TPS1HC120-Q1 120mΩ、1.5A 单通道汽车级智能高侧开关

1 特性

- 具有全面诊断功能的单通道智能汽车高侧电源开关
  - 开漏状态输出
  - 电流检测模拟输出（第 4 节）
  - 导通状态开路负载检测
- 宽工作电压范围：3V 至 28V
- 低待机电流：85°C 下低于 0.5μA
- 工作结温范围：-40°C 至 150°C
- 可选择电流限制：0.2A 至 2.1A
- 保护
  - 过载和短路保护
  - 感性负载负电压钳位
  - 欠压锁定 (UVLO) 保护
  - 具备自恢复功能的热关断和热振荡
  - 接地失效保护、电池损耗保护和电池反向保护
  - 软短路时自动重试，硬短路时锁存
- 诊断
  - 用于实现快速中断的故障报告
  - 导通状态输出开路负载检测
  - 过流和接地短路检测
  - 热关断和热振荡检测
- 资格认证
  - 符合面向汽车的 AEC-Q100 标准：
    - 温度等级范围：-40°C 至 125°C，T_A
  - 通过 ISO7637-2 和 ISO16750-2 电瞬变抗扰度认证
- 8 引脚小规格 SOT 封装
- 功能安全型
  - 可提供用于功能安全系统设计的文档

2 应用

- ADAS 模块
- 汽车显示模块
- 车身控制模块

3 说明

TPS1HC120-Q1 是一款全面保护式高侧开关，具有集成的 NMOS 功率 FET 和电荷泵，专为满足 12V 汽车系统的要求而设计。驱动高达 1.5A 的宽输出负载电流范围，低 R_{ON}（典型值为 120mΩ）可最大程度地降低器件功耗。

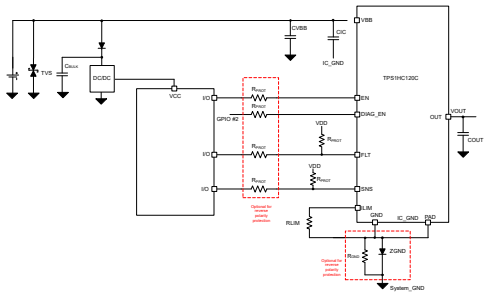
该器件集成了多种保护功能，如热关断、输出钳位和电流限制。这些功能可在发生故障（如短路）时提高系统的稳健性。该器件还采用可选高精度电流限制，可通过减小驱动大容性负载时的浪涌电流来提高系统的可靠性。对于 D 型号，该器件还可提供精确的电流传感，以提高负载诊断功能，如过载和开路负载检测。输入引脚上的 1.5V 低逻辑高电平阈值 V_{IH} 允许使用低至 1.8V 的 MCU。

TPS1HC120-Q1 可用于驱动各种电阻负载、电感负载和容性负载，包括 ADAS 摄像头、LED、继电器、螺线管和加热器。器件采用规格为 2.1mm × 1.6mm 的超小型 8 引脚 SOT 封装引脚，间距为 0.5mm，从而最大限度地减小 PCB 尺寸。

封装信息

器件型号	封装(1)	封装尺寸(2)
TPS1HC120-Q1	DYC（SOT，8）	2.10mm × 1.60mm

(1) 有关更多信息，请参阅 节 11。
(2) 封装尺寸（长 × 宽）为标称值，并包括引脚（如适用）。



典型应用原理图

内容

1 特性 1
2 应用 1
3 说明 1
4 器件比较表 3
5 引脚配置和功能 4
6 规格 6
6.1 绝对最大额定值 6
6.2 ESD 等级 6
6.3 建议运行条件 6
6.4 热性能信息 7
6.5 电气特性 7
6.6 开关特性 9
6.7 典型特性 11
7 详细说明 13
7.1 概述 13
7.2 功能方框图 13
7.3 特性说明 14
7.4 器件功能模式 27
8 应用和实施 29
8.1 应用信息 29
8.2 典型应用 29
8.3 电源相关建议 33
8.4 布局 33
9 器件和文档支持 35
9.1 第三方产品免责声明 35
9.2 接收文档更新通知 35
9.3 支持资源 35
9.4 商标 35
9.5 静电放电警告 35
9.6 术语表 35
10 修订历史记录 35
11 机械、封装和可订购信息 36

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

4 器件比较表

器件型号	导通状态开路负载报告	关断状态开路负载/电池短路	电流检测	热故障后的行为	EN ORING
TPS1HC120C-Q1	✓	×	×	硬短路自动锁存	✓
TPS1HC120D-Q1(1)	✓	×	✓	硬短路自动锁存	✓

(1) 器件处于预发布状态。如需更多信息，请与 TI 联系。导通状态开路负载报告由 SNS 引脚完成。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

5 引脚配置和功能

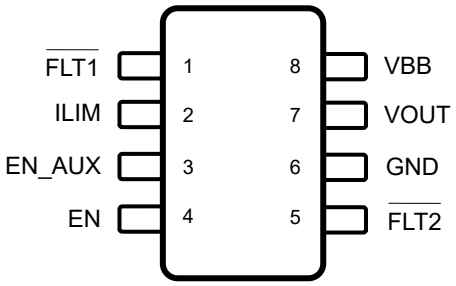


图 5-1. DYC 封装，8 引脚 SOT（顶视图）、C 版本

表 5-1. C 版本的引脚功能

引脚		类型(1)	说明
编号	名称		
1	FLT1	O	报告电流限制、短路和热关断故障。以 FLT1、或故障引脚为基准。推荐 4.7kΩ 至 10kΩ 上拉电阻。可在不使用时保持悬空。
2	ILIM	I	可调节电流限制。将电阻器连接到器件 GND、将引脚短接至器件 GND 或使引脚保持开路状态，以设置电流限制值。
3	EN_AUX	I	通道激活的辅助输入控制，内部下拉。与 EN 信号进行内部或运算。使用 EN 或 EN_AUX 使能输出。
4	EN	I	通道激活的输入控制，内部下拉。与 EN_AUX 信号进行内部或运算。使用 EN 或 EN_AUX 使能输出。
5	FLT2	O	报告导通状态开路负载故障。以 FLT2、或故障引脚为基准。推荐 4.7kΩ 至 10kΩ 上拉电阻。可在不使用时保持悬空。
6	GND	P	器件地。连接到电阻器/二极管接地网络，以提供反向电池保护。
7	VOUT	P	高侧开关的输出。
8	VBB	P	电源。

(1) I = 输入；O = 输出；P = 电源

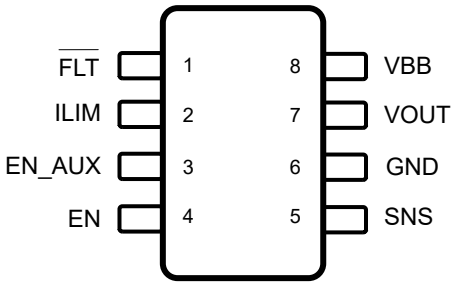


图 5-2. DYC 封装，8 引脚 SOT（顶视图），D 版本

表 5-2. D 版本的引脚功能

引脚		类型(1)	说明
编号	名称		
1	FLT	O	报告电流限制、短路和热关断故障。以 FLT 为基准，或故障引脚。推荐 4.7kΩ 至 10kΩ 上拉电阻。可在不使用时保持悬空。
2	ILIM	I	可调节电流限制。将电阻器连接到器件 GND、将引脚短接至器件 GND 或使引脚保持开路状态，以设置电流限制值。
3	EN_AUX	I	通道激活的辅助输入控制，内部下拉。与 EN 信号进行内部或运算。使用 EN 或 EN_AUX 使能输出。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

表 5-2. D 版本的引脚功能（续）

引脚		类型(1)	说明
编号	名称		
4	EN	I	通道激活的输入控制，内部下拉。与 EN_AUX 信号进行内部或运算。使用 EN 或 EN_AUX 使能输出。
5	SNS	O	模拟电流输出。如果未使用，则通过 1kΩ 电阻器将 SNS 引脚接地。
6	GND	P	器件地。连接到电阻器/二极管接地网络，以提供反向电池保护。
7	VOUT	P	高侧开关的输出。
8	VBB	P	电源。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

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
VBB	最大持续电源电压			28	V
V_{LD}	负载突降电压，ISO16750-2:2010(E)			35	V
V_{REV}	反极性电压，最长持续时间为 3 分钟，并采用应用电路		-18		V
I_{EN}	使能引脚电流		-1	20	mA
V_{EN}	使能引脚电压		-1	7	V
I_{EN_AUX}	启用 Aux 引脚电流		-1	20	mA
V_{EN_AUX}	启用 Aux 引脚电压		-1	7	V
I_{FLT1}	FLT1 引脚电流		-30	10	mA
V_{FLT1}	FLT1 引脚电压		-0.3	7	V
I_{FLT2}	FLT2 引脚电流		-30	10	mA
V_{FLT2}	FLT2 引脚电压		-1	7	V
I_{ILIM}	ILIM 引脚电流		-30	10	mA
V_{ILIM}	ILIM 引脚电压		-0.3	7	V
I_{GND}	反向接地电流，V_{BB} < 0V			-50	mA
E_{AS}	最大能量耗散、单脉冲	L_{OUT} = 5mH，$T_{J,start}$ = 125°C，VBB = 28V，I_{OUT} = 1.7A		20	mJ
E_{AR}	最大能量耗散，重复脉冲	L_{OUT} = 5mH，$T_{J,start}$ = 125°C，VBB = 28V，I_{OUT} = 1.7A，1M 周期		7.2	mJ
T_J	最大结温			150	°C
T_{stg}	贮存温度		-65	150	°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。

6.2 ESD 等级

				值	单位
$V_{(ESD)}$	静电放电(1)	人体放电模型 (HBM)，符合 AEC Q100-002 标准(2)	VBB 和 VOUT	±4000	V
			所有其他引脚	±2000	
		充电设备模型 (CDM)，符合 AEC Q100-011 标准	所有引脚	±750	

(1) 所有 ESD 冲击均以上述引脚到地 (GND) 为基准
(2) 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_{VBB_NOM}	标称电源电压(1)	4	18	V
V_{VBB_EXT}	扩展电源电压(2)	3	28	V
V_{VBB_SC}	短路电源电压能力		28	V
V_{DIN}	所有数字输入引脚电压	-1	5.5	V
T_A	自然通风条件下的工作温度	-40	125	°C

(1) 所有工作电压条件均以器件 GND 为基准进行测量

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

(2) 器件将在更广的工作电压范围工作，但某些参数值可能不适用。

6.4 热性能信息

热指标(1)(2)		TPS1HC120-Q1 DYC (SOT) 8 引脚	单位
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	90.8	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳（顶部）热阻	87.3	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	23.5	°C/W
ψ_{JT}	结至顶部特征参数	11.3	°C/W
ψ_{JB}	结至电路板特征参数	23.5	°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	结至外壳（底部）热阻	不适用	°C/W

(1) 有关新旧热指标的更多信息，请参阅 SPRA953 应用报告。
(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°C 至 150°C（除非另有说明）；典型应用为 13.5V、10Ω、R_{ILIM} = 开路（除非另有规定）

参数		测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
输入电压和电流							
$V_{DS,clamp}$	VDS 钳位电压	VBB = 13.5V	T_J = 25℃	35		42	V
			T_J = -40°C 至 150°C	33		43	V
		VBB = 6V	T_J = 25°C	30		35	V
			T_J = -40°C 至 150°C	25		35	V
V_{UVLOR}	V_{BB} 欠压锁定上升	以器件的 GND 引脚为基准测得		3.4	3.6	3.8	V
V_{UVLOF}	V_{BB} 欠压锁定下降			2.4	2.6	2.9	V
I_{NOM}	持续负载电流	V_{EN} = 5V，T_A = 85°C			1.5		A
$I_{VBB,SLEEP}$	待机或睡眠电流（包括 MOSFET 通道在内的器件总漏电流）	V_{BB} ≤ 18V，V_{EN} = 0V（版本 C），V_{OUT} = 0V	T_J = 25°C			0.1	μA
			T_J = 85°C			0.5	μA
			T_J = 150°C			12	μA
$I_{LEAK,SLEEP}$	睡眠模式下的输出泄漏电流（当 VOUT 短接至 GND 时，从 VOUT 引脚测得）	V_{BB} ≤ 18V，V_{EN} = 0V（版本 C），V_{OUT} = 0V	T_J = 25°C		0.01	0.1	μA
			T_J = 85°C			0.4	μA
			T_J = 150°C			12	μA
I_Q	正常模式下的静态电流，通道已启用（版本 C）	V_{BB} ≤ 18V，V_{EN} = 5V，I_{OUT} = 0A			2.3	3	mA
t_{STBY}	待机模式延迟时间	V_{EN} = 0V（版本 C），进入待机模式			20		ms
RON 特性							
R_{ON}	导通电阻（包括 MOSFET 通道和芯片金属化）	6V ≤ V_{BB} ≤ 28V，I_{OUT}= 1A	T_J = 25°C		120		mΩ
			T_J = 150°C			240	mΩ
		3V ≤ V_{BB} ≤ 6V，I_{OUT} = 1A	T_J = 25°C		140		mΩ
			T_J = 150°C			290	mΩ

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.5 电气特性（续）

V_{BB} = 6V 至 18V，T_J = -40°C 至 150°C（除非另有说明）；典型应用为 13.5V、10Ω、R_{ILIM} = 开路（除非另有规定）

参数		测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
$R_{ON(REV)}$	反极性期间的导通电阻	– 18V ≤ V_{BB} ≤ – 6V	T_J = 25°C		125		mΩ
			T_J = 150°C			255	mΩ
电流限制特性							
$I_{CL_FLT1_RISING}$	电流限制故障置为有效阈值，电流上升	I_{CL} = 1.8A，T_J = -40°C 至 150°C			0.9 × I_{CL}		
		I_{CL} = 500mA，T_J = -40°C 至 150°C			0.84 × I_{CL}		
$I_{CL_FLT1_FALLING}$	电流限制故障置为无效阈值，电流下降	I_{CL} = 1.8A，T_J = -40°C 至 150°C			0.82 × I_{CL}		
		I_{CL} = 500mA，T_J = -40°C 至 150°C			0.76 × I_{CL}		
I_{CL_LINPK}	线性模式峰值	T_J = -40°C 至 150°C dI/dt ≤ 0.01A/ms		I_{CL}		1.15 × I_{CL}	
I_{CL_ENPS}	峰值电流可导致永久短路	T_J = -40°C 至 150°C	5µH + 100mΩ			3 × I_{CL}	A
I_{OVCR}	启用开关后施加短路时的 OVCR 峰值电流阈值	T_J = -40°C 至 150°C	5µH + 100mΩ			6.5	A
I_{CL}	I_{CL} 电流限制调节电平	T_J = -40°C 至 150°C，V_{DS} ≤ 3V	R_{ILIM} = 6.75kΩ		2		A
			R_{ILIM} = 7.5kΩ		1.73		A
			R_{ILIM} = 8.4kΩ		1.61		A
			R_{ILIM} = 9.6 kΩ		1.41		A
			R_{ILIM} = 11.3kΩ		1.2		A
			R_{ILIM} = 13.5kΩ		1.02		A
			R_{ILIM} = 16.9 kΩ		0.8		A
			R_{ILIM} = 22.9 kΩ	0.519	0.59	0.661	A
			R_{ILIM} = 27kΩ	0.445	0.5	0.555	A
			R_{ILIM} = 33.75kΩ	0.352	0.4	0.448	A
			R_{ILIM} = 67.5 kΩ		0.2		A
			R_{ILIM} = 开路、短路或超出范围（> 67.5kΩ 或 < 6.75kΩ）	1.7	2.1	2.7	A
故障特性							
t_{INRUSH}	重试的浪涌周期（版本 C）	V_{EN} = 0V 至 5V			20		ms
$I_{OL,ON(ENTER)}$	导通状态开路负载进入阈值（版本 C）	V_{EN} = 5V		15	30	50	mA
$I_{OL,ON(EXIT)}$	导通状态开路负载退出阈值（版本 C）	V_{EN} = 5V		45	65	80	mA
$I_{OL,ON(HYST)}$	导通状态开路负载退出磁滞（版本 C）	V_{EN} = 5V		20	33	45	mA
$t_{OL,ENTER}$	导通状态开路负载抗尖峰脉冲时间，进入（版本 C）	V_{EN} = 5V，I_{LOAD} < $I_{OL,ON(ENTER)}$			10		ms
$t_{OL,EXIT}$	导通状态开路负载抗尖峰脉冲时间，退出（版本 C）	V_{EN} = 5V，I_{LOAD} > $I_{OL,ON(EXIT)}$			60		µs
T_{ABS}	热关断			150	165	185	°C
T_{REL}	相对热关断				64		°C
T_{HYS}	热关断迟滞				26		°C
V_{FLT}	$\overline{FLT}$、$\overline{FLT1}$ 输出电压	$I_{\overline{FLT}}$ = 2.5mA				0.5	V
V_{FLT}	$\overline{FLT2}$ 低输出电压	$I_{\overline{FLT2}}$ = 2.5 mA				0.5	V

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.5 电气特性（续）

V_{BB} = 6V 至 18V，T_J = -40°C 至 150°C（除非另有说明）；典型应用为 13.5V、10Ω、R_{ILIM} = 开路（除非另有规定）

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_{FLT_DELAY}	故障指示时间	EN = 5V，电流限制故障与 $\overline{FLT}$ 或 $\overline{FLT1}$ 置为有效之间的时间			40	µs
t_{RETRY}	重试时间	从热关断到开关重新启用的时间。	1	2	3	ms
EN 引脚特性						
$V_{IL,\ EN}$	输入电压低电平阈值				0.8	V
$V_{IH,\ EN}$	输入电压高电平	无接地网络	1.5			V
$V_{IHYS,\ EN}$	输入电压迟滞			280		mV
R_{EN}	内部下拉电阻器		200	350	500	kΩ
$I_{IL,\ EN}$	输入电流低电平	V_{EN} = 0.8V		2.5		µA
$I_{IH,\ EN}$	输入电流高电平	V_{EN} = 5V		16		µA
EN_AUX 引脚特性						
$V_{IL、EN_AUX}$	输入电压低电平	无接地网络			0.8	V
$V_{IH、EN_AUX}$	输入电压高电平	无接地网络	1.5			V
$V_{IHYS、EN_AUX}$	输入电压迟滞			280		mV
R_{EN_AUX}	内部下拉电阻器		200	350	500	kΩ
$I_{IL、EN_AUX}$	输入电流低电平	V_{EN_AUX} = 0.8V		2.5		µA
$I_{IH、EN_AUX}$	输入电流高电平	V_{EN_AUX} = 5V		16		µA

6.6 开关特性

V_{BB} = 13.5V，T_J = –40°C 至 150°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_SLEEP}	通道导通延迟时间（从睡眠状态）	V_{BB} = 13.5V，R_L = 30Ω，EN 的 50% 至 VOUT 的 10%	28	40	44	µs
t_{DR_STBY}	通道导通延迟时间（从待机状态）	V_{BB} = 13.5V，R_L = 30Ω，EN 的 50% 至 VOUT 的 10%	5	20	40	µs
t_{DF}	通道关断延迟时间	V_{BB} = 13.5V，R_L = 30Ω，EN 的 50% 至 VOUT 的 90%	20	40	60	µs
SR_R	VOUT 上升转换率	V_{BB} = 13.5V，V_{OUT} 的 20% 至 80%，R_L = 30Ω	0.13	0.3	0.5	V/µs
SR_F	VOUT 下降压摆率	V_{BB} = 13.5V，V_{OUT} 的 80% 至 20%，R_L = 30Ω，		0.2		V/µs
t_{ON}	通道导通时间	V_{BB} = 13.5V，R_L = 30Ω，EN 的 50% 至 VOUT 的 80%，	35	50	65	µs
t_{OFF}	通道关断时间	V_{BB} = 13.5V，R_L = 30Ω，EN 的 50% 至 VOUT 的 20%，	50	75	110	µs
t_{ON} - t_{OFF}	导通和关断匹配	1ms 使能脉冲，V_{BB} = 13.5V，R_L = 30Ω，	-70		30	µs
		200µs 使能脉冲，V_{BB} = 13.5V，R_L = 30Ω，	-30		30	µs
Δ_{PWM}	PWM 精度 - 平均负载电流	200µs 使能脉冲（1ms 周期），V_{BB} = 13.5V，R_L = 30Ω	-15		25	%

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.6 开关特性（续）

V_{BB} = 13.5V，T_J = –40°C 至 150°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	≤500Hz，50% 占空比 V_{BB} = 13.5V，R_L = 30Ω	-10		10	%
E_{ON}	导通期间的开关能量损耗	V_{BB} = 13.5V，R_L = 30Ω，		0.05		mJ
E_{OFF}	关断期间的开关能量损耗	V_{BB} = 13.5V，R_L = 30Ω，		0.05		mJ

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.7 典型特性

以下所有数据均基于三个批次样本的平均值；如果未指定，则 VBB = 13.5V。

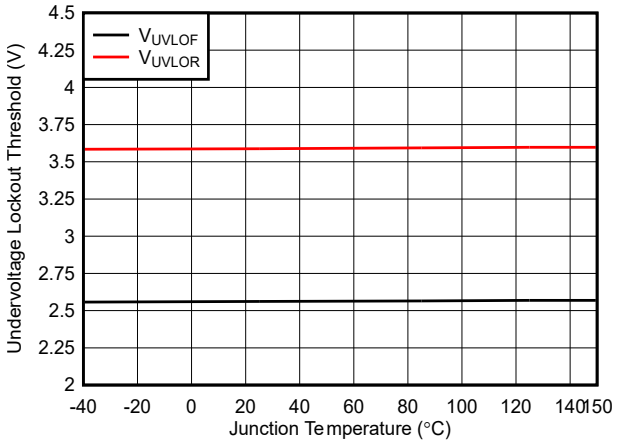


图 6-1. V_{UVLOR} 和 V_{UVLOF}

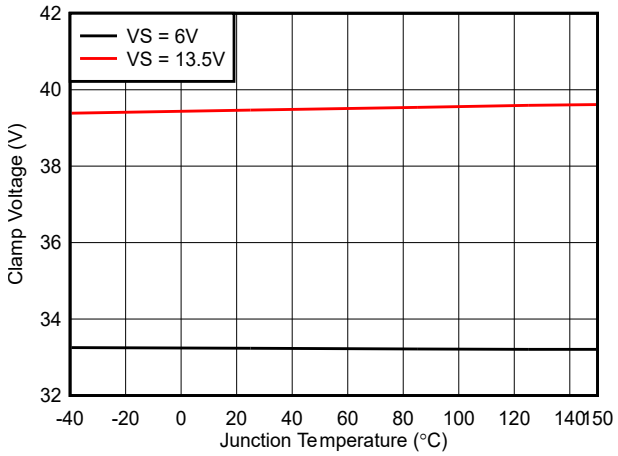


图 6-2. $V_{DS,clamp}$

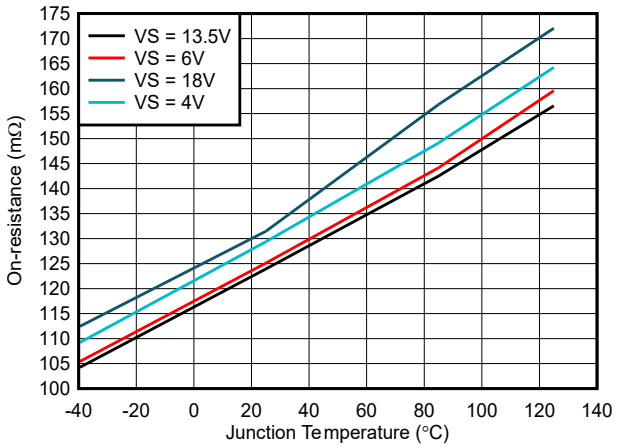


图 6-3. R_{ON} 与温度间的关系

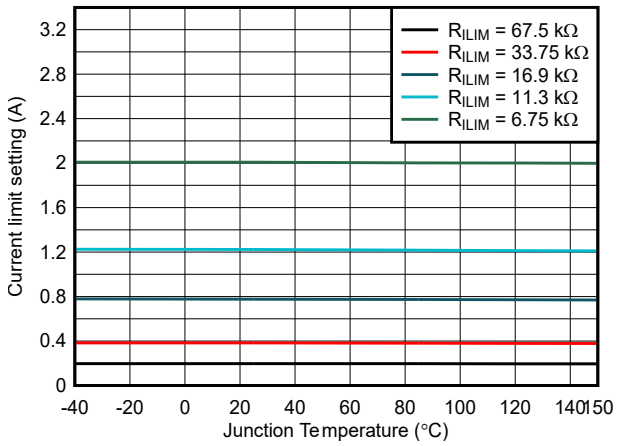


图 6-4. I_{CL}

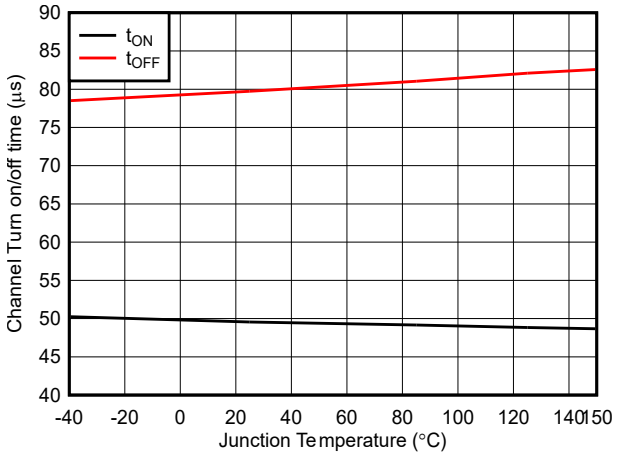


图 6-5. t_{ON} 和 t_{OFF}

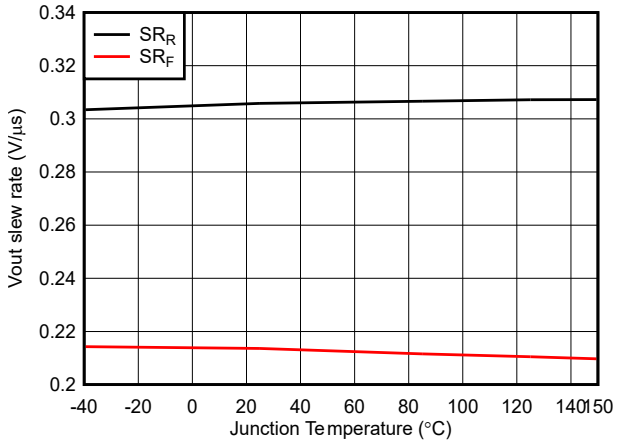


图 6-6. SR_R 和 SR_F

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.7 典型特性 (续)

以下所有数据均基于三个批次样本的平均值；如果未指定，则 VBB = 13.5V。

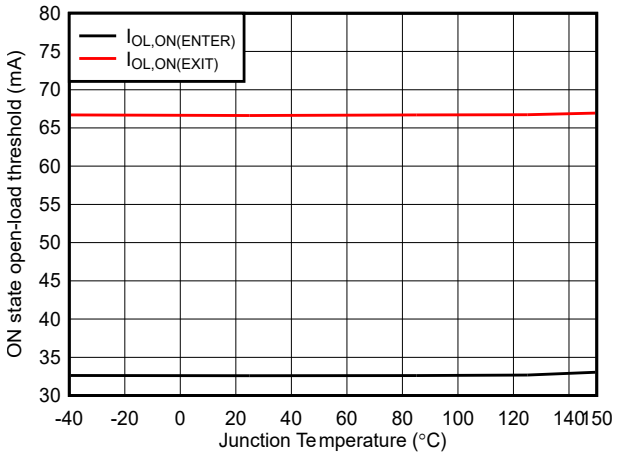


图 6-7. 导通状态开路负载进入/退出阈值

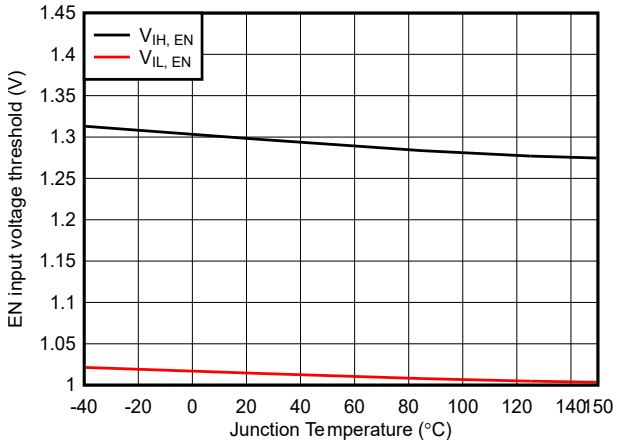


图 6-8. EN 输入电压高/低电平阈值

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7 详细说明

7.1 概述

TPS1HC120-Q1 是一款受到全面保护的单通道高侧电源开关，具有集成式 NMOS 电源 FET 和电荷泵。该器件具有丰富的诊断功能以及高精度电流传感（对于 D 型号）特性，能够对负载实施智能控制。输入引脚上的 1.5V 低逻辑高电平阈值 V_{IH} 允许使用低至 1.8V 的 MCU。可编程的电流限制功能能够极大地提高整个系统的可靠性。器件诊断报告功能有两个开漏引脚：FLT1 用于指示电流限制、短路和热关断故障；FLT2（仅限 C 型号）用于指示状态开路负载故障。当发生故障情况时，对应的 FLT 引脚下拉至 GND。需要使用一个外部上拉电阻来匹配微控制器的电源电平。

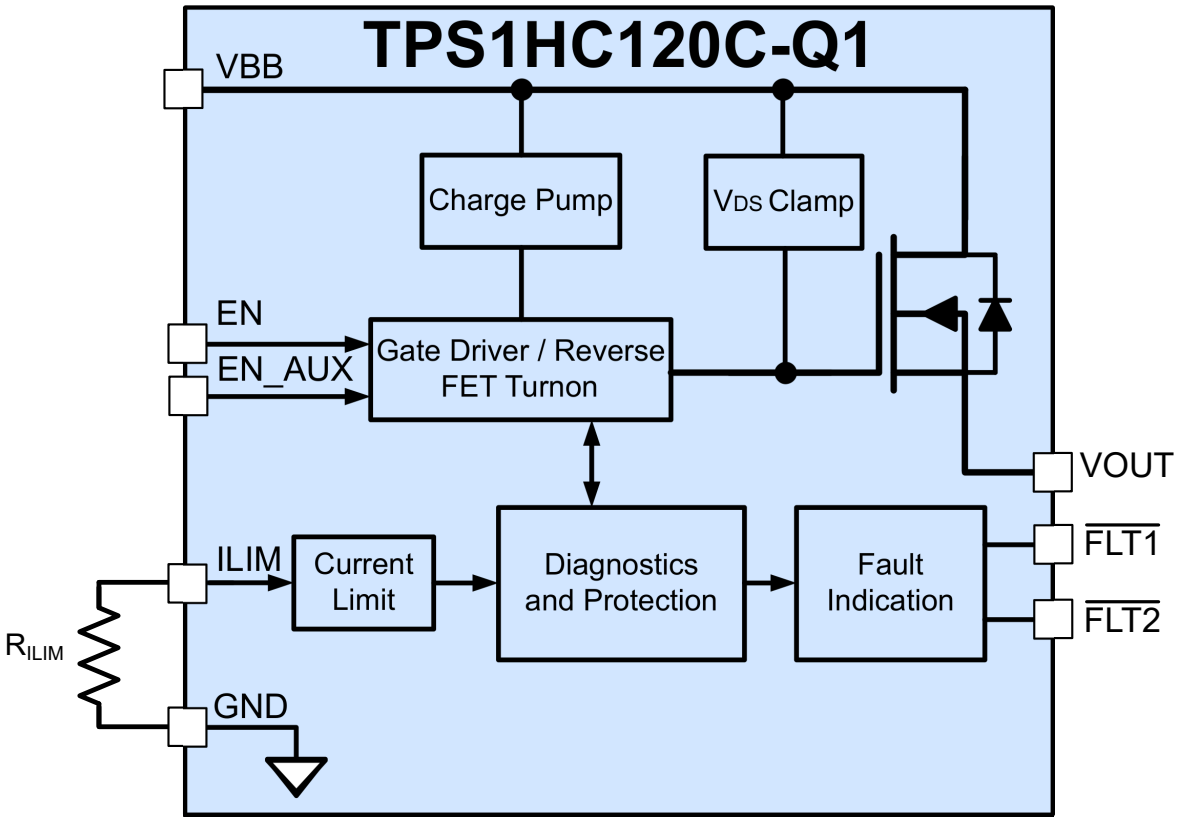
高精度电流限制功能允许根据应用设置电流限制值。电流限制功能通过在启动或短路条件下有效地钳制浪涌电流，极大地提高了系统的可靠性。此外，电流限制功能还可以通过减少 PCB 走线以及减小连接器尺寸和前一个功率级容量来节省系统成本。电流限制引脚也可以保持开路或对地短路以设置默认电流限制。

内置的漏源电压钳位可耗散电阻负载的能量，如继电器、螺线管、泵、电机等。在电感关断周期期间，电源和负载的能量都耗散在高侧电源开关上。凭借工艺技术和出色的 IC 布局的优势，TPS1HC120-Q1 器件可以实现出色的功耗能力，这在大多数情况下有助于省去外部续流电路。更多详细信息，请参阅*电阻负载关断钳位*。

短路可靠性对于智能高侧电源开关器件而言至关重要。AEC-Q100-012 标准用于确定器件在连续短路情况下运行时的可靠性。根据通过周期指定了不同的等级。该器件符合最高级别 A 级（100 万次接地短路）认证。

TPS1HC120-Q1 器件可用作各种电阻负载、电感负载和容性负载（包括低瓦数灯泡、LED、继电器、电磁阀和加热器）的高侧电源开关。

7.2 功能方框图



7.3 特性说明

7.3.1 EN 和 EN_AUX 的 ORing

EN 和 EN_AUX 引脚采用内部或运算。因此，当 EN 或 EN_AUX 引脚电压高于逻辑高阈值时，输出通道使能。

表 7-1. EN 和 EN_AUX 的 ORing

EN	EN_AUX	输出状态
$<V_{IL}$	$<V_{IL}$	禁用
$<V_{IL}$	$>V_{IH}$	启用
$>V_{IH}$	$<V_{IL}$	启用
$>V_{IH}$	$>V_{IH}$	启用

具有两个独立的使能引脚在 ADAS 系统中非常有用，在此类系统中，解串器或处理器必须根据工作条件唤醒高侧开关。

7.3.2 电感负载关断钳位

当关断电阻负载时，由于电感特性，输出电压下拉至负值。如果在电流衰减期间没有对电压进行钳位，则功率 FET 可能会击穿。在这种情况下，为了保护功率 FET，漏源电压被内部钳制到 $V_{DS,clamp}$。

$$V_{DS,\,clamp} = V_{BAT} - V_{OUT} \tag{1}$$

在电流衰减期间 (T_{DECAY})，功率 FET 导通以进行电感能量耗散。电源 (E_{BAT}) 和负载 (E_{LOAD}) 的能量都消耗在高侧电源开关上，称为 E_{HSD}。如果电阻与电感串联，则部分负载能量会在电阻中耗散。

$$E_{HSD} = E_{BAT} + E_{LOAD} = E_{BAT} + E_L - E_R \tag{2}$$

从高侧电源开关的角度来看，E_{HSD} 等于电流衰减期间的积分值。

$$E_{HSD} = \int_0^{T_{DECAY}} V_{DS,\,clamp} \times I_{OUT}(t)dt \tag{3}$$

$$T_{DECAY} = \frac{L}{R} \times \ln\left(\frac{R \times I_{OUT(MAX)} + |V_{OUT}|}{|V_{OUT}|}\right) \tag{4}$$

$$E_{HSD} = L \times \frac{V_{BAT} + |V_{OUT}|}{R^2} \times \left[R \times I_{OUT(MAX)} - |V_{OUT}| \ln\left(\frac{R \times I_{OUT(MAX)} + |V_{OUT}|}{|V_{OUT}|}\right)\right] \tag{5}$$

当 R 约等于 0 时，E_{HSD} 为：

$$E_{HSD} = \frac{1}{2} \times L \times I^2_{OUT(MAX)} \frac{V_{BAT} + |V_{OUT}|}{R^2} \tag{6}$$

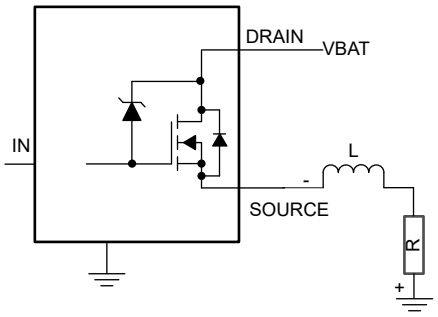


图 7-1. 驱动电感负载

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

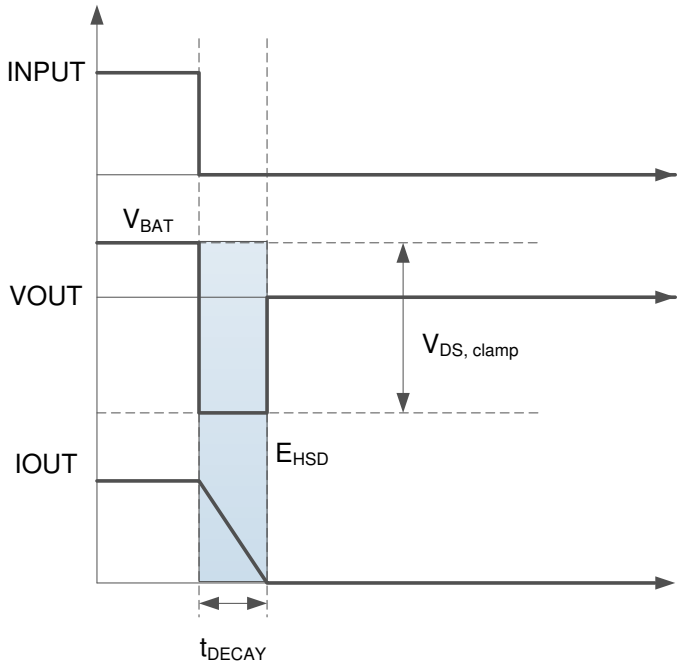


图 7-2. 电感负载关断图

如前所述，关断时，电池能量和负载能量会在高侧电源开关上耗散，这会导致热变化较大。对于每个高侧电源开关，最大安全功率耗散的上限取决于器件的固有容量、环境温度和电路板功耗条件。

下图提供了器件在测试条件下可承受的单脉冲能量的上限：VBB = 13.5V、电感为 1.5mH 至 100mH、R = 0Ω、FR4 2s2p 电路板、2- × 70μm 铜、2- × 35μm 铜。

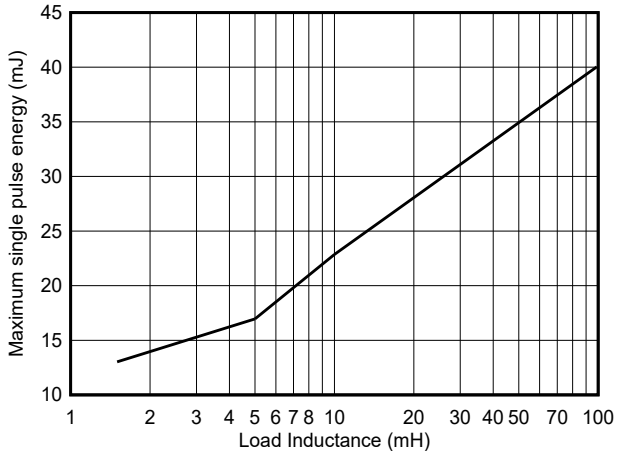


图 7-3. 最大单脉冲能量与电感范围间的关系

7.3.3 全面保护和诊断

表 7-2. TPS1HC120C-Q1 故障表

条件	EN	VOUT	FLT1	FLT2	行为	恢复
正常	L	L	Hi-Z	Hi-Z	正常	
	H	V_{BB} - I_{LOAD} × R_{ON}	Hi-Z	Hi-Z	正常	

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

表 7-2. TPS1HC120C-Q1 故障表（续）

条件	EN	VOUT	FLT1	FLT2	行为	恢复
过流	H	I_{LIM} × R_{LOAD}	L	Hi-Z	将电流保持在电流限值，直至热关断或过流事件被消除	
硬短路	H	L	L	Hi-Z	立即关闭，然后重试。在第一次热关断事件后锁存。	需要切换 EN 引脚
相对热关断、绝对热关断	H	L	L	Hi-Z	当器件达到相对或绝对热关断时关断	当 T_{HYS} 得到满足且时间长于 t_{RETRY} 时自动重试
导通状态开路负载	H	H	Hi-Z	L	当负载电流低于 $I_{OL,ON(ENTER)}$ 时指示故障	当负载电流高于 $I_{OL,ON(EXIT)}$ 时
反极性	x	x	x	x	通道将开启以降低功率耗散。流入接地引脚的电流受外部接地网络的限制。	

表 7-3. TPS1HC120D-Q1 故障表

条件	EN	VOUT	$\overline{FLT}$	SNS	行为	恢复
正常	L	L	Hi-Z	0	正常	
	H	V_{BB} - I_{LOAD} × R_{ON}	Hi-Z	I_{LOAD} / K_{SNS}	正常	
过流	H	I_{LIM} × R_{LOAD}	L	V_{SNSFH}	将电流保持在电流限值，直至热关断或过流事件被消除	
硬短路	H	L	L	V_{SNSFH}	立即关闭，然后重试。在第一次热关断事件后锁存。	需要切换 EN 引脚
相对热关断、绝对热关断	H	L	L	V_{SNSFH}	当器件达到相对或绝对热关断时关断	当 T_{HYS} 得到满足且时间长于 t_{RETRY} 时自动重试
导通状态开路负载	H	H	Hi-Z	I_{LOAD} / K_{SNS}	正常	
反极性	x	x	x	x	通道将开启以降低功率耗散。流入接地引脚的电流受外部接地网络的限制。	

表 7-4. 每个故障条件的抗尖峰脉冲时间

故障条件	检测抗尖峰脉冲时间
电流限制	5.6µs
相对热关断	2.4µs
绝对热关断	20µs

7.3.3.1 可编程电流限制

高精度电流限制可在短路或上电期间保护电源并实现更高的可靠性。此外，电流限制还可以通过减少 PCB 走线、连接器尺寸和前一个功率级的容量来节省系统成本。

电流限制提供了保护功能，可防止负载和集成的功率 FET 出现过应力。电流限制将电流保持在设定值，，并将 $\overline{FLT1}$ 引脚置为有效以作为诊断报告。当电流上升到 $I_{CL_FLT1_RISING}$ 电平时，该引脚被置为有效。

电流限制阈值是通过以下方法之一设置：在 ILIM 引脚与地之间连接一个电阻器、将 ILIM 引脚悬空或将 ILIM 引脚设置为对地短路。

- 外部可编程电流限制：一个外部电阻器 R_{ILIM} 用于设置电流限制。可以通过更改电阻来动态更改该值。此信息载于*应用* 部分。
- 内部电流限制：如果 ILIM 引脚对地短路或保持开路，或者 R_{ILIM} 电阻器超出范围（< 6.75kΩ 或 > 67.5kΩ），则内部电流限制是固定的，通常为 2.1A。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

当 V_{BB} 通电且 EN 或 EN_AUX 为高电平时，电流限制激活。请注意，当使用 GND 网络时（这会导致器件 GND 与板级 GND 之间产生电平位移），应将 ILIM 引脚连接至器件 GND。使用 方程式 7 计算 R_{LIM}。

$$R_{LIM}(k\Omega) \approx 13.5 / I_{LIM}(A) \quad (7)$$

有关电流限制特性的更多信息，请参阅*短路和过载保护*部分。

7.3.3.2 短路和过载保护

TPS1HC120-Q1 提供输出短路保护，以确保器件在接地路径阻抗较低时阻止电流流动，从而消除损坏或严重电源压降的风险。此器件可保证在电源电压高达 28V 时防止发生短路事件。

图 7-4 显示了器件发生短路时，TPS1HC120-Q1 的行为。

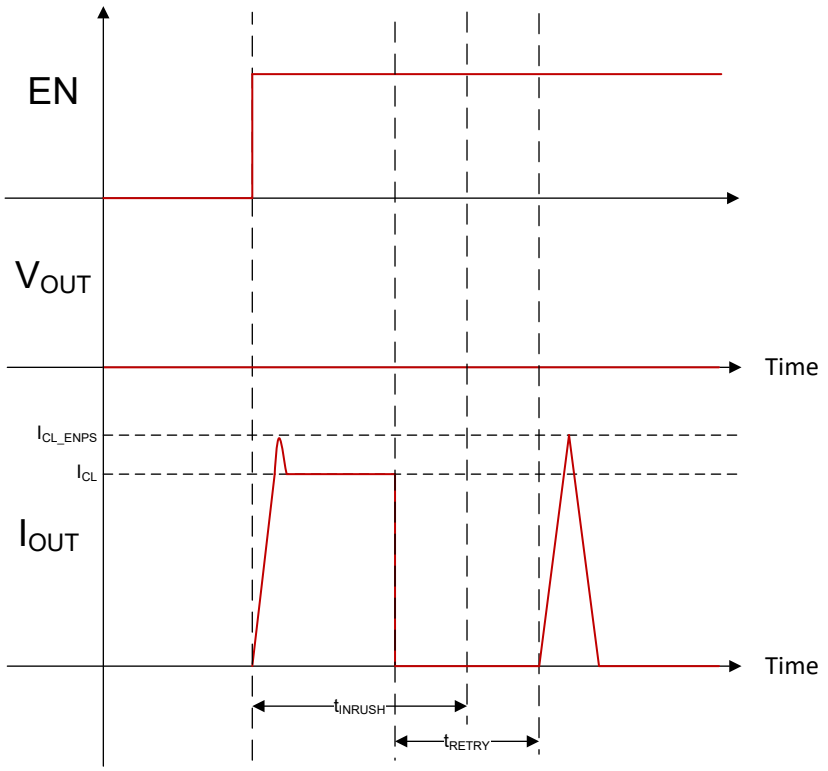


图 7-4. 启用至永久短路

器件启用后，受低阻抗路径影响，输出电流将迅速增加，直至达到电流限制阈值 (I_{CL})。由于电流限制电路的响应时间，测得的最大电流可能会暂时超过定义为 I_{CL_ENPS} 的 I_{CL} 值，但会稳定到电流限制调节值。在这种状态下，FET 的功率会变高，因此最终会达到 FET 的内部热保护温度并使器件安全关断。热关断之后：

- 如果浪涌周期 (t_{INRUSH}) 未结束，器件将在 t_{RETRY} 的持续时间后重试。浪涌周期从 EN 上升沿开始。
- 浪涌周期结束后，每次达到热关断时都会检测输出电压 (V_{OUT})。
  - 如果 V_{OUT} 低于 3V（例如强输出短接至地的情况），器件将锁存，直到 EN 输入切换。
  - 例如，如果 V_{OUT} 高于 3V，在过载情况下，器件将重试。

图 7-5 展示了 TPS1HC120-Q1 在发生短路且器件处于导通状态并已在提供电流时的行为。当内部导通 FET 完全启用时，电流限制响应时间会更长。因此，为了确保电流过冲受到限制，器件在电平 I_{OVCR} 下实现快速跳变。当达到此快速跳变阈值时，该器件会立即关闭一小段时间，然后快速重新启用，并在短暂的瞬态过冲至更高的峰值电流 (I_{CL_ENPS}) 电平后将电流钳位到 I_{CL} 电平。然后，该器件会将电流保持钳位在稳压电流限制，直到达到热关断

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

温度，而器件将安全关断。一旦发生热关断，如果输出电压低于 3V，器件将锁存，直到使能输入切换，然后在输出电压大于 3V 时重试。

一旦器件由于启用输入切换而重新启用，如果输出短路仍然存在，则情况与启用至永久短路情况相同。

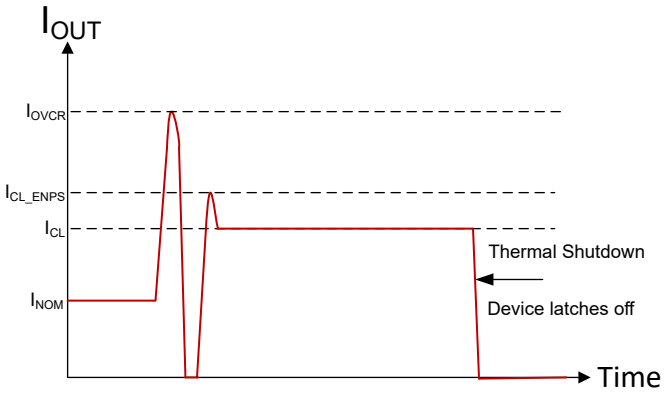


图 7-5. 导通状态短路行为

图 7-6 显示了当阻抗发生微小变化导致负载电流高于 I_{CL} 阈值时，TPS1HC120-Q1 的行为。电流升至高于调节电平的 I_{CL_LINPK}。然后，电流限制调节环路启动，电流降至 I_{CL} 值。

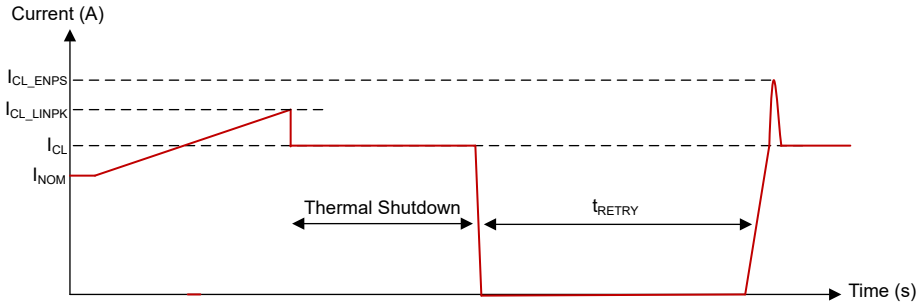


图 7-6. 过载行为

在所有这些情况下，内部热关断是安全的，可以重复执行。反复达到此热关断电平不会带来器件风险或寿命可靠性问题。

7.3.3.2.1 电容充电

图 7-7 显示了容性负载应用的典型设置，以及使用该器件时运行的内部块。请注意，所有容性负载都有一个与电容器并联的关联*负载*，该负载被描述为电阻负载，但实际上它可以是电感负载或电阻负载。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

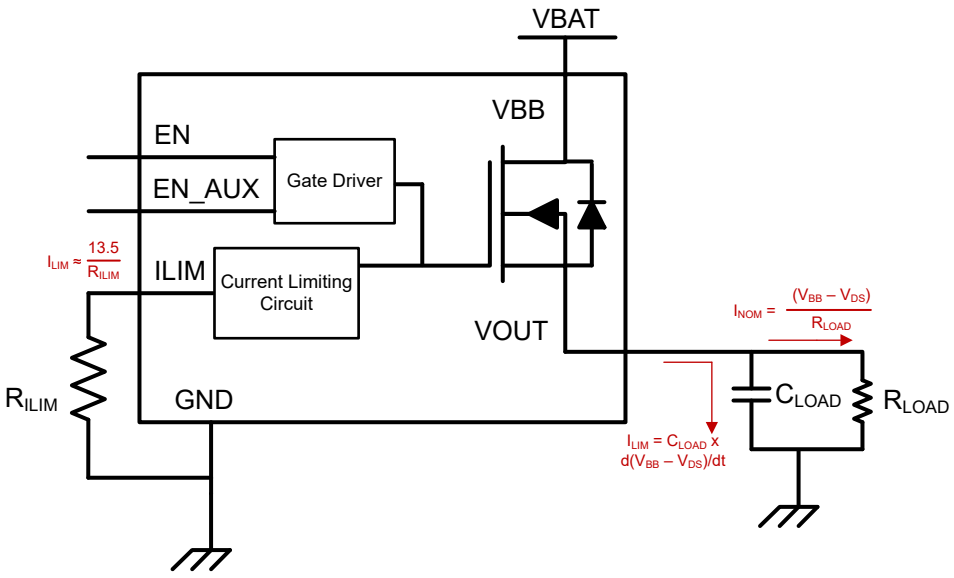


图 7-7. 电容充电电路

首先要检查的是 TPS1HC120-Q1 器件可以接受标称直流电流 I_{NOM}。要检查 I_{NOM}，请计算器件的结温。如果该值低于热关断值，则器件可以按该 I_{NOM} 运行。有关此计算的示例，请参阅*应用* 部分。

此应用的第二个关键关注点是确保容性负载可以完全充电，而不会使器件发生热关断。如果器件在充电期间发生热关断，则与电容器并联的负载的电阻性质会在 TPS1HC120-Q1 关断期间开始对电容器放电。请注意，有些应用具有足够高的负载阻抗，可以接受 TPS1HC120-Q1 发生热关断并重试。对于大多数应用，在设计系统时应确保 TPS1HC120-Q1 在为电容器充电时不会发生热关断。

借助 TPS1HC120-Q1 的电流限制特性，与其他高电流限制开关相比，能够以更低的浪涌电流给电容器充电。这种较低的浪涌电流意味着电容器需要更长的时间才能完全充电。电容器充电所需的时间可从方程式 8 得出。

$$I_{LIM} = C \times d(V_{BB} - V_{DS})/dt \tag{8}$$

由于典型 1A 应用的 V_{DS} 远低于 V_{BB} 电压（$V_{DS} \approx 1A \times 0.12\,\Omega = 120mV$，$V_{BB} \approx 13.5V$），因此可以将公式重写并近似处理为

$$dt = C \times dV_{BB} / I_{LIM} \tag{9}$$

图 7-8 显示了充电时序。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

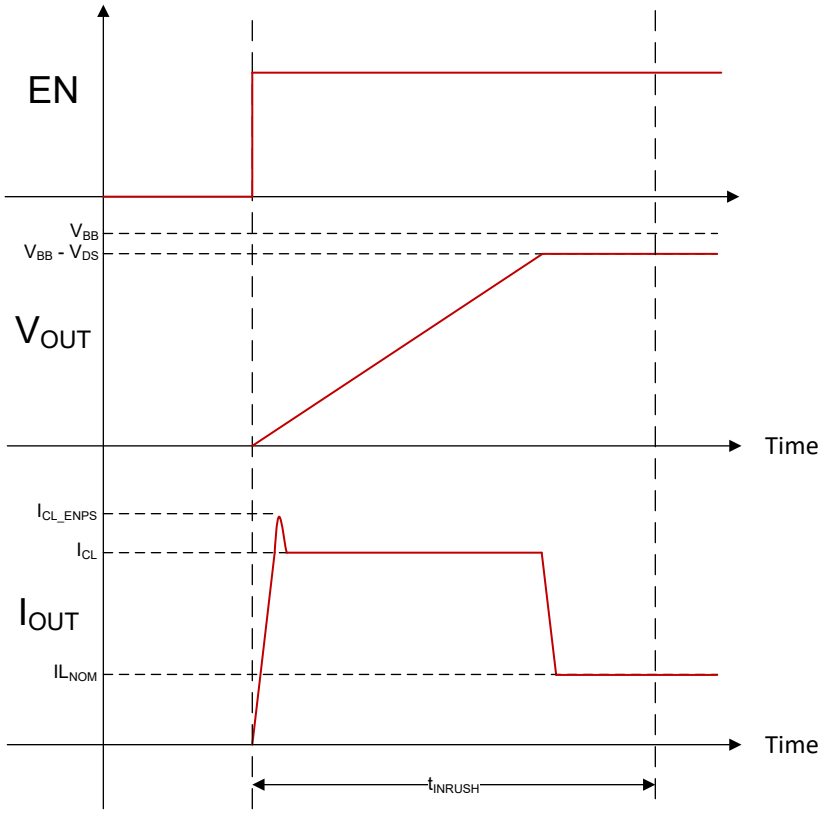


图 7-8. 电容充电时间

有关使用高侧开关进行电容充电的更多信息，请参阅*如何驱动容性负载应用手册*。本应用手册包含有关可用热建模的信息，以及估算高侧开关是否能够将电容器充电至给定电压的快速方法。

7.3.3.3 导通状态开路负载检测

对于 TPS1HC120C-Q1 型号，当输出 FET 启用时，如果流经 FET 的电流降至低于 $I_{OL,ON(ENTER)}$，检测开路负载并将 $\overline{FLT2}$ 引脚拉至低电平。当电流高于 $I_{OL,ON(EXIT)}$ 阈值时，$\overline{FLT2}$ 引脚释放。

7.3.3.4 反极性和电池反向保护

当器件的接地端进入电池电位 (V_{GND} = V_{BAT}) 且电源引脚接地 (V_{BB} = 0V) 时，会发生反极性（通常称为电池反向）。在这种情况下，如果 EN 引脚有通向“接地”平面的路径，则 FET 导通（导通电阻 $R_{ON(REV)}$），以降低通过主通道的功率耗散，并防止电流流经体二极管。需要注意的是，电阻器/二极管接地网络（如果电源上没有中央阻断二极管）必须存在，器件才能在电池反向事件中保护自身。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

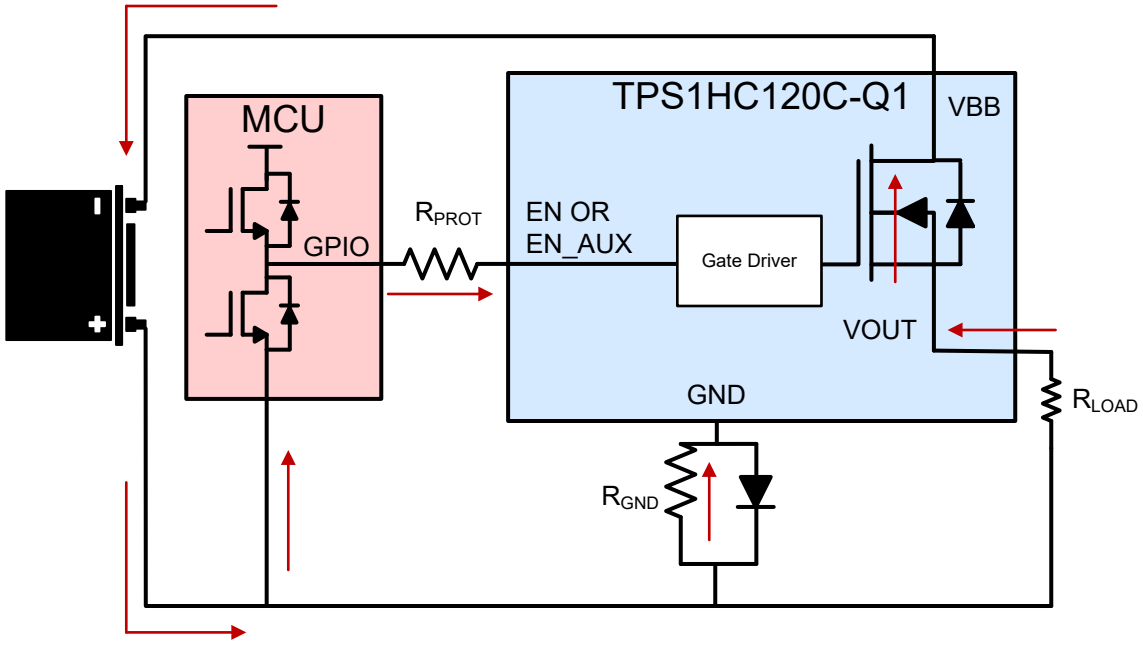


图 7-9. 电池反向电路

有关外部保护电路的更多信息，请参阅*反向电流保护*。更多详细信息，请参阅故障真值表。

7.3.3.5 热保护行为

热保护行为可以是相对热关断或绝对热关断，如下所述

1. 相对热关断：启用该器件以进入过流事件。输出电流升至高达 I_{ILIM} 电平，FLT1 变为低电平。随着这一大量电流流过，FET 的结温相对于控制器温度迅速升高。当功率 FET 温度升高的 T_{REL} 量超过控制器结温 ($\Delta T = T_{FET} - T_{CON} > T_{REL}$) 时，器件关断。一旦发生热关断，
   a. 如果输出电压低于 3V，器件将锁存，直到启用输入切换。
   b. 如果输出电压大于 3V，器件将重试。
2. 绝对热关断：器件在过流事件中仍处于启用状态。然而，在这种情况下，结温升高并达到绝对参考温度 T_{ABS}，然后关断。一旦发生热关断，
   a. 如果输出电压低于 3V，器件将锁存，直到启用输入切换。
   b. 如果输出电压大于 3V，将在 $T_J < T_{ABS} - T_{hys}$ 且 t_{RETRY} 计时器到期时重试。

7.3.3.6 UVLO 保护

该器件可监控电源电压 VBB，以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，器件将导通。

如果过流事件触发 UVLO 阈值，器件会关断并安全地恢复到电流限制状态。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7.3.3.7 接地失效保护

发生接地失效时，无论输入引脚是高电平还是低电平，输出都将关断。

情形 1（器件接地失效）：当 I_{C_GND} 接地和电流限制接地是一条连接到系统接地的布线时，接地失效保护将被激活，如图 7-10 所示。

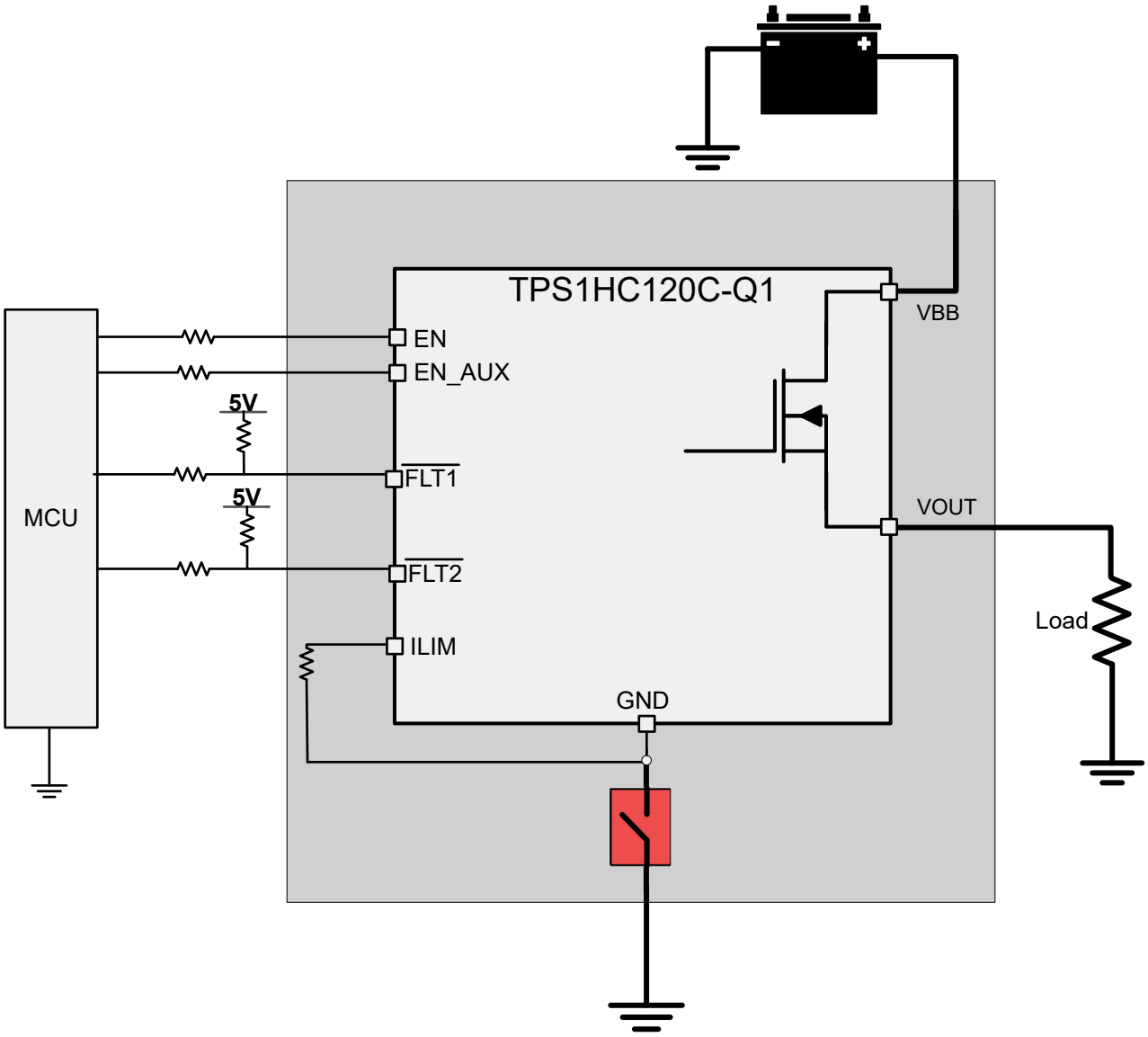


图 7-10. 器件接地失效

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

情形 2（模块接地失效）：当整个 ECU 模块接地失效时，保护也将被激活。在此情况下，负载接地保持连接状态。

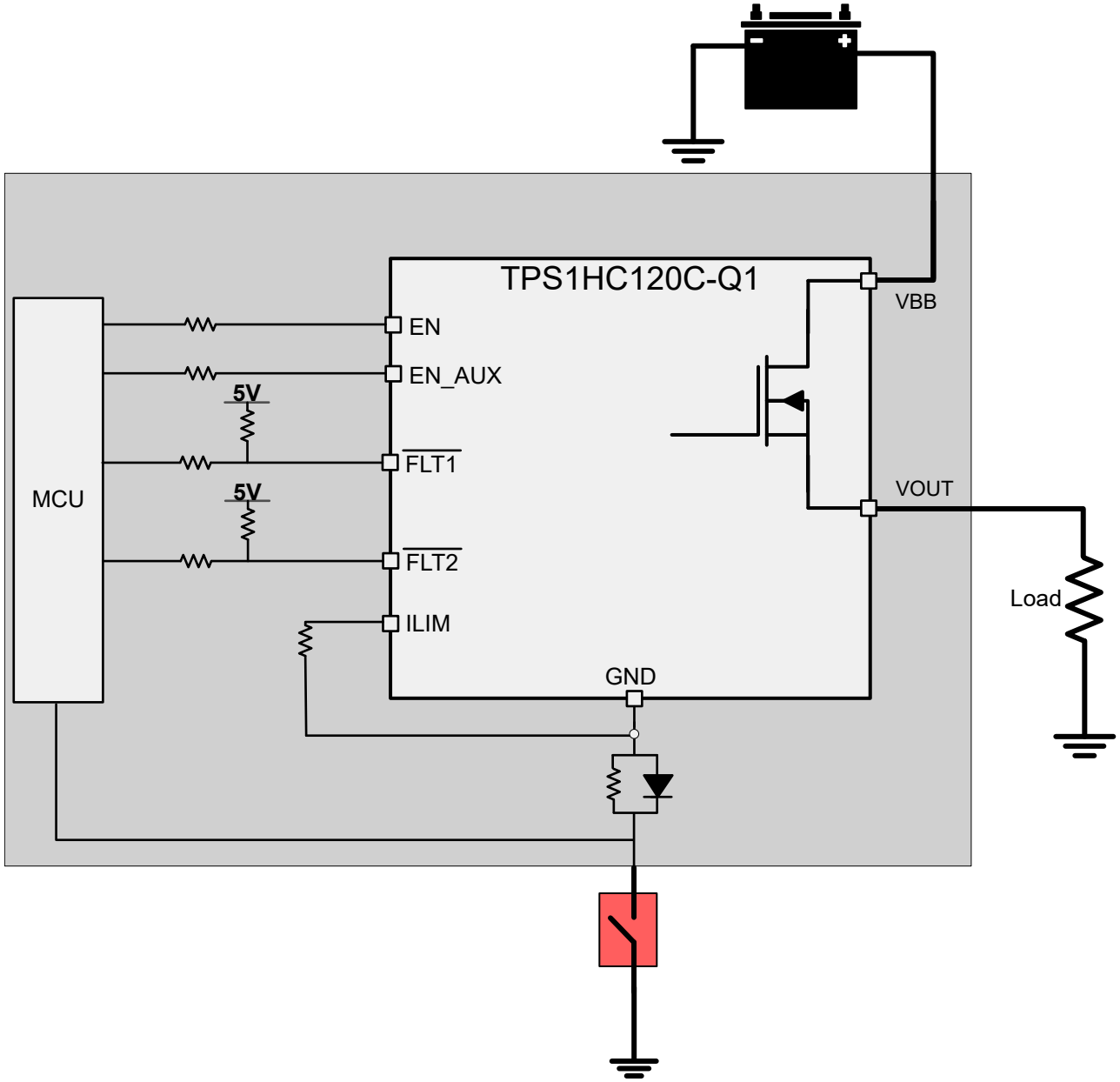


图 7-11. 模块接地失效

7.3.3.8 电源失效保护

发生电源失效情况时，无论输入引脚是高电平还是低电平，输出都将关断。对于电阻或容性负载，由于没有更多的功率，因此很容易实现断电保护。最坏的情况是电感负载带电。在这种情况下，电流从所有 IO 驱动，以维持电感输出回路。TI 建议采用 MCU 串行电阻器加 GND 网络（二极管和电阻器并联）或外部空转电路。

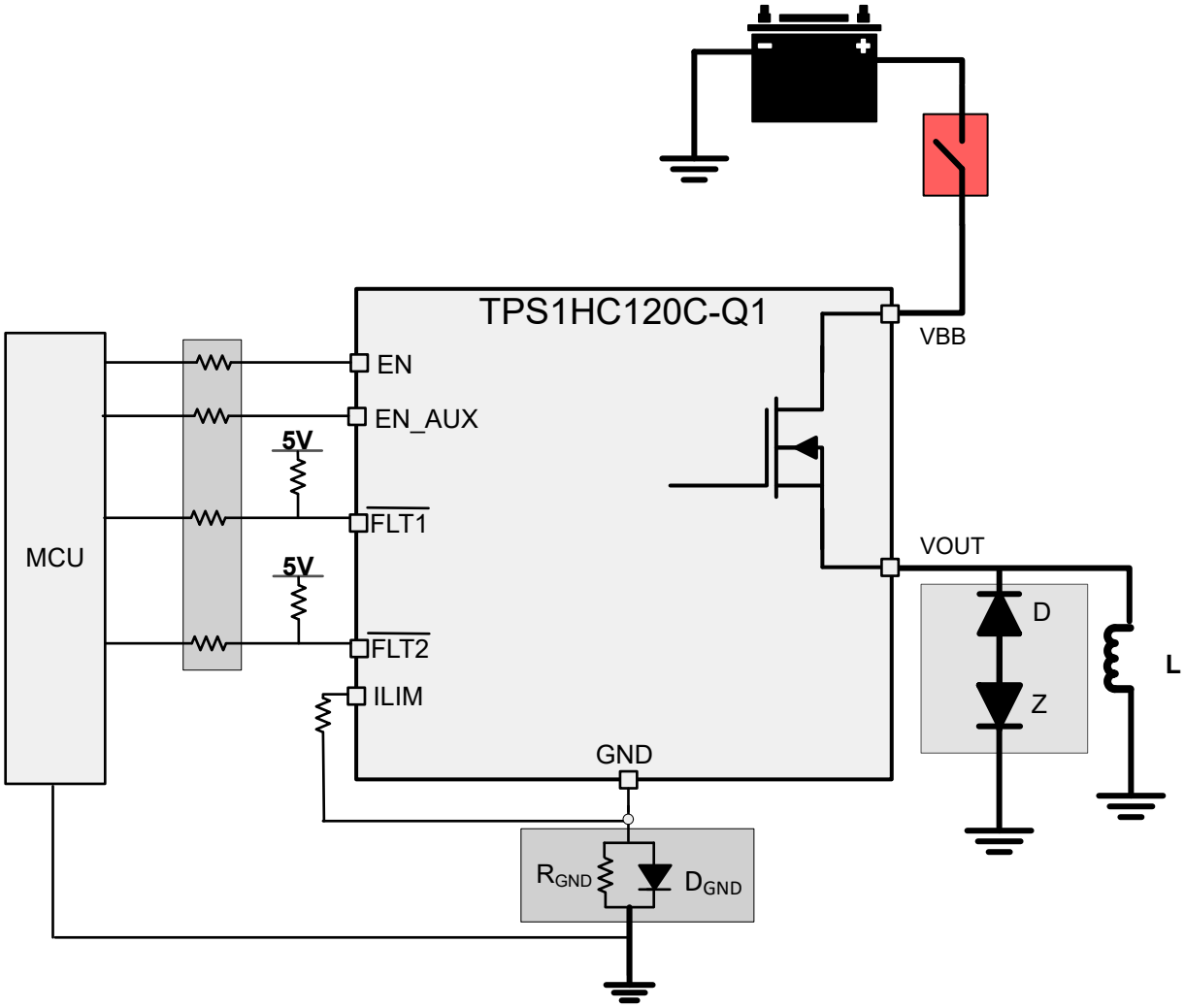


图 7-12. 电池丢失

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7.3.3.9 反向电流保护

方法 1：与 V_{BB} 连接的阻断二极管。极性相反时，器件和负载均受到保护。在电池反向条件下，阻断二极管不允许任何电流流动。

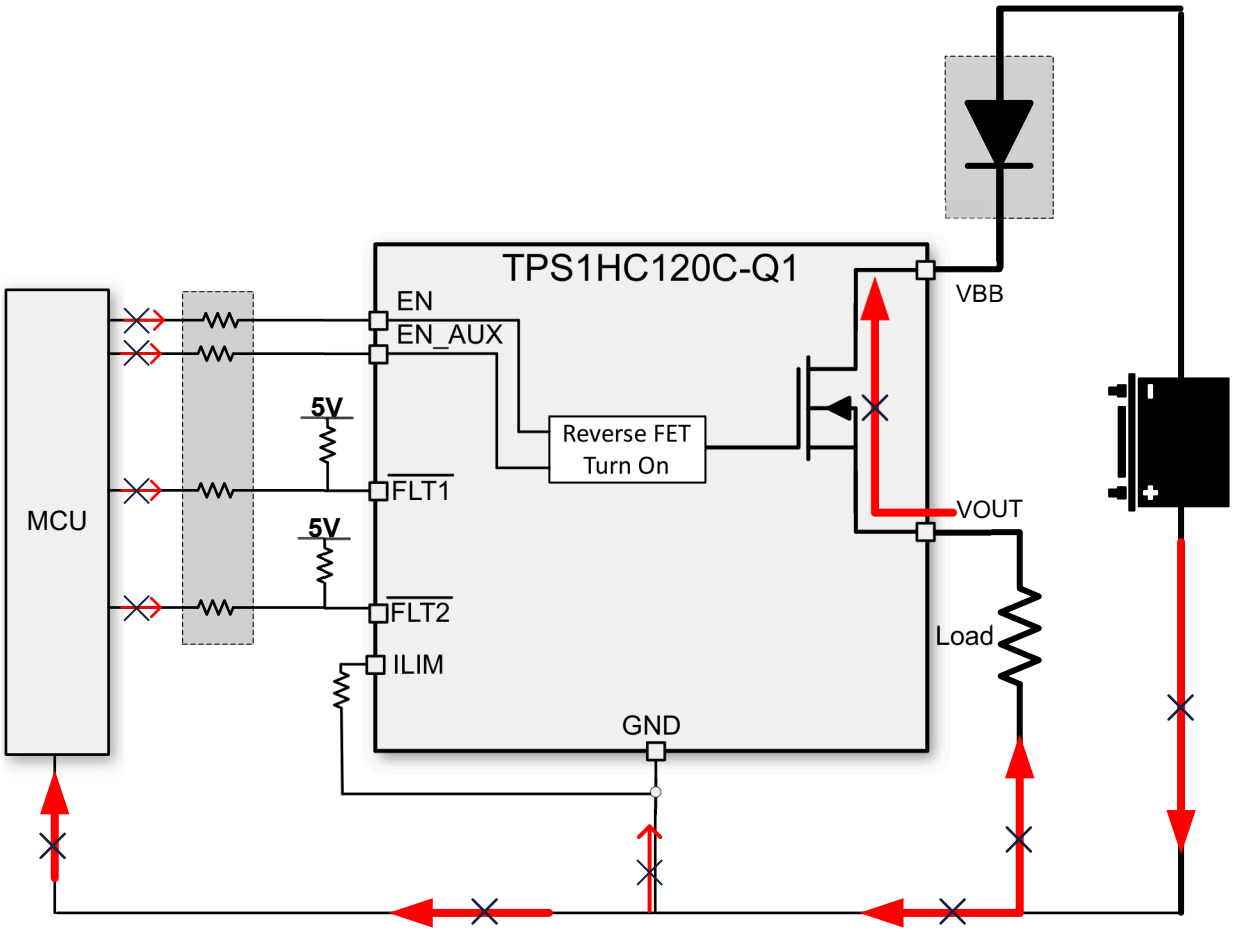


图 7-13. 采用阻断二极管实现反向保护

方法 2（接地网络保护）：在此连接下，仅高侧器件受到保护。负载阻抗会限制负载反向电流。请注意，当发生反极性时，通过功率 FET 的持续反向电流不应使产生的热量大于绝对最大结温。使用 $R_{ON(REV)}$ 值和 $R_{\theta JA}$ 规格来计算此项。无论器件 GND 和电路板 GND 之间采用何种连接类型，如果发生 GND 电压偏移，请确保以下连接正确以便正常运行：

- 将电流限制可编程电阻器连接到器件 GND。

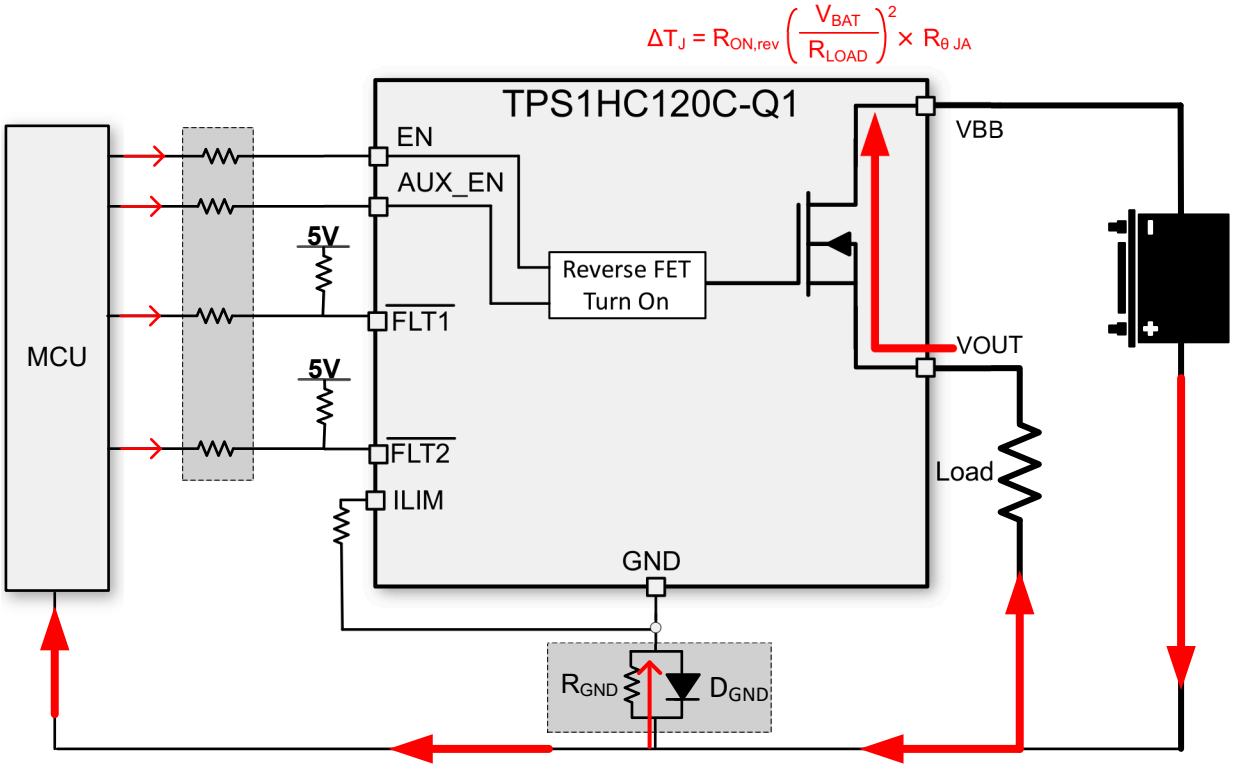


图 7-14. 通过接地网络实现反向保护

- **建议 - 电阻器和二极管并联：**当电感负载关断时，可能会出现峰值负尖峰，这可能会损坏 HSD 或二极管。因此，TI 建议在驱动电感负载时将电阻器与二极管并联。建议选择与 I_F > 100mA 的二极管并联的 1kΩ 电阻器。如果使用多个高侧开关，则可以在器件间共享电阻器和二极管。
  - **接地电阻器：**当电池反向或 ISO 脉冲为负时，电阻器值越高，电流限制效果越好。

$$R_{GND} \geq \frac{(-V_{CC})}{(-I_{GND})} \quad (10)$$

其中

  - V_{CC} 是最大电池反向电压（通常为 -16V）。
  - I_{GND} 是接地引脚可以承受的最大反向电流，可在*绝对最大额定值*中找到。
  - **接地二极管：**需要一个二极管来阻止反向电压，这也会带来接地偏移 (≈ 600mV)。此外，对于 ISO 7637 脉冲 1 测试，二极管的反向电压必须约等于 200V，确保二极管不会偏置。

7.3.3.10 MCU I/O 保护

在许多情况下，如负 ISO 脉冲或电感负载导致的电池损失，器件 GND 引脚上的负电位可能会损坏 MCU I/O 引脚（更有可能损坏连接到引脚的内部电路）。因此，需要在 MCU 和 HSS 之间连接串联电阻。

此外，为了有效地防止 GND 丢失，TI 建议 R_{PROT} 电阻器的阻值为 10kΩ。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

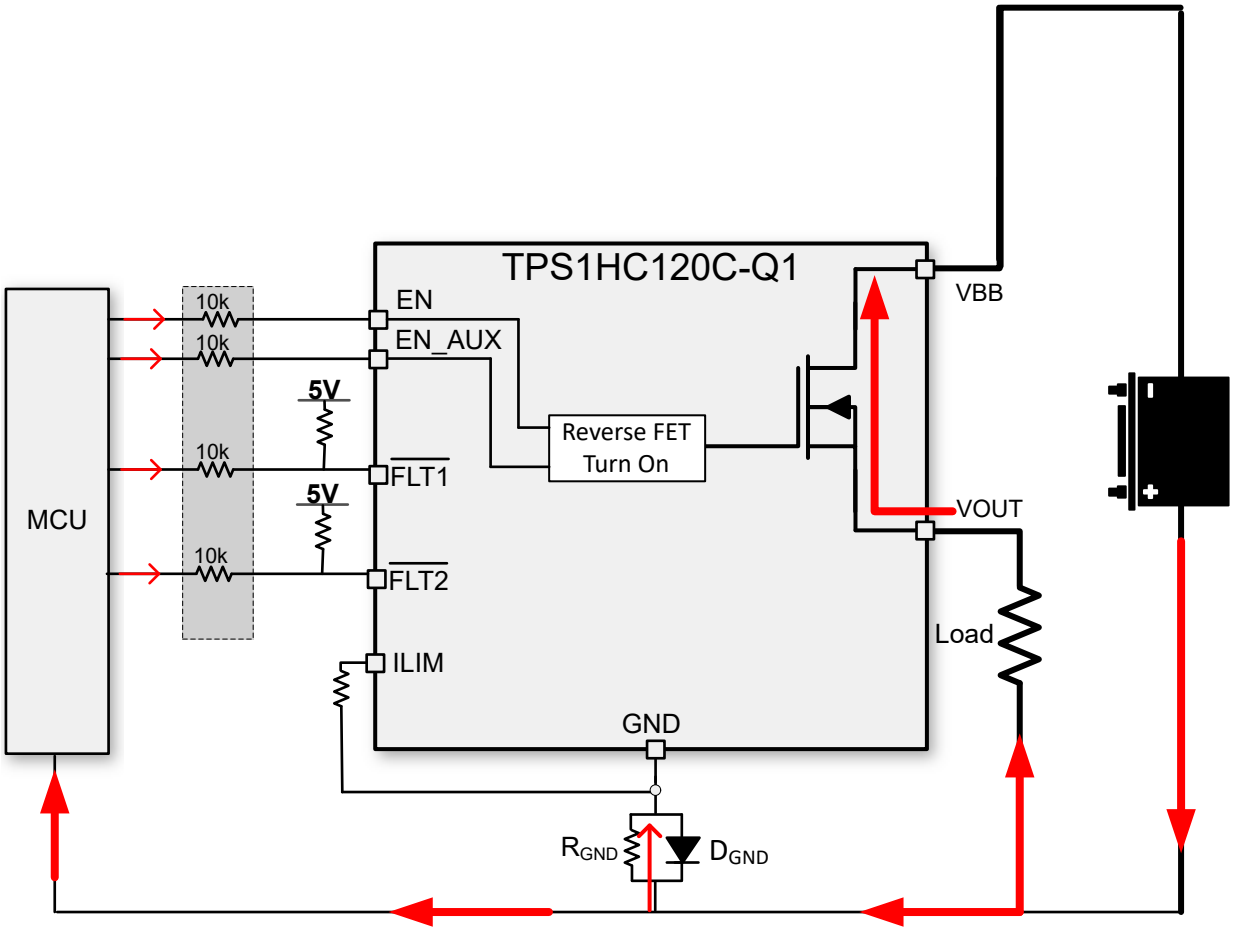


图 7-15. MCU I/O 保护

7.4 器件功能模式

7.4.1 工作模式

器件中的三种工作模式为正常模式、待机模式和睡眠模式。

当 EN 为逻辑低电平时，器件可以从正常模式进入待机模式。在待机或睡眠模式下，超低待机电流 $I_{VBB,SLEEP}$（温度为 85°C 时，小于 500nA）支持关断状态节能。请注意，要进入睡眠模式，需要 EN 处于低电平且 $t > t_{STBY}$。t_{STBY} 是待机模式抗尖峰脉冲时间，用于避免误触发或干扰 PWM 开关。图 7-16 展示了状态机在工作模式下的状态图。

与器件处于待机模式 (t_{DR_STBY}) 相比，当器件处于睡眠模式 (t_{DR_SLEEP}) 时，导通输出所需的时间更长。

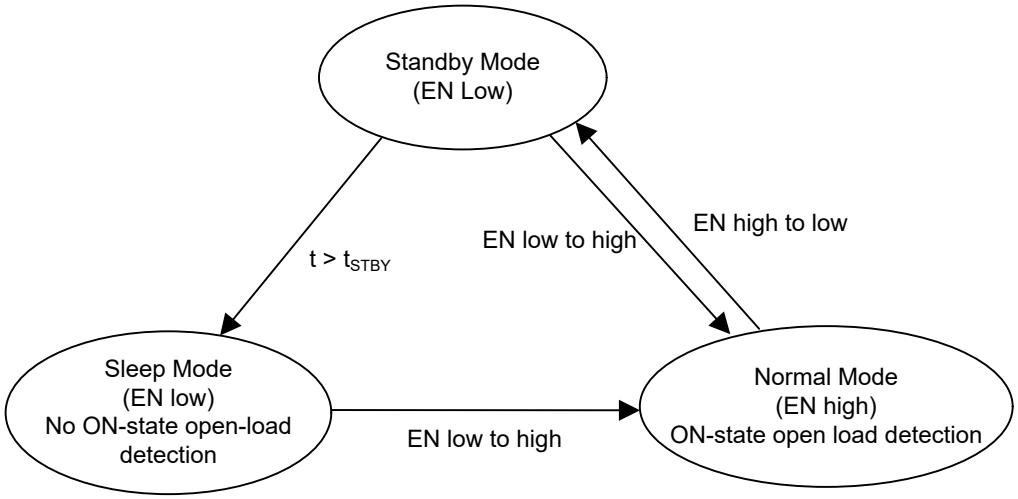


图 7-16. 工作模式状态机

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

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 的客户负责确定元件是否适合其用途，以及验证和测试其设计实现以确认系统功能。

8.1 应用信息

TPS1HC120-Q1 可以驱动各种电阻负载、电感负载和电容负载，包括：

- ADAS 摄像头
- LED
- 继电器
- 螺线管
- 加热器
- 子模块

该器件具有丰富的诊断功能，能够对负载实施智能控制。该器件可从外部调节电流限值以钳制浪涌或过载电流，从而提升整个系统的可靠性。

8.2 典型应用

图 8-1 展示了一个有关如何设计外部电路的示例。

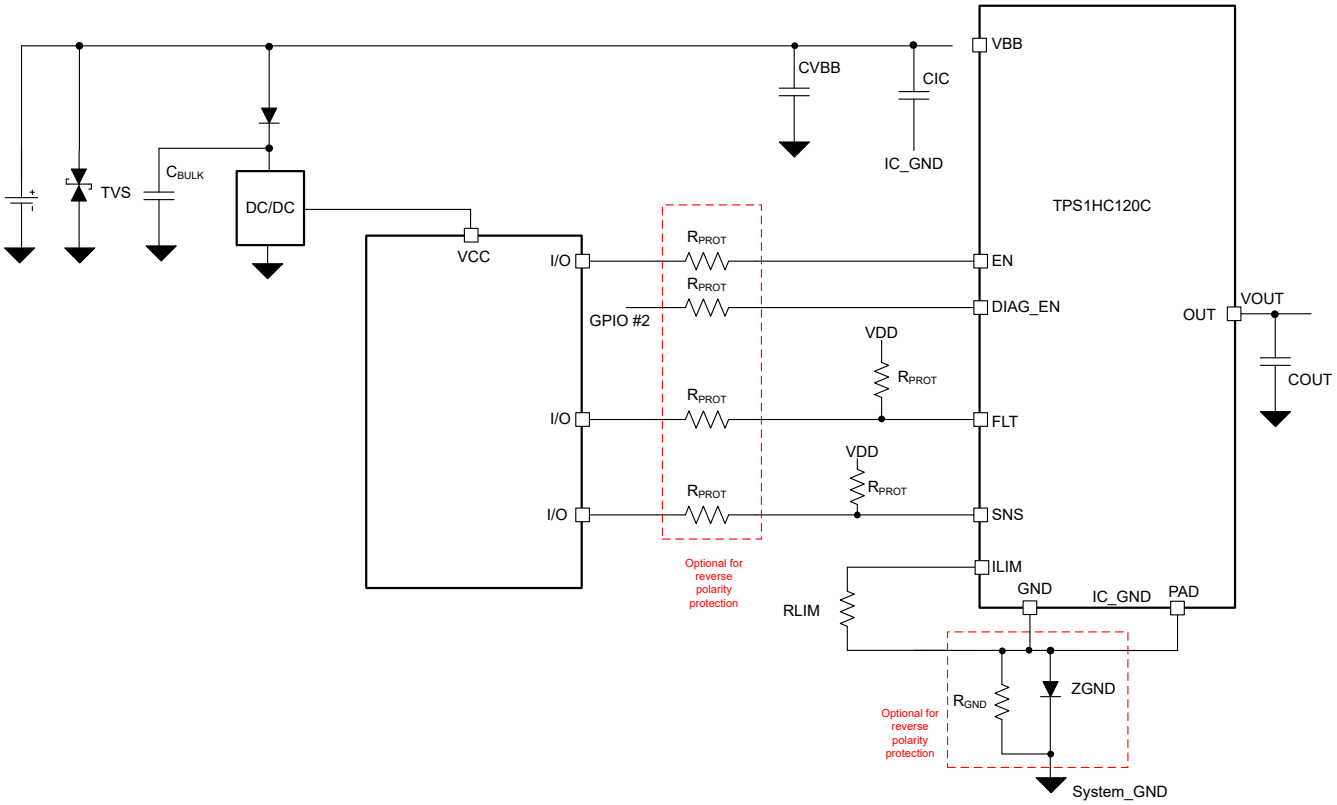


图 8-1. 典型应用电路

表 8-1. 建议的元件值

元件	说明	用途
TVS	SMBJ39CA（可选）	滤除电池产生的电压瞬态 (ISO7637-2)
C_{VBB}	220nF（可选）	更好的 EMI 性能
C_{IC}	100nF	输入端具有极小的电容量，以缓解 EMI
C_{BULK}	10 µ F（可选）	帮助滤除电源轨上的电压瞬态
R_{PROT}	10k Ω	微控制器和器件 I/O 引脚的保护电阻器
R_{ILIM}	按照 规格 中的建议进行操作	设置电流限制阈值
C_{VOUT}	22nF	改善 EMI 性能，过滤电压瞬态
R_{PU}	4.7k Ω	用于开漏引脚（$\overline{FLT1}$ 和 $\overline{FLT2}$）的上拉电阻器
R_{GND}	1k Ω	稳定关断电感负载期间的 GND 电势
D_{GND}	BAS21 二极管	在正常运行期间保持 GND 接近系统地

8.2.1 详细设计过程

8.2.1.1 动态改变电流限制

通过轻松改变从电流限制引脚到器件接地端的电阻，动态改变电流限制阈值。

8.2.1.2 AEC Q100-012 测试 A 级认证

短路可靠性对于智能高侧电源开关器件而言至关重要。AEC-Q100-012 标准用于确定器件在连续短路情况下运行时的可靠性。根据通过周期设定不同的等级规范。TPS1HC120-Q1 满足最高级别 A 级（100 万次短接至地）的条件。

AEC Q100-012 标准定义了三种测试模式。请参阅表 8-2 以了解冷重复短路测试 – 长脉冲、冷重复短路测试 – 短路脉冲和热重复短路测试。具有连续输出短路的热重复短路不适用于此器件，因为输出会锁存。

表 8-2. 测试

测试项目	测试条件	测试周期
冷重复短路测试 – 短脉冲	–40°C，10ms 脉冲，冷却	1M
	85°C，10ms 脉冲，冷却	1M
冷重复短路测试 – 长脉冲	–40°C，300ms 脉冲，冷却	1M
热重复短路测试	85°C、弱过载	1M
冷重复短路测试	-40°C、终端短路	1M

根据通过周期指定了不同的等级，如下所示 -

表 8-3. 等级

等级	周期数量	批次、每批次样本数	失败次数
A	>1000000	3、10	0
B	>300000 至 1000000	3、10	0
C	>100000 至 300000	3、10	0
D	>30000 至 100000	3、10	0
E	>10000 至 30000	3、10	0
F	>3000 至 10000	3、10	0
G	>1000 至 3000	3、10	0
H	300 至 1000	3、10	0

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

表 8-3. 等级（续）

等级	周期数量	批次、每批次样本数	失败次数
O	<300	3、10	0

8.2.1.3 EMC 瞬态干扰测试

由于汽车环境中存在恶劣的电气条件，因此需要具有抗电气瞬态干扰能力，尤其是对于直接连接到电池的高侧电源开关。详细的测试要求符合 ISO 7637-2:2011 和 ISO 16750-2:2010 标准。TPS1HC120-Q1 测试汇总如下所示：

表 8-4. 12V 系统中的 ISO 7637-2:2011(E)(1)(2)(3)(4)

测试项目	测试脉冲强度级别和相应的 VS		脉冲持续时间 (T_D)	最小脉冲数或测试时间	突发周期脉冲重复时间		输入电阻 (Ω)	功能性能状态分类
	等级	VBB/V			最小值	最大值		
1	III	-112	2ms	500 个脉冲	0.5s	-	10	状态 II
2a	III	55	50µs	500 个脉冲	0.2s	5s	2	状态 II
2b	IV	10	0.2s 至 2s	10 个脉冲	0.5s	5s	0 至 0.05	状态 II
3a	IV	-220	0.1µs	1h	90ms	100ms	50	状态 II
3b	IV	150	0.1µs	1h	90ms	100ms	50	状态 II

(1) 在输入低电平条件和高电平条件下进行测试。
(2) 考虑到最坏的测试条件，在 VBB 和 V_{OUT} 上无任何滤波电容器的条件下完成 ISO 7637-2:2011 测试。
(3) GND 引脚网络由一个 1kΩ 电阻器与二极管 BAS21-7F 并联构成。
(4) 状态 II：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。

表 8-5. 12V 系统中的 ISO 16750-2:2010(E) 负载突降测试 B(1)(2)(3)(4)(5)

测试项目	测试脉冲强度级别和相应的 VS		脉冲持续时间 (t_d)	最小脉冲数或测试时间	突发周期/脉冲重复时间	输入电阻 (Ω)	功能性能状态分类
	等级	VBB/V					
测试 B	不适用	35	40ms 到 400ms	5 个脉冲	60s	0.5 至 4	状态 II

(1) 在输入低电平条件和高电平条件下进行测试。
(2) 考虑到最坏的测试条件，在 VBB 和 V_{OUT} 上无任何滤波电容器的条件下对器件进行测试。
(3) GND 引脚网络由一个 1kΩ 电阻器与二极管 BAS21-7F 并联构成。
(4) 状态 II：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。
(5) 选择 39V 外部抑制器。

8.2.2 功率耗散计算

为了实现持续正常运行，结温不得超过热关断跳变点。根据方程式 11 计算器件耗散的功率。

$$P_T = (I_{OUT}^2 \times R_{ON}) + (V_{BB} \times I_Q) \quad (11)$$

- P_T 为器件的总功率耗散

在确定器件耗散的功率后，可根据环境温度和器件热阻抗计算结温。

$$T_J = T_A + R_{\theta JA} \times P_T \quad (12)$$

推断 R_{ON} 以匹配器件的结温，因此，需要对上述计算进行多次迭代才能得出器件的结温估算值。

有关更多信息，请参阅*如何驱动电阻、电感、电容和照明负载应用手册*。

8.2.3 应用曲线



图 8-2. 输出在 13.5V 时导通，输出端的电阻负载为 50 Ω

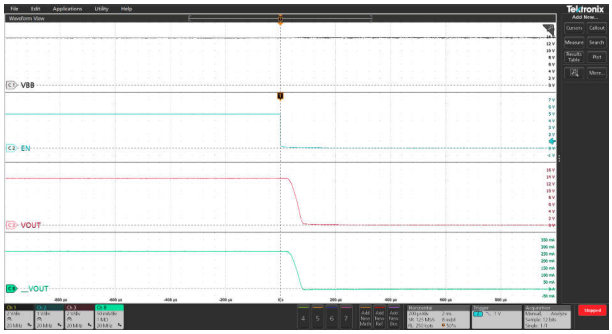


图 8-3. 输出在 13.5V 时关断，输出端的电阻负载为 50 Ω

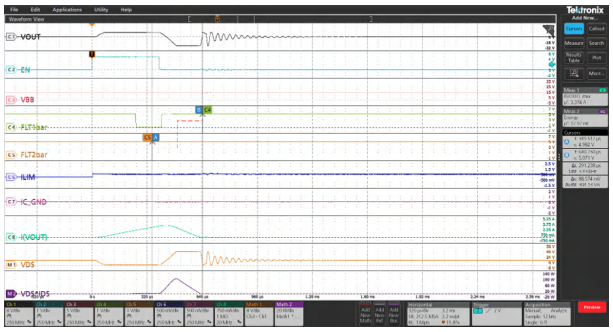


图 8-4. 在 13.5V 时，关断 5mH 电阻负载

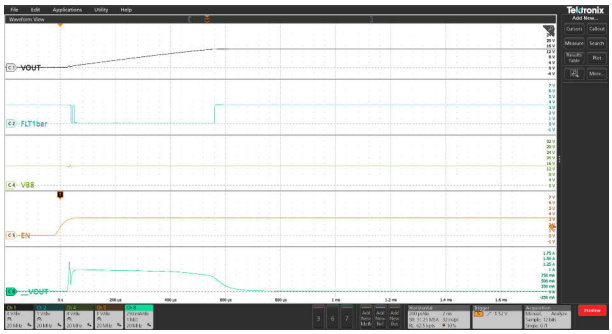


图 8-5. 在温度为 125°C、电流限制为 1A 时，为 40 µF 电容器充电

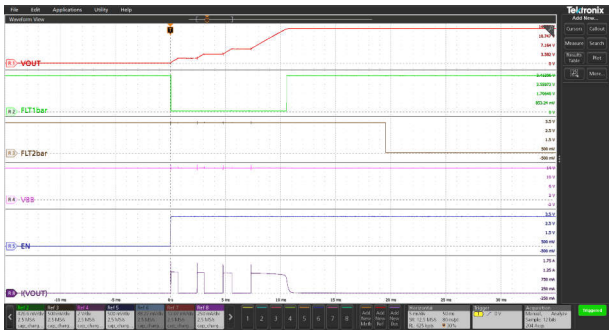


图 8-6. 在温度为 125°C、电流限制为 1A 时，为 220 µF 电容器充电

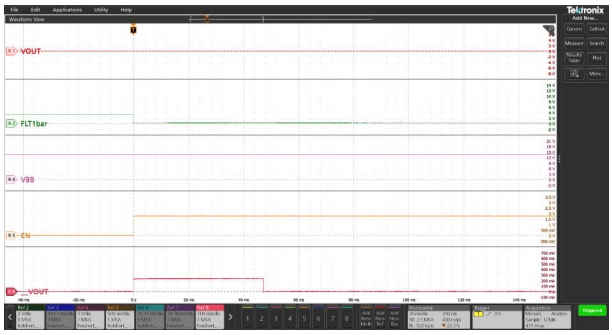


图 8-7. 具有 200mA 电流限制的输出热短路

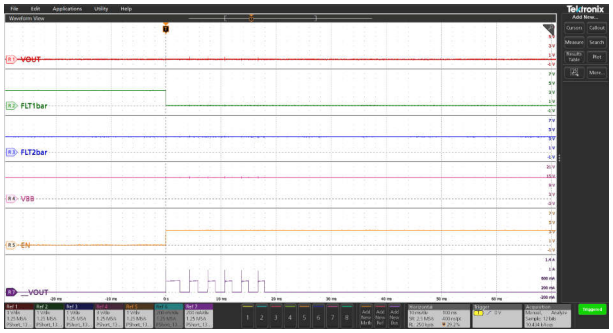


图 8-8. 输出短接至地和 400mA 电流限制

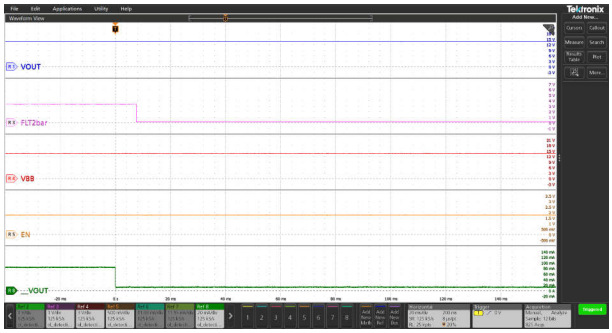


图 8-9. 导通状态开路负载检测

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

8.3 电源相关建议

该器件符合汽车和工业应用标准。正常的电源连接采用 12V 汽车系统。电源电压必须在*建议运行条件*中指定的范围内。

表 8-6. 电压工作范围

VBB 电压范围	注释
3V 至 6V	扩展的低于 12V 汽车电池运行，例如冷启动和启停。器件完全正常运行并受到保护，但一些参数（例如 R_{ON}、、电流限制精度和时序参数）可能会偏离规格。检查电气特性中的每种规格，以确认器件适用的电压范围。
6V 至 18V	标称 12V 汽车电池电压范围。所有参数规格均适用，并且器件完全正常运行并受到保护。
18V 至 24V	扩展的高于 12V 汽车电池运行，例如双电池。器件完全正常运行并受到保护，但一些参数（例如 R_{ON}、、电流限制精度和时序参数）可能会偏离规格。检查电气特性中的每种规格，以确认器件适用的电压范围。
35V	负载突降电压。器件正常运行并允许脉冲通过而不会损坏，但不提供全面的短路保护。

8.4 布局

8.4.1 布局指南

为了防止热关断，T_J 必须低于 150°C。如果输出电流非常高，功率耗散可能会很大。良好的 PCB 设计可以优化热传递，这对于器件的长期可靠性至关重要。

为了获得良好的热性能，请将 VBB 焊盘连接到大面积覆铜。在 PCB 顶层，覆铜可以超出封装尺寸。除此之外，建议在一个或多个内部 PCB 层或底层上布置一个 VBB 平面。将这些平面上的过孔连接至顶层的 VBB 覆铜。将 VOUT 焊盘连接到电路板上的大面积覆铜也有助于实现更好的热性能。

如果在设计中使用 C_{IC} 电容器，将其尽可能靠近器件的 VBB 和 GND 引脚。如果使用接地网络进行电池反向保护，则将 C_{IC} 电容器从 VBB 网络连接到 IC_GND 网络。将 C_{VBB} 电容器靠近 VBB 引脚放置，并连接到系统接地端以获得出色的性能。

将 R_{ILIM} 电阻器放置在靠近器件的 ILIM 和 GND 引脚的位置。如果使用接地网络进行电池反向保护，则将 R_{ILIM} 从 ILIM 引脚连接到 IC_GND 网络，以获得出色的电流限制性能。

8.4.2 布局示例

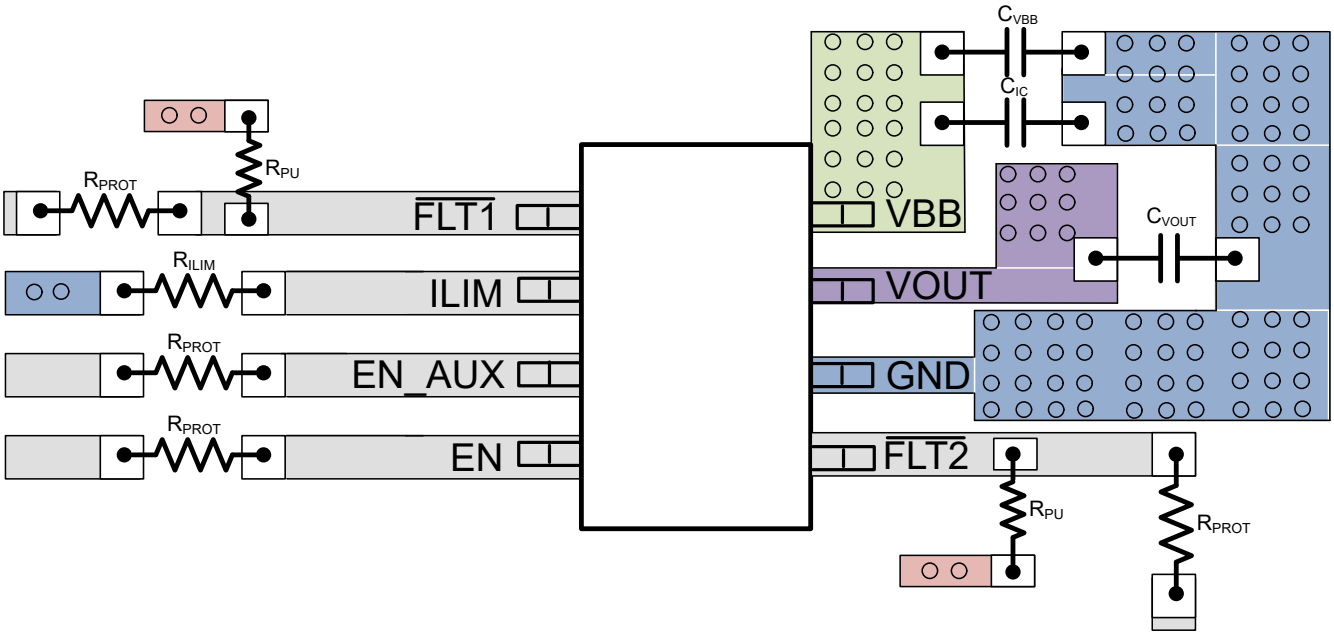


图 8-10. 无接地网络

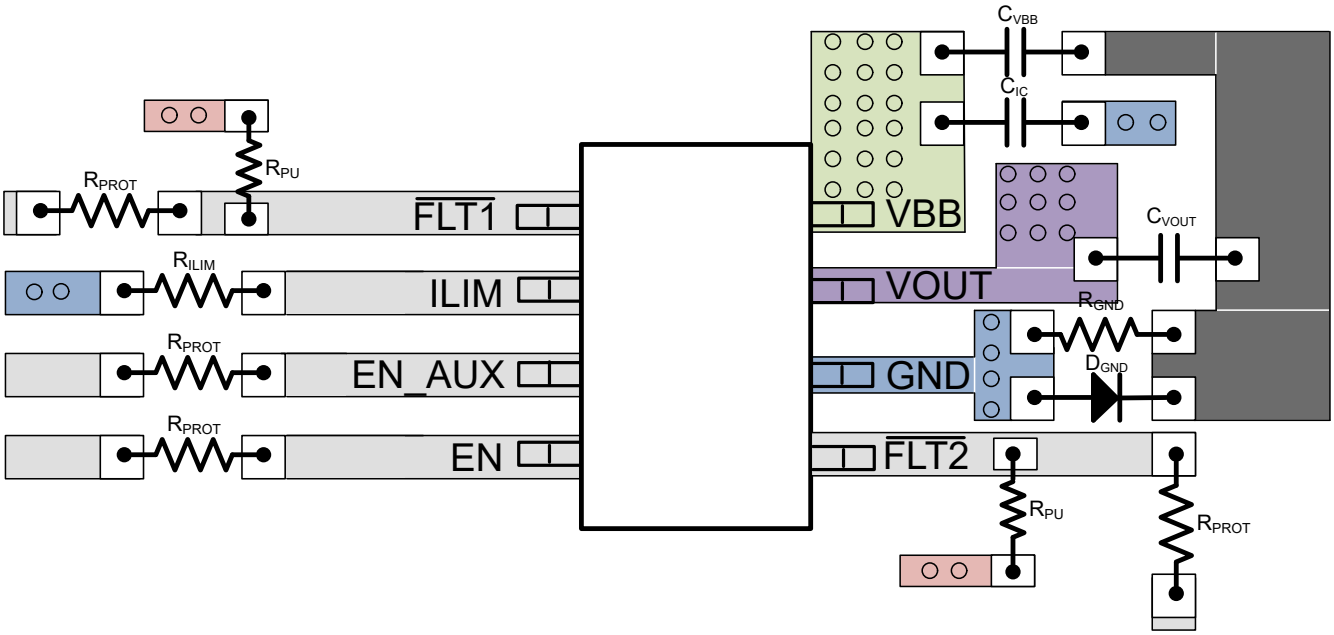


图 8-11. 有接地网络

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

9 器件和文档支持

9.1 第三方产品免责声明

TI 发布的与第三方产品或服务有关的信息，不能构成与此类产品或服务或保修的适用性有关的认可，不能构成此类产品或服务单独或与任何 TI 产品或服务一起的表示或认可。

9.2 接收文档更新通知

要接收文档更新通知，请导航至 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。

9.3 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。

9.4 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。

9.5 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。

9.6 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。

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

Changes from Revision * (December 2025) to Revision A (September 2026)	Page
• 通篇删除了 A 和 B 型号	1
• 删除了关断状态开路负载检测和电池短路检测	1
• 删除了“软短路时自动重试，硬短路时锁存”后的注释	1
• 添加了“提供功能安全”信息	1
• 将有关精确电流传感的 A/B 更改为 D 型号	1
• 向“器件比较”表中添加了 TPS1HC120D-Q1	3
• 添加了 D 型号引脚排列和引脚说明	4
• 在 C 版本中对 $\overline{\text{FLT2}}$ 添加了 *可在不使用时保持悬空*	4
• 从 A/B 更改为 D 型号	13
• 添加了表 7-3	15
• 删除了单独的布局示例部分以组合成一个部分	33

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。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

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)
TPS1HC120CQDYCRQ1	Active	Production	SOT-5X3 (DYC) | 8	4000 | LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	H120Q

(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.

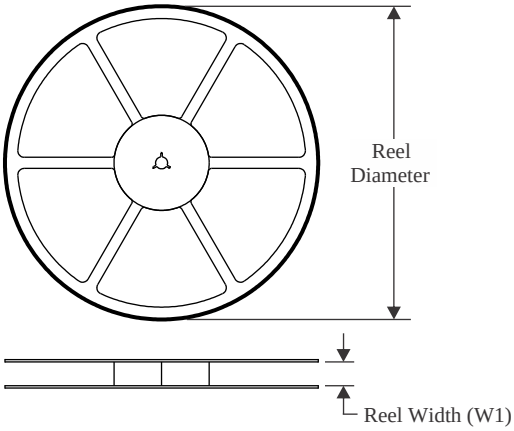
Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

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.

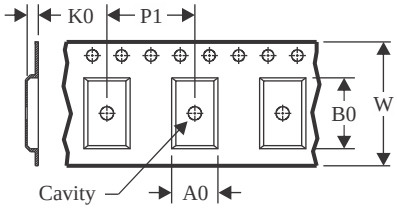
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION

REEL DIMENSIONS

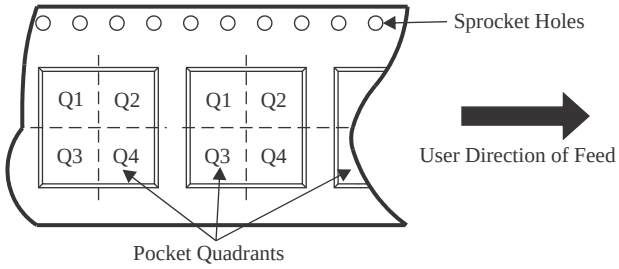


TAPE DIMENSIONS



A0	Dimension designed to accommodate the component width
B0	Dimension designed to accommodate the component length
K0	Dimension designed to accommodate the component thickness
W	Overall width of the carrier tape
P1	Pitch between successive cavity centers

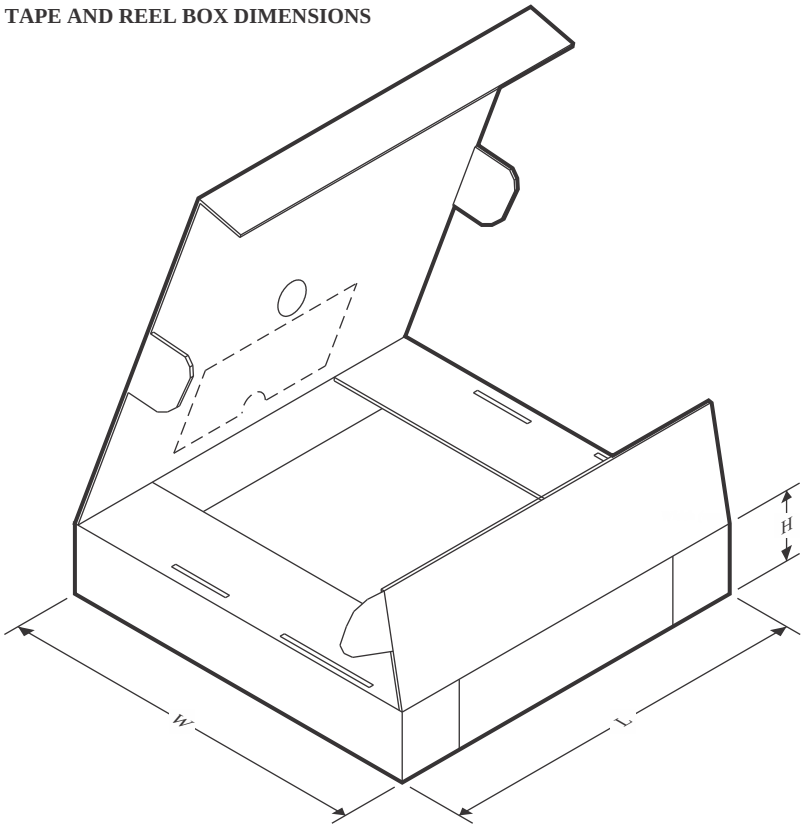
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



*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
TPS1HC120CQDYCRQ1	SOT-5X3	DYC	8	4000	180.0	8.4	2.45	1.85	0.8	4.0	8.0	Q3

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
TPS1HC120CQDYCRQ1	SOT-5X3	DYC	8	4000	210.0	185.0	35.0

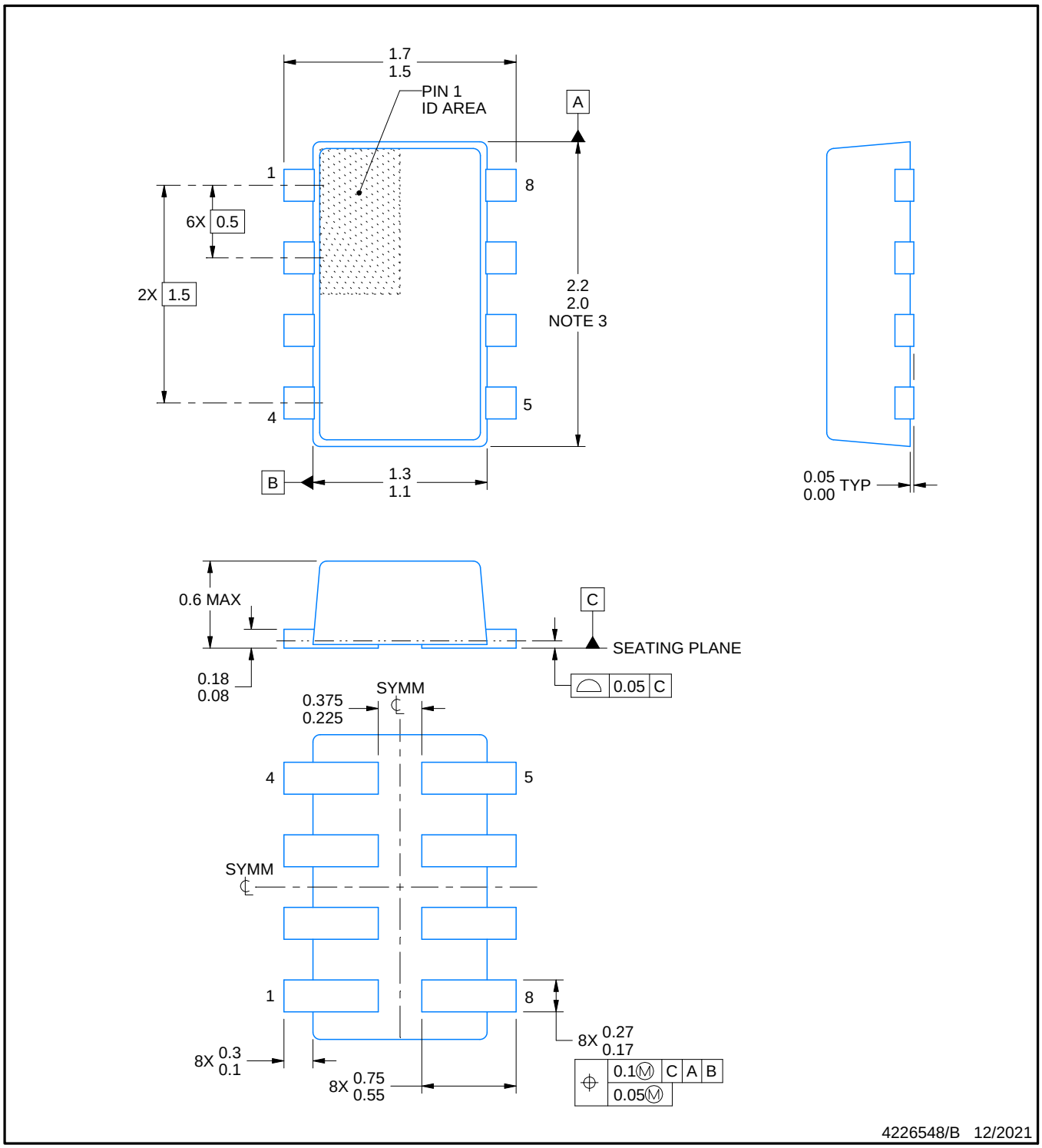
DYC0008A



PACKAGE OUTLINE

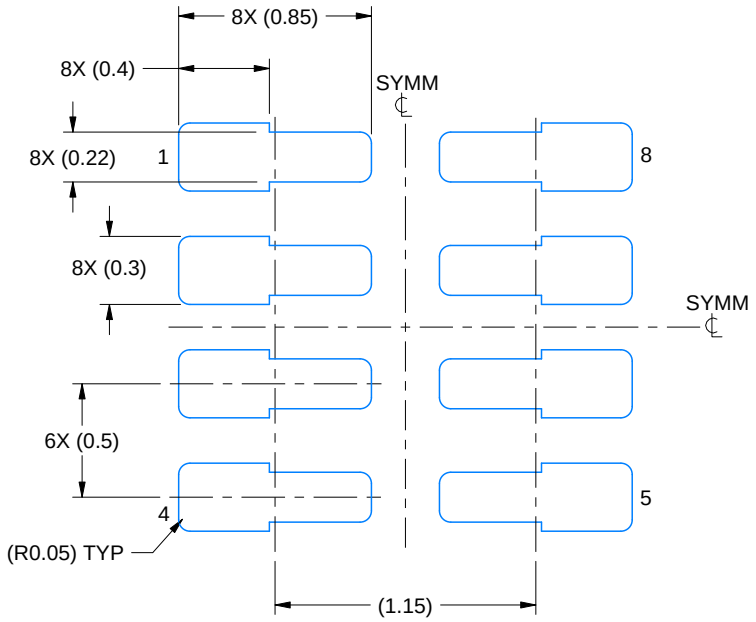
SOT - 0.6 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE

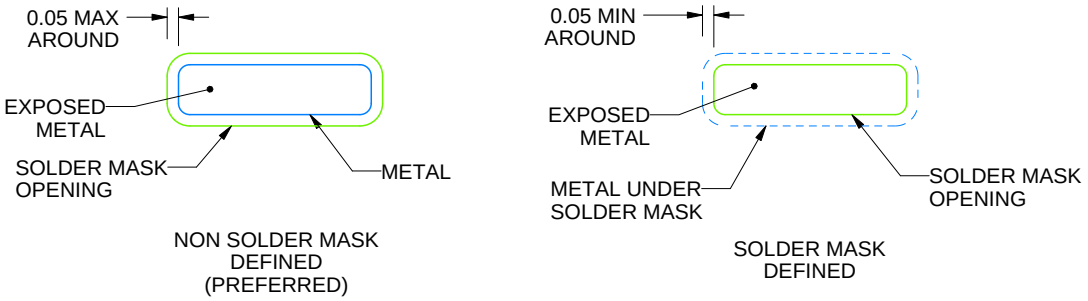


NOTES:

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. 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.



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE:30X

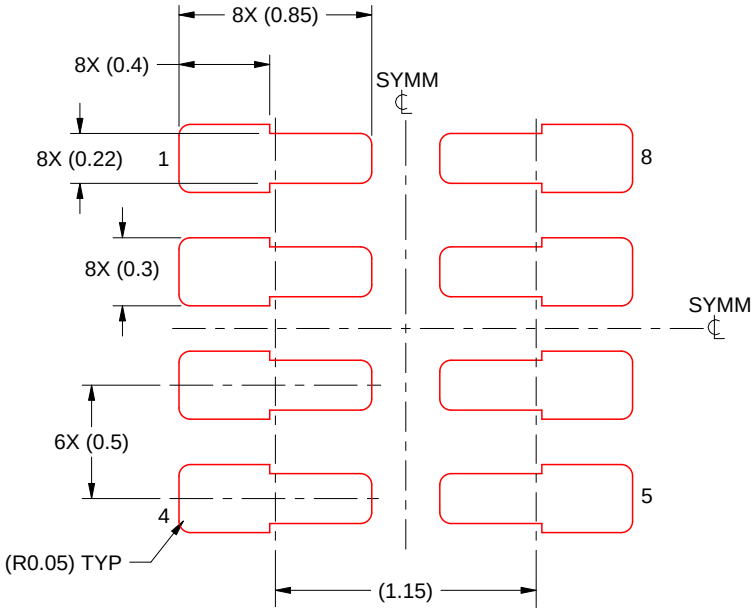


SOLDERMASK DETAILS

4226548/B 12/2021

NOTES: (continued)

4. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
5. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.
6. Land pattern design aligns to IPC-610, Bottom Termination Component (BTC) solder joint inspection criteria.



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.1 mm THICK STENCIL
SCALE:30X

4226548/B 12/2021

NOTES: (continued)

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