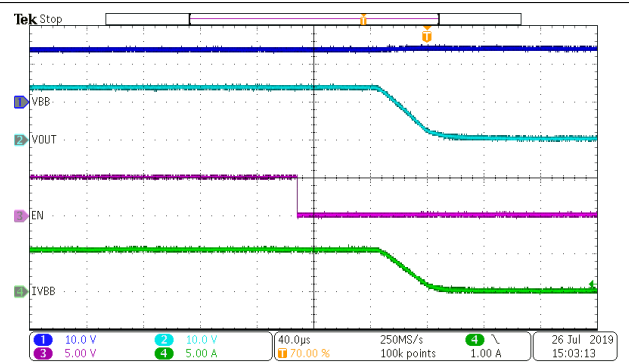
$V_{EN} = 5V$ $V_{OUT} = 0V$ $V_{DIAG_EN} = 0V$
 $R_{OUT} = 1k\Omega$

图 6-22. I_{IH} 与温度间的关系



$R_{OUT1} = 2.6\Omega$ $R_{SNS} = 1k\Omega$ $V_{DIAG_EN} = 5V$
 $V_{SEL} = 0V$

图 6-23. 导通时间 (t_{ON})



$R_{OUT1} = 2.6\Omega$ $R_{SNS} = 1k\Omega$ $V_{DIAG_EN} = 5V$
 $V_{SEL} = 0V$

图 6-24. 关断时间 (t_{OFF})

6.8 典型特性 (续)

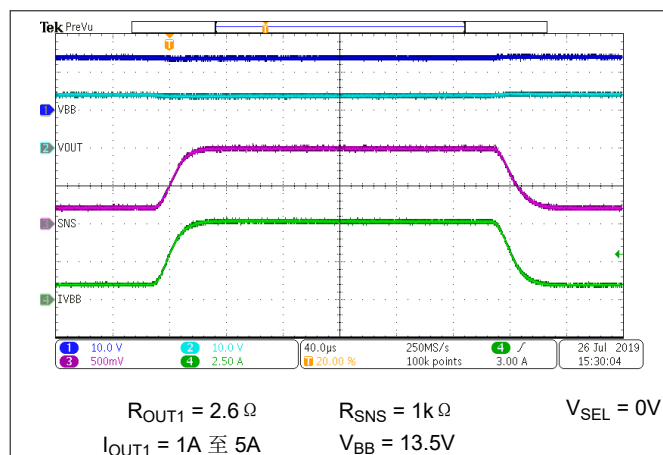
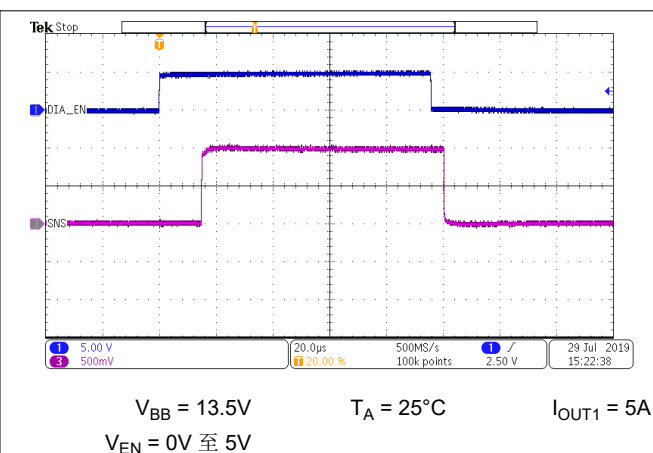
图 6-25. 负载阶跃上的 I_{SNS} 趋稳时间 ($t_{SNSION1}$)

图 6-26. DIAG_EN 输入 PWM 信号时, SNS 输出电流测量功能使能

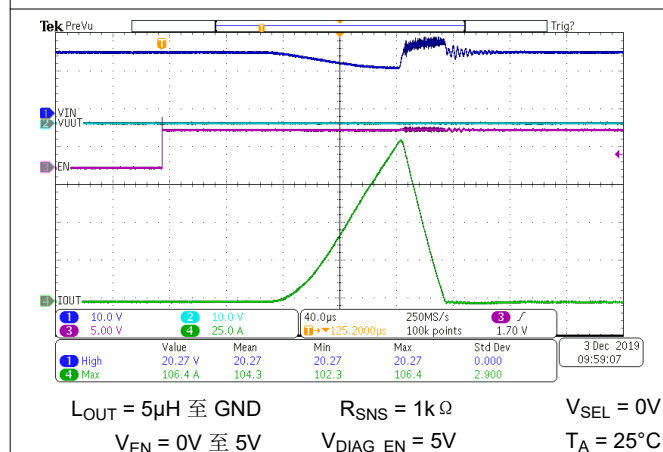


图 6-27. 器件版本 F 短路事件

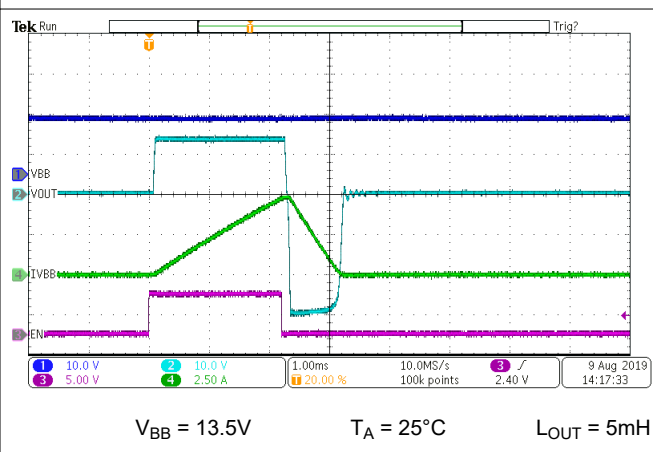


图 6-28. 5mH 感性负载消磁

7 参数测量信息

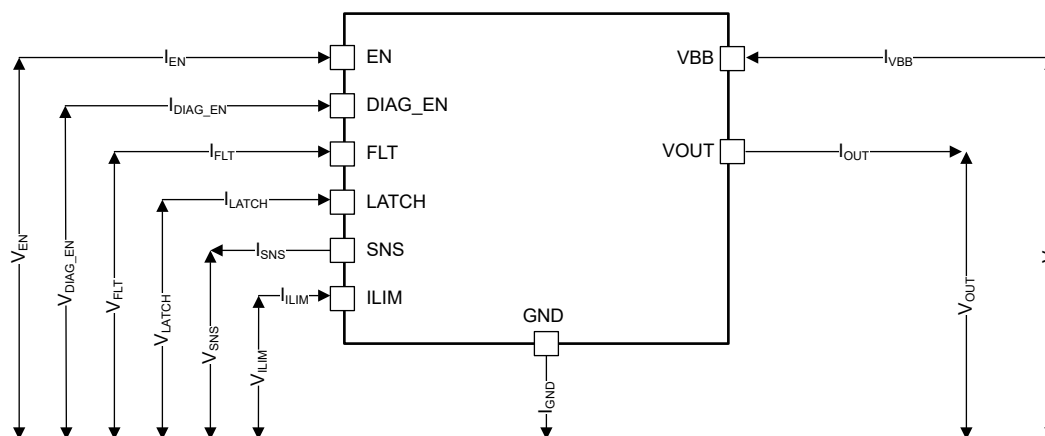


图 7-1. 参数定义

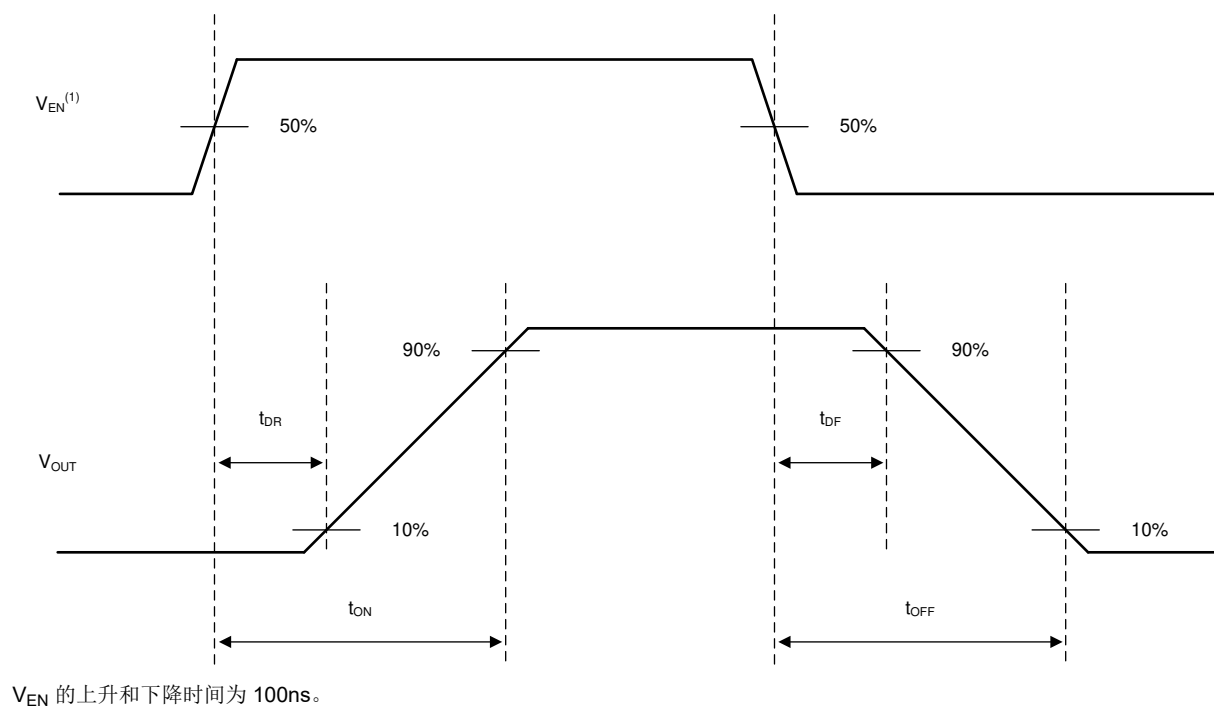
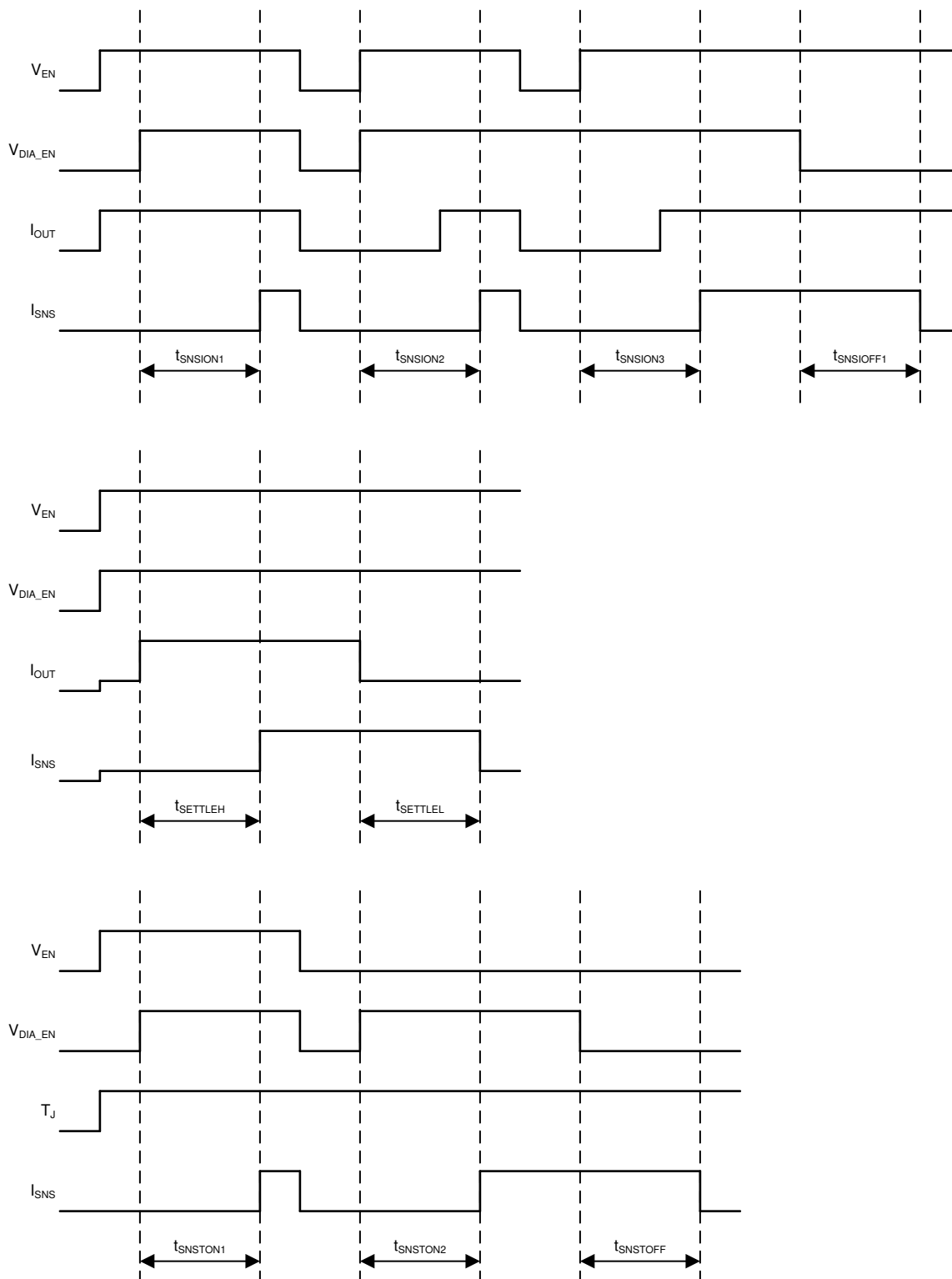


图 7-2. 开关特性定义



控制信号的上升和下降时间为 100ns。控制信号包括：EN、DIA_EN。

图 7-3. SNS 时序特性定义

8 详细说明

8.1 概述

TPS1HB08-Q1 器件是一款适用于 12V 汽车电池的单通道智能高边开关。该器件集成了多种保护和诊断功能。

诊断功能包含模拟 SNS 输出，可输出与负载电流或器件温度成正比的信号。高精度负载电流检测可用于诊断复杂负载。该器件的版本 F 包括一个开漏 $\overline{\text{FLT}}$ 引脚，用于指示器件故障状态。

该器件具有热关断、电流限制、瞬态耐受以及电池反接工作保护功能。有关保护功能的更多详细信息，请参阅文档的 [特性说明](#) 和 [应用信息](#) 部分。

TPS1HB08-Q1 是 TI 高侧开关系列中的一款器件。对于每个器件，器件型号均指示器件行为元素。图 8-1 给出了器件命名规则示例。

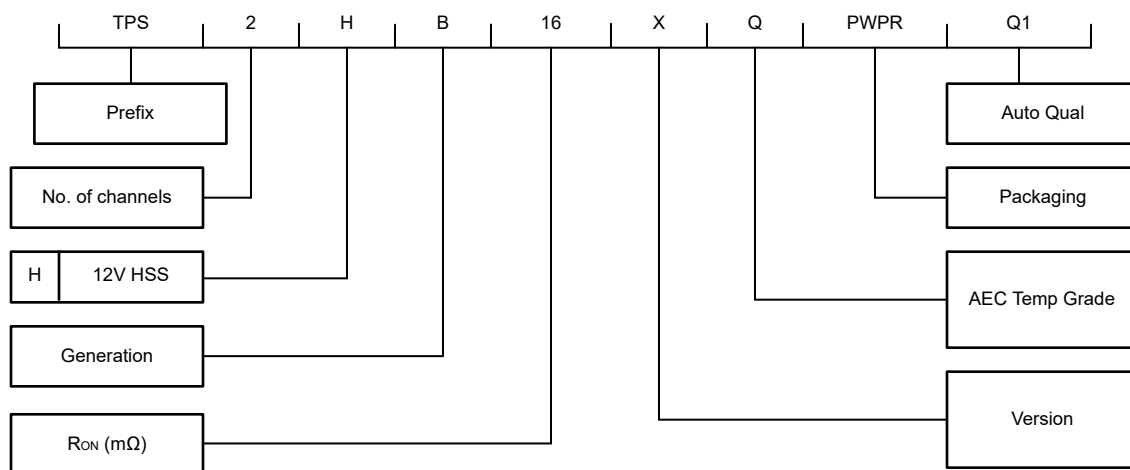
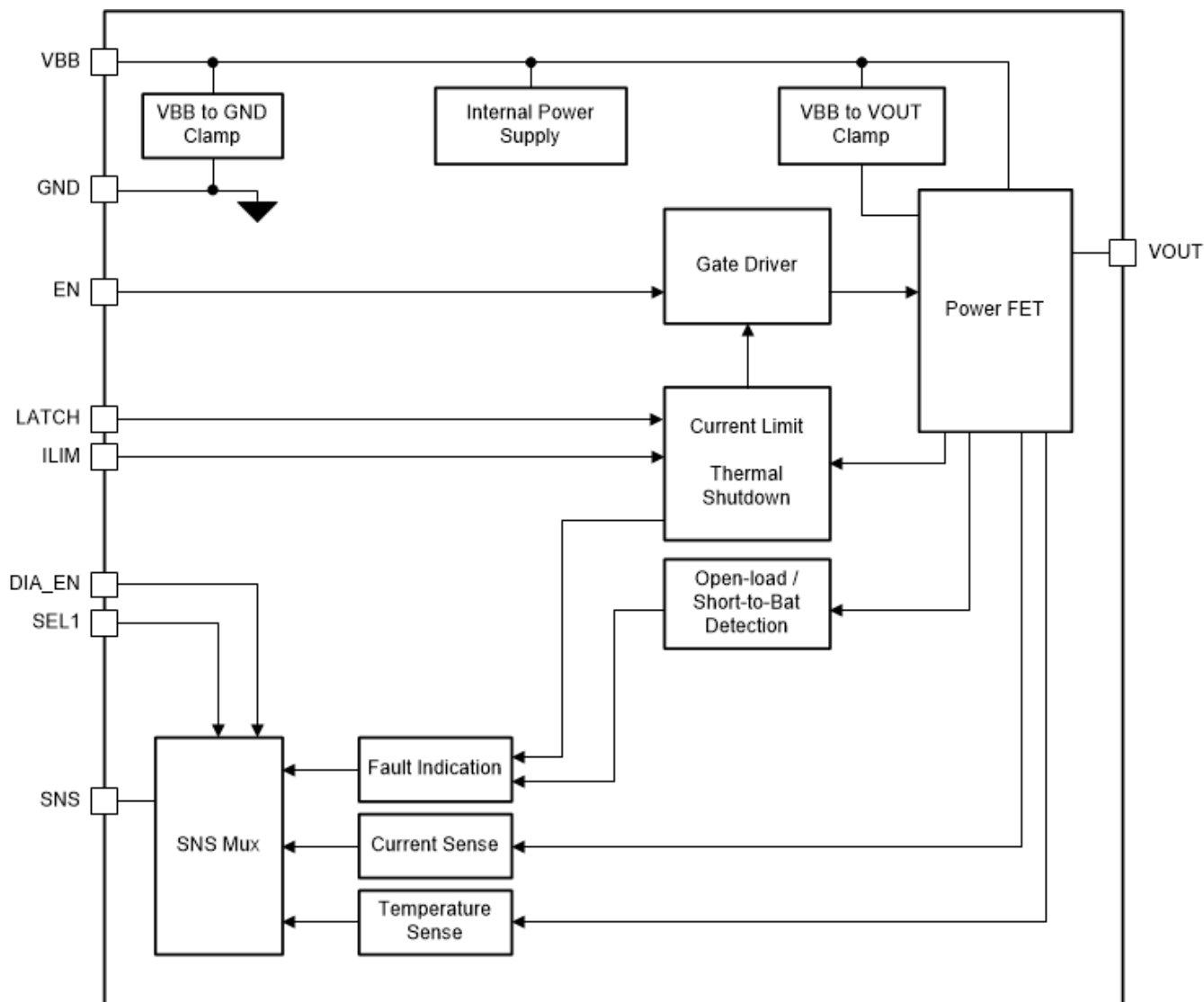


图 8-1. 命名约定

8.2 功能方框图

所示的功能方框图适用于器件版本 A、B。对于版本 F，ILIM 引脚被开漏输出 $\overline{\text{FLT}}$ 取代。



8.3 特性说明

8.3.1 保护机制

TPS1HB08-Q1 设计为在汽车环境中运行。借助这些保护机制，器件能够稳健地抵御多种系统级事件，例如负载突降、电池反接、接地短路等。

还有两项保护功能，一旦触发，将导致开关自动禁用：

- 热关断
- 电流限制

只要触发这些保护中的任何一种，器件就会进入 **FAULT** 状态。在 **FAULT** 状态下，**SNS** 引脚都会提供故障指示（有关更多详细信息，请参阅数据表的 [诊断机制](#) 部分）。对于器件的版本 F，还会在 $\overline{\text{FLT}}$ 引脚上指示故障。

当满足以下所有条件时，开关不再保持关断状态，且故障指示将复位：

- **LATCH** 引脚为低电平

- t_{RETRY} 计时已到期
- 所有故障均已清除 (热关断、电流限制)

8.3.1.1 热关断

TPS1HB08-Q1 在功率 FET 上以及器件的控制器部分包含一个温度传感器。在两种情况下，器件被视为出现热关断故障：

- $T_{J,FET} > T_{ABS}$
- $(T_{J,FET} - T_{J,controller}) > T_{REL}$

检测到故障后，开关将关闭。如果 $T_{J,FET}$ 超过 T_{ABS} ，那么当开关温度降低迟滞值 T_{HYS} 时，故障将被清除。如果超过 T_{REL} 阈值，故障将在经过 T_{RETRY} 后被清除。

8.3.1.2 电流限制

当 I_{OUT} 达到电流限制阈值 I_{CL} 时，通道会立即关闭。 I_{CL} 值随转换率的变化而变化，上电短路期间发生的快速电流增加可能会暂时超过规定的 I_{CL} 值。当开关处于 FAULT 状态时，SNS 引脚上输出电流 I_{SNSFH} ，器件版本 F 还会在对应 $\overline{FLT}$ 引脚上输出故障指示。

在短路事件期间，器件达到电气特性表中 (对应器件版本和对应 R_{ILIM}) 的 I_{CL} 值后，会关断输出，实现器件保护。当输出电流超过 I_{CL} 时，器件会判定发生短路事件；但由于 TPS1HB08-Q1 去毛刺滤波以及关断时间的影响，实测最大电流可能会超过 I_{CL} 值。此去毛刺时间设定为 $3\mu s$ ，因此请使用 [TPS1HB08-Q1 AEC-Q100-012 短路可靠性](#) 一节中所述的测试设置，并将峰值之前的 $3\mu s$ 时刻的数值作为 I_{CL} 。根据规定，该器件能够在 $125^{\circ}C$ 条件下，在标称电源电压范围 (参见电气特性表部分中的定义) 内发生短路事件时进行自我保护。

对于器件版本 F，该器件的电流限制设定在 $-40^{\circ}C$ 到 $60^{\circ}C$ 区间保持恒定，之后线性下降，直到达到 $150^{\circ}C$ 。该电流限制下降特性用于在温度更高的工况下保护器件，在该类工况下，发生短路会造成更为严重的器件损伤。

8.3.1.2.1 电流限制折返

TPS1HB08-Q1 的版本 B 和 F 具备限制折返功能，可在发生长期故障时保护器件。如果器件连续发生七次故障关断事件 (热关断或电流限制中的任何一种)，电流限制将降至原始值的一半。如果发生以下任一情况，器件将恢复为原始电流限制阈值：

- 器件进入待机状态。
- 开关完成导通和关断且未发生任何故障。

版本 A 配置电流限制折返功能，因为电流限制较低，在反复发生的长期故障工况下造成的器件损伤相对较小。

8.3.1.2.2 可编程电流限制

TPS1HB08-Q1 除 F 版本外，其余所有版本均支持可调电流限制。某些应用 (例如白炽灯泡) 需要较高的电流限制，而其他应用可以受益于较低的电流限制阈值。一般而言，由于可通过以下方式实现系统优势，因此建议尽可能使用较低的电流限制：

- 减小 PCB 走线、模块连接器等载流元器件的体积，降低其成本
- 在短路事件期间对于电源 (V_{BB} 引脚) 的干扰更小
- 为下游负载提供更好保护

要设置电流限制阈值，请在 I_{LIM} 与 V_{BB} 之间连接一个电阻器。电流限制阈值由公式 1 (R_{ILIM} ，单位为 $k\Omega$) 确定：

$$I_{CL} = K_{CL} / R_{ILIM} \quad (1)$$

该 R_{ILIM} 电阻，对于器件版本 B 取值范围为 $5k\Omega$ 至 $25k\Omega$ ，。需要接入一个 R_{ILIM} 电阻器，但在引脚悬空，接地或超出此范围的故障情况下，电流限制将默认为本手册 [规格](#) 部分所规定的内部电平。如果 R_{ILIM} 超出此范围，该器件无法确保完全的短路保护。

备注

I_{LIM} 引脚上的电容可能会导致 I_{LIM} 在短路事件期间超出范围。为了精确地限制电流， R_{ILIM} 应靠近器件布置，走线尽量短，确保 I_{LIM} 引脚对 GND 电容小于 5pF。

器件版本 F 没有 I_{LIM} 引脚且电流限制不可调节。在这种情况下，器件的电流限制将固定为 [电气特性](#) 部分中所规定的内部阈值 I_{CL} 。

8.3.1.2.3 欠压锁定 (UVLO)

该器件可监测电源电压 V_{BB} ，防止电源电压过低时出现意外行为。当电源电压降至 V_{UVLOF} 时，输出级自动关断。当电源电压升至 V_{UVLOR} 时，器件将重新导通。

在 V_{BB} 从 0V 以低于 1V/ms 的斜率缓慢上升期间， V_{EN} 引脚必须保持低电平，直到 V_{BB} 高于 UVLO 阈值（相对于电路板接地端），并且器件的电源电压已可靠地达到 UVLO 条件以上。为获得最佳运行效果，在将 V_{EN} 引脚置为高电平之前，请确认 V_{BB} 已升至 UVLO 以上。

8.3.1.2.4 接地短路期间的 V_{BB}

当 V_{OUT} 接地短路时，模块电源 (V_{BB}) 可能会瞬态降低。这种降低是由于流过线束电缆的电流突然增加所致。为了实现最佳的系统行为，TI 建议在 V_{OUT} 接地短路期间，模块应保持 $V_{BB} > 3V$ （在最大 V_{UVLOF} 以上）。这种维持通常通过在电源节点上放置大容量电容来实现。

8.3.1.3 电压瞬态

TPS1HB08-Q1 器件包含两种电压钳位电路，可以保护 FET 免受系统级电压瞬变的影响。图 8-2 显示了两种不同钳位电路。

从 V_{BB} 到 GND 的钳位主要用于保护控制器免受电源线路上正瞬变的影响（例如 ISO7637-2）。从 V_{BB} 到 V_{OUT} 的钳位主要用于在关闭感性负载时限制 FET 两端的电压。如果从 V_{BB} 到 GND 的电压电位超过 V_{BB} 钳位电平，则该钳位允许电流从 V_{BB} 流过器件并到达 GND（路径 2）。如果从 V_{BB} 到 V_{OUT} 的电压电位超过钳位电压，则功率 FET 允许电流从 V_{BB} 流向 V_{OUT} （路径 3）。在 ISO 7637 脉冲 2A 测试期间， V_{BB} 到 GND 之间的额外电容可提高系统可靠性。

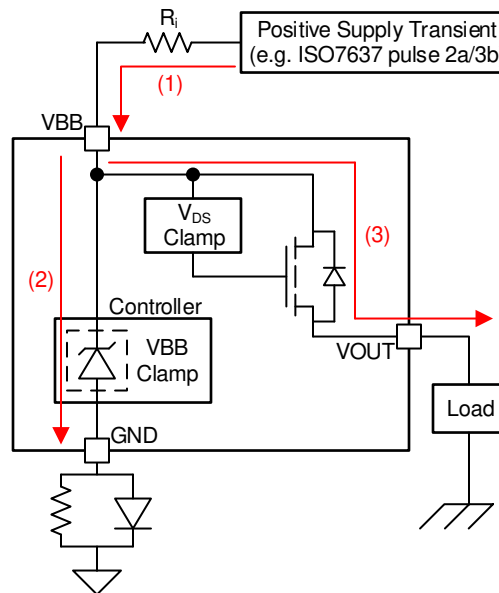


图 8-2. 电源电压瞬变期间的电流路径

8.3.1.3.1 负载突降

TPS1HB08-Q1 器件依据 ISO 16750-2:2010(E) 抑制负载突降脉冲标准进行了测试。该器件支持高达 40V 的负载突降瞬态，并在负载突降脉冲期间保持正常运行。如果开关被启用，开关将保持启用状态；如果开关被禁用，开关将保持禁用状态。

8.3.1.3.2 驱动感性负载

关闭电感负载时，电感器可以在开关的输出端施加负电压。TPS1HB08-Q1 器件包含一个电压钳位电路，用于限制 FET 两端的电压。可接受的最大负载电感取决于器件稳健性。在 5mH 负载下，该器件在 125°C 条件下，可承受的单脉冲电感耗散为 95mJ，在 10 Hz 重复频率条件下，可承受一百万次电感重复脉冲，每次脉冲能量分别为 56mJ。如果应用参数超出该器件限制，有必要使用续流二极管之类的保护器件来耗散存储在电感器中的能量。

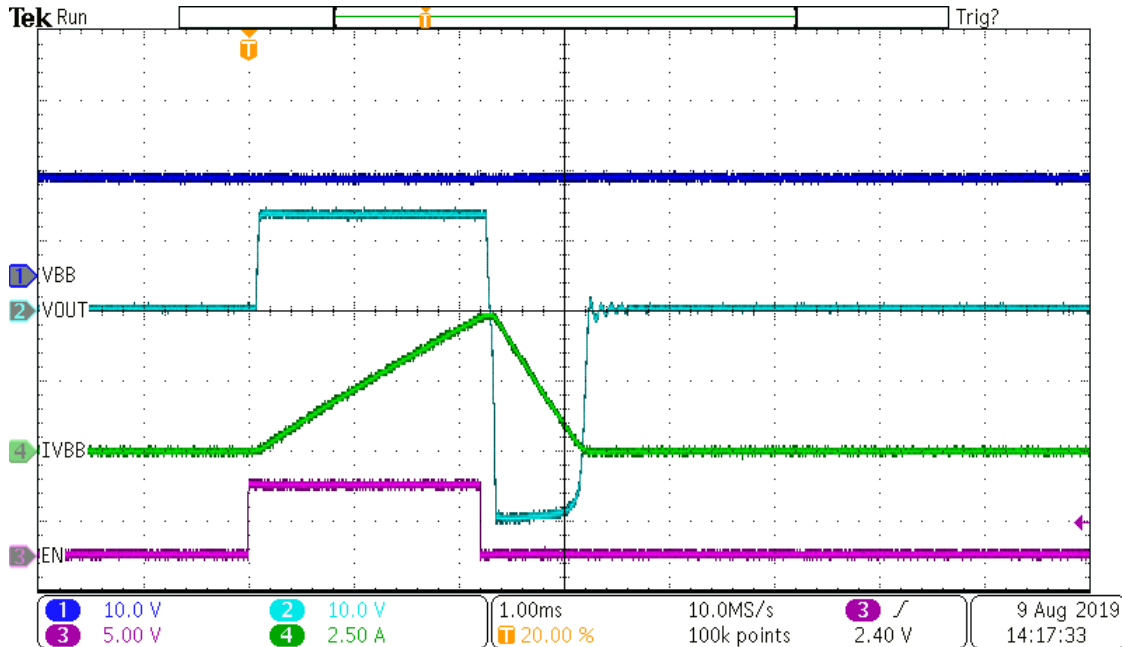


图 8-3. TPS1HB08-Q1 电感放电 (5mH)

有关驱动感性负载的更多信息，请参阅 TI 的《[如何利用智能高侧开关驱动感性、容性和照明负载](#)》应用手册。

8.3.1.4 电池反向

在电池反接条件下，无论 EN 引脚处于何种状态，开关都会自动启用，避免 MOSFET 体二极管内部产生过大功耗。在许多应用（例如电阻负载）中，电池反接期间可能存在满负载电流。为了激活自动导通特性，SEL 引脚必须具有从 MCU 到地的一条路径，如果未使用，则必须通过 R_{PROT} 接地。

系统中有两种阻断反向电流的方案。第一种方法是将阻断器件（FET 或二极管）与电池电源串联，从而阻断所有电流通路。第二种方法是在高侧开关的 GND 节点上将阻断二极管串联。这种方法可保护开关的控制器部分（路径 2），但不能阻止电流流经负载（路径 3）。用于第二种方法的二极管可在多个高侧开关之间共享。

图 8-4 中所示的路径 1 在器件内部被阻断。

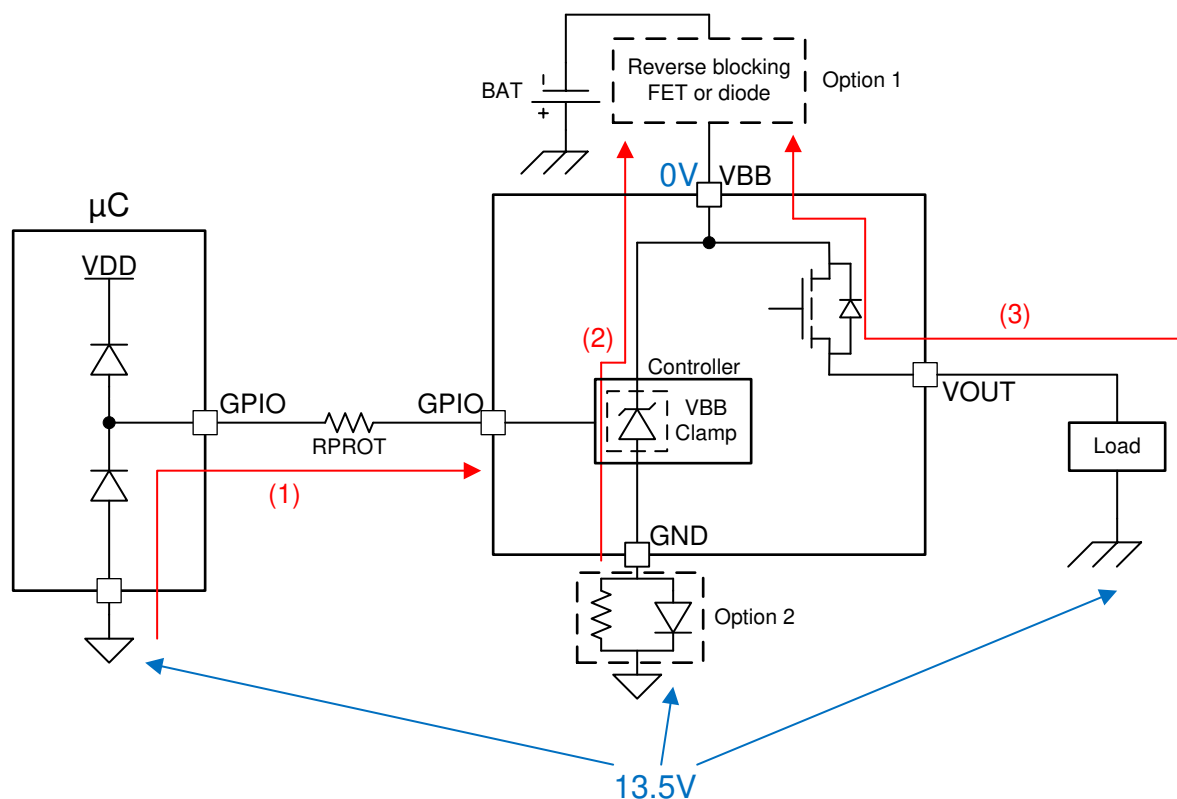


图 8-4. 电池反向期间的电流路径

有关电池反向保护的更多信息，请参阅 TI 的[适用于高侧开关的电池反向保护](#)应用手册。

8.3.1.5 故障事件—时序图—版本 A 和 B

备注

所有时序图都假定 SEL1 引脚为低电平。

LATCH、DIA_EN 和 EN 引脚由用户控制。这些时序图代表了一种可能的应用场景。

图 8-5 显示了即时电流限制关闭行为。该图还显示了重试行为。如图所示，开关会保持锁存状态，直到 LATCH 引脚变为低电平。

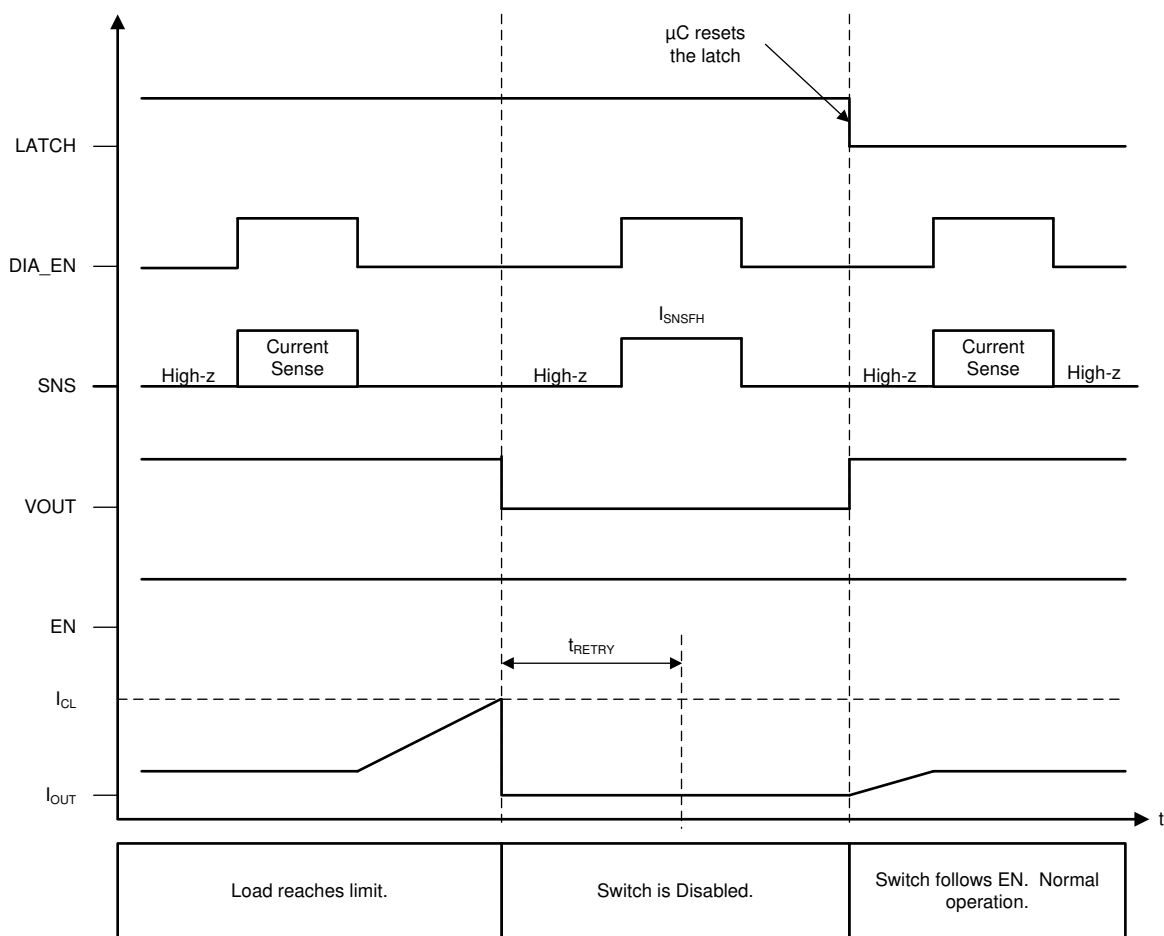


图 8-5. 电流限制 — 版本 A 和 B — 锁存行为

图 8-6 显示了即时电流限制关闭行为。在此示例中，LATCH 连接到 GND；因此，开关将在故障清除且 t_{RETRY} 计时到期后重试。

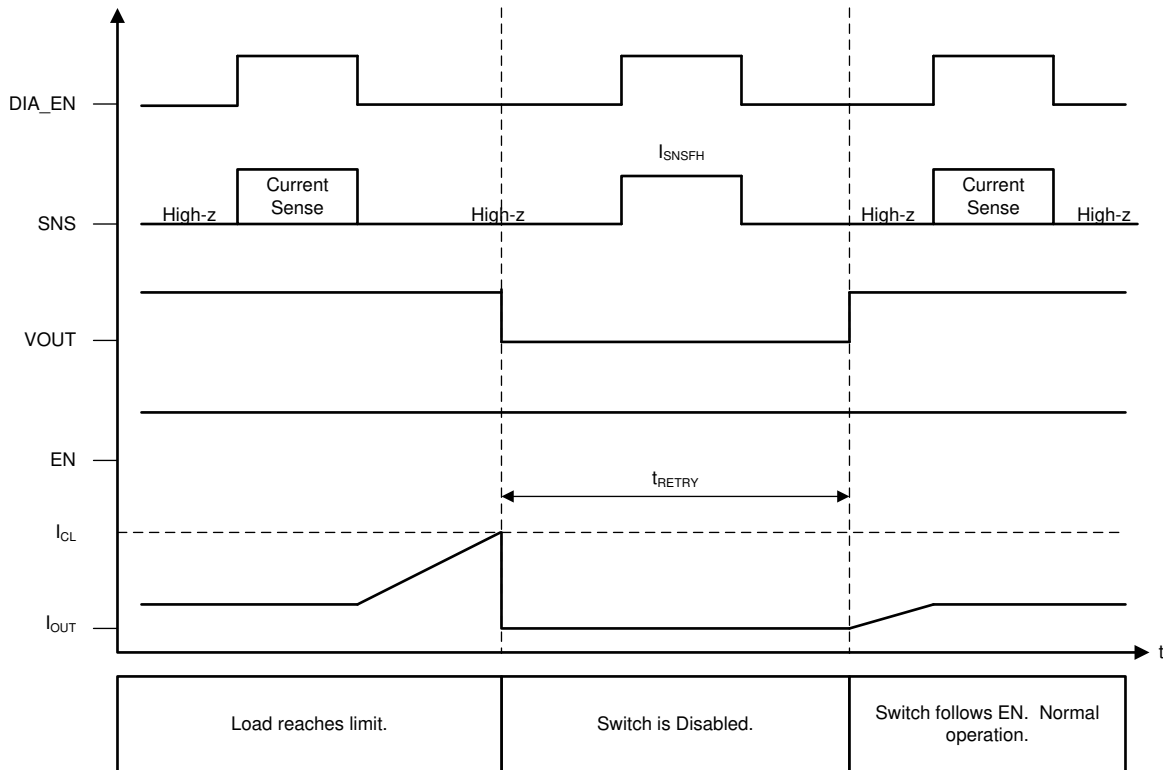


图 8-6. 电流限制 — 版本 A 和 B — LATCH = 0

开关在关断事件后重试时，SNS 故障指示会一直保持，直到 V_{OUT} 升至 $V_{\text{BB}} - 1.8\text{V}$ 。 V_{OUT} 上升后，SNS 故障指示就会复位，此时电流检测功能可用。如果存在接地短路且 V_{OUT} 无法上升，SNS 故障指示将无限期保持。图 8-7 显示了自动重试行为，并提供了重试期间故障指示的放大视图。

备注

图 8-7 假设 t_{RETRY} 在 T_J 达到迟滞阈值时已到期。

LATCH = 0V 且 DIA_EN = 5V

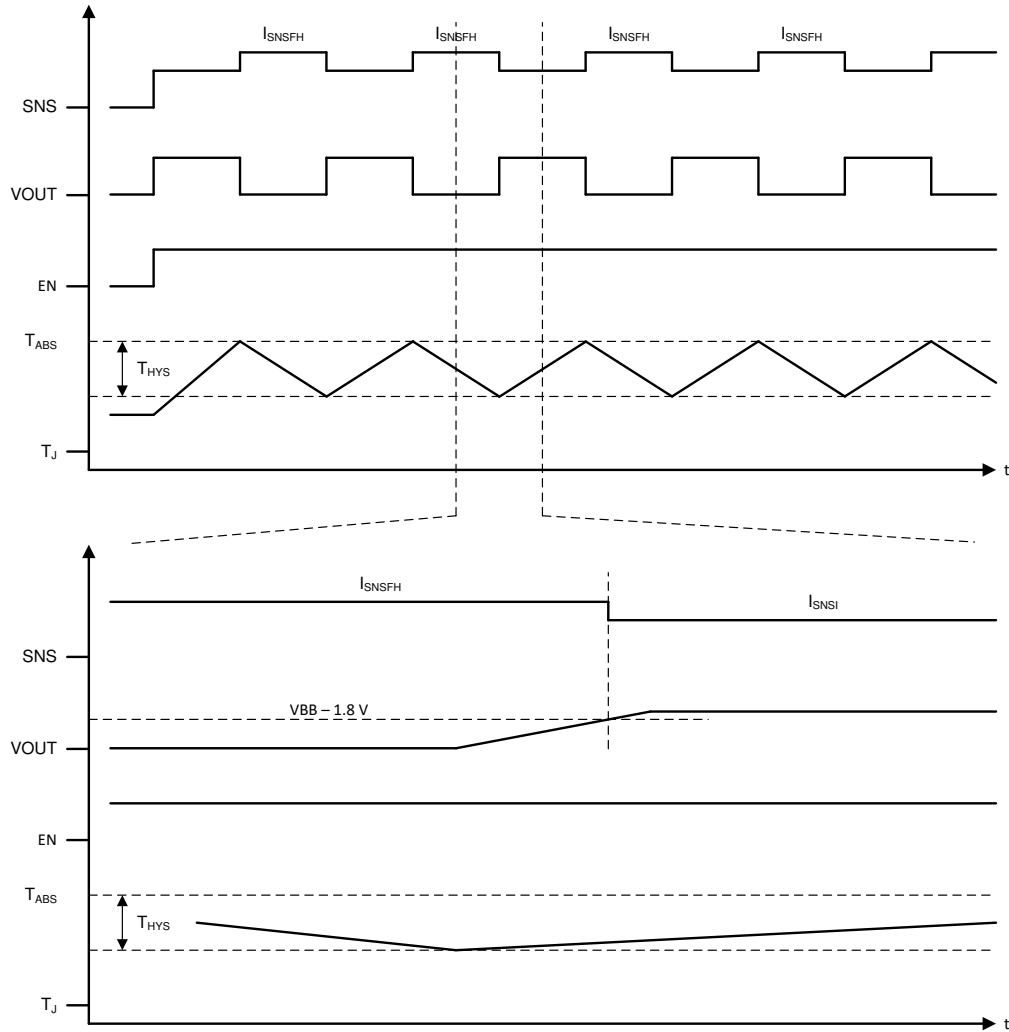


图 8-7. 重试期间的故障指示

8.3.1.6 故障事件 — 时序图 — 版本 F

TPS1HB08-Q1 器件版本 F 遵循 节 8.3.1.5 中所述相同的时序和故障图，唯一的区别是 $\overline{\text{FLT}}$ 引脚的行为。在每个图中，如果使用版本 F，则表示故障指示触发条件与 SNS 引脚保持一致。在每个图中，当 SNS 引脚输出 I_{SNSFH} 时， $\overline{\text{FLT}}$ 引脚也会进入开漏状态以指示故障。

8.3.2 诊断机制

8.3.2.1 VOUT 电池短路和开路负载

无论开关处于启用还是关断状态，TPS1HB08-Q1 都能够检测电池短路和开路负载事件，但这两种情况会采用不同的方法。

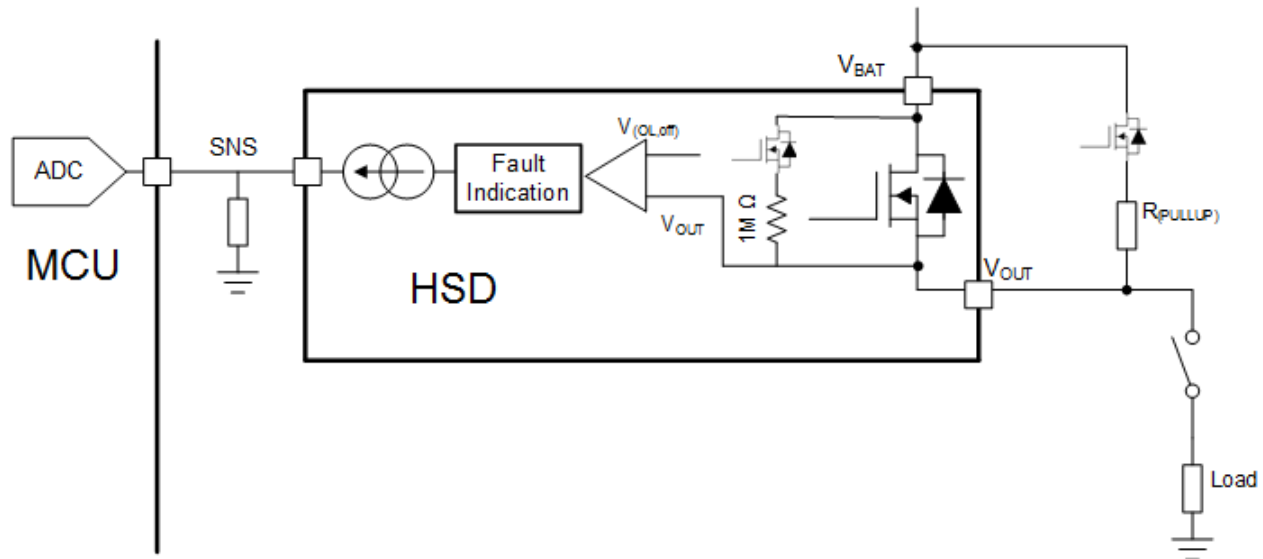
8.3.2.1.1 在启用开关的情况下进行检测

当开关处于启用状态时，可通过电流检测功能检测 VOUT 短接至电池以及开路负载的情况。在这两种情况下，通过 SNS 引脚测得的负载电流低于预期值。

8.3.2.1.2 在禁用开关的情况下进行检测

当开关禁用时，若 DIA_EN 为高电平，内部比较器会检测 VOUT 的状态。如果负载断开（开路负载条件）或发生电池短路，VOUT 电压高于开路负载阈值 ($V_{\text{OL,off}}$)，并且 F 版本器件上的 SNS 引脚和 $\overline{\text{FLT}}$ 引脚均会输出故障指示。内部 $1\text{M}\Omega$ 上拉电阻器与内部 MOSFET 开关串联，因此，若必须检测完全开路负载，则不需要外部元件。但

是，如果在负载断开时仍存在明显的泄漏或其他电流消耗，则可以在外部添加一个阻值较低的上拉电阻器和开关，以便在开路负载条件下将 V_{OUT} 电压设置在 $V_{OL,off}$ 以上。



该图假设器件接地和负载接地处于相同电位。在实际系统中，可能存在 1V 至 2V 的接地漂移电压。

图 8-8. 电池短路和开路负载检测

检测电路仅在 DIA_EN = 高电平且 EN = 低电平时启用。如果 $V_{OUT} > V_{OL}$ ， SNS 引脚会进入故障电平，但如果 $V_{OUT} < V_{OL}$ ，则不会提供故障指示。仅当 $SEL1$ 引脚为低电平时，才会出现故障指示。

当开关被禁用且 DIA_EN 为高电平时，故障指示机制将会持续反映当前状态。例如，如果 V_{OUT} 从大于 V_{OL} 降至小于 V_{OL} ，则故障指示将复位。此外，在 DIA_EN 的下降沿或 EN 的上升沿，故障指示也将复位。

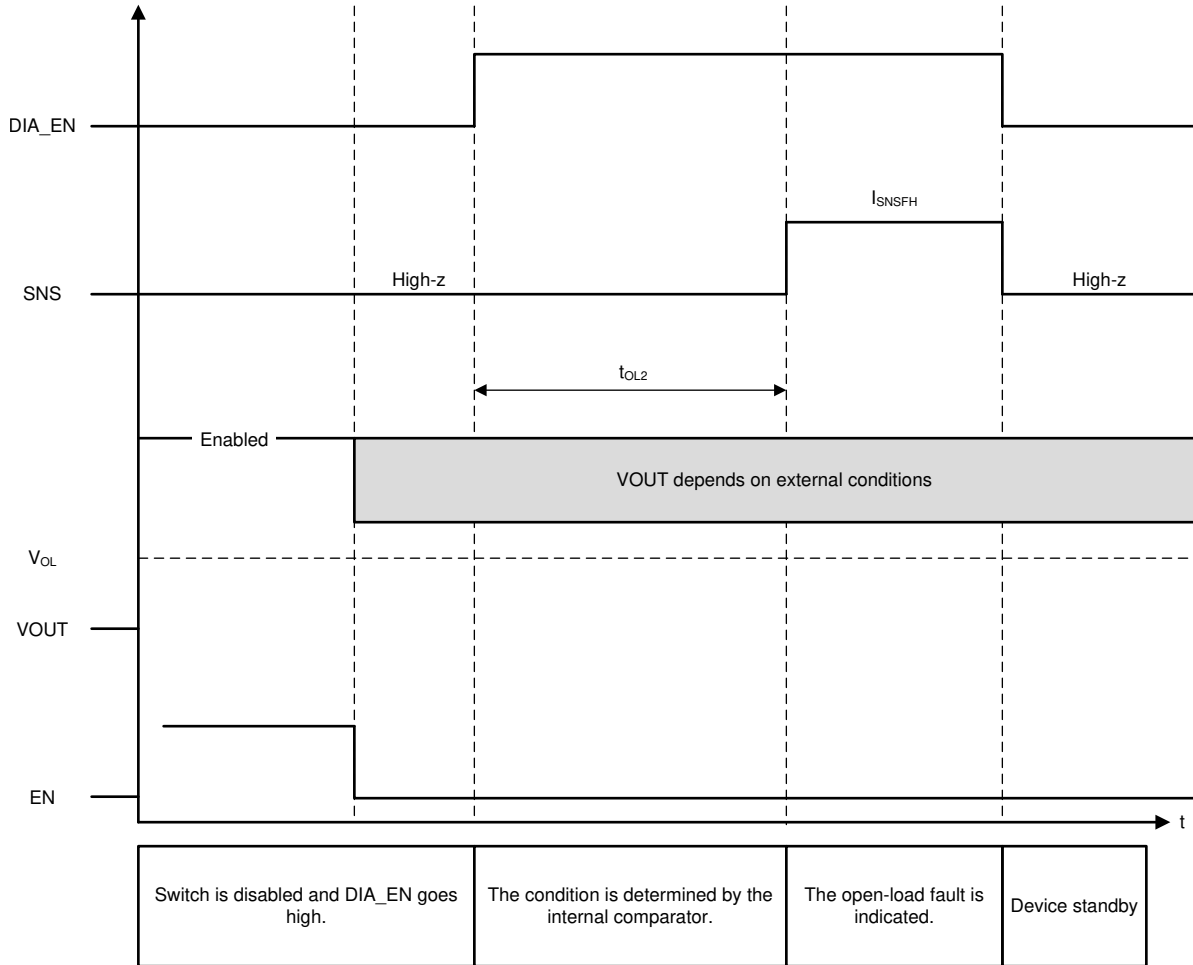


图 8-9. 开路负载

8.3.2.2 SNS 输出

当 SEL1 引脚为低电平且无故障时，SNS 输出可用于检测负载电流；当 SEL1 引脚为高电平且无故障时，则该输出可用于检测器件温度。感应电路提供与所选参数成正比的电流。该电流输出至一个外部电阻器，从而产生与所选参数成正比的电压。该电压可通过 ADC 或比较器测量。此外，SNS 引脚可用于测量 FET 温度。

为确保感应测量准确，感应电阻器必须连接至与 μC ADC 相同的地电位。

表 8-1. 模拟感应传递函数

参数	传递函数
负载电流	$I_{SNSI} = I_{OUT}/K_{SNS} = I_{OUT}/5000$
器件温度	$I_{SNSST} = (T_J - 25^\circ C) \times dI_{SNSST}/dT + 0.85$

SNS 输出还将用于指示系统故障。当出现故障时， I_{SNS} 会达到预定义的电平 I_{SNSFH} 。规格部分中规定了 I_{SNSFH} 、 dI_{SNSST}/dT 和 K_{SNS} 。

器件版本 F 无法测量器件温度，因此只能测量负载电流。

8.3.2.2.1 R_{SNS} 值

选择 R_{SNS} 值时，请考虑以下因素：

- 电流检测比 (K_{SNS})

- 应用运行所需的最大和最小可诊断负载电流
- ADC 的满量程电压
- ADC 的分辨率

有关选择 R_{ISNS} 值的示例，请参阅本数据表“应用”部分中的 [\$R_{ILIM}\$ 计算](#) 相关内容。

8.3.2.2.1.1 高精度负载电流检测

在许多汽车模块中，高侧开关需要提供有关下游负载的诊断信息。对于更复杂的负载，需要高精度检测。下面是几个示例：

- **LED 照明：**在许多架构中，车身控制模块 (BCM) 必须与白炽灯泡以及 LED 模块兼容。灯泡的诊断相对较为简单。然而，LED 模块消耗的电流更低，并且还可能包含多个并联的 LED 灯串。在这两种情况下使用相同的 BCM，因此高侧开关可以准确诊断这两种负载类型。
- **电磁阀保护：**通常，螺线管由低侧开关精确控制。但是，在发生故障事件中，低侧开关无法将螺线管与电源断开。高侧开关可用于持续监控多个螺线管。如果系统电流高于预期值，高侧开关可禁用该模块。

8.3.2.2.1.2 SNS 输出滤波器

为获得更准确的电流检测值，TI 建议对 SNS 输出进行滤波。滤波方法有两种：

- 在 SNS 引脚与 ADC 输入端之间使用低通 RC 滤波器。此滤波器如图 10-1 所示，采用电阻器和电容器的典型值。设计人员必须根据系统要求选择 C_{SNS} 电容值。较大的值提供更好的滤波效果，但较小的值可以实现更快的瞬态响应。
- ADC 和微控制器也可用于滤波。TI 建议 ADC 采集 SNS 输出端的多个测量值。必须将此数据集的中值视为最准确的结果。通过执行该中值计算，微控制器可以滤除任何噪声或异常值数据。

8.3.2.3 故障指示和 SNS 多路复用器

以下故障通过 SNS 输出进行传递：

- 开关关断，原因如下：
 - 热关断
 - 电流限制
- 开路负载和 V_{OUT} 对电池短路

开关启用时，不会指示开路负载和对电池短路，但仍可通过检测电流检测到这些情况。因此，如果在启用通道时出现故障指示，故障来源只能是过流或者过热事件。

仅当 SEL1 引脚为低电平时，SNS 引脚才会输出故障指示。当 SEL1 引脚为高电平且器件设置为测量温度时，该引脚测量通道 FET 温度。

对于器件版本 F，当器件处于其中任何一个故障状态时， $\overline{FLT}$ 引脚拉至低电平。

表 8-2. 器件版本 A/B SNS 多路复用器

输入			输出
DIA_EN	SEL1	故障检测 ⁽¹⁾	SNS
0	X	X	高阻态
1	0	0	输出电流
1	1	0	器件温度
1	0	1	I _{SNSFH}
1	1	1	器件温度

- (1) 故障检测覆盖多种工况：
- 开关关断并等待重试
 - 开路负载和电池短路

对于器件版本 F，SEL1 引脚无功能，因此器件无法输出温度检测电流。在这种情况下，SEL1 必须通过 R_{PROT} 电阻器接地，并且 SNS 行为遵循下表。

表 8-3. 器件版本 F SNS 多路复用器

输入			输出	
DIA_EN	SEL1	故障检测 ⁽¹⁾	SNS	FLT ⁽²⁾
0	X	X	高阻态	高阻态
1	X	0	输出电流	高阻态
1	X	1	I _{SNSFH}	漏极开路

- (1) 故障检测覆盖多种工况：
- 开关关断并等待重试
 - 开路负载/电池短路
- (2) 仅限版本 F

8.3.2.4 电阻器共享

如图 8-10 中所示，多个高侧器件可以使用相同的 SNS 电阻器。此操作减少了系统中无源器件的总数以及微控制器器所需的 ADC 端子的数量。

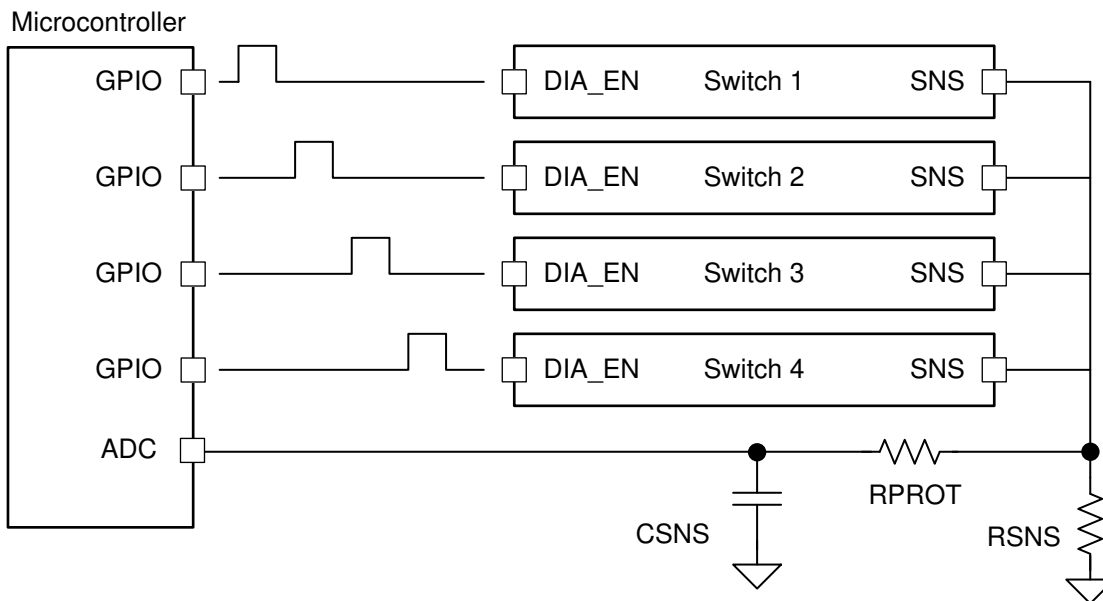


图 8-10. 在多个器件之间共享 R_{SNS}

8.3.2.5 高频率、低占空比电流检测

一些应用将使用高频、低占空比 PWM 运行，或者需要快速稳定 SNS 输出。例如，250Hz、5% 占空比 PWM 的导通时间仅为 200μs，该时间必须予以适配。微控制器 ADC 可在定义的趋稳时间 t_{SNSION3} 之后对 SNS 信号进行采样。

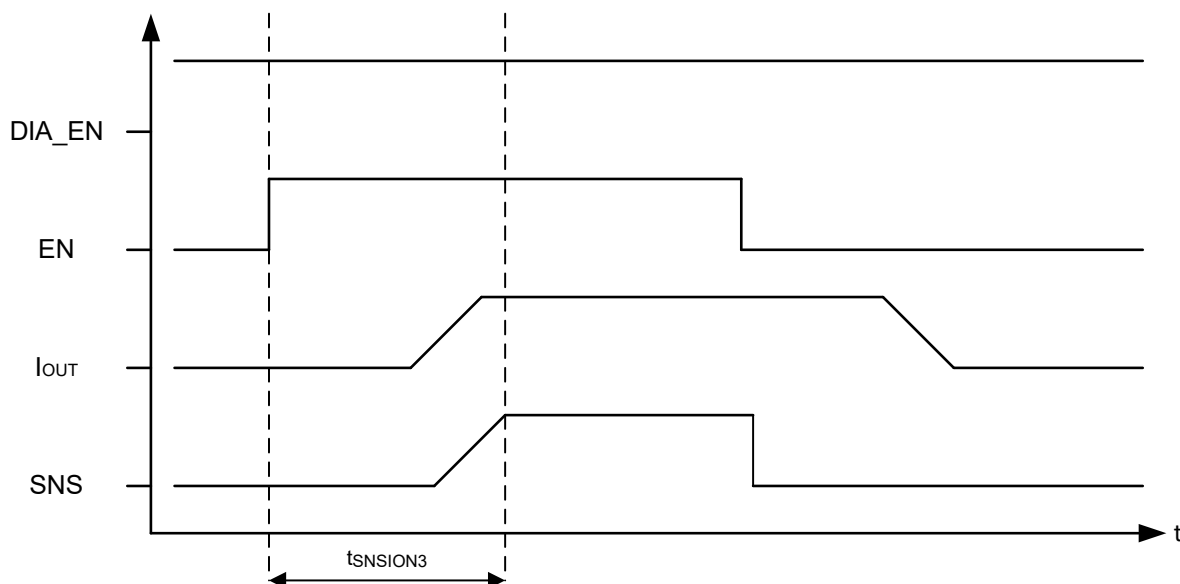


图 8-11. 低占空比应用中的电流检测

8.4 器件功能模式

在典型运行期间，TPS1HB08-Q1 可以在以下所述的多种状态下工作，如图 8-12 中的状态图所示。

8.4.1 关闭

当器件未通电时，即进入关闭状态。

8.4.2 待机

待机状态是一种低功耗模式，用于将功耗降至最低水平。诊断功能在待机模式下不可用。

8.4.3 诊断

诊断状态可用于在开关处于禁用状态时执行诊断。

8.4.4 待机延迟

当 EN 和 DIA_EN 为低电平时，器件进入待机延迟状态。在 t_{STBY} 之后，如果 EN 和 DIA_EN 引脚仍为低电平，则器件会进入待机状态。

8.4.5 有效

在激活状态下，开关启用。诊断功能可以在激活状态期间打开或关闭。

8.4.6 故障

如果发生故障关断（热关断或电流限制），则进入故障状态。在所有故障都被清除、LATCH 引脚为低电平且重试计时器到期后，器件会退出故障状态。如果 EN 引脚为高电平，开关将重新启用。如果 EN 引脚为低电平，开关保持关断。

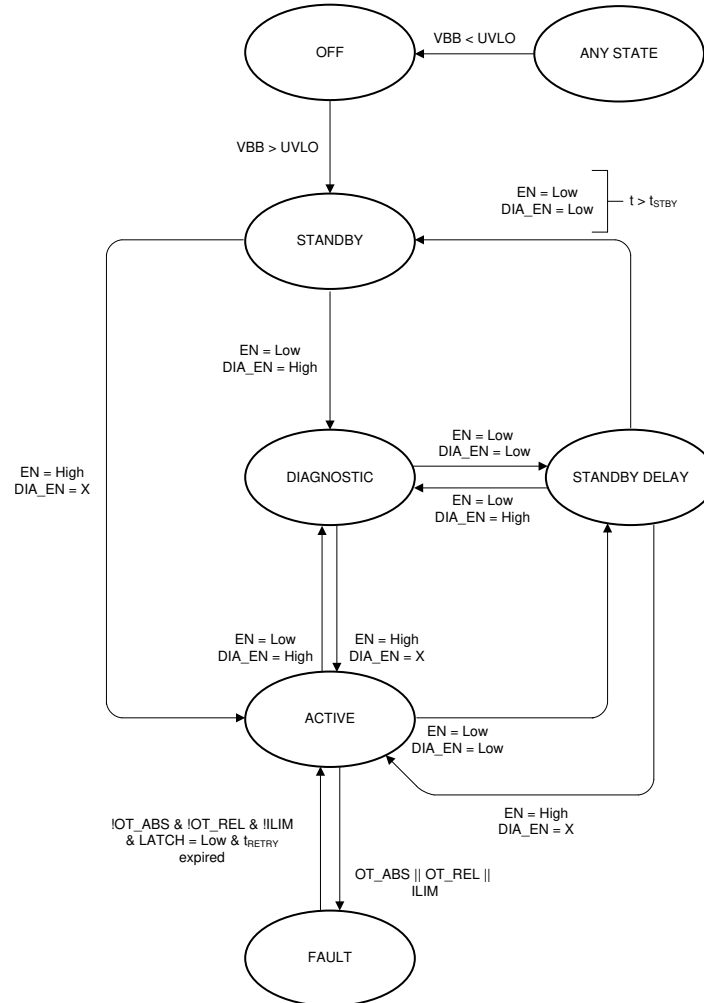


图 8-12. 状态图

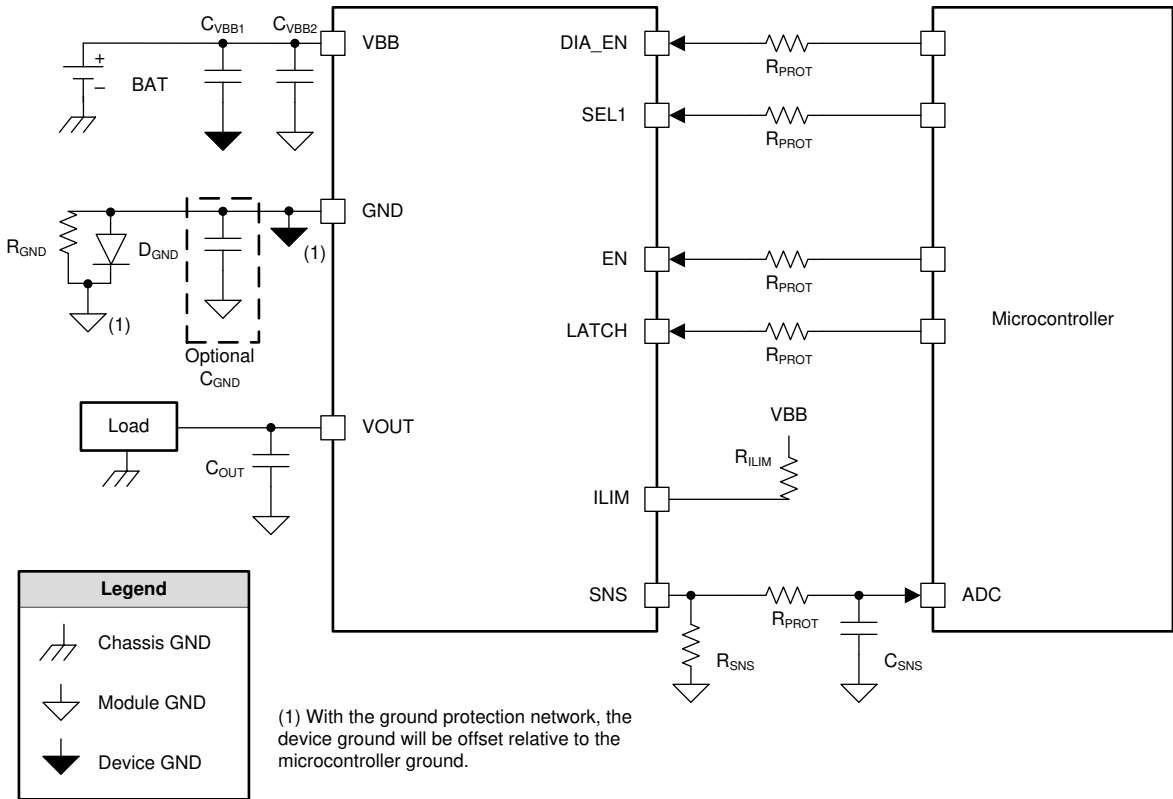
9 应用和实施工

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。客户必须验证并测试其设计实现，以确认系统功能正常。

9.1 应用信息

图 9-1 显示了 TPS1HB08-Q1 版本 A 或 B 的典型应用的原理图。其包含所有标准外部元件。数据表的这一部分介绍了实现常用应用功能时的注意事项。该器件的版本 F 使用开漏 **FLT** 引脚取代了 **ILIM** 引脚。在这种情况下，**FLT** 引脚必须通过 10k Ω 上拉电阻器连接到 5V 电源轨。



使用接地保护网络时，器件接地端将相对于微控制器接地端发生偏移。

图 9-1. 系统图

表 9-1. 推荐的外部元件

元件	典型值	用途
R _{PROT}	15k Ω	保护微控制器和器件 I/O 引脚。
R _{SNS}	1k Ω	将检测电流转换为检测电压。
C _{SNS}	100pF – 10nF	ADC 输入的低通滤波器。
R _{GND}	4.7k Ω	稳定关闭感性负载期间的 GND 电势。
D _{GND}	BAS21 二极管	在电池反接期间保护器件。
R _{ILIM}	5k Ω – 25k Ω	设置电流限制阈值。
C _{VBB1}	4.7nF 至器件 GND	滤除电压瞬变（例如，ESD、ISO7637-2）并改善辐射性能。
C _{VBB2}	220nF 连接至模块 GND	稳定输入电源并滤除低频噪声。

表 9-1. 推荐的外部元件 (续)

元件	典型值	用途
C _{OUT}	220nF	滤除电压瞬变 (例如, ESD、ISO7637-2)。

9.1.1 接地保护网络

如反接电池部分所述, D_{GND} 可用于防止在电池反向事件期间流入器件的反向电流过多。此外, 如果开关用于驱动电感负载, 则 R_{GND} 将与 D_{GND} 并联。接地保护网络 (D_{GND} 和 R_{GND}) 可在多个高侧开关之间共享。

可以使用 I_{GND} 的绝对最大额定值来计算 R_{GND} 的最小值。在反接电池情况期间, I_{GND} = V_{BB}/R_{GND} :

$$R_{GND} \geq V_{BB} / I_{GND} \quad (2)$$

- 设置 V_{BB} = -13.5V
- 设置 I_{GND} = -50mA (绝对最大额定值)

$$R_{GND} \geq -13.5V / -50mA = 270 \Omega$$

在本例中, 可以发现 R_{GND} 必须至少为 270 Ω。在反接电池事件期间, 还需要考虑 R_{GND} 中的功率耗散:

$$P_{RGND} = V_{BB}^2 / R_{GND} \quad (3)$$

$$P_{RGND} = (13.5V)^2 / 270 \Omega = 0.675W$$

实际上, R_{GND} 的额定功率不可能达到这么高。在这种情况下, 必须选择更大的电阻值。

9.1.2 与微控制器连接

接地保护网络将导致器件接地端的电位高于模块接地端 (和微控制器接地端)。该偏移将影响器件与微控制器之间的接口。

逻辑引脚电压会因二极管的正向电压而产生偏移。对于输入引脚 (例如 EN), 设计人员必须考虑开关的 V_{IH} 规格和微控制器的 V_{OH} 规格。对于不包含 D_{GND} 的系统, 要求 V_{OH} > V_{IH}。对于包含 D_{GND} 的系统, 要求 V_{OH} > (V_{IH} + V_F)。V_F 是 D_{GND} 的正向电压。

感应电阻器 R_{SNS} 必须端接至微控制器接地端。在这种情况下, 即使微控制器接地端与器件接地端之间存在偏移, ADC 也可以准确测量 SNS 信号。

9.1.3 I/O 保护

R_{PROT} 用于在系统级电压瞬变 (例如 ISO 脉冲或反接电池) 期间保护微控制器 I/O 引脚。如果故障或饱和电流导致检测电阻上产生足够高的压降, 则 SNS 引脚电压可能会超过 ADC 输入引脚的最大电压。如果设计中可能发生这种情况 (例如, 通过切换到高值 R_{SNS} 来提升 ADC 输入电平), 则必须设计适当的外部钳位, 以防止 SNS 输出端和 ADC 输入端出现高电压。

9.1.4 反向电流

当 0V < V_{BB} < V_{OUT} 时, 会出现反向电流。在这种情况下, 电流可能会从 V_{OUT} 流向 V_{BB}。纯电阻负载不会导致反向电流。但是, 容性或电感负载可能会导致反向电流。例如, 如果负载电容较大且 V_{BB} 节点出现瞬态压降, 则 V_{OUT} 可能大于 V_{BB}。

TPS1HB08-Q1 不会检测反向电流。启用开关时, 反向电流将流经开关。禁用开关时, 反向电流可能会流经 MOSFET 体二极管。在发生反向电流事件期间, 该器件将继续正常运行。

9.1.5 接地失效

接地连接可能会在器件级或模块级丢失。如果接地连接断开, 开关会被禁用。如果在接地连接丢失时开关已禁用, 则该开关将保持禁用状态。重新连接接地后, 将恢复正常运行。

9.1.6 汽车标准

TPS1HB08-Q1 设计为符合所有相关汽车标准，以确保在连接到 12V 汽车电池时可靠运行。

9.1.6.1 ISO7637-2

TPS1HB08-Q1 根据 ISO7637-2:2011 (E) 标准进行测试。测试脉冲在开关使能和禁用情况下均适用。测试设置仅包含 DUT 和尽量少的外部元件： C_{VBB} 、 C_{OUT} 、 D_{GND} 和 R_{GND} 。

状态 II 在 ISO 7637-1 功能性能状态分类 (FPSC) 中定义为：“功能在测试期间不按设计执行，但在测试后自动恢复正常运行。”有关 ISO7637-2:2011 (E) 预期结果，请参阅表 9-2。

表 9-2. ISO7637-2:2011 (E) 结果

测试脉冲	具有状态 II 功能性能的测试脉冲严重性等级		最小脉冲数或测试时间	突发周期/脉冲重复时间	
	等级	US		最小值	最大值
1	III	-112V	500 个脉冲	0.5s	—
2a ⁽¹⁾	III	+55V	500 个脉冲	0.20	5s
2b	IV	+10V	10 个脉冲	0.5s	5s
3a	IV	-220V	1 小时	90ms	100ms
3b	IV	+150V	1 小时	90ms	100ms

(1) 为通过 3 级 ISO7637 脉冲 2A，需要在 C_{VBB} 上连接 1 μ F 的电容。

9.1.6.2 TPS1HB08-Q1 AEC-Q100-012 短路可靠性

TPS1HB08-Q1 根据 AEC-Q100-012 短路可靠性标准进行测试。执行此测试是为了展示器件在发生 V_{OUT} 接地短路事件时的稳健性。表 9-3 中总结了测试条件和测试程序。有关更多详细信息，请参阅 AEC-Q100-012 标准文档。

测试条件：

- LATCH = 0V
- 取自 3 个独立批次中的 10 个单元，总共 30 个单元。
- $L_{supply} = 5 \mu H$ ， $R_{supply} = 10m\Omega$
- $V_{BB} = 14V$

测试程序：

- 对每个单元施加应力前采集参数数据
- 使每个单元根据规定的所需短路循环次数或持续时间进入短路状态
- 施加应力后对每个单元执行功能测试，以验证该部分是否仍按预期运行

冷重复测试在 85°C 下进行，该温度是器件承受短路故障的最坏工况。冷重复测试是指在两次脉冲之间让器件有时间冷却，而不是在低温下运行。负载短路是最坏的情况，因为存储在电缆电感中的能量可能会造成额外的损害。器件的快速响应可确保在电流接近负载短路条件时电流限制迅速生效。此外，还会执行热重复测试。

表 9-3. AEC-Q100-012 测试结果

测试	短路位置	器件版本	循环次数，持续时间	编号数量	编号次数
冷重复 — 长脉冲	负载短路， $L_{short} = 5 \mu H$ ， $R_{short} = 50m\Omega$ ， $T_A = -40^\circ C$	F	100k 周期	30	0
冷重复 — 长脉冲 — 负载短路 ⁽¹⁾	负载短路， $L_{short} = 5 \mu H$ ， $R_{short} = 200m\Omega$ ， $T_A = 85^\circ C$	F	100k 周期	30	0
冷重复 — 长脉冲 — 负载短路 ⁽¹⁾	负载短路， $L_{short} = 5 \mu H$ ， $R_{short} = 200m\Omega$ ， $T_A = -40^\circ C$	F	100k 周期	30	0
冷重复 — 长脉冲 — 终端短路	负载短路， $L_{short} < 1 \mu H$ ， $R_{short} < 20m\Omega$ ， $T_A = 85^\circ C$	F	100k 周期	30	0

表 9-3. AEC-Q100-012 测试结果 (续)

测试	短路位置	器件版本	循环次数, 持续时间	编号数量	编号次数
热重复 — 长脉冲	负载短路, $L_{\text{short}} = 5 \mu\text{H}$, $R_{\text{short}} = 100\text{m}\Omega$, $T_A = 25^\circ\text{C}$	F	100 小时	30	0

(1) 对于冷重复短路, 采用 $200\text{m}\Omega$ 的 R_{short} 以使器件在发生短路事件之前处于较高的结温, 从而增加测试的严苛性。

9.1.7 对器件引脚的干扰

如节 8.3.1.3.1 和节 9.1.6 中所述, TPS1HB08-Q1 已通过汽车标准瞬态工况验证, 包含 ISO 7637-2 传导瞬态脉冲和 ISO 16750-2 抑制型负载突降。各类工况下的器件工作特性记载于对应章节。

除已通过验证的条件外, 除非另有说明, 否则器件所有引脚均需要施加稳定电压。即使直流电压电平保持在规定的工作范围内, 若电压瞬变、交流噪声或注入射频电流超过上述汽车标准规定的水平或存在于未涵盖汽车标准的引脚上, 仍可能导致器件工作参数偏离规定值或引发器件故障。

在设计验证期间, 电路板设计人员必须确认器件所有引脚的电压均满足规定工作条件, 不存在超出器件规格书要求的过量噪声与瞬态信号。如果观察到电源噪声或注入信号, 则必须在发布量产版本之前修改电路板设计以减轻这些影响。建议的缓解措施包括板级滤波、合理布置去耦电容以及 PCB 布局技术, 可更大限度地降低共享公共电源轨的 IC 之间的传导噪声。

9.1.8 热性能信息

输出电流时, TPS1HB08-Q1 由于功率耗散而发热。瞬态热阻抗曲线可用于确定给定长度脉冲期间的器件温度。此 $Z_{\theta JA}$ 值对应具有散热过孔的 JEDEC 标准 2s2p 热测试 PCB。

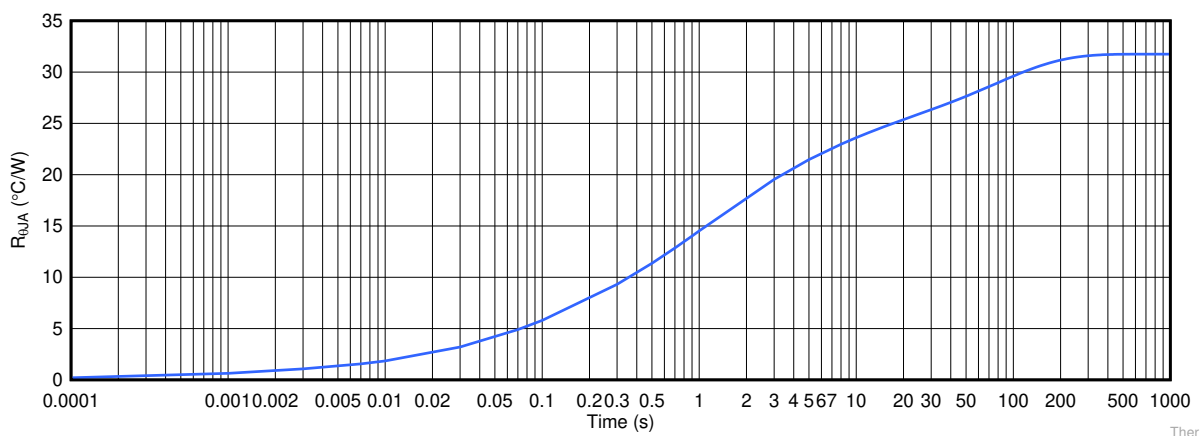


图 9-2. TPS1HB08-Q1 瞬态热阻抗

9.2 典型应用：电阻式加热器负载

此应用示例演示如何使用 TPS1HB08-Q1 器件为汽车座椅内的电阻式加热负载供电。此示例考虑了由器件供电的加热器负载。这只是该器件可适用的众多应用的一个示例。

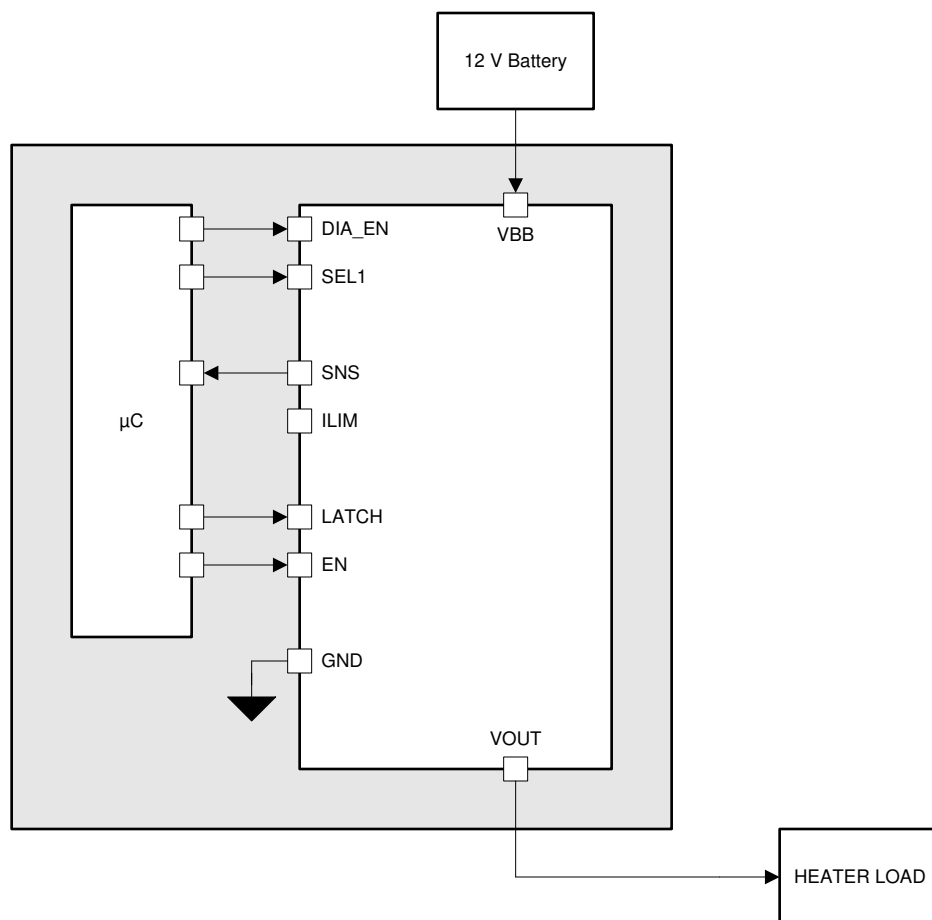


图 9-3. 为加热器负载供电的方框图

9.2.1 设计要求

对于这个设计示例，请使用表 9-4 中显示的输入参数。

表 9-4. 设计参数

设计参数	示例值
V_{BB}	13.5V
负载 — 加热器	最大值 130W
负载电流检测	100mA 至 20A
I_{LIM}	12A
环境温度	70°C
$R_{\theta JA}$	32.6°C/W (取决于 PCB)
器件版本	A

9.2.2 详细设计过程

9.2.2.1 散热注意事项

在最大负载功率下，130W 加热器负载会导致通道中产生直流电流，分别约为 9.6A。因此，在 13.5V 下的该电流代表了最坏情况下的发热。

开关中的功率耗散可通过方程式 4 计算得出。假设 R_{ON} 为 16mΩ，该数值为高温条件下的最大规格值。实际应用中， R_{ON} 几乎总是会更低。

$$P_{FET} = I^2 \times R_{ON} \quad (4)$$

$$P_{FET} = (9.6A)^2 \times 16m\Omega = 1.47W \quad (5)$$

这意味着 FET 最大功耗分别为 1.47W。器件的结温可使用 [方程式 6](#) 和 [规格](#) 部分中的 $R_{\theta JA}$ 值计算得出。

$$T_J = T_A + R_{\theta JA} \times P_{FET} \quad (6)$$

$$T_J = 70^\circ C + 32.6^\circ C/W \times 1.47W = 117.9^\circ C$$

TPS1HB08-Q1 的最大结温额定值为 $T_J = 150^\circ C$ 。根据上述示例计算，即使在此高电流水平下，器件温度仍保持在最大额定值以下。

9.2.2.2 R_{ILIM} 计算

在该应用中，TPS1HB08-Q1 必须允许最大直流电流并留有余量，但在故障情况下，通过将电流限制降至最低，来尽可能地减少开关中的能量。对于此应用，最佳 I_{LIM} 设定值约为 12A。[方程式 7](#) 可供用户计算在 I_{LIM} 引脚到 V_{BB} 之间放置的 R_{ILIM} 值。 R_{ILIM} 的单位为 $k\Omega$ 。

$$R_{ILIM} = K_{CL} / I_{CL} \quad (7)$$

该器件是版本 A，因此 [规格](#) 部分中的 K_{CL} 值为 $160 A \times k\Omega$ 。

$$R_{ILIM} = 160 (A \times k\Omega) / 12A = 13.3k\Omega \quad (8)$$

当 I_{LIM} 为 12A 时，将 R_{ILIM} 值设置为约 13.3k Ω 。

9.2.2.3 诊断

如果电阻加热负载断开（加热器故障），则需要发出警报。利用 TPS1HB08-Q1 器件的电流检测功能，可在开关使能状态下执行开路负载检测。在开路负载条件下，SNS 引脚中的电流为故障电流，可通过检测电压测量值进行检测。

9.2.2.3.1 选择 R_{SNS} 值

[表 9-5](#) 展示了此应用中负载电流检测的要求。 K_{SNS} 值是为器件指定的，可以在 [规格](#) 部分中找到。

表 9-5. R_{SNS} 计算参数

参数	示例值
电流检测比 (K_{SNS})	5000
最大可诊断负载电流	20A
最小可诊断负载电流	100mA
满量程 ADC 电压	5V
ADC 分辨率	10 位

20A 的负载电流测量要求可确保即使发生超过设定电流限制的过流情况，MCU 也可以记录并通过关断 TPS1HB08-Q1 作出反应；而低水平的 100mA 可以精确测量低负载电流。

选择的 R_{SNS} 电阻值应使得最大可诊断负载电流将 V_{SNS} 置于 ADC 满量程的大约 95% 处。对于此设计，任何高于 95% 的 ADC 值均可视为故障。此外， R_{SNS} 电阻器的取值必须确保最小可诊断负载电流不会导致 V_{SNS} 降至低于 ADC 的 1LSB。对于给定的示例值，1.2k Ω 感应电阻器可以满足 [表 9-6](#) 中所示的这两个要求。

表 9-6. V_{SNS} 计算

负载 (A)	检测比	I_{SNS} (mA)	R_{SNS} (Ω)	V_{SNS} (V)	占 5V ADC 的百分比
0.1	5000	0.02	1200	0.024	0.5%

表 9-6. V_{SNS} 计算 (续)

负载 (A)	检测比	I_{SNS} (mA)	R_{SNS} (Ω)	V_{SNS} (V)	占 5V ADC 的百分比
20	5000	4	1200	4.800	96.0%

9.3 典型应用：前照灯灯泡负载

此应用示例演示如何使用 TPS1HB08-Q1 器件为汽车前照灯中的灯泡负载供电。在本例中，我们考虑由该器件为一个 65W 灯泡供电。这只是该器件可适用的众多应用的一个示例。

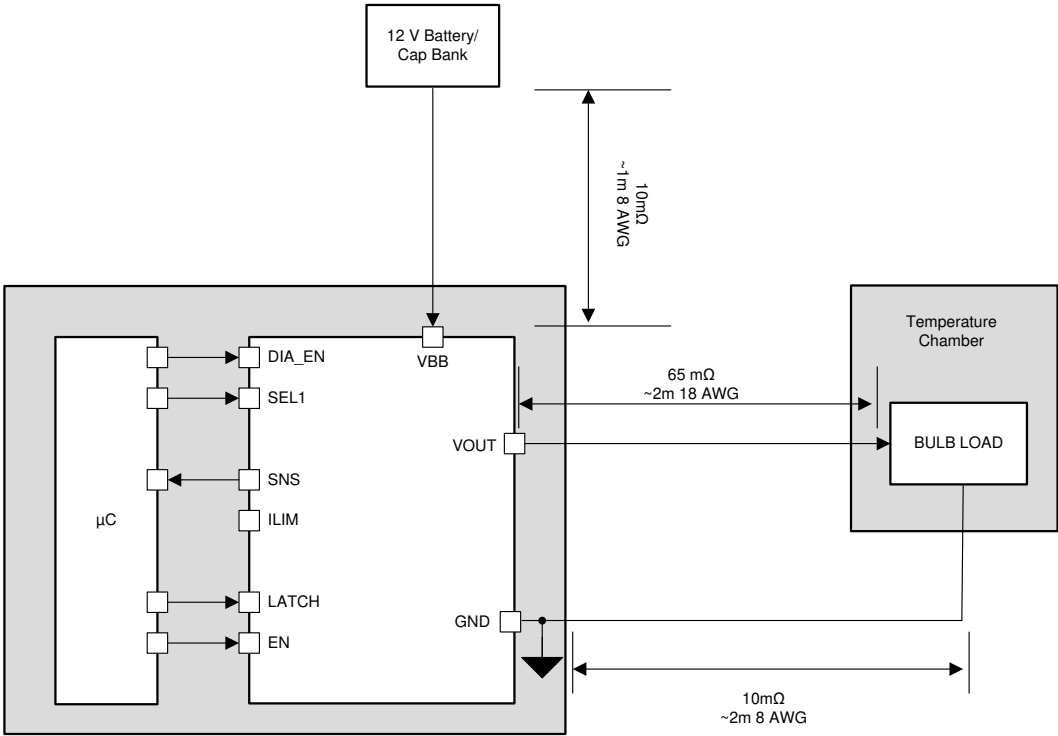


图 9-4. 驱动灯泡负载方框图

9.3.1 设计要求

对于这个设计示例，请使用表 9-7 中显示的输入参数。

表 9-7. 设计参数

设计参数	示例值
V_{BB}	16V
负载 — 灯泡	最大值 65W
固定 I_{LIM}	94A
环境温度	25°C
腔内灯泡温度	-40°C
器件到灯泡的电缆阻抗	65m Ω
器件版本	F

9.3.2 详细设计过程

典型的灯泡测试设置是：器件处于 25°C，而温控腔内的灯泡处于 -40°C。灯泡必须保持在 -40°C，以使阻抗非常低且浪涌电流达到最高。电缆的阻抗非常重要，因为它同样会改变灯泡的浪涌电流。TPS1HB08-Q1 的 F 版本具有非常高的固定电流限制，以使灯泡的浪涌电流能够不受限制地通过。

9.3.3 应用曲线

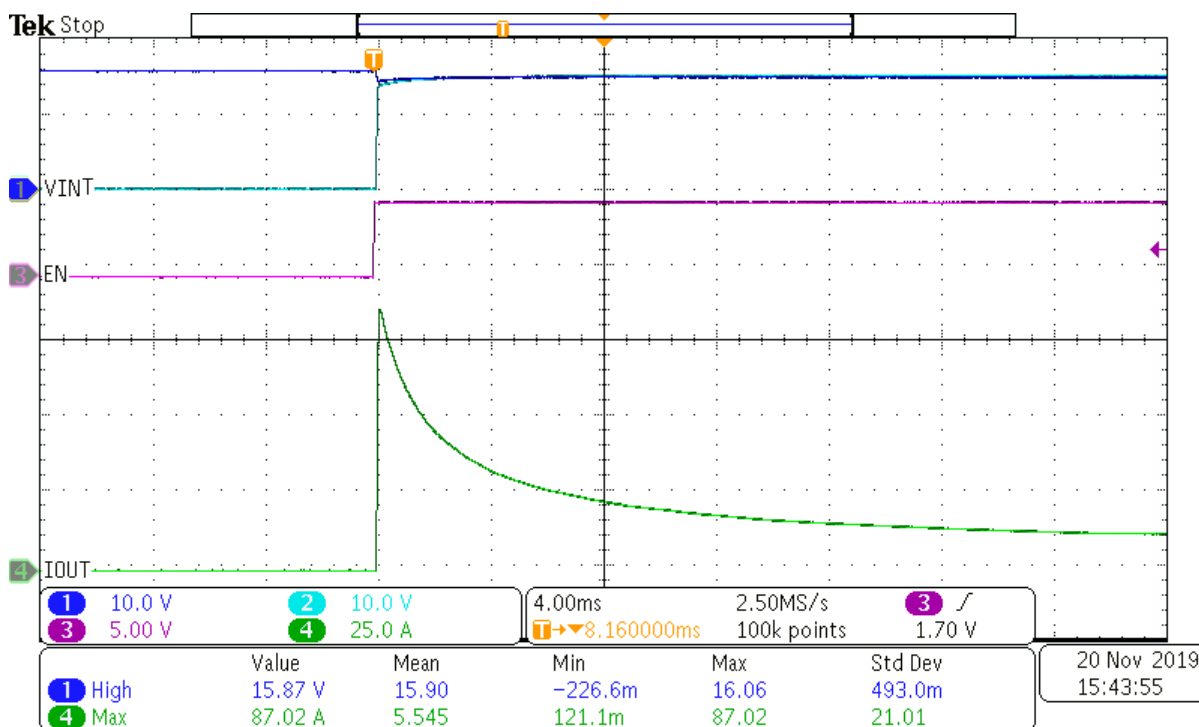


图 9-5. TPS1HB08-Q1 版本 F 65W 灯泡浪涌电流

9.4 电源相关建议

TPS1HB08-Q1 器件设计为在 12V 汽车系统中运行。标称电源电压范围为 6V 至 18V (在 V_{BB} 引脚处以器件的 GND 引脚为基准测得)。在此范围内, 器件满足 [电气特性](#) 表中列出的全部参数规格。该器件还设计为能够承受超出该范围的电压瞬变。在超出标称电压范围但仍在工作电压范围内运行时, 器件会表现出正常的功能行为。但是, 供电电压超出标称供电电压范围时, 不保证各项参数指标。

表 9-8. 工作电压范围

V_{BB} 电压范围	注释
3V 至 6V	在冷启动、启停等瞬态条件下, 可保证规定的功能运行, 但部分参数规格可能不适用。器件具有高达 125°C 的完整短路保护。
6V 至 18V	标称电源电压, 所有参数规格均适用。器件具有高达 125°C 的完整短路保护。
18V 至 40V	在跨接启动和甩负载等瞬态条件下, 可保证规定的功能运行, 但部分参数规格可能不适用。

9.5 布局

9.5.1 布局指南

为了获得最佳热性能, 请将外露焊盘连接到大面积覆铜。在顶部 PCB 层, 覆铜可以延伸至封装尺寸之外, 如下例所示。除此之外, TI 建议还在某个内部 PCB 层或底层上布置一个 V_{BB} 平面。

过孔必须将此平面连接到顶部 V_{BB} 覆铜。

确认所有外部元件都靠近引脚放置。如果 R_{ILIM} 距离引脚过远, 会引入额外的寄生效应, 则器件电流限制性能可能会受到影响。

9.5.2 布局示例

布局示例适用于器件版本 A/B。对于器件版本 F，ILIM 引脚被 $\overline{\text{FLT}}$ 引脚取代。

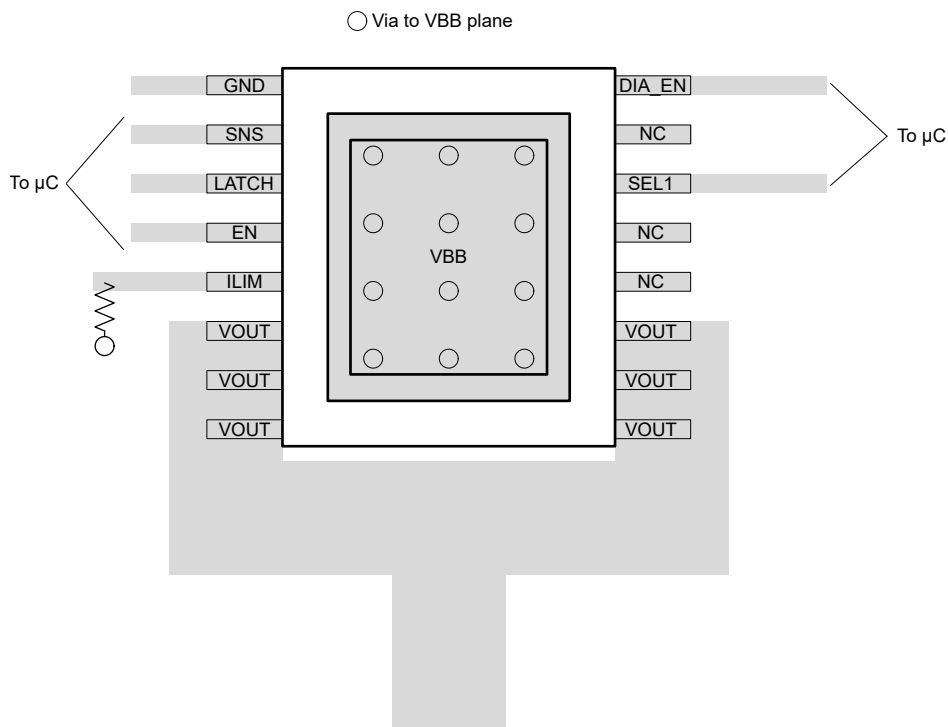


图 9-6. 16-PWP 布局示例

10 器件和文档支持

10.1 文档支持

10.1.1 相关文档

请参阅以下相关文档：

- 德州仪器 (TI)，《如何使用智能高侧开关驱动电感、电容和照明负载》应用报告
- 德州仪器 (TI)，《智能电源开关的短路可靠性测试》应用报告
- 德州仪器 (TI)，应用报告《适用于高侧开关的电池反接保护》
- 德州仪器 (TI)，《智能电源开关的可调节电流限制》应用报告

10.2 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。

10.3 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](#)。

10.4 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。

10.5 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。

10.6 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。

11 修订历史记录

Changes from Revision C (January 2020) to Revision D (August 2026)	Page
• 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式.....	1
• 更新了标题以加入汽车文字表述.....	1
• 更新了“建议运行条件”以区分 V_{BB} 扩展低电源电压和扩展高电源电压.....	6
• 更新了“电气特性”.....	7
• 更新了 图 7-1	17
• 更新了 图 7-3 下面的注释.....	17
• 向 表 8-2 和 表 8-3 添加了注释.....	30
• 添加了“对器件引脚的干扰”部分.....	37
• 更新了“典型应用”部分的标题以明确标注电阻式加热器负载.....	37
• 更新了“典型应用”标题以明确标注前照灯灯泡负载.....	40

Changes from Revision B (December 2019) to Revision C (January 2020)**Page**

- 从 [器件比较表](#) 中删除了表注，以从版本 A 和 B 中删除产品预发布 [3](#)

12 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。

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)
TPS1HB08AQPWPRQ1	Active	Production	HTSSOP (PWP) 16	3000 LARGE T&R	ROHS Exempt	NIPDAU	Level-3-260C-168HRS	-40 to 125	1HB08A
TPS1HB08AQPWPRQ1.A	Active	Production	HTSSOP (PWP) 16	3000 LARGE T&R	ROHS Exempt	NIPDAU	Level-3-260C-168HRS	-40 to 125	1HB08A
TPS1HB08BQPWPRQ1	Active	Production	HTSSOP (PWP) 16	3000 LARGE T&R	ROHS Exempt	NIPDAU	Level-3-260C-168HRS	-40 to 125	1HB08B
TPS1HB08BQPWPRQ1.A	Active	Production	HTSSOP (PWP) 16	3000 LARGE T&R	ROHS Exempt	NIPDAU	Level-3-260C-168HRS	-40 to 125	1HB08B
TPS1HB08FQPWPRQ1	Active	Production	HTSSOP (PWP) 16	3000 LARGE T&R	ROHS Exempt	NIPDAU	Level-3-260C-168HRS	-40 to 125	1HB08F
TPS1HB08FQPWPRQ1.A	Active	Production	HTSSOP (PWP) 16	3000 LARGE T&R	ROHS Exempt	NIPDAU	Level-3-260C-168HRS	-40 to 125	1HB08F

⁽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.

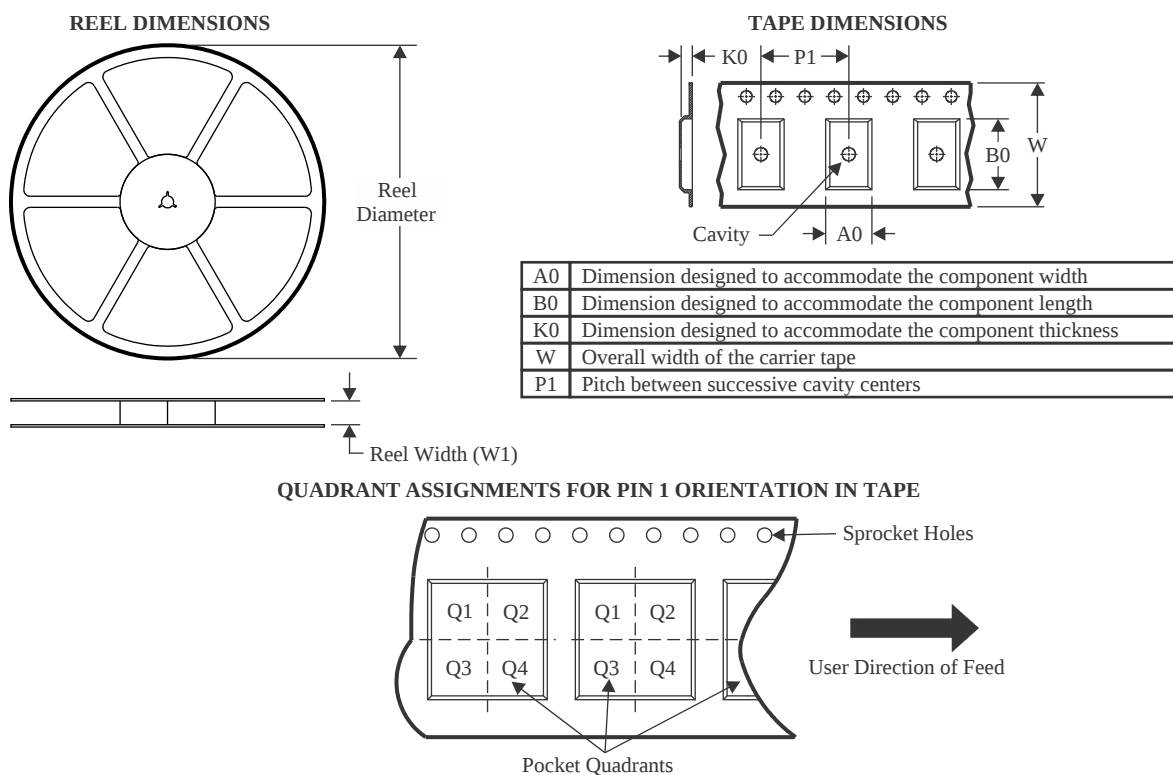
⁽⁶⁾ **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

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.

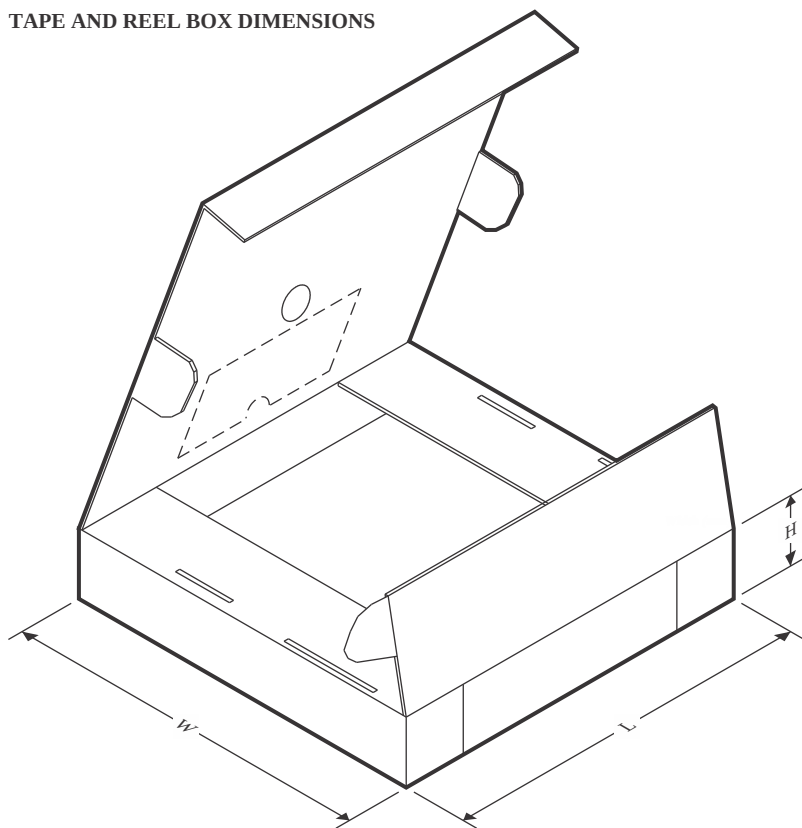
TAPE AND REEL INFORMATION



*All dimensions are nominal

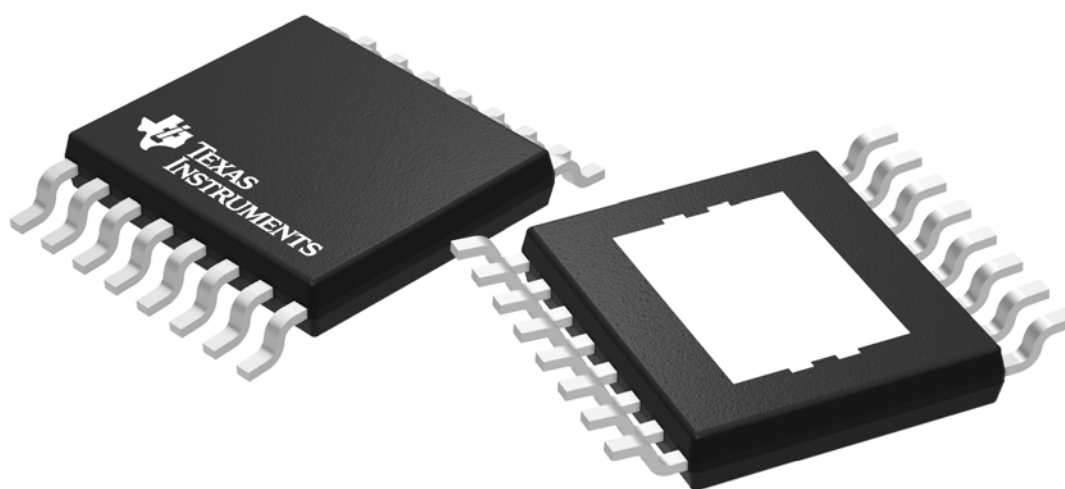
Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
TPS1HB08AQPWPRQ1	HTSSOP	PWP	16	3000	330.0	12.4	6.9	5.6	1.6	8.0	12.0	Q1
TPS1HB08BQPWPRQ1	HTSSOP	PWP	16	3000	330.0	12.4	6.9	5.6	1.6	8.0	12.0	Q1
TPS1HB08FQPWPRQ1	HTSSOP	PWP	16	3000	330.0	12.4	6.9	5.6	1.6	8.0	12.0	Q1
TPS1HB08FQPWPRQ1	HTSSOP	PWP	16	3000	330.0	12.4	6.9	5.6	1.6	8.0	12.0	Q1

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS

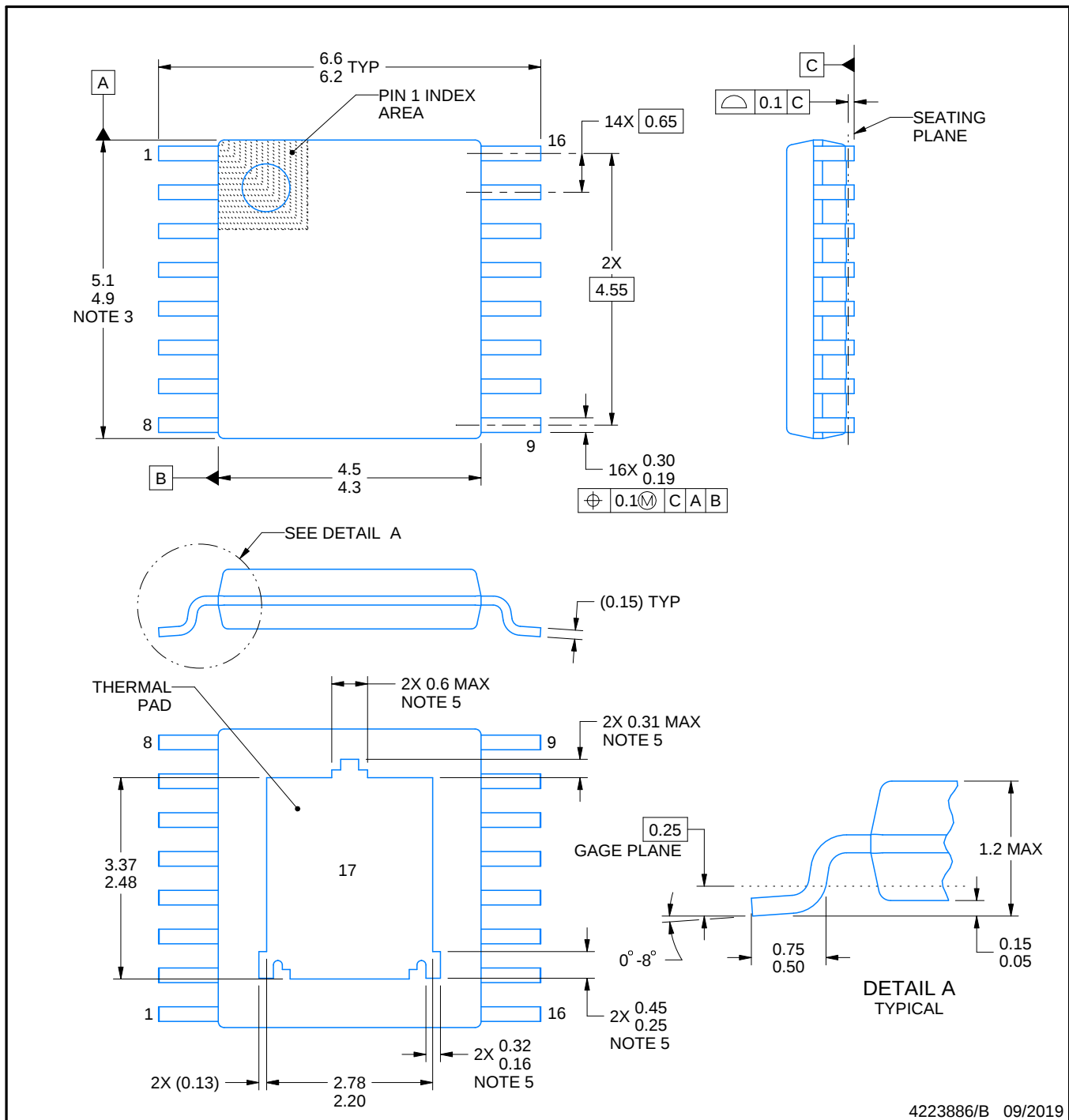
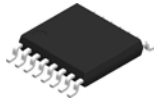


*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
TPS1HB08AQPWPRQ1	HTSSOP	PWP	16	3000	350.0	350.0	43.0
TPS1HB08BQPWPRQ1	HTSSOP	PWP	16	3000	350.0	350.0	43.0
TPS1HB08FQPWPRQ1	HTSSOP	PWP	16	3000	350.0	350.0	43.0
TPS1HB08FQPWPRQ1	HTSSOP	PWP	16	3000	367.0	367.0	38.0



Images above are just a representation of the package family, actual package may vary.
Refer to the product data sheet for package details.



4223886/B 09/2019

NOTES:

PowerPAD is a trademark of Texas Instruments.

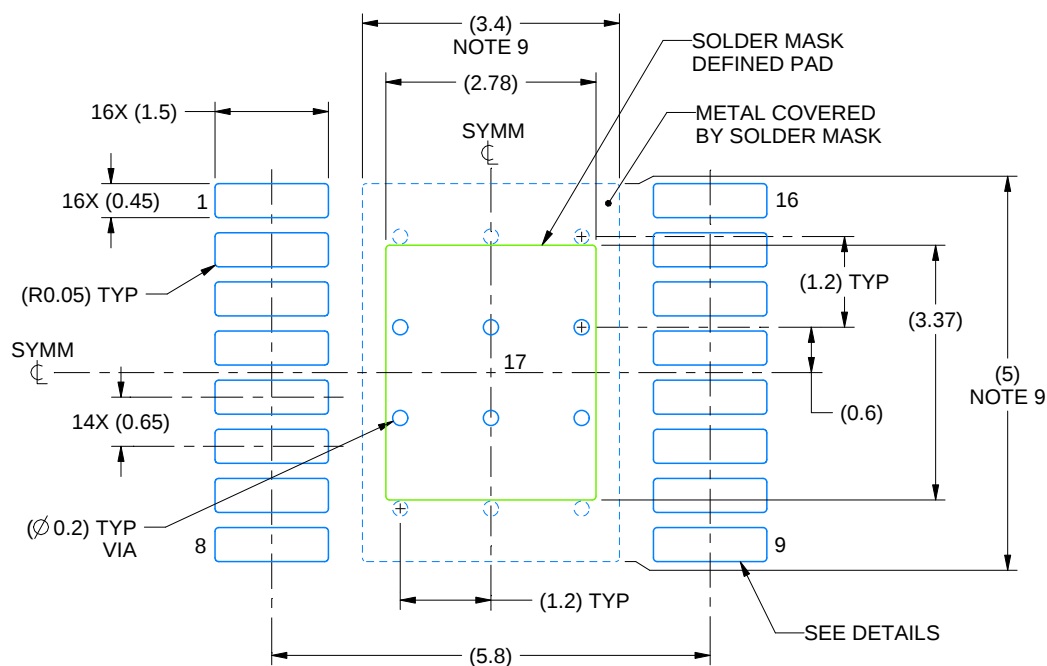
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. This dimension does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.15 mm per side.
4. Reference JEDEC registration MO-153.
5. Features may differ or may not be present.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

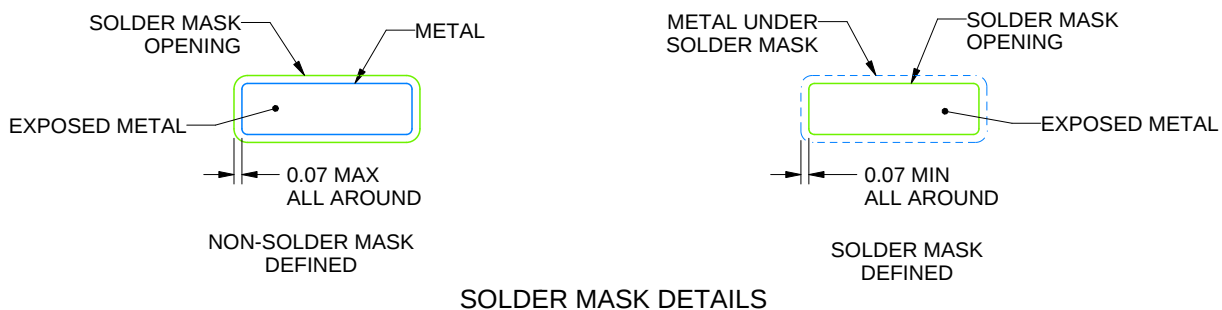
PWP0016M

PowerPAD™ TSSOP - 1.2 mm max height

SMALL OUTLINE PACKAGE



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 10X



SOLDER MASK DETAILS

4223886/B 09/2019

NOTES: (continued)

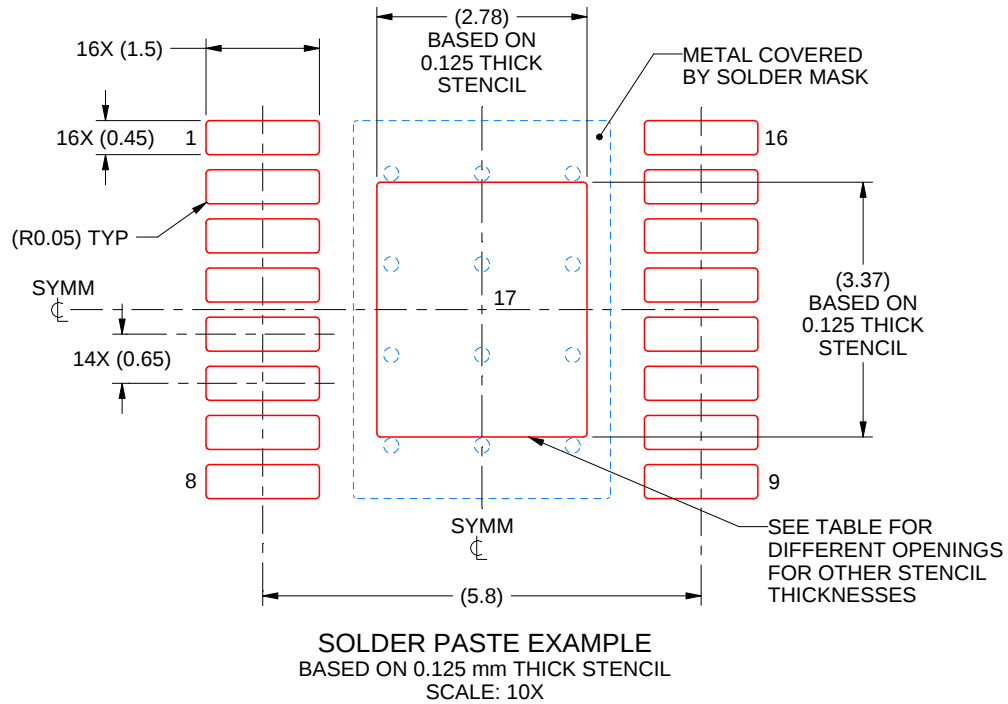
6. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
7. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.
8. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature numbers SLMA002 (www.ti.com/lit/slma002) and SLMA004 (www.ti.com/lit/slma004).
9. Size of metal pad may vary due to creepage requirement.
10. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

PWP0016M

PowerPAD™ TSSOP - 1.2 mm max height

SMALL OUTLINE PACKAGE



STENCIL THICKNESS	SOLDER STENCIL OPENING
0.1	3.11 X 3.77
0.125	2.78 X 3.37 (SHOWN)
0.15	2.54 X 3.08
0.175	2.35 X 2.85

4223886/B 09/2019

NOTES: (continued)

11. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
12. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.

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