具有 20mA 终止电流的 BQ25618E/BQ25619E I²C 控制型 1.5A 单节电池充电器

1 特性

- 高效率、1.5MHz 同步开关模式降压充电器
  - 0.5A 时充电效率为 95.5%，1A 时充电效率为 94.5%
  - ±0.5% 充电电压调节（10mV 阶跃）
  - 充电电压、电流和温度阈值的 I²C 可编程 JEITA 曲线
  - 高精度低终止电流 20mA±10mA
  - 2.5 x 2.0 x 1.0mm³ 的小电感器尺寸
- 单个输入，支持 USB 输入以及高电压适配器或无线电源
  - 支持 4V 至 13.5V 输入电压范围，绝对最大输入电压额定值为 22V
  - 通过 I²C（100mA 至 3.2A，100mA/阶跃）实现可编程输入电流限制 (IINDPM)
  - 通过高达 5.4V 的输入电压限制 (VINDPM) 进行最大功率跟踪
  - VINDPM 阈值自动跟踪电池电压
- 窄电压 DC (NVDC) 电源路径管理
  - 无需电池或使用深度放电的电池即可使系统瞬时启动
- 灵活的 I²C 配置和自主充电，可实现出色的系统性能
- 高集成度，包括所有 MOSFET、电流检测和环路补偿
- 低 R_{DSON} 19.5mΩ BATFET，可更大程度地降低充电损耗和延长电池运行时间
  - 提供用于运输模式的 BATFET 控制，以及使用和不使用适配器的完全系统复位功能
- 运输模式下具有 7μA 低电池漏电流
- 在系统待机时具有 9.5μA 的低电池漏电流
- 高精度电池充电曲线
  - ±6% 充电电流调节
  - ±7.5% 输入电流调节
  - 远程电池检测，可更快地进行充电
  - 用于电池完全充电的可编程充电完成计时器

2 应用

- 耳塞（真无线或 TWS）充电盒
- 消费类可穿戴设备、智能手表
- 个人护理和健身
- 耳麦/耳机
- 助听器充电盒

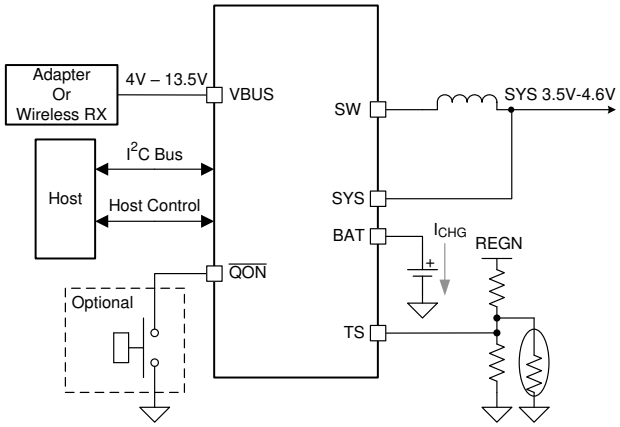
3 说明

BQ25618E/619E 将充电和电压保护功能集成在单个器件中。该器件为开关充电器提供了低终止电流，从而以最大电池容量为可穿戴设备充电。BQ25618E/BQ25619E 具有低静态电流，可在运输模式下将电池泄漏降低至 7μA，从而节约电池电量，延长器件的货架期。BQ25619E 采用 4mm x 4mm QFN 封装，以便于布局。BQ25618E 采用 2.0mm x 2.4mm WCSP 封装，适用于空间受限的设计。

封装信息

器件型号	封装(1)	封装尺寸(2)	本体尺寸（标称值）
BQ25618E	YFF（DSBGA，30）	2.20mm x 2.60mm	2.00mm x 2.40mm
BQ25619E	RTW (WQFN, 24)	4.00mm × 4.00mm	4.00mm × 4.00mm

(1) 有关所有可用封装，请参阅节 14。
(2) 封装尺寸（长 × 宽）为标称值，并包括引脚（如适用）。



简化版应用

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 说明（续）.... 3
5 器件比较表.... 4
6 引脚配置和功能.... 4
7 规格.... 7
7.1 绝对最大额定值.... 7
7.2 ESD 等级.... 7
7.3 建议运行条件.... 7
7.4 热性能信息.... 8
7.5 电气特性.... 8
7.6 时序要求.... 12
7.7 典型特性.... 13
8 详细说明.... 15
8.1 概述.... 15
8.2 功能方框图.... 15
8.3 特性说明.... 16
8.4 器件功能模式.... 27
8.5 寄存器映射.... 29
9 应用和实施.... 43
9.1 应用信息.... 43
9.2 典型应用.... 43
10 电源相关建议.... 48
11 布局.... 49
11.1 布局指南.... 49
11.2 布局示例.... 49
12 器件和文档支持.... 51
12.1 器件支持.... 51
12.2 文档支持.... 51
12.3 接收文档更新通知.... 51
12.4 支持资源.... 51
12.5 商标.... 51
12.6 静电放电警告.... 51
12.7 术语表.... 51
13 修订历史记录.... 52
14 机械、封装和可订购信息.... 53

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

4 说明（续）

BQ25618E/619E 是一款适用于锂离子电池和锂聚合物电池的高度集成型 1.5A 开关模式电池充电管理和系统电源路径管理器件。它可为耳塞（真无线或 TWS）、耳机充电盒和可穿戴设备等各种应用提供快速充电功能和高输入电压支持。其低阻抗电源路径对开关模式运行效率进行了优化，缩短了电池充电时间并延长了放电阶段的电池运行时间。其输入电压和电流调节、低终止电流 和电池远程检测可以为电池提供最大的充电功率。该解决方案在系统和电池之间高度集成输入反向阻断 FET（RBFET，Q1）、高侧开关 FET（HSFET，Q2）、低侧开关 FET（LSFET，Q3）以及电池 FET（BATFET，Q4）。它还集成了自举二极管以进行高侧栅极驱动，从而简化系统设计。具有充电和系统设置的 I^2C 串行接口使该器件成为一个真正灵活的解决方案。

该器件支持多种输入源，包括标准 USB 主机端口、USB 充电端口、兼容 USB 的高电压适配器和无线电源。该器件符合 USB 2.0 和 USB 3.0 电源规格，具有输入电流和电压调节功能。该器件从系统检测电路（如 USB PHY 器件）获取结果。

在应用适配器时，电源路径管理将系统电压调节至稍高于电池电压的水平，但不会降至最小系统电压 3.5V 以下（可编程）。借助于这个特性，即使在电池电量完全耗尽或者电池被拆除时，系统也能保持运行。当达到输入电流限值或电压限值时，电源路径管理系统会自动减小充电电流。随着系统负载持续增加，电池开始放电，直到满足系统电源需求。该补充模式可防止输入源过载。

此器件无需软件控制即可启动并完成一个充电周期。它感应电池电压并通过三个阶段为电池充电：预充电、恒定电流和恒定电压。在充电周期结束时，当充电电流低于预设限值并且电池电压高于再充电阈值时，充电器自动终止。如果充满电的电池降至再充电阈值以下，则充电器自动开启另一个充电周期。

此充电器提供针对电池充电和系统运行的多种安全特性，其中包括电池负温度系数热敏电阻监视、充电安全性计时器和过压/过流保护。当结温超过 110°C 时，热调节会减小充电电流。状态寄存器报告充电状态和任何故障状况。通过 I^2C，VBUS_GD 位指示电源是否正常，在发生故障时 $\overline{INT}$ 输出会立即通知主机。

该器件还提供用于 BATFET 使能和复位控制的 $\overline{QON}$ 引脚，以退出低功耗运输模式或完全系统复位功能。

BQ25619E 器件采用 24 引脚 4mm × 4mm x 0.75mm 薄型 WQFN 封装。 BQ25618E 器件采用 30 焊球、2.0mm x 2.4mm WCSP 封装。

5 器件比较表

	BQ25618	BQ25618E	BQ25619	BQ25619E
电源正常指示器	PMID_GOOD 引脚	NC（引脚 D5）。保持该引脚悬空。	PMID_GOOD 引脚	$\overline{PG}$ 引脚
OTG V/I 调节	4.6V/4.75V/5V/5.15V	不适用	4.6V/4.75V/5V/5.15V	不适用
	0.5A/1.2A	不适用	0.5A/1.2A	不适用
封装类型	WCSP-30，2.0mm x 2.4mm		QFN-24，4mm x 4mm	

6 引脚配置和功能

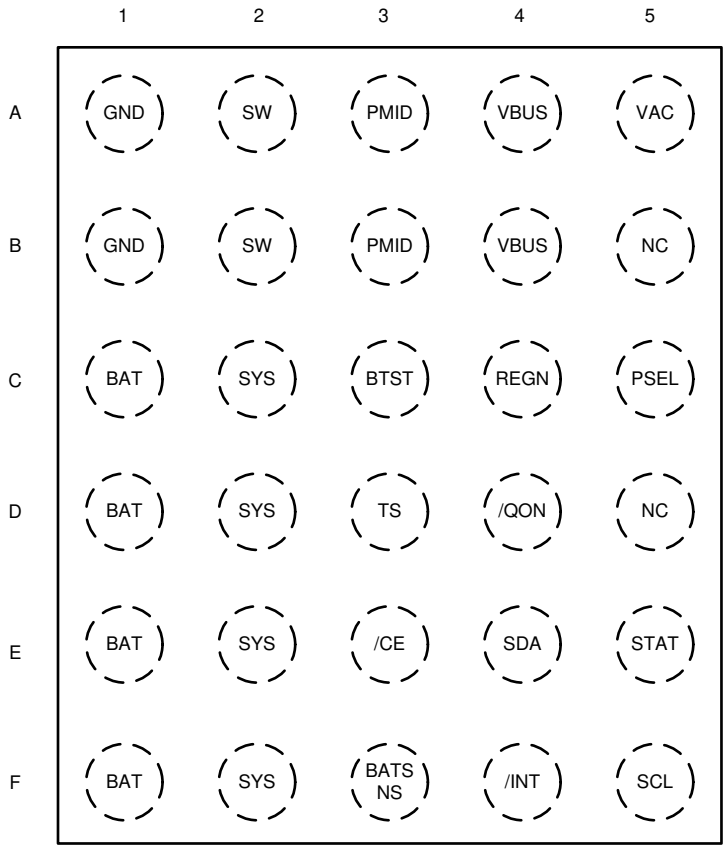


图 6-1. BQ25618E YFF 封装 30 引脚 WCSP 顶视图

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

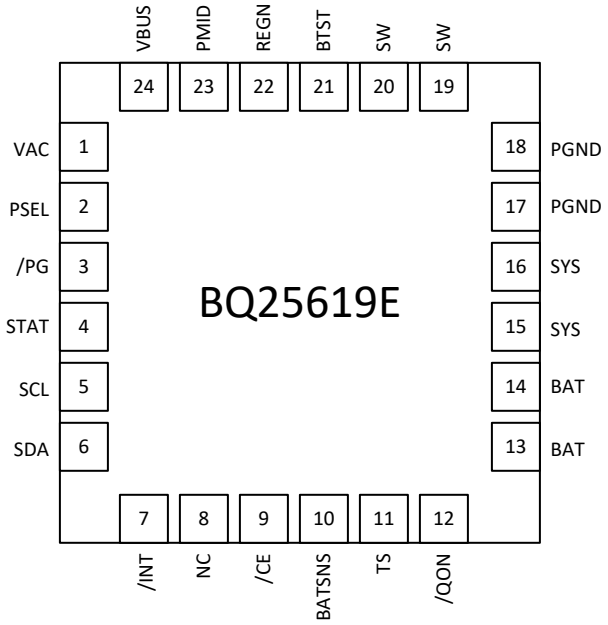


图 6-2. BQ25619E RTW 封装 24 引脚 WQFN 顶视图

表 6-1. 引脚功能

引脚			类型[1]	说明
名称	BQ25618E 编号	BQ25619E 编号		
BAT	C1、D1、E1、F1	13、14	P	指向电池包正极端子的电池连接。内部电流检测电阻器连接在 SYS 和 BAT 之间。将 10μF 电容器连接到紧靠 BAT 引脚的位置。
BATSNS	F3	10	AIO	用于充电电压调节的电池电压检测引脚。为了更大限度地减小充电期间的寄生引线电阻，BATSNS 引脚应连接到尽可能靠近电池包正极端子的位置。
BTST	C3	21	P	PWM 高侧驱动器正电源。在内部，BTST 连接到自举二极管的阴极。在 SW 和 BTST 之间连接一个 0.047μF 自举电容器。
$\overline{CE}$	E3	9	DI	充电使能引脚。当该引脚被驱动为低电平时，电池充电启用。
GND	A1、B1	17、18	P	接地
$\overline{INT}$	F4	7	DO	开漏中断输出。通过 10kΩ 电阻器将 $\overline{INT}$ 连接到逻辑轨。$\overline{INT}$ 引脚向主机发送一个低电平有效的 256μs 脉冲，以报告充电器器件状态和故障。
NC	B5、D5	8	—	未连接。保持该引脚悬空。
PMID	A3、B3	23	DO	连接至反向阻断 MOSFET (RBFET) 的漏极和 HSFET 的漏极。考虑总输入电容，在 VBUS 和 GND 之间放置 1μF 电容，其余电容置于 PMID 和 GND 之间（典型值为 2x4.7μF + 1nF）。
$\overline{PG}$	不适用	3	DO	开漏低电平有效电源正常指示器。通过 10kΩ 电阻器连接到上拉电源轨。如果输入电压介于 UVLO 和 ACOV 之间，高于睡眠模式阈值且电流限制高于 30mA，则低电平表示输入源正常。$\overline{PG}$ 仅适用于 BQ25619E，不适用于 BQ25618E。
PSEL	C5	2	DI	电源选择输入。高电平表示输入电流限制为 500mA。低电平表示输入电流限制为 2.4A。器件进入主机模式后，主机可以将不同的输入电流限制编程到 IINDPM 寄存器。
$\overline{QON}$	D4	12	DI	BATFET 使能/复位控制输入。当 BATFET 处于运输模式时，逻辑低电平持续 $t_{SHIPMODE}$ 时间将导通 BATFET 以退出运输模式。当 BATFET 不处于运输模式时，逻辑低电平持续 t_{QON_RST} 时间（最短 8s）将通过使 BATFET 关断 t_{BATFET_RST} 时间（最短 250ms）来复位 SYS（系统电源），然后重新启用 BATFET 以提供完全系统电源复位。主机通过 I^2C 位 BATFET_RST_WVBUS 在 VBUS 拔出或未拔出的情况下选择 BATFET 复位功能。该引脚通过 200kΩ 电阻器上拉至 V_{BAT}，以便在运输模式下保持默认的逻辑高电平。它有一个 6.5V 的内部钳位电压。
REGN	C4	22	P	PWM 低侧驱动器正电源输出。在内部，REGN 连接到自举二极管的阳极。在 REGN 到模拟 GND 之间连接一个 4.7μF（额定电压为 10V）的陶瓷电容器。电容器应靠近 IC 放置。
SCL	F5	5	DI	I^2C 接口时钟。通过 10kΩ 电阻器将 SCL 连接到逻辑轨。
SDA	E4	6	DIO	I^2C 接口数据。通过 10kΩ 电阻器将 SDA 连接到逻辑轨。

表 6-1. 引脚功能（续）

引脚			类型[(1)]	说明
名称	BQ25618E 编号	BQ25619E 编号		
STAT	E5	4	DO	开漏中断输出。通过 10kΩ 电阻器将 STAT 引脚连接到逻辑轨。STAT 引脚指示充电器状态。 正在进行充电：低电平 充电完成或充电器处于睡眠模式：高电平 充电暂停（故障响应）：以 1Hz 的频率闪烁
SW	A2、B2	19、20	P	连接到输出电感器的开关节点。在内部，SW 连接至 N 沟道 HSFET 的源极和 N 沟道 LSFET 的漏极。在 SW 和 BTST 之间连接一个 0.047μF 自举电容器。
SYS	C2、D2、E2、F2	15、16	P	转换器输出连接点。内部电流检测电阻器连接在 SYS 和 BAT 之间。将 10μF（最小值）连接到紧靠 SYS 引脚的位置。
TS	D3	11	AI	电池温度鉴定电压输入。连接一个负温度系数热敏电阻 (NTC)。使用从 REGN 到 TS 再到 GND 的电阻分压器对温度窗口进行编程。当 TS 引脚电压超出范围时，充电暂停。不使用 TS 引脚时，在 REGN 和 TS 之间连接一个 10kΩ 电阻器，并且在 TS 和 GND 之间连接一个 10kΩ 电阻器，或者将 TS_IGNORE 设置为高电平以忽略 TS 引脚。建议使用 103AT-2 热敏电阻。
VAC	A5	1	AI	输入电压检测。该引脚必须连接至 VBUS。
VBUS	A4、B4	24	P	充电器输入电压。内部 N 沟道反向阻断 MOSFET (RBFET) 连接在 VBUS 和 PMID 之间，同时 VBUS 位于源极。在 VBUS 和 GND 之间放置一个 1μF 陶瓷电容器，使之尽可能靠近 IC。
散热焊盘	不适用	—	P	器件的接地基准，也是用于传导器件热量的散热焊盘。此连接有两个用途。第一个用途是为器件提供电气接地连接。第二个用途是提供一条从器件芯片到 PCB 的低热阻抗路径。该散热焊盘应该在外部连接至接地层。

(1) AI = 模拟输入，AO = 模拟输出，AIO = 模拟输入/输出，DI = 数字输入，DO = 数字输出，DIO = 数字输入/输出，P = 电源

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

7 规格

7.1 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	VAC（转换器不进行开关）	-2	22	V
电压	VBUS（转换器不进行开关）	-2	22	V
电压	PMID（转换器不进行开关）	-0.3	22	V
电压	SW	-0.3	16	V
电压	BAT、SYS（转换器不进行开关）	-0.3	7	V
电压	BTST	-0.3	22	V
电压	BATSNS（转换器不进行开关）	-0.3	7	V
电压	PSEL、STAT、SCL、SDA、$\overline{INT}$、$\overline{PG}$、$\overline{CE}$、TS、$\overline{QON}$	-0.3	7	V
输出灌电流	SDA、STAT、$\overline{INT}$、$\overline{PG}$		6	mA
T_J	结温	-40	150	°C
T_{stg}	贮存温度	-55	150	°C

(1) 超出*绝对最大额定值*下列出的应力可能会对器件造成永久性损坏。这些仅为应力等级，并不意味着器件在这些条件下以及在*建议运行条件*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。

7.2 ESD 等级

			值	单位
$V_{(ESD)}$	静电放电	人体放电模型 (HBM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 标准，所有引脚[(1)]	±2000	V
		充电器件模型 (CDM)，符合 JEDEC 规范 JESD22-C101，所有引脚[(2)]	±250	

(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。

7.3 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_{VBUS}	输入电压	4		13.5	V
V_{BAT}	电池电压			4.52	V
I_{VBUS}	输入电流			3.2	A
I_{SW}	输出电流 (SW)			1.8	A
I_{BAT}	快速充电电流			1.5	A
I_{BAT}	RMS 放电电流			5	A
T_A	环境温度	-40		85	°C
L	电感		1	2.2	μH
C_{VBUS}	VBUS 电容		1		μF
C_{PMID}	PMID 电容		10		μF
C_{SYS}	SYS 电容		10		μF
C_{BAT}	BAT 电容		10		μF
C_{REGN}	REGN 电容		4.7		μF

7.4 热性能信息

热指标[1]		BQ25618E YFF (DSBGA) 30 焊球	BQ25619E RTW (WQFN) 24 引脚	单位
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻 (JEDEC[1])	58.8	35.6	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳（顶部）热阻	0.2	22.7	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	8.3	11.9	°C/W
Ψ_{JT}	结至顶部特征参数	1.4	0.2	°C/W
Ψ_{JB}	结至电路板特征参数	8.3	12	°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	结至外壳（底部）热阻	不适用	2.6	°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。

7.5 电气特性

$V_{VBUS_UVLOZ} < V_{VBUS} < V_{VBUS_OV}$ 且 $V_{VBUS} > V_{BAT} + V_{SLEEP}$，$T_J$ = -40°C 至 +125°C，典型值在 T_J = 25°C 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_BAT}	静态电池电流（BATSNS、BAT、SYS、SW）	VBAT = 4.5V，VBUS 悬空，SCL，SDA = 0V 或 1.8V，T_J < 85°C，BATFET 启用		9.5	15	μA
I_{SHIP_BAT}	运输模式电池电流（BATSNS、BAT、SYS、SW）	VBAT = 4.5V，VBUS 悬空，SCL，SDA = 0V 或 1.8V，T_J < 85°C，BATFET 禁用		7	9.5	μA
I_{VBUS}	转换器开关时降压模式下的输入电流 (VBUS)	VBUS = 5V，充电禁用，转换器开关，ISYS = 0A		2.3		mA
I_{HIZ_VBUS}	高阻态模式下的静态输入电流	VAC/VBUS = 5V，高阻态模式，无电池		37	50	μA
		VAC/VBUS = 12V，高阻态模式，无电池		68	90	μA
VBUS/VBAT 电源						
V_{VBUS_OP}	VBUS 工作范围		4		13.5	V
V_{VBUS_UVLOZ}	VBUS 上升用于有源 I2C，无电池	VBUS 上升		3.3	3.7	V
V_{VBUS_UVLO}	VBUS 下降以关闭 I2C，无电池	VBUS 下降		3	3.3	V
$V_{VBUS_PRESENT}$	通过 VBUS 来启用 REGN	VBUS 上升		3.65	3.9	V
$V_{VBUS_PRESENTZ}$	通过 VBUS 来禁用 REGN	VBUS 下降		3.15	3.4	V
V_{SLEEP}	进入睡眠模式阈值	VBUS 下降，VBUS - VBAT，VBAT = 4V	15	60	110	mV
V_{SLEEPZ}	退出睡眠模式阈值	VBUS 上升，VBUS - VBAT，VBAT = 4V	115	220	340	mV
V_{ACOV}	用于关断开关的 VAC 过压上升阈值	VAC 上升，OVP[1:0]=00	5.45	5.85	6.07	V
		VAC 上升，OVP[1:0]=01	6.1	6.4	6.75	V
		VAC 上升，OVP[1:0]=10	10.45	11	11.55	V
		VAC 上升，OVP[1:0]=11（默认值）	13.5	14.2	14.85	V
	用于恢复开关的 VAC 过压下降阈值	VAC 下降，OVP[1:0]=00	5.2	5.6	5.8	V
		VAC 下降，OVP[1:0]=01	5.8	6.2	6.45	V
		VAC 下降，OVP[1:0]=10	10	10.7	11.1	V
		VAC 下降，OVP[1:0]=11（默认值）	13	13.9	14.5	V

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

7.5 电气特性（续）

$V_{VBUS_UVLOZ} < V_{VBUS} < V_{VBUS_OV}$ 且 $V_{VBUS} > V_{BAT} + V_{SLEEP}$，$T_J$ = -40°C 至 +125°C，典型值在 T_J = 25°C 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_{BAT_UVLOZ}	用于有源 I2C 的 BAT 电压，无 VBUS	VBAT 上升	2.5			V
V_{BAT_DPLZ}	用于导通 BATFET 的 BAT 耗尽上升阈值	VBAT 上升	2.35		2.8	V
V_{BAT_DPL}	用于关断 BATFET 的 BAT 耗尽下降阈值	VBAT 下降	2.18		2.62	V
$V_{POORSRC}$	适配器不良检测阈值	VBUS 下降	3.75	3.9	4.0	V
电源路径管理						
V_{SYS_MIN}	最小系统稳压电压	VBAT = 3.2V < SYS_MIN = 3.5V，ISYS = 0A	3.5	3.65		V
V_{SYS_OVP}	系统过压阈值	VREG = 4.35V，充电禁用，ISYS = 0A		4.7		V
R_{ON_RBFET}	阻断 FET 导通电阻 (BQ25618E)			35		mΩ
R_{ON_RBFET}	阻断 FET 导通电阻 (BQ25619E)			45		mΩ
R_{ON_HSFET}	高侧开关 FET 导通电阻 (BQ25618E)			55		mΩ
R_{ON_HSFET}	高侧开关 FET 导通电阻 (BQ25619E)			62		mΩ
R_{ON_LSFET}	低侧开关 FET 导通电阻 (BQ25618E)			60		mΩ
R_{ON_LSFET}	低侧开关 FET 导通电阻 (BQ25619E)			71		mΩ
V_{BATFET_FWD}	补充模式下的 BATFET 正向电压	BAT 放电电流 10mA，转换器正在运行		30		mV
电池充电器						
V_{REG_RANGE}	典型充电电压调节范围		3.5		4.52	V
V_{REG_STEP}	典型充电电压步长	4.3V < VREG < 4.52V		10		mV
V_{REG_ACC}	充电电压精度	VREG = 4.2V，T_J = –40°C - 85°C	4.179	4.2	4.221	V
		VREG = 4.35V，T_J = –40°C - 85°C	4.329	4.35	4.371	V
		VREG = 4.45V，T_J = –40°C - 85°C	4.428	4.45	4.472	V
I_{CHG_RANGE}	典型充电电流调节范围		0		1.5	A
I_{CHG_STEP}	典型充电电流调节步长			20		mA
I_{CHG_ACC}	快速充电电流调节精度	ICHG = 0.24A，VBAT = 3.1V 或 3.8V，T_J = –40°C - 85°C	0.216	0.24	0.264	A
		ICHG = 0.72A，VBAT = 3.1V 或 3.8V，T_J = –40°C - 85°C	0.6768	0.72	0.7632	A
		ICHG = 1.50A，VBAT = 3.1V 或 3.8V，T_J = –40°C - 85°C	1.41	1.5	1.59	A
I_{PRECHG_RANGE}	典型预充电电流范围		20		260	mA
I_{PRECHG_STEP}	典型预充电电流步长			20		mA
I_{PRECHG_ACC}	预充电电流精度	VBAT = 2.6V，IPRECHG = 40mA	28	40	52	mA
		VBAT = 2.6V，IPRECHG = 120mA	84	120	156	mA
I_{TERM_RANGE}	典型终止电流范围		20		260	mA
I_{TERM_STEP}	典型终止电流阶跃			20		mA
I_{TERM_ACC}	终止电流精度	ITERM = 40mA，ICHG > 260mA，VREG = 4.35V，T_J = 0°C - 85°C	30	40	50	mA
		ITERM = 20mA，ICHG < 260mA，VREG = 4.35V，T_J = 0°C - 85°C	10	20	30	mA
V_{BAT_SHORTZ}	开始预充电的电池短路电压上升阈值	VBAT 上升	2.13	2.25	2.35	V
V_{BAT_SHORT}	停止预充电的电池短路电压下降阈值	VBAT 下降	1.85	2	2.15	V
I_{BAT_SHORT}	电池短路涓流充电电流	VBAT < V_{BAT_SHORTZ}	15	25	30	mA

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

7.5 电气特性（续）

$V_{VBUS_UVLOZ} < V_{VBUS} < V_{VBUS_OV}$ 且 $V_{VBUS} > V_{BAT} + V_{SLEEP}$，$T_J$ = -40°C 至 +125°C，典型值在 T_J = 25°C 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
$V_{BATLOWV}$	开始快速充电的电池 LOWV 上升阈值	VBAT 上升	3	3.12	3.24	V
	停止快速充电的电池 LOWV 下降阈值	VBAT 下降	2.7	2.8	2.9	V
V_{RECHG}	电池充电阈值	VRECHG = 0，VBAT 下降（默认值）	90	120	150	mV
		VRECHG = 1，VBAT 下降	185	210	245	mV
I_{SYS_LOAD}	SYSOVP 期间的系统放电负载电流			30		mA
R_{ON_BATFET}	电池 FET 导通电阻	T_J = –40°C - 85°C		19.5	26	mΩ
		T_J = –40°C - 125°C		19.5	30	mΩ
电池过压保护						
V_{BAT_OVP}	电池过压上升阈值	VBAT 上升，以 VREG 的百分比表示	103	104	105	%
	电池过压下降阈值	VBAT 下降，以 VREG 的百分比表示	101	102	103	%
输入电压/电流调节						
V_{INDPM_RANGE}	典型输入电压调节范围		3.9		5.4	V
V_{INDPM_STEP}	典型输入电压调节步长			100		mV
V_{INDPM_ACC}	典型输入电压调节精度		4.365	4.5	4.635	V
V_{INDPM_TRACK}	用于跟踪电池电压的 VINDPM 阈值	VBAT = 4.35V，VINDPM_BAT_TRACK = VBAT + 200mV	4.45	4.55	4.74	V
I_{INDPM_RANGE}	典型输入电流调节范围		0.1		3.2	A
I_{INDPM_STEP}	典型输入电流调节步长			100		mA
I_{INDPM_ACC}	输入电流调节精度	IINDPM = 500mA (T_J = -40°C - 85°C)	450	465	500	mA
I_{INDPM_ACC}	输入电流调节精度	IINDPM = 900mA (T_J = -40°C - 85°C)	750	835	900	mA
I_{INDPM_ACC}	输入电流调节精度	IINDPM = 1500mA (T_J = -40°C - 85°C)	1300	1390	1500	mA
热调节和热关断						
T_{REG}	结温调节精度	TREG = 90°C		90		°C
		TREG = 110°C		110		°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		130		°C
充电模式热敏电阻比较器						
$V_{T1_RISE\%}$	TS 引脚电压上升阈值，高于该电压时充电暂停。	以 REGN 的百分比表示（0°C，带 103AT）	72.4	73.3	74.2	%
$V_{T1_FALL\%}$	TS 引脚电压下降阈值。低于该电压时，重新启用充电至 ICHG 和 VREG 的 20%。	以占 REGN 的百分比表示	71.5	72	72.5	%
$V_{T2_RISE\%}$	TS 引脚电压上升阈值，高于该电压时重新充电至 ICHG 和 VREG 的 20%。	以 REGN 的百分比表示，JEITA_T2 = 5°C（带 103AT）	70.25	70.75	71.25	%
		以 REGN 的百分比表示，JEITA_T2 = 10°C（带 103AT）	67.75	68.25	68.75	%
		以 REGN 的百分比表示，JEITA_T2 = 15°C（带 103AT）	64.75	65.25	65.75	%
		以 REGN 的百分比表示，JEITA_T2 = 20°C（带 103AT）	61.75	62.25	62.75	%

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

7.5 电气特性（续）

$V_{VBUS_UVLOZ} < V_{VBUS} < V_{VBUS_OV}$ 且 $V_{VBUS} > V_{BAT} + V_{SLEEP}$，$T_J$ = -40°C 至 +125°C，典型值在 T_J = 25°C 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
$V_{T2_FALL\%}$	TS 引脚电压下降阈值。低于该电压时重新充电至 ICHG 和 VREG。	以 REGN 的百分比表示，JEITA_T2 = 5°C（带 103AT）	68.7	69.2	69.7	%
		以 REGN 的百分比表示，JEITA_T2 = 10°C（带 103AT）	66.45	66.95	67.45	%
		以 REGN 的百分比表示，JEITA_T2 = 15°C（带 103AT）	63.7	64.2	64.7	%
		以 REGN 的百分比表示，JEITA_T2 = 20°C（带 103AT）	60.7	61.2	61.7	%
$V_{T3_FALL\%}$	TS 引脚电压下降阈值。低于该电压时充电至 ICHG 和 4.1V。	以 REGN 的百分比表示，JEITA_T3 = 40°C（带 103AT）	47.75	48.25	48.75	%
		以 REGN 的百分比表示，JEITA_T3 = 45°C（带 103AT）	44.25	44.75	45.25	%
		以 REGN 的百分比表示，JEITA_T3 = 50°C（带 103AT）	40.2	40.7	41.2	%
		以 REGN 的百分比表示，JEITA_T3 = 55°C（带 103AT）	37.2	37.7	38.2	%
$V_{T3_RISE\%}$	TS 引脚电压上升阈值。高于该电压时重新充电至 ICHG 和 VREG。	以 REGN 的百分比表示，JEITA_T3 = 40°C（带 103AT）	48.8	49.3	49.8	%
		以 REGN 的百分比表示，JEITA_T3 = 45°C（带 103AT）	45.3	45.8	46.3	%
		以 REGN 的百分比表示，JEITA_T3 = 50°C（带 103AT）	41.3	41.8	42.3	%
		以 REGN 的百分比表示，JEITA_T3 = 55°C（带 103AT）	38.5	39	39.5	%
$V_{T5_FALL\%}$	TS 引脚电压下降阈值，低于该电压时充电暂停。	以 REGN 的百分比表示（60°C，带 103AT）	33.7	34.2	35.1	%
$V_{T5_RISE\%}$	TS 引脚电压上升阈值。高于该电压时重新充电至 ICHG 和 4.1V。	以占 REGN 的百分比表示	35	35.5	36	%
开关转换器						
F_{SW}	PWM 开关频率	振荡器频率	1.32	1.5	1.68	MHz
D_{MAX}	最大 PWM 占空比			97		%
REGN LDO						
V_{REGN}	REGN LDO 输出电压	V_{VBUS} = 5V，I_{REGN} = 20mA	4.58	4.7	4.8	V
		V_{VBUS} = 9V，I_{REGN} = 20mA	5.6	6	6.5	V
I_{REGN}	REGN LDO 电流限制	V_{VBUS} = 5V，V_{REGN} = 3.8V	50			mA
I2C 接口（SCL、SDA）						
V_{IH}	输入高阈值电平，SDA 和 SCL	上拉电源轨 1.8V	1.3			V
V_{IL}	输入低阈值电平	上拉电源轨 1.8V			0.4	V
V_{OL}	输出低阈值电平	灌电流 = 5mA			0.4	V
I_{BIAS}	高电平漏电流	上拉电源轨 1.8V			1	μA
V_{IH_SDA}	输入高阈值电平，SDA	上拉电源轨 1.8V	1.3			V
V_{IL_SDA}	输入低阈值电平	上拉电源轨 1.8V			0.4	V
V_{OL_SDA}	输出低阈值电平	灌电流 = 5mA			0.4	V
I_{BIAS_SDA}	高电平漏电流	上拉电源轨 1.8V			1	μA
V_{IH_SCL}	输入高阈值电平，SDA	上拉电源轨 1.8V	1.3			V

7.5 电气特性（续）

$V_{VBUS_UVLOZ} < V_{VBUS} < V_{VBUS_OV}$ 且 $V_{VBUS} > V_{BAT} + V_{SLEEP}$，$T_J$ = -40°C 至 +125°C，典型值在 T_J = 25°C 下测得（除非另有说明）

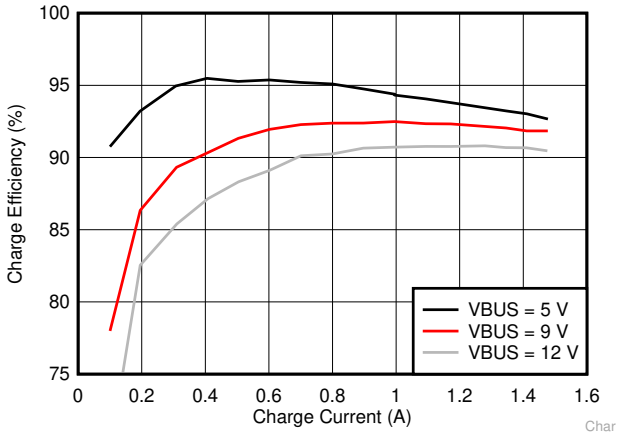
参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IL_SCL}	输入低阈值电平	上拉电源轨 1.8V			0.4	V
V_{OL_SCL}	输出低阈值电平	灌电流 = 5mA			0.4	V
I_{BIAS_SCL}	高电平漏电流	上拉电源轨 1.8V			1	μA
逻辑输入引脚						
V_{IH}	输入高阈值电平（/CE、PSEL）		1.3			V
V_{IL}	输入低阈值电平（/CE、PSEL）				0.4	V
I_{IN_BIAS}	高电平漏电流（/CE、PSEL）	上拉电源轨 1.8V			1	μA
逻辑输出引脚						
V_{OL}	输出低阈值电平（/INT、STAT、/PG）	灌电流 = 5mA			0.4	V
I_{OUT_BIAS}	高电平漏电流（/INT、STAT、/PG）	上拉电源轨 1.8V			1	μA

7.6 时序要求

		最小值	标称值	最大值	单位
VBUS/VBAT 上电					
t_{VBUS_OV}	VBUS OVP 响应时间		130		ns
$t_{POORSRC}$	适配器不良检测持续时间		30		ms
$t_{POORSRC_RETRY}$	适配器不良检测重试等待时间		2		s
电池充电器					
t_{TERM_DGL}	充电终止的抗尖峰脉冲时间		30		ms
t_{RECHG_DGL}	再充电阈值的抗尖峰脉冲时间		30		ms
t_{TOP_OFF}	典型的充电完成计时器精度，TOP_OFF_TIMER[1:0]=10		30		min
t_{SAFETY}	快速充电安全计时器精度，CHG_TIMER = 20hr	17	20	24	hr
t_{SAFETY}	快速充电安全计时器精度，CHG_TIMER = 10hr	8	10	12	hr
$\overline{QON}$ 时序					
$t_{SHIPMODE}$	导通 BATFET 并退出运输模式的 $\overline{QON}$ 低电平时间（–10℃ ≤ TJ ≤ 60℃）	0.9		1.3	s
t_{QON_RST}	BATFET 完全系统复位之前的 $\overline{QON}$ 低电平时间（–10℃ ≤ TJ ≤ 60℃）	8		12	s
t_{BATFET_RST}	完全系统复位期间的 BATFET 关断时间（–10℃ ≤ TJ ≤ 60℃）	250		400	ms
t_{BATFET_DLY}	在运输模式下 BATFET 关断之前的延迟时间（–10℃ ≤ TJ ≤ 60℃）	10		15	s
I2C 接口					
f_{SCL}	SCL 时钟频率			400	kHz
数字时钟和看门狗					
f_{LPDIG}	数字低功耗时钟（REGN LDO 禁用）		30		kHz
f_{DIG}	数字电源时钟		500		kHz
t_{WDT}	看门狗复位时间 (WATCHDOG REG05[5:4] = 160s)		160		s

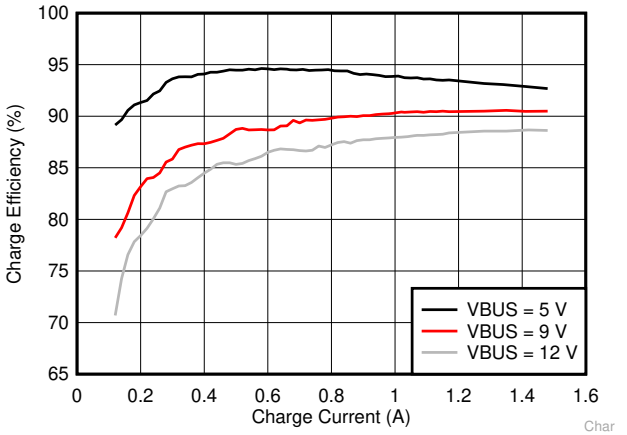
Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

7.7 典型特性



BQ25619EVM V_{BAT} = 3.8V 电感器 2.2μH，DCR = 40mΩ

图 7-1. 充电效率



BQ25618EVM V_{BAT} = 3.8V 电感器 1.0μH，DCR = 27mΩ

图 7-2. 充电效率

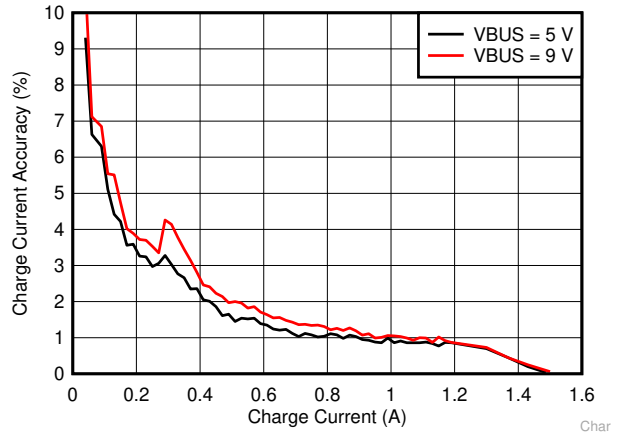


图 7-3. 充电电流精度

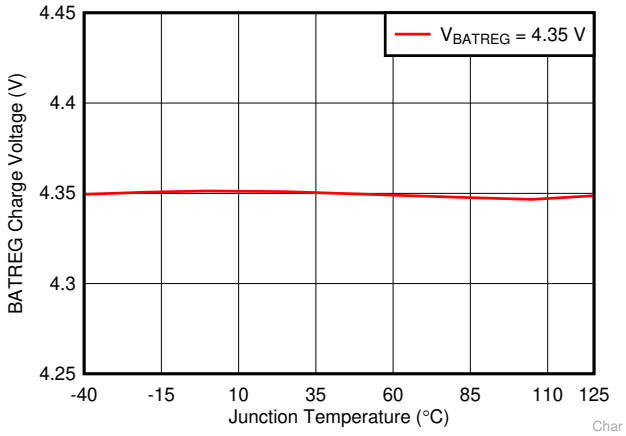


图 7-4. 电池充电电压与结温间的关系

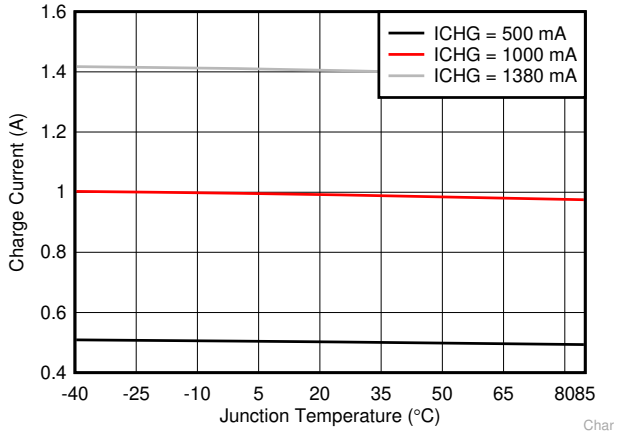


图 7-5. 充电电流与结温间的关系

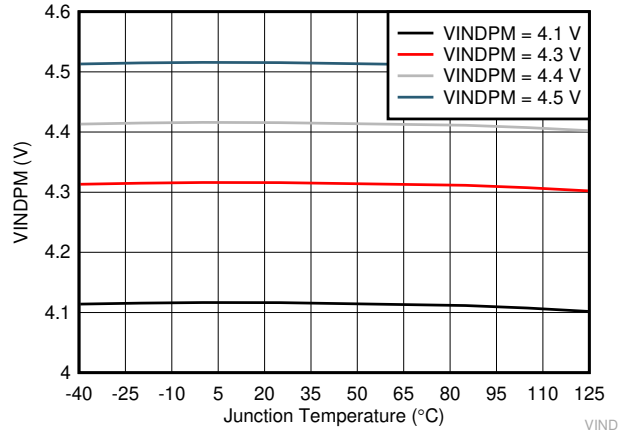


图 7-6. VINDPM 与结温间的关系

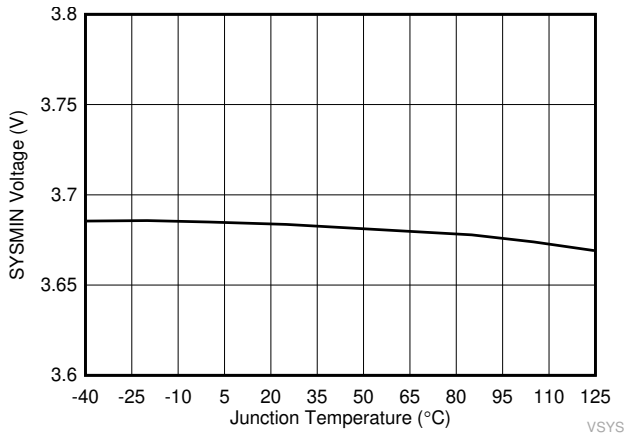


图 7-7. SYSMIN 电压与结温间的关系（VSYS 设置为 3.5V）

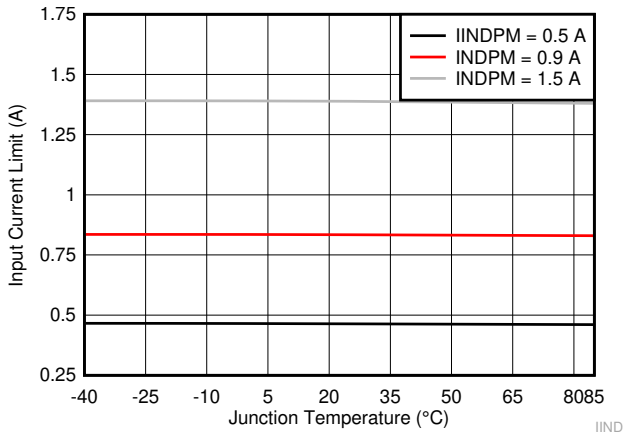


图 7-8. 输入电流限值与结温间的关系

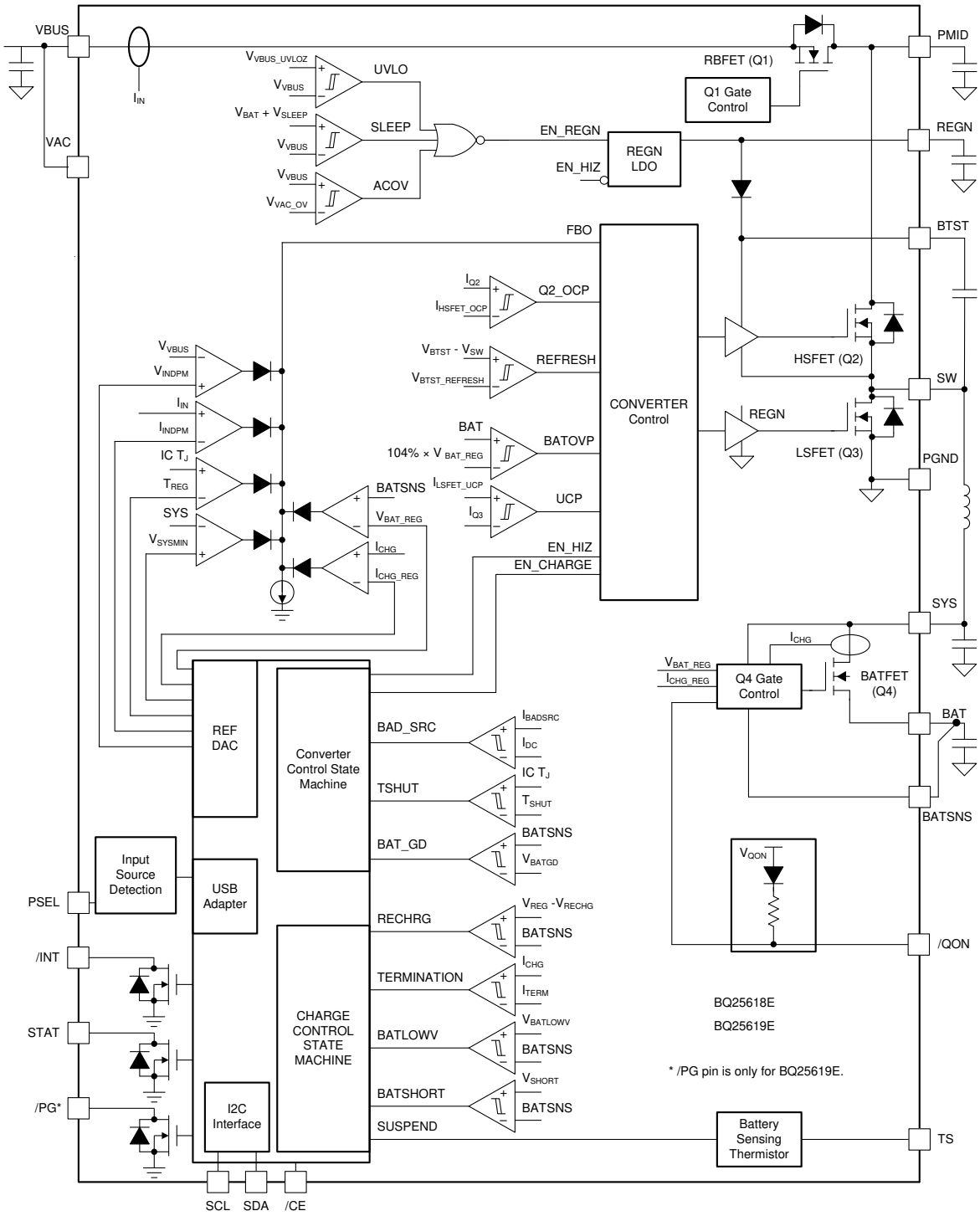
Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

8 详细说明

8.1 概述

BQ25618E/619E 器件是一款高度集成的 1.5A 开关模式电池充电器，适用于单节锂离子和锂聚合物电池。它包括输入反向阻断 FET（RBFET，Q1）、高侧开关 FET（HSFET，Q2）、低侧开关 FET（LSFET，Q3）、电池 FET（BATFET，Q4）以及用于高侧栅极驱动器的自举二极管。

8.2 功能方框图



8.3 特性说明

8.3.1 上电复位 (POR)

该器件通过 VBUS 和 BAT 中的较高电压为内部偏置电路供电。当 V_{VBUS} 上升至高于 V_{VBUS_UVLOZ} 或 V_{BAT} 上升至高于 V_{BAT_UVLOZ} 时，睡眠比较器、电池电量耗尽比较器和 BATFET 驱动器处于活动状态。I^2C 接口已为通信做好准备，并且所有寄存器均复位至默认值。主机可以在 POR 后访问所有寄存器。

8.3.2 无输入源时通过电池实现器件上电

如果仅存在电池且电压高于耗尽阈值 (V_{BAT_DPLZ})，则 BATFET 导通并将电池连接到系统。REGN 保持关断状态，以更大程度地减小静态电流。BATFET 的低 R_{DSON} 和 BAT 上的低静态电流可更大限度地降低导通损耗并更大限度地延长电池运行时间。

该器件始终监测通过 BATFET 的放电电流。当系统过载或短路 (I_{BAT} > $I_{SYS_OCP_Q4}$) 时，器件会立即关断 BATFET。

借助 I^2C，当 BATFET 因过流而关断时，器件会设置 BATFET_DIS 位以指示 BATFET 被禁用，直到输入源再次插入或应用节 8.3.6.2 中所述的方法之一以重新启用 BATFET。

8.3.3 通过输入源实现上电

当输入源插入时，该器件会检查输入源电压以导通 REGN LDO 和所有偏置电路。该器件在降压转换器启动之前检测并设置输入电流限制。从输入源进行的上电顺序如下：

1. 为 REGN LDO 上电，请参阅节 8.3.3.1
2. 不良源鉴定，请参阅节 8.3.3.2
3. 输入源类型检测基于 PSEL，用于设置默认输入电流限值（IINDPM 阈值），请参阅节 8.3.3.3
4. 输入电压限制阈值设置（VINDPM 阈值），请参阅节 8.3.3.4
5. 为转换器上电，请参阅节 8.3.3.5

8.3.3.1 为 REGN LDO 上电

REGN LDO 为内部偏置电路以及 HSFET 和 LSFET 栅极驱动器供电。它还为 TS 外部电阻器提供偏置电压轨。STAT 的上拉电源轨也可连接至 REGN。满足以下所有条件时将启用 REGN LDO：

- V_{VBUS} > V_{VBUS_UVLOZ}
- 在降压模式下，V_{VBUS} > V_{BAT} + V_{SLEEPZ}
- 220ms 延迟时间结束后

在高阻抗模式期间当 EN_HIZ 位为 1 时，REGN LDO 关断。电池为系统上电。

8.3.3.2 不良源鉴定

REGN LDO 上电后，该器件开始检查输入源的电流能力。第一步是不良源检测。

- 拉取 I_{BADSRC}（典型值为 30mA）时的 VBUS 电压高于 $V_{POORSRC}$

使用 I^2C 时，一旦输入源通过不良源检测，状态寄存器位 VBUS_GD 就会设置为 1，并且 $\overline{INT}$ 引脚会向主机发送脉冲信号。

如果器件未能通过不良源检测，它会每 2 秒重复一次不良源鉴定。

8.3.3.3 输入源类型检测（IINDPM 阈值）

进行不良源检测后，该器件会通过 PSEL 引脚运行输入源检测。PSEL 引脚将输入电流限制设置为 0.5A（高电平）或 2.4A（低电平）。输入源类型检测完成后，$\overline{PG}$ 引脚被置为低电平，且 PG_STAT 位设置为 1（仅限 BQ25619E）。

使用 I^2C，输入源类型检测完成后，一个 $\overline{INT}$ 脉冲被置为有效以发送至主机。此外，以下寄存器位也将更新：

1. 根据检测结果更新输入电流限制 (IINDPM) 寄存器

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

2. VBUS_STAT 位更新为指示 USB 或其他输入源
3. PG_STAT 位更新为指示适配器插入良好（仅限 BQ25619E）

主机可以对 IINDPM 寄存器进行覆写操作，以便在需要时更改输入电流限值。

8.3.3.3.1 PSEL 引脚设置输入电流限值

带 PSEL 引脚的器件直接接收 USB PHY 器件输出，以决定输入是 USB 主机还是充电端口。当该器件在主机控制模式下运行时，主机需要将 IINDET_EN 位设置为 1 以更新 IINDPM 寄存器。当器件处于默认模式时，PSEL 值会实时更新 IINDPM。

表 8-1. 来自 PSEL 的输入电流限值设置

输入检测	PSEL 引脚	输入电流限值 (ILIM)	VBUS_STAT
USB SDP	高电平	500mA	001
适配器	低电平	2.4A	011

8.3.3.4 输入电压限制阈值设置（VINDPM 阈值）

该器件具有两种设置 VINDPM 阈值的模式。

- 固定 VINDPM 阈值。VINDPM 默认设置为 4.5V（可在 3.9V 至 5.4V 范围内编程）。
- VINDPM 阈值跟踪电池电压，以优化输入和输出之间的转换器余量。当在 REG07[1:0] 中启用该功能时，实际输入电压限值是寄存器中的 VINDPM 设置值和 V_{BAT} + VINDPM_BAT_TRACK[1:0] 中的失调电压中的较高者。

8.3.3.5 在降压模式下为转换器上电

设置输入电流限值后，转换器将启用，并且 HSFET 和 LSFET 开始开关。系统电压由转换器而不是电池供电。如果电池充电被禁用，BATFET 将关闭。否则，BATFET 将保持导通状态，以便为电池充电。

当系统电源轨上升时，该器件提供软启动。当系统电源轨低于 V_{BAT_SHORT} 时，输入电流被限制在 200mA 或 IINDPM 寄存器设置 的较低值。系统负载应适当进行规划，不得超过 200mA IINDPM 限值。当系统升至高于 V_{BAT_SHORTZ} 时，器件输入电流限值是 IINDPM 寄存器设置的值。

作为电池充电器，该器件部署了一个高效的 1.5MHz 降压开关稳压器。固定频率振荡器可在输入电压、电池电压、充电电流和温度的所有条件下严格控制开关频率，从而简化输出滤波器设计。

默认情况下，该转换器支持 PFM 运行，可在系统电压调节期间实现快速瞬态响应并提高轻负载效率。如果系统电压未处于稳压状态，则 PFM_DIS 位会禁用 PFM 运行。

8.3.3.6 高阻态模式（存在适配器）

在存在适配器的情况下将 EN_HIZ 位设置为 1，器件将进入高阻抗状态 (HIZ)。在高阻态模式下，即使存在运行良好的适配器，系统也由电池供电。该器件处于低输入静态电流状态，Q1 RBFET、REGN LDO 和偏置电路关闭。

8.3.4 电源路径管理

该器件可适应 USB、壁式适配器或车载充电器等各种输入源。该器件提供自动电源路径选择功能，以通过输入源 (VBUS) 和/或电池 (BAT) 为系统 (SYS) 供电。

8.3.4.1 窄电压直流 (NVDC) 架构

该器件部署 NVDC 架构，BATFET 可将系统与电池分离。最小系统电压由 SYS_MIN 位设置。即使电池电量完全耗尽，也可将系统电压调节至高于最小系统电压。

当电池电压低于最小系统电压设置时，BATFET 以线性模式（LDO 模式）运行，并且系统电压通常比最小系统电压设置高 180mV。当电池电压上升到高于最小系统电压时，BATFET 将完全导通，系统和电池之间的电压差为 BATFET 的 V_{DS}。

当电池充电被禁用并且高于最小系统电压设置，或者充电终止时，系统电压将始终调节至比电池电压高 50mV（典型值）。当系统处于最小系统电压调节状态时，状态寄存器 VSYS_STAT 位变为 1。

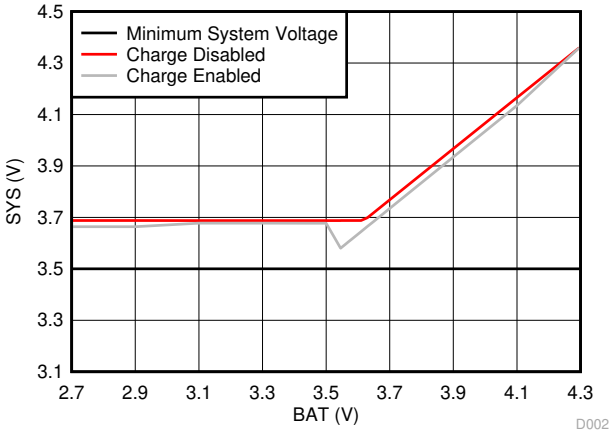


图 8-1. 系统电压与电池电压间的关系

8.3.4.2 动态电源管理

为了满足 USB 规格中的最大电流限值并避免适配器过载，该器件配备了动态电源管理 (DPM) 功能，可持续监测输入电流和输入电压。当输入源过载时，电流会超出输入电流限值 (IINDPM)，或者电压会降至输入电压限值 (VINDPM) 以下。该器件随后会降低充电电流，直到输入电流降至输入电流限值以下，或者输入电压上升至输入电压限值以上。

当充电电流降至零，但输入源仍然过载时，系统电压开始下降。一旦系统电压降至低于电池电压，器件即会自动进入补充模式，此时 BATFET 导通，电池开始放电，以便系统由输入源和电池提供支持。

在 DPM 模式期间，状态寄存器位 VINDPM_STAT 或 IINDPM_STAT 变为 1。

8.3.4.3 补电模式

当系统电压降至低于电池电压 时，BATFET 会导通，并且 BATFET 栅极会进行调节，以便在电流较低时，最小 BATFET V_{DS} 保持在 30mV。这可防止振荡进入和退出补充模式。

随着放电电流的增加，BATFET 栅极采用较高电压进行调节，以降低 R_{DSON}，直到 BATFET 完全导通。此时，BATFET V_{DS} 随着放电电流线性增加。当电池低于电池电量耗尽阈值时，BATFET 关闭以退出补充模式。

8.3.5 电池充电管理

该器件可通过适用于高容量平板电脑电池的高达 1.5A 充电电流为单节锂离子电池充电。19.5mΩ BATFET 可提高充电效率，并在放电期间更大限度地减小压降。

8.3.5.1 自主充电周期

当电池充电启用（CHG_CONFIG 位 =1 且 $\overline{CE}$ 引脚为低电平）时，器件自主完成一个充电周期，而无需主机参与。表 8-2 中列出了器件的默认充电参数。主机通过 I^2C 写入相应的寄存器来配置电源路径和充电参数。

表 8-2. 充电参数默认设置

默认模式	BQ25618E/619E
充电电压	4.20V
充电电流	340mA
预充电电流	40mA
终止电流	60mA
温度曲线	JEITA
安全计时器	10 小时

当以下条件有效时，新的充电周期启动：

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

- 转换器启动
- 电池充电启用（CHG_CONFIG 位= 1，I_{CHG} 寄存器不是 0mA 且 $\overline{CE}$ 为低电平）
- TS 上无热敏电阻故障（可通过将 TS_IGNORE 位设置为 1 来忽略 TS 引脚）
- 无安全计时器故障
- BATFET 不强制关闭（BATFET_DIS 位= 0）

当充电电流低于终止阈值、电池电压高于再充电阈值且器件不处于 DPM 模式或热调节状态时，该器件自动终止充电周期。当充满电的电池放电至低于再充电阈值（可以通过 VRECHG 位选择阈值）时，器件会自动启动新的充电周期。充电完成后，切换 $\overline{CE}$ 引脚或 CHG_CONFIG 位将启动新的充电周期。移除并重新插入适配器也会重新启动充电周期。

STAT 输出会指示充电状态：正在充电（低电平）、充电完成或禁用充电（高电平）或充电故障（闪烁）。状态寄存器 (CHRG_STAT) 指示不同的充电阶段：00 - 禁用充电、01 - 预充电、10 - 快速充电 (CC) 和恒压 (CV)、11 - 充电完成。一个充电周期完成后，一个 $\overline{INT}$ 脉冲被置为有效以通知主机。

8.3.5.2 电池充电曲线

该器件分五个阶段为电池充电：电池短路、预充电、恒流充电、恒压充电和充电完成涓流充电（可选）。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。

充电器输出和电池端子（例如电路板布线、连接器、MOSFET 和检测电阻器）之间的电阻可能会迫使充电过程过早地从恒流变为恒压并增加充电时间。为了缩短充电周期，该器件提供了 BATSNS 引脚以延长恒流充电时间，从而为电池提供最大功率。BATSNS 引脚应直接连接到电池端子，以远程检测电池电压。当电池电压高于 V_{BAT_DPLZ} 时，充电器将检测 BATSNS 引脚是否连接到 BAT。

- 如果 BATSNS 引脚未连接到 BAT，则 BATSNS_DIS = 1，并且充电器通过 BAT 引脚调节电池电压
- 如果 BATSNS 引脚连接到 BAT，则 BATFET_DIS = 0，并且充电器通过 BATSNS 引脚调节电池电压

当电池电压低于 V_{BAT_DPLZ} 时，充电器将通过 BAT 引脚自动调节充电电压，而无需 BATSNS 检测。

- 当电池电压上升至高于 V_{BAT_DPLZ} 时，主机可将 BATSNS_DIS 设置为 0 以启动 BATSNS 检测

表 8-3. 充电电流设置

V_{BAT}	充电电流	默认设置	CHRG_STAT
< 2.2V	I_{BAT_SHORT}	25mA	01
2.2V 至 3V	I_{PRECHG}	40mA	01
> 3V	I_{CHG}	340mA	10

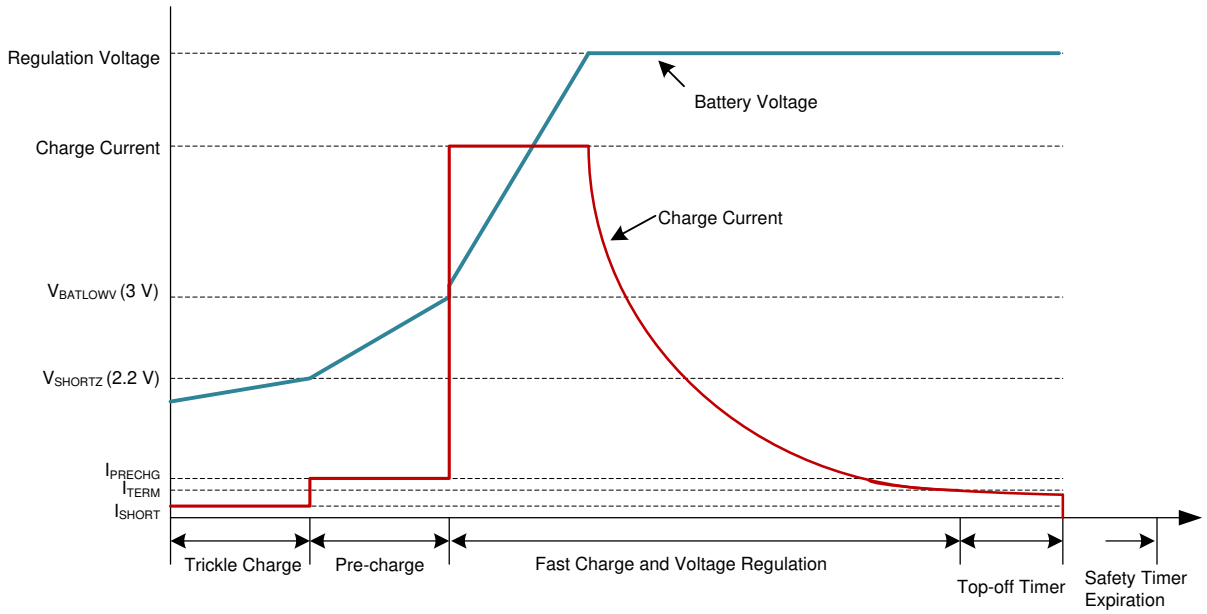


图 8-2. 电池充电曲线

8.3.5.3 充电终止

当电池电压高于充电阈值且电流低于终止电流时，器件终止充电周期。充电周期完成后，BATFET 关闭。STAT 被置为高电平以指示充电完成。转换器会继续运行来为系统供电，BATFET 可以再次导通以启用节 8.3.4.3。

如果器件处于 IINDPM/VINDPM 调节或热调节，则实际充电电流将小于终止值。在这种情况下，终止被暂时禁用。

当终止发生时，STAT 引脚变为高电平。状态寄存器 CHRG_STAT 被设置为 11，并且一个 $\overline{\text{INT}}$ 脉冲被置为有效以发送至主机。在充电终止之前，可以通过向 EN_TERM 位写入 0 来禁用终止。

在 REG03[3:0] 中设置终止电流。对于小容量电池，可以将终止电流设置为低至 20mA 以充满电。由于终止电流精度，实际终止电流可能会高于终止目标。为了补偿终止精度，检测到终止后可以应用可编程充电完成计时器。充电完成计时器将遵循安全计时器限制，因此，如果安全计时器暂停，充电完成计时器也将暂停。同样，如果安全计时器加倍，则终止充电完成计时器也将加倍。TOPOFF_ACTIVE 位报告充电完成计时器是否处于活动状态。主机可以读取 CHRG_STAT 和 TOPOFF_ACTIVE 以了解终止状态。STAT 引脚在充电完成计时器计数周期期间保持高电平。

充电器检测到终止后，将读取充电完成计时器设置。除非启动再充电周期，否则终止后对充电完成计时器值（01、10、11）进行编程将无效。如果充电完成计时器被禁用 (00)，则充电完成计时器将立即停止。当进入充电完成计时器段以及充电完成计时器到期时，一个 $\overline{\text{INT}}$ 被置为有效以发送至主机。

8.3.5.4 热敏电阻认证

该器件提供单个热敏电阻输入来监测电池温度。

8.3.5.4.1 充电模式下的 JEITA 指南合规性

为了提高锂离子电池充电的安全性，2007 年 4 月 20 日发布了 JEITA 指南。该指南强调了在特定的低温和高温范围内避免高充电电流和高充电电压的重要性。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

要启动充电周期，TS 引脚上的电压（以 V_{REGN} 的百分比表示）必须处于 $V_{T1_FALL\%}$ 阈值至 $V_{T5_RISE\%}$ 阈值范围内。如果 TS 电压百分比超出 T1 至 T5 范围，则控制器暂停充电，报告 TS 故障，并等待电池温度处于 T1 至 T5 范围内。

在凉温 (T1-T2) 下，充电电流降至可编程的快速充电电流（I_{CHG} 的 0%、20% 默认值、50%、100%，由 JEITA_ISET 设置）。在暖温 (T3-T5) 下，充电电压降至 4.1V 或保持在 V_{REG} (JEITA_VSET)。充电电流降至可编程水平（0%、20%、50%、100% 默认值）。T3-T5 中禁用电池终止。该充电器提供更灵活的 T2 和 T3 阈值设置，并支持对 JEITA 之外的温度曲线进行编程。当 T1 设置为 0°C 且 T5 设置为 60°C 时，T2 可编程为 5.5°C/10°C（默认值）/15°C/20°C，T3 可编程为 40°C/45.5°C（默认值）/50.5°C/54.5°C。

当充电器不需要监测 NTC 时，主机将 TS_IGNORE 位设置为 1，以在充电模式下忽略 TS 引脚条件。如果 TS_IGNORE 位设置为 1，则忽略 TS 引脚，并且充电器忽略 TS 引脚输入。在这种情况下，NTC_FAULT 位为 000，以报告正常 TS 状态。

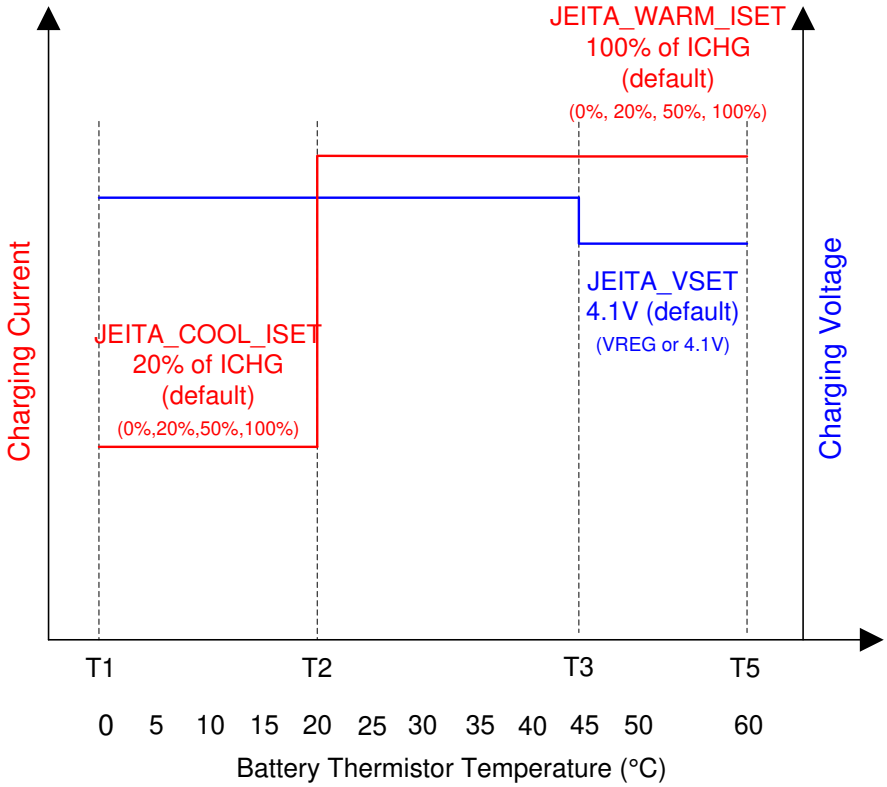


图 8-3. JEITA 曲线

方程式 1 至方程式 2 介绍了如何计算 TS 引脚上的电阻分压器值。

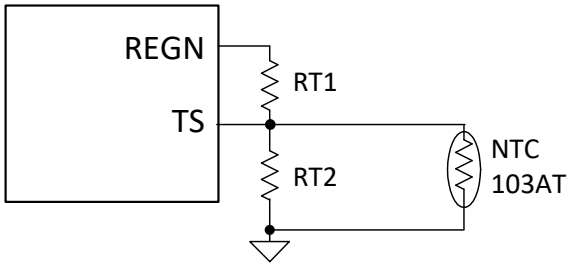


图 8-4. TS 引脚电阻器网络

$$RT1 = \frac{\frac{1}{V_{T1}\%} - 1}{\frac{1}{R_{T2}} + \frac{1}{R_{NTC,T1}}} \quad (1)$$

$$RT2 = \frac{R_{NTC,T1} \times R_{NTC,T5} \times \left(\frac{1}{V_{T5}\%} - \frac{1}{V_{T1}\%}\right)}{R_{NTC,T1} \times \left(\frac{1}{V_{T1}\%} - 1\right) - R_{NTC,T5} \times \left(\frac{1}{V_{T5}\%} - 1\right)} \quad (2)$$

在上述公式中，$R_{NTC, T1}$ 是温度 T1 下 NTC 热敏电阻的阻值，$R_{NTC, T5}$ 是温度 T5 下 NTC 热敏电阻的阻值。为锂离子或锂聚合物电池选择 0°C 至 60°C 范围，则

- $R_{NTC,T1}$ = 27.28KΩ (0°C)
- $R_{NTC,T5}$ = 3.02KΩ (60°C)
- RT1 = 5.3KΩ
- RT2 = 31.14KΩ

8.3.5.5 充电安全计时器

该器件内置安全计时器，可防止因电池状况异常导致充电周期延长。当电池电压低于 $V_{BATLOWV}$ 阈值时，安全计时器为 2 小时；当电池电压高于 $V_{BATLOWV}$ 阈值时，安全计时器为 10 小时（在 REG05[2] 中为 10/20 小时）。当安全计时器到期时，STAT 引脚以 1Hz 的频率闪烁以报告安全计时器到期故障。

用户可以通过 I^2C（CHG_TIMER 位 REG05[2]）对快速充电安全计时器进行编程。当安全计时器到期时，故障寄存器 CHRG_FAULT 位 (REG09[5:4]) 被设置为 11，并且一个 $\overline{INT}$ 被置为有效以发送至主机。可以使用 I^2C 通过设置 EN_TIMER 位来禁用安全计时器（快速充电和预充电）。

在 IINDPM/VINDPM 调节或热调节期间，或快速充电电流减小时的 JEITA 凉/暖期间，安全计时器以半时钟速率计数，因为实际充电电流可能低于设置值。例如，如果充电器在整个充电周期内处于输入电流调节状态 (IINDPM_STAT = 1)，并且安全计时器被设置为 10 小时，则安全计时器将在 20 小时后到期。可以通过向 TMR2X_EN 位写入 0 来禁用该半时钟速率功能。

在发生导致充电暂停的 BAT_FAULT、NTC_FAULT 故障期间，安全计时器也暂停。一旦故障消失，计时器就会恢复。如果用户停止当前充电周期，然后再次启动，计时器将复位（切换 $\overline{CE}$ 引脚或 CHG_CONFIG 位）。

8.3.6 运输模式和 $\overline{QON}$ 引脚

8.3.6.1 BATFET 禁用（进入运输模式）

为了延长电池寿命并更大限度地降低系统在空闲、运输或储存期间断电时的功耗，器件会关断 BATFET 以使系统电压浮动，从而更大限度地减小电池漏电流。当主机设置 BATFET_DIS 位时，充电器可以立即关闭 BATFET 或延迟 t_{BATFET_DLY} 时间（由 BATFET_DLY 位进行配置）。要在适配器存在的情况下将器件设置为运输模式，主机必须首先将 BATFET_RST_VBUS 设置为 1，然后将 BATFET_DIS 设置为 1。在仍连接适配器时，充电器将关断 BATFET（不充电、不补充）。移除适配器后，充电器将进入运输模式。

8.3.6.2 BATFET 启用（退出运输模式）

在运输模式下禁用 BATFET（通过设置 BATFET_DIS 来指示）时，以下事件之一可以使 BATFET 恢复系统电源：

1. 插入适配器
2. 清除 BATFET_DIS 位
3. 设置 REG_RST 位，以将所有寄存器（包括 BATFET_DIS 位）复位为默认值 (0)
4. $\overline{QON}$ 引脚上的逻辑高电平到低电平转换（$t_{SHIPMODE}$ 抗尖峰脉冲时间可使 BATFET 退出运输模式）。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

8.3.6.3 BATFET 完全系统复位

当未插入输入源时，BATFET 充当电池和系统之间的负载开关。当 BATFET_RST_EN = 1 且 BATFET_DIS = 0 时，BATFET 完全系统复位功能启用。将 BATFET 的状态从开更改为关，可以有效地强制让连接到 SYS 的系统进行上电复位。复位完成后，器件处于 POR 状态，并且所有寄存器都采用 POR 默认设置。$\overline{QON}$ 引脚支持按钮式界面，通过更改 BATFET 的状态，可在无需主机的情况下复位系统电源。它在内部通过 200kΩ 电阻器上拉至 V_{QON} 电压。

当 $\overline{QON}$ 引脚在 t_{QON_RST} 期间被驱动至逻辑低电平时，BATFET 复位过程开始。BATFET 会关断并持续 t_{BATFET_RST} 时间，然后重新启用以复位系统电源。通过将 BATFET_RST_EN 位设置为 0，可以禁用此功能。

无论是否存在适配器，BATFET 均会进行完全系统复位。如果 BATFET_RST_WVBUS = 1，则系统复位功能会在 $\overline{QON}$ 引脚被推至低电平时经过 t_{QON_RST} 之后启动。一旦复位过程开始，器件首先进入高阻态模式以关闭转换器，然后对 BATFET 进行下电上电。如果 BATFET_RST_WVBUS = 0，则系统复位功能直到 $\overline{QON}$ 引脚被推至低电平并移除适配器之后经过 t_{QON_RST} 才会启动。

BATFET 完全系统复位完成后，如果在系统复位之前 EN_HIZ 未设置为 1，则器件将再次上电。

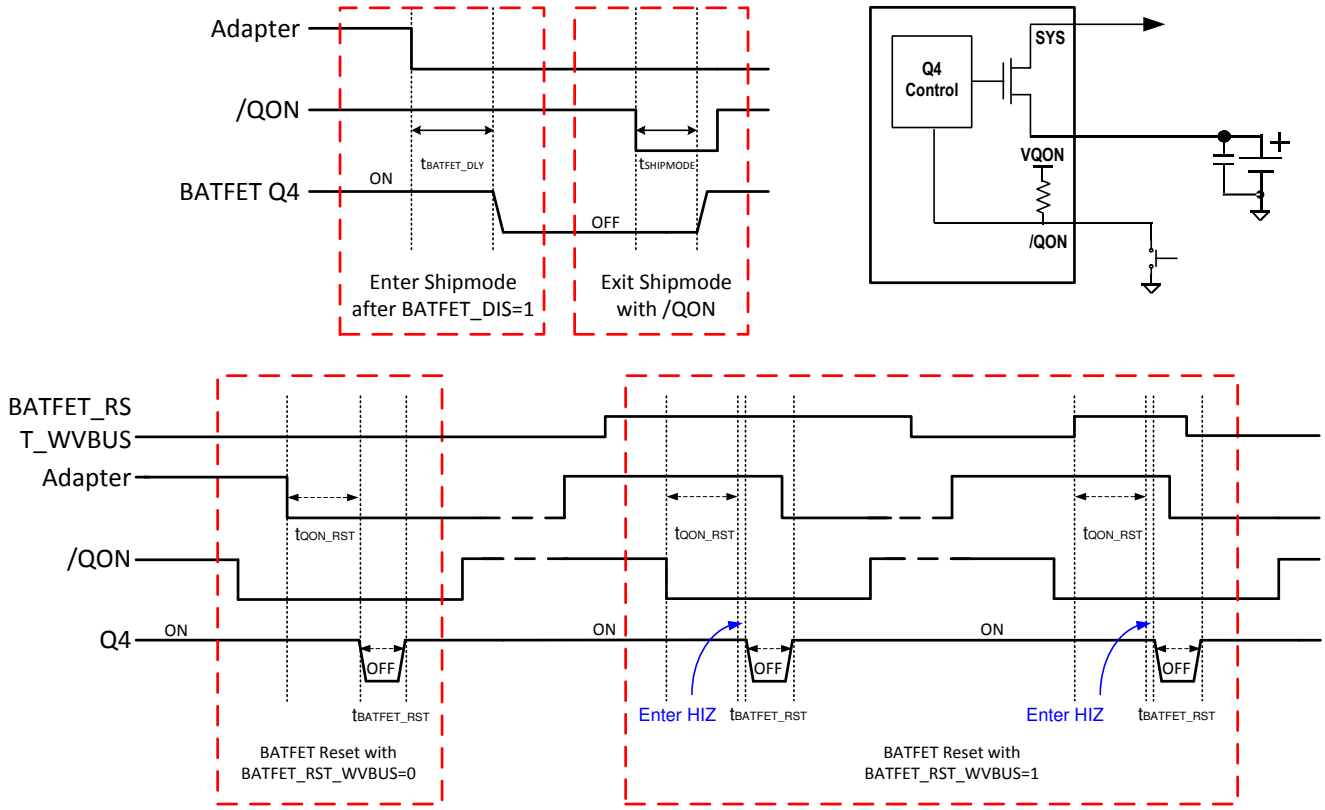


图 8-5. $\overline{QON}$ 时序

8.3.7 状态输出（STAT、$\overline{INT}$、$\overline{PG}$）

8.3.7.1 电源正常指示灯（PG_STAT 位；仅限 BQ25619E）

在以下情况下，PG_STAT 位变为 1 以指示输入源正常：

- V_{VBUS} 高于 V_{VBUS_UVLO}
- V_{VBUS} 高于电池电压（未处于睡眠状态）
- V_{VBUS} 低于 V_{ACOV} 阈值
- 施加 I_{BADSRC}（典型值为 30mA）电流时，V_{VBUS} 高于 $V_{POORSRC}$（典型值为 3.8V）（非不良源问题）
- 已完成节 8.3.3.3

8.3.7.2 充电状态指示灯 (STAT)

器件会在开漏 STAT 引脚上指示充电状态。STAT 引脚可驱动 LED。

表 8-4. STAT 引脚状态

充电状态	STAT 指示灯
正在充电（包括再充电）	低电平
充电终止（充电完成计时器可能正在运行）	高电平
睡眠模式、禁用充电	高电平
充电暂停（输入过压、TS 故障、安全计时器故障或系统过压）	以 1Hz 的频率闪烁

8.3.7.3 主机中断 ($\overline{INT}$)

在某些应用中，主机并不总是监视充电器的运行情况。$\overline{INT}$ 脉冲向主机通知有关器件运行的信息。以下事件将生成 256μs $\overline{INT}$ 脉冲。

- 检测到正常输入源
  - V_{VBUS} 高于电池电压（未处于睡眠状态）
  - V_{VBUS} 低于 V_{ACOV} 阈值
  - 施加 I_{BADSRC}（典型值为 30mA）电流时，V_{VBUS} 高于 $V_{POORSRC}$（典型值为 3.8V）（非不良源问题）
- 已移除输入适配器
- 在节 8.3.3.3 期间识别了 USB/适配器源。
- 充电完成
- REG09 中的任何故障事件
- 检测到 VINDPM/IINDPM 事件（REG0A[1:0]，可屏蔽）
- 充电完成计时器启动并到期

REG09[7:0] 和 REG0A[6:4] 向主机报告充电器运行故障和状态更改。当故障/状态发生更改时，充电器会发出一个 $\overline{INT}$ 脉冲并将状态保持在 REG09[7:0]/REG0A[6:4] 中，直到主机读取寄存器。在主机读取 REG09[7:0]/REG0A[6:4] 并清除所有这些值之前，充电器在新的故障/状态发生更改时不会发送任何 $\overline{INT}$。要读取当前状态，主机必须连续读取 REG09/REG0A 两次。第一次读取会报告预先存在的寄存器状态，第二次读取会报告当前寄存器状态。

8.3.8 保护功能

8.3.8.1 降压模式下的电压和电流监测

8.3.8.1.1 输入过压保护 (ACOV)

通过 VAC 引脚检测输入电压。默认 OVP 阈值为 14.2V，可通过 OVP[1:0] 寄存器位编程为 5.7V/6.4V/11V/14.2V。ACOV 事件还将立即停止转换器开关。一旦输入电压回落到 OVP 阈值以下，该器件就会自动恢复正常运行。在 ACOV 期间，REGN LDO 导通，该器件不会进入高阻态模式。

在 ACOV 期间，故障寄存器 CHRG_FAULT 位设置为 01。一个 $\overline{INT}$ 脉冲被置为有效以发送至主机。

8.3.8.1.2 系统过压保护 (SYSOVP)

充电器器件会在负载瞬态期间钳制系统电压，这样连接到系统的元件就不会因高电压而损坏。电池充电终止时，V_{SYS_OVP} 阈值比电池稳压电压高大约 300mV。发生 SYSOVP 时，转换器立即停止开关以钳制过冲。充电器拉取 30mA I_{SYS_LOAD} 放电电流以降低系统电压。

8.3.8.2 热调节和热关断

8.3.8.2.1 降压模式下的过热保护

除了 TS 引脚上的电池温度监测外，该器件还会监测内部结温 T_J 以避免芯片过热，并在降压模式下限制 IC 结温。当内部结温超过热调节限值 (110°C) 时，器件会降低充电电流。在热调节期间，实际充电电流通常低于所编程的电池充电电流。因此，终止会被禁用，安全计时器以时钟速率的一半运行，并且状态寄存器 THERM_STAT 位变为高电平。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

此外，该器件还具有热关断功能，可在 IC 表面温度超过 T_{SHUT} 150°C 时关断转换器和 BATFET。当 IC 温度为 130°C 时，BATFET 和转换器会启用以进行恢复。故障寄存器 CHRG_FAULT 在热关断期间设置为 10，并且一个 $\overline{INT}$ 被置为有效以发送至主机。

8.3.8.3 电池保护

8.3.8.3.1 电池过压保护 (BATOVP)

电池过压限制会被钳位在电池稳压电压之上 4%。当发生电池过压时，充电器器件会立即停止开关。故障寄存器 BAT_FAULT 位变为高电平，并且一个 $\overline{INT}$ 被置为有效以发送至主机。

8.3.8.3.2 电池过度放电保护

当电池放电至低于 $V_{BAT_DPL_FALL}$ 时，BATFET 将闭锁以防止电池过度放电。为了从过度放电闭锁中恢复，需要在 VAC/VBUS 上插入输入源插件。

8.3.8.3.3 系统过流保护

$I_{SYS_OCP_Q4}$ 设置电池放电电流限值。一旦 $I_{BAT} > I_{SYS_OCP_Q4}$，充电器就会闭锁 Q4 并将器件置于运输模式。所有退出运输模式的方法都能有效地使器件退出 Q4 闭锁状态。

8.3.9 串行接口

该器件使用与 I^2C 兼容的接口，可实现灵活的充电参数编程和瞬时器件状态报告。I^2C^{TM} 是由 Philips Semiconductor（现为 NXP Semiconductor）开发的双向 2 线制串行接口。只需要两条总线线路：一条串行数据线 (SDA) 和一条串行时钟线 (SCL)。在执行数据传输时，器件可被视为主器件或从器件。主器件是在总线上发起数据传输并生成时钟信号以允许该传输的器件。此时，任何被寻址的器件都被视为从器件。

该器件作为地址为 6AH 的从器件运行，通过 REG00-REG0C 接收来自微控制器或数字信号处理器等主器件的控制输入。REG0C 以外的寄存器读取返回 0xFF。I^2C 接口支持标准模式（高达 100kbit）和快速模式（高达 400kbit），通过电流源或上拉电阻器连接到正电源电压。当总线空闲时，两条线路都为高电平。SDA 和 SCL 引脚为开漏。

8.3.9.1 数据有效性

在时钟的高电平期间，SDA 线上的数据必须保持稳定。数据线的高电平或低电平状态只能在 SCL 线上的时钟信号为低电平时发生变化。为每个已传输的数据位生成一个时钟脉冲。

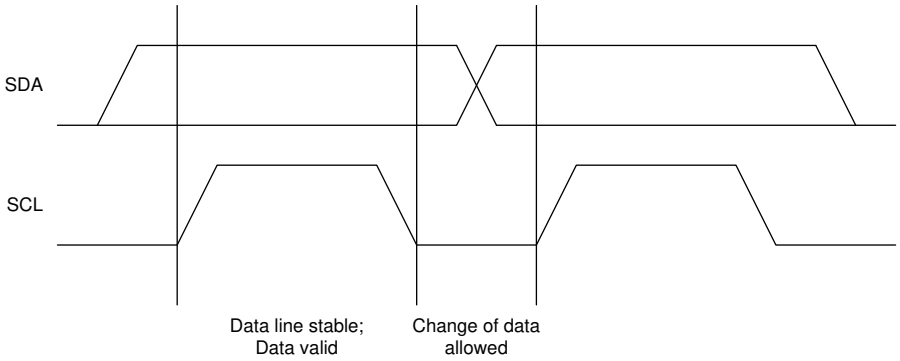


图 8-6. 在 I^2C 总线上的位传输

8.3.9.2 启动条件和停止条件

所有事务均以 START (S) 开始，并可由 STOP (P) 终止。当 SCL 为高电平时，SDA 线上从低电平到高电平的转换将定义 START 条件。当 SCL 为高电平时，SDA 线上从低电平到高电平的转换将定义 STOP 条件。START 和 STOP 条件始终由主器件产生。总线在 START 条件之后被视为繁忙状态，在 STOP 条件之后被视为空闲状态。

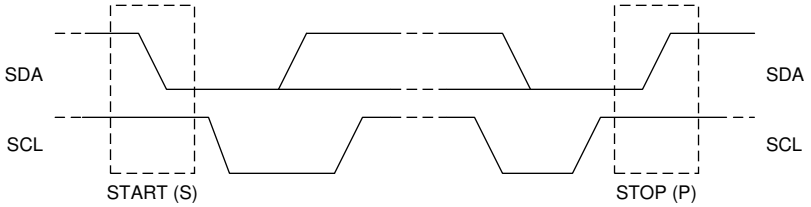


图 8-7. TS START 条件和 STOP 条件

8.3.9.3 字节格式

SDA 线上每个字节的长度都必须为 8 位。每次传输所要传输的字节数不受限制。每个数据字节必须后跟一个确认位。传输数据时，最高有效位 (MSB) 优先。如果从器件在已执行某个其他功能之前，无法接收或发送另外一个完整的数据字节，则它可以将时钟线 SCL 保持为低电平，以强制主器件进入等待状态（时钟延展）。当从器件准备好接收另一个数据字节并释放时钟线 SCL 时，数据传输将继续。

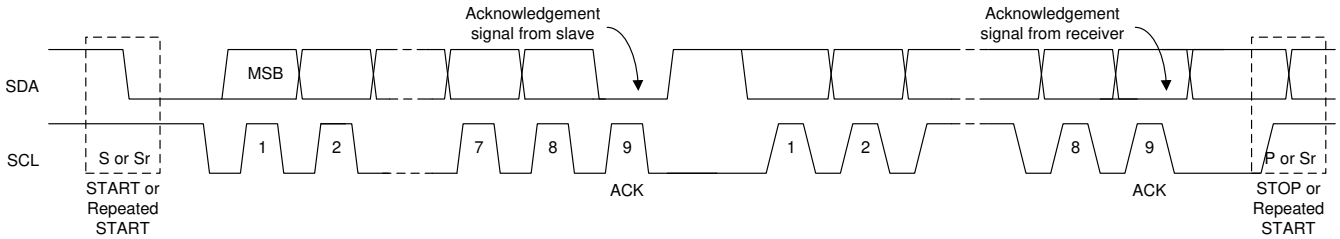


图 8-8. I²C 总线上的数据传输

8.3.9.4 确认 (ACK) 和否定确认 (NACK)

确认会在每个字节之后发生。确认位允许接收器向发送器发送信号，指示已成功接收该字节且可发送另一个字节。所有时钟脉冲（包括确认第九个时钟脉冲）均由主器件生成。发送器在确认时钟脉冲期间释放 SDA 线，因此接收器可以将 SDA 线拉至低电平，并在此时钟脉冲的高电平期间保持稳定的低电平。

当 SDA 在第九个时钟脉冲期间保持高电平时，这是“否定确认”信号。然后，主器件可以生成 STOP（停止）来中止传输，或者生成重复的 START（开始）来开始新的传输。

8.3.9.5 从器件地址和数据方向位

在 START 之后，发送从器件地地址。该地址为 7 位长，后跟第八位作为数据方向位（位 R/W）。零表示传输 (WRITE)，一表示数据请求 (READ)。

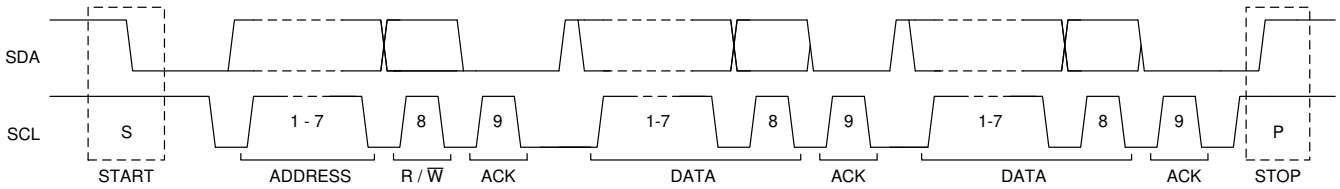


图 8-9. 完整数据传输

8.3.9.6 单独读取和写入

如果未定义寄存器地址，则充电器 IC 发回 NACK 并返回到空闲状态。

1	7	1	1	8	1	8	1	1
S	Slave Address	0	ACK	Reg Addr	ACK	Data to Addr	ACK	P

图 8-10. 单独写入

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

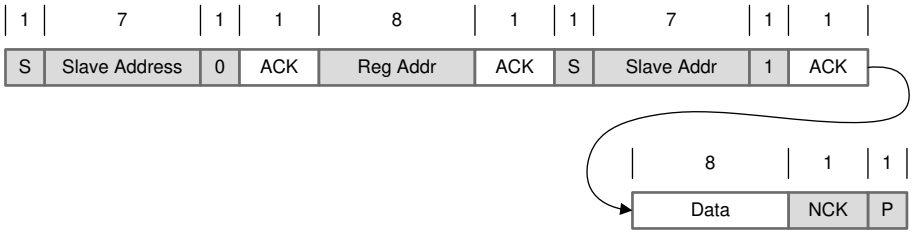


图 8-11. 单次读取

8.3.9.7 多重读取和多重写入

充电器器件支持对 REG00 至 REG0C 进行多重读取和多重写入。

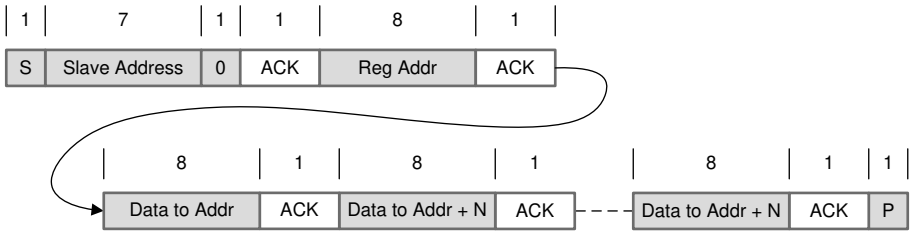


图 8-12. 多重写入

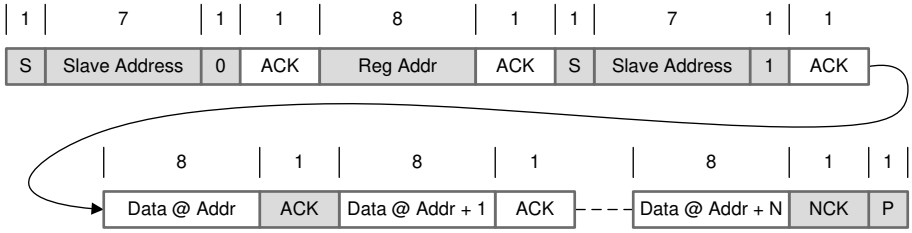


图 8-13. 多重读取

REG09[7:0]/REG0A[6:4] 是故障/状态更改寄存器。它们会保存上次读取的所有故障/状态信息，直到主机发出新的读取。例如，如果发生充电安全计时器到期故障但随后又恢复，则故障寄存器 REG09 会在第一次读取时报告故障，但在第二次读取时恢复正常。为了获取当前的故障信息，主机必须第二次读取 REG09/REG0A。

8.4 器件功能模式

8.4.1 主机模式和默认模式

该器件是主机控制的充电器，但可在默认模式下运行，无需主机管理。在默认模式下，该器件可用作无主机或主机处于睡眠模式的自主充电器。当充电器处于主机模式时，WATCHDOG_FAULT 位为高电平。当充电器处于主机模式时，WATCHDOG_FAULT 位为低电平。

上电复位后，该器件在看门狗计时器到期的状态下以默认模式启动，或者进入默认模式。所有寄存器均处于默认设置。

在默认模式下，该器件通过 10 小时快速充电安全计时器为电池充电。10 小时到期后，充电将停止，降压转换器继续运行，以便为系统负载供电。任何写入器件的命令都会将充电器从默认模式转换为主机模式。主机可对所有器件参数进行编程。为了使器件保持在主机模式下，主机必须在看门狗计时器到期（WATCHDOG_FAULT 位被置位）之前通过向 WD_RST 位写入 1 来复位看门狗计时器，或者通过设置 WATCHDOG 位 = 00 来禁用看门狗计时器。

主机可对所有器件参数进行编程。为了使器件保持在主机模式下，主机必须在看门狗计时器到期（WATCHDOG_FAULT 位被置位）之前通过向 WD_RST 位写入 1 来复位看门狗计时器，或者通过设置 WATCHDOG 位 = 00 来禁用看门狗计时器。

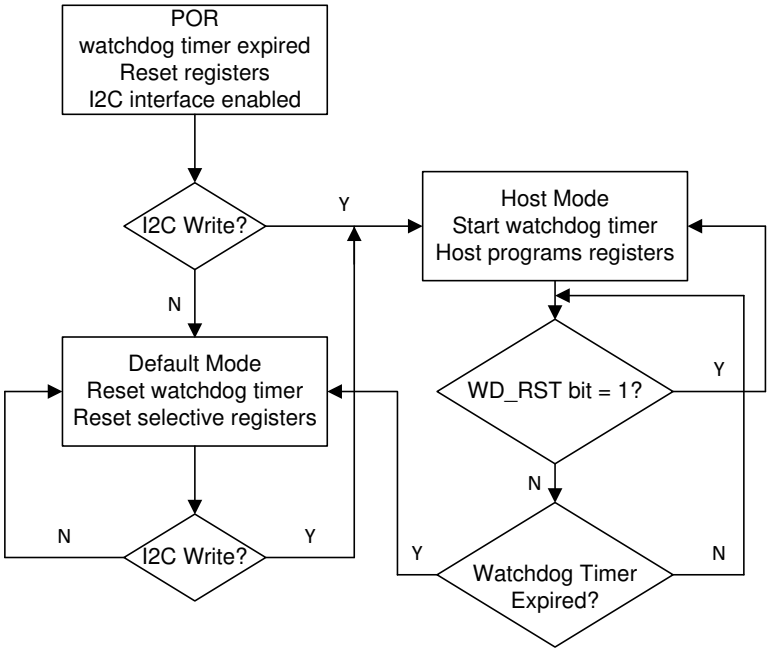


图 8-14. 看门狗计时器流程图

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

8.5 寄存器映射

I²C 从器件地址：6AH

默认 I²C 从地址：0x6A (1101 010B + R/ $\overline{W}$)

表 8-5. I²C 寄存器

地址	访问类型	首字母缩写词	寄存器名称	部分
00h	R/W	REG00	输入电流限值	转到
01h	R/W	REG01	充电器控制 0	转到
02h	R/W	REG02	充电电流限制	转到
03h	R/W	REG03	预充电和终止电流限制	转到
04h	R/W	REG04	电池电压限制	转到
05h	R/W	REG05	充电器控制 1	转到
06h	R/W	REG06	充电器控制 2	转到
07h	R/W	REG07	充电器控制 3	转到
08h	R	REG08	充电器状态 0	转到
09h	R	REG09	充电器状态 1	转到
0Ah	R	REG0A	充电器状态 2	转到
0Bh	R	REG0B	器件信息	转到
0Ch	R/W	REG0C	充电器控制 4	转到

复杂的位访问类型经过编码可适应小型表单元。表 8-6 展示了适用于此部分中访问类型的代码。

表 8-6. I²C 访问类型代码

访问类型	代码	说明
读取类型		
R	R	读取
写入类型		
W	W	写入
复位值		
-n		复位后的值
-X		未定义的值

8.5.1 输入电流限值寄存器（地址 = 00h）[复位 = 17h]

图 8-15. REG00 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	1	0	1	1	1
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读；-n = 复位后的值

表 8-7. REG00 字段说明

位	字段	POR	类型	复位	说明	
7	EN_HIZ	0	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	在降压模式下启用高阻态模式。 0 – 禁用（默认值） 1 – 启用	
6	TS_IGNORE	0	R/W	通过 REG_RST	当充电器不监测 NTC 时，主机将该位设置为 1 以在充电期间忽略 TS 引脚条件。 0 – 将 TS 引脚纳入充电启用条件。（默认值） 1 – 忽略 TS 引脚。始终认为 TS 良好以允许充电。NTC_FAULT 位为 000 以报告正常状态。	
5	BATSNS_DIS	0	R/W	通过 REG_RST	该位描述 BATSNS 引脚检测状态。 0 – 检测到 BATSNS，通过 BATSNS 引脚调节充电电压（默认值） 1 – 未检测到 BATSNS，通过 BAT 引脚而非 BATSNS 引脚调节充电电压。 当电池电压上升至高于 V_{BAT_DPLZ} 时，主机可以设置 BATSNS_DIS = 0 以启动 BATSNS 检测	
4	IINDPM[4]	1	R/W	通过 REG_RST	1600mA	输入电流限值设置（最大限值，非典型值） 偏移：100mA 范围：100mA (000000) – 3.2A (11111) 默认值：2400mA (10111) 在节 8.3.3.3 完成后，IINDPM 位会自动更改 PSEL 高电平 = 500mA PSEL 低电平 = 2.4A 输入源检测完成后，主机可对 IINDPM 寄存器位重新编程。
3	IINDPM[3]	0	R/W	通过 REG_RST	800mA	
2	IINDPM[2]	1	R/W	通过 REG_RST	400mA	
1	IINDPM[1]	1	R/W	通过 REG_RST	200mA	
0	IINDPM[0]	1	R/W	通过 REG_RST	100mA	

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

8.5.2 充电器控制 0 寄存器（地址 = 01h）[复位 = 1Ah]

图 8-16. REG01 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	1	1	0	1	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读；-n = 复位后的值

表 8-8. REG01 字段说明

位	字段	POR	类型	复位	说明
7	PFM_DIS	0	R/W	通过 REG_RST	在降压模式下禁用 PFM。 0 – PFM 启用（默认值） 1 – PFM 禁用
6	WD_RST	0	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	I^2C 看门狗计时器复位。看门狗计时器复位后恢复为 0 0 – 正常（默认值） 1 – 复位
5	保留	0	R/W		
4	CHG_CONFIG	1	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	电池充电降压模式启用。当 $\overline{CE}$ 引脚被拉至低电平时启用充电，CHG_CONFIG 位为 1 且充电电流不为零。 0 – 充电禁用 1 – 充电启用（默认值）
3	SYS_MIN[2]	1	R/W	通过 REG_RST	系统最小电压设置。 000 – 2.6V 001 – 2.8V 010 – 3V 011 – 3.2V 100 – 3.4V 101 – 3.5V（默认值） 110 – 3.6V 111 – 3.7V
2	SYS_MIN[1]	0	R/W	通过 REG_RST	
1	SYS_MIN[0]	1	R/W	通过 REG_RST	
0	保留	0	R/W		

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读

8.5.3 充电电流限值寄存器（地址 = 02h）[复位 = 91h]

图 8-17. REG02 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
1	0	0	1	0	0	0	1
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读；-n = 复位后的值

表 8-9. REG02 字段说明

位	字段	POR	类型	复位	说明	
7	保留	1	R/W			
6	Q1_FULLON	0	R/W	通过 REG_RST	在降压模式下，当 IINDPM 低于 700mA 时，充电器将根据该位设置完全导通 Q1 RBFET。当 IINDPM 高于 700mA 时，Q1 始终完全导通。 0 – 当 IINDPM 低于 700mA 时，部分导通 Q1 以提高调节精度。（默认值） 1 – 当 IINDPM 低于 700mA 时，完全导通 Q1 以提高效率。	
5	ICHG[5]	0	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	640mA	快速充电电流设置 默认值：340mA (010001) 范围：0mA (0000001) – 1180mA (111011)，20mA/阶跃 111100: 1290mA 111101：1360mA 111110：1430mA 111111：1500mA I_{CHG} 0mA 禁用充电。
4	ICHG[4]	1	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	320mA	
3	ICHG[3]	0	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	160mA	
2	ICHG[2]	0	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	80mA	
1	ICHG[1]	0	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	40mA	
0	ICHG[0]	1	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	20mA	

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

8.5.4 预充电和终止电流限值寄存器（地址 = 03h）[复位 = 12h]

图 8-18. REG03 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	1	0	0	1	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读；-n = 复位后的值

表 8-10. REG03 字段说明

位	字段	POR	类型	复位	说明	
7	IPRECHG[3]	0	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	160mA	预充电电流设置 默认值：40mA (0001) 范围：20mA (0000) – 260mA (1100) 偏移：20mA 注意：I_{PRECHG} > 260mA 被钳位至 260mA (1100)
6	IPRECHG[2]	0	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	80mA	
5	IPRECHG[1]	0	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	40mA	
4	IPRECHG[0]	1	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	20mA	
3	ITERM[3]	0	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	160mA	终止电流设置 默认值：60mA (0010) 范围：20mA – 260mA (1100) 偏移：20mA 注意：I_{TERM} > 260mA 被钳位至 260mA (1100)
2	ITERM[2]	0	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	80mA	
1	ITERM[1]	1	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	40mA	
0	ITERM[0]	0	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	20mA	

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读

8.5.5 电池电压限值寄存器（地址 = 04h）[复位 = 40h]

图 8-19. REG04 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
0	1	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读；-n = 复位后的值

表 8-11. REG04 字段说明

位	字段	POR	类型	复位	说明
7	VBATREG[4]	0	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	电池电压设置，也称为 V_{REG}。 默认值：4.200V (01000) 00000 – 3.504V 00001 – 3.600V 00010 – 3.696V 00011 – 3.800V 00100 – 3.904V 00101 – 4.000V 00110 – 4.100V 00111 – 4.150V 01000 – 4.200V 01001 – 11111 – 4.300V - 4.520V，10mV/阶跃 01110 4.350V，10011 4.400V，11000 4.450V，11101 4.500V
6	VBATREG[3]	1	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	
5	VBATREG[2]	0	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	
4	VBATREG[1]	0	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	
3	VBATREG[0]	0	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	
2	TOPOFF_TIMER[1]	0	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	充电完成计时器设置。 00 – 禁用（默认值） 01 – 15 分钟 10 – 30 分钟 11 – 45 分钟
1	TOPOFF_TIMER[0]	0	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	
0	VRECHG	0	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	电池再充电阈值设置。 0 – 120mV（默认值） 1 – 210mV

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

8.5.6 充电器控制 1 寄存器（地址 = 05h）[复位 = 9Eh]

图 8-20. REG05 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
1	0	0	1	1	1	1	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读；-n = 复位后的值

表 8-12. REG05 字段说明

位	字段	POR	类型	复位	说明
7	EN_TERM	1	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	电池充电终止使能。 0 – 禁用 1 – 启用（默认值）
6	保留	0	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	保留
5	WATCHDOG[1]	0	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	看门狗计时器设置。 00 – 禁用计时器 01 – 40s（默认值） 10 – 80s 11 – 160s
4	WATCHDOG[0]	1	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	
3	EN_TIMER	1	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	电池充电安全计时器启用，包括快速充电和预充电计时器。预充电计时器为 2 小时。快速充电计时器由 REG05[2] 设置 0 – 禁用 1 – 启用计时器（默认值）
2	CHG_TIMER	1	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	电池快速充电安全计时器设置。 0 – 20 小时 1 – 10 小时（默认值）
1	TREG	1	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	热调节阈值： 0 – 90°C 1 – 110°C（默认值）
0	JEITA_VSET (45°C - 60°C)	0	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	JEITA 暖温（T3 – T5，通常为 45°C – 60°C）下的电池电压设置 0 – 将充电电压设置为 4.1V（最大值）（默认值） 1 – 将充电电压设置为 V_{REG}

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读

8.5.7 充电器控制 2 寄存器（地址 = 06h）[复位 = E6h]

图 8-21. REG06 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
1	1	1	0	0	1	1	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读；-n = 复位后的值

表 8-13. REG06 字段说明

位	字段	POR	类型	复位	说明	
7	OVP[1]	1	R/W	通过 REG_RST	降压模式下的 V_{ACOV} 阈值。 00 – 5.85V 01 – 6.4V（5V 输入） 10 – 11V（9V 输入） 11 – 14.2V（12V 输入）（默认值）	
6	OVP[0]	1	R/W	通过 REG_RST		
5	保留	1	R/W			
4	保留	0	R/W			
3	VINDPM[3]	0	R/W	通过 REG_RST	800mV	VINDPM 阈值设置 默认值：4.5V (0110) 范围：3.9V (0000) – 5.4V (1111) 偏移：3.9V
2	VINDPM[2]	1	R/W	通过 REG_RST	400mV	
1	VINDPM[1]	1	R/W	通过 REG_RST	200mV	
0	VINDPM[0]	0	R/W	通过 REG_RST	100mV	

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

8.5.8 充电器控制 3 寄存器（地址 = 07h）[复位 = 4Ch]

图 8-22. REG07 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
0	1	0	0	1	1	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读；-n = 复位后的值

表 8-14. REG07 字段说明

位	字段	POR	类型	复位	说明
7	IINDET_EN	0	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	强制输入源类型检测。检测完成后，该位返回至 0。 0 – 未处于输入电流限值检测状态。（默认值） 1 – 当存在适配器时强制进行输入电流限值检测。
6	TMR2X_EN	1	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	在输入 DPM、JEITA 凉/暖或热调节期间，安全计时器会减慢 2 倍。 0 – 禁用。安全计时器持续时间由 REG05[2] 设置。 1 – 在输入 DPM（V 和 I）或 JEITA 凉/暖（I_{CHG} = 100% 除外）或热调节期间，安全计时器会减慢 2 倍。（默认）
5	BATFET_DIS	0	R/W	通过 REG_RST	BATFET Q4 开/关控制。将该位设置为 1 以进入运输模式。要在存在适配器的情况下复位器件，主机应将 BATFET_RST_WVBUS 设置为 1，然后将 BATFET_DIS 设置为 1。 0 – 导通 Q4。（默认值） 1 – 在 t_{BATFET_DLY} 延迟时间 (REG07[3]) 之后关断 Q4
4	BATFET_RST_WVBUS	0	R/W	通过 REG_RST	无论是否存在适配器，均启动 BATFET 完全系统复位。 0 – 从 VBUS 中移除适配器后，启动 BATFET 完全系统复位。（默认值） 1 – 当 VBUS 上存在适配器时，启动 BATFET 完全系统复位。
3	BATFET_DLY	1	R/W	通过 REG_RST	从 BATFET_DIS (REG07[5]) 设置为 1 到在运输模式下 BATFET 关断的延迟。 0 – 设置 BATFET_DIS 位时立即关断 BATFET。 1 – 设置 BATFET_DIS 位时，在 t_{BATFET_DLY}（典型值为 10s）之后关断 BATFET。（默认）
2	BATFET_RST_EN	1	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	启用 BATFET 完全系统复位。BATFET 完全系统复位启动时间基于 BATFET_RST_WVBUS 位的设置。 0 – 禁用 BATFET 复位功能 1 – 当 REG07[5] 也为 1 时启用 BATFET 复位功能。（默认）
1	VINDPM_BAT_TRACK[1]	0	R/W	通过 REG_RST	设置 VINDPM 以跟踪 BAT 电压。实际 VINDPM 是寄存器值和 V_{BAT} + VINDPM_BAT_TRACK 中的较高者。 00 – 禁用功能（VINDPM 由寄存器设置）（默认值） 01 – V_{BAT} + 200mV 10 – V_{BAT} + 250mV 11 – V_{BAT} + 300mV
0	VINDPM_BAT_TRACK[0]	0	R/W	通过 REG_RST	

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读

8.5.9 充电器状态 0 寄存器（地址 = 08h）

图 8-23. REG08

7	6	5	4	3	2	1	0
x	x	x	x	x	x	x	x
R	R	R	R	R	R	R	R

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读；-n = 复位后的值

表 8-15. REG08 字段说明

位	字段	POR	类型	复位	说明
7	VBUS_STAT[2]	x	R	不适用	VBUS 状态寄存器 000 – 无输入 001 – USB 主机 SDP (500mA) → PSEL 引脚高电平 011 – 适配器 2.4A → PSEL 引脚低电平 在 IINDPM 寄存器中报告软件电流限制
6	VBUS_STAT[1]	x	R	不适用	
5	VBUS_STAT[0]	x	R	不适用	
4	CHRG_STAT[1]	x	R	不适用	充电状态： 00 – 未充电 01 – 预充电或涓流充电 (< $V_{BATLOWV}$) 10 – 快速充电 11 – 充电终止
3	CHRG_STAT[0]	x	R	不适用	
2	PG_STAT	x	R	不适用	电源正常状态（仅限 BQ25619E）： 0 – 电源不正常 1 – 电源正常
1	THERM_STAT	x	R	不适用	0 – 未处于热调节状态 1 – 处于热调节状态
0	VSYS_STAT	x	R	不适用	0 – 未处于 SYS_MIN 调节状态 (V_{BAT} > V_{SYS_MIN}) 1 – 处于 SYS_MIN 调节状态 (V_{BAT} < V_{SYS_MIN})

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

8.5.10 充电器状态 1 寄存器（地址 = 09h）

图 8-24. REG09 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
1	x	x	x	x	x	x	x
R	R	R	R	R	R	R	R

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读；-n = 复位后的值

表 8-16. REG09 字段说明

位	字段	POR	类型	复位	说明
7	WATCHDOG_FAULT	1	R	不适用	0 – 正常，器件处于主机模式， 1 – 看门狗计时器到期，器件处于默认模式。
6	保留	x	R	不适用	
5	CHRG_FAULT[1]	x	R	不适用	00 – 正常 01 – 输入故障 10 – 热关断 11 – 充电安全计时器到期
4	CHRG_FAULT[0]	x	R	不适用	
3	BAT_FAULT	x	R	不适用	0 – 正常， 1 – 电池过压。
2	NTC_FAULT[2]	x	R	不适用	降压模式下的 TS 故障 000 – 正常 010 – 温 011 – 凉 101 – 冷 110 – 热
1	NTC_FAULT[1]	x	R	不适用	
0	NTC_FAULT[0]	x	R	不适用	

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读

8.5.11 充电器状态 2 寄存器（地址 = 0Ah）

图 8-25. REG0A 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
x	x	x	x	x	x	0	0
R	R	R	R	R	R	R/W	R/W

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读；-n = 复位后的值

表 8-17. REG0A 字段说明

位	字段	POR	类型	复位	说明
7	VBUS_GD	x	R	不适用	0 – VBUS 未通过不良源检测 1 – VBUS 通过不良源检测
6	VINDPM_STAT	x	R	不适用	0 – 不处于 VINDPM 1 – 处于 VINDPM
5	IINDPM_STAT	x	R	不适用	0 – 不处于 IINDPM 1 – 处于 IINDPM
4	保留	x	R	不适用	
3	TOPOFF_ACTIVE	x	R	不适用	0 – 充电完成计时器不计数。 1 – 充电完成计时器计数
2	ACOV_STAT	x	R	不适用	0 – 不处于 ACOV 1 – 处于 ACOV
1	VINDPM_INT_ MASK	0	R/W	通过 REG_RST	在 VINDPM 期间允许或阻止 $\overline{\text{INT}}$ 脉冲置为有效以发送至主机。 0 – 在 VINDPM 期间 $\overline{\text{INT}}$ 被置为有效以发送至主机（默认值） 1 – 在 VINDPM 期间没有 $\overline{\text{INT}}$ 脉冲被置为有效以发送至主机
0	IINDPM_INT_ MASK	0	R/W	通过 REG_RST	在 IINDPM 期间允许或阻止 $\overline{\text{INT}}$ 脉冲被置为有效以发送至主机 0 – 在 IINDPM 期间 $\overline{\text{INT}}$ 被置为有效以发送至主机（默认值） 1 – 在 IINDPM 期间没有 $\overline{\text{INT}}$ 脉冲被置为有效以发送至主机

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

8.5.12 器件信息寄存器（地址 = 0Bh）

图 8-26. REG0B 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
0	1	0	0	0	1	0	0
R/W	R	R	R	R	R	R	R

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读；-n = 复位后的值

表 8-18. REG0B 字段说明

位	字段	POR	类型	复位	说明
7	REG_RST	0	R/W	不适用	寄存器复位 0 – 保持当前寄存器设置（默认值） 1 – 复位为默认寄存器值并复位安全计时器。寄存器复位完成后，该位返回至 0。
6	PN[3]	1	R	不适用	DEVICE_ID
5	PN[2]	0	R	不适用	
4	PN[1]	0	R	不适用	
3	PN[0]	0	R	不适用	
2	保留	1	R	不适用	保留
1	保留	0	R	不适用	保留
0	保留	0	R	不适用	

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读

8.5.13 充电器控制 4 寄存器（地址 = 0Ch）[复位 = 75h]

图 8-27. REG0C

7	6	5	4	3	2	1	0
0	1	1	1	0	1	0	1
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读；-n = 复位后的值

表 8-19. REG0C 字段说明

位	字段	POR	类型	复位	说明
7	JEITA_COOL_ISET [1]	0	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	凉温范围 (T1 - T2) 内的快速充电电流设置，以 REG02[5:0] 中 I_{CHG} 的百分比表示。 00 – 不充电 01 – I_{CHG} 的 20%（默认值） 10 – I_{CHG} 的 50% 11 – I_{CHG} 的 100%（安全计时器不会变为 2 倍）
6	JEITA_COOL_ISET [0]	1	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	
5	JEITA_WARM_ISET [1]	1	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	暖温范围 (T3 – T5) 内的快速充电电流设置，以 REG02[5:0] 中 I_{CHG} 的百分比表示。 00 – 不充电 01 – I_{CHG} 的 20% 10 – I_{CHG} 的 50% 11 – I_{CHG} 的 100%（安全计时器不会变为 2 倍）（默认值）
4	JEITA_WARM_ISET [0]	1	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	
3	JEITA_VT2 [1]	0	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	00 – VT2% = 70.75% (5.5°C) 01 – VT2% = 68.25% (10°C)（默认值） 10 – VT2% = 65.25% (15°C) 11 – VT2% = 62.25% (20°C)
2	JEITA_VT2 [0]	1	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	
1	JEITA_VT3 [1]	0	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	00 – VT3% = 48.25% (40°C) 01 – VT3% = 44.75% (44.5°C)（默认值） 10 – VT3% = 40.75% (50.5°C) 11 – VT3% = 37.75% (54.5°C)
0	JEITA_VT3 [0]	1	R/W	通过 REG_RST 通过看门狗	

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

9 应用和实施

备注

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

9.1 应用信息

典型应用包括可配置为 I²C 控制电源路径管理器件的器件，以及用于各种智能手机和其他便携式设备中锂离子和锂聚合物电池的单节电池充电器。它在系统和电池之间集成输入反向阻断 FET（RBFET，Q1）、高侧开关 FET（HSFET，Q2）、低侧开关 FET（LSFET，Q3）以及电池 FET（BATFET，Q4）。器件还集成了一个用于高侧栅极驱动的自举二极管。

9.2 典型应用

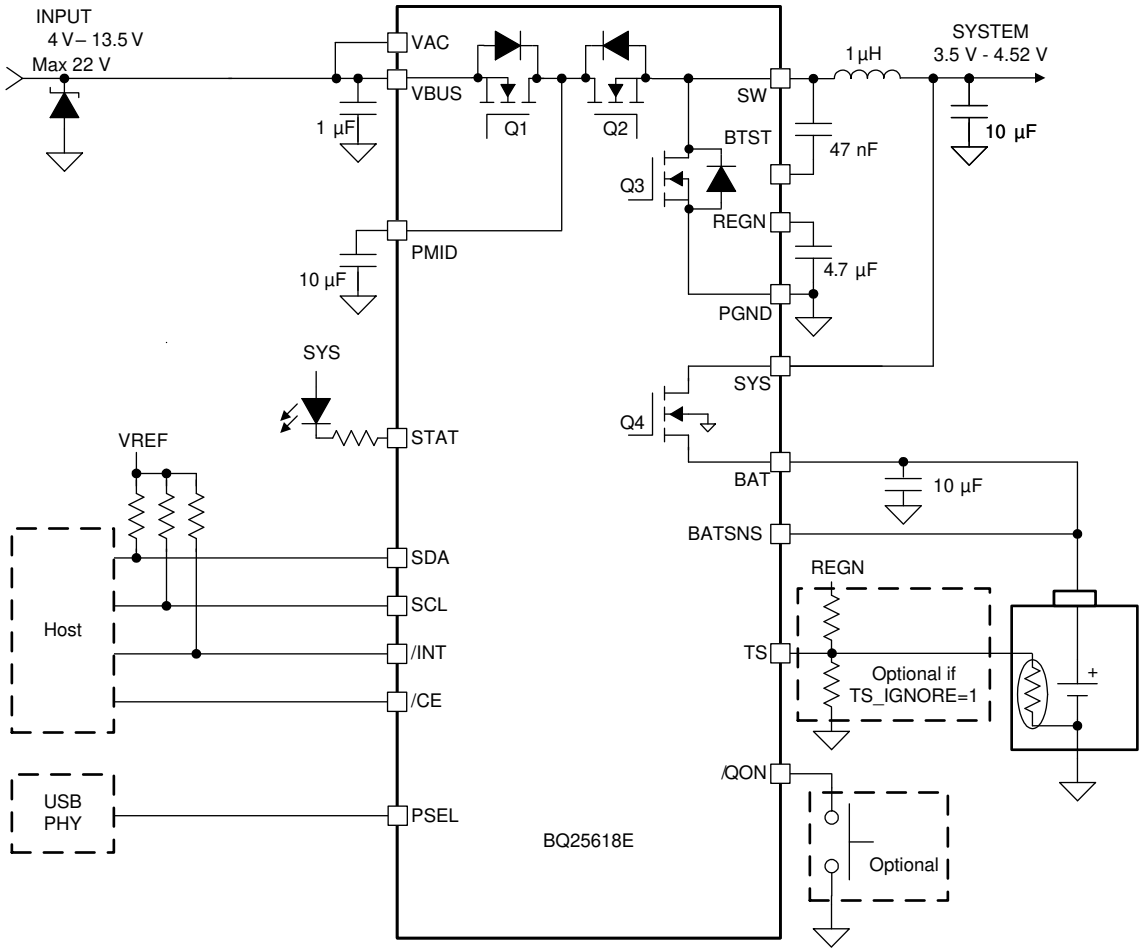


图 9-1. BQ25618E 应用示意图

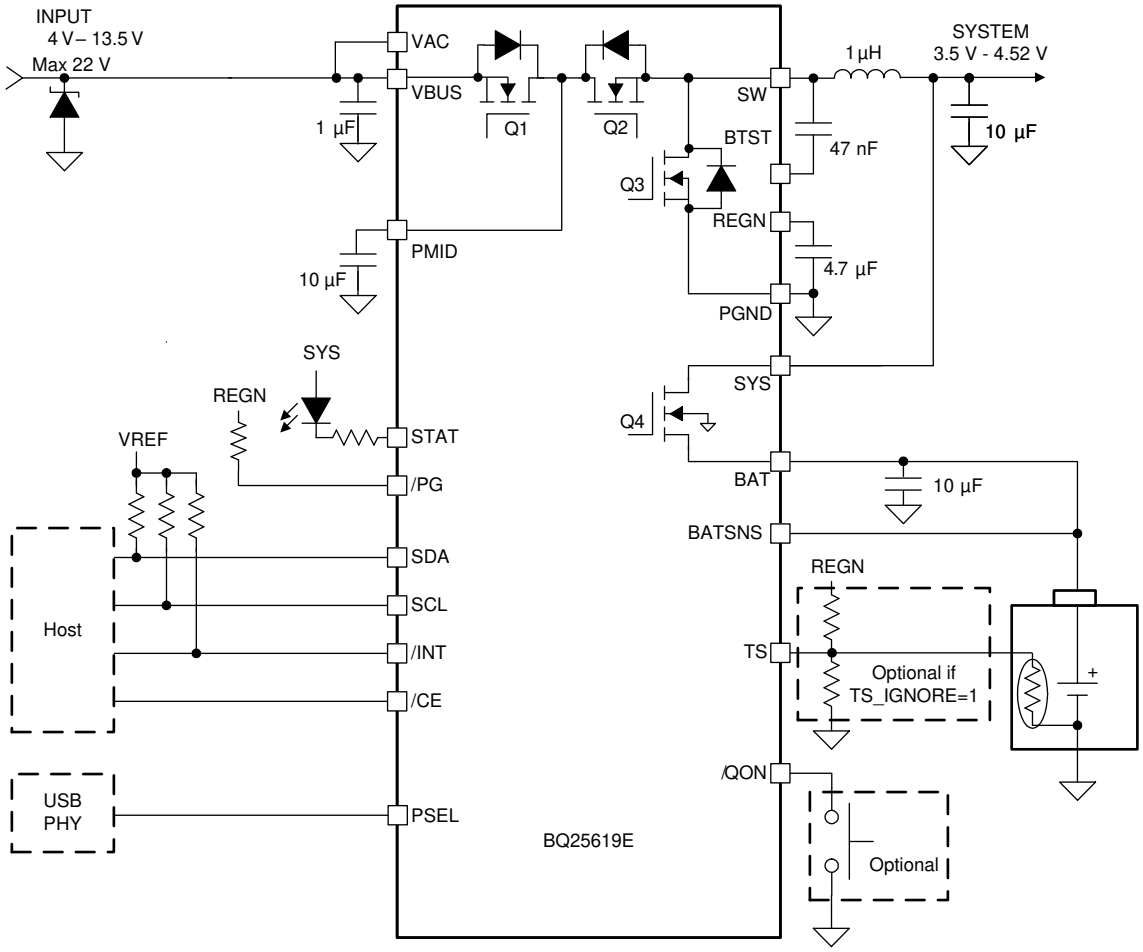


图 9-2. BQ25619E 应用示意图

有关完整原理图和元件放置以及布线和过孔位置，请参阅 *BQ25618 BMS024 评估模块 EVM 用户指南* 和 *BQ25619 BMS025 评估模块 EVM 用户指南*。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

9.2.1 设计要求

本设计示例使用下表中显示的参数。

表 9-1. 设计参数

参数	值
V_{VBUS} 电压范围	4V 至 13.5V
输入电流限值（REG00[4:0]）	2.4A
快速充电电流限值（REG02[5:0]）	1.024A
最小系统电压 (REG01[3:1])	3.5V
电池稳压电压（REG04[7:3]）	4.2V

9.2.2 详细设计过程

9.2.2.1 电感器选型

由于开关频率为 1.5MHz，因此允许使用小电感值和电容值来保持电感器饱和电流高于充电电流 (I_{CHG}) 加上纹波电流 (I_{RIPPLE}) 的一半：

$$I_{SAT} \geqslant I_{CHG} + (1/2)\, I_{RIPPLE} \tag{3}$$

电感器纹波电流取决于输入电压 (V_{VBUS})、占空比 ($D = V_{BAT}/V_{VBUS}$)、开关频率 (f_S) 和电感 (L)。

$$I_{RIPPLE} = \frac{V_{IN} \times D \times (1 - D)}{fs \times L} \tag{4}$$

当占空比 (D) 为 0.5 或近似 0.5 时，电感器纹波电流将达到最大。通常，电感器纹波的设计范围为最大充电电流的 20% 至 40%，这是实际设计中电感器尺寸和效率之间的折衷。

9.2.2.2 输入电容器和电阻器

在设计输入电容时应确保能够提供足够的额定纹波电流以吸收输入开关纹波电流。当占空比为 0.5 时，最坏情况下的 RMS 纹波电流是充电电流的一半。如果转换器不以 50% 的占空比运行，则最坏情况电容器 RMS 电流 I_{CIN} 发生在占空比最接近 50% 的位置，并可使用方程式 5 估算得出。

$$I_{CIN} = I_{CHG} \times \sqrt{D \times (1 - D)} \tag{5}$$

X7R 或 X5R 等低 ESR 陶瓷电容器是输入去耦电容器的首选，应尽可能靠近高侧 MOSFET 的漏极和低侧 MOSFET 的源极放置。电容器的额定电压必须高于正常输入电压电平。对于 12V 输入电压，首选额定电压为 25V 或更高的电容器。对于 1.5A 的典型充电电流，建议使用最小 10μF 的电容。

9.2.2.3 输出电容器

确保输出电容具有足够的额定纹波电流以吸收输出开关纹波电流。方程式 6 展示了输出电容器 RMS 电流 I_{COUT} 的计算。

$$I_{COUT} = \frac{I_{RIPPLE}}{2 \times \sqrt{3}} \approx 0.29 \times I_{RIPPLE} \tag{6}$$

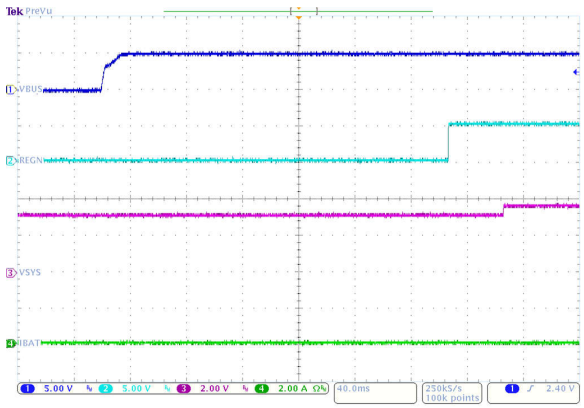
输出电容器电压纹波可按如下公式计算：

$$\Delta V_O = \frac{V_{OUT}}{8LCfs^2}\left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right) \tag{7}$$

在特定的输入和输出电压以及开关频率下，可以通过增大输出滤波器 LC 来降低电压纹波。

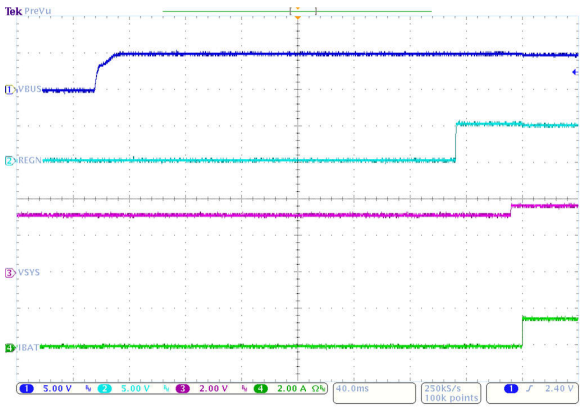
该充电器器件具有内部环路补偿，针对高于 10 μ F 的陶瓷输出电容进行了优化。首选陶瓷电容器为 10V 额定电压的 X7R 或 X5R 电容器。

9.2.3 应用曲线



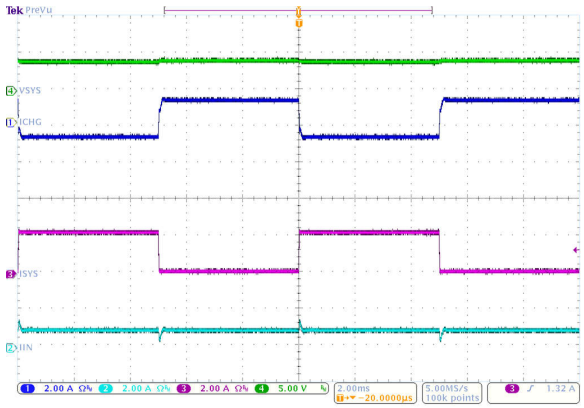
V_{VBUS} = 5V　　V_{BAT}= 3.2V

图 9-3. 上电并禁用充电



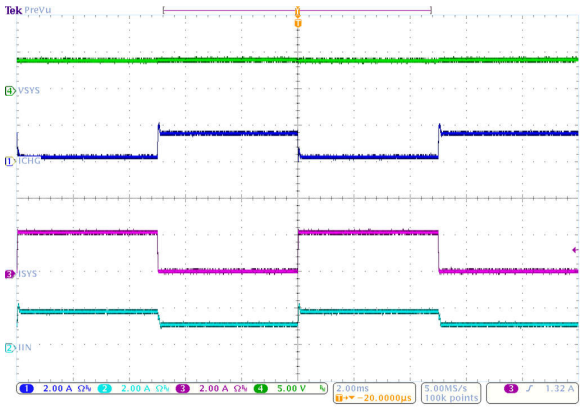
I_{CHG} = 1.5A　　V_{VBUS} = 5V　　V_{BAT}= 3.2V

图 9-4. 上电并启用充电



I_{SYS} = 0A 至 2A　　V_{VBUS} = 5V　　IINDPM = 1A
I_{CHG} = 1.5A　　V_{BAT} = 3.7V

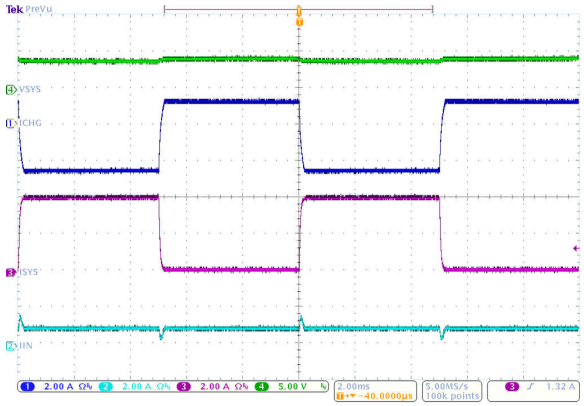
图 9-5. 系统负载瞬态响应



I_{SYS} = 0A 至 2A　　V_{VBUS} = 5V　　IINDPM = 2A
I_{CHG} = 1A　　V_{BAT} = 3.7V

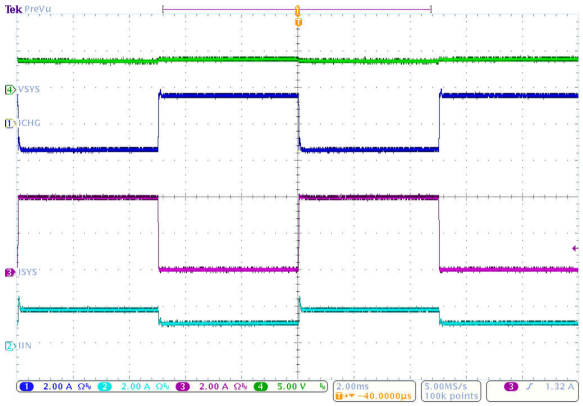
图 9-6. 系统负载瞬态响应

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated



I_{SYS} = 0A 至 4A　V_{VBUS} = 5V　IINDPM = 1A
I_{CHG} = 1.5A　V_{BAT} = 3.7V

图 9-7. 系统负载瞬态响应



I_{SYS} = 0A 至 4A　V_{VBUS} = 5V　IINDPM = 2A
I_{CHG} = 1.5A　V_{BAT} = 3.7V

图 9-8. 系统负载瞬态响应

10 电源相关建议

为了在 SYS 上提供输出电压，电池充电器需要一个输入电压介于 4V 至 13.5V 之间、额定电流至少为 100mA 且连接到 VBUS 的电源，或电池电压大于 V_{BAT_UVLOZ} 且连接到 BAT 的单节锂离子电池。拉电流额定值需要至少为 3A，充电器的降压转换器才能向 SYS 提供最大输出功率。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

11 布局

11.1 布局指南

为了更大限度减少开关损耗，应该尽可能缩短开关节点的上升和下降时间。为了防止电场和磁场辐射以及高频谐振问题，请务必确保元件布局合理，以尽可能减小高频电流路径环路（参阅图 11-1）。请仔细按照以下特定顺序来实现正确的布局。

1. 将输入电容器尽可能靠近 PMID 引脚和 GND 引脚连接放置，并使用尽可能短的覆铜线迹连接或 GND 层。添加 1nF 小尺寸（例如 0402 或 0201）去耦电容器，以改进高频噪声滤波器和 EMI。
2. 将电感器输入引脚放置在尽可能靠近 SW 引脚的位置。最大限度地减小此布线的覆铜面积，以减少电场和磁场辐射，但应确保该布线足够宽，能够承载充电电流。不要为此连接并联使用多个层。更大限度地降低从此区域到任何其他布线或平面的寄生电容。
3. 将输出电容器靠近电感器和器件放置。需要通过短铜引线连接或 GND 平面将接地接头连接至 IC 接地端。
4. 模拟接地与电源接地分开布线。分别连接模拟接地和电源接地。使用散热焊盘作为单一接地连接点，将模拟接地和电源接地连接在一起。或使用 0Ω 电阻器将模拟接地连接到电源接地。
5. 使用单一接地连接将充电器电源接地连接到充电器模拟接地。器件正下方。使用接地覆铜但避免使用电源引脚，以减少电感和电容噪声耦合。
6. 将去耦电容器靠近 IC 引脚放置，并尽量缩短引线连接。
7. 至关重要的是，器件封装背面裸露的散热焊盘应焊接至 PCB 接地。确保 IC 正下方有足够的热过孔，且连接到其他层上的接地平面。
8. 确保过孔的数量和尺寸能够为给定电流路径提供足够的铜。

有关建议的元件放置以及布线和过孔位置，请参阅 *BQ25618 BMS024 评估模块 EVM 用户指南* 和 *BQ25619 BMS025 评估模块 EVM 用户指南*。对于 VQFN 信息，请参阅 *“Quad Flatpack No-Lead 逻辑封装”应用报告* 和 *“QFN 和 SON PCB 连接”应用报告*。

11.2 布局示例

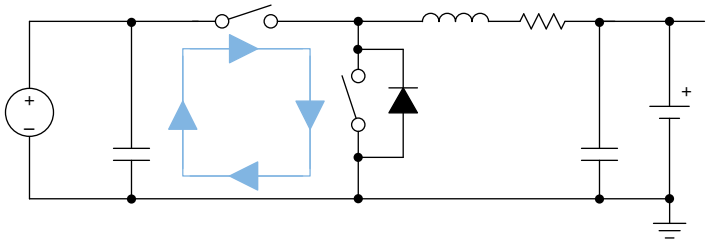


图 11-1. 高频电流路径

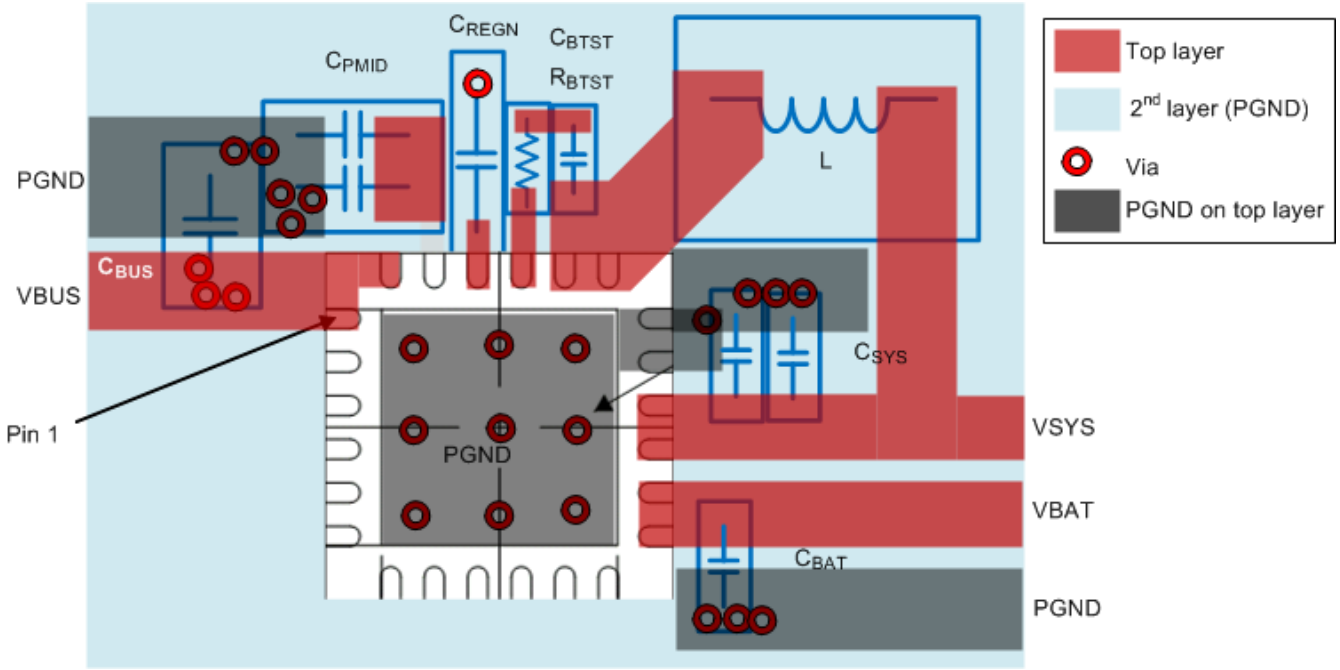


图 11-2. 布局示例

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

12 器件和文档支持

12.1 器件支持

12.1.1 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。

12.2 文档支持

12.2.1 相关文档

请参阅以下相关文档：

- *BQ25619 BMS025 评估模块用户指南*
- *BQ25618 BMS024 评估模块用户指南*

12.3 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。

12.4 支持资源

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

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

12.5 商标

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.
所有商标均为其各自所有者的财产。

12.6 静电放电警告

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

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

12.7 术语表

TI 术语表	本术语表列出并解释了术语、首字母缩略词和定义。

13 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 A (March 2021) to Revision B (July 2024)	Page
• 将绝对最大额定值中的 BAT、SYS（转换器不进行开关）最大值从 17V 更改为 7V	7
• 更改了电气特性 中的 I_{Q_BAT} 和 I_{SHIP_BAT} 测试条件	8
• 删除了时序要求 中的 t_{SU_STA}、t_{HD_DAT}、t_{rDA} 和 t_{fDA}	12
• 更改了 REG02 字段说明 中的 ICHG 电流设置，将 1430mA 从 111100 更改为 111110，将 1500mA 从 111100 更改为 111111	29
• 将图 8-26 中的默认 PN[3-0] 设置从 0101 更改为 1000	29

Changes from Revision * (October 2020) to Revision A (March 2021)	Page
• 向数据表添加了 BQ25618E	1

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

14 机械、封装和可订购信息

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

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package | Pins	Package qty | Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
BQ25618EYFFR	Active	Production	DSBGA (YFF) | 30	3000 | LARGE T&R	Yes	SNAGCU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	BQ25618E
BQ25618EYFFR.A	Active	Production	DSBGA (YFF) | 30	3000 | LARGE T&R	Yes	SNAGCU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	BQ25618E
BQ25619ERTWR	Active	Production	WQFN (RTW) | 24	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	BQ 25619E
BQ25619ERTWR.A	Active	Production	WQFN (RTW) | 24	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	BQ 25619E

(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.

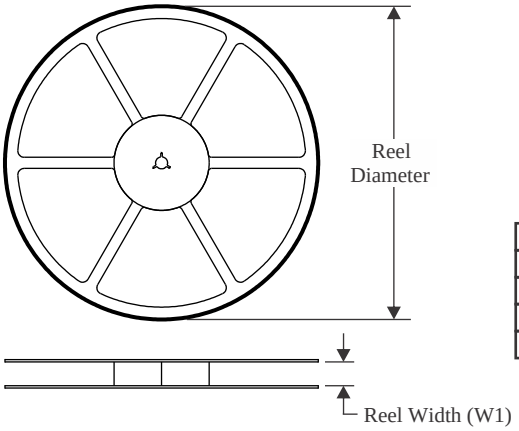
Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

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.

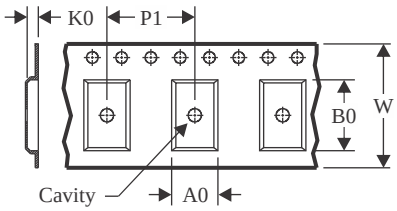
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION

REEL DIMENSIONS

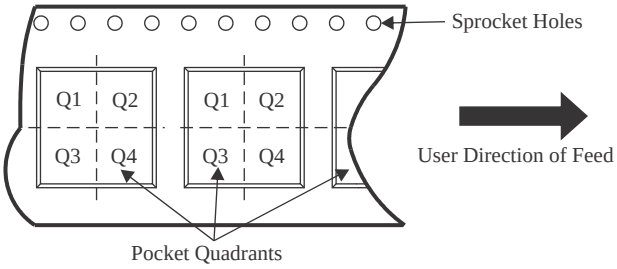


TAPE DIMENSIONS



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

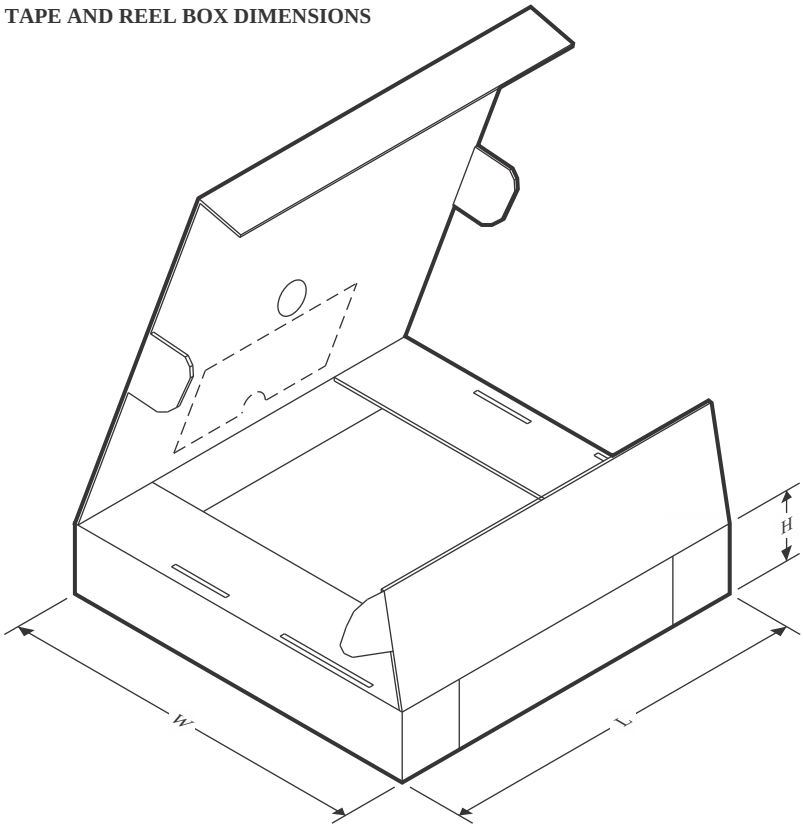
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



*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
BQ25618EYFFR	DSBGA	YFF	30	3000	180.0	8.4	2.09	2.59	0.78	4.0	8.0	Q1
BQ25619ERTWR	WQFN	RTW	24	3000	330.0	12.4	4.25	4.25	1.15	8.0	12.0	Q2

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
BQ25618EYFFR	DSBGA	YFF	30	3000	182.0	182.0	20.0
BQ25619ERTWR	WQFN	RTW	24	3000	367.0	367.0	35.0

GENERIC PACKAGE VIEW

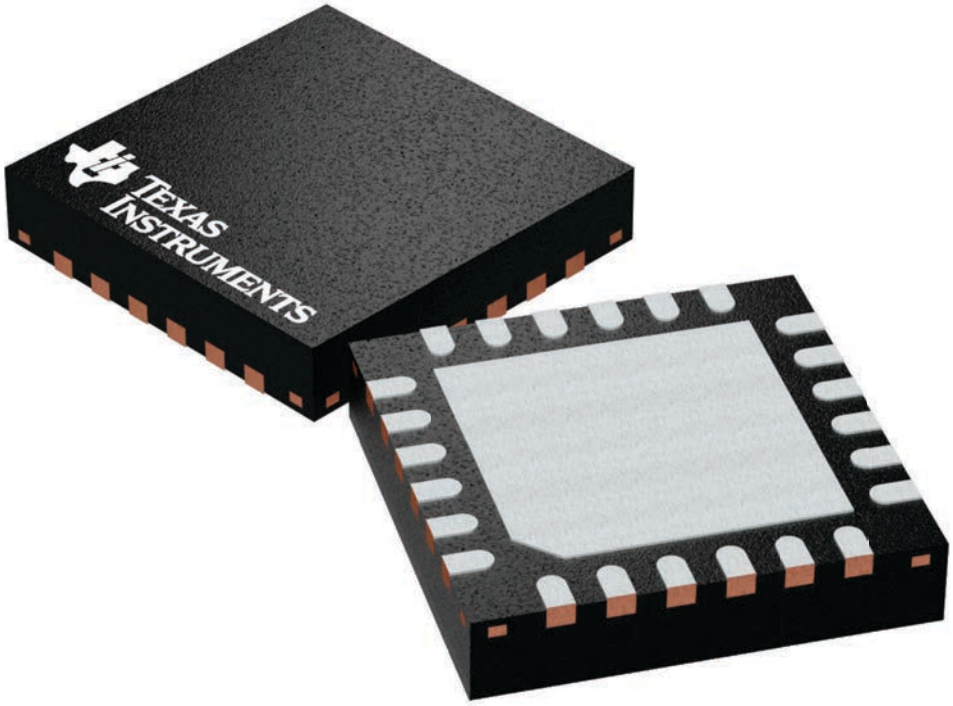
RTW 24

WQFN - 0.8 mm max height

4 x 4, 0.5 mm pitch

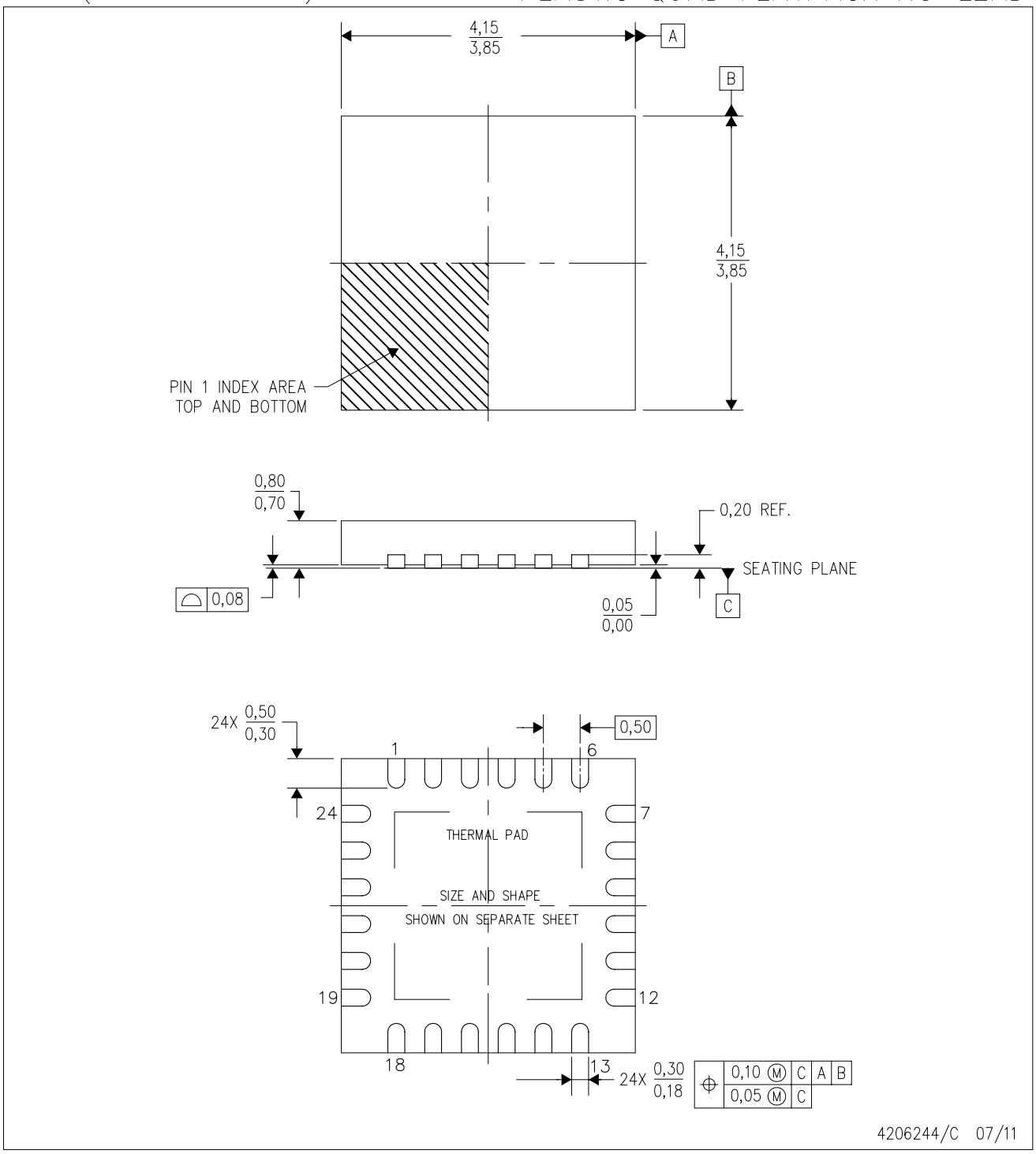
PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD

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



4224801/A

RTW (S-PWQFN-N24) PLASTIC QUAD FLATPACK NO-LEAD



NOTES:
A. All linear dimensions are in millimeters. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M-1994.
B. This drawing is subject to change without notice.
C. Quad Flatpack, No-Leads (QFN) package configuration.
D. The package thermal pad must be soldered to the board for thermal and mechanical performance.
E. See the additional figure in the Product Data Sheet for details regarding the exposed thermal pad features and dimensions.
F. Falls within JEDEC MO-220.

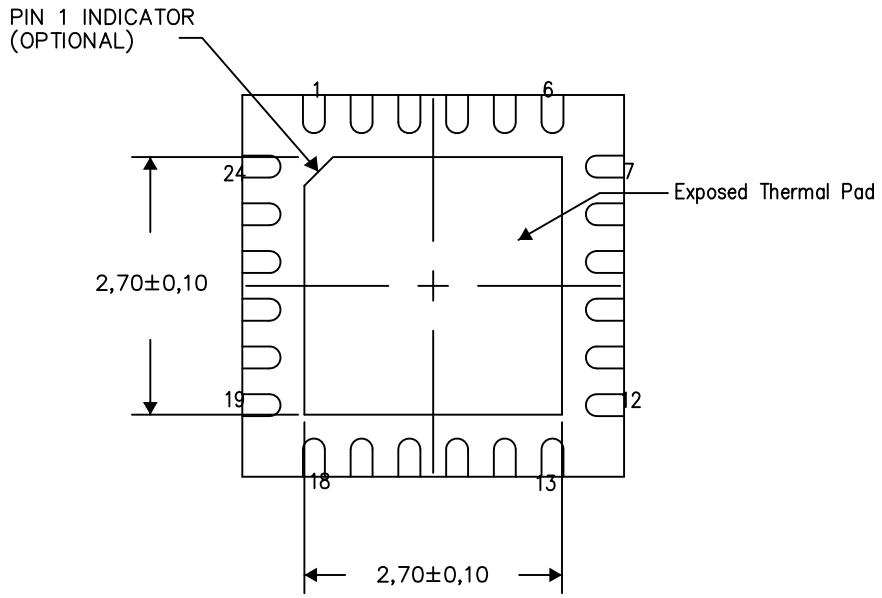
RTW (S-PWQFN-N24) PLASTIC QUAD FLATPACK NO-LEAD

THERMAL INFORMATION

This package incorporates an exposed thermal pad that is designed to be attached directly to an external heatsink. The thermal pad must be soldered directly to the printed circuit board (PCB). After soldering, the PCB can be used as a heatsink. In addition, through the use of thermal vias, the thermal pad can be attached directly to the appropriate copper plane shown in the electrical schematic for the device, or alternatively, can be attached to a special heatsink structure designed into the PCB. This design optimizes the heat transfer from the integrated circuit (IC).

For information on the Quad Flatpack No-Lead (QFN) package and its advantages, refer to Application Report, QFN/SON PCB Attachment, Texas Instruments Literature No. SLUA271. This document is available at www.ti.com.

The exposed thermal pad dimensions for this package are shown in the following illustration.



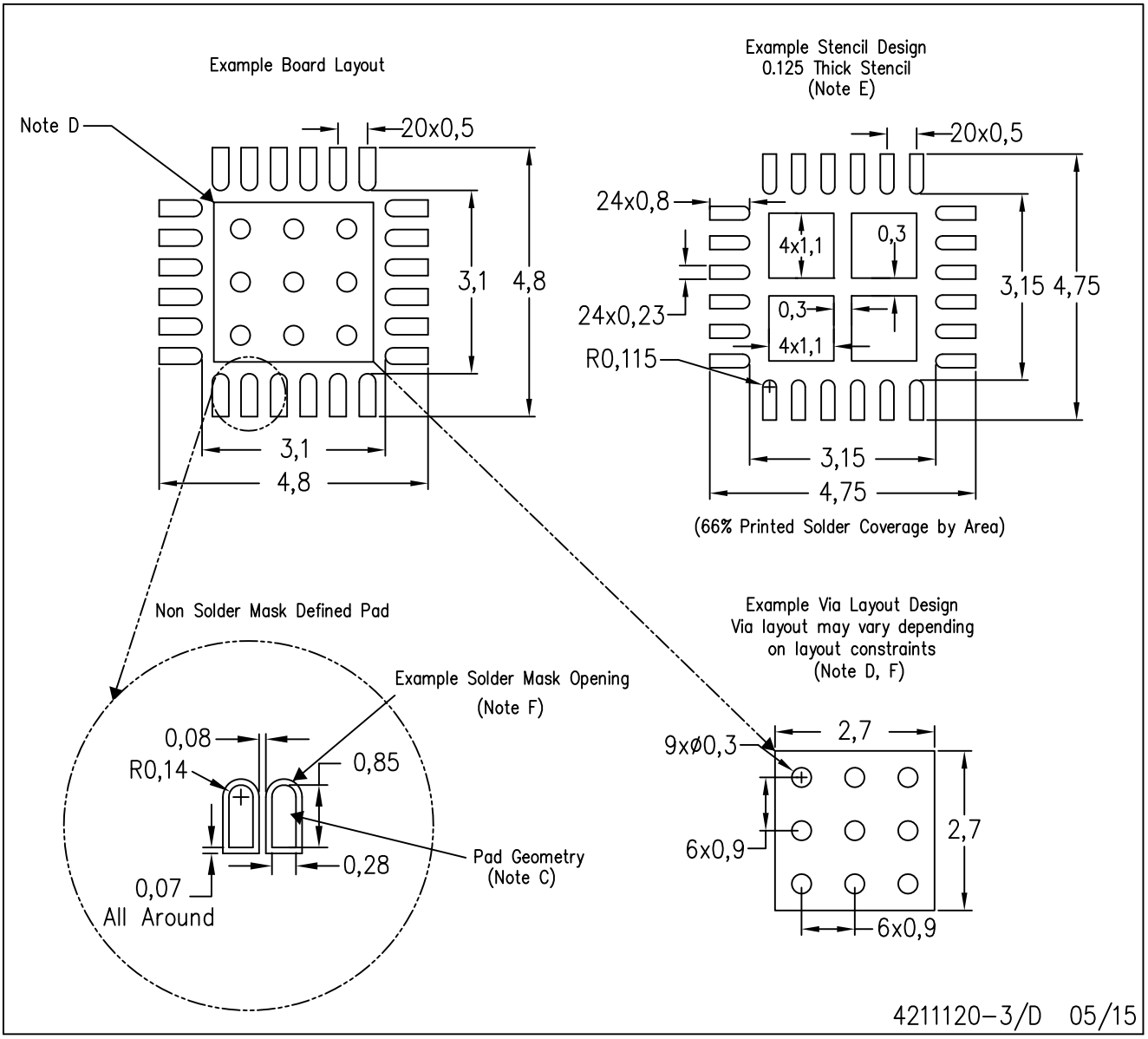
Bottom View

Exposed Thermal Pad Dimensions

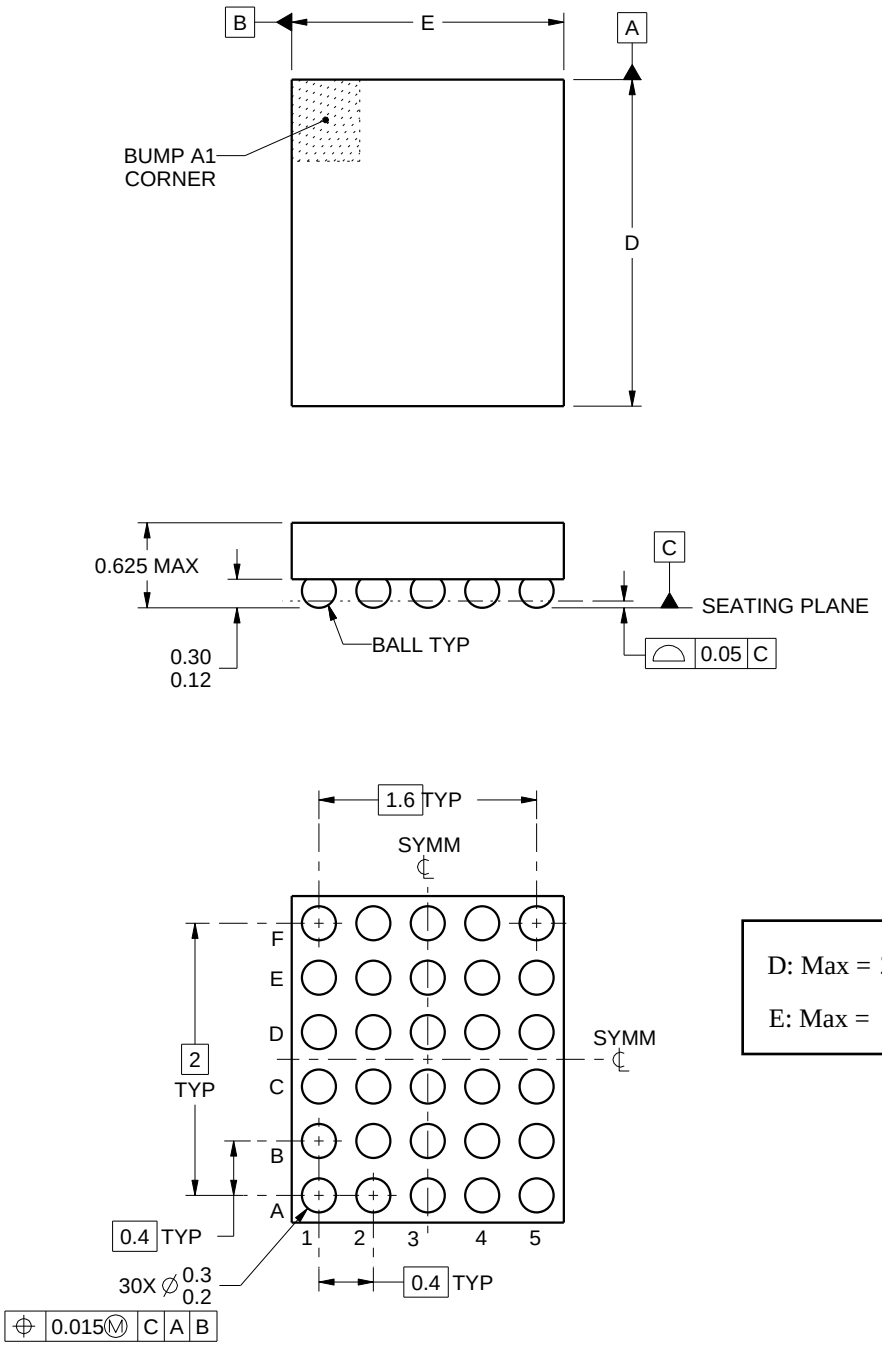
4206249-5/P 05/15

NOTES: A. All linear dimensions are in millimeters

RTW (S–PWQFN–N24) PLASTIC QUAD FLATPACK NO–LEAD



NOTES:
A. All linear dimensions are in millimeters.
B. This drawing is subject to change without notice.
C. Publication IPC–7351 is recommended for alternate designs.
D. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. Refer to Application Note, Quad Flat–Pack Packages, Texas Instruments Literature No. SLUA271, and also the Product Data Sheets for specific thermal information, via requirements, and recommended board layout. These documents are available at www.ti.com <http://www.ti.com>.
E. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and also rounding corners will offer better paste release. Customers should contact their board assembly site for stencil design recommendations. Refer to IPC 7525 for stencil design considerations.
F. Customers should contact their board fabrication site for recommended solder mask tolerances and via tenting recommendations for vias placed in the thermal pad.



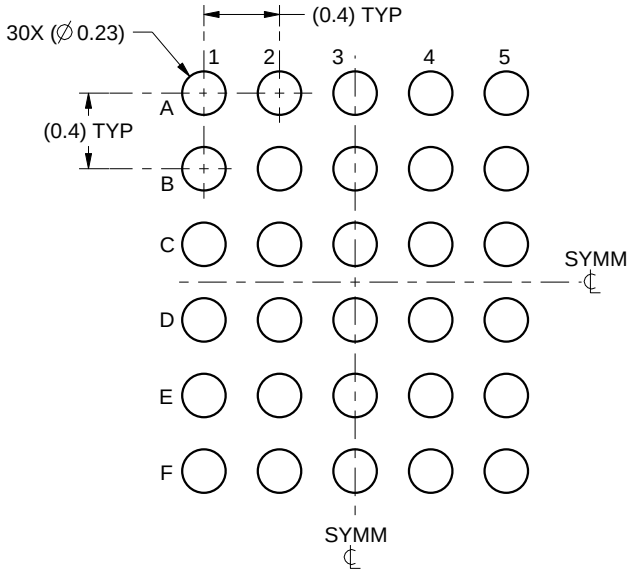
D: Max = 2.392 mm, Min =2.332 mm

E: Max = 1.992 mm, Min =1.931 mm

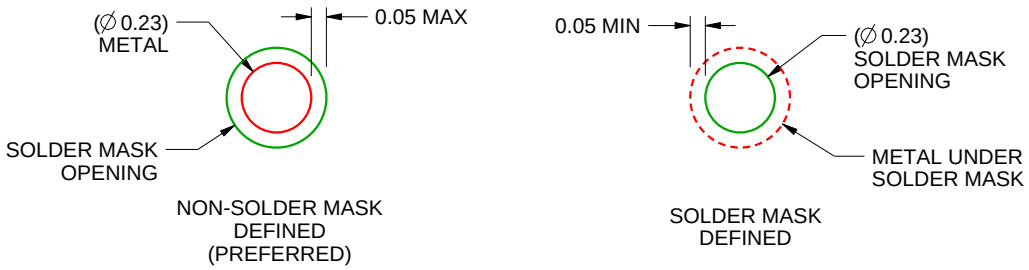
4219433/A 03/2016

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.



LAND PATTERN EXAMPLE
SCALE:25X

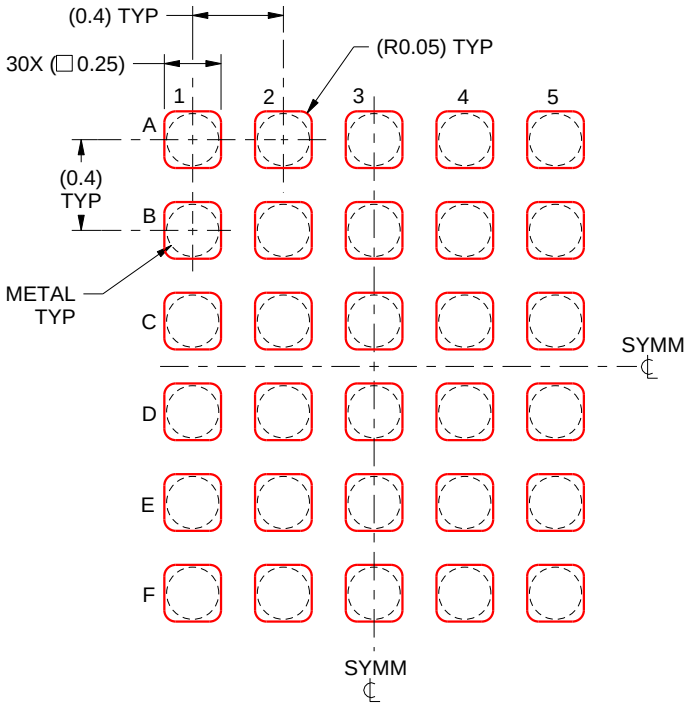


SOLDER MASK DETAILS
NOT TO SCALE

4219433/A 03/2016

NOTES: (continued)

3. Final dimensions may vary due to manufacturing tolerance considerations and also routing constraints.
   For more information, see Texas Instruments literature number SNVA009 (www.ti.com/lit/snva009).



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

4219433/A 03/2016

NOTES: (continued)

4. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release.

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、某特定用途方面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功能安全、信息安全、监管或其他要求。

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。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 TI 的销售条款或 ti.com 上其他适用条款/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。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司