适用于 2 节、3 节和 4 节串联锂离子电池且具有稳压输出电源的 BQ2969 过压保护器

1 特性

- 2 节、3 节和 4 节串联电芯过压保护 (OVP)
- 具有出厂编程的 OVP 阈值（3.6V 至 5.2V），精度为 ±12mV
- 固定延迟计时器，用于触发 FET 驱动输出（0.25s 至 6.5s 选项）
- 输出引脚选项：
  - 高电平有效
  - 漏极开路 - 有源下拉
  - 漏极开路 - 无源下拉
- 集成 3mA 稳压输出，可编程为 3.8V、3.3V、3.15V、3.0V、2.5V、1.8V 或 1.5V
- 出厂编程欠压 (UV) 检测阈值（1V 至 4.15V），用于禁用稳压器
  - 即使在欠压条件下，OVP 也会正常工作
- 多种功耗模式：
  - 正常模式 - 无 OV 或 UV：I_{CC} ≅ 1.23μA
  - 欠压模式 - 检测到 UV：I_{CC} ≅ 0.25μA
  - 过压模式 - 检测到 OV：I_{CC} ≅ 19μA
- 每个电芯输入具有 < 100nA 的低漏电流
- 小封装尺寸
  - 8 引脚 WSON (2mm × 2mm)

2 应用

- 笔记本电脑
- 超极本
- 便携式医疗电子产品
- UPS 电池备用系统

3 说明

BQ2969 系列是高精度、低功耗过压保护器，具有 3mA 稳压输出电源，适用于锂离子和磷酸铁锂 (LFP) 电池包应用。

该器件可为 2 节至 4 节串联电池组中的每节电芯单独监控过压情况。当检测到任意电芯上存在过压状态时，即会启动内部固定延迟计时器。一旦延迟计时器超时，输出引脚会被触发进入活动状态，用于指示发生了过压。

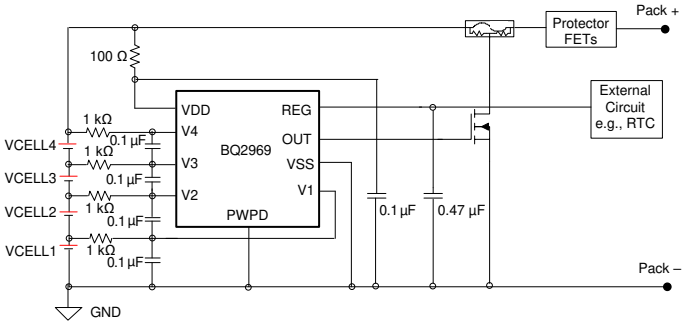
稳压输出电源提供最高 3mA 输出电流，可驱动常开电路，例如实时时钟 (RTC) 振荡器。BQ2969 系列具有自禁用功能，能够在任意一节电芯的电压低于可编程欠压阈值时关闭稳压输出，从而防止电池电量耗尽。

BQ2969 系列可实现超低功耗运行，在正常运行期间仅消耗 1.23 μA（不包括稳压器负载电流），并在欠压条件下降至 0.25 μA。即使处于欠压状态，器件仍可以检测任何其他电芯的过压情况（可能发生在不均衡的电池包中），并可以将输出引脚置为有效。

封装信息

器件型号(1)	封装	封装尺寸(2)
BQ2969xx	DSG（WSON，8）	2.00mm × 2.00mm

(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）。



简化版原理图

本资源的原文使用英文撰写。 为方便起见，TI 提供了译文；由于翻译过程中可能使用了自动化工具，TI 不保证译文的准确性。 为确认准确性，请务必访问 ti.com 参考最新的英文版本（控制文档）。

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.....3
6 规格.....4
6.1 绝对最大额定值.....4
6.2 ESD 等级.....4
6.3 建议运行条件.....4
6.4 热性能信息.....4
6.5 电气特性.....5
6.6 典型特性.....7
7 详细说明.....8
7.1 概述.....8
7.2 功能方框图.....9
7.3 特性说明.....9
7.4 器件功能模式.....11
8 应用和实施.....13
8.1 应用信息.....13
8.2 典型应用.....13
8.3 电源相关建议.....15
8.4 布局.....15
9 器件和文档支持.....17
9.1 器件支持.....17
9.2 接收文档更新通知.....17
9.3 支持资源.....17
9.4 商标.....17
9.5 静电放电警告.....17
9.6 术语表.....17
10 修订历史记录.....17
11 机械、封装和可订购信息.....18
11.1 卷带包装信息.....18

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

4 器件比较表

表 4-1. BQ2969 器件选项

BQ2969 器件	OVP (V)	OVP 延迟 (s)	OVP 迟滞 (mV)	UV (V)	LDO (V)	OUT 引脚模式	锁存 OUT
BQ296900	4.65	6.5	300	2.5	3.3	高电平有效	编号
BQ296901	4.65	6.5	300	2.5	3	高电平有效	编号
BQ296902	4.65	6.5	300	3	3	高电平有效	编号
BQ296907	4.65	6.5	300	2.5	1.5	高电平有效	编号
BQ296909	4.65	6.5	300	2.7	3.3	高电平有效	编号
BQ296910	4.35	6.5	300	1.8	3.0	高电平有效	编号
BQ2969xx(1)	3.6 至 5.2	0.25、0.5、1、2、3、4、5.5、6.5	150、300	1 至 4.15	1.5、1.8、2.5、3.0、3.15、3.3、3.8	高电平有效、漏极开路有源下拉或无源下拉	是、否

(1) 产品预发布（非量产数据）。如需更多信息，请联系 TI。

5 引脚配置和功能

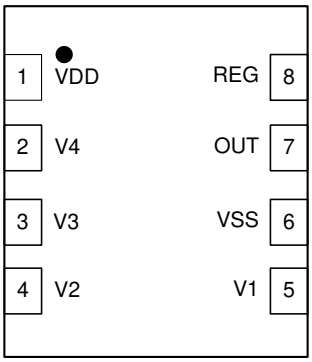


图 5-1. 2 节至 4 节串联 BQ2969 DSG 封装、8 引脚 WSON（顶视图）

表 5-1. 引脚功能

引脚		类型(1)	说明
名称	BQ2962		
VDD	1	P	电源输入
V4	2	IA	电池组底部第四个电芯正电压的检测输入
V3	3	IA	电池组底部第三个电芯正电压的检测输入
V2	4	IA	电池组底部第二个电芯正电压的检测输入
V1	5	IA	电池组底部第一个电芯正电压的检测输入
VSS	6	P	电气连接至集成电路接地端和电池组中最下方电芯的负极端子
OUT	7	OA	模拟输出驱动，用于过压故障信号；CMOS 输出高电平或漏极开路有源下拉或无源下拉
REG	8	OA	稳压电源输出。需要使用外部陶瓷电容器来实现稳定性
PWPD	-	P	德州仪器 (TI) 建议将外露焊盘连接到 PCB 上的 VSS。

(1) IA = 模拟输入，OA = 模拟输出，P = 电源连接

Copyright © 2025 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（ –40℃ 至 110℃ ）测得（除非另有说明）(1)

参数		最小值	最大值	单位
电源电压范围	VDD – VSS	-0.3	30	V
	VDD – V4	-0.3	30	V
输入电压范围	V1 – VSS、V2 – VSS、V3 – VSS、V4 – VSS	-0.3	30	V
输出电压范围	REG – VSS	-0.3	5.0	V
输出电压范围	OUT - VSS	-0.3	30	V
贮存温度，T_{stg}		-65	150	°C

(1) 应力超出*绝对最大额定值*下面列出的值时可能会对器件造成永久损坏。这些列出的值仅仅是应力等级，并不表示器件在这些条件下以及在 *建议工作条件* 以外的任何其他条件下能够正常运行。长时间处于绝对最大额定条件下可能会影响器件的可靠性。

6.2 ESD 等级

参数			值	单位
$V_{(ESD)}$	静电放电	人体放电模型 (HBM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 标准，所有引脚(1)	2000	V
$V_{(ESD)}$	静电放电	充电器件模型 (CDM)，符合 JEDEC 规范 JESD22-C101，所有引脚(2)	500	V

(1) JEDEC 文档 JEP155 指出：500V HBM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。
(2) JEDEC 文档 JEP157 指出：250V CDM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。

6.3 建议运行条件

所述典型值的条件是 T_A = 25℃ 且 VDD = 15.2V，最小值/最大值的条件是 T_A = –40℃ 至 110℃ 且 V_{DD} = 3V 至 22V（除非另有说明）。

参数		最小值	典型值	最大值	单位
电源电压，V_{DD}	电源电压、V_{DD} (REG ⩽ 2.5V)	3		22	V
	电源电压，V_{DD} (REG ⩽ 3.3V)	4		22	V
	电源电压，V_{DD} (REG ⩾ 3.8V)	7.5		22	V
	正常运行，V_{DD} – V4(1)	-0.2		0.2	V
	客户测试模式，V_{DD} – V4		10		V
输入电压范围	V4 – V3、V3 – V2、V2 – V1、V1 – VSS	0		5.5	V
工作环境温度范围，T_A	工作环境温度范围，T_A	-40		110	°C

(1) 根据设计确定

6.4 热性能信息

热性能信息 (1)		BQ2969	单位
		SON	单位
		(8 引脚)	单位
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	80.0	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳（顶部）热阻	102.5	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	46.5	°C/W
Ψ_{JT}	结至顶部特征参数	6.1	°C/W
Ψ_{JB}	结至电路板特征参数	46.5	°C/W
$R_{\theta JC(bottom)}$	结至外壳（底部）热阻	22.7	°C/W

(1) 有关新旧热指标的更多信息，请参阅 *IC 封装热指标*应用手册。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6.5 电气特性

所述典型值的条件是 T_A = 25℃ 且 VDD = 15.2V，最小值/最大值的条件是 T_A = –40℃ 至 110℃ 且 V_{DD} = 3V 至 22V（除非另有说明）。

参数	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电压保护阈值						
V_{OV}	$V_{(PROTECT)}$ 过压检测	R_{IN} = 1kΩ		适用电压：3.6V 至 5.2V		V
V_{OVHYST}	OV 检测迟滞	150mV 额定电压设置值	100	150	200	mV
		300mV 额定电压设置值	250	300	350	mV
V_{OA}	OV 检测精度	T_A = 25°C	-12		12	mV
$V_{OADRIFT}$	整个温度范围内的 OV 检测精度(1)	T_A = -40°C	-40		40	mV
		T_A = -10°C	-22		22	mV
		T_A = 55°C	-24		24	mV
		T_A = 85°C	-37		37	mV
		T_A = 110°C	-50		50	mV
电源和漏电流						
I_{DD}	正常模式电源电流	(V_n – V_{n-1}) = (V1 – V_{SS}) = 3.8V，n = 2、3、4，VDD = 15.2V，I_{REG} = 0mA、T_A = –10℃ 至 60℃		1.23	2	μA
		(V_n – V_{n-1}) = (V1 – V_{SS}) = 3.8V，n = 2、3、4，VDD = 15.2V，I_{REG} = 0mA、T_A = –40℃ 至 110℃			2.5	μA
	UV 模式下的电源电流	(V_n - V_{n-1})= 3.8V，n = 2、3、4，且 V_{UVQUAL} < (V1 - V_{SS}) < V_{UVREG}，VDD = 11.4V，T_A = –10℃ 至 60℃		0.25	0.5	μA
		(V_n - V_{n-1})= 3.8V，n = 2、3、4，且 V_{UVQUAL} < (V1 - V_{SS}) < V_{UVREG}，VDD = 11.4V，T_A = –40℃ 至 110℃			0.7	μA
	OV 模式下的电源电流	(V_n - V_{n-1}) = 3.8V、n = 2、3、4，且 V_{OV} < (V1 - V_{SS})、VDD = 15.2V、TA = -40℃ 至 110℃		19	30	μA
I_{IN}	Vn 引脚处的输入电流	(V_n – V_{n-1}) = (V1 – V_{SS}) = 3.8V，n = 2、3、4，VDD = 15.2V，TA = 25℃	-0.1		0.1	μA
输入电压						
OUT 引脚驱动						
V_{OUT}	输出驱动电压	OUT 引脚配置为高电平有效模式，(V_n – V_{n-1}) 或 (V1 – V_{SS}) > V_{OV}，n = 2、3、4，I_{OH} = 100μA，VDD ≥ 7.5V	5.5		8	V
		OUT 引脚配置为高电平有效模式，(V_n – V_{n-1}) 或 (V1 – V_{SS}) > V_{OV}，n = 2、3、4，I_{OH} = 100μA，3V < VDD < 7.5V	VDD – 1.5	VDD – 1.1	VDD	V
		OUT 引脚配置为高电平有效模式，(V_n – V_{n-1}) 且 (V1 – V_{SS}) < V_{OV}，n = 2、3、4，I_{OL} = 100μA 流入 OUT 引脚。		190	400	mV
I_{OUTH}	OUT 拉电流（OV 期间）	OUT 引脚配置为高电平有效模式，(V_n – V_{n-1}) 或 (V1 – V_{SS}) > V_{OV}，n = 2、3、4，OUT = 0V，从 OUT 引脚测得的电流。	0.6		5.2	mA
I_{OUTL}	OUT 灌电流	OUT 引脚配置为高电平有效、漏极开路有源下拉或无源下拉。 器件输出处于下拉状态、OUT 驱动至 0.5V、对 OUT 引脚测量的电流。	0.2		4	mA
OV 延迟计时器						
t_{DELAY}	OV 延迟时间(2)	内部固定延迟、0.25 秒延迟选项(3)	0.14	0.25	0.38	s
		内部固定延迟、0.5 秒延迟选项(3)	0.34	0.5	0.68	s
		内部固定延迟、1 秒延迟选项(3)	0.74	1	1.28	s
		内部固定延迟、2 秒延迟选项(3)	1.54	2	2.48	s
		内部固定延迟、3 秒延迟选项(3)	2.4	3	3.6	s
		内部固定延迟、4 秒延迟选项(3)	3.2	4	4.8	s
		内部固定延迟、5.5 秒延迟选项(3)	4.4	5.5	6.6	s
		内部固定延迟、6.5 秒延迟选项(3)	5.2	6.5	7.8	s

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6.5 电气特性（续）

所述典型值的条件是 T_A = 25℃ 且 VDD = 15.2V，最小值/最大值的条件是 T_A = –40℃ 至 110℃ 且 V_{DD} = 3V 至 22V（除非另有说明）。

参数	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_{DELAY_CTM}	测试模式下的 OV 延迟时间	内部固定延迟		15		ms
t_{DELAY_RESET}	OV 延迟重置时间	当一个电芯的电压高于 V_{OV} 而其他电芯电压低于 V_{OV} 时，为重置 OV 延迟计时器，高电芯电压必须降至低于 V_{OV} 的最短持续时长(3)	0.1			ms
稳压 电源输出、REG						
V_{REG}	REG 电源	VDD ≥ 7.5V、I_{REG} = 10μA、C_{REG} = 0.47μF、V_{REG} = 3.8V、T_A = 25℃	3.724	3.8	3.876	V
		VDD ≥ 4V、I_{REG} = 10μA、C_{REG} = 0.47μF、V_{REG} = 3.3V、T_A = 25℃	3.234	3.3	3.366	V
		VDD ≥ 4V、I_{REG} = 10μA、C_{REG} = 0.47μF、V_{REG} = 3.15V、T_A = 25℃	3.087	3.15	3.213	V
		VDD ≥ 4V、I_{REG} = 10μA、C_{REG} = 0.47μF、V_{REG} = 3.0V、T_A = 25℃	2.94	3.0	3.06	V
		VDD ≥ 3V、I_{REG} = 10μA、C_{REG} = 0.47μF、V_{REG} = 2.5V、T_A = 25℃	2.45	2.5	2.55	V
		VDD ≥ 3V、I_{REG} = 10μA、C_{REG} = 0.47μF、V_{REG} = 1.8V、T_A = 25℃	1.764	1.8	1.836	V
		VDD ≥ 3V、I_{REG} = 10μA、C_{REG} = 0.47μF、V_{REG} = 1.5V、T_A = 25℃	1.470	1.5	1.530	V
V_{REG}	REG 电源	VDD ≥ 7.5V，I_{REG} = 3mA，C_{REG} = 0.47μF，V_{REG} = 3.8V	3.58	3.8	3.88	V
		VDD ≥ 4V，I_{REG} = 3mA，C_{REG} = 0.47μF，V_{REG} = 3.3V	3.12	3.3	3.39	V
		VDD ≥ 4V，I_{REG} = 3mA，C_{REG} = 0.47μF，V_{REG} = 3.15V	2.98	3.15	3.23	V
		VDD ≥ 4V，I_{REG} = 3mA，C_{REG} = 0.47μF，V_{REG} = 3.0V	2.84	3.0	3.08	V
		VDD ≥ 3V，I_{REG} = 3mA，C_{REG} = 0.47μF，V_{REG} = 2.5V	2.35	2.5	2.57	V
		VDD ≥ 3V，I_{REG} = 3mA，C_{REG} = 0.47μF，V_{REG} = 1.8V	1.70	1.8	1.85	V
		VDD ≥ 3V，I_{REG} = 3mA，C_{REG} = 0.47μF，V_{REG} = 1.5V	1.42	1.5	1.56	V
$I_{REG_SC_Limit}$	REG 输出短路电流限制	REG = V_{SS}、C_{REG} = 0.47μF	3.2		25	mA
R_{REG_PD}	REG 下拉电阻	禁用 REG 时激活	20	30	40	kΩ
稳压电源欠压自禁用						
V_{UVREG}	欠压检测精度	出厂配置：1.0V 至 4.15V、阶跃为 50mV、T_A = 25℃	-50		50	mV
V_{UVHYS}	欠压检测迟滞		250	300	350	mV
$t_{UVDELAY}$	欠压检测延迟(3)		5.2	6.5	7.8	s
V_{UVQUAL}	要符合 UV 检测条件的电芯电压		0.45	0.5	0.55	V

(1) 由特性和生产测试的组合指定
(2) 从正常模式转换到过压模式时的指定延迟值。 当器件处于欠压模式时，延迟可能会增加 0 至 1.2 秒。
(3) 由设计和生产测试的组合指定

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6.6 典型特性

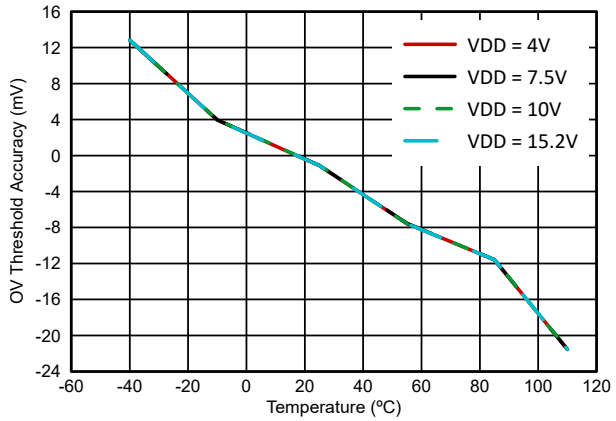


图 6-1. 过压阈值精度与温度间的关系

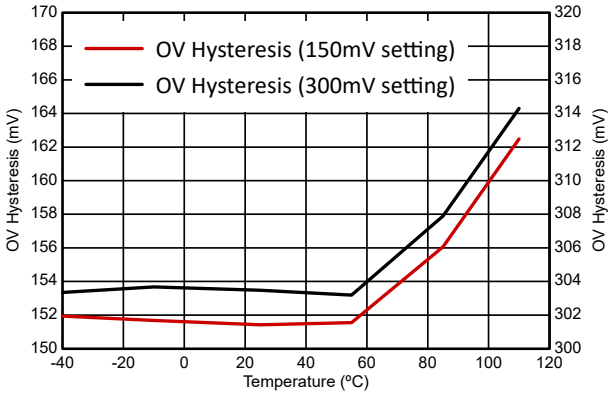


图 6-2. 过压迟滞与温度间的关系

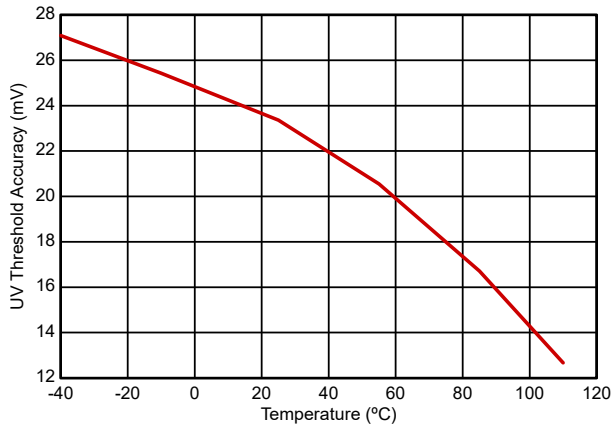


图 6-3. 欠压阈值精度与温度间的关系

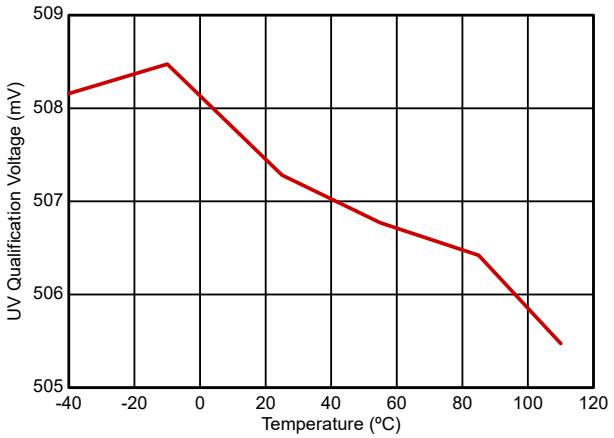


图 6-4. 欠压鉴定电压与温度间的关系

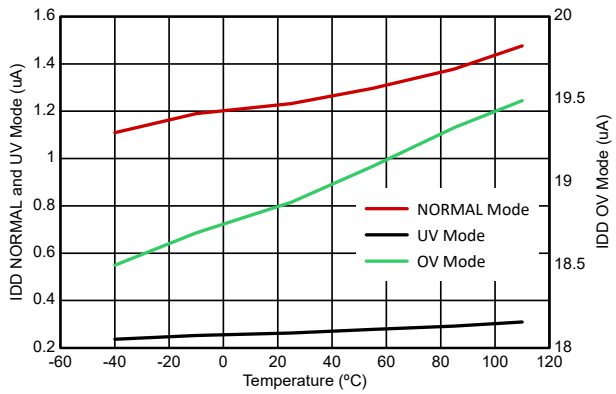


图 6-5. I_{DD} 与温度间的关系

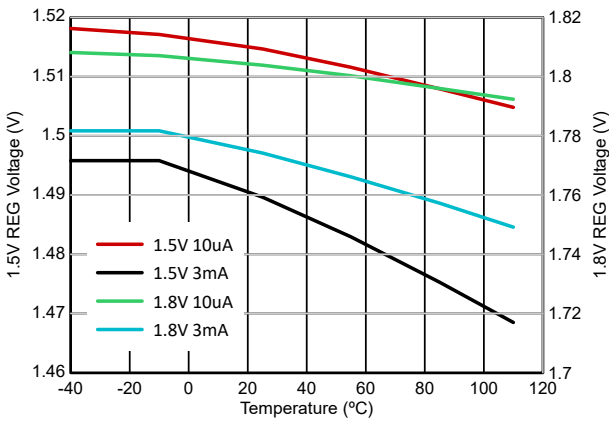


图 6-6. 稳压器输出与温度间的关系，1.5V 和 1.8V 设置

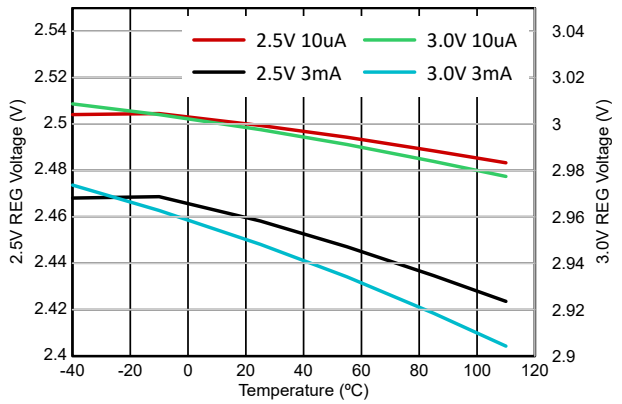


图 6-7. 稳压器输出与温度间的关系，2.5V 和 3.0V 设置

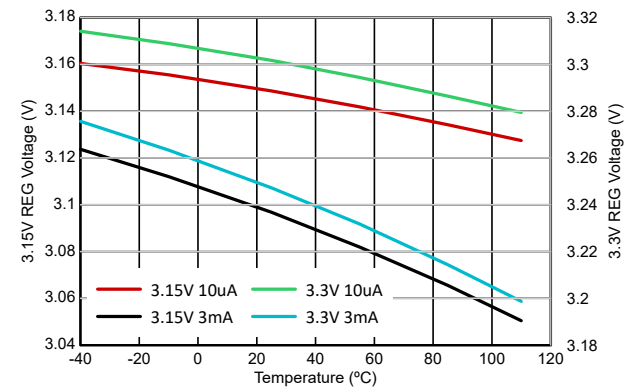


图 6-8. 稳压器输出与温度间的关系，3.15V 和 3.3V 设置

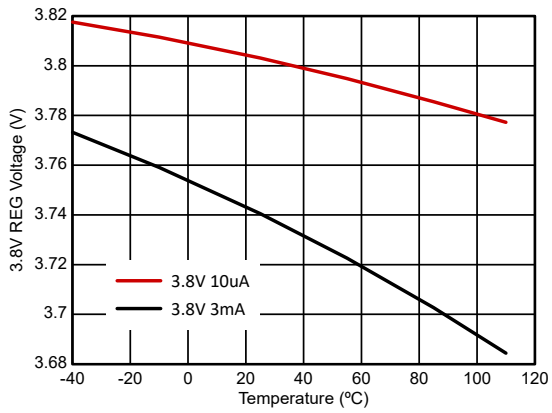


图 6-9. 稳压器输出与温度间的关系，3.8V 设置

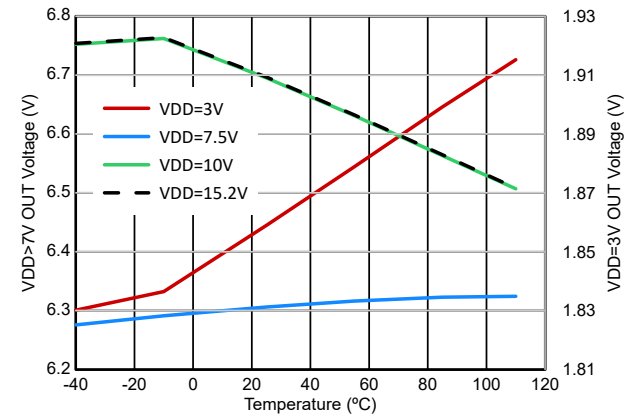


图 6-10. V_{OUT} 与温度间的关系，100 µA 负载电流开启 OUT

7 详细说明

7.1 概述

BQ2969 系列是高精度、低功耗二级过压保护器，具有 3mA 稳压输出电源，适用于锂离子和磷酸铁锂电池包应用。

通过比较实际电芯电压与过压阈值 V_{OV}，可单独监控 2 节至 4 节串联电池组中的每个电芯是否存在过压情况。过压阈值在出厂时进行了预编程，范围在 3.6V 至 5.2V 之间。当在任意电芯上检测到过压情况时，该器件会启动内部固定延迟计时器。一旦延迟计时器超时，输出引脚会被触发进入活动状态，用于指示发生了过压。输出引脚可配置为高电平有效、漏极开路有源下拉或无源下拉。当检测到所有电芯电压比过压阈值低指定迟滞电平时，该器件从过压状态中恢复。该迟滞电平可编程为 150mV 或 300mV。或者，当输出引脚被激活时，它可以被编程为锁存并且不恢复。

稳压输出电源可编程为 1.5V 至 3.8V，最高可提供 3mA 输出电流，来驱动始终接通的电路，例如实时时钟 (RTC) 振荡器。BQ2969 系列具有自禁用功能，能够在任意一节电芯的电压低于可编程欠压阈值时关闭稳压输出，从而防止电池电量耗尽。该欠压阈值可在 1V 至 4.15V 的范围内进行编程。

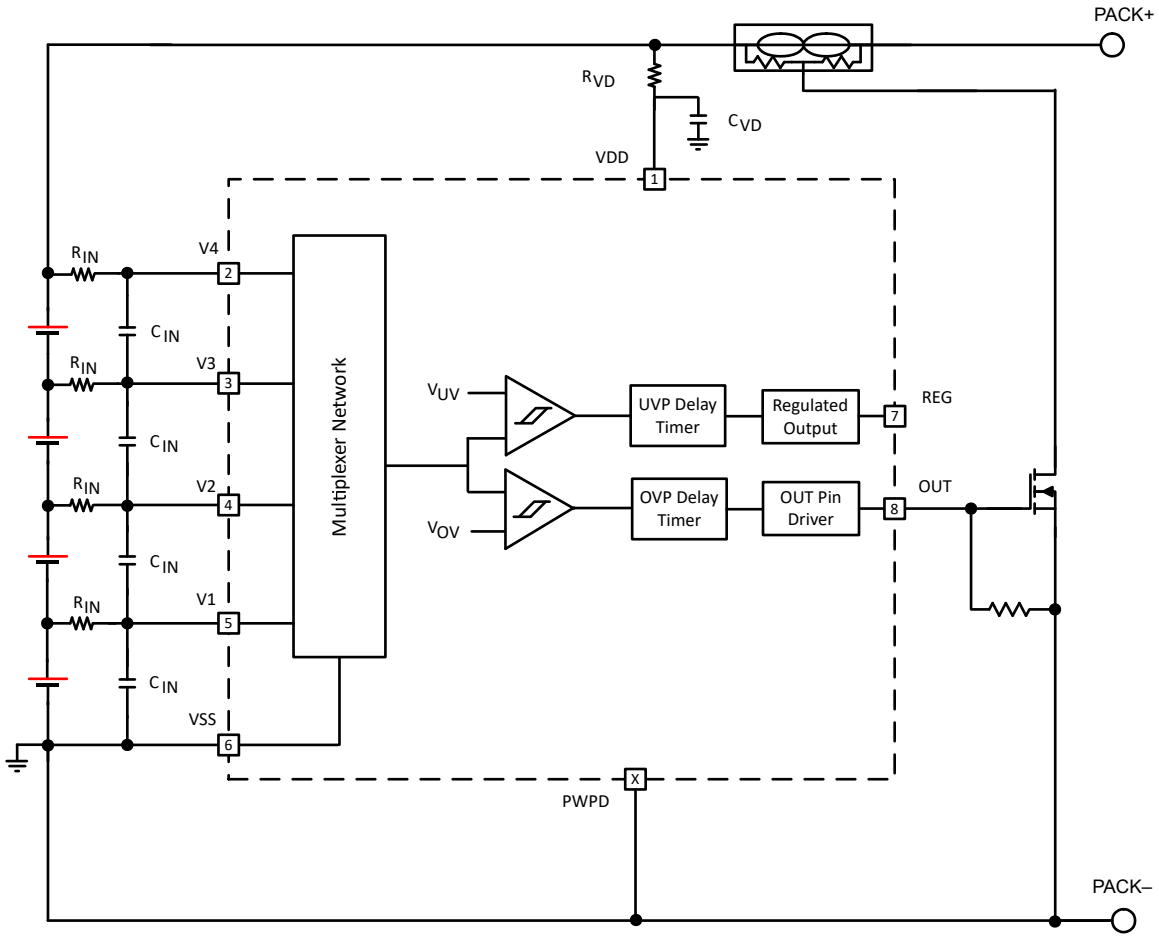
BQ2969 系列可实现超低功耗运行，在正常运行期间仅消耗 1.23 µA（不包括稳压器负载电流），并在欠压条件下降至 0.25 µA。即使处于欠压状态，该器件仍会监控电芯电压，并且能够检测任何其他电芯的过压情况（可能发生在不均衡的电池包中），并将输出引脚置为有效。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 7-1. 可编程参数

过压范围 (V)	过压延迟 (s)	过压迟滞 (mV)	欠压范围 (V)	OUT 引脚模式	锁存 OUT	稳压器 (V)
3.6V 至 5.2V，阶跃为 1mV	0.25、0.5、1、2、3、4、5.5、6.5	150、300	1.0V 至 4.15V，阶跃为 50mV	高电平有效、漏极开路有源下拉或无源下拉	是、否	1.5、1.8、2.5、3.0、3.15、3.3、3.8

7.2 功能方框图



BQ2969 方框图

7.3 特性说明

7.3.1 引脚详情

7.3.1.1 输入感测电压，Vx

这些输入可感应每个电芯的电压。为了滤除噪声和实现稳定的电压监控，需要在每个输入的电芯上串联一个电阻器和一个电容器。

7.3.1.2 输出驱动，OUT

一旦在任何电芯上检测到过压情况，该端子就用作故障信号输出。该引脚可配置为高电平有效、漏极开路有源下拉或无源下拉。发生过压情况时，也可将该引脚编程为锁存，或在最大电芯电压降至低于过压阈值 150mV 或 300mV 后恢复。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.3.1.3 电源电压，VDD

该终端是器件的非稳压输入电源。连接了一个串联电阻以限制电流，并将一个电容器接地以滤除噪声。

7.3.1.4 稳压电源输出，REG

BQ2969 在 REG 引脚上提供稳压电源，可用于为实时时钟或其他功能等外部电路供电。REG 输出包括电流限制保护电路，还可检测并保护由于外部负载短路而导致的过度功率耗散。该引脚需要将陶瓷 0.47μF 电容器连接到 VSS，来实现电源输出的稳定性、防噪性能和 ESD 性能。该电容器必须放置在靠近 REG 引脚和 VSS 引脚的位置，便于连接。

7.3.2 OUT 过压检测

BQ2969 器件中的每个电芯都进行独立过压监控。通过将实际电芯电压与保护电压基准 V_{OV} 进行比较来检测过压。如果任意电芯电压超过编程的 V_{OV} 值，则会激活计时器电路。计时器完成预编程的固定延迟后，OUT 引脚将从非活动状态转换为活动状态。

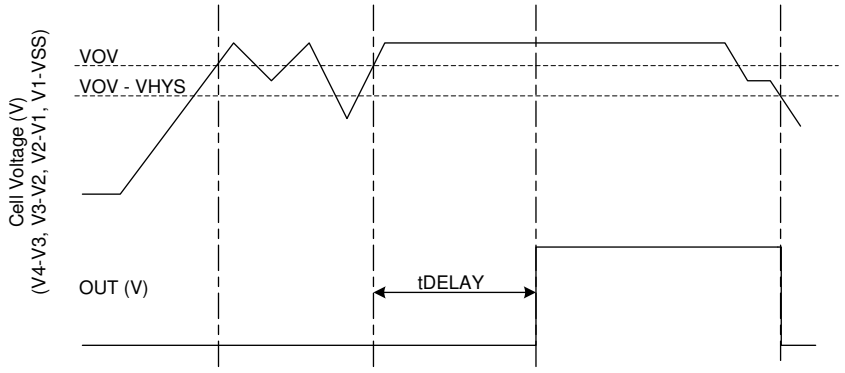


图 7-1. OUT 过压检测时序

7.3.3 稳压器输出电压

上电时，默认会启用 BQ2969 的稳压器输出。在器件加电时，如果任意电芯电压低于 V_{UVREG}，且稳压器输出保持导通状态直到 $t_{UVDELAY}$ 时间结束，则器件禁用稳压器输出。

在放电期间，如果任意电芯电压低于 V_{UVREG} 阈值的时间达到 $t_{UVDELAY}$，则稳压器输出会自禁用。当所有电芯电压高于 V_{UVREG} + V_{UVHYS} 时，稳压器输出再次打开。

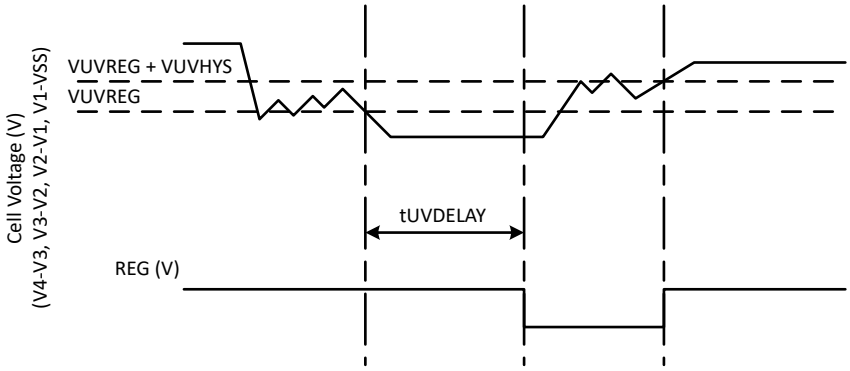


图 7-2. REG 输出时序

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.4 器件功能模式

7.4.1 正常模式

当所有电芯电压低于 V_{OV} 阈值而高于 V_{UVREG} 阈值时，该器件在正常模式下运行。该器件定期监测 (V1 – VSS)、(V2 – V1)、(V3 – V2) 和 (V4 – V3) 之间连接的差分电芯电压。OUT 引脚在此模式下处于非活动状态，且稳压输出启用。

7.4.2 过压模式

如果任何电芯电压超过过压阈值 V_{OV} 的时间达到了配置的过压延迟时间，系统会检测到过压模式。OUT 引脚在出厂时预编程的延迟时间后被激活。该引脚通常用来启用一个外部 FET 并熔断保险丝，以便禁用电池包。当所有电芯电压降至 (V_{OV} – V_{HYS}) 以下并保持在 V_{UVREG} 阈值以上时，如果输出在置为有效时未配置为锁存，则器件将返回正常模式。如果所有电芯电压都高于 V_{UVREG}，则稳压输出在该模式下保持启用。

7.4.3 欠压模式

如果 (V1 – VSS)、(V2 – V1)、(V3 – V2) 或 (V4 – V3) 中的任何电芯电压低于 V_{UVREG} 阈值的时间达到 $t_{UVDELAY}$，系统会检测到欠压模式。在此模式下，稳压输出被禁用。要恢复正常模式，所有电芯电压都必须高于 (V_{UVREG} + V_{UVHYS}) 且低于 V_{OV}。

如果器件用于少于 4 个电芯的系统，则 V_n 引脚可以短接至 (V_{n-1}) 引脚。该器件在进行欠压检测时会忽略低于 V_{UVQUAL} 阈值的任何差分电芯电压。

即使处于欠压模式，该器件也会继续定期监测每个电芯的电压，检查是否有电芯电压超过 V_{OV} 阈值。如果某个电芯电压高于 V_{OV} 且另一电芯电压低于 V_{UVREG}（例如可能会出现在严重失衡的电池包中），则 OUT 引脚会被激活且稳压器被禁用。

7.4.4 客户测试模式

客户测试模式 (CTM) 有助于缩短在电池包中实现电路后检查延迟计时器参数的测试时间。要进入 CTM，VDD 引脚必须设置为大概比 V4 高 10V（请参阅 图 7-3）。该模式下，过压延迟计时器时间降低到大概 20ms，但比正常运行时的计时器延迟时间短得多。要退出 CTM，将 VDD 电压降低至 V4，这会使器件退出此模式。

小心

将器件置于客户测试模式时，应避免超过任何引脚上的绝对最大电压。对引脚施加超过额定限值的应力可能会对器件造成损坏。

图 7-3 显示了客户测试模式的时序。

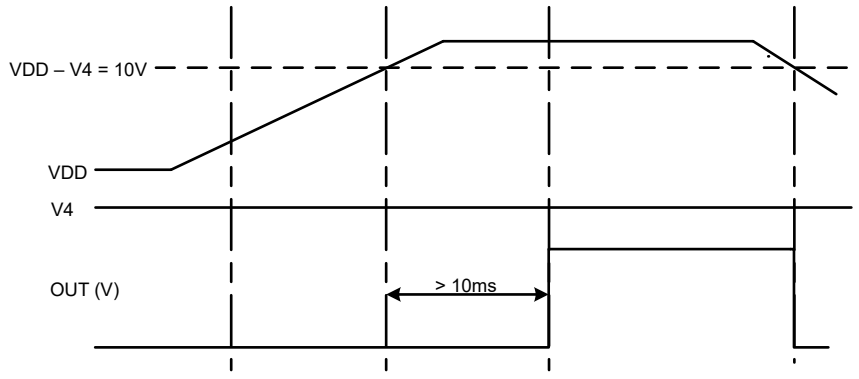


图 7-3. 客户测试模式的时序

图 7-4 显示了产品在 VDD 和电芯输入引脚上的电流消耗测量值。

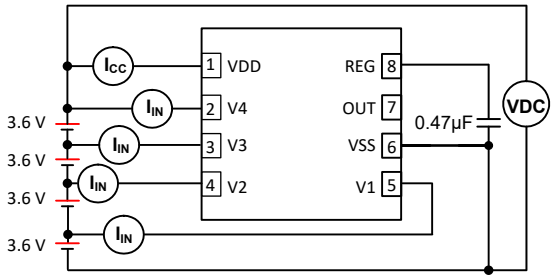


图 7-4. 集成电路电流消耗测试配置

Copyright © 2025 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 的客户应负责确定各元件是否适用于其应用。客户应验证并测试其设计是否能够实现，以确保系统功能。

8.1 应用信息

BQ2969 系列二级保护器用于在应用中为电池包提供过压保护。稳压输出可用于驱动本地外部电路。该器件 OUT 引脚可配置为 3 种驱动类型之一。每当该器件进入过压模式时，就会触发 OUT 引脚。该引脚通常用于在出现故障时驱动 NMOS FET 以熔断保险丝，从而断开电池包的电源路径。

8.2 典型应用

图 8-1 所示的简化应用原理图，展示了使用 BQ2969 以及相关无源器件和外部 NFET 使高侧保险丝流动。

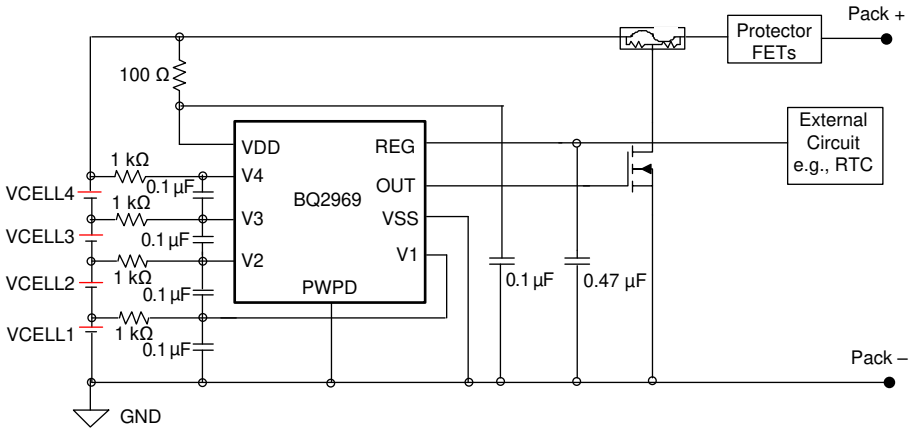


图 8-1. BQ2969 4 节串联电芯典型实现方式（简化原理图）

下面显示了基于 BQ2969 的 4 节串联电池包评估模块基本电路的完整原理图。图 8-8 和图 8-9 展示了该设计的电路板布局布线。

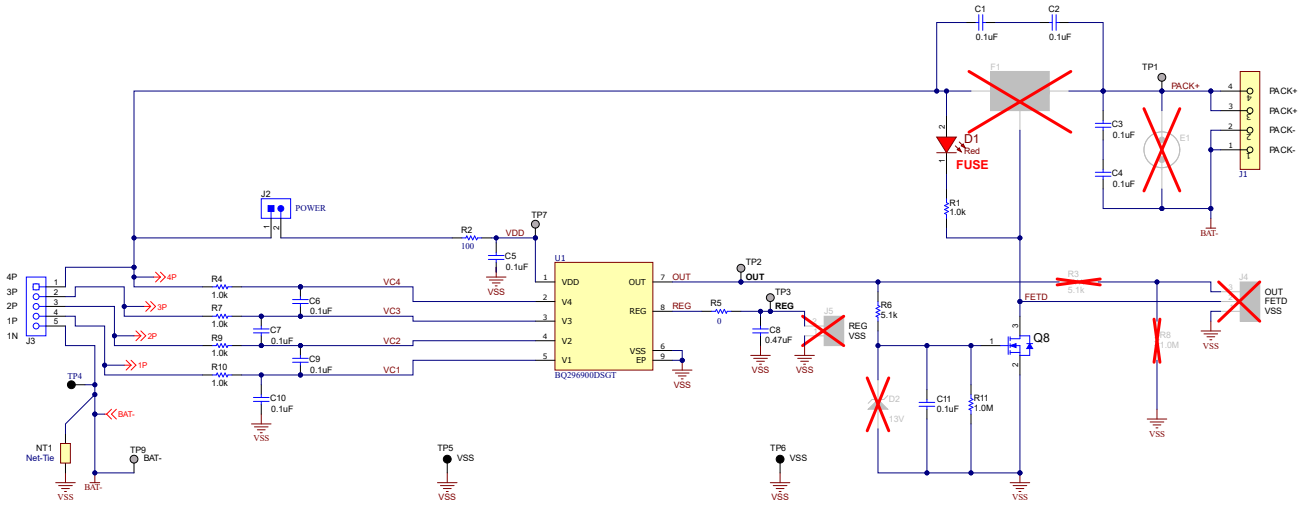


图 8-2. BQ2969 4 节串联电芯原理图 - 保护器和保险丝熔断电路

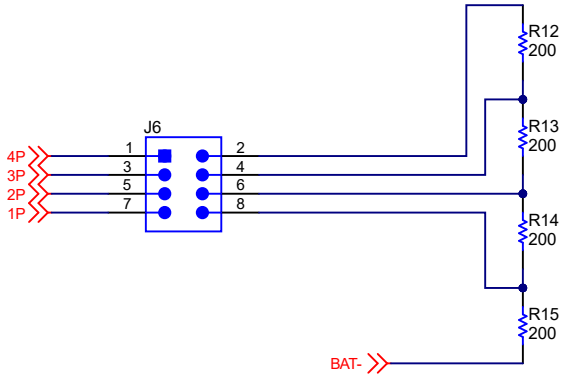


图 8-3. BQ2969 4 节串联电芯原理图 - 电芯模拟器电路

8.2.1 设计要求

备注

对表 8-1 中所述范围的更改可能会影响电芯测量的精度。

表 8-1. 参数

参数	外部元件	最小值	标称值	最大值	单位
电压监测滤波器电阻	R_{IN}	900	1000	4700	Ω
电压监测滤波器电容	C_{IN}	0.01	0.1	1.0	µF
电源电压滤波器电阻	R_{VD}	100	—	1000	Ω
电源电压滤波器电容	C_{VD}	—	0.1	1.0	µF
稳压输出电容	C_{REG}	0.47	1	—	µF

备注

根据 R_{IN} 值 = 1kΩ 进行器件校准。使用此建议值以外的值会改变电芯电压测量精度和 V_{OV} 触发电平。

8.2.2 详细设计过程

1. 该器件允许电芯随机连接到 VSS、V1、V2、V3 和 V4 引脚。该器件不需要先连接 VSS，也不需要按特定顺序连接电芯。但是，OUT 引脚可以在电芯连接期间临时置位，具体取决于连接的时序和所连接器件的外部电路。用户可以采取措施确保此情况不会导致生产线出现问题。
2. 如果使用的电芯少于 4 个，则必须将未使用的电芯输入引脚 V_n 短接到下方的电芯输入引脚 (V_{n-1})。
3. 建议将电芯输入电容器、电源引脚电容器和 REG 输出电容器放置在靠近器件的位置，来尽可能缩短 PCB 上的布线长度。

8.2.3 应用曲线

以下示波器图显示了器件在不同状态之间转换的响应。图 8-4 显示了器件检测到过压事件，并在经过过压延迟时间后，将 OUT 引脚置为有效以熔断外部保险丝。图 8-5 显示了当所有电芯电压已降至比过压阈值低所需迟滞电平时，器件从过压事件中恢复且 OUT 引脚取消置位。图 8-6 显示了器件检测到欠压情况，并在经过欠压延迟时间后，禁用 REG LDO 输出。图 8-7 显示了当所有电芯电压已上升至比欠压阈值高所需迟滞电平时，器件从欠压状态恢复并重新启用 REG LDO。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

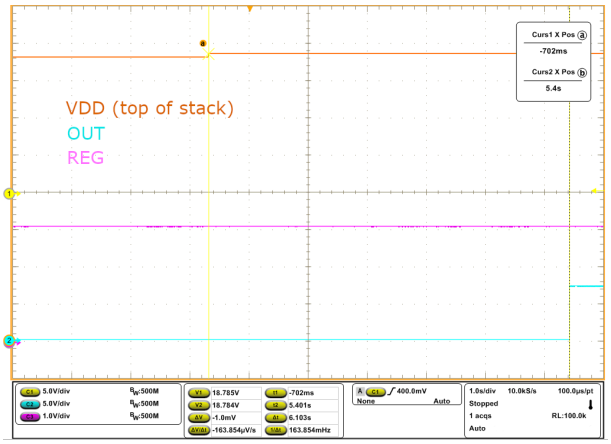


图 8-4. 过压保护触发

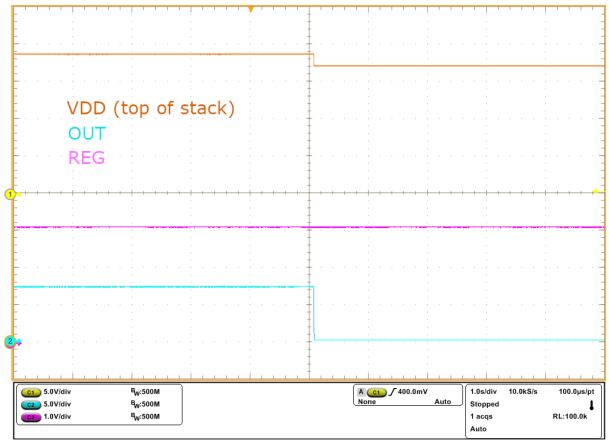


图 8-5. 过压保护恢复

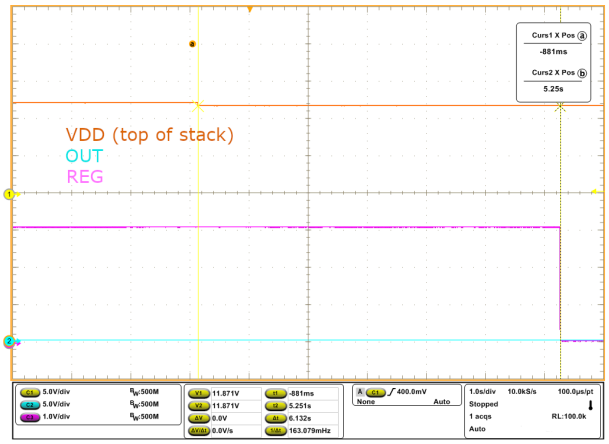


图 8-6. 检测到欠压并禁用稳压器

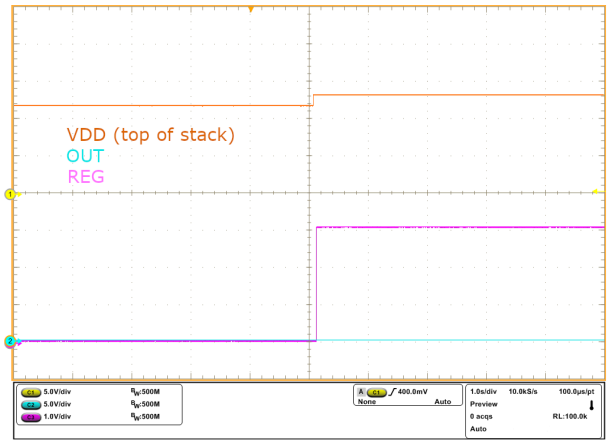


图 8-7. 从欠压恢复并重新启用稳压器

8.3 电源相关建议

在电池组顶部和 BQ2969 上的 VDD 引脚之间连接一个串联电阻器。在器件的 VDD 和 VSS 引脚之间连接一个电容器，位置靠近 PCB 上的引脚。将 VSS 引脚连接到电池组底部。

8.4 布局

8.4.1 布局指南

请参考以下布局指南：

1. 确保电芯输入引脚（V4、V3、V2、V1 和 VSS）和 VDD 引脚的 RC 滤波器尽可能靠近目标引脚放置，从而减小跟踪回路面积。
2. 将稳压器输出电容器放置在 REG 和 VSS 之间，使该电容器靠近器件引脚。
3. 确保通过 NFET 将保险丝连接到 PACK– 的走线足以承受保险丝熔断事件期间的预期电流。

8.4.2 布局示例

图 8-8 和图 8-9 展示了在 4 节串联电芯设计中使用 BQ2969 器件的电路布局示例。该设计实现了图 8-2 和图 8-3 所示的原理图，并使用 2 层电路卡组件，其中电芯连接在左侧边缘，而电池包连接在电路板的右侧边缘。

在将 RC 滤波器元件靠近器件的 VC 引脚放置时，必须小心。确保为 NFET 源极和漏极连接使用足够宽的布线，以支持保险丝熔断事件期间流经的最大电流。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

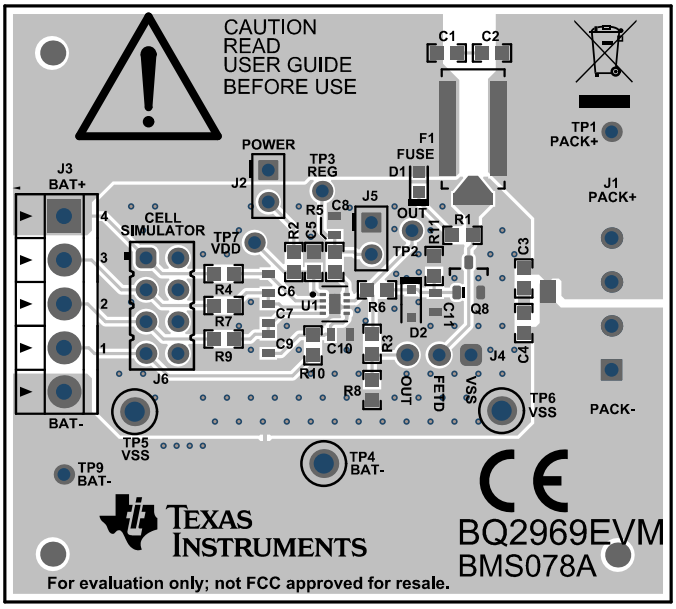


图 8-8. BQ2969 两层电路板布局布线 - 顶层

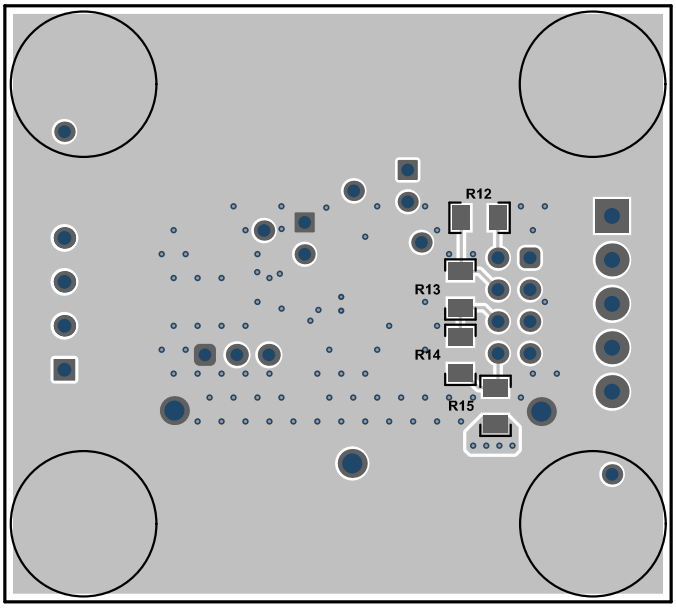


图 8-9. BQ2969 两层电路板布局布线 - 底层

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9 器件和文档支持

9.1 器件支持

9.1.1 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。点击右上角的*提醒我* 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 B (June 2025) to Revision C (June 2025)	Page
• 在 *器件比较表* 中将 BQ296901、BQ296902 和 BQ296910 更改为有效	3

Changes from Revision A (May 2025) to Revision B (June 2025)	Page
• 在*器件比较表*中将 BQ296909 更改为有效	3

Changes from Revision * (August 2024) to Revision A (May 2025)	Page
• 在*器件比较表*中添加了 BQ296901、BQ296902、BQ296909 和 BQ296910。	3
• 在*电气特性*中更新了 t_{DELAY_RESET} 的说明	4
• 在*详细设计过程*中添加了阐述信息	14

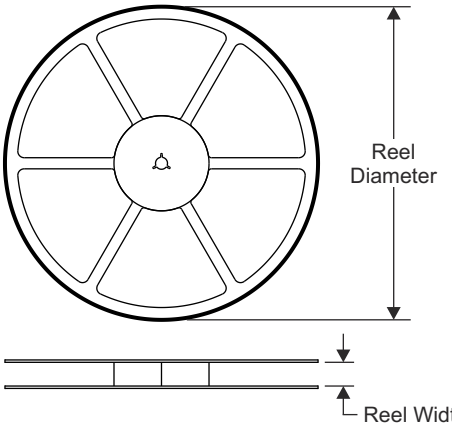
Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

11 机械、封装和可订购信息

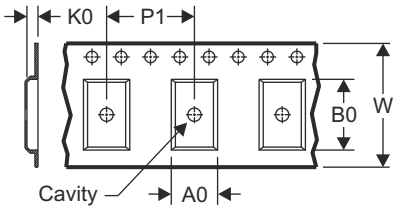
以下页面包含机械、封装和可订购信息。这些信息是指定器件可用的最新数据。数据如有变更，恕不另行通知，且不会对此文档进行修订。有关此数据表的浏览器版本，请查阅左侧的导航栏。

11.1 卷带包装信息

REEL DIMENSIONS

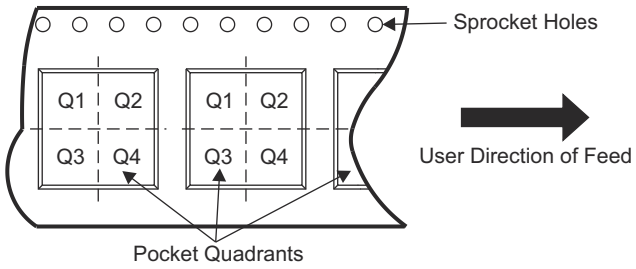


TAPE DIMENSIONS



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

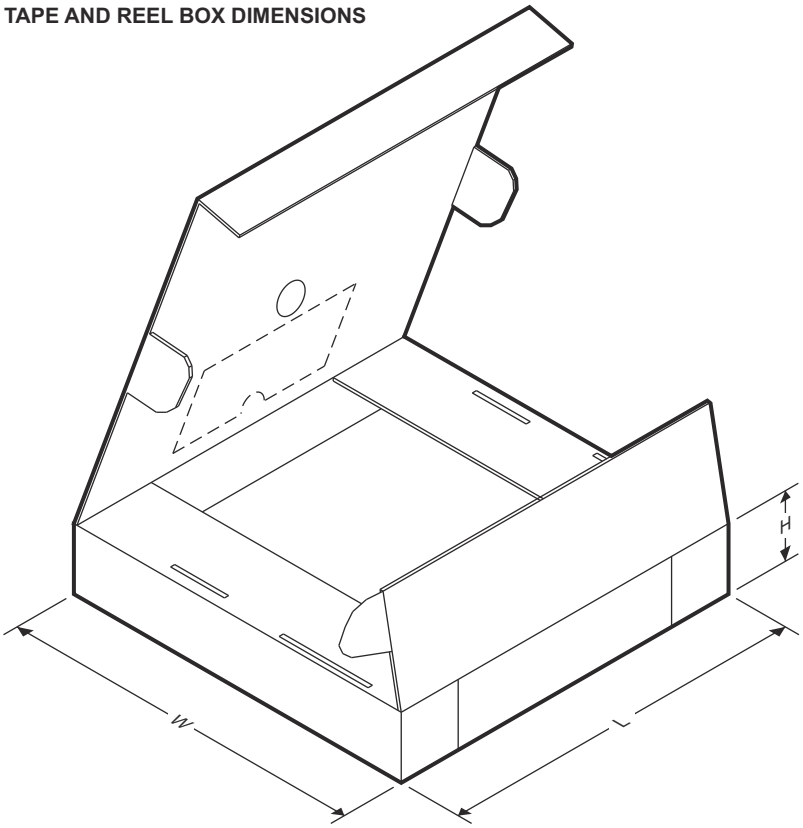
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



器件	封装类型	封装图	引脚	SPQ	卷带直径 (mm)	卷带宽度 W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	引脚 1 象限
BQ296900DSGR	WSON	DSG	8	3000	180.0	8.4	2.3	2.3	1.15	4.0	8.0	Q3
BQ296901DSGR	WSON	DSG	8	3000	180.0	8.4	2.3	2.3	1.15	4.0	8.0	Q3
BQ296902DSGR	WSON	DSG	8	3000	180.0	8.4	2.3	2.3	1.15	4.0	8.0	Q3
BQ296907DSGR	WSON	DSG	8	3000	180.0	8.4	2.3	2.3	1.15	4.0	8.0	Q3
BQ296909DSGR	WSON	DSG	8	3000	180.0	8.4	2.3	2.3	1.15	4.0	8.0	Q3
BQ296910DSGR	WSON	DSG	8	3000	180.0	8.4	2.3	2.3	1.15	4.0	8.0	Q3

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



器件	封装类型	封装图	引脚	SPQ	长度 (mm)	宽度 (mm)	高度 (mm)
BQ296900DSGR	WSON	DSG	8	3000	210.0	185.0	35.0
BQ296901DSGR	WSON	DSG	8	3000	210.0	185.0	35.0
BQ296902DSGR	WSON	DSG	8	3000	210.0	185.0	35.0
BQ296907DSGR	WSON	DSG	8	3000	210.0	185.0	35.0
BQ296909DSGR	WSON	DSG	8	3000	210.0	185.0	35.0
BQ296910DSGR	WSON	DSG	8	3000	210.0	185.0	35.0

Copyright © 2025 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)
BQ296900DSGR	Active	Production	WSON (DSG) | 8	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 105	6900
BQ296900DSGR.A	Active	Production	WSON (DSG) | 8	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 105	6900
BQ296901DSGR	Active	Production	WSON (DSG) | 8	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 110	6901
BQ296902DSGR	Active	Production	WSON (DSG) | 8	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 110	6902
BQ296907DSGR	Active	Production	WSON (DSG) | 8	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 105	6907
BQ296907DSGR.A	Active	Production	WSON (DSG) | 8	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 105	6907
BQ296909DSGR	Active	Production	WSON (DSG) | 8	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 110	6909
BQ296910DSGR	Active	Production	WSON (DSG) | 8	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 110	6910

(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.

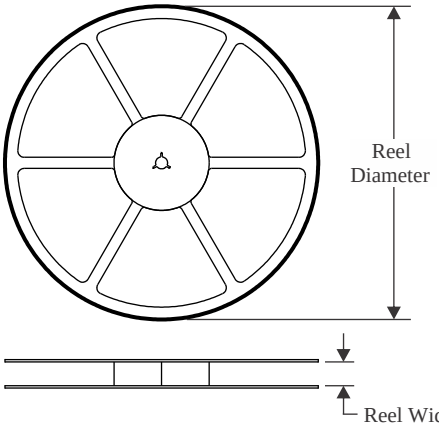
Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

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.

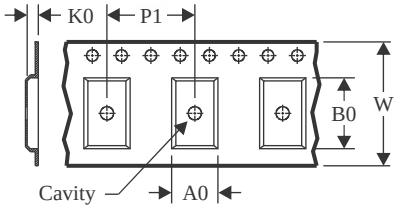
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION

REEL DIMENSIONS

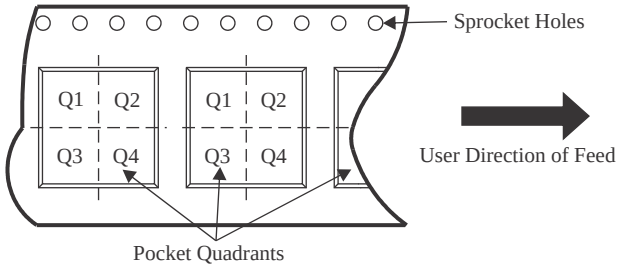


TAPE DIMENSIONS



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

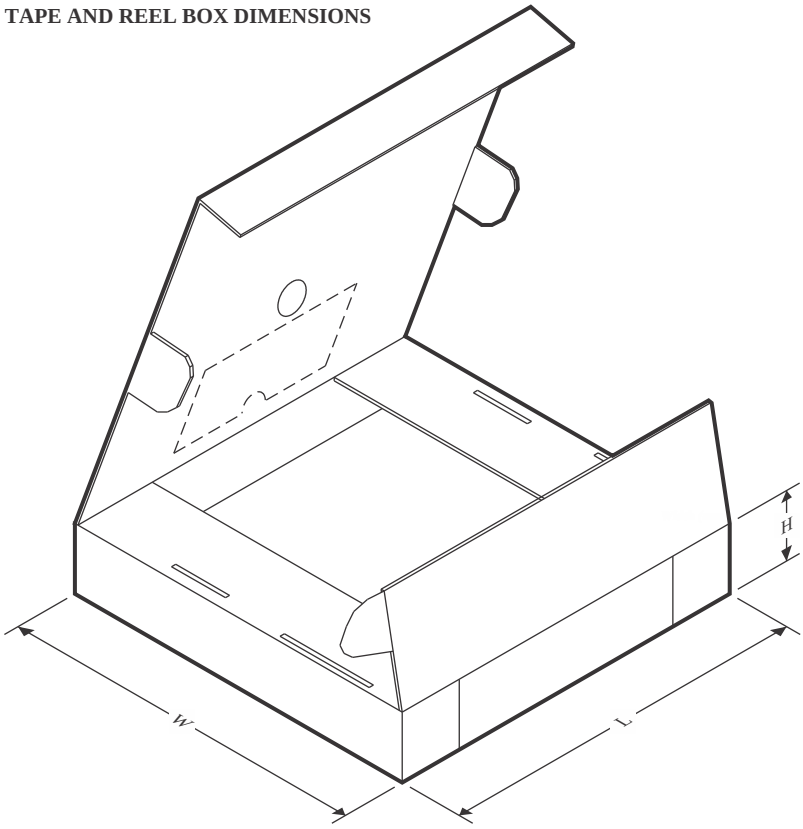
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



*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
BQ296900DSGR	WSON	DSG	8	3000	180.0	8.4	2.3	2.3	1.15	4.0	8.0	Q3
BQ296900DSGR	WSON	DSG	8	3000	178.0	8.4	2.3	2.3	1.15	4.0	8.0	Q3
BQ296901DSGR	WSON	DSG	8	3000	178.0	8.4	2.3	2.3	1.15	4.0	8.0	Q3
BQ296902DSGR	WSON	DSG	8	3000	180.0	8.4	2.3	2.3	1.15	4.0	8.0	Q3
BQ296907DSGR	WSON	DSG	8	3000	180.0	8.4	2.3	2.3	1.15	4.0	8.0	Q3
BQ296909DSGR	WSON	DSG	8	3000	180.0	8.4	2.3	2.3	1.15	4.0	8.0	Q3
BQ296910DSGR	WSON	DSG	8	3000	180.0	8.4	2.3	2.3	1.15	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)
BQ296900DSGR	WSON	DSG	8	3000	210.0	185.0	35.0
BQ296900DSGR	WSON	DSG	8	3000	208.0	191.0	35.0
BQ296901DSGR	WSON	DSG	8	3000	208.0	191.0	35.0
BQ296902DSGR	WSON	DSG	8	3000	210.0	185.0	35.0
BQ296907DSGR	WSON	DSG	8	3000	210.0	185.0	35.0
BQ296909DSGR	WSON	DSG	8	3000	210.0	185.0	35.0
BQ296910DSGR	WSON	DSG	8	3000	210.0	185.0	35.0

GENERIC PACKAGE VIEW

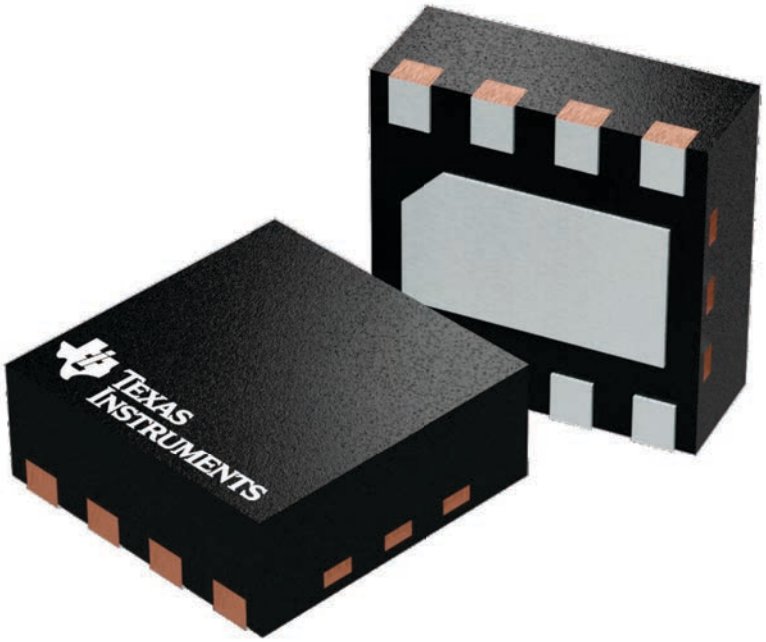
DSG 8

WSON - 0.8 mm max height

2 x 2, 0.5 mm pitch

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD

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



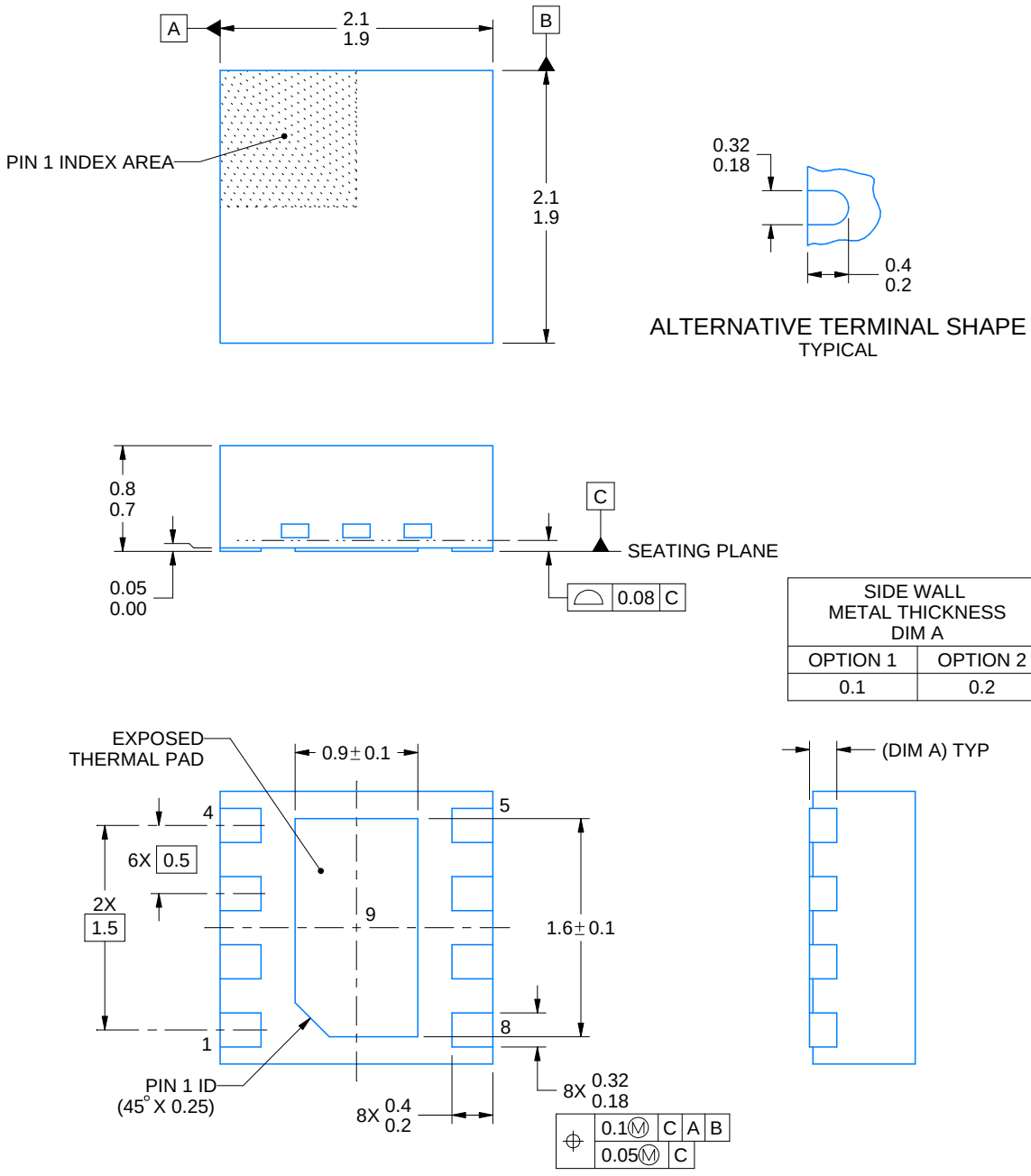
4224783/A

DSG0008A

PACKAGE OUTLINE

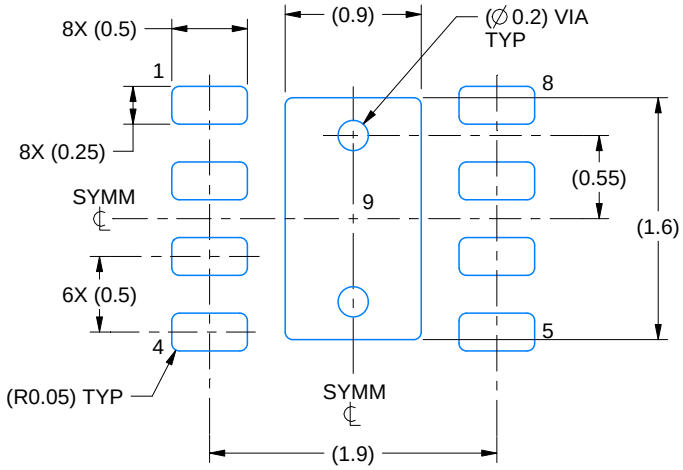
WSON - 0.8 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD

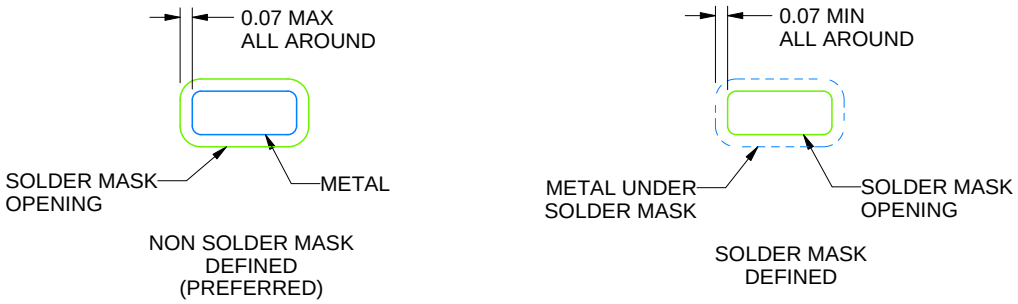


NOTES:

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



LAND PATTERN EXAMPLE
SCALE:20X

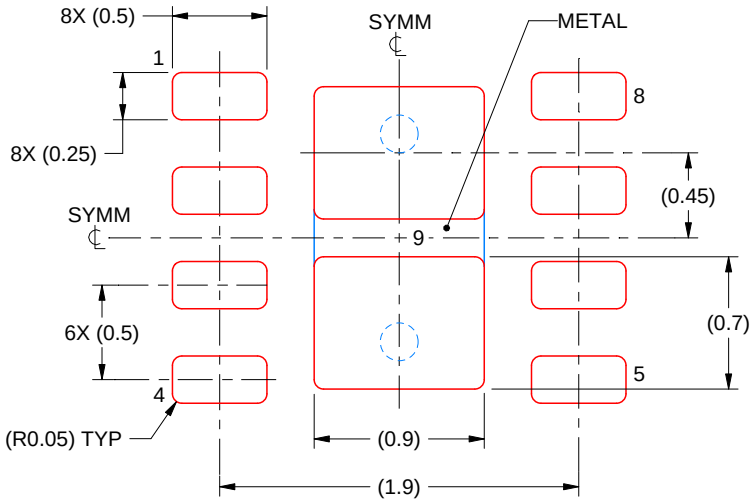


SOLDER MASK DETAILS

4218900/E 08/2022

NOTES: (continued)

4. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/slua271).
5. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD 9:
87% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA UNDER PACKAGE
SCALE:25X

4218900/E 08/2022

NOTES: (continued)

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

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做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