

BQ25176J: 适用于单节锂离子和磷酸铁锂电池、具有 VINDPM 且符合 JEITA 标准的 800mA 线性电池充电器

1 特性

- 可承受高达 30V 的输入电压
- 基于输入电压的动态电源管理 (VINDPM)
- 自动睡眠模式，可降低功耗
 - 350nA 电池漏电流
 - 禁用充电时，输入漏电流为 80μA
- 支持单节锂离子、锂聚合物和磷酸铁锂电池
- 操作可使用外部电阻器进行编程
 - VSET 用于设置电池稳压电压：
 - 锂离子电池：4.05V、4.15V、4.2V、4.35V、4.4V
 - 磷酸铁锂电池：3.5V、3.6V、3.7V
 - ISET 用于设置 10mA 至 800mA 的充电电流
- 高精度
 - 充电电压精度为 $\pm 0.5\%$
 - 充电电流精度为 $\pm 10\%$
- 充电特性
 - 预充电电流为 20% ISET
 - 终止电流为 10% ISET
 - NTC 热敏电阻输入用于监控电池温度
 - 用于控制充电过程在 JEITA 标准范围内的 TS 引脚
 - 开漏输出用于状态和故障指示
- 集成故障保护
 - 26V 输入过压保护
 - 基于 VSET 的输出过压保护
 - 1000mA 过流保护
 - 125°C 热调节；150°C 热关断保护
 - OUT 短路保护
 - VSET、ISET 引脚短路/开路保护

2 应用

- 真正无线耳机
- 可穿戴附件、智能手环
- 美容美发
- 电动牙刷
- 车队管理、资产跟踪

3 说明

BQ25176J 是一款集成式 800mA 线性充电器，适用于面向空间受限便携式应用的单节锂离子、锂聚合物和磷酸铁锂电池。该器件具有为电池充电的单电源输出。只要安全计时器期间内平均系统负载不会妨碍电池充满电，系统负载可以与电池并联。当系统负载与电池并联时，充电电流会由系统和电池共享。

该器件分四个阶段为锂离子/锂聚合物电池充电：涓流充电阶段，用于使电池电压达到 V_{BAT_SHORT} ；预充电阶段，用于恢复完全放电的电池；恒流快速充电阶段，用于使电池获得大部分电量；以及电压调节阶段，用于使电池电量充满。

在所有充电阶段，内部控制环路都会监控 IC 结温，当其超过内部温度阈值 T_{REG} 时，它会减小充电电流。

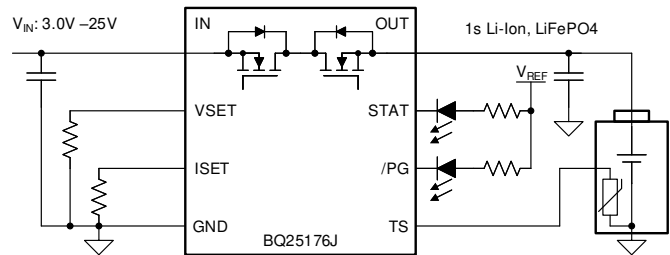
充电器功率级和充电电流检测功能均完全集成。该充电器具有高精度电流和电压调节环路功能、充电状态显示和自动充电终止功能。充电电压和快速充电电流可通过外部电阻编程设定。预充电和终止电流阈值由快速充电电流设置决定。

封装信息

器件型号 ⁽¹⁾	封装	封装尺寸 ⁽²⁾	封装尺寸 (标称值)
BQ25176J	DSG (WSON , 8)	2.0mm x 2.0mm	2.0mm x 2.0mm

(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	7.4 器件功能模式	18
2 应用	1	8 应用和实施	20
3 说明	1	8.1 应用信息.....	20
4 修订历史记录	2	8.2 典型应用.....	20
5 引脚配置和功能	3	9 电源相关建议	23
6 规格	4	10 布局	23
6.1 绝对最大额定值.....	4	10.1 布局指南.....	23
6.2 ESD 等级.....	4	10.2 布局示例.....	23
6.3 建议运行条件.....	4	11 器件和文档支持	24
6.4 热性能信息.....	5	11.1 器件支持.....	24
6.5 电气特性.....	6	11.2 接收文档更新通知.....	24
6.6 时序要求.....	8	11.3 支持资源.....	24
6.7 典型特性.....	9	11.4 商标.....	24
7 详细说明	11	11.5 静电放电警告.....	24
7.1 概述.....	11	11.6 术语表.....	24
7.2 功能方框图.....	13	12 机械、封装和可订购信息	25
7.3 特性说明.....	14		

4 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

日期	修订版本	说明
October 2023	*	初始发行版

5 引脚配置和功能

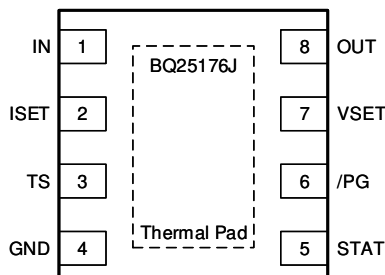


图 5-1. DSG 封装 8 引脚 WSON 顶视图

表 5-1. 引脚功能

引脚		I/O	说明
名称	编号		
IN	1	P	输入电源，连接至外部直流电源。在靠近 IC 的位置使用至少 1 μ F 的电容器将 IN 旁路至 GND。
ISET	2	I	对器件快速充电电流进行编程。ISET 与 GND 之间的外部电阻器定义了快速充电电流值。预期范围为 30k Ω (10mA) 至 375 Ω (800mA)。ICHG = K_{ISET}/R_{ISET} 。预充电电流定义为 ICHG 的 20%。终止电流定义为 ICHG 的 10%。
TS	3	I	温度鉴定电压输入。直接在 TS 和 GND 之间连接一个负温度系数 (NTC) 热敏电阻 (建议使用 AT103-2)。当 TS 引脚电压超出范围时，充电暂停。如果不需要 TS 功能，请在该引脚和 GND 之间连接一个外部 10k Ω 电阻器。将 TS 拉至 $< V_{TS_ENZ}$ 将禁用充电器。
GND	4	-	接地引脚
STAT	5	O	开漏充电器状态指示输出。通过 10k Ω 电阻器连接到上拉电源轨。低电平表示正在充电。高电平表示充电完成或充电被禁用。当检测到故障情况时，STAT 引脚以 1Hz 的频率闪烁。
PG	6	O	开漏充电电源正常状态输出。通过 10k Ω 电阻器连接到上拉电源轨。当 $V_{IN} > V_{IN_LOWV}$ 且 $V_{OUT} + V_{SLEEPZ} < V_{IN} < V_{IN_OV}$ 时，PG 拉至低电平。
VSET	7	I	使用下拉电阻器对 OUT 引脚的稳压电压进行编程。有效电阻器范围为 18.2k Ω 至 100k Ω ，超出该范围的值将暂停充电。有关电压电平详细信息，请参阅节 7.3.1.2。建议使用温度系数小于 200ppm/ $^{\circ}$ C 且容差为 $\pm 1\%$ 的电阻器。
OUT	8	P	电池连接。系统负载可以与电池并联。在靠近 IC 的位置使用至少 1 μ F 的电容器将 OUT 旁路至 GND。
散热焊盘	—	—	IC 下方的外露焊盘用于散热。将散热焊盘焊接到电路板上并使用通孔连接到实心 GND 平面。

6 规格

6.1 绝对最大额定值

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）⁽¹⁾

		最小值	最大值	单位
电压	IN	-0.3	30	V
电压	OUT	-0.3	13	V
电压	ISET、 $\overline{\text{PG}}$ 、STAT、TS、VSET	-0.3	5.5	V
输出灌电流	$\overline{\text{PG}}$ 、STAT		5	mA
结温	T_J	-40	150	°C
贮存温度	T_{stg}	-65	150	°C

(1) 超出绝对最大额定值的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。如果在建议运行条件之外但在绝对最大额定值范围内短暂运行，器件可能不会受到损坏，但可能无法完全正常工作。以这种方式运行器件可能会影响器件的可靠性、功能和性能，并缩短器件寿命。

6.2 ESD 等级

			值	单位
$V_{\text{(ESD)}}$	静电放电	人体放电模型 (HBM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 ⁽¹⁾	±2500	V
		充电器件模型 (CDM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 标准 ⁽²⁾	±1500	

(1) JEDEC 文档 JEP155 指出：500V HBM 可实现在标准 ESD 控制流程下安全生产。

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

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）

		最小值	标称值	最大值	单位
V_{IN}	输入电压	3.0		25	V
V_{OUT}	输出电压			4.4	V
I_{OUT}	输出电流			0.8	A
T_J	结温	-40		125	°C
C_{IN}	IN 电容器	1			μF
C_{OUT}	OUT 电容器	1			μF
R_{VSET}	VSET 电阻器	18.2		100	kΩ
$R_{\text{VSET_TOL}}$	VSET 电阻器的容差	-1		1	%
$R_{\text{VSET_TEMPCO}}$	VSET 电阻器的温度系数			200	ppm/°C
R_{ISET}	ISET 电阻器	0.375		30	kΩ
R_{TS}	TS 热敏电阻（建议使用 103AT-2）		10		kΩ

6.4 热性能信息

热指标 ⁽¹⁾		BQ25176J	单位
		DSG	
		8 引脚	
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻 (JEDEC ⁽¹⁾)	75.2	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳 (顶部) 热阻	93.4	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	41.8	°C/W
Ψ_{JT}	结至顶部特征参数	3.8	°C/W
Ψ_{JB}	结至电路板特征参数	41.7	°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	结至外壳 (底部) 热阻	17.0	°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](#)应用报告。

6.5 电气特性

典型值在 $3.0V < V_{IN} < 18V$ 且 $V_{IN} > V_{OUT} + V_{SLEEP}$ 、 $T_J = -40^{\circ}C$ 至 $+125^{\circ}C$ 以及 $T_J = 25^{\circ}C$ 条件下测得 (除非另有说明)

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
静态电流						
I_{Q_OUT}	静态输出电流 (OUT)	OUT = 4.2V、IN 悬空或 IN = 0V 至 5V、充电禁用且 $T_J = 25^{\circ}C$		0.35	0.6	μA
		OUT = 4.2V、IN 悬空或 IN = 0V 至 5V、充电禁用且 $T_J < 105^{\circ}C$		0.35	0.8	μA
$I_{SD_IN_TS}$	通过 TS 引脚禁用充电时的关断输入电流 (IN)	IN = 5V、充电禁用 ($V_{TS} < V_{TS_ENZ}$) 且无电池		80	110	μA
$I_{STANDBY_IN}$	充电终止时的待机输入电流 (IN)	IN = 5V, 充电启用, 充电终止		190		μA
I_{Q_IN}	静态输入电流 (IN)	IN = 5V、OUT = 3.8V、充电启用且 ICHG = 0A		0.45	0.6	mA
输入						
V_{IN_OP}	IN 运行范围		3.0		25	V
V_{IN_LOWV}	开始充电的 IN 电压	IN 上升	3.05	3.09	3.15	V
V_{IN_LOWV}	停止充电的 IN 电压	IN 下降	2.80	2.95	3.10	V
V_{SLEEPZ}	退出睡眠模式阈值	IN 上升、 $V_{IN} - V_{OUT}$ 且 OUT = 4V	30	55	80	mV
V_{SLEEP}	进入睡眠模式阈值	IN 下降、 $V_{IN} - V_{OUT}$ 且 OUT = 4V	5	30	50	mV
V_{IN_OV}	VIN 过压上升阈值	IN 上升	26.0	26.5	27.0	V
V_{IN_OVZ}	VIN 过压下降阈值	IN 下降	25.0	25.5	26.0	V
V_{IN_DPM}	输入电压 DPM 阈值	VOU = 2.9V, VSET = 4.35V, 在 IN 引脚处测得	3.15	3.25	3.35	V
配置引脚短路/开路保护						
R_{ISET_SHORT}	视为短路的最大电阻值	在启动时, R_{ISET} 低于该值, 充电器不会启动充电、下电上电或 TS 切换来进行复位			350	Ω
R_{VSET_SHORT}	视为短路的最大电阻值	在启动时, R_{VSET} 低于该值, 充电器不会启动充电、下电上电或 TS 切换来进行复位			2.8	k Ω
R_{VSET_OPEN}	视为开路的最低电阻器阻值	在启动时, R_{VSET} 低于该值, 充电器不会启动充电、下电上电或 TS 切换来进行复位		200		k Ω
电池充电器						
V_{DO}	压降电压 ($V_{IN} - V_{OUT}$)	VIN 下降、VOU = 4.35V、IOUT = 500mA		425		mV
V_{REG_ACC}	OUT 充电电压调节精度	$T_J = 25^{\circ}C$, 所有 VSET 设置	-0.5		0.5	%
		$T_J = -40^{\circ}C$ 至 $125^{\circ}C$, 所有 VSET 设置	-0.8		0.8	%
I_{CHG_RANGE}	典型充电电流调节范围	$V_{OUT} > V_{BAT_LOWV}$	10		800	mA
K_{ISET}	充电电流设置系数, $I_{CHG} = K_{ISET}/R_{ISET}$	$10mA < I_{CHG} < 800mA$	270	300	330	A Ω
I_{CHG_ACC}	充电电流精度	$R_{ISET} = 375\Omega$, OUT = 3.8V	720	800	880	mA
		$R_{ISET} = 600\Omega$, OUT = 3.8V	450	500	550	mA
		$R_{ISET} = 3.0k\Omega$, OUT = 3.8V	90	100	110	mA
		$R_{ISET} = 30k\Omega$, OUT = 3.8V	9	10	11	mA
I_{PRECHG}	典型预充电电流, 以 ICHG 的百分比表示	$V_{OUT} < V_{BAT_LOWV}$		20		%
I_{PRECHG_ACC}	预充电电流精度	$R_{ISET} = 375\Omega$, OUT = 2.5V	144	160	176	mA
		$R_{ISET} = 600\Omega$, OUT = 2.5V	85	100	110	mA
		$R_{ISET} = 3.0k\Omega$, OUT = 2.5V	18	20	22	mA
		$R_{ISET} = 30k\Omega$, OUT = 2.5V	1.4	2	2.6	mA
I_{TERM}	典型终止电流, 以 ICHG 的百分比表示	$V_{OUT} = V_{REG}$		10		%

6.5 电气特性 (续)

典型值在 $3.0V < V_{IN} < 18V$ 且 $V_{IN} > V_{OUT} + V_{SLEEP}$ 、 $T_J = -40^{\circ}C$ 至 $+125^{\circ}C$ 以及 $T_J = 25^{\circ}C$ 条件下测得 (除非另有说明)

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
I _{TERM_ACC}	终止电流精度	R _{ISET} = 600 Ω , OUT = V _{REG} = 4.2V	45	50	55	mA
		R _{ISET} = 3.0k Ω , OUT = V _{REG} = 4.2V	8.5	10	11.5	mA
		R _{ISET} = 30k Ω , OUT = V _{REG} = 4.2V	0.4	1	1.6	mA
V _{BAT_SHORT}	输出 (OUT) 短路电压上升阈值, 适用于锂离子化学电池	OUT 上升	2.1	2.2	2.3	V
V _{BAT_SHORT}	输出 (OUT) 短路电压上升阈值, 适用于磷酸铁锂化学电池	OUT 上升, VSET 配置用于磷酸铁锂电池	1.1	1.2	1.3	V
V _{BAT_SHORT_HYS}	输出 (OUT) 短路电压迟滞	OUT 下降		200		mV
I _{BAT_SHORT}	OUT 短路充电电流	V _{OUT} < V _{BAT_SHORT}	12	16	20	mA
V _{BAT_LOWV}	预充电至快速充电转换阈值, 适用于锂离子化学电池	OUT 上升	2.7	2.8	3.0	V
V _{BAT_LOWV}	预充电至快速充电转换阈值, 适用于磷酸铁锂化学电池	OUT 上升, VSET 配置用于磷酸铁锂电池	1.9	2.0	2.1	V
V _{BAT_LOWV_HYS}	电池 LOWV 迟滞	OUT 下降		100		mV
V _{RECHG}	电池充电阈值, 适用于锂离子化学电池	OUT 下降, V _{REG_ACC} - V _{OUT}	75	100	125	mV
V _{RECHG}	电池充电阈值, 适用于磷酸铁锂化学电池	OUT 下降, VSET 配置用于磷酸铁锂电池, V _{REG_ACC} - V _{OUT}	175	200	225	mV
R _{ON}	充电路径 FET 导通电阻	I _{OUT} = 400mA, T _J = 25°C		845	1000	m Ω
		I _{OUT} = 400mA, T _J = -40°C 至 125°C		845	1450	m Ω
电池充电器保护						
V _{OUT_OVP}	OUT 过压上升阈值	V _{OUT} 上升, 以 V _{REG} 的百分比表示	103	104	105	%
V _{OUT_OVP}	OUT 欠压下降阈值	V _{OUT} 下降, 以 V _{REG} 的百分比表示	101	102	103	%
I _{OUT_OCP}	输出电流限制阈值	I _{OUT} 上升	0.9	1	1.1	A
温度调节和温度关断						
T _{REG}	典型结温调节			125		°C
T _{SHUT}	热关断上升阈值	温度升高		150		°C
	热关断下降阈值	温度降低		135		°C
电池包 NTC 监控器						
I _{TS_BIAS}	TS 标称偏置电流		36.5	38	39.5	μA
V _{COLD}	冷温度阈值; 充电禁用	TS 引脚电压上升 (约 0°C)	0.99	1.04	1.09	V
	冷温度退出阈值; 充电电流目标增加至 20% × ISET	TS 引脚电压下降 (约 4°C)	0.83	0.88	0.93	V
V _{COOL}	正常至低温充电; 充电电流目标降至 20% × ISET	TS 引脚电压上升 (约 10°C)	650	680	710	mV
	低温至正常充电; 充电电流目标恢复至 ISET	TS 引脚电压下降 (约 13°C)	580	610	640	mV
V _{WARM}	正常至温温度阈值; 充电电流目标降至 50% × ISET; VREG 降至 4.1V (对于 VSET = 4.15V、4.2V、4.35V、4.4V)	TS 引脚电压下降 (约 45°C)	176	188	200	mV
	温至正常温度阈值; 充电电流目标增至 ISET; VREG 增至 VSET (对于 VSET = 4.15V、4.2V、4.35V、4.4V)	TS 引脚电压上升 (约 40°C)	208	220	232	mV

6.5 电气特性 (续)

典型值在 $3.0V < V_{IN} < 18V$ 且 $V_{IN} > V_{OUT} + V_{SLEEP}$ 、 $T_J = -40^{\circ}C$ 至 $+125^{\circ}C$ 以及 $T_J = 25^{\circ}C$ 条件下测得 (除非另有说明)

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{HOT}	温至热的温度阈值；充电禁用	TS 引脚电压下降 (约 $55^{\circ}C$)	125	135	145	mV
	热至温温度阈值；充电电流目标增至 $50\% \times I_{SET}$ ；VREG 设置为 4.1V (对于 $V_{SET} = 4.15V$ 、4.2V、4.35V、4.4V)	TS 引脚电压上升 (约 $51^{\circ}C$)	148	158	168	mV
V_{TS_ENZ}	充电禁用阈值。超过该阈值时应将 IC 关断	TS 引脚电压下降	40	50	60	mV
V_{TS_EN}	充电使能阈值。超过该阈值时应重新启动 IC 操作	TS 引脚电压上升	65	75	85	mV
V_{TS_CLAMP}	TS 最大电压钳位	TS 引脚开路 (悬空)	2.3	2.6	2.9	V
逻辑输出引脚 (STAT、PG)						
V_{OL}	输出低阈值电平	灌电流 = 5mA			0.4	V
I_{OUT_BIAS}	高电平漏电流	上拉电源轨 3.3V			1	μA

6.6 时序要求

		最小值	标称值	最大值	单位
电池充电器					
$t_{TS_DUTY_OFF}$	TS 占空比模式期间的 TS 关断时间		2		s
$t_{OUT_OCP_DGL}$	I_{OUT_OCP} 的抗尖峰脉冲时间, I_{OUT} 上升		100		μs
t_{PRECHG}	预充电安全计时器精度	28.5	30	31.5	min
t_{SAFETY}	快速充电安全计时器精度	9.5	10	10.5	hr

6.7 典型特性

$C_{IN} = 1\mu F$, $C_{OUT} = 1\mu F$, $V_{IN} = 5V$, $V_{OUT} = 3.8V$ (除非另有说明)

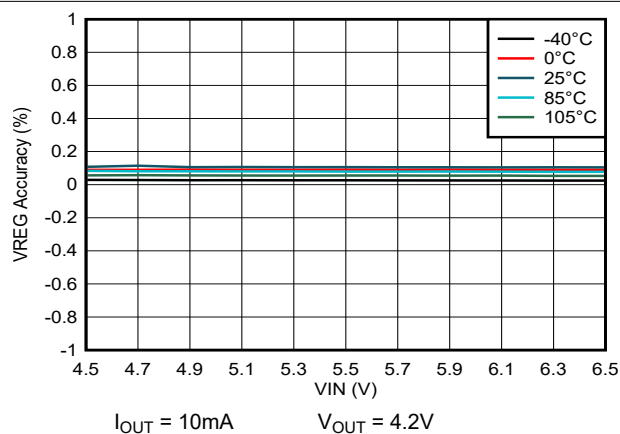


图 6-1. 线性调整率

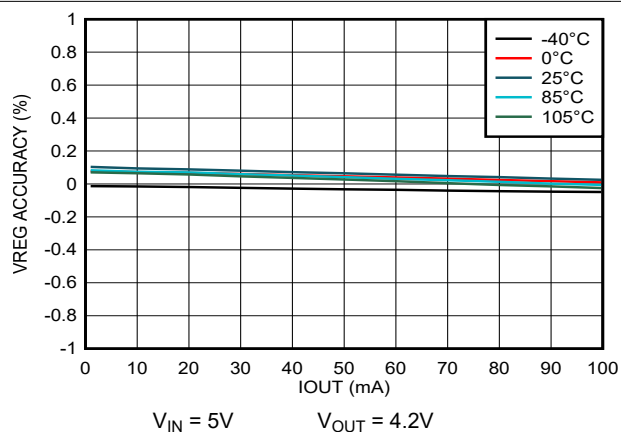


图 6-2. 负载调整率

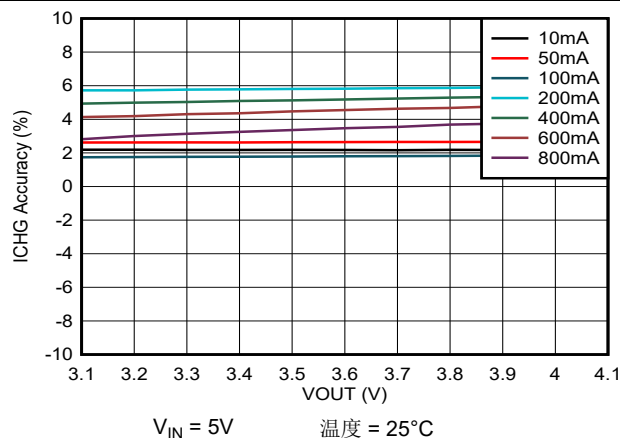


图 6-3. ICHG 精度与 V_{OUT} 间的关系

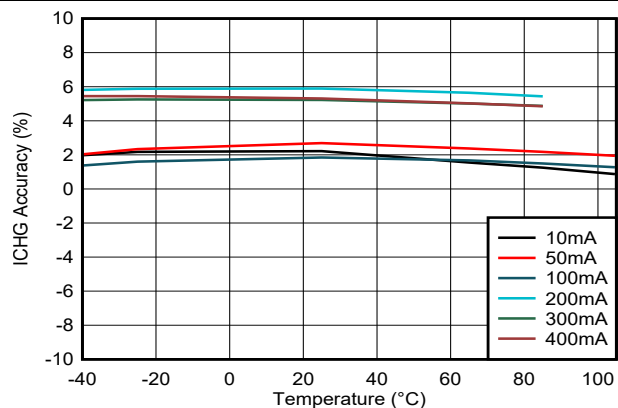


图 6-4. ICHG 精度与温度间的关系

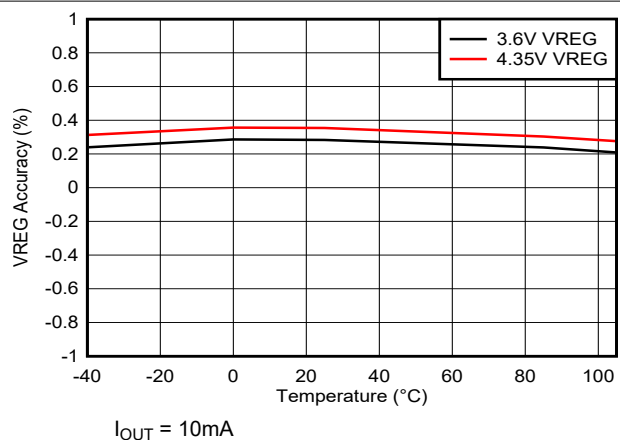


图 6-5. VSET 精度与温度间的关系

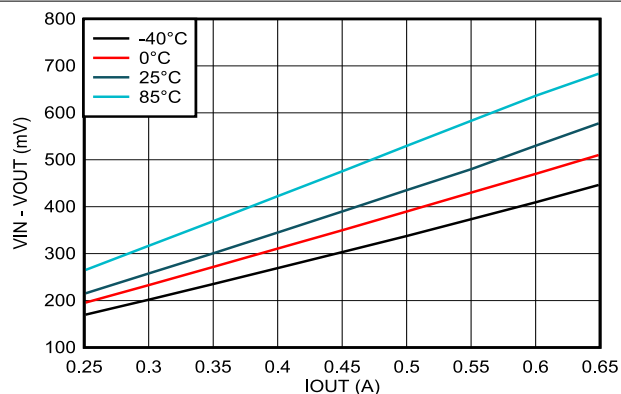


图 6-6. 压降电压与输出电流间的关系

6.7 典型特性 (续)

$C_{IN} = 1\mu F$, $C_{OUT} = 1\mu F$, $V_{IN} = 5V$, $V_{OUT} = 3.8V$ (除非另有说明)

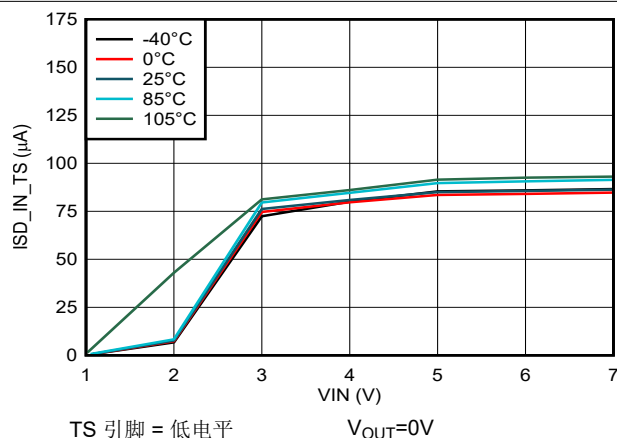


图 6-7. 输入关断电流与输入电压间的关系

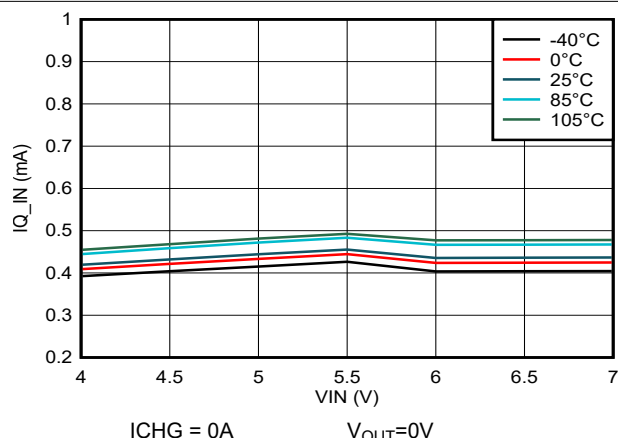


图 6-8. 输入静态电流与输入电压间的关系

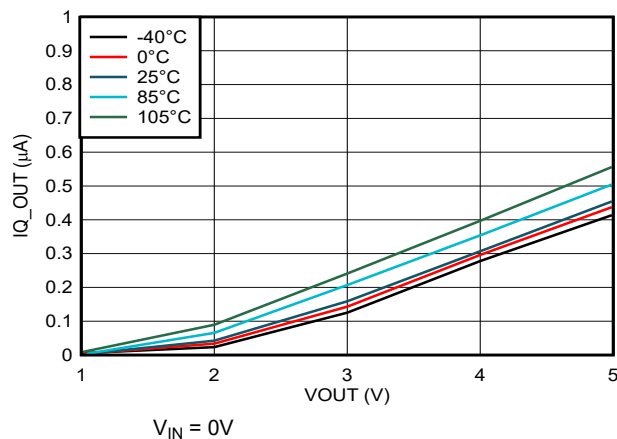


图 6-9. 输出静态电流与输出电压间的关系

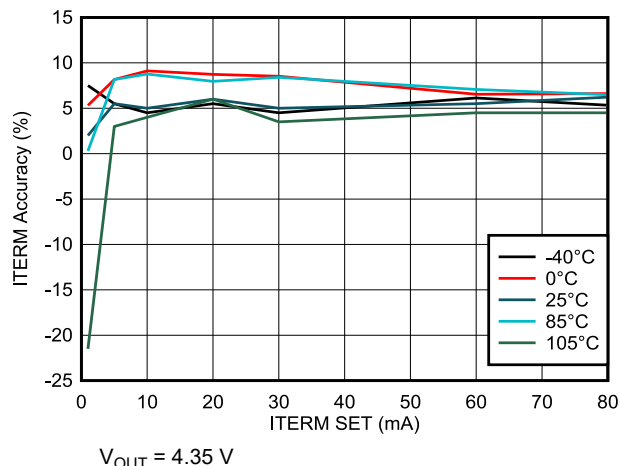


图 6-10. 终止电流精度与终止电流设置间的关系

7 详细说明

7.1 概述

BQ25176J 是一款集成式 800mA 线性充电器，适用于单节锂离子、锂聚合物和磷酸铁锂电池。该器件具有为电池充电的单电源输出。只要安全计时器期间内平均系统负载不会妨碍电池充满电，系统负载可以与电池并联。当系统负载与电池并联时，输出电流会由系统和电池共享。

该器件分四个阶段为锂离子/锂聚合物电池充电：涪流充电阶段，用于使电池电压达到 V_{BAT_SHORT} ；预充电阶段，用于恢复完全放电的电池；恒流快速充电阶段，用于使电池获得大部分电量；以及电压调节阶段，用于使电池电量充满。

该充电器支持灵活地对快速充电电流和稳压电压进行编程。该充电器能够与标准 USB 接头或专用充电适配器（直流输出）配合使用。

该充电器还具有全套安全功能：电池温度监测、过压保护、充电安全计时器以及配置引脚（VSET、ISET）短路和开路保护。下面将详细介绍所有这些功能以及更多功能。

该充电器设计为通过从输入到输出的单一路径为电池充电。在施加有效的输入电源时，会检查配置引脚是否存在短路/开路。

如果电池电压低于 V_{BAT_LOWV} 阈值，则认为电池已放电，预调节周期开始。如果电池电压低于 V_{BAT_SHORT} ，则充电电流为 I_{BAT_SHORT} 。如果电池电压高于 V_{BAT_SHORT} 但低于 V_{BAT_LOWV} ，则预充电电流大小为通过 ISET 引脚编程的快速充电电流的 20%。 t_{PRECHG} 安全计时器处于活动状态，如果电池电压未能升至 V_{BAT_LOWV} 以上，则在到期后停止充电。

电池充电至 V_{BAT_LOWV} 阈值后，快速充电模式启动，从而施加快速充电电流并启动 t_{SAFETY} 计时器。快速充电恒定电流通过 ISET 引脚进行编程。恒流阶段为电池充上大部分电量。在电池电压较低时进行快速充电，IC 中的功耗最大。如果 IC 温度达到 T_{REG} ，则 IC 会进入热调节，将计时器时钟减慢一半，并根据需要减小充电电流，以防止温度进一步升高。图 7-1 展示了具有热调节功能时的典型锂电池充电曲线。正常工作条件下，IC 结温小于 T_{REG} ，不会进入热调节。

电池充电至稳压电压后，电压环路就会进行控制，将电池保持在稳压电压，直到电流逐渐减小至终止阈值。终止阈值是编程的快速充电电流的 10%。

更多详细信息，请参阅节 7.3。

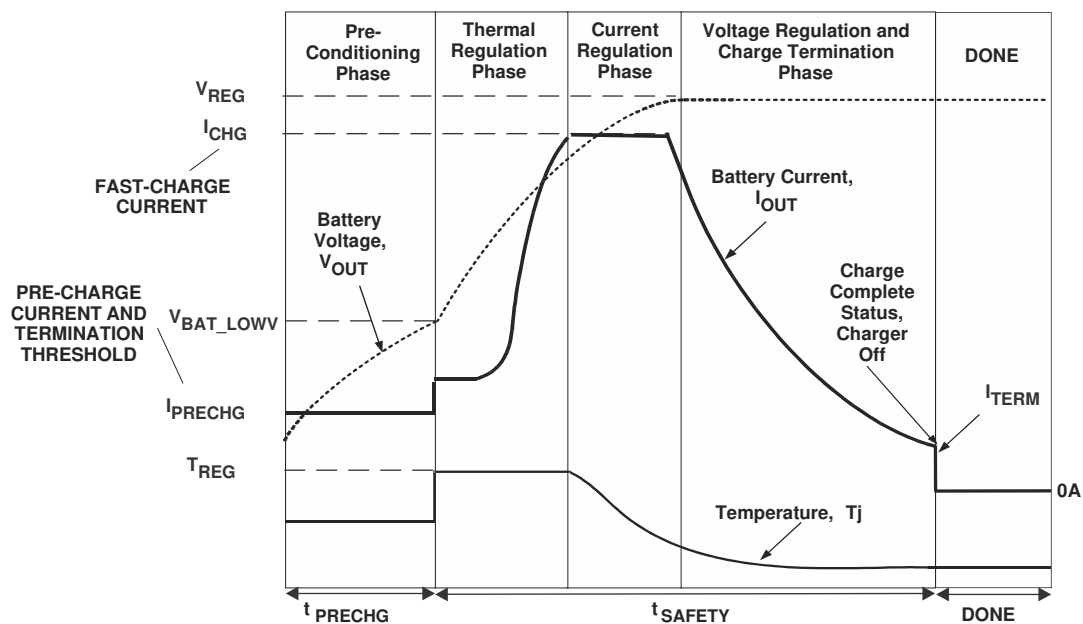
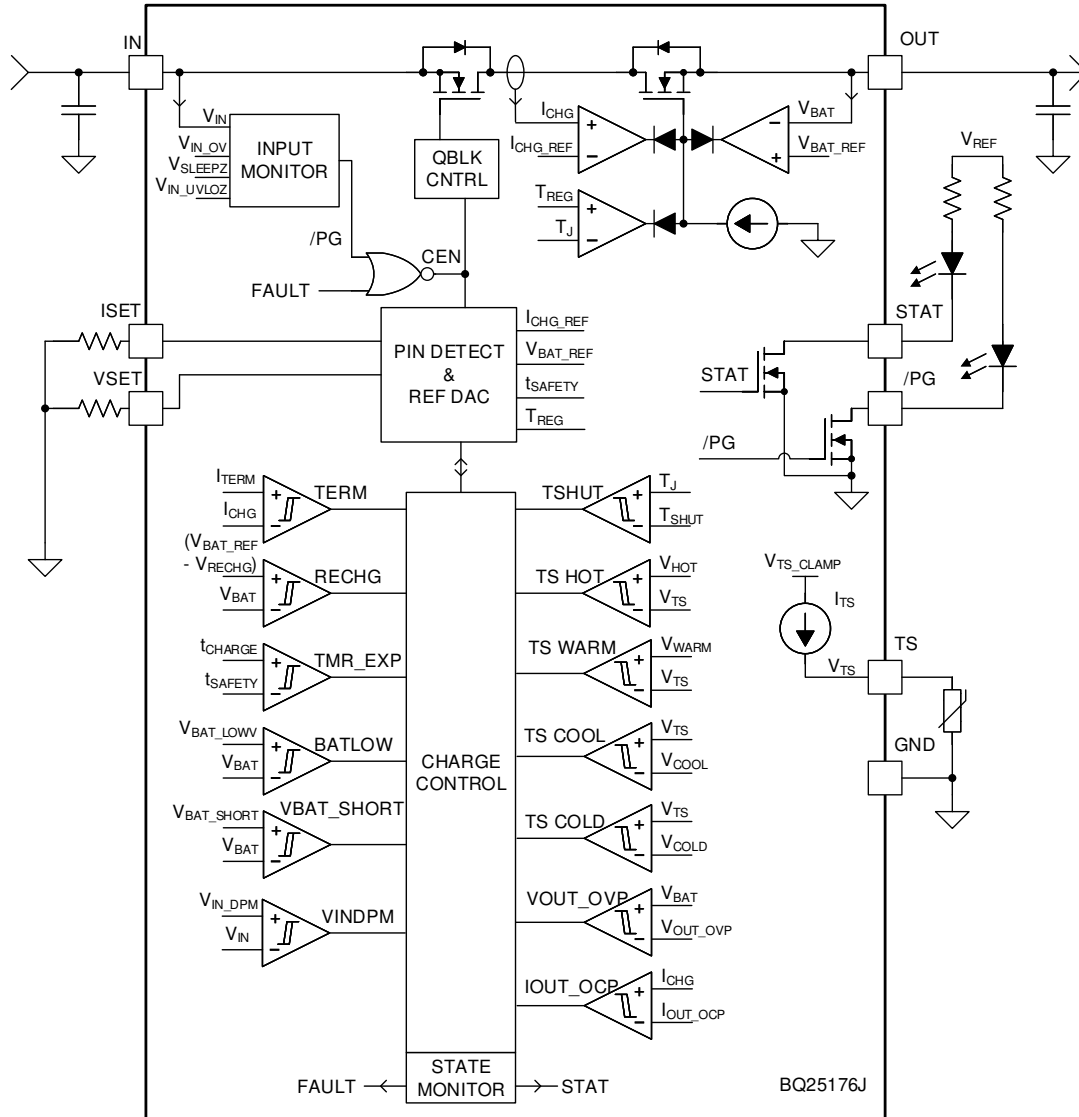


图 7-1. 具有热调节功能时的锂离子电池充电曲线

7.2 功能方框图



7.3 特性说明

7.3.1 通过输入源实现器件上电

当插入输入源并启用充电时，该器件会检查输入源电压以打开所有偏置电路。该器件在线性稳压器启动之前检测并设置充电电流和充电电压限制。从输入源进行的上电顺序如下：

1. ISET 引脚检测
2. VSET 引脚检测，以选择充电电压
3. 充电器上电

7.3.1.1 ISET 引脚检测

在插入有效 VIN 之后，器件会检查 ISET 引脚上的电阻器是否存在短路 ($R_{ISET} < R_{ISET_SHORT}$)。如果检测到短路情况，充电器将保持故障状态，直到切换输入或 TS 引脚。如果 ISET 引脚开路，充电器继续进行引脚检测，并在没有充电电流的情况下启动充电器。该引脚在充电时受到监控，并且充电器运行时 R_{ISET} 的变化将立即转化为充电电流的变化。

ISET 引脚与 GND 之间的外部下拉电阻 (建议使用 $\pm 1\%$ 或精度更高的电阻以更大限度减小充电电流误差) 将充电电流设置为：

$$I_{CHG} = \frac{K_{ISET}}{R_{ISET}} \quad (1)$$

其中：

- I_{CHG} 是所需的快速充电电流
- K_{ISET} 是电气规格中的增益系数
- R_{ISET} 是 ISET 引脚与 GND 之间的下拉电阻

如果充电电流低于 50mA，建议在 ISET 上增加一个 RC 电路来实现更稳定的电流信号。为了在较低的电流下实现更高的精度，会禁用部分电流检测 FET 以提供更佳的分辨率。

7.3.1.2 VSET 引脚检测

VSET 引脚用于使用 $\pm 1\%$ 下拉电阻器对充电结束时的器件稳压电压进行编程。下表列出了可用的下拉电阻器和相应的充电电平。

表 7-1. VSET 引脚电阻器阻值表

RESISTOR	充电电压 (V)
> 150k Ω	不充电 (开路)
100k Ω	1 节磷酸铁锂电池：3.50 V
82.5k Ω	1 节磷酸铁锂电池：3.60 V
61.9k Ω	1 节磷酸铁锂电池：3.70 V
47.5k Ω	1 节锂离子电池：4.05 V
35.7k Ω	1 节锂离子电池：4.15 V
27.4k Ω	1 节锂离子电池：4.20 V
24.3k Ω	1 节锂离子电池：4.35 V
18.2k Ω	1 节锂离子电池：4.40 V
< 3.0k Ω	不充电 (短路)

如果检测到短路或开路情况，充电器将停止运行并保持在故障状态，直到切换输入或 TS 引脚。

检测到有效电阻器阻值后，相应的充电电压就会被锁存，在运行期间不会持续监控该引脚。只有在切换输入电源或 TS 引脚之后该引脚的变化才会被 IC 确认。

7.3.1.3 充电器上电

验证 VSET、ISET 引脚电阻器阻值后，器件继续启用充电器。器件根据 OUT 电压在正确的电池充电阶段自动开始运行。

7.3.2 电池充电功能

启用充电) 后，器件根据 VSET、ISET 引脚上的设置自动完成充电周期，无需任何干预。当充电电流低于终止阈值、充电电压高于充电阈值并且器件未处于 VINDPM 或热调节 (TREG) 状态时，锂离子充电周期会自动终止。当充满电的电池放电至低于充电阈值 (V_{RECHG}) 时，器件会自动启动新的充电周期。充电完成后，切换输入电源或 TS 引脚可以启动新的充电周期。

7.3.2.1 锂离子电池充电曲线

该器件分四个阶段为锂离子电池充电：涪流充电、预充电、恒流和恒压。在充电周期开始时，器件会检查电池电压并相应地调节电流和电压。

如果充电器在充电期间处于热调节状态，则实际充电电流小于编程值。在这种情况下，终止被暂时禁用，并且充电安全计时器以时钟速率的一半进行计数。更多信息，请参阅节 7.3.2.4。

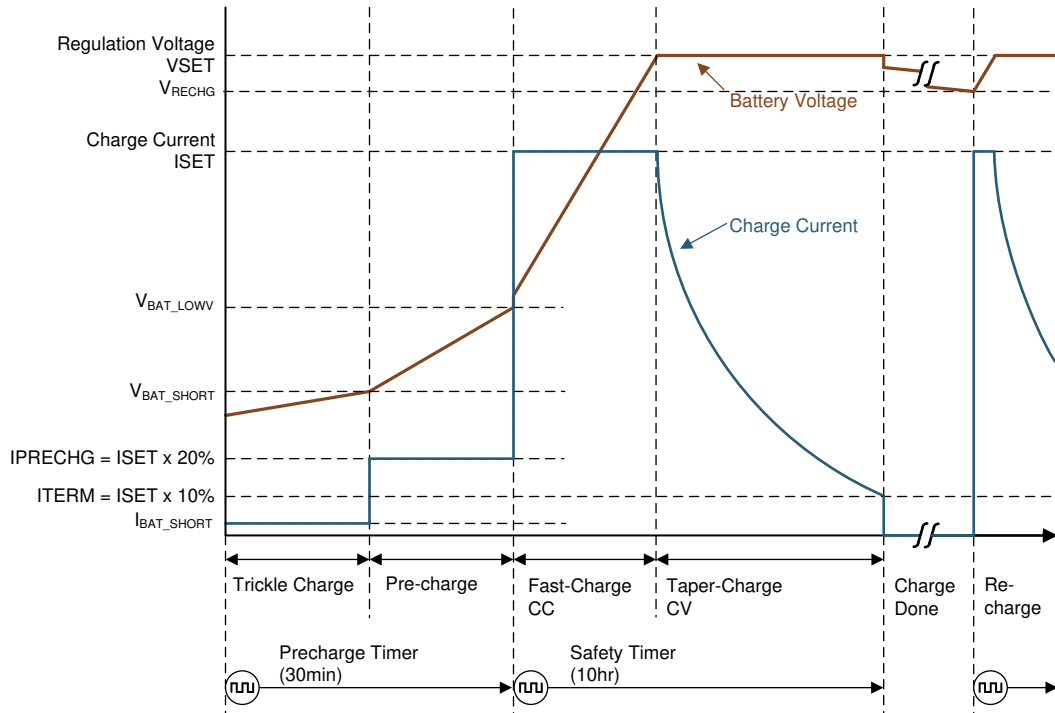


图 7-2. 电池充电曲线

7.3.2.2 基于输入电压的动态电源管理 (VINDPM)

VINDPM 功能用于检测由于负载过大而达到电流限制并导致电压降低的输入源电压。当输入电压降至 VINDPM 阈值 (V_{IN_DPM}) 时，内部 pass FET 会减小电流，直到输入端电压不再下降。这可防止电压低于 V_{IN_DPM} 的电源为 OUT 引脚供电。这一独特的功能使该 IC 能够与限流 (例如高阻抗) 电源 (例如太阳能电池板或电感充电板) 配合使用。这也是一项有助于保护电源免受过度负载影响的附加安全功能。

7.3.2.3 充电终止和电池充电

如果 OUT 引脚电压高于充电阈值 (V_{RECHG}) 并且电流低于终止阈值 (I_{TERM})，则器件会终止充电周期。当充电器器件处于热调节或 VINDPM 状态时，终止功能被暂时禁用。检测到充电终止后，线性稳压器关闭，器件进入待机状态。OUT 引脚降至 V_{RECHG} 阈值以下后，会自动启动新的充电周期。

7.3.2.4 充电安全计时器

该器件具有内置安全计时器，可防止由于电池异常情况而延长充电周期。预充电计时器固定为 30 分钟。快充安全计时器固定为 10 小时。当安全计时器到期时，充电周期结束。在安全计时器到期后，需要切换输入电源或 TS 引脚才能重新启动充电周期。

在热调节或 VINDPM 期间，由于实际充电电流可能低于 ISET 设置，因此安全计时器以时钟速率的一半进行计数。例如，如果充电器在整个充电周期中处于热调节状态并且安全计时器为 10 小时，则计时器将在 20 小时后到期。

在禁用充电的故障（例如 VIN_OV、VOUT_OVP、TSHUT）期间，计时器暂停。故障消失后，充电和安全计时器恢复。如果充电周期停止并再次启动，计时器将复位（切换 TS 引脚会重新启动计时器）。

发生以下事件时，安全计时器会重新开始计数：

1. 充电周期停止并重新开始（切换 TS 引脚，充电电池低于充电阈值，或切换输入电源）
2. OUT 引脚电压在任一方向上均超过 V_{BAT_LOWV} 阈值

预充电安全计时器（ $V_{OUT} < V_{BAT_LOWV}$ 时运行的固定计数器）在暂停、复位和以半速率计数方面遵循与快速充电安全计时器相同的规则。

7.3.2.5 电池温度鉴定 (TS 引脚)

充电时，该器件通过检测 TS 引脚上的电压来持续监测电池温度。应在 TS 和 GND 引脚之间连接一个负温度系数 (NTC) 热敏电阻（建议：103AT-2）。如果应用不需要温度检测，请在 TS 和 GND 之间连接一个 $10k\Omega$ 固定电阻器以允许正常运行。

BQ25176J 的 TS 功能旨在遵循锂离子和锂聚合物电池的 JEITA 温度标准；充电电流 (ISET) 和调节电压 (V_{REG}) 根据电池温度 (TS) 降低。有四个阈值：热 (55°C)、温 (45°C)、凉 (10°C) 和冷 (0°C)。

正常工作发生在 10°C 和 45°C 之间，充电电流和电压将为正常值。当电池处于凉温度范围（介于 0°C 和 10°C 之间）时，充电器电流水平为 ISET 值的 20%，并且调节电压不会改变。当电池处于温温度范围（介于 45°C 和 55°C 之间）时，ISET 降低 50%，并且当 VSET 设置大于 4.1V 时，调节电压降低至 4.1V。对于低于 4.1V 的 VSET 设置，在温区域期间调节电压不会降低。当温度低于冷 (0°C) 值和高于热 (55°C) 值时，充电暂停。当充电暂停时，器件进入待机状态并且使 STAT 引脚闪烁。电池温度恢复正常后，充电自动恢复。请参阅图 7-3

当充电电流在凉温度或暖温度期间减小时，安全计时器以时钟速率一半的速度运行。

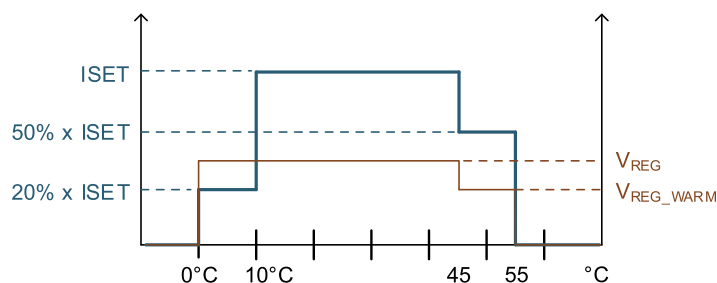


图 7-3. 标准 JEITA 曲线图

除了电池温度检测之外，TS 引脚还可用于通过将 TS 电压拉至 V_{TS_ENZ} 以下来随时禁用充电器。器件会禁用充电器并从输入电源消耗 $I_{SD_IN_TS}$ 。TS 引脚下拉释放后，器件可能需要 $t_{TS_DUTY_OFF}$ 才能重新开启 I_{TS_BIAS} 。电源开

启后，TS 引脚电压将高于 V_{TS_EN} 并重新启用充电器操作。器件将该 TS 引脚切换视为输入电源切换，触发通过输入源实现器件上电（节 7.3.1）。

7.3.3 状态输出 ($\overline{PG}$ 、STAT)

7.3.3.1 电源正常状态指示 ($\overline{PG}$ 引脚)

在以下情况下，该开漏引脚会变为低电平以指示输入源正常：

1. V_{IN} 高于 V_{IN_LOWV}
2. V_{IN} 高于 $V_{OUT} + V_{SLEEPZ}$ （未处于睡眠状态）
3. V_{IN} 低于 V_{IN_OV}

7.3.3.2 充电状态指示器 (STAT)

该器件在开漏 STAT 引脚上指示充电状态。该引脚可驱动一个 LED。

表 7-2. STAT 引脚状态

充电状态	STAT 引脚状态
充电完成、充电器处于睡眠模式或充电禁用 ($V_{TS} < V_{TS_ENZ}$)	高电平
正在进行充电（包括自动充电）	低电平
故障 (V_{IN_OV} 、 V_{OUT_OVP} 、 I_{OUT_OCP} 、TS HOT、TS COLD、TSHUT、TMR_EXP、VSET 引脚短路/开路或 ISET 引脚短路)	以 1Hz 的频率闪烁

7.3.4 保护特性

该器件会密切监测输入和输出电压，以及内部 FET 电流和温度，以确保线性稳压器安全运行。

7.3.4.1 输入过压保护 (V_{IN_OV})

如果 IN 引脚上的电压超过 V_{IN_OV} ，则器件会在一个抗尖峰脉冲 ($t_{VIN_OV_DGL}$) 之后关闭。安全计时器暂停计数，器件进入待机模式。IN 电压恢复至正常水平后，充电周期和安全计时器自动恢复运行。

7.3.4.2 输出过压保护 (V_{OUT_OVP})

如果 OUT 引脚上的电压超过 V_{OUT_OVP} ，则器件会立即停止充电。安全计时器暂停计数，器件进入待机模式。OUT 电压恢复至正常水平后，充电周期和安全计时器自动恢复运行。

7.3.4.3 输出过流保护 (I_{OUT_OCP})

在正常运行期间，OUT 电流应调节至 ISET 编程值。但是，如果 ISET 引脚上发生短路，OUT 电流可能会上升到意外的电平。如果 OUT 引脚上的电流超过 I_{OUT_OCP} ，则器件会在抗尖峰脉冲 $t_{OUT_OCP_DGL}$ 后关闭。安全计时器重置计数，并且器件保持闭锁状态。需要进行输入电源或 TS 引脚切换才能重新启动操作。

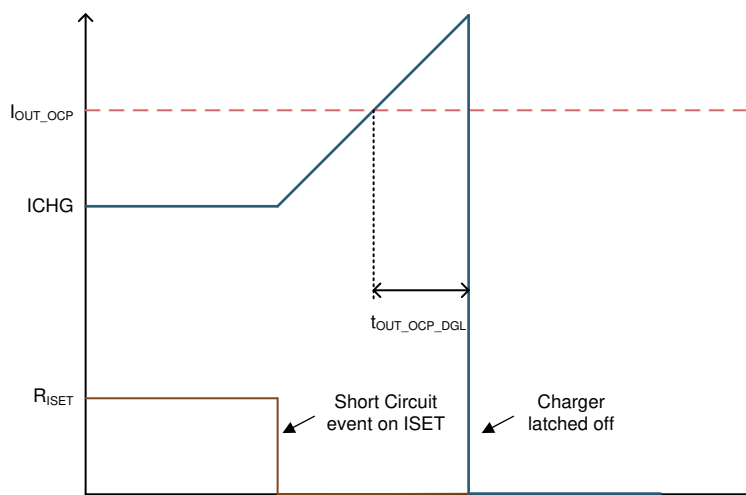


图 7-4. 过流保护

7.3.4.4 热调节和热关断 (TREG 和 TSHUT)

该器件会监测其内部结温 (T_J)，以避免过热并限制 IC 表面温度。当内部结温超过热调节限值时，该器件会自动降低充电电流，以将结温保持在热调节限值 (TREG)。在热调节期间，实际充电电流通常低于 ISET 引脚上的编程值。因此，锂离子电池的终止比较器被禁用，而安全计时器以时钟速率的一半运行。

此外，当 IC 结温超过 TSHUT 阈值时，器件通过热关断来关闭线性稳压器。当 IC 芯片温度降至 TSHUT 下降阈值以下时，充电器恢复工作。

7.4 器件功能模式

7.4.1 关断或欠压锁定 (UVLO)

如果 IN 引脚电压低于 V_{IN_LOWV} 或 TS 引脚低于 V_{TS_ENZ} ，则器件处于关断状态。内部电路断电，所有引脚均为高阻抗，器件从输入电源消耗 $I_{SD_IN_TS}$ 。IN 电压上升至高于 V_{IN_LOW} 阈值并且 TS 引脚高于 V_{TS_EN} 时，IC 会根据 OUT 引脚电压进入休眠模式或工作模式。

7.4.2 睡眠模式

当 $V_{IN_LOWV} < V_{IN} < V_{OUT} + V_{SLEEPZ}$ 时，器件处于睡眠模式。该器件等待输入电压上升至高于 $V_{OUT} + V_{SLEEPZ}$ 以开始工作。

7.4.3 工作模式

当 TS 引脚高于 V_{TS_ENZ} 并且 IN 电压上升至高于 V_{IN_LOWV} 和 $V_{OUT} + V_{SLEEPZ}$ 时，器件上电并对电池充电。该器件从电源汲取 I_{Q_IN} 来偏置内部电路。有关器件上电序列的详细信息，请参阅节 7.3.1。

7.4.3.1 待机模式

如果存在有效的输入电源并且充电终止，或者检测到可恢复故障，则器件处于待机模式。内部电路部分偏置，器件继续监视 VOUT 是否降至 V_{RECHG} 以下或可恢复故障是否消除。

7.4.4 故障模式

故障状况分为可恢复和不可恢复两类，如下所示：

- 可恢复，故障状况消失后，器件应自动恢复：

- VIN_OV
- VOUT_OVP
- TS HOT
- TS COLD
- TSHUT
- 不可恢复，需要 TS 引脚或输入电源切换才能恢复运行：
 - IOUT_OCP
 - 检测到 ISET 引脚短路
 - 检测到 VSET 引脚短路/开路

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

典型应用包括配置为单节锂离子、锂聚合物或磷酸铁锂化学电池的独立电池充电器的器件。充电电压和电芯数量使用 VSET 引脚上的下拉电阻器进行配置。充电电流使用 ISET 引脚上的下拉电阻器进行配置。可将电池热敏电阻连接到 TS 引脚，允许器件监控电池温度并控制充电。将 TS 引脚拉至 V_{TS_ENZ} 以下可禁用充电功能。充电器和输入电源状态通过 STAT 和 PG 引脚进行报告。

8.2 典型应用

8.2.1 锂离子电池充电器设计示例

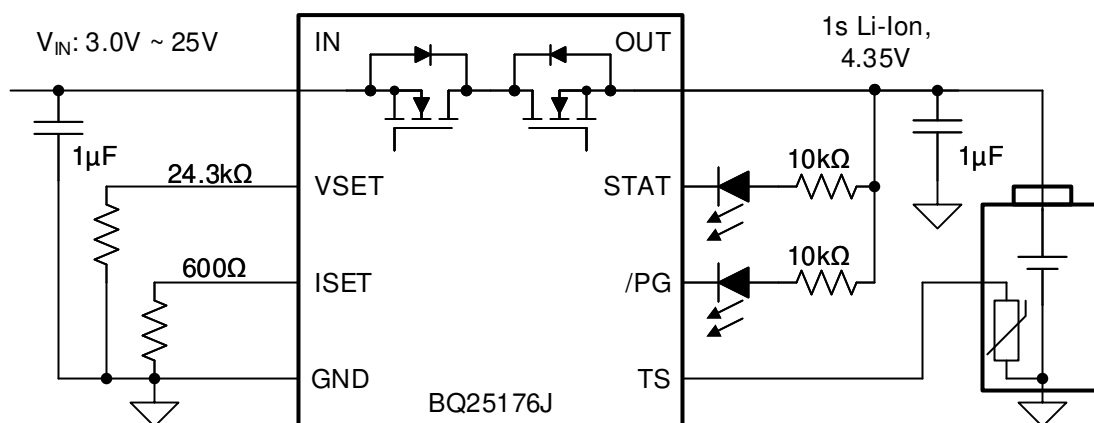


图 8-1. 适用于锂离子电池 500mA 充电的 BQ25176J 典型应用

8.2.1.1 设计要求

- 电源电压 = 5V
- 电池为单节锂离子电池
- 快速充电电流： $I_{CHG} = 500\text{mA}$
- 充电电压： $V_{REG} = 4.35\text{V}$
- 终止电流： $I_{TERM} = I_{CHG}$ 的 10% 或 50mA
- 预充电电流： $I_{PRECHG} = I_{CHG}$ 的 20% 或 100mA
- TS - 电池温度检测 = 10kΩ NTC (103AT)
- 可以下拉 TS 引脚以禁用充电

8.2.1.2 详细设计过程

通过 VSET 引脚将调节电压设置为 4.35V，输入电压为 5V，通过 ISET 引脚将充电电流编程为 500mA。

$R_{ISET} = \text{电气特性表中的 } [K_{ISET}/I_{CHG}]$

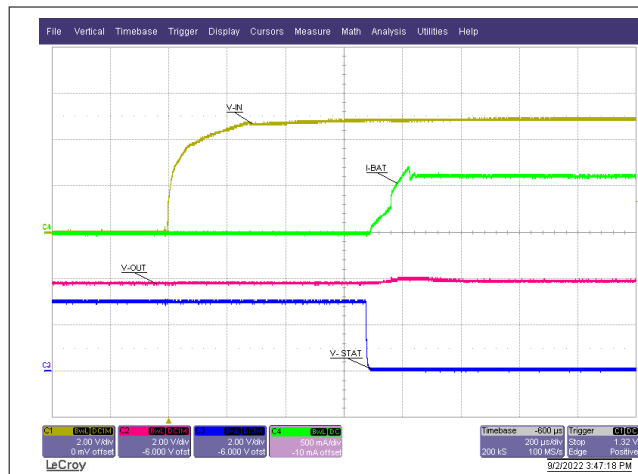
∴ $K_{ISET} = 300\text{A}\Omega$

$R_{ISET} = [300\text{A}\Omega/0.5\text{A}] = 600\Omega$

选择最接近的 1% 电阻器标准值，在 ISET 和 GND 之间使用一个 604Ω 电阻器，以获得预期的 I_{CHG} 497mA。

8.2.1.3 应用曲线

$C_{IN} = 1\mu F$, $C_{OUT} = 1\mu F$, $V_{IN} = 5V$, $V_{OUT} = 3.8V$, $I_{CHG} = 600\text{ mA}$ (除非另有说明)



$R_{ISET} = 500\Omega$

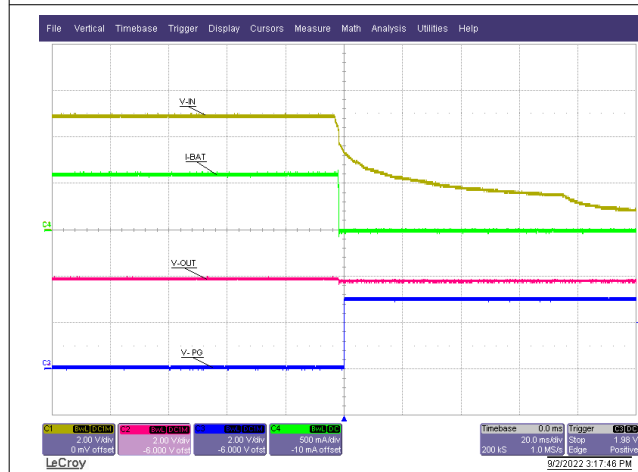
图 8-2. 在有电池的情况下上电



$R_{ISET} = 500\Omega$

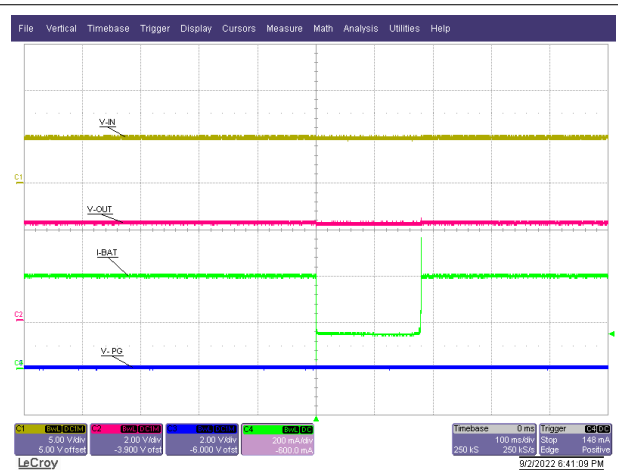
OUT = 开路

图 8-3. 在没有电池的情况下上电



$V_{IN} = 5V \rightarrow 0V$

图 8-4. 断电



$V_{OUT} = V_{SET} = 4.2V$ $R_{ISET} = 0.5k\Omega$ $I_{SYS} = 0mA \rightarrow 250mA$

图 8-5. OUT 瞬态响应



$R_{ISET} = 500\ \Omega \rightarrow 0\ \Omega$

图 8-6. ISET 短路响应

9 电源相关建议

该器件可在介于 3.0V 和 25V (最高可承受 30V) 之间的输入电源电压范围内工作, 电流能力至少为最大设计充电电流。如果距离 IN 和 GND 引脚超过几英寸, 建议使用较大的电容器。

10 布局

10.1 布局指南

为获得出色的性能, 应将从 IN 引脚到 GND 引脚的去耦电容器和从 OUT 引脚到 GND 引脚的输出滤波电容器尽可能靠近器件放置, 使用较短的布线连接到 IN、OUT 和 GND。

- 应将所有低电流 GND 连接与电池的高电流充电或放电路径分离。使用整合了小信号接地路径和电源接地路径的单点接地技术。
- 为避免在这些布线中产生压降, 必须针对最大充电电流适当设置到 IN 引脚和来自 OUT 引脚的高电流充电路径的尺寸。

为了实现正确的引脚检测, ISET 引脚和 VSET 引脚电阻器应尽可能靠近器件放置, 并通过短引线连接至 ISET、VSET 和 GND。

10.2 布局示例

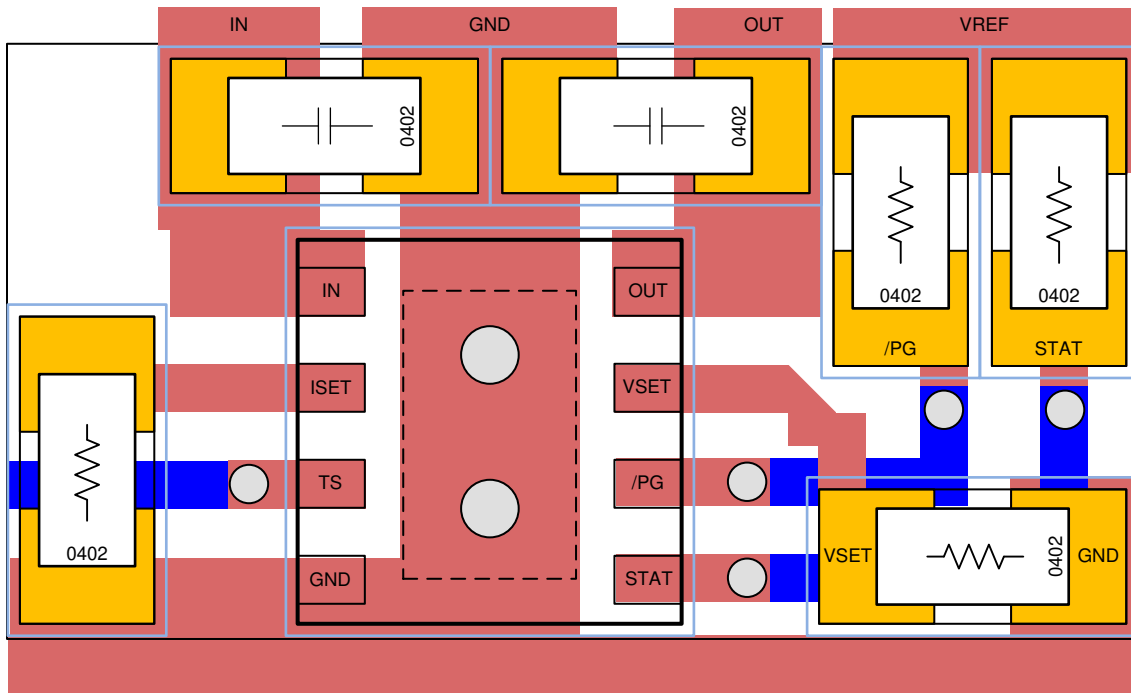


图 10-1. 电路板布局布线示例

11 器件和文档支持

11.1 器件支持

11.1.1 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。

11.2 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。

11.3 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](#)。

11.4 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。

11.5 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。

11.6 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。

12 机械、封装和可订购信息

下述页面包含机械、封装和订购信息。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)
BQ25176JDSGR	Active	Production	WSO (DSG) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	176J
BQ25176JDSGR.A	Active	Production	WSO (DSG) 8	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	176J

⁽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.

GENERIC PACKAGE VIEW

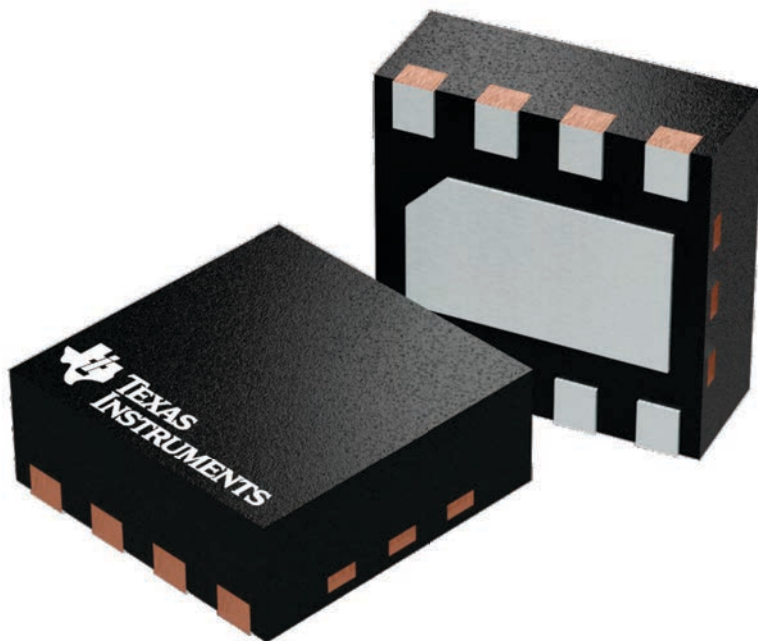
DSG 8

WSON - 0.8 mm max height

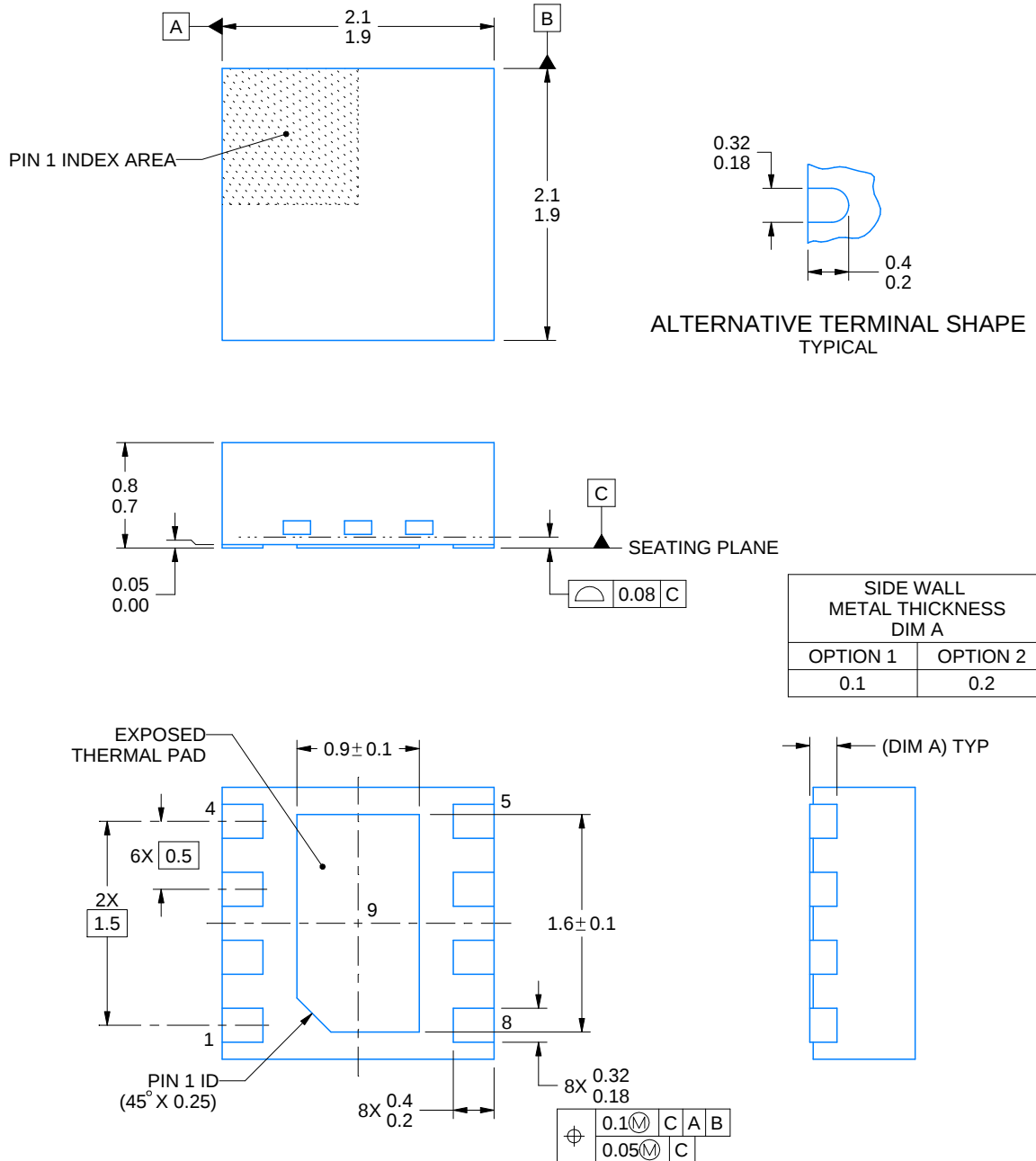
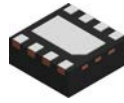
2 x 2, 0.5 mm pitch

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



4218900/E 08/2022

NOTES:

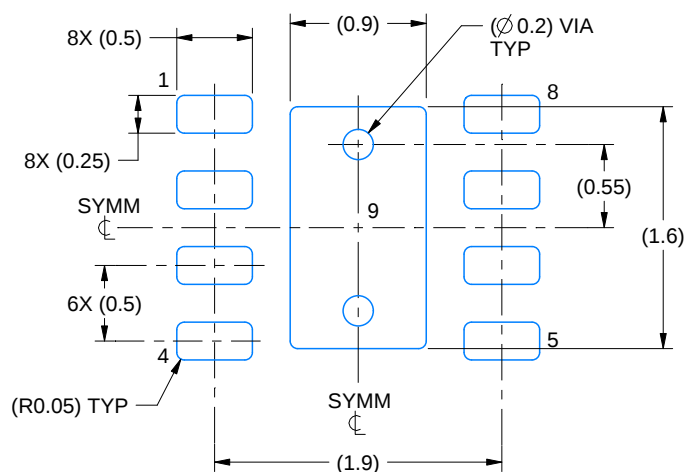
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for thermal and mechanical performance.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

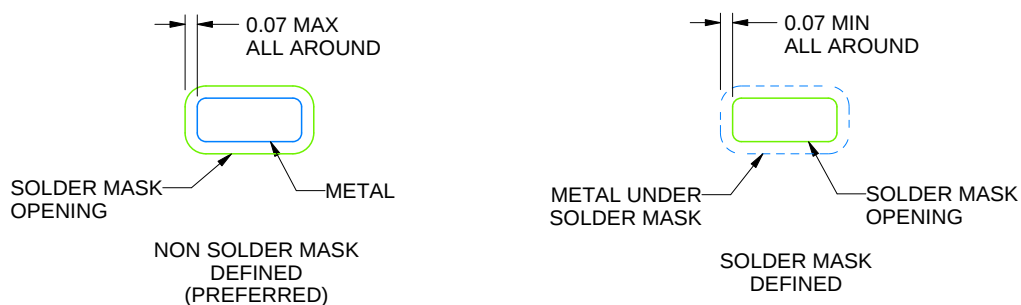
DSG0008A

WSN - 0.8 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



LAND PATTERN EXAMPLE
SCALE:20X



SOLDER MASK DETAILS

4218900/E 08/2022

NOTES: (continued)

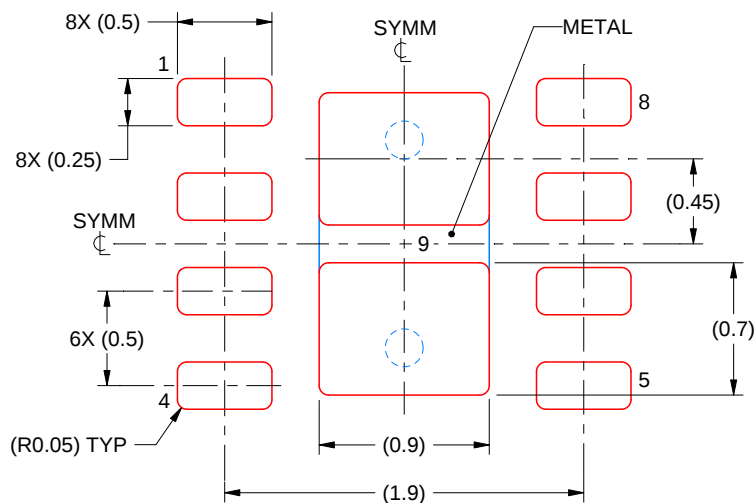
4. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/slue271).
5. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

DSG0008A

WSN - 0.8 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



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](https://www.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 © 2025，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月