

BQ24800 SMBus 1 节至 4 节降压电池充电控制器 具有峰值功率、混合动力升压和仅电池升压模式

1 特性

- 混合动力升压模式，可使用适配器和电池一起为系统供电
 - 150 μ s 进入混合动力升压模式的超快速瞬态响应
- 仅电池升压模式，可支持更大的系统瞬态电压并延长电池运行时间
- 峰值功率两级输入电流限制，能够尽可能地提高适配器的功率并尽可能地减少电池放电
- 通过 4.5V 至 24V 适配器为 1 至 4 芯电池组充电
- 用于 CPU 节流的高精确度功率和电流监测
 - 全面的 PROCHOT 配置
 - $\pm 2\%$ 电流监测器精度
 - $\pm 5\%$ 系统电源监测器精度 (PMON)
- 自动选择适配器或电池作为 NMOS 电源
 - 从电池移除退出学习模式时，ACFET 在 100 μ s 内快速导通
- 可编程的输入电流、充电电压、充电和放电电流限制
 - $\pm 0.4\%$ 充电电压 (16mV/阶跃)
 - $\pm 2\%$ 输入电流 (64mA/阶跃)
 - $\pm 2\%$ 充电电流 (64mA/阶跃)
 - $\pm 2\%$ 放电电流 (512mA/阶跃)
- 高度集成
 - 电池 LEARN 功能
 - 电池存在监测器
 - 升压模式指示器
 - 环路补偿
 - BTST 二极管
- 增强了过压保护、过流保护、电池、电感器和 MOSFET 短路保护等安全特性
- 开关频率：300kHz、400kHz、600kHz 和 800kHz
- 对 ILIM 引脚进行实时系统控制以限制充电和放电电流
- 针对 Energy Star 的 0.65mA 适配器待机静态电流

2 应用

- 笔记本电脑、超极本、可拆卸电脑和平板电脑
- 工业和医疗设备
- 具有备用电池的系统
- 便携式设备

3 说明

BQ24800 器件是一种高效同步降压多化学电池充电器，支持 1 节、2 节、3 节或 4 节串联锂离子电池或其他电压高达 19.2V 的电池化学成分。

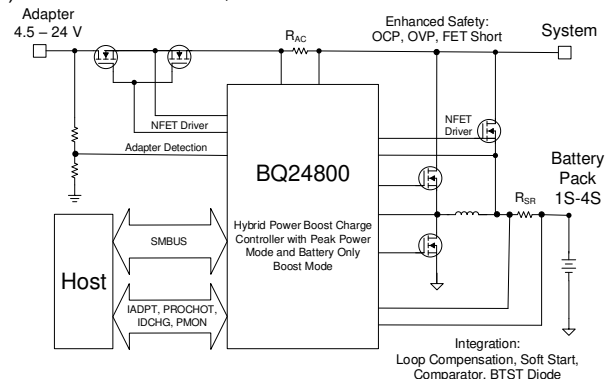
主机微控制器可通过 SMBus 对充电电流、充电电压、输入电流限制和放电电流限制进行编程，具有较高的调节精度。此外，BQ24800 支持两级输入电流限制（峰值功率模式），可充分利用适配器功能并减少电池放电。BQ24800 向主机微控制器提供适配器电流 (IADP)、电池放电电流 (IDCHG) 和系统电源 (PMON) 信号，并根据需要输出 PROCHOT 信号以降低 CPU 速度。

BQ24800 支持混合动力升压模式，可升高电池电压以在系统功率需求暂时高于适配器能够提供的功率时补充适配器。当适配器不存在时，BQ24800 支持仅电池升压模式，以将电池电压升高至最低系统工作电压以上，从而提供更大的余量来支持系统瞬态。

器件信息

器件型号	封装 ⁽¹⁾	本体尺寸 (标称值)
BQ24800	RUY (WQFN 28)	4.00mm × 4.00mm

(1) 有关所有可用封装，请参阅节 12



内容

1 特性	1	6.6 寄存器映射	31
2 应用	1	7 应用和实施	45
3 说明	1	7.1 应用信息.....	45
4 引脚配置和功能	3	7.2 典型应用.....	45
5 规格	5	8 电源相关建议	57
5.1 绝对最大额定值.....	5	9 布局	58
5.2 ESD 等级.....	5	9.1 布局指南.....	58
5.3 建议运行条件.....	5	9.2 布局示例.....	58
5.4 热性能信息.....	6	10 器件和文档支持	61
5.5 电气特性.....	6	10.1 第三方产品免责声明.....	61
5.6 时序要求.....	12	10.2 文档支持.....	61
5.7 典型特性.....	14	10.3 接收文档更新通知.....	61
6 详细说明	15	10.4 支持资源.....	61
6.1 概述.....	15	10.5 商标.....	61
6.2 功能方框图.....	16	10.6 静电放电警告.....	61
6.3 特性说明.....	17	10.7 术语表.....	61
6.4 器件功能模式.....	24	11 修订历史记录	61
6.5 编程.....	29	12 机械、封装和可订购信息	62

4 引脚配置和功能

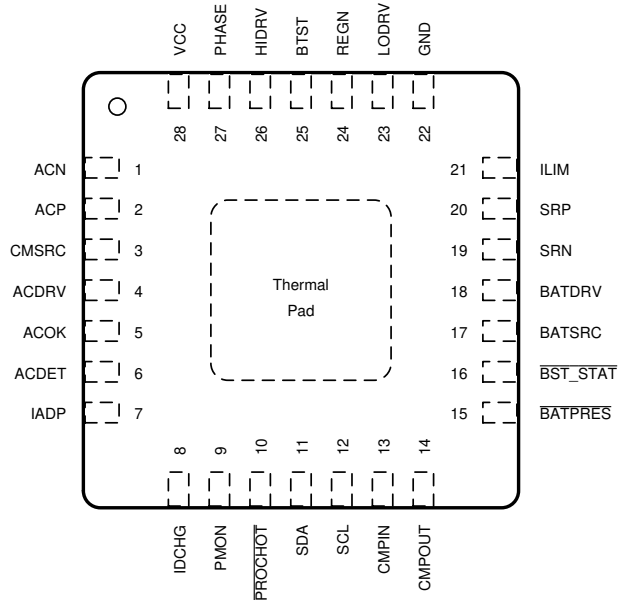


图 4-1. RUY 封装 28 引脚 WQFN 顶视图

表 4-1. 引脚功能

引脚		说明
名称	编号	
ACN	1	输入电流检测电阻负输入。在 ACN 和 GND 之间放置一个可选 0.1 μ F 陶瓷电容器，以实现共模滤波。在 ACN 和 ACP 之间放置一个 0.1 μ F 陶瓷电容器，以提供差模滤波。
ACP	2	输入电流检测电阻正输入。在 ACP 和 GND 之间放置一个 0.1 μ F 陶瓷电容器，以实现共模滤波。在 ACN 和 ACP 之间放置一个 0.1 μ F 陶瓷电容器，以提供差模滤波。
CMSRC	3	ACDRV 电荷泵源输入。在 CMSRC 与 ACFET (Q1) 和 RBFET (Q2) 的共源极之间放置一个 4k Ω 电阻器，以限制 CMSRC 引脚上的浪涌电流。
ACDRV	4	电荷泵输出，用于驱动适配器输入 N 沟道 MOSFET (ACFET) 和反向阻断 N 沟道 MOSFET (RBFET)。当 ACOK 为高电平时，ACDRV 电压比 CMSRC 高 6V。在 ACDRV 和 ACFET 栅极之间放置一个 4k Ω 电阻器，RBFET 会限制 ACDRV 引脚上的浪涌电流。
ACOK	5	高电平有效交流适配器检测开漏输出。当存在有效适配器 (ACDET 高于 2.4V、VCC 高于 UVLO 但低于 ACOV 且 VCC 高于 BAT) 时，通过外部上拉电阻器将其拉高至外部上拉电源轨。如果上述任何条件无效，ACOK 由内部 MOSFET 拉至低电平。在 ACOK 与上拉电源轨之间连接一个 10k Ω 上拉电阻器。
ACDET	6	适配器检测输入。通过在适配器输入到 ACDET 引脚到 GND 引脚之间连接一个电阻分压器，对适配器有效输入阈值进行编程。当 ACDET 引脚电压高于 0.6V 且 VCC 高于 UVLO 时，REGN LDO 存在，ACOK 比较器、输入电流缓冲器 (IADP)、放电电流缓冲器 (IDCHG)、独立比较器和电源监控缓冲器 (PMON) 可以通过 SMBus 启用。当 ACDET 高于 2.4V、VCC 高于 SRN 但低于 ACOV 时，ACOK 变为高电平。从适配器到 ACDET 再到 GND 的总电阻在 100k Ω 至 1M Ω 之间变化。
IADP	7	缓冲适配器电流输出。 $V_{IADP} = 20 \text{ or } 40 \times (V_{ACP} - V_{ACN})$ 可以通过 SMBus 来选择 20x 和 40x 的比率。在 IADP 引脚与 GND 之间放置一个 100pF (或更小的) 陶瓷去耦电容器。如果未使用此输出，则此引脚可以悬空。
IDCHG	8	缓冲放电电流。 $V_{IDCHG} = 8 \text{ or } 16 \times (V_{SRN} - V_{SRP})$ 可以通过 SMBus 来选择 8x 或 16x 的比率。在 IDCHG 引脚与 GND 之间放置一个 100pF (或更小的) 陶瓷去耦电容器。如果未使用此输出，则此引脚可以悬空。
PMON	9	缓冲系统电源输出。输出电流与适配器和电池加在一起的总功率成正比。比率可以通过 SMBus 选择。在 PMON 引脚与 GND 之间放置一个电阻器以生成 PMON 电压。在 PMON 引脚与 GND 之间放置一个 100pF (或更小的) 陶瓷去耦电容器。该引脚电压被钳制在最大 3.3V。
PROCHOT	10	处理器热量指示器的低电平有效开漏输出。充电器 IC 可监测适配器电流、电池放电电流等事件。触发 PROCHOT 配置中的任何事件后，信号会被置为低电平。在 PROCHOT 引脚与 CPU V_{tt} 电源轨 (通常为 1.05V) 之间连接一个 500k Ω 上拉电阻器。

表 4-1. 引脚功能 (续)

引脚		说明
名称	编号	
SDA	11	SMBus 开漏数据 I/O。连接到主机控制器或智能电池的 SMBus 数据线。当 VCC 高于 UVLO 时, 开始 SMBus 通信。根据 SMBus 规范连接一个 10k Ω 上拉电阻器。
SCL	12	SMBus 开漏时钟输入。连接到主机控制器或智能电池的 SMBus 时钟线。当 VCC 高于 UVLO 时, 开始 SMBus 通信。根据 SMBus 规范连接一个 10k Ω 上拉电阻器。
CMPIN	13	独立比较器的输入。可通过 SMBus 主机选择内部基准、输出极性和抗尖峰脉冲时间。在 CMPIN 和 CMPOUT 之间放置一个电阻器, 以编程极性为高电平时的迟滞。如果未使用比较器, 则 CMPIN 将接地, CMPOUT 保持悬空。
CMPOUT	14	独立比较器的开漏输出。在 CMPOUT 与上拉电源轨之间连接一个 10k Ω 上拉电阻器。可通过 SMBus 主机选择比较器基准、输出极性和抗尖峰脉冲时间。当 REGN 可用时, 比较器处于活动状态。如果未使用比较器, 则 CMPIN 将接地, CMPOUT 保持悬空。
BATPRES	15	低电平有效电池存在输入信号。低电平表示存在电池, 高电平表示无电池。如果 BATPRES 引脚被拉至高电平, 该器件退出 LEARN 功能并导通 ACFET/RBFET。请注意, 在关断 BATFET 之前不会驱动 ACFET/RBFET, 以防止适配器对电池短路。当 BATPRES 从低电平变为高电平时, 电池充电和混合动力升压模式被禁用。当 BATPRES 为高电平时, 主机可以通过写入 REG0x14() 和 REG0x15() 来启用充电和混合动力升压模式。
BST_STAT	16	用于混合动力升压模式指示的低电平有效开漏输出。当 IC 以混合升压模式或仅电池升压模式运行时, 它被拉至低电平。否则, 将被拉至高电平。在 BST_STAT 引脚与上拉电源轨之间连接一个 10k Ω 上拉电阻器。
BATSRC	17	连接到 N 沟道 BATFET 的源极。BATDRV 电压比 BATSRC 高 6V 可导通 BATFET。在 BATSRC 和 BATFET 的源极之间放置一个 10k Ω 电阻器, 以限制 BATSRC 引脚上的浪涌电流。
BATDRV	18	电荷泵输出, 用于驱动电池和系统 (BATFET) 之间的 N 沟道 MOSFET。BATDRV 电压比 BATSRC 高 6V, 可导通 BATFET 并从电池为系统供电。BATDRV 短接至 BATSRC 可关断 BATFET。在 BATDRV 和 BATFET 的栅极之间放置一个 4k Ω 电阻器, 以限制 BATDRV 引脚上的浪涌电流。
SRN	19	充电电流检测电阻负输入。SRN 引脚也用于电池电压检测。将带有 0.1 μ F 陶瓷电容器的 SRN 引脚连接到 GND 以实现共模滤波。在 SRP 和 SRN 之间连接一个 0.1 μ F 陶瓷电容器以提供差模滤波。在 SRN 引脚上放置一个 10 Ω 电阻器, 以防止反极性电池插入。
SRP	20	充电电流检测电阻正输入。将带有 0.1 μ F 陶瓷电容器的 SRP 引脚连接到 GND 以实现共模滤波。在 SRP 和 SRN 之间连接一个 0.1 μ F 陶瓷电容器以提供差模滤波。在 SRP 引脚上放置一个 10 Ω 电阻器, 以防止反极性电池插入。
ILIM	21	充电电流和放电电流限制。对于充电电流, $V_{ILIM} = 20 \times (V_{SRP} - V_{SRN})$, 对于放电电流, $V_{ILIM} = 5 \times (V_{SRN} - V_{SRP})$ 。通过在系统基准 3.3V 电源轨到 ILIM 引脚和 GND 引脚之间连接一个电阻分压器, 对 ILIM 电压进行编程。ILIM 电压和 0x14() (用于充电) 或 0x39 (用于放电) 基准的较低者设置实际调节限值。如果 ILIM 被拉至 90mV 以下, 则充电和混合升压被禁用。
AGND	22	IC 接地。在 PCB 布局上, 连接到模拟接地平面, 并且仅通过 IC 下方的焊盘连接到电源接地平面。
LODRV	23	低侧功率 MOSFET 驱动器输出。连接到低侧 N 沟道 MOSFET 栅极。
REGN	24	由 VCC 供电的 6V 线性稳压器输出。当 ACDT 高于 0.6V、VCC 高于 UVLO 时, LDO 处于活动状态。在 REGN 和 GND 之间连接一个 $\geq 2.2\mu$ F 的 0603 陶瓷电容器。REGN 和 BTST 之间的二极管为集成式。
BTST	25	高侧功率 MOSFET 驱动器电源。在 BTST 和 PHASE 之间连接一个 47nF 电容器。REGN 和 BTST 之间的二极管集成在 IC 内部。
HIDRV	26	高侧功率 MOSFET 驱动器输出。连接到高侧 N 沟道 MOSFET 栅极。
PHASE	27	高侧功率 MOSFET 驱动器源极。连接到高侧 N 沟道 MOSFET 的源极。
VCC	28	为 IC 供电的输入电源。使用 10 Ω 电阻器和 1 μ F 电容器接地作为低通滤波器, 以限制浪涌电流。二极管 OR 连接到 VCC。如果支持仅电池升压模式, 可以从输入适配器或系统电源轨为充电器 IC 供电。如果不支持仅电池升压模式, 则二极管 OR 从适配器或电池电源轨为充电器 IC 供电。请参阅 节 7, 以获得支持和不支持仅电池升压的示例。
散热焊盘	-	IC 下方的外露焊盘。模拟接地和电源接地仅在散热焊盘平面上采用星形连接。始终将散热焊盘焊接到电路板上, 并在连接到模拟接地和电源接地平面的散热焊盘平面上留有穿孔。它还用作散热焊盘以进行散热。

5 规格

5.1 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	SRN、SRP、ACN、ACP、CMSRC、VCC、BATSRC	-0.3	30	V
	PHASE	-2	30	V
	ACDET、SDA、SCL、LODRV、REGN、IADP、IDCHG、PMON、ILIM、ACOK、CMPIN、CMPOUT、BATPRES、BST_STAT	-0.3	7	V
	PROCHOT	-0.3	5.7	V
	BTST、HIDRV、ACDRV、BATDRV	-0.3	36	V
差分电压	BTST-PHASE、HIDRV-PHASE、ACDRV-CMSRC、BATDRV-BATSRC	-0.3	7	V
	ACP-ACN、SRP-SRN	-0.5	0.5	V
瞬态电压	LODRV (2% 占空比)	-4	7	V
	HIDRV (2% 占空比)	-4	36	V
	PHASE (2% 占空比)	-4	30	V
	REGN (5ms)	-0.3	9	V
输出灌电流	ACOK、 $\overline{\text{BST_STAT}}$ 、 $\overline{\text{PROCHOT}}$		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。

5.2 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
		充电器件模型 (CDM)，符合 JEDEC 规范 JESD22-C101，所有引脚 ⁽²⁾	±500

(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。

5.3 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
电压	SRN、SRP、ACN、ACP、CMSRC、VCC、BATSRC	0		24	V
	PHASE	-2		24	V
	ACDET、SDA、SCL、LODRV、REGN、IADP、IDCHG、PMON、ILIM、ACOK、CMPIN、CMPOUT、BATPRES、BST_STAT	0		6.5	V
	/PROCHOT	-0.3		5	V
	BTST、HIDRV、ACDRV、BATDRV	0		30	V
差分电压	ACP-ACN、SRP-SRN	-0.4		0.4	V
输出灌电流	ACOK、 $\overline{\text{BST_STAT}}$ 、 $\overline{\text{PROCHOT}}$			6	mA
T _J	结温	-40		125	°C
T _A	贮存温度	-40		85	°C

5.4 热性能信息

热指标 ⁽¹⁾		BQ24800	单位
		RUY (WQFN)	
		28 引脚	
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻 (JEDEC ⁽¹⁾)	33.3	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳 (顶部) 热阻	29.7	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	6.5	°C/W
Ψ_{JT}	结至顶部特征参数	0.3	°C/W
Ψ_{JB}	结至电路板特征参数	6.5	°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	结至外壳 (底部) 热阻	1.3	°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。

5.5 电气特性

$V_{VBUS_UVLOZ} < V_{VBUS} < V_{VBUS_OV}$ 且 $V_{VBUS} > V_{BAT} + V_{SLEEP}$, $T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+125^{\circ}\text{C}$, 典型值在 $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ 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}	仅电池模式下的电流 (T _J =0-85C) , (SRP、SRN、BATSRC、PHASE、VCC、ACP、ACN)	V _{BAT} = 16.8V , VCC 与电池断开连接 , REG0x12[15]=1		5		μA
		V _{BAT} = 16.8V , VCC 连接到电池 , REG0x12[15]=1		25	44	μA
		V _{BAT} = 16.8V , VCC 连接到电池 , BATFET 导通 , REG0x12[15]=0 , REGN 导通 , 比较器和 /PROCHOT 已 启用 , PMON 和升压模式已禁用		700	800	μA
		V _{BAT} = 16.8V , VCC 连接到电池 , BATFET 导通 , REG0x12[15]=0 , REGN 导通 , 比较器、/PROCHOT 和 PMON 已启用 , 升压模式已禁用		1100	1200	μA
		V _{BAT} = 13.5V , VCC 连接到电池 , BATFET 导通 , REG0x12[15]=0 , REGN 导通 , 比较器、/PROCHOT、 PMON 和升压模式已启用 , 但不进行 开关操作。		1.8		mA
I _{Q_VBUS}	静态输入电流 (VBUS)	V _{VCC_ULVO} <V _{VCC} <V _{ACOVP} , V _{ACDET} > 2.4V , 充电已禁用		0.65	0.80	mA
		V _{VCC_ULVO} <V _{VCC} <V _{ACOVP} , V _{ACDET} >2.4V , 充电已启用 , 无开关		1.60	3.00	mA
		V _{VCC_ULVO} <V _{VCC} <V _{ACOVP} , V _{ACDET} >2.4V , 充电已启用 , 开关 , MOSFET Qg 4nC		10		mA
REGN LDO						
V _{REGN_REG}	REGN 稳压器电压	V _{VCC} =10V , V _{ACDET} >V _{wakeup_RISE}	5.7	6.0	6.3	V
I _{REGN_LIM}	REGN 电流限值	V _{REGN} = 0V , V _{VCC} > V _{UVLO} , 处于充 电模式下	80	100		mA
		V _{REGN} = 0V , V _{VCC} > V _{UVLO} , 未处于 充电模式下	13			mA
V _{REGN_DROPOUT}	REGN 输出压降	V _{VCC} = 5V , I _{LOAD} =20mA	4.4	4.6	4.75	V
I _{REGN_TSHUT}	热关断时的 REGN 输出	V _{REGN} =5V	13	23		mA
C _{REGN}	REGN 输出电容器	I _{LOAD} = 100uA 至 50mA		2		μF

5.5 电气特性 (续)

$V_{VBUS_UVLOZ} < V_{VBUS} < V_{VBUS_OV}$ 且 $V_{VBUS} > V_{BAT} + V_{SLEEP}$, $T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+125^{\circ}\text{C}$, 典型值在 $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ 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
VCC / VBAT 电源						
V_{VBUS_OP}	VBUS 工作范围		4.5		24	V
$V_{VCC_UVLOZ_RISE}$	输入欠压上升阈值	V_{VCC} 上升	2.4	2.6	2.8	V
$V_{VCC_UVLOZ_FALL}$	输入欠压下降阈值	V_{VCC} 下降	2.2	2.4	2.6	V
$V_{VCC_UVLOZ_HYS}$	输入欠压下降迟滞	V_{VCC} 下降		200		mV
V_{SLEEP_FALL}	关断 ACFET 的睡眠下降阈值	VCC 斜降至 SRN	-40	25	100	mV
V_{SLEEP_RISE}	导通 ACFET 的睡眠上升阈值	VCC 斜升至 SRN 以上	280	400	520	mV
V_{WAKEUP_RISE}	唤醒检测上升阈值	$V_{VCC} > V_{VCC_UVLOZ}$, ACDET 斜升		0.57	0.80	V
V_{WAKEUP_FALL}	唤醒检测下降阈值	$V_{VCC} > V_{VCC_UVLOZ}$, ACDET 斜降	0.3	0.51		V
V_{ACOK_RISE}	ACOK 上升阈值	$V_{VCC} > V_{VCC_UVLOZ}$, ACDET 斜升	2.375	2.4	2.43	V
V_{ACOK_FALL}	ACOK 下降阈值	$V_{VCC} > V_{VCC_UVLOZ}$, ACDET 斜降	2.3	2.345	2.40	V
V_{ACOV_RISE}	VCC 过压上升阈值	VCC 斜升	24	26	28	V
V_{ACOV_FALL}	VCC 过压下降阈值	VCC 斜降	22	25	27	V
V_{ACNSRN_FALL}	导通 BATFET 所需的 ACN 至 BAT 下降阈值	ACN 斜降至 SRN	120	200	280	mV
V_{ACNSRN_RISE}	关断 BATFET 所需的 ACN 至 BAT 上升阈值	ACN 斜升至 SRN 以上	220	290	360	mV
$V_{BATDEPL_FALL}$	电池电量耗尽下降阈值, 以电压调节限值的百分比表示。退出升压模式和学习模式。	REG0x3B[15:14]=00	56	60	64	%
		REG0x3B[15:14]=01	60	65	68	%
		REG0x3B[15:14]=10	64	68	72	%
		REG0x3B[15:14]=11	68	72	78	%
$V_{BATDEPL_RISE}$	电池电量耗尽上升迟滞	REG0x3B[15:14]=00	285	370	500	mV
		REG0x3B[15:14]=01	300	390	530	mV
		REG0x3B[15:14]=10	320	420	565	mV
		REG0x3B[15:14]=11	340	445	600	mV
$V_{BATLOWV_FALL}$	电池 LOWV 下降阈值	SRN 斜降	2.3	2.5	2.8	V
$V_{BATLOWV_RISE}$	电池 LOWV 上升阈值	SRN 斜升		2.7		V
$I_{BATLOWV}$	电池 LOWV 充电电流限制	$R_{SR} = 10\text{m}\Omega$		500		mA
ACFET/RBFET 和 BATFET 驱动器						
I_{ACFET}	ACDRV 电荷泵电流限制	$V_{ACDRV} - V_{CMSRC} = 5\text{V}$	40	60		μA
V_{DRV_ACFET}	ACFET 上的栅极驱动电压	当 $V_{VCC} > V_{UVLO}$ 时, $V_{ACDRV} - V_{CMSRC}$	5.5	6.1	6.8	V
R_{ACDRV_OFF}	ACDRV 关断电阻		5.0	6.2	7.4	$\text{k}\Omega$
R_{ACDRV_GS}	栅极和源极之间的最小负载		500			$\text{k}\Omega$
I_{BATFET}	BATDRV 电荷泵电流限制	$V_{BATDRV} - V_{BATSRC} = 5\text{V}$	40	60		μA
V_{DRV_BATFET}	BATFET 上的栅极驱动电压	当 $V_{SRN} > V_{BAT_UVLO}$ 时, $V_{BATDRV} - V_{BATSRC}$	5.5	6.1	6.8	V
R_{BATDRV_OFF}	BATDRV 关断电阻		5	6.2	7.4	$\text{k}\Omega$
R_{BATDRV_LOAD}	栅极和源极之间的最小负载		500			$\text{k}\Omega$

5.5 电气特性 (续)

$V_{VBUS_UVLOZ} < V_{VBUS} < V_{VBUS_OV}$ 且 $V_{VBUS} > V_{BAT} + V_{SLEEP}$, $T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+125^{\circ}\text{C}$, 典型值在 $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ 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
电池充电器						
V_{REG_RANGE}	典型充电电压调节范围		1.024		19.2	V
V_{REG_STEP}	典型充电电压步长			16		mV
V_{REG_ACC}	充电电压精度	ChargeVoltage() = 0x41A0		16.800		V
		-10C-85C	-0.4		0.4	%
		-40C-125C	-0.5		0.5	%
		ChargeVoltage() = 0x3130		12.592		V
		-10C-85C	-0.4		0.4	%
		-40C-125C	-0.5		0.5	%
		ChargeVoltage() = 0x20D0		8.400		V
		-10C-85C	-0.4		0.4	%
		-40C-125C	-0.6		0.6	%
		ChargeVoltage() = 0x1060		4.192		V
		-10C-85C	-0.5		0.8	%
		-40C-125C	-0.7		0.8	%
I_{CHG_RANGE}	典型充电电流调节范围	$R_{SR} = 10\text{m}\Omega$	0		8128	mA
I_{CHG_STEP}	典型充电电流调节步长	$R_{SR} = 10\text{m}\Omega$		64		mA
I_{CHG_ACC}	充电电流调节精度 ($SRN > 2\text{V}$, $R_{SR} = 10\text{m}\Omega$)	ChargeCurrent() = 0x1000		4096		mA
			-2		2	%
		ChargeCurrent() = 0x0800		2048		mA
			-3		3	%
		ChargeCurrent() = 0x0400		1024		mA
			-5		5	%
		ChargeCurrent() = 0x0200		512		mA
			-10		10	%
		ChargeCurrent() = 0x0100		256		mA
		ChargeVoltage() = 0x20D0、0x3031、0x41A0	-16		16	%
		ChargeVoltage() = 0x1060	-20		20	%
		ChargeCurrent() = 0x00C0		192		mA
			-20		20	%
		ChargeCurrent() = 0x0080		128		mA
			-30		30	%
$I_{LEAK_SRP_SRN}$	SRP 和 SRN 漏电流不匹配		-8		8	μA
输入电流调节						
I_{LIM1_RANGE}	典型输入电流调节范围	$R_{AC} = 10\text{m}\Omega$	0		8064	mA
I_{LIM1_STEP}	典型输入电流调节步长	$R_{AC} = 10\text{m}\Omega$		64		mA
I_{LIM1_ACC}	输入电流调节精度 (0-85°C)	$R_{AC} = 10\text{m}\Omega$, InputCurrent() = 0x1000		4096		mA
			-2		2	%
		$R_{AC} = 10\text{m}\Omega$, InputCurrent() = 0x0800		2048		mA
			-3		3	%
		$R_{AC} = 10\text{m}\Omega$, InputCurrent() = 0x0400		1024		mA
			-5		5	%

5.5 电气特性 (续)

$V_{VBUS_UVLOZ} < V_{VBUS} < V_{VBUS_OV}$ 且 $V_{VBUS} > V_{BAT} + V_{SLEEP}$, $T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+125^{\circ}\text{C}$, 典型值在 $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ 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
I _{LEAK_ACP-ACN}	ACP 和 ACN 漏电流不匹配		-5		5	μA
峰值功率模式						
T _{OVL} D	峰值功率过载期	REG0x38[15:14]= 00	0.59		1.00	mS
		REG0x38[15:14]= 01	1.3		2.0	mS
		REG0x38[15:14]= 10	3.1		5.0	mS
		REG0x38[15:14]= 11	7.0		10.1	mS
T _{MAX}	峰值下电上电周期	REG0x38[9:8]= 00	17.0	20	23.4	mS
		REG0x38[9:8]= 01	34	40	46	mS
		REG0x38[9:8]= 10	68	80	92	mS
		REG0x38[9:8]= 11	935	1100	1265	mS
I _{LIM2_ACC}	峰值电流限制精度	InputCurrent() = 0x1000 , REG0x3C[14:11]=1001	6144			mA
			97		101	%
		InputCurrent() = 0x0800 , REG0x3C[14:11]=1001	3072			mA
			96		102	%
		InputCurrent() = 0x0400 , REG0x3C[14:11]=1001	1536			mA
			99		109	%
		InputCurrent() = 0x0200 , REG0x3C[14:11]=1001	768			mA
			100	107	114	%
电池放电电流调节 (混合动力升压模式)						
V _{IDCHG_RNG}	放电电流调节范围	R _{SR} = 10mΩ	0		32256	mA
I _{IDCHG_STEP}	放电电流调节步长	R _{SR} = 10mΩ		512		mA
I _{DCHG_ACC}	放电电流调节精度	DischargeCurrent() = 0x2000	8192			mA
			-2		2	%
		DischargeCurrent() = 0x1000	4096			mA
			-3		3	%
		DischargeCurrent() = 0x0800	2048			mA
			-5		5	%
		DischargeCurrent() = 0x0400	1024			mA
			-8		8	%
		DischargeCurrent() = 0x0200	512			mA
			-10		10	%
仅电池升压模式						
V _{SYSMIN_RNG}	最小系统电压范围 (系统电压调节高出 1.5 或 2.3V)		5.632		13.568	V
V _{SYSMIN_STEP}	典型系统电压调节步长			256		mV
V _{SYSMIN_ACC}	系统电压调节精度	V _{SYSMIN} () = 0x2600	9.728			V
			-2.2		2.8	%
		V _{SYSMIN} () = 0x1980	6.656			V
			-2.2		2.8	%
V _{SYSMIN_ENTER}	进入电池升压模式的系统电压下降阈值	占 V _{SYSMIN} 的百分比	100			%
电流检测放大器						
V _{IADP}	IADP 输出电压范围		0		3.3	V

5.5 电气特性 (续)

$V_{VBUS_UVLOZ} < V_{VBUS} < V_{VBUS_OV}$ 且 $V_{VBUS} > V_{BAT} + V_{SLEEP}$, $T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+125^{\circ}\text{C}$, 典型值在 $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ 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
I _{IADP}	IADP 输出电流				1	mA
A _{IADP}	IADP 检测放大器增益	V _{IADP} / (V _{ACP} - V _{ACN}) , REG0x12[4]=0		20		V/V
V _{IADP_ACC}	电流检测放大器增益精度	V _{ACP} -V _{ACN} = 40mV	-2		2	%
		V _{ACP} -V _{ACN} = 20mV	-4		4	%
		V _{ACP} -V _{ACN} = 10mV	-7		7	%
		V _{ACP} -V _{ACN} = 5mV	-20		20	%
		V _{ACP} -V _{ACN} = 2.5mV	-30		30	%
		V _{ACP} -V _{ACN} = 1.5mV	-40		40	%
V _{IADP_CLAMP}	IADP 钳位电压		3		3.3	V
C _{IADP}	IADP 输出负载电容	负载为 0-1mA			100	pF
V _{IDCHG}	IDCHG 输出电压范围		0		3.3	V
I _{IDCHG}	IDCHG 输出电流		0		1	mA
A _{IDCHG}	电流检测放大器增益	V _{IDCHG} / (V _{SRN} -V _{SRP}) , REG0x12[3]=1		20		V/V
V _{IDCHG_ACC}	电流检测输出精度	V _{SRN} -V _{SRP} = 40mV	-5		5	%
		V _{SRN} -V _{SRP} = 20mV	-9		9	%
		V _{SRN} -V _{SRP} = 10mV	-17		17	%
		V _{SRN} -V _{SRP} = 5mV	-34		34	%
V _{IDCHG_CLAMP}	IDCHG 钳位电压		3		3.3	V
C _{IDCHG}	IDCHG 输出负载电容	负载为 0-1mA			100	pF
V _{PMON}	PMON 输出电压范围		0		3.3	V
I _{PMON}	PMON 输出电流		0		100	μA
A _{PMON}	PMON 系统增益	I _{PMON} / (P _{IN} + P _{BAT}) , REG0x3B[9]=1		1		μA/W
V _{PMON_ACC}	PMON 增益精度 (REG0x3B[9]=1)	仅适配器, 系统电源 = 19.5V/45W	-4		4	%
		仅适配器, 系统电源 = 12V/24W	-6		6	%
		仅适配器, 系统电源 = 5V/9W	-10		10	%
		仅电池, 系统电源为 11V/44W	-4.5		4.5	%
		仅电池, 系统电源为 7.4V/29.8W	-7		7	%
		仅电池, 系统电源为 3.7V/14.4W	-10		10	%
V _{PMON_CLAMP}	PMON 钳位电压		3		3.3	V
输入过流保护						
V _{ACOC}	上升阈值, 基准为 I _{LIM2} 电流限制	REG0x37[9]=1	190	200	215	%
V _{ACOC_CLAMP}	ACOC 阈值钳位低值	V _{ACP} -V _{ACN}	50			mV
V _{ACOC_CLAMP}	ACOC 阈值钳位高值	V _{ACP} -V _{ACN}			190	mV
电池过压保护						
V _{BAT_OVP}	过压上升阈值, 以 V _{BAT_REG} 的百分比表示	SRN 斜升	103	104	105	%
	过压下降阈值, 以 V _{BAT_REG} 的百分比表示	SRN 斜降	101	102	103	%
I _{BAT_OVP}	SRP 上的放电电阻器	V _{SRN} >6V		6		mA
		V _{SRN} =4.5V		2		mA
转换器保护						

5.5 电气特性 (续)

$V_{VBUS_UVLOZ} < V_{VBUS} < V_{VBUS_OV}$ 且 $V_{VBUS} > V_{BAT} + V_{SLEEP}$, $T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+125^{\circ}\text{C}$, 典型值在 $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ 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_{OCP_LIMIT}	逐周期过流限制, SRP 和 SRN 之间的测量电压。	ChargeCurrent()=0x0xxxH	54	60	66	mV
		ChargeCurrent()=0x1000H-0x17C0H	80	90	100	mV
		ChargeCurrent()=0x1800H-0x1FC0H	110	120	130	mV
V_{UCP_FALL}	逐周期欠流下降阈值	SRP 斜降至 SRN	1.0	5	9.00	mV
$V_{LL_FALL_BUCK}$	降压模式下的轻负载下降阈值	SRP 斜降至 SRN		1.25		mV
$V_{LL_RISE_BUCK}$	降压模式下的轻负载上升阈值	SRP 斜升至 SRN 以上		2.5		mV
$V_{LL_FALL_BOOST}$	升压模式下的轻负载下降阈值	SRN 斜降至 SRP		2.5		mV
$V_{LL_RISE_BOOST}$	升压模式下的轻负载上升阈值	SRN 斜升至 SRP 以上		5.0		mV
电感器短路, MOSFET 短路保护						
$V_{FAULT_HI_RISE}$	ACN 至 PH 上升阈值	REG0x37[7] = 0	450	750	1200	mV
$V_{FAULT_LO_RISE}$	PH 至 GND 上升阈值	REG0x37[6] = 1	180	250	340	mV
开关转换器						
F_{SW}	PWM 开关频率	REG0x12[9:8] = 00	510	600	690	KHz
		REG0x12[9:8] = 01	680	800	920	KHz
		REG0x12[9:8] = 10	255	300	345	KHz
		REG0x12[9:8] = 11	340	400	460	KHz
$R_{DS_HI_ON}$	高侧驱动器 (HSD) 导通电阻	$V_{BTST} - V_{PH} = 5.5\text{V}$		6	10	Ω
$R_{DS_HI_OFF}$	高侧驱动器关断电阻	$V_{BTST} - V_{PH} = 5.5\text{V}$		0.9	1.4	Ω
$V_{BTST_REFRESH}$	自举刷新比较器阈值	请求 LSFET 刷新脉冲时 $V_{BTST} - V_{PH}$, $V_{BUS} = 5\text{V}$	3.85	4.3	4.7	V
$R_{DS_LO_ON}$	低侧驱动器 (LSD) 导通电阻			7.5	12	Ω
$R_{DS_LO_OFF}$	低侧驱动器关断电阻			0.75	1.25	Ω
I_{STEP}	软启动步长			64		mA
t_{STEP}	软启动步长时间			400		μs
热关断						
T_{SHUT_RISE}	热关断上升阈值	温度升高		155		$^{\circ}\text{C}$
T_{SHUT_FALL}	热关断下降阈值	温度降低		135		$^{\circ}\text{C}$

5.5 电气特性 (续)

$V_{VBUS_UVLOZ} < V_{VBUS} < V_{VBUS_OV}$ 且 $V_{VBUS} > V_{BAT} + V_{SLEEP}$, $T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+125^{\circ}\text{C}$, 典型值在 $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ 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
PROCHOT 比较器						
V _{ICRIT}	ICRIT 比较器阈值	REG0x3C[14:11]=1001，以输入电流限制 4096mA 的百分比表示	162	165	168	%
V _{INOM}	INOM 比较器阈值	以输入电流限制 4096mA 的百分比表示，0x3F()=0x1000，0x3C [0] = 0	107	110	112	%
		以输入电流限制 4096mA 的百分比表示，0x3F()=0x1000，0x3C [0] = 1	104	106	108	%
V _{IDCHG}	IDCHG 比较器阈值	REG0x3D[15:11]=10000，以 SRN 和 SRP 之间的电压表示	160	163.84	167	mV
		REG0x3D[15:11]=00100，以 SRN 和 SRP 之间的电压表示	38	40.96	44	mV
V _{VBATT}	VBATT 比较器阈值	REG0x3C[7:6]=00	5.71	5.75	5.95	V
		REG0x3C[7:6]=01	5.88	6.00	6.12	V
		REG0x3C[7:6]=10	6.22	6.25	6.46	V
		REG0x3C[7:6]=11	6.48	6.50	6.72	V
其他比较器						
V _{CMP_OS}	独立比较器输入偏移		-4		4	mV
V _{CMP_CM}	独立比较器输入共模		0		6.5	V
V _{CMP_REF}	独立比较器基准电压 (CMPIN 下降)	REG0x3B[7]=0	2.28	2.3	2.32	V
		REG0x3B[7]=1	1.18	1.2	1.22	V
V _{CMP_RISE_HYST}	独立比较器基准迟滞	REG0x3B[6]=0		100		mV
V _{ILIM_FALL}	ILIM 作为转换器启用下降阈值	V _{ILIM} 下降	60	75	90	mV
V _{ILIM_RISE}	ILIM 作为转换器启用上升阈值	V _{ILIM} 上升	90	105	120	mV
模拟和数字 I/O						
I _{AIN_LEAK}	输入偏置电流	V = 7V	-1		1	μA
V _{IN_LO}	输入高阈值 (SDA、SCL)	SDA 和 SCL 引脚			0.8	V
V _{IN_HI}	输入低阈值 (SDA、SCL)	SDA 和 SCL 引脚	2.1			V
I _{DIN_LEAK}	输入偏置电流 (SDA、SCL)	V = 7V，SDA 和 SCL 引脚	-1		1	μA
V _{OUT_LO}	输出饱和电压 (ACOK、SDA、CMPOUT、/BST_STAT)	5mA 漏极电流			500	mV
I _{OUT_LEAK}	漏电流 (ACOK、SDA、CMPOUT、/BST_STAT)	V = 7V	-1		1	uA
V _{OUT_LO_PH}	输出饱和电压 (/PROCHOT)	17mA 漏极电流			300	mV
I _{OUT_LEAK_PH}	漏电流 (/PROCHOT)	V = 5.5V	-1		1	uA

5.6 时序要求

		最小值	标称值	最大值	单位
比较器抗尖峰脉冲					
$t_{ACOK_RISE_DEG}$	ACOK 上升抗尖峰脉冲到导通 ACFET, REG0x12[12]=0	100	150	200	ms
	ACOK 上升抗尖峰脉冲到导通 ACFET, REG0x12[12]=1	0.9	1.3	1.7	s
$t_{ACOK_FALL_DEG}$	ACOK 下降抗尖峰脉冲到关断 ACFET			3	μs
t_{ACOC_DEG}	闭锁 ACFET 的抗尖峰脉冲时间	4.5	6	7.5	ms

5.6 时序要求 (续)

		最小值	标称值	最大值	单位
$t_{BATDEPL_FALL_DEG}$	电池电量耗尽下降阈值, 可在学习模式下关断 BATFET 和导通 ACFET。		2		μs
PWM 驱动器时序					
$t_{DEADTIME_RISE}$	从低侧到高侧的驱动器死区时间		20		ns
$t_{DEADTIME_FALL}$	从高侧到低侧的驱动器死区时间		20		ns
SMBus 时序特性					
t_R	SCL/SDA 上升时间			300	ns
t_F	SCL/SDA 下降时间			300	ns
$t_{W(H)}$	SCL 脉冲宽度高电平	0.6			μs
$t_{W(L)}$	SCL 脉冲宽度低电平	1.3			μs
$t_{SU(STA)}$	START 条件的建立时间	0.6			μs
$t_{H(STA)}$	启动条件保持时间, 在此时间之后生成第一个时钟脉冲	0.6			μs
$t_{SU(DAT)}$	数据建立时间	100			ns
$t_{H(DAT)}$	数据保持时间	0			ns
$t_{SU(STOP)}$	STOP 条件的设置时间	0.6			μs
$t_{(BUF)}$	启动条件和停止条件之间的总线空闲时间	1.3			μs
$F_{S(CL)}$	时钟频率	10		400	kHz
主机通信故障					
$t_{TIMEOUT}$	SMBus 总线释放超时 ⁽¹⁾	25		35	ms
t_{BOOT}	看门狗复位信号的抗尖峰脉冲时间	10			ms
t_{WDI}	看门狗超时周期, REG0x12[14:13]=01	4	5	6	s
	看门狗超时周期, REG0x12[14:13]=10	70	88	105	s
	看门狗超时周期, REG0x12[14:13]=11	140	175	210	s

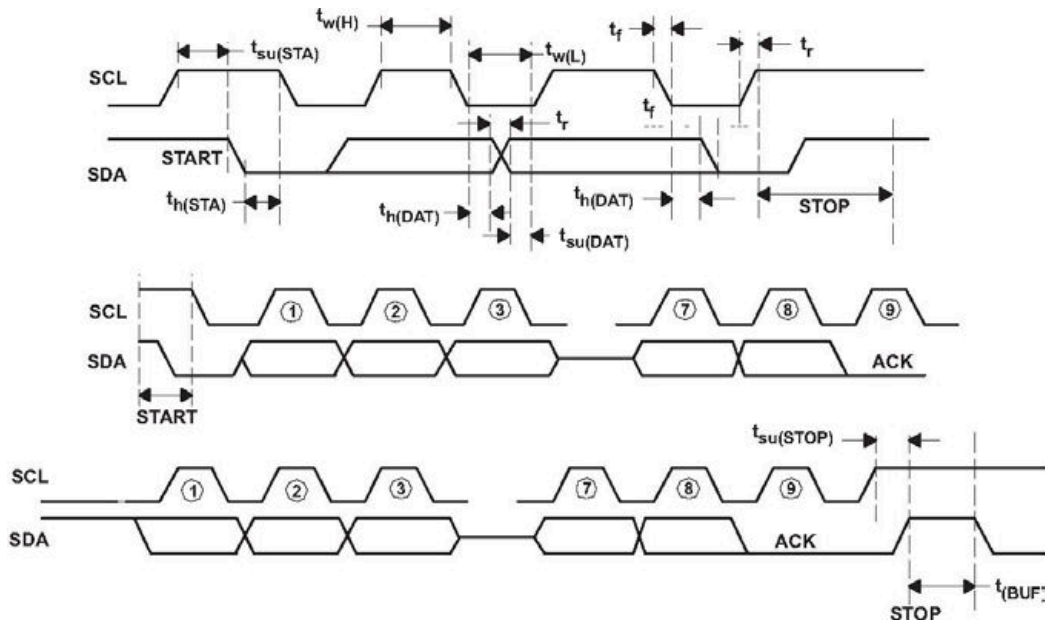


图 5-1. SMBus 通信时序波形

5.7 典型特性

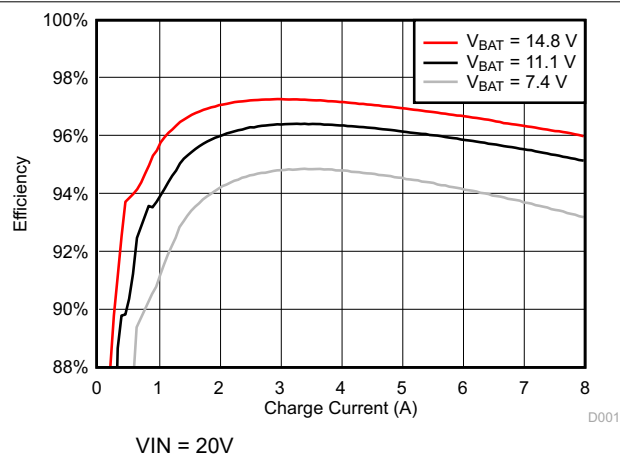


图 5-2. 充电期间的效率

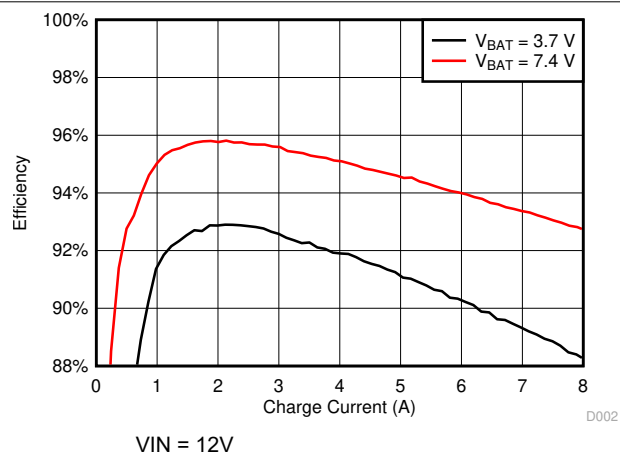


图 5-3. 充电期间的效率

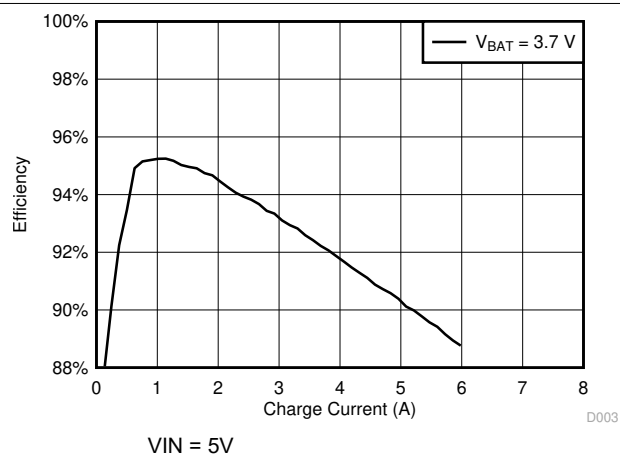


图 5-4. 充电期间的效率

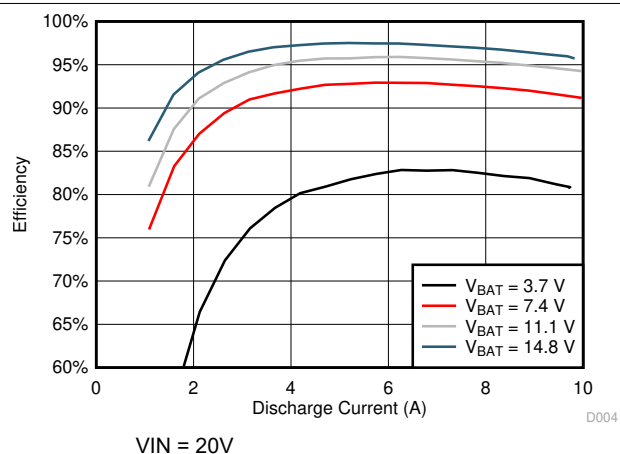


图 5-5. 混合升压期间的效率

6 详细说明

6.1 概述

BQ24800 是一款具有电源选项的 1-4 节降压电池充电控制器，适用于空间受限的多化合物便携式应用，例如笔记本电脑和可分离式超极本。它支持 4.5V 至 24V 的宽输入源范围，并支持 1-4 节电池，提供了多用途解决方案。作为降压充电器，它要求适配器电压大于最大电池电压。

BQ24800 支持自动选择系统电源，并为适配器侧和电池侧的 n 沟道 MOSFET 提供单独的驱动器。

BQ24800 具有动态电源管理 (DPM) 功能，可限制输入功率并避免交流适配器过载。在电池充电期间，随着系统功耗的增加，充电电流将降低，以便保持总输入电流低于适配器额定值。如果系统功率需求暂时超过适配器额定值，BQ24800 支持混合动力升压模式（以前称为“涡轮升压模式”），通过开关稳压器升高电池电压以提供补充电流。

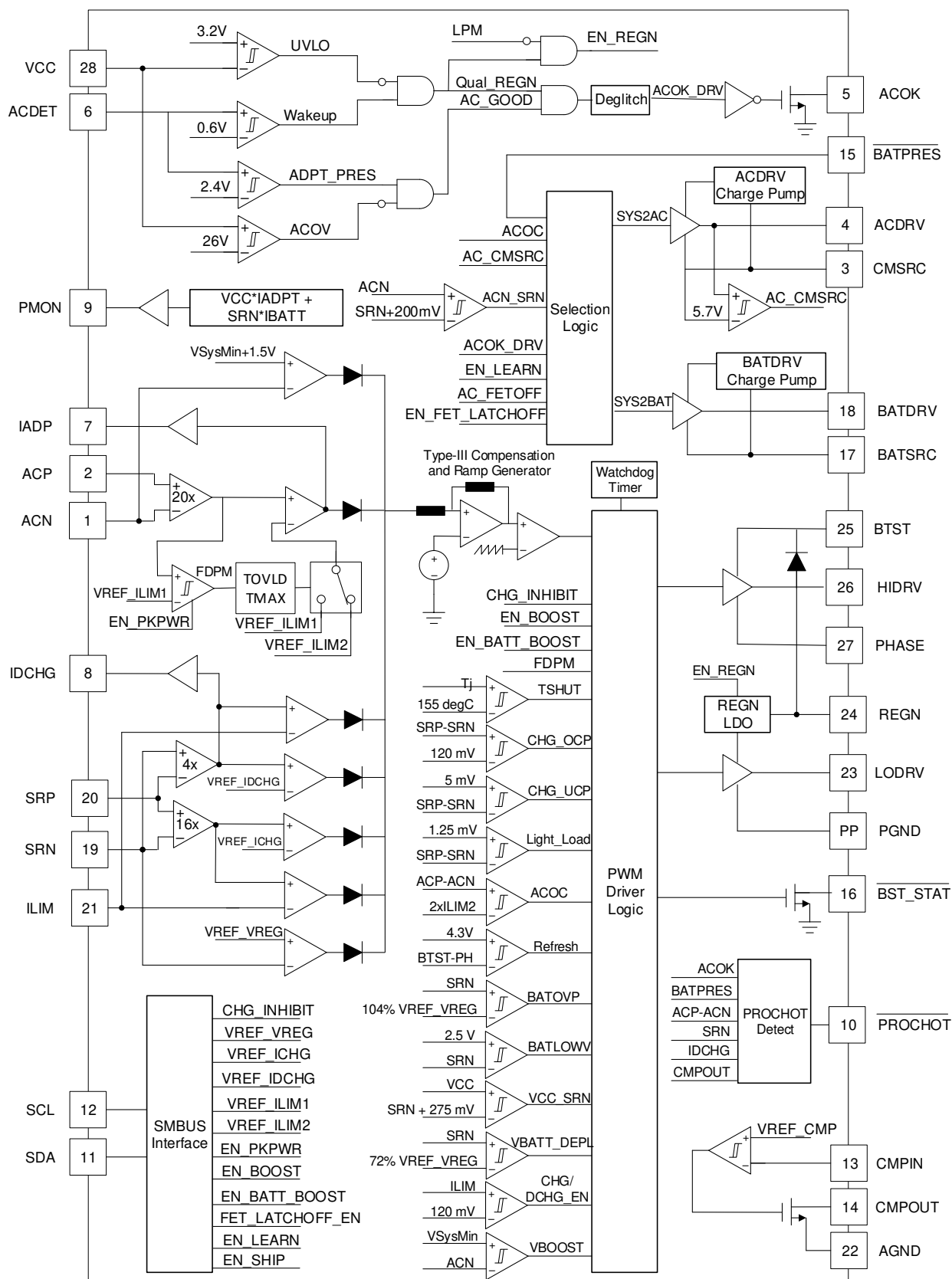
大多数适配器都能够将电流保持在其标称额定值以上的水平一毫秒甚至几十毫秒。BQ24800 具有两级输入电流 DPM，又称为峰值功率模式，允许用户扩展输入电流 DPM，以在可编程过载时间内支持更高的输入电流，然后将输入电流限制固定在标称额定值使适配器恢复。这样可以充分利用适配器功能来减少电池放电。

在没有适配器的情况下直接通过电池为系统供电时，电池电压可能会降至低于维持系统运行所需的水平。BQ24800 提供仅电池升压模式，可将系统电压升压高到电池电压以上，从而允许系统利用剩余的电池电量，以延长电池寿命。

BQ24800 使用高精度电流检测放大器密切监控系统电源 (PMON)、输入电流 (IADP) 和电池放电电流 (IDCHG)。如果电流过高、移除了适配器或电池，则系统会向 CPU 发出 $\overline{\text{PROCHOT}}$ 信号，使 CPU 根据系统的可用功率优化其性能。

SMBus 通过高分辨率、高精度调节限制来控制输入电流、充电电流和充电电压寄存器。它还设置 $\overline{\text{PROCHOT}}$ 时序和阈值曲线来满足系统要求。

6.2 功能方框图



6.3 特性说明

6.3.1 器件上电

BQ24800 由适配器或电池供电。如果支持仅电池升压，则放置一个二极管“或”运算，以通过适配器或系统电源轨为 VCC 供电。此配置将在无适配器的情况下通过 BATFET 的体二极管从电池连接为 IC 供电。如果不支持仅电池升压，则放置一个二极管“或”运算，以从适配器或直接从电池为 VCC 供电。在 VCC 高于其 UVLO 阈值后，该器件从上电复位 (POR) 唤醒并开始通信。请参阅 [节 7](#)，以获得支持和不支持仅电池升压的示例。

6.3.1.1 仅电池

当 VCC 电压高于 UVLO 时，BQ24800 上电以导通 BATFET 并启动 SMBus 通信。默认情况下，BQ24800 保持在低功耗模式 (REG0x12[15] = 1) 且静态电流极低。当 REG0x12[15] 设置为 0 时，器件进入性能模式。用户可以通过 SMBus 启用 IDCHG 缓冲器、PMON、PROCHOT、仅电池升压模式或比较器。在 PMON、PROCHOT、仅电池升压模式和比较器运行期间启用 REGN LDO (只有使用 IDCHG 缓冲器时除外) 以获得精确基准。

6.3.1.2 适配器检测和 ACOK 输出

在适配器电压进入 ACDET 之前，外部电阻分压器会使其衰减。如果不使用电池升压模式，则必须将适配器检测阈值编程为大于最大电池电压但低于允许的最小适配器电压的值。如果使用仅电池升压模式，则必须将适配器检测阈值编程为高于 REG0x38[5] 和 REG0x3E 中编程的系统调节电压的值。当 ACDET 高于 0.6V 时，所有偏置电路都将启用。

在下列条件下，开漏 ACOK 输出被拉至外部电源轨：

- $V_{UVLO} < V_{VCC} < V_{ACOV}$
- $V_{ACDET} > 2.4\text{ V}$
- $V_{VCC} - V_{SRN} > V_{SLEEP}$

ACOK 高电平表示检测到适配器，或存在适配器。REG0x37[11] 跟踪 ACOK 引脚的状态。如果自上电复位后 REG0x37[12] 未被覆盖，则首次插入适配器时的 ACOK 抗尖峰脉冲时间为 150ms。一旦该寄存器被写入，则对于首次连接后的所有连接，将使用 REG0x37[12] 设置的值 (150ms 或 1.3s)。由于此寄存器的 POR 默认值为 1.3s，因此如果它未被覆盖，第一次适配器插入的 ACOK 抗尖峰脉冲时间将为 150ms，所有后续插入的 ACOK 抗尖峰脉冲时间将为 1.3s。

6.3.1.2.1 适配器过压 (ACOV)

当 VCC 引脚电压高于 26V 时，则被视为适配器过压。ACOK 被拉至低电平，充电被禁用。ACFET/RBFET 关断，以在 ACOV 期间断开高压适配器与系统的连接。如果导通条件有效，则 BATFET 导通。

当 VCC 电压降至 24V 以下时，则被视为有效的适配器电压。ACOK 被外部上拉电阻器拉高。BATFET 关断，ACFET 和 RBFET 导通，以便从适配器为系统供电。

6.3.1.3 REGN LDO

REGN LDO 用作内部基准。当存在适配器时 (ACDET 引脚电压高于 0.6V)，始终启用 REGN LDO。移除适配器 (ACDET 引脚小于 0.6V) 且启用低功耗模式 (REG12[15] = 1) 时，无论其他寄存器位如何设置，REGN LDO 都会被禁用。移除适配器并禁用低功耗模式 (REG0x12[15] = 0) 时，如果启用了以下任何功能，则会启用 REGN LDO：

- 电源监控器功能 PMON
- 处理器热量功能 PROCHOT
- 独立比较器

6.3.2 系统电源选择

BQ24800 器件会自动将适配器或电池电源切换到系统。自动先断后合逻辑可防止选择器切换时出现击穿电流。在第一个选择器关断和第二个选择器导通之间的短暂时间内，系统通过 BATFET 的体二极管供电。

ACDRV 驱动适配器和 ACP 之间的一对共源极 (CMSRC) N 沟道功率 MOSFET (ACFET 和 RBFET)。ACFET 将适配器与系统和电池分开，并通过控制 ACFET 导通时间来限制插入适配器时的浪涌电流。此外，它还可以在系统或电池短路时保护适配器。当适配器对地短路时，RBFET 可提供负输入电压保护和电池放电保护，并且与肖特基二极管相比，其 $R_{DS(ON)}$ 较低，可更大幅度地降低系统功耗。

在 ACDET 引脚上测得的电压低于 2.4V 时，可以确定不存在有效的适配器。在这种情况下，ACDRV 被拉至 CMSRC 以保持 ACFET 和 RBFET 关断，从而将适配器输入与系统电源轨隔离。如果满足以下所有条件，BATDRV 将保持在 $V_{BATSRC} + 6V$ ，以将电池连接到系统：

- $V_{VCC} > V_{UVLO}$
- $V_{ACN} < V_{SRN} + 200mV$
- ACFET/RBFET 关断

在 ACDET 引脚测得的电压大于 2.4V 时，可以确定存在有效的适配器。在这种情况下，如果满足以下所有条件，ACDRV 将被驱动至高于 CMSRC 以打开 ACFET 和 RBFET，并且系统电源将从电池切换到适配器：

- ACOK 高电平，节 6.3.1.2 中的所有条件均有效。
- 未处于 LEARN 模式
- 在 LEARN 模式下且 $V_{SRN} <$ 电池电量耗尽阈值

ACFET 和 RBFET 上的栅极驱动电压为 $V_{CMSRC} + 6V$ 。如果 ACFET/RBFET 已导通达到 20ms，且栅极和源极之间的电压仍小于 5.7V，则 ACFET 和 RBFET 将关断。经过 1.3 秒的延迟后，它会继续导通 ACFET 和 RBFET。如果在 90 秒内检测到七次此类故障，ACFET/RBFET 将被闭锁，并且需要移除适配器以强制 $ACDET < 0.6V$ ，从而移除锁存器。复位锁存器后，可以再次导通 ACFET/RBFET。

要关断 RBFET，必须满足下列条件之一：

- 在 LEARN 模式下且 V_{SRN} 高于电池电量耗尽阈值；
- ACOK 低电平

为了限制 ACFET 导通期间的适配器浪涌电流，必须按照以下指南仔细选择 ACFET 的 C_{gs} 和 CGD 外部电容器：

- 尽可能降低系统上的总电容
- C_{gs} 应为 C_{gd} 的 40 倍或更高、以避免在适配器热插拔期间 ACFET 误导通
- 在 20ms 内完全导通 ACFET，否则充电器 IC 将考虑导通故障
- 请咨询 MOSFET 供应商，以了解峰值电流额定值
- 将 $4k\Omega$ 电阻器与 ACDRV、CMSRC 和 BATDRV 引脚串联以限制浪涌电流

6.3.3 电流和功率监控器

6.3.3.1 高精度度电流检测放大器 (IADP 和 IDCHG)

作为行业标准，高精度度电流检测放大器 (CSA) 用于监测输入电流 (IADP) 和放电电流 (IDCHG)。IADP 电压是 ACP 和 ACN 两端差分电压的 20 倍或 40 倍。IDCHG 电压是 SRN 和 SRP 两端差分电压的 8 倍或 16 倍。VCC 高于 UVLO 且 ACDET 高于 0.6V 后，IADP 输出变为有效。为了降低电流监控上的电压，可以使用从 CSA 输出到 GND 的电阻分压器，并且仍然可以实现整个温度范围内的精度。

- $V_{IADP} = 20 \text{ 或 } 40 \times (V_{ACP} - V_{ACN})$ IADP 增益在 REG0x12[4] 中设置，默认值为 20x。
- $V_{IDCHG} = 8 \text{ 或 } 16 \times (V_{SRN} - V_{SRP})$ IDCHG 增益在 REG0x12[3] 中设置，默认值为 16x。

为了对高频噪声进行去耦，建议在输出端连接一个最大值为 100pF 的电容器。如果需要额外的滤波，则可选择附加的 RC 滤波器。请注意，添加滤波也会增加额外的响应延迟。CSA 输出电压钳制在 3.3V。为了降低电流监控上的电压，可以使用从 CSA 输出到 GND 的电阻分压器，并且仍然可以实现整个温度范围内的精确度。

6.3.3.2 高精度功率检测放大器 (PMON)

BQ24800 器件通过将电池放电的功率与适配器拉取的功率相加来监测系统使用的功率。PMON 引脚是输出电流与系统功率成正比的电流源。PMON 输出电流在 方程式 1 中计算。 A_{PMON} 是 PMON 引脚输出电流与系统功率之

比。对于 $10\text{m}\Omega$ R_{AC} 和 R_{SR} 检测电阻，它可以在 REG0x3B[9] 中设置为默认值 $1\mu\text{A/W}$ (REG0x3B[9] = 1)。该增益与所用检测电阻的值成比例，从而使 $20\text{m}\Omega$ R_{AC} 和 R_{SR} 在使用相同设置 (REG0x3B[9] = 1) 时增益为 $2\mu\text{A/W}$ 。

$$I_{PMON} = A_{PMON} (V_{IN} \times I_{IN} + V_{BAT} \times I_{BAT}) ; I_{BAT} > 0 \text{ during discharge}; I_{BAT} < 0 \text{ during charge} \quad (1)$$

通过将 REG0x3B[13:12] 分别设置为 01 或 10，BQ24800 器件允许输入检测电阻为充电检测电阻的 2 倍或 1/2 倍。当 REG0x3B[13:12] 设置为 01 时， R_{SR} 两端的电流测量值在内部加倍，以使 $20\text{m}\Omega$ R_{AC} 和 $10\text{m}\Omega$ R_{SR} 在 PMON 引脚上的输出与 $20\text{m}\Omega$ R_{AC} 相同和 $20\text{m}\Omega$ R_{SR} 在 REG0x3B[13:12] 设置为 00 时的输出相同。当 REG0x3B[13:12] 设置为 10 时， R_{AC} 两端的电流测量值加倍。表 6-1 中总结了作为 R_{AC} 、 R_{SR} 、REG0x3B[9] 和 REG0x3B[13:12] 函数的 A_{PMON} 。REG0x3B[13:12] 检测比率必须按照每个 R_{AC} 和 R_{SR} 组合的表中所示的值设置。REG0x3B[9] PMON 增益可以设置为 0 或 1。将显示每项设置的结果 A_{PMON} 。

表 6-1. 通过设置以下会实现 PMON 输出电流增益

R_{AC}	R_{SR}	REG0x3B[13:12] R_{AC} 和 R_{SR} 之比	REG0x3B[9] PMON 增益	A_{PMON}
$5\text{m}\Omega$	$5\text{m}\Omega$	00 = R_{AC} 和 R_{SR} 1:1	0 = $0.25\mu\text{A/W}$ (适用于 $10\text{m}\Omega$)	$0.125\mu\text{A/W}$
$5\text{m}\Omega$	$5\text{m}\Omega$	00 = R_{AC} 和 R_{SR} 1:1	1 = $1\mu\text{A/W}$ (适用于 $10\text{m}\Omega$)	$0.5\mu\text{A/W}$
$10\text{m}\Omega$	$5\text{m}\Omega$	01 = R_{AC} 和 R_{SR} 2:1	0 = $0.25\mu\text{A/W}$ (适用于 $10\text{m}\Omega$)	$0.25\mu\text{A/W}$
$10\text{m}\Omega$	$5\text{m}\Omega$	01 = R_{AC} 和 R_{SR} 2:1	1 = $1\mu\text{A/W}$ (适用于 $10\text{m}\Omega$)	$1\mu\text{A/W}$
$5\text{m}\Omega$	$10\text{m}\Omega$	10 = R_{AC} 和 R_{SR} 1:2	0 = $0.25\mu\text{A/W}$ (适用于 $10\text{m}\Omega$)	$0.25\mu\text{A/W}$
$5\text{m}\Omega$	$10\text{m}\Omega$	10 = R_{AC} 和 R_{SR} 1:2	1 = $1\mu\text{A/W}$ (适用于 $10\text{m}\Omega$)	$1\mu\text{A/W}$
$10\text{m}\Omega$	$10\text{m}\Omega$	00 = R_{AC} 和 R_{SR} 1:1	0 = $0.25\mu\text{A/W}$ (适用于 $10\text{m}\Omega$)	$0.25\mu\text{A/W}$
$10\text{m}\Omega$	$10\text{m}\Omega$	00 = R_{AC} 和 R_{SR} 1:1	1 = $1\mu\text{A/W}$ (适用于 $10\text{m}\Omega$)	$1\mu\text{A/W}$
$20\text{m}\Omega$	$10\text{m}\Omega$	01 = R_{AC} 和 R_{SR} 2:1	0 = $0.25\mu\text{A/W}$ (适用于 $10\text{m}\Omega$)	$0.5\mu\text{A/W}$
$20\text{m}\Omega$	$10\text{m}\Omega$	01 = R_{AC} 和 R_{SR} 2:1	1 = $1\mu\text{A/W}$ (适用于 $10\text{m}\Omega$)	$2\mu\text{A/W}$
$10\text{m}\Omega$	$20\text{m}\Omega$	10 = R_{AC} 和 R_{SR} 1:2	0 = $0.25\mu\text{A/W}$ (适用于 $10\text{m}\Omega$)	$0.5\mu\text{A/W}$
$10\text{m}\Omega$	$20\text{m}\Omega$	10 = R_{AC} 和 R_{SR} 1:2	1 = $1\mu\text{A/W}$ (适用于 $10\text{m}\Omega$)	$2\mu\text{A/W}$
$20\text{m}\Omega$	$20\text{m}\Omega$	00 = R_{AC} 和 R_{SR} 1:1	0 = $0.25\mu\text{A/W}$ (适用于 $10\text{m}\Omega$)	$0.5\mu\text{A/W}$
$20\text{m}\Omega$	$20\text{m}\Omega$	00 = R_{AC} 和 R_{SR} 1:1	1 = $1\mu\text{A/W}$ (适用于 $10\text{m}\Omega$)	$2\mu\text{A/W}$

PMON 引脚上连接一个电阻器，以使用所需比例将输出电流转换为输出电压。为了对高频噪声进行去耦，建议在尽可能靠近 PMON 引脚处使用最大值为 100pF 的电容器连接到 GND。如果需要额外的滤波，则可选择附加的 RC 滤波器。请注意，添加滤波也会增加额外的响应延迟。PMON 输出电压被钳位到 3.3V 。

6.3.4 CPU 节流的处理器热量指示

当 CPU 运行涡轮模式时，峰值功率可能会超过适配器和电池的可用功率总和。BQ24800 提供 $\overline{\text{PROCHOT}}$ 输出，以向 CPU 发出发生过载条件的信号。当适配器或电池放电电流超过允许的阈值或系统电压下降时，它会指示发生了过载条件。同样，移除适配器或电池可能会导致 CPU 电量不足。BQ24800 中的处理器热量功能会监控这些事件，并在发生这些事件时选择性地 $\overline{\text{PROCHOT}}$ 信号置为有效。

$\overline{\text{PROCHOT}}$ 触发事件包括：

- ICRT：适配器峰值电流 (I_{LIM2} 的 110%)
- INOM：适配器峰值电流 (I_{LIM1} 的 110%)

- IDCHG：电池放电电流
- VBATT：SRP 上的电池电压
- ACOK：移除适配器后（ACOK 引脚从高电平变为低电平）
- BATPRES：移除电池后（BATPRES 引脚从低电平变为高电平）
- CMPOUT：独立比较器输出（CMPOUT 引脚从高电平变为低电平）
- 在仅电池升压模式激活时插入适配器（如果启用，则触发 ICRIT 事件）。

ICRIT、IDCHG 或 VBATT 的阈值以及 ICRIT、INOM、IDCHG 或 CMPOUT 的抗尖峰脉冲时间可通过 SMBus 进行编程。每个触发事件都可以在 REG0x3D[6:0] 中单独启用。ICRIT 阈值是 REG0x3C[14:11] 中设置的 I_{LIM2} 值的 110%。当 I_{LIM2} 设置为较低值时，尤其是当 ICRIT 抗尖峰脉冲设置为较快的值 10 或 100 μ s 之一时，ICRIT PROCHOT 可能会在适配器插入时因浪涌电流而跳闸。可能导致这种情况的确切值取决于系统电源轨上的电容量以及适配器和电池之间的电压差。更大的电容会导致更大的浪涌电流，适配器和电池之间的电压差也会更大。如果 I_{LIM2} 值设置为 512mA 或更低，这个问题的可能性更大。

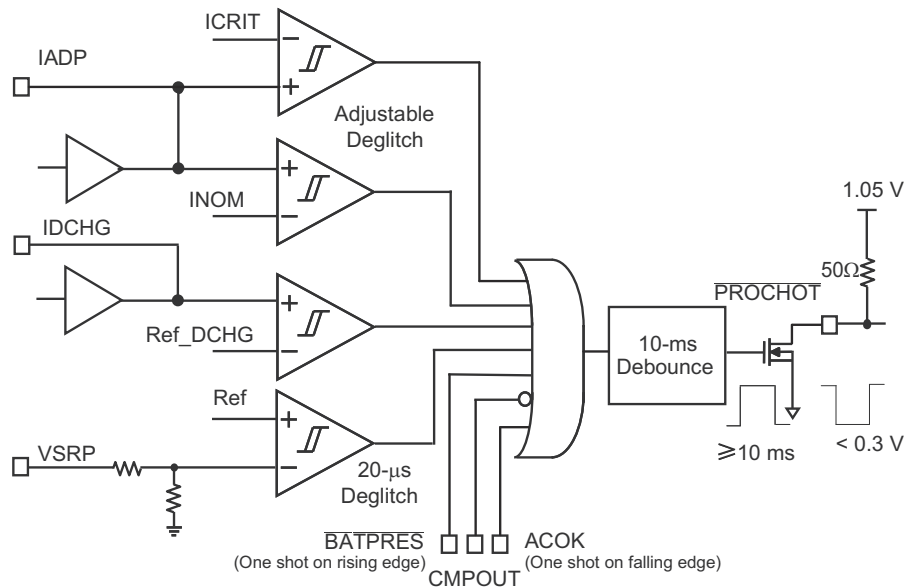


图 6-1. PROCHOT 配置

触发 PROCHOT 配置中的任何事件后，PROCHOT 将置位为低电平至少 10ms（默认 REG0x3C[4:3]=10）。在 10ms 结束时，如果 PROCHOT 事件仍处于活动状态，则脉冲将会扩展。

如果在 PROCHOT 信号保持低电平有效时发生多个 PROCHOT 事件，则所有触发事件都将保存在状态寄存器 REG0x3A[6:0] 中。如果 PROCHOT 信号置为无效，然后重新置为有效，则在 PROCHOT 信号新从高电平转换为低电平时将清除状态寄存器，以便仅读取新检测到事件。每当主机读取 REG0x3A 时，这也将读取后清除该寄存器中的所有已标记事件。

6.3.5 输入电流动态电源管理

BQ24800 采用动态电源管理来降低充电电流，以保持 REG0x3F() 中设置的最大适配器电流 I_{LIM1} 。如果系统电流要求超过 I_{LIM1} ，充电器将进入峰值功率模式（如果已启用），如节 6.3.6 中所述。如果未启用峰值功率模式，充电器将进入混合增压模式（如果已启用并且满足所有必需条件），如节 6.4.2 中所述。如果既未进入峰值功率模式也未进入混合升压模式，适配器电流可能会超过 I_{LIM1} ，因而可能产生 INOM 或 ICRIT PROCHOT 或 ACOC 事件。

BQ24800 在用于进入混合升压模式的 I_{LIM1} 和 FDPM_RISE 阈值方面都有更高的精度。REG0x3F() 允许以 64mA 为增量设置 I_{LIM1} ，REG0x37[5] 允许将 FDPM_RISE 设置为 I_{LIM1} 值的 104% 或 107%。

凭借 I_{LIM1} 和 $FDPM_RISE$ 的更高精度，可以设置电流限制和混合升压阈值的以下组合。表 6-2 对相关内容进行了总结。

- $REG0x3F()$ 可以设置为可被 128mA 整除 (位 [6] = 0)，对于所有 I_{LIM1} 值 $FDPM_RISE$ 阈值均为 107%。这是该系列以前的器件所提供的最高精度。
- 此外，可以将 $REG0x3F()$ 设置为可被 128mA 整除 (位 [6] = 0)，对于所有大于 2.5A 的 I_{LIM1} 值，其 $FDPM_RISE$ 阈值更严格，为 104%。这些代码中的第一个是 2560mA。
- 或者， $REG0x3F()$ 可以设置为使用新 64mA LSB 的代码 (位 [6] = 1)，对于所有大于 2.5A 的 I_{LIM1} 值， $FDPM_RISE$ 阈值为 107%。这些代码中的第一个为 2560mA。

表 6-2. InputCurrent() 和 $FDPM_RISE$ 设置的允许组合

	104% $FDPM_RISE$	107% $FDPM_RISE$
步长为 64mA 的 InputCurrent() ($REG0x3F[6] = 0$)	允许用于所有 2.56A 或更高的 InputCurrent() 设置	始终允许
步长为 128mA 的 InputCurrent() ($REG0x3F[6] = 1$)	禁止	允许用于所有 2.56A 或更高的 InputCurrent() 设置

6.3.5.1 设置输入电流限制

系统电流通常会随着系统某些部分的上电或进入睡眠而波动。由于输入电流限制，交流壁式适配器的电流消耗被限制在设定的水平，以避免适配器过载。

来自壁式适配器或其他直流电源的总输入电流是系统电流以及为电池充电所需电流之和。当输入电流超过设定输入电流限制时，BQ24800 器件会降低充电电流，以优先供应系统负载。随着系统电流的上升，可用的充电电流下降至 0。如果在充电电流降至 0 后系统负载进一步增加，则充电器会进入混合动力升压模式，并增加电池功率以支持系统负载，从而保持输入电流限制。

在 DPM 调节期间，总输入电流是器件电源电流 I_{bias} 、充电器输入电流和系统负载电流 I_{load} 的总和，可以通过以下方式估算：

$$I_{INPUT} = I_{LOAD} + \left[\frac{I_{BATTERY} \cdot V_{BATTERY}}{V_{IN} \cdot \eta} \right] + I_{BIAS} \quad (2)$$

在上面的公式中， η 是开关稳压器的效率， $I_{BATTERY}$ 是电池充电或放电电流（充电时为正、放电时为负）。在充电模式下，充电器转换器采用降压配置。在混合动力升压模式下，充电器转换器采用升压配置。

要设置输入电流限制，请使用表 6-17 中列出的数据格式写入一个 16 位 InputCurrent() 命令 ($REG0x3F$)。使用 $10m\Omega$ 检测电阻时，BQ24800 器件提供 64mA 至 8.128A 的输入电流限制范围，分辨率为 64mA。POR 时、 $10m\Omega$ 电流检测电阻 (R_{AC}) 上的默认输入电流限制为 4096mA。此外，当写入 0mA 或高于 8.128A 的值时，写入被视为无效，不会写入寄存器。

ACP 和 ACN 引脚用于检测 R_{AC} ，默认值为 $10m\Omega$ 。但是，也可以使用其他值的电阻。实际电流按 $10m\Omega$ 和 R_{AC} 之比调节。例如，如果检测电阻为 $20m\Omega$ ，则 $10m\Omega$ 上的输入电流设置代码 4096mA 将变为 2048mA。对于更大的检测电阻，会提供更大的检测电压和更高的调节精度；但代价是更高的导通损耗和更窄的电流范围。

6.3.6 两级适配器电流限制 (峰值功率模式)

适配器通常可在几毫秒至几十毫秒内提供高于直流额定值的电流。BQ24800 采用两级输入电流限制或峰值功率模式，以充分利用适配器过载能力，并尽可能地减少电池放电。峰值功率模式在 $REG0x38[13]$ 中启用。直流电流限制 (I_{LIM1}) 与 $REG0x3F()$ 中设置的适配器直流电流 DPM 相同。过载电流 (I_{LIM2}) 在 $REG0x3C[14:11]$ 中设置为 I_{LIM1} 的百分比。

启用峰值功率模式后，大于 I_{LIM1} 的适配器电流将不会立即触发混合升压补充模式。相反，如果适配器电流保持高于 I_{LIM1} (按 $FDPM_RISE$ 百分比缩放) 阈值达到 50 μ s，则会进入峰值功率模式，适配器 DPM 限制升高至 I_{LIM2} 并持续 0x38H [15:14] 中设置的 T_{OVLd} 。在此期间，如果混合升压已启用并且适配器电流超过 I_{LIM2} (按

FDPM_RISE 百分比缩放) 并持续 REG0x37[4:3] 中设置的 FDPM_DEG 周期, 则仍然可能进入混合升压。在 T_{OVLD} 周期结束时, BQ24800 进入恢复期, DPM 限制设置为 I_{LIM1} 并持续 $T_{MAX} - T_{OVLD}$ 。 T_{MAX} 在 REG0x38[15:14] 中设置。一旦整个 T_{MAX} (过载和恢复周期) 到期, 峰值功率模式就会退出, 如果混合升压模式已激活还会强制退出混合升压模式。在退出时, 如果适配器电流在 50uS 的资格期内保持高于 I_{LIM1} (按 FDPM_RISE 百分比缩放), BQ24800 将立即重新进入新的峰值功率模式周期。

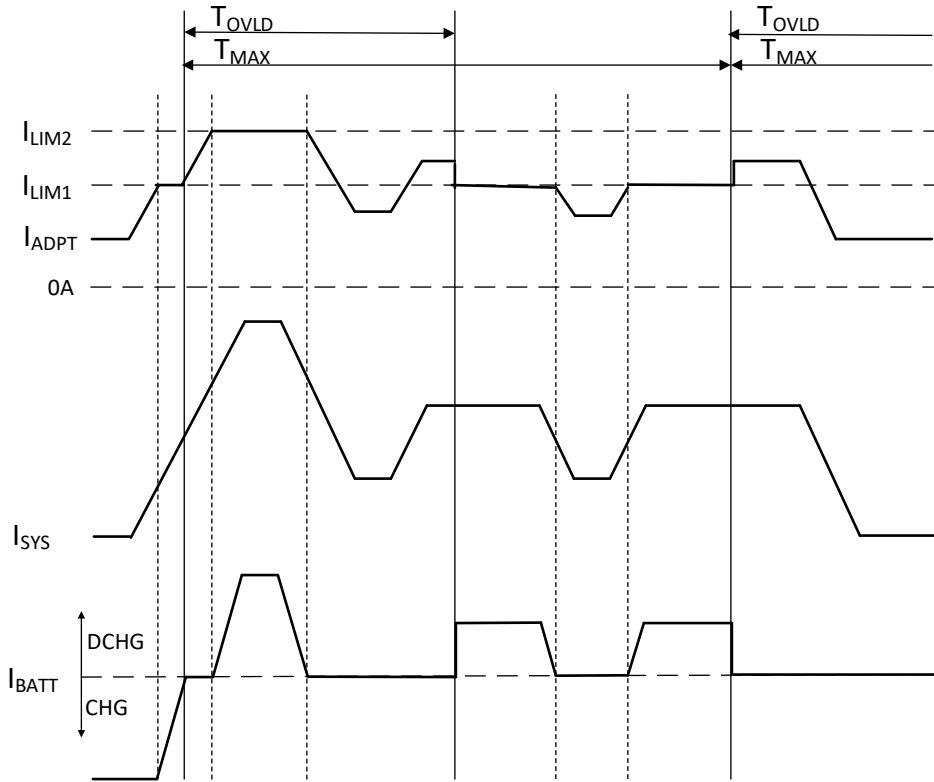


图 6-2. 两级适配器电流限制时序图, REG0x37[8] = 0

为了减少过载条件下的适配器电流, 可在 T_{MAX} 期间选择性地禁用充电 (REG0x37[8]=0)。如果 REG0x37[8] 设置为 1, 并且满足所有其他充电条件, 包括充电抑制位 (REG0x12[0]) 设置为 0, 则如果适配器电流低于有效电流限值 (在 T_{OVLD} 期间为 I_{LIM2} , 而在后续弛豫期间为 I_{LIM1}), 则充电将在 T_{MAX} 期间恢复。

在峰值功率模式过载期间 (T_{OVLD}), 即使事件已启用且适配器电流超过 $INOM$ 阈值, $INOM$ 事件也不会触发 PROCHOT。ICRIT 事件在此期间保持激活状态。在恢复期间 ($T_{MAX} - T_{OVLD}$), 如果已启用, 则 $INOM$ 和 ICRIT 事件均处于激活状态。

启用峰值功率模式时不允许更改峰值功率模式时序参数 (T_{OVLD} 和 T_{MAX})。启用峰值功率模式时 (0x38[13]=1), 对 0x38H [15:14] (T_{OVLD}) 或 0x38H [9:8] (T_{MAX}) 的任何写入都将被忽略。为了更改这些参数, 用户必须首先通过写入 0x38 [13] = 0 禁用峰值功率模式, 然后更新 T_{OVLD} 和/或 T_{MAX} , 然后通过写入 0x38 [13] = 1 重新启用峰值功率模式。

6.3.7 EMI 开关频率调节

充电器开关频率可在 300kHz、400kHz、600kHz 或 800kHz 之间进行调节, 从而通过 SMBus 命令 REG0x12[9:8] 解决 EMI 问题。较低的开关频率可获得更高的效率和更低的 EMI。使用较高的开关频率可减少纹波, 从而允许使用较小的电感器和电容器值。

6.3.8 器件保护功能

6.3.8.1 充电器超时

如果充电器在 175s 内未接收到写入 ChargeVoltage() 或写入 ChargeCurrent() 命令 (可通过 REG0x12[14:13] 命令进行调节) , 则 BQ24800 器件包括可以暂停充电、混合动力升压模式或仅电池升压模式的看门狗计时器。

如果发生看门狗超时, 则所有寄存器值保持不变, 但转换器会暂停。写入 ChargeVoltage() 或 ChargeCurrent() 或更改 REG0x12[14:13] 会复位看门狗计时器, 并使转换器恢复充电、混合动力升压模式或仅电池升压模式。看门狗计时器可以禁用, 或通过 SMBus 命令 REG0x12[14:13] 设置为 5s、88s 或 175s。

6.3.8.2 输入过流保护 (ACOC)

如果不存在电池、已禁用混合升压模式, 或者如果已达到混合升压放电电流, 则一旦充电电流降至 0, BQ24800 器件便无法保持输入电流电平。当输入电流超过 I_{LIM2} 设定值的 1.25 倍或 2 倍的时间达到 6ms 抗尖峰脉冲时间后, ACFET/RBFET 会被锁存, 需要移除适配器以强制 $ACDET < 0.6V$ 以移除锁存器。移除锁存器后, 可以再次打开 ACFET/RBFET。

ACOC 功能阈值可以设置为 ICRT (REG0x37[9]) 电流的 1.25 倍或 2 倍, 也可以通过 SMBus 命令 (REG0x37[10]) 禁用。

6.3.8.3 充电过流保护 (CHG_OCP)

BQ24800 器件具有逐周期峰值过流保护功能。它监测 SRP 和 SRN 上的电压, 并根据充电电流设定点防止电流超过阈值。当检测到过流时, 高侧栅极驱动器在周期的剩余时间内关断, 并在下一个周期开始时恢复。

根据充电电流寄存器值, $10m\Omega$ 电流检测电阻器上的充电 OCP 阈值自动设置为 6A、9A 和 12A。这可防止阈值过高 (那样不安全) 或过低 (可在典型运行中触发)。选择合适的电感, 以防止由于高电感电流纹波而在典型运行中触发 OCP。

6.3.8.4 电池过压保护 (BATOV)

在电池充电中, 当 SRN 上的电池电压超过调节电压设定点的 104% 时, BQ24800 器件不允许高侧和低侧 MOSFET 导通。如果 BATOV 持续时间超过 30ms, 则充电器将完全禁用, 直到 SRN 上的电池电压降至调节电压设定点的 102% 以下。这允许对过压条件 (例如在负载移除或电池断开时的情况) 进行快速响应。从 SRP 到 GND 的 6mA 灌电流仅在 BATOV 期间导通, 允许对传输到输出电容器的存储输出电感器能量进行放电。

在电池升压模式 (仅电池升压或混合动力升压) 下, BQ24800 器件会在检测到 BATOV 时继续运行升压操作, 并且在这些升压模式期间不会向 SRP 施加 6mA 灌电流。

6.3.8.5 电池短路

当 SRN 上的电池电压降至 2.5V 以下时, 如果满足 [启用和禁用充电](#) 部分中的所有启用条件, 转换器将复位 1ms 并恢复充电。这可以防止电感器中有过冲电流, 否则会使电感器饱和并可能损坏 MOSFET。当 BATLOWV 条件持续存在且 LSFET 保持关闭时, $10m\Omega$ 电流检测电阻上的充电电流限制为 0.5A。LSFET 仅在刷新脉冲为 BTST 电容器充电时导通。

6.3.8.6 热关断保护 (TSHUT)

WQFN 封装具有低热阻抗, 可提供从器件到环境的良好热传导, 从而保持低结温。随着保护等级的增加, 只要结温超过 155°C, 充电器转换器就会关闭以实现自我保护。充电器保持关断状态, 直到结温降至 135°C 以下。在热关断期间, REGN LDO 电流限制降至 14mA。当温度降至 135°C 以下后, 即可通过软启动恢复充电。在 TSHUT 期间, ACFET/RBFET 保持导通, 以便为系统电源轨供电。

6.3.8.7 电感器短路, MOSFET 短路保护

BQ24800 器件具有独特的短路保护功能。它的逐周期电流监控特性通过监控开关 MOSFET 的 $R_{DS(on)}$ 上的压降来实现。如果 MOSFET 短路或电感器短路, 则比较器会检测到过流情况, 在开关周期的剩余时间内 HSFET 或 LSFET 将会关断, 并且计数器会递增。每个高侧和低侧 MOSFET 都具有独立比较器和计数器。在任何计数器达到七后, 充电器闭锁, 并且 ACFET 和 RBFET 关断以断开适配器与系统的连接。BATFET 导通以将电池组连接到

系统。每次启用功率级时，短路计数器都会复位，但只要任何一个计数器达到七，充电器就会闭锁。要将充电器从闭锁状态复位，必须将 IC VCC 引脚拉至 UVLO 以下，或将 ACDET 引脚拉至 0.6V 以下。低侧 MOSFET Vds 监控电路通过 REG0x37[7] 启用，在 PHASE 和 GND 引脚之间测得的阈值为 250mV。高侧 MOSFET Vds 监控电路通过 REG0x37[6] 启用，在 ACP 和 PHASE 引脚（包括 RAC 检测电阻器和 HSFET）之间测得的阈值为 750mV。在混合升压和仅电池升压功能期间，低侧 MOSFET 短路保护阈值用于逐周期限流，但充电器不会闭锁。

由于 MOSFET 短路保护的消隐时间会消隐 MOSFET 首次导通时的开关噪声，因此逐周期充电过流保护可能会检测到高电流并在触发 MOSFET 短路保护之前关断 MOSFET。在这种情况下，可能不会激活充电器的 MOSFET 短路保护，因而使计数器不会计数到七并随后闭锁。相反，充电器可能以非常窄的占空比持续开关，以限制逐周期电流峰值。但是，充电器应该仍然安全，不会导致故障，因为占空比被限制为极短的时间，并且 MOSFET 应该仍在安全运行范围内。在软启动期间，由于消隐时间的原因相同，检测短路可能需要很长时间，而不是仅仅七个开关周期。

6.4 器件功能模式

6.4.1 降压模式下的电池充电

降压开关控制器专为串联电池组的充电而设计。电池充电周期包含两个阶段 - 恒流 (CC) 和恒压 (CV)。在恒流阶段，充电器将充电电流调节至 REG0x14() 中的限值。一旦 SRN 上的电压达到 REG0x15 中的限值，充电器就会进入 CV 模式以调节电池电压。以下条件必须有效才能开始充电：

- 通过 SMBus 启用充电 (REG0x12[0]，默认值为 0，充电已启用)
- ILIM 引脚电压高于 $V_{ILIM(RISE)}$ (标称值为 120mV)
- 所有 ChargeCurrent()、ChargeVoltage() 和 InputCurrent() 寄存器都编程了有效的值
- ACOK 有效 (有关详细信息，请参阅[器件上电](#))
- ACFET 和 RBFET 导通且无锁存故障 (有关详细信息，请参阅[系统电源选择](#))
- V_{SRN} 未超过 BATOVP 阈值
- IC 温度未超过 TSHUT 阈值
- 未处于 ACOC 状态 (有关详细信息，请参阅[器件保护功能](#))

以下条件之一可使当前充电停止：

- 通过 SMBus 禁止充电 (REG0x12[0] = 1)
- ILIM 引脚电压低于 $V_{ILIM(FALL)}$ (标称值为 75mV)
- ChargeCurrent()、ChargeVoltage() 或 InputCurrent() 设置为 0 或超出范围
- ACOK 被拉至低电平 (有关详细信息，请参阅[器件上电](#))
- ACFET 关闭
- V_{SRN} 超过 BATOVP 阈值
- 已达到 TSHUT IC 温度阈值
- 检测到 ACOC (有关详细信息，请参阅[器件保护功能](#))
- 检测到短路 (有关详细信息，请参阅[电感器短路，MOSFET 短路保护](#))
- 如果启用了看门狗计时器，则看门狗计时器到期 (有关详细信息，请参阅[充电器超时](#))

6.4.1.1 设置充电电流

要设置充电电流，请使用表 6-13 中所列的数据格式编写一个 16 位 ChargeCurrent() 命令 (REG0x14)。BQ24800 具有 $10\text{m}\Omega$ 检测电阻，可提供 128mA 至 8.128A 的充电电流范围，步进分辨率为 64mA。POR 时，充电电流为 0A。除了 ACOV 之外的任何 ACOK 低电平条件都会将 ChargeCurrent() 复位为 0。发送 ChargeCurrent() 0mA 将会终止充电。为了提供次级保护，BQ24800 配有一个 ILIM 引脚，用户可使用该引脚对允许的最大充电电流进行编程。内部充电电流限制是 ChargeCurrent() 设置的电压与 ILIM 引脚上的电压之间的较低值。要禁用此功能，用户可以将 ILIM 拉至 2V 以上，这是最大充电电流调节限值。将 REG0x38[7] 设置为 0 也会禁用 ILIM 引脚充电电流限制，以便仅使用 REG0x14 值。当 ILIM 低于 60mV 时，会禁用电池充电。首选充电电流限值可以通过下面的公式得出：

$$I_{CHG} = \frac{V_{ILIM}}{20 \times R_{SR}} \quad (3)$$

SRP 和 SRN 引脚用于检测 R_{SR} ，默认值为 $10\text{m}\Omega$ 。但是，也可以使用其他值的电阻。实际电流按 $10\text{m}\Omega$ 和 R_{SR} 之比调节。例如，如果检测电阻为 $20\text{m}\Omega$ ，则 $10\text{m}\Omega$ 上的充电电流设置代码 4096mA 将变为 2048mA。对于更大的检测电阻，会提供更大的检测电压和更高的调节精度；但会以更高的导通损耗为代价。如果电流检测电阻值过高，则可能会因电流纹波电压过高而触发过流保护阈值。在这种情况下，应使用较高的电感值或较低的电流检测电阻值来限制电流纹波电压电平。建议电流检测电阻值不超过 $20\text{m}\Omega$ 。

6.4.1.2 设置充电电压

要设置输出充电调节电压，请使用表 6-14 中列出的数据格式编写一个 16 位 ChargeVoltage() 命令 (REG0x15)。BQ24800 器件的充电电压范围为 1.024V 至 19.200V，步进分辨率为 16mV。POR 后，充电电压限制为 0V。发送 ChargeVoltage() 0 mV 会禁用电池充电。

SRN 引脚用于检测电池电压以进行电压调节，应当尽可能靠近电池进行连接。将去耦电容器（推荐 $0.1\mu\text{F}$ ）放置在尽可能靠近 IC 的位置，以对高频噪声进行去耦。

6.4.1.3 自动内部软启动充电器电流

每次启用充电后，充电器都会自动对充电电流应用软启动，以避免输出电容器或电源转换器上出现任何过冲或应力。对于 $10\text{m}\Omega$ 电流检测电阻器，充电电流从 128mA 开始，在 CCM 模式下阶跃为 64mA。在 CCM 模式下，每个阶跃持续 $400\mu\text{s}$ 左右，直至达到编程的充电电流限制。此功能不需要任何外部元件。

在 DCM 模式期间，软启动电流阶跃较大，由于 DCM 模式固有的慢速响应，因此每个阶跃的持续时间更长。

6.4.2 混合动力升压模式

BQ24800 器件支持混合动力升压模，可将电池电压升高至适配器电平，并在系统功率需求暂时高于适配器最大电平时补充适配器功率。超快 $150\mu\text{s}$ 响应时间（要求 REG0x37[4:3] = 10b）可防止适配器崩溃。器件上电后，REG0x37[2] 为 0 以禁用混合动力升压模式。要启用混合动力升压模式，主机向 REG0x37[2] 写入 1。当 0x37[11]= 1 时，BST_STAT 引脚和 REG0x37[1] 指示器件是否处于混合动力升压模式。

为了支持混合动力升压模式，对于 $10\text{m}\Omega$ 输入电流检测电阻器，输入电流必须设置为高于 1536mA。进入混合动力升压模式的阈值（REG0x37[5] 中的 FDPM_RISE）设置为输入电流限值的百分比。未启用峰值功率时，输入电流限制始终为 REG0x3F() 中设置的 I_{LIM1} 。有关启用峰值功率时的混合升压行为的讨论，请参阅节 6.3.6。当输入电流高于输入电流限制的 104/107% 时，BQ24800 转换器从降压充电转换器变成混合动力升压转换器。在混合动力升压模式期间，适配器电流调节至输入电流限制电平，以使适配器不会崩溃。如果看门狗计时器已启用 (REG0x12[14:13]) 且到期，它将暂停混合升压模式转换器。写入 REG0x12[14:13]、REG0x14 或 REG0x15 将会重新启动看门狗计时器，并允许重新进入混合升压模式。

下列条件之一会停止正在使用的混合动力升压模式：

- 适配器电流降至 FDPM_FALL (REG0x37[0]) 阈值以下的时间
- 混合动力升压模式已禁用 (REG0x37[2] = 0)
- 适配器已移除
- 电池电压低于 REG0x3B[15:14] 中的耗尽阈值
- ACFET 关闭
- 已达到 TSHUT IC 温度阈值
- 检测到短路（有关详细信息，请参阅[电感器短路](#)，[MOSFET 短路保护](#)）
- 如果启用了看门狗计时器，则看门狗计时器到期（有关详细信息，请参阅[充电器超时](#)）

6.4.3 仅电池升压模式

当系统由未连接适配器的电池供电时，由于电池的阻抗，较大的系统负载将会使系统电压显著下降。为了能够在电池的完整工作范围内处理较大瞬态，BQ24800 提供了仅电池升压模式。该模式使用开关转换器将电池电压升至稳定的系统输出，为系统瞬变提供额外的余量。

混合动力升压模式会因需要补充电流而频繁进入和退出，与之不同的是，仅电池升压模式则进入一次，并一直保持到适配器插入、电池达到 BAT_DEPL_VTH (REG0x3B[15:14]) 电池电量耗尽阈值，或者通过 EN_BATT_BOOST (REG0x38[6]) 位手动退出该模式。进入该模式的动作可以使用 VSysMin() (REG0x3E) 寄存器中设置的 V_{SYSMIN} 阈值自动完成，也可以使用 EN_BATT_BOOST 位手动进行。为了使用自动进入，当系统电压高于 V_{SYSMIN} 时，EN_BATT_BOOST 设置为 1。当系统电压降至 V_{SYSMIN} 以下时，转换器将进入仅电池升压模式，并将系统电压调节为比 VBOOST (REG0x38[5]) 位设置的 V_{SYSMIN} 高 1.5V 或 2.3V。

为了进入仅电池升压模式，必须满足下列所有条件：

- 仅电池升压模式已启用 (REG0x38[6] = 1)
- 电池低功耗模式已禁用 (REG0x12[15] = 0)
- 系统电压 (V_{ACN}) 低于 V_{SYSMIN}
- ACOK 为低电平
- 电池电压 (V_{SRN}) 高于 REG0x3B[15:14] 中的耗尽阈值

从直接电池转换到稳压升压输出所需的时间取决于系统条件，通常需要 1-5ms。在此期间，电池通过电池 MOSFET 的体二极管支撑系统电源轨，从而根据体二极管的正向电压在电池和系统之间产生临时压降。VSysMin() 条目应设置为足够高的阈值，以使电池在最糟糕的负载条件下能够支持转换。方程式 4 中提供了计算该阈值的方法

$$V_{SysMin}() = V_{OP_MIN} + (I_{SYS_MAX} \times R_{BATT}) + V_{BATFET_FD} \quad (4)$$

V_{OP_MIN} 是支持系统的最低工作电压。R_{BATT} 包括电池的内部阻抗以及电池和系统之间的电源路径中的任何电阻。V_{BATFET_FD} 是 BATFET 体二极管的正向压降。

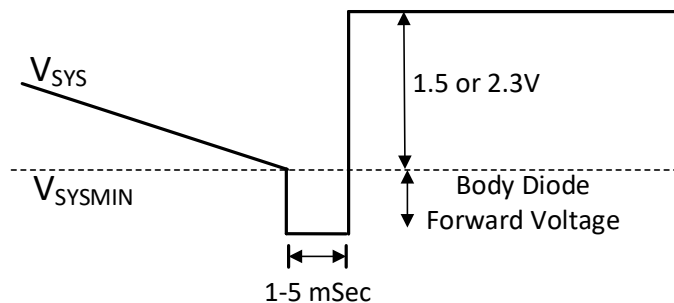


图 6-3. 进入仅电池升压模式

对于需要进行更精细控制的系统，可以手动进入仅电池升压模式。对于手动控制，外部微控制器用于通过电池电量监测计 IC 或其他方法来监测电池电量，这些信息用于确定仅电池升压模式的最佳进入点。为了手动进入仅电池升压模式，必须将 V_{SYSMIN} 设置为低于当前系统电压，然后将 REG0x38[6] 使能位设置为 1。V_{SYSMIN} 可以在仅电池升压激活后进行调节，以便调节系统稳压电压。从完成 SMBus 命令以启用仅电池升压到进入该模式之间存在大约 50 毫秒 (典型值) 的延迟。

下列条件之一会停止正在使用的仅电池升压模式：

- 仅电池升压模式已禁用 (REG0x38[6] = 0)
- 电池低功耗模式已启用 (REG0x12[15] = 1)
- 适配器插入并且 ACOK 变为高电平
- 电池电压 (V_{SRN}) 低于 REG0x3B[15:14] 中的耗尽阈值
- 电池电压 (V_{SRN}) 上升到与系统调节电压相差 200mV 以内 (在 V_{ACN} 处测量)

- 已达到 TSHUT IC 温度阈值
- 检测到短路 (有关详细信息, 请参阅[电感器短路, MOSFET 短路保护](#))
- 如果启用了看门狗计时器, 则看门狗计时器到期 (有关详细信息, 请参阅[充电器超时](#))

在仅电池升压模式下, BQ24800 会将系统电压调节为 REG0x38[5] 中设置的 ($V_{\text{SYSMIN}} + 1.5\text{V}$) 或 ($V_{\text{SYSMIN}} + 2.3\text{V}$)。为了在适配器插入和移除期间正确转换, ACDET 的最小 ACOK 下降阈值 (2.30V 按 ACDET 电阻分压器调整比例) 必须高于此调节点。一旦器件处于升压模式, 则状态位 REG0x37[1] 设置为 1, BST_STAT 引脚变为低电平。

如果在仅电池升压模式有效时插入适配器, 系统电压将从仅电池升压调节电压转换为适配器电压, 从而将仅电池升压模式一直保持到 ACFET 完全导通。此外, 即使适配器电流从未超过 ICRIT 阈值, 如果已启用 ICRIT PROCHOT 信号, 它也会自动置为有效。这可用于在转换期间抢先减慢 CPU 速度。

6.4.3.1 在仅电池升压模式下设置最小系统电压

要在仅电池升压模式下设置 V_{SYSMIN} 最小系统电压, 请使用表 6-16 中列出的数据格式写入 16 位 VSysMin() 命令 (REG0x3E)。BQ24800 器件提供 5.632-13.568V (0x1600 - 0x3500) 的最小系统电压范围, 步进分辨率为 256mV。POR 时, 最小系统电压限制为 8.96V (0x2300)。仅电池升压模式期间的调节电压比 REG0x38[5] 中设置的 V_{SYSMIN} 高 1.5V 或 2.3V。

ACN 引脚用于检测系统电压以进行转换器调节。将去耦电容器 (推荐 0.1μF) 放置在尽可能靠近 IC 的位置, 以对高频噪声进行去耦。

6.4.4 混合升压模式和仅电池升压模式下的电池放电电流调节

为了在混合升压模式或仅电池升压模式期间将放电电流保持在电池 OCP 额定值以下, BQ24800 器件支持放电电流调节。器件上电后, REG0x37[15] 为 0 以禁用放电电流调节。要启用放电电流调节, 主机向 REG0x37[15] 写入 1。如果启动任何升压模式的条件有效, 则 REG0x37[15]=1 会在混合动力升压模式和仅电池升压模式期间启用电池放电电流调节。

一旦电池放电电流受到限制, 输入电流就会上升到满足系统电流要求。用户可使 PROCHOT 置为有效以检测输入电流增加 (ICRIT 或 INOM), 并请求 CPU 节流以降低系统功耗。

要设置放电电流限制, 请使用表 6-15 中列出的数据格式写入一个 16 位 DischargeCurrent() 命令 (REG0x39)。使用 10mΩ 检测电阻时, BQ24800 器件提供 512mA 至 32.256A 的放电电流限制范围, 分辨率为 512mA。POR 时、10mΩ 电流检测电阻 (R_{SR}) 上的默认放电电流限制为 6.144A。

为了在电池放电期间提供次级保护, BQ24800 配有一个 ILIM 引脚, 用户可使用该引脚对最大放电电流进行编程。通常, 用户将限制设置为低于电池组过流保护 (OCP) 阈值, 以获得最大电池放电容量。如需更多 OCP 信息, 请参阅电池规格。内部放电电流限制是 DischargeCurrent() 设置的电压与 ILIM 引脚上的电压之间的较低值。要禁用此功能, 用户可以将 ILIM 引脚拉至 1.6V 以上, 这是最大放电电流调节限值。将 REG0x38[7] 设置为 0 也会禁用 ILIM 引脚放电电流限制, 以便仅使用 REG0x39 值。当 ILIM 低于 60mV 时, 混合升压和仅电池升压被禁用。设定的放电电流限值可从方程式 5 得出。

$$I_{\text{DCHG}} = \frac{V_{\text{ILIM}}}{5 \times R_{\text{SR}}} \quad (5)$$

SRP 和 SRN 引脚用于检测 R_{SR} , 默认值为 10mΩ。但是, 也可以使用其他值的电阻。实际电流按 10mΩ 和 R_{SR} 之比调节。例如, 如果检测电阻为 20mΩ, 则 10mΩ 上的放电电流设置代码 4096mA 将变为 2048mA。对于更大的检测电阻, 会提供更大的检测电压和更高的调节精度; 但会以更高的导通损耗为代价。如果电流检测电阻值过高, 则可能会因电流纹波电压过高而触发过流保护阈值。在这种情况下, 应使用较高的电感值或较低的电流检测电阻值来限制电流纹波电压电平。建议电流检测电阻值不超过 20mΩ。

在仅电池升压模式下运行时, 电池是系统中的唯一电源。如果系统负载大于设置了放电限制的电池可能提供的电量, 则限制电池放电电流将会导致系统电压下降。在将电池升压至更高的电压时, 根据系统与电池电压之比, 电池放电电流将大于系统电流。电池电流通常是系统电流的两倍。放电限值应设置为电池和开关元件在没有损坏的

情况下可以支持的最大电流，并且应当仅用于防止短路可能造成的大电流损坏。在电池升压模式下限制电流将会导致系统电压降至调节设定点以下。

6.4.5 电池 LEARN 周期

可以通过 REG0x12[5] 激活电池 LEARN 周期。启用 LEARN 后，系统会通过关闭 ACFET/RBFET 并开启 BATFET 来从电池而非适配器获取电力。LEARN 功能允许电池放电，以便在一个完整放电和充电周期内校准电池电量监测计。当电池电压低于 REG0x3B[15:14] 中设置的电池电量耗尽阈值时，控制器会自动退出 LEARN 周期。系统关闭 BATFET 和开启 ACFET/RBFET 以切换回适配器输入。LEARN 周期结束后，REG0x12[5] 会自动复位为 0。

在 LEARN 模式期间移除适配器时，充电器通过将 REG0x12[5] 设置为 0 退出 LEARN 模式。电池 FET 持续为系统供电，而无任何干扰。稍后，当适配器再次插入时，主机必须将 REG0x12[5] 设置为 1，以再次启用 LEARN 模式。

在 LEARN 模式期间移除电池时， $\overline{\text{BATPRES}}$ 从低电平上升为高电平，器件退出 LEARN 模式。ACFET/RBFET 在 100 μs 内快速导通，以防止系统崩溃。 $\overline{\text{BATPRES}}$ 触发的导通速度比电池电量耗尽比较器触发的导通速度更快。

6.4.6 转换器工作模式

6.4.6.1 连续导通模式 (CCM)

在具有足够的充电电流的情况下，电感器电流不会超过 0，这定义为 CCM。控制器会将 SRP-SRN (CC 充电) 或 SRN (CV 充电) 与 ChargeCurrent() REG0x14 和 ChargeVoltage() REG0x15 中设置的参考值进行比较。该误差会集成在误差放大器中，并将误差放大器输出 (EAO) 与斜坡电压进行比较。只要 EAO 电压高于斜坡电压，高侧 MOSFET (HSFET) 就会保持导通状态。当斜坡电压超过 EAO 电压时，HSFET 关断，低侧 MOSFET (LSFET) 导通。在周期结束时，斜坡会复位且 LSFET 关断，为下一个周期做好准备。在转换过程中始终存在先断后合逻辑，以防止跨导和击穿。在两个 MOSFET 均关断的死区时间内，低侧功率 MOSFET 的体二极管传导电感器电流。

在 CCM 期间，电感器电流始终流动并形成固定的双极系统。使 LSFET 导通将可保持较低的功耗，并允许在大电流下安全充电。

6.4.6.2 不连续导通模式 (DCM)

在 HSFET 关断期间 (当 LSFET 导通时)，电感器电流会降低。如果电流变为 0，则转换器进入 DCM。在每个周期，如果 SRP-SRN 上的电压降至 5mV 以下 (10m Ω R_{SR} 上的 0.5A 流入电池以进行充电或从电池流出以使用混合升压)，则欠流比较器 (UCP) 会关断 LSFET (如果正在充电) 或 HSFET (如果使用混合升压) 以阻止负电感器电流。

在 DCM 期间，环路响应会自动变化。它变为单极系统，极点与负载电流成正比。

6.4.6.3 非同步模式和轻负载比较器

充电时，如果平均充电电流降至低于 125mA (在 10m Ω 检测电阻上)，则轻负载比较器将保持 LSFET 关断状态，以阻断电感器中的反向电流。当平均电流升至 250mA 以上时，LSFET 再次导通。同样，在升压模式下，当放电电流低于 250mA (在 10m Ω 检测电阻上) 时，轻负载比较器将使 HSFET 保持关断状态。当平均电流升至 500mA 以上时，HSFET 再次导通。

6.5 编程

6.5.1 SMBus 接口

BQ24800 器件作为从器件运行，通过 SMBus 接口接收来自嵌入式控制器主机的控制输入。该器件使用 *系统管理总线规范 V1.1* (可从 www.smbus.org 下载) 中所述的简化版命令子集。BQ24800 使用 SMBus 读取字和写入字协议 (如表 6-3 和表 6-4 所示) 从智能电池接收命令。BQ24800 器件仅作为地址为 0x12 的 SMBus 从器件运行。请注意，此 SMBus 地址以 8 位格式写入，它是 7 位 SMBus 地址附加了代表 R/W 位的“0”位。相应的 7 位地址为 0x09。BQ24800 不会在总线上发起通信。BQ24800 有两个标识寄存器：一个 16 位器件 ID 寄存器 (0xFF) 和一个 16 位制造商 ID 寄存器 (0xFE)。BQ24800 的制造商 ID 为 0x40，器件 ID 为 0x38。

当 VCC 高于 UVLO 时，开始 SMBus 通信。

数据 (SDA) 和时钟 (SCL) 引脚具有可适应慢速边沿的施密特触发输入。为 SDA 和 SCL 选择上拉电阻 (10kΩ)，以根据 SMBus 规范实现上升时间。当主器件发出启动条件信号 (即，SDA 上出现高电平到低电平转换，同时 SCL 为高电平) 时，开始通信。当主器件完成通信时，主器件会发出一个停止条件 (即，SDA 上出现低电平到高电平转换，同时 SCL 为高电平)。然后，总线可用于另一次传输。图 6-4 和图 6-5 展示了 SMBus 接口上信号的时序图。地址字节、命令字节和数据字节在启动条件和停止条件之间传输。除了启动条件和停止条件外，SDA 状态仅在 SCL 为低电平时才会更改。数据以 8 位字节的形式传输，并在 SCL 的上升沿进行采样。由于主器件或从器件在第九个时钟周期内确认收到正确的字节，因此将每个字节传入或传出器件需要九个时钟周期。BQ24800 支持表 6-3 中列出的充电器命令。

6.5.1.1 SMBus 写入字和读取字协议

表 6-3. 写入字格式

S ⁽¹⁾ (3)	从器件地址 ⁽¹⁾	W ⁽¹⁾ (6)	ACK ⁽²⁾ (5)	命令字节 ⁽¹⁾	ACK ⁽²⁾ (5)	低数据字节 ⁽¹⁾	ACK ⁽²⁾ (5)	高数据字节 ⁽¹⁾	ACK ⁽²⁾ (5)	P ⁽¹⁾ (4)
	7 位	1b	1b	8 位	1b	8 位	1b	8 位	1b	
	MSB LSB	0	0	MSB LSB	0	MSB LSB	0	MSB LSB	0	

- (1) 主器件到从器件
- (2) 从器件到主器件 (灰色阴影)
- (3) S = 启动条件或重复启动条件
- (4) P = 停止条件
- (5) ACK = 确认 (逻辑低电平)
- (6) W = 写入位 (逻辑低电平)

表 6-4. 读取字格式

S ⁽¹⁾ (3)	从器件地址 ⁽¹⁾	W ⁽¹⁾ (7)	ACK ⁽²⁾ (5)	命令字节 ⁽¹⁾	ACK ⁽²⁾ (5)	S ⁽¹⁾ (3)	从器件地址 ⁽¹⁾	R ⁽¹⁾ (8)	ACK ⁽²⁾ (5)	低数据字节 ⁽²⁾	ACK ⁽¹⁾ (5)	高数据字节 ⁽²⁾	NACK ⁽¹⁾ (6)	P ⁽¹⁾ (4)
	7 位	1b	1b	8 位	1b		7 位	1b	1b	8 位	1b	8 位	1b	
	MSB LSB	0	0	MSB LSB	0		MSB LSB	1	0	MSB LSB	0	MSB LSB	1	

- (1) 主器件到从器件
- (2) 从器件到主器件 (灰色阴影)
- (3) S = 启动条件或重复启动条件
- (4) P = 停止条件
- (5) ACK = 确认 (逻辑低电平)
- (6) NACK = 未确认 (逻辑高电平)
- (7) W = 写入位 (逻辑低电平)
- (8) R = 读取位 (逻辑高电平)

6.5.1.2 时序图

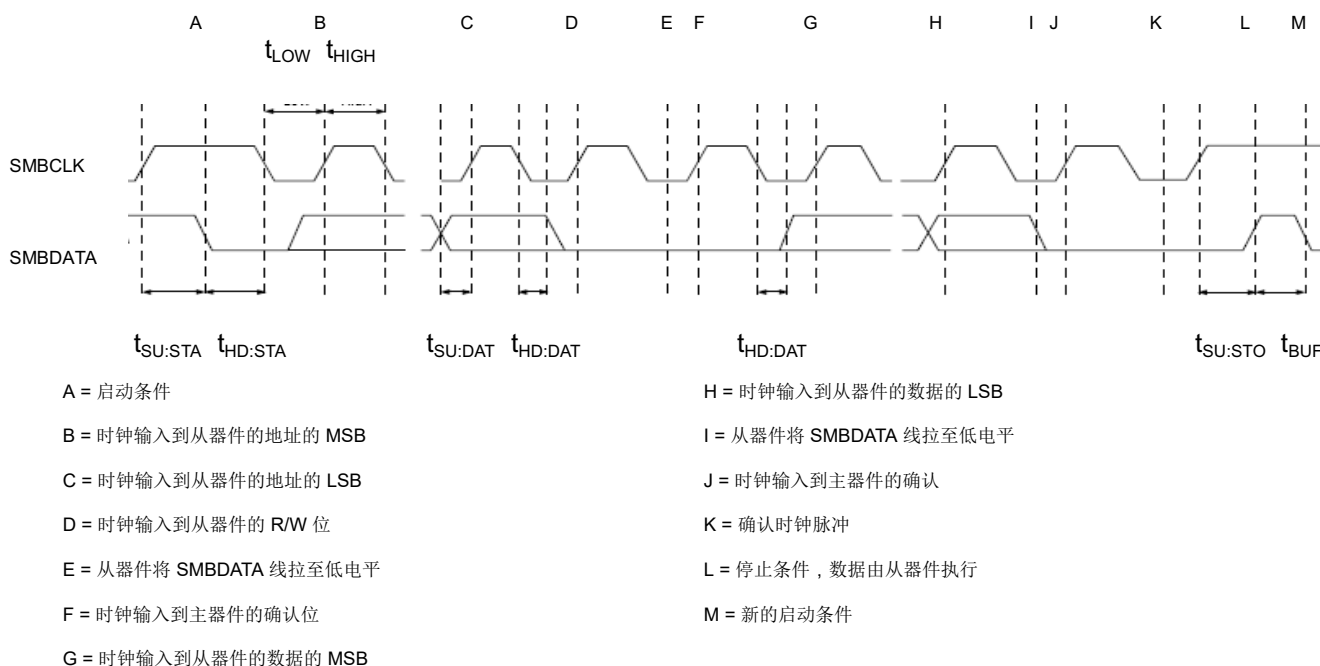


图 6-4. SMBus 写入时序

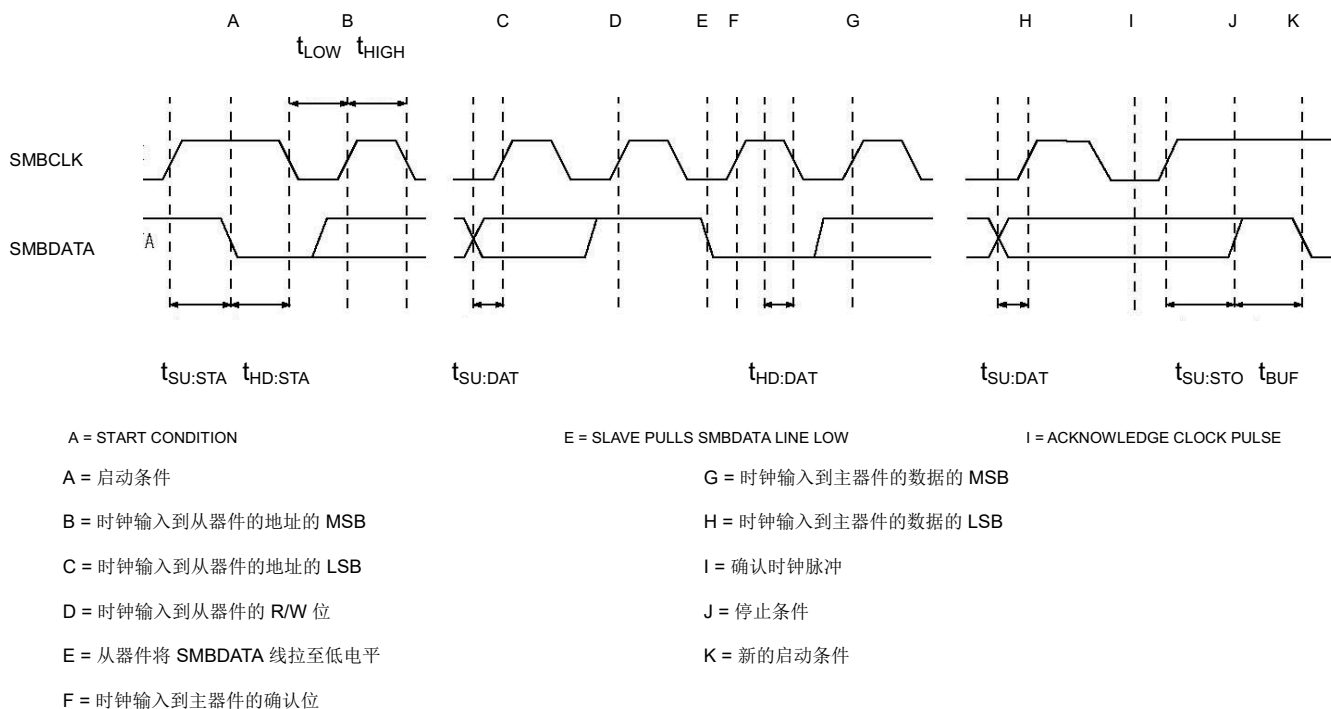


图 6-5. SMBus 读取时序

6.6 寄存器映射

6.6.1 电池充电器命令

BQ24800 支持十四个使用写入字或读取字协议的电池充电器命令，如表 6-5 所述。ManufacturerID() 和 DeviceID() 可用于识别 BQ24800。ManufacturerID() 命令始终返回 0x0040，DeviceID() 命令始终返回 0x0038。

表 6-5. 电池充电器命令摘要

寄存器地址	寄存器名称	读取或写入	说明	POR 状态
0x12	ChargeOption0() 表 6-6	读取或写入	充电选项控制 0	0xE108
0x3B	ChargeOption1() 表 6-7	读取或写入	充电选项控制 1	0xC220
0x38	ChargeOption2() 表 6-8	读取或写入	充电选项控制 2	0x0384
0x37	ChargeOption3() 表 6-9	读取或写入	充电选项控制 3	0x1A40
0x3C	ProchotOption0() 表 6-10	读取或写入	PROCHOT 选项 0	0x4A54
0x3D	ProchotOption1() 表 6-11	读取或写入	PROCHOT 选项 1	0x8120
0x3A	ProchotStatus() 表 6-12	只读	PROCHOT 状态	0x0000
0x14	ChargeCurrent() 表 6-13	读取或写入	7 位充电电流设置	0x0000
0x15	ChargeVoltage() 表 6-14	读取或写入	11 位充电电压设置	0x0000
0x39	DischargeCurrent() 表 6-15	读取或写入	6 位放电电流设置	0x1800 或 6144mA
0x3E	VsysMin() 表 6-16	读取或写入	7 位最小系统电压设置	0x2300 或 8960 mV
0x3F	InputCurrent() 表 6-17	读取或写入	7 位输入电流设置	0x1000 或 4096mA
0xFE	ManufacturerID()	只读	制造商 ID	0x0040
0xFF	DeviceID()	只读	器件 ID	0x0038

6.6.2 设置充电器选项

6.6.2.1 ChargeOption0 寄存器

图 6-6. ChargeOption0 寄存器 (0x12)

15	14	13	12	11	10	9	8
EN_LWPPWR	WDTMR_ADJ		保留			PWM_FREQ	
R/W	R/W		R			R/W	
7	6	5	4	3	2	1	0
保留	EN_LEARN		IADP_GAIN	IDCHG_GAIN	保留		CHRG_INHIBIT
R	R/W		R/W	R/W	R		R/W

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读；-n = 复位后的值

表 6-6. ChargeOption0 寄存器 (0x12H)

位	位名称	说明
[15]	低功耗模式启用 (EN_LWPPWR)	0：IC 处于性能模式，仅使用电池。 <u>PROCHOT</u> 、电流/功率监控缓冲器、仅电池升压模式和独立比较器遵循寄存器设置。 1：IC 处于低功耗模式，仅使用电池。当该位为 1 时，IC 处于最低静态电流状态。 <u>PROCHOT</u> 、放电电流监控缓冲器、电源监控缓冲器、仅电池升压模式和独立比较器被禁用。（POR 时的默认值）
[14:13]	看门狗计时器调节 (WDTMR_ADJ)	设置充电电压或充电电流命令的连续 SMBus 写入之间的最大延迟。 如果 IC 在看门狗时间段内没有收到对 REG0x14() 或 REG0x15() 的写入，则充电器转换器会停止，以禁用充电和升压模式运行。 到期后，计时器将在写入 REG0x14() 或 REG0x15() 时恢复。如果所有其他条件都有效，充电或升压运行将会恢复。 00：禁用看门狗计时器 01：已启用，5s 10：已启用，88s 11：启用看门狗计时器 (175s) (POR 时的默认值)
[12:10]	保留	0 - 保留
[9:8]	开关频率 (PWM_FREQ)	转换器开关频率。 00：600kHz 01：800kHz (POR 时的默认值) 10：300kHz 11：400kHz
[7:6]	保留	0 - 保留
[5]	LEARN 模式启用 (EN_LEARN)	电池 LEARN 模式启用。在 LEARN 模式下，ACFET 和 RBFET 关闭，BATFET 打开。当 BATPRES 为高电平时，IC 退出 LEARN 模式并且该位设回为 0。当电池电量耗尽时，充电器无法启用 LEARN 模式 0：禁用 LEARN 模式 (POR 时的默认值) 1：启用 LEARN 模式
[4]	初级输入的 IADP 放大器增益 (IADP_GAIN)	IADP 引脚电压与 ACP 和 ACN 上的电压之比。 0：20X (POR 时的默认值) 1：40X
[3]	IDCHG 放大器增益 (IDCHG_GAIN)	IDCHG 引脚电压与 SRN 和 SRP 上的电压之比。 0：8 倍，10mΩ RSR 的放电电流范围为 0-32A。 1：16 倍，10mΩ RSR 的放电电流范围为 0-16A (POR 时的默认值)
[2:1]	保留	0 - 保留
[0]	充电禁止 (CHRG_INHIBIT)	充电禁止。当该位为 0 时，使用 REG0x14() 和 REG0x15() 中的有效值启用电池充电 0：启用充电 (POR 时的默认值) 1：禁止充电

6.6.3 ChargeOption1 寄存器

图 6-7. ChargeOption1 寄存器 (0x3B)

15	14	13	12	11	10	9	8
BAT_DEPL_VTH		RSNS_RATIO		EN_IDCHG	EN_PMON	PMON_RATIO	保留
R/W		R/W		R/W	R/W	R/W	R
7	6	5	4	3	2	1	0
CMP_REF	CMP_POL	CMP_DEG		EN_FET_LATCHOFF	保留	EN_SHIP_DCHG	保留
R/W	R/W	R/W		R/W	R	R/W	R

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读；-n = 复位后的值

表 6-7. ChargeOption1 寄存器 (0x3B)

位	位名称	说明
[15:14]	电池电量耗尽阈值 (BAT_DEPL_VTH)	电池过度放电阈值。在 LEARN 周期内，当电池电压低于耗尽阈值时，IC 退出 LEARN 模式。在升压模式期间，当电池电压低于耗尽阈值时，IC 退出升压模式。 00：下降阈值 = ChargeVoltage() 寄存器设置的 60% 01：下降阈值 = ChargeVoltage() 寄存器设置的 64% 10：下降阈值 = ChargeVoltage() 寄存器设置的 68% 11：下降阈值 = ChargeVoltage() 寄存器设置的 72% (POR 时的默认值)
[13:12]	R _{AC} 与 R _{SR} 比率 (RSNS_RATIO)	针对不同的输入检测电阻 R _{AC} 与电荷检测电阻 R _{SR} 比率调整 PMON 计算。请参阅表 6-1 以了解更多详细信息。 00：R _{AC} 与 R _{SR} 1:1 (POR 时的默认值) 01：R _{AC} 与 R _{SR} 2:1 10：R _{AC} 与 R _{SR} 1:2 11：保留
[11]	IDCHG 缓冲器启用 (EN_IDCHG)	IDCHG 引脚输出启用。 0：禁用 IDCHG 输出以尽可能降低 I _q (POR 时的默认值) 1：启用 IDCHG 输出
[10]	PMON 缓冲器启用 (EN_PMON)	PMON 引脚输出启用。 0：禁用 PMON 输出以尽可能降低 I _q (POR 时的默认值) 1：启用 PMON 输出
[9]	PMON 增益 (PMON_RATIO)	PMON 输出电流与总输入和电池功率之比。请参阅表 6-1 以了解更多详细信息。 0：10mΩ 检测电阻器为 0.25μA/W 1：10mΩ 检测电阻器为 1μA/W (POR 时的默认值)
[8]	保留	0 - 保留
[7]	独立比较器基准 (CMP_REF)	独立比较器内部基准。 0：2.3V (POR 时的默认值) 1：1.2V
[6]	独立比较器极性 (CMP_POL)	独立比较器输出极性。 比较器极性位设置为 1 时，可以通过在 CMPIN 和 CMPOUT 之间放置一个电阻器来设置迟滞。比较器极性位设置为 0 时，迟滞在内部设置为 100mV。 0：当 CMPIN 高于内部阈值时，CMPOUT 为低电平 (POR 时的默认值) 1：当 CMPIN 高于内部阈值时，CMPOUT 为高电平
[5:4]	独立比较器抗尖峰脉冲时间 (CMP_DEG)	独立比较器抗尖峰脉冲时间，当 CMPOUT 变为低电平时应用于下降沿。在 CMPOUT 的上升沿不应用抗尖峰脉冲时间。如果 REG0x3B[7:3] 中的值被主机更改，抗尖峰脉冲时间将会复位。 00：独立比较器已禁用 01：启用独立比较器，输出抗尖峰脉冲时间为 1μs 注意：启用低功耗模式位时，不应使用 1μs 抗尖峰脉冲。 10：独立比较器启用，输出抗尖峰脉冲时间为 2ms (POR 时的默认值) 11：启用独立比较器，输出抗尖峰脉冲时间为 5s
[3]	电源路径闭锁启用 (EN_FET_LATCHOFF)	当触发独立比较器时，ACFET/RBFET 都关闭。通过 POR 或向该位写入零来清除闭锁。该功能在 CMP_DEG 设置为 2ms (10) 或 5s (11) 时可用。 0：触发独立比较器时，无电源路径闭锁 (POR 时的默认值) 1：触发独立比较器时，电源路径会锁闭。
[2]	保留	0 - 保留
[1]	运输模式的放电 SRN (EN_SHIP_DCHG)	SRN 引脚放电 140ms，最小电流为 5mA。 0：禁用放电模式 (POR 时的默认值) 1：启用放电模式
[0]	保留	0 - 保留

6.6.4 ChargeOption2 寄存器

图 6-8. ChargeOption2 寄存器 (0x38)

15	14	13	12	11	10	9	8
PKPWR_TOVLD		EN_PKPWR		保留		PKPWR_TMAX	
R/W		R/W		R		R/W	
7	6	5	4	3	2	1	0
EN_EXTILIM	EN_BATT_BOOST	VBOOST	保留				
R/W	R/W	R/W	R				

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读；-n = 复位后的值

表 6-8. ChargeOption2 寄存器 (0x38)

位	位名称	说明
[15:14]	峰值功率模式过载时间 (PKPWR_TOVLD)	峰值功率模式下的输入源最大过载时间 T_{OVLD} 。 00：1ms (POR 时的默认值) 01：2ms 10：5ms 11：10ms
[13]	峰值功率模式启用 (EN_PKPWR)	峰值功率模式启用。 0：禁用峰值功率模式 (POR 时的默认值) 1：启用峰值功率模式
[12:10]	保留	0 - 保留
[9:8]	峰值功率模式周期时间 (PKPWR_TMAX)	峰值功率模式周期时间 T_{MAX} 。弛豫时间为 $T_{MAX} - T_{OVLD}$ 。 00：20ms (POR 时的默认值) 01：40ms 10：80ms 11：1s
[7]	外部电流限制启用 (EN_EXTILIM)	外部 ILIM 引脚启用以设置充电和放电电流。 0：充电/放电电流限制由 REG0x14() 和 0x39() 设置。 1：充电/放电电流限制由 ILIM 引脚和寄存器的较低值设置。(POR 时的默认值)
[6]	仅电池升压模式启用 (EN_BATT_BOOST)	仅电池升压模式启用。当充电器由于电池电压较高或发生故障而退出电池升压模式时，此使能位不会自动变为零。 0：禁用仅电池升压模式 (POR 时的默认值) 1：启用仅电池升压模式。
[5]	仅电池升压模式下的系统调节电压 (VBOOST)	仅电池升压模式下的系统调节电压。 0：1.5V + VsysMin() (POR 时的默认值) 1：2.3V + VsysMin()
[4:0]	保留	0 - 保留

6.6.5 ChargeOption3 寄存器

图 6-9. ChargeOption3 寄存器 (0x37)

15	14	13	12	11	10	9	8
EN_IDCHG_REG	保留	ACDRV_OFF	ACOK_DEG	ACOK_STAT	EN_ACOC	ACOC_VTH	PKPWR_ENCHRG
R/W	R	R/W	R/W	R	R/W	R/W	R
7	6	5	4	3	2	1	0
IFault_HI	IFault_LO	FDPDM_RISE	FDPDM_DEG	EN_HYBRID_BOOST	BOOST_STAT	FDPDM_FALL	
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R	R/W

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读；-n = 复位后的值

表 6-9. ChargeOption3 寄存器 (0x37)

位	位名称	说明
[15]	放电电流调节启用 (EN_IDCHG_REG)	电池放电电流调节启用。 0：禁用放电电流调节 (POR 时的默认值) 1：启用放电电流调节
[14]	保留	0 - 保留
[13]	ACDRV 禁用 (ACDRV_OFF)	即使适配器正常，也强制关闭 ACFET/RBFET。 0：ACFET/RBFET 控制基于“系统功率选择”。(POR 时的默认值) 1：关闭 ACFET/RBFET。
[12]	主输入的 ACOK 抗尖峰脉冲时间 (ACOK_DEG)	调整 ACOK 上升沿抗尖峰脉冲时间。 在 POR 之后，适配器第一次插入，如果主机尚未写入该寄存器，则抗尖峰脉冲时间始终为 150ms。从适配器第二次插入开始，抗尖峰脉冲时间遵循位设置。 0：ACOK 上升沿抗尖峰脉冲时间 150ms 1：ACOK 上升沿抗尖峰脉冲时间 1.3s (POR 时的默认值)
[11]	适配器存在指示器 (ACOK_STAT)	输入存在指示位。当 ACOK 变为高电平时，该位设置为 1。请参阅以了解转换 ACOK 的条件。 0：交流适配器不存在 1：交流适配器
[10]	ACOC 启用 (EN_ACOC)	通过监测 ACP_ACN 电压实现 ACOC 保护阈值。 0：禁用 ACOC (POR 时的默认值) 1：启用 ACOC
[9]	ACOC 限制 (ACOC_VTH)	通过监测 ACP_ACN 电压实现 ACOC 保护阈值。 0：125% 的 ILIM2 1：200% 的 ILIM2 (POR 时的默认值)
[8]	PKPWR_ENCHRG	允许在峰值功率 T_{MAX} 周期中对电池充电。 0：在 T_{MAX} 期间不允许电池充电。适配器仅支持系统负载。这可降低适配器过载的几率。(POR 时的默认值) 1：在 T_{MAX} 期间允许电池充电。ILIM1 和 ILIM2 的适配器电流能力得到充分利用。
[7]	HSFET VDS 阈值 (IFault_HI)	通过监测 ACN 到 PHASE 电压实现 MOSFET/电感器短路保护 0：禁用 (POR 时的默认值) 1：750mV
[6]	LSFET VDS 阈值 (IFault_LO)	通过监测 PHASE 至 GND 电压 (LSFET 漏源电压) 实现 MOSFET/电感器短路保护。还在混合升压和仅电池升压功能期间提供逐周期电流限制保护。 0：禁用 1：250mV (POR 时的默认值)
[5]	混合动力升压模式进入阈值 (FDPDM_RISE)	进入混合动力升压模式的快速 DPM 比较器阈值。(升压模式的最小 REG0x3F DPM 设置：1536mA)。阈值设置为输入电流限制的百分比。未启用峰值功率时，输入电流限制为 ILIM1，在 REG0x3F() 中设置。当器件处于峰值功率模式周期的 $T_{OVL D}$ 时，输入电流限制为 ILIM2，阈值为 ILIM2 的 107%。在峰值功率模式周期的其余部分，输入电流限制为 ILIM1。 0：107% 1：104% 请参阅 表 6-2，以了解将该位设置为 1 的允许条件。
[4:3]	快速 DPM 抗尖峰脉冲时间 (FDPDM_DEG)	升压模式下从系统电流超过快速 DPM 阈值到电池放电的响应时间。 00：响应时间 150μs (POR 时的默认值) 01：响应时间 250μs 1X：响应时间 50 μs
[2]	混合动力升压模式启用 (EN_HYBRY_BOOST)	混合动力升压模式使能位。当 BATPRES 从低电平变为高电平时 (电池移除)，该位将复位为零以禁用升压模式。当充电器由于负载较小或故障而退出混合动力升压模式时，该使能位不会自动变为零。 0：禁用混合动力升压模式 (POR 时的默认值) 1：启用混合动力升压模式

表 6-9. ChargeOption3 寄存器 (0x37) (续)

位	位名称	说明
[1]	升压模式指示 (BOOST_STAT)	高电平有效升压模式指示器。该位是只读的。 0：充电器未处于混合动力升压模式或仅电池升压模式（POR 时的默认值） 1：充电器处于混合动力升压模式或仅电池升压模式（请注意，BST_STAT 引脚为低电平有效，当 BOOST_STAT 寄存器位设置为 1 时为低电平。）
[0]	混合动力升压模式退出阈值 (FDPM_FALL)	退出混合动力升压模式的快速 DPM 比较器阈值。 0：93%（POR 时的默认值） 1：96%

6.6.6 ProchotOption0 寄存器

图 6-10. ProchotOption0 寄存器 (0x3C)

15	14	13	12	11	10	9	8
保留	ILIM2_VTH[3:0]				ICRIT_DEG		保留
R	R/W				R/W		R
7	6	5	4	3	2	1	0
VBATT_VTH[1:0]		EN_PROCHOT_EXT	PROCHOT_WIDTH[1:0]		PROCHOT_CLEAR	INOM_DEG	INOM_VTH
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 6-10. ProchotOption0 寄存器 (0x3C)

位	位名称	说明
[15]	保留	0 - 保留
[14:11]	峰值适配器电流限制 (ILIM2_VTH)	ILIM2 阈值占 REG0x3F() 中 DPM 的百分比。在 250% 的设置下，当 IDPM 超过 3.648A 时，将 ILIM2 钳制到 IDPM 的 230%。 电流在 ACP 和 ACN 之间的 R _{AC} 上测量。ICRIT 设置为 I _{LIM2} 的 110%。 0001 - 1001：110% - 150%，阶跃 5% 1001：150%，1010：160%，1011：170%，1100：180%，1101：200%，1110：220%；1111：250% 默认值 150% (1001)
[10:9]	ICRIT 抗尖峰脉冲时间 (ICRIT_DEG)	典型 ICRIT 抗尖峰脉冲时间。 00：10μs 01：100μs（POR 时的默认值） 10：400μs 11：800μs
[8]	保留	0 - 保留
[7:6]	电池电压阈值 (VBATT_VTH)	触发 $\overline{\text{PROCHOT}}$ 的电池电压阈值。 使用固定的 20μs 抗尖峰脉冲时间测量 SRN。当 SRN 电压低于阈值时触发。 如果 REG0x15() 编程为低于 VBATT 阈值，建议不要在 $\overline{\text{PROCHOT}}$ 配置中启用 VBATT。 00：5.75V 01：6.00V（POR 时的默认值） 10：6.25V 11：6.50V
[5]	$\overline{\text{PROCHOT}}$ 脉冲扩展启用 (EN_PROCHOT_EXT)	启用脉冲扩展后，保持 $\overline{\text{PROCHOT}}$ 引脚电压为低电平，直到主机写入 0x3C[2] = 0。 0：禁用脉冲扩展（POR 时的默认值） 1：启用脉冲扩展
[4:3]	$\overline{\text{PROCHOT}}$ 脉冲宽度 (PROCHOT_WIDTH[1:0])	当 REG0x3C[5] = 0 时的 $\overline{\text{PROCHOT}}$ 脉冲宽度最小 00：100μs 01：1ms 10：10ms（POR 时的默认值） 11：5ms
[2]	$\overline{\text{PROCHOT}}$ 脉冲清除 (PROCHOT_CLEAR)	当 (0x3C[5] = 1) 时清除 $\overline{\text{PROCHOT}}$ 脉冲。 0：清除 $\overline{\text{PROCHOT}}$ 脉冲并将 $\overline{\text{PROCHOT}}$ 引脚驱动为高电平 1：空闲（POR 时的默认值）
[1]	INOM 抗尖峰脉冲时间 (INOM_DEG)	最大 INOM 抗尖峰脉冲时间。INOM 阈值为 REG0x3F() 中的 DPM 的 110%。测量 ACP 和 ACN 之间的电流。当电流高于此阈值时触发。 0：1ms（最大值）（POR 时的默认值） 1：15ms（最大值）

表 6-10. ProchotOption0 寄存器 (0x3C) (续)

位	位名称	说明
[0]	INOM 阈值 (INOM_VTH)	INOM 电流阈值占 REG0x3F() 中 DPM 的百分比。 0 : 110% (POR 时的默认值) 1 : 106%

6.6.7 ProchotOption1 寄存器

图 6-11. ProchotOption1 寄存器 (0x3D)

15	14	13	12	11	10	9	8
IDCHG_VTH							IDCHG_DEG
R/W							R/W
7	6	5	4	3	2	1	0
保留	PROCHOT_PROFILE						
R	R/W						

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读；-n = 复位后的值

表 6-11. ProchotOption1 寄存器 (0x3D)

位	位名称	说明
[15:10]	IDCHG 阈值 (IDCHG_VTH)	6 位，范围，范围为 0A 至 32256mA，阶跃 512mA。测量 SRN 和 SRP 之间的电流。当放电电流高于阈值时触发。 默认值：16384mA (100000)
[9:8]	IDCHG 抗尖峰脉冲时间 (IDCHG_DEG)	典型 IDCHG 抗尖峰脉冲时间。 00：1.6ms 01：100μs (POR 时的默认值) 10：6ms 11：12ms
[7]	保留	0 - 保留
[6:0]	PROCHOT 配置启用 (PROCHOT_PROFILE)	当存在适配器时，通过以下位启用 PROCHOT 功能。 移除适配器后，在 PROCHOT 配置中自动禁用 ICRIT、INOM、BATPRES 和 ACOK 功能。保留比较器、IDCHG 和 VBATT 功能设置。当所有位都为 0 时，将禁用 PROCHOT 功能。 位 6：独立比较器，0：禁用 (POR 时的默认值)；1：启用 位 5：ICRIT，0：禁用；1：启用 (POR 时的默认值) 位 4：INOM，0：禁用 (POR 时的默认值)；1：启用 位 3：IDCHG，0：禁用 (POR 时的默认值)；1：启用 位 2：VBATT，0：禁用 (POR 时的默认值)；1：启用 位 1：BATPRES，0：禁用 (POR 时的默认值)；1：启用 (触发单稳态上升沿) 位 0：ACOK，0：禁用 (POR 时的默认值)；1：启用 (触发单稳态下降沿)

6.6.8 ProchotStatus 寄存器

图 6-12. ProchotStatus 寄存器 (0x3A)

15	14	13	12	11	10	9	8
保留							
R							
7	6	5	4	3	2	1	0
保留	PROCHOT_STAT[6:0]						
R	R						

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读；-n = 复位后的值

表 6-12. ProchotStatus 寄存器 (0x3A)

位	位名称	说明
[15:7]	保留	0 - 保留

表 6-12. ProchotStatus 寄存器 (0x3A) (续)

位	位名称	说明
[6:0]	PROCHOT 状态 (PROCHOT_STAT)	在同一 $\overline{\text{PROCHOT}}$ 脉冲期间触发的所有事件的状态均设置为 1。出现以下两种条件之一时，寄存器会复位。 $\overline{\text{PROCHOT}}$ 变为高电平后主机首次读取 $\overline{\text{PROCHOT}}$ 变为低电平以开始另一个脉冲。 位 6：独立比较器，0：未触发；1：已触发 位 5：ICRIT, 0：未触发；1：已触发 位 4：INOM, 0：未触发；1：已触发 位 3：IDCHG, 0：未触发；1：已触发 位 2：VBATT, 0：未触发；1：已触发 位 1：BATPRES, 0：未触发；1：已触发 位 0：ACOK, 0：未触发；1：触发

6.6.9 充电电流寄存器

图 6-13. 充电电流寄存器 (0x14)

15	14	13	12	11	10	9	8
保留			DACICHG[6:2]				
R			R/W				
7	6	5	4	3	2	1	0
DACICHG[1:0]		保留					
R/W		R					

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读；-n = 复位后的值

表 6-13. 充电电流寄存器 (0x14)，使用 10mΩ 检测电阻

位	位名称	说明
15		未使用；1 = 无效写入
14		未使用；1 = 无效写入
13		未使用；1 = 无效写入
12	充电电流，DACICHG 6	0 = 增加 0mA 的充电器电流 1 = 增加 4096mA 的充电器电流
11	充电电流，DACICHG 5	0 = 增加 0mA 的充电器电流 1 = 增加 2048mA 的充电器电流
10	充电电流，DACICHG 4	0 = 增加 0mA 的充电器电流 1 = 增加 1024mA 的充电器电流
9	充电电流，DACICHG 3	0 = 增加 0mA 的充电器电流 1 = 增加 512mA 的充电器电流
8	充电电流，DACICHG 2	0 = 增加 0mA 的充电器电流 1 = 增加 256mA 的充电器电流
7	充电电流，DACICHG 1	0 = 增加 0mA 的充电器电流 1 = 增加 128mA 的充电器电流
6	充电电流，DACICHG 0	0 = 增加 0mA 的充电器电流 1 = 增加 64mA 的充电器电流
5		未使用；值被忽略
4		未使用；值被忽略
3		未使用；值被忽略
2		未使用；值被忽略
1		未使用；值被忽略
0		未使用；值被忽略

6.6.10 充电电压寄存器

图 6-14. 充电电压寄存器 (0x15)

15	14	13	12	11	10	9	8
保留	DACV[10:4]						
R	R/W						
7	6	5	4	3	2	1	0
DACV[3:0]				保留			
R/W				R			

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读；-n = 复位后的值

表 6-14. 充电电压寄存器 (0x15)

位	位名称	说明
15		未使用；1 = 无效写入
14	充电电压，DACV 10	0 = 增加 0mV 的充电器电压 1 = 增加 16384mV 的充电器电压
13	充电电压，DACV 9	0 = 增加 0mV 的充电器电压 1 = 增加 8192mV 的充电器电压
12	充电电压，DACV 8	0 = 增加 0mV 的充电器电压 1 = 增加 4096mV 的充电器电压
11	充电电压，DACV 7	0 = 增加 0mV 的充电器电压 1 = 增加 2048mV 的充电器电压
10	充电电压，DACV 6	0 = 增加 0mV 的充电器电压 1 = 增加 1024mV 的充电器电压
9	充电电压，DACV 5	0 = 增加 0mV 的充电器电压 1 = 增加 512mV 的充电器电压
8	充电电压，DACV 4	0 = 增加 0mV 的充电器电压 1 = 增加 256mV 的充电器电压
7	充电电压，DACV 3	0 = 增加 0mV 的充电器电压 1 = 增加 128mV 的充电器电压
6	充电电压，DACV 2	0 = 增加 0mV 的充电器电压 1 = 增加 64mV 的充电器电压
5	充电电压，DACV 1	0 = 增加 0mV 的充电器电压 1 = 增加 32mV 的充电器电压
4	充电电压，DACV 0	0 = 增加 0mV 的充电器电压 1 = 增加 16mV 的充电器电压
3		未使用；值被忽略
2		未使用；值被忽略
1		未使用；值被忽略
0		未使用；值被忽略

6.6.12 最小系统电压寄存器

图 6-16. 最小系统电压寄存器 Minimum System Voltage Register (0x3E)

15	14	13	12	11	10	9	8
保留		DACVS					
R		R/W					
7	6	5	4	3	2	1	0
保留							
R							

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读；-n = 复位后的值

表 6-16. 最小系统电压寄存器 Minimum System Voltage Register (0x3E)

位	位名称	说明
15		未使用；1 = 无效写入
14		未使用；1 = 无效写入
13	最小系统电压，DACVS5	0 = 增加 0mV 的充电器电压 1 = 增加 8192mV 的充电器电压
12	最小系统电压，DACVS4	0 = 增加 0mV 的充电器电压 1 = 增加 4096mV 的充电器电压
11	最小系统电压，DACVS3	0 = 增加 0mV 的充电器电压 1 = 增加 2048mV 的充电器电压
10	最小系统电压，DACVS2	0 = 增加 0mV 的充电器电压 1 = 增加 1024mV 的充电器电压
9	最小系统电压，DACVS1	0 = 增加 0mV 的充电器电压 1 = 增加 512mV 的充电器电压
8	最小系统电压，DACVS0	0 = 增加 0mV 的充电器电压 1 = 增加 256mV 的充电器电压
7		未使用；值被忽略
6		未使用；值被忽略
5		未使用；值被忽略
4		未使用；值被忽略
3		未使用；值被忽略
2		未使用；值被忽略
1		未使用；值被忽略
0		未使用；值被忽略

6.6.13 输入电流寄存器

图 6-17. 输入电流寄存器 (0x3F)

15	14	13	12	11	10	9	8
保留			DACIIN[6:2]				
R			R/W				
7	6	5	4	3	2	1	0
DACIIN[1:0]		保留					
R/W		R					

说明：R/W = 读取/写入；R = 只读；-n = 复位后的值

表 6-17. 输入电流寄存器 (0x3F)，使用 10mΩ 检测电阻

位	位名称	说明
15		未使用；1 = 无效写入
14		未使用；1 = 无效写入
13		未使用；1 = 无效写入
12	输入电流，DACIIN 6	0 = 增加 0mA 的输入电流 1 = 增加 4096mA 的输入电流
11	输入电流，DACIIN 5	0 = 增加 0mA 的输入电流 1 = 增加 2048mA 的输入电流
10	输入电流，DACIIN 4	0 = 增加 0mA 的输入电流 1 = 增加 1024mA 的输入电流
9	输入电流，DACIIN 3	0 = 增加 0mA 的输入电流 1 = 增加 512mA 的输入电流
8	输入电流，DACIIN 2	0 = 增加 0mA 的输入电流 1 = 增加 256mA 的输入电流
7	输入电流，DACIIN 1	0 = 增加 0mA 的输入电流 1 = 增加 128mA 的输入电流
6	输入电流，DACIIN 0	0 = 增加 0mA 的输入电流 1 = 增加 64mA 的输入电流 请参阅 表 6-2 以了解将该位设置为 1 的允许条件。
5		未使用；值被忽略
4		未使用；值被忽略
3		未使用；值被忽略
2		未使用；值被忽略
1		未使用；值被忽略
0		未使用；值被忽略

6.6.14 寄存器异常

特定系统事件（例如，适配器或电池移除）会在寄存器组内引入响应，例如将一个或多个字段复位为其 POR 值。表 6-18 中列出寄存器字段及其对此类系统事件的响应。

表 6-18. 寄存器异常

寄存器字段	字段名称	ACDET < 2.4V	BATPRES 高	BATDEPL	EN_PKPWR=1	UNDERVALUE	OVERVALUE
0x12H [5]	LEARN_EN	POR 值，忽略写入	POR 值，忽略写入	POR 值，忽略写入			
0x38H [6]	EN_BATT_BOOST			升压激活时的 POR 值			
0x37H [2]	EN_HYBRID_BOOST		POR 值				
0x38H [15:14]	PKPWR_TOVLD				忽略写入		
0x38H [9:8]	PKPWR_TMAX				忽略写入		
0x14H	ICHG	POR 值	POR 值			64mA 被当成 0	忽略写入
0x15H	VCHG		POR 值			忽略写入	忽略写入
0x39H	IDCHG					忽略写入	忽略写入
0x3EH	VSysMin					忽略写入	忽略写入
0x3FH	IDPM					忽略写入	忽略写入

7 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。

7.1 应用信息

BQ24800EVM 评估模块 (EVM) 是一个完整的充电器模块，用于评估 BQ24800。应用曲线是使用 BQ24800EVM 绘制的。有关 EVM 的信息，请参阅 [BQ24800 EVM 用户指南](#)。

7.2 典型应用

本节提供了两种典型应用。第一种是支持仅电池升压的电池充电系统，请参阅 [图 7-1](#)。第二种是不支持仅电池升压的电池充电系统，请参阅 [图 7-22](#)。有关仅电池升压模式运行的详细信息，请参阅 [节 6.4.3](#)。

7.2.1 典型系统原理图

使用仅电池升压功能的应用要求 VCC 由适配器输入和系统电源轨之间的二极管选择器供电，如 [图 7-1](#) 中的 D1 和 D2 元件所示。在支持仅电池升压模式的系统中，VCC 必须由系统电源轨供电，而不是直接由电池供电。在仅电池升压模式下运行时的重负载条件下，电池的电流消耗可能会导致在 SRN 引脚上测得的电压降至支持开关稳压器所需的电平以下。通过从系统电源轨为 VCC 供电，可以在这种情况下为转换器提供足够的电压。请注意，在此配置中，如果没有适配器，器件在插入电池后的初始上电除了 D2 肖特基二极管上的压降之外，还会导致 Q3 开关的体二极管产生压降。对于已部分充电的 1 节串联锂离子电池，Q3 反向栅极二极管上的这个额外压降可能会使 VCC 处的电压降至欠压锁定以下。因此，此配置不应与 1 节串联锂离子电池一起使用。

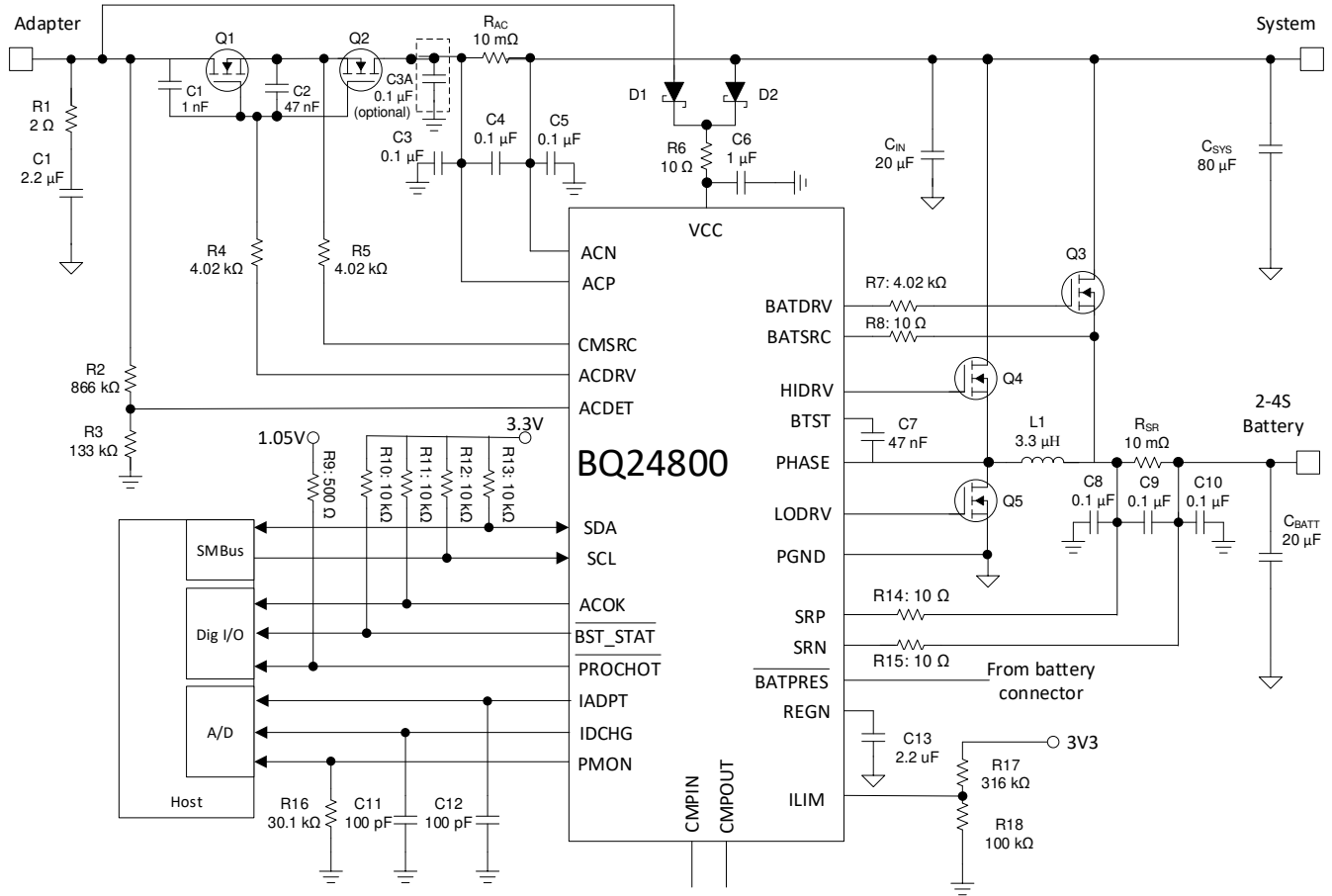


图 7-1. 典型系统原理图

7.2.1.1 设计要求

表 7-1. 设计要求

设计参数	示例值
输入电压 ⁽²⁾	17.7V < 适配器电压 < 24V
输入电流限制 ⁽²⁾	65W 适配器为 3.2A
电池充电电压 ⁽¹⁾	3 节电池为 12592mV
电池充电电流 ⁽¹⁾	3 节电池为 4096mA
电池放电电流 ⁽¹⁾	3 节电池为 10240mA, 支持仅电池升压模式

(1) 有关设置, 请参阅电池规格。

(2) 有关输入电压和输入电流限制的设置, 请参阅适配器规格。

7.2.1.2 详细设计过程

可使用评估软件对这些参数进行配置。

简化版应用电路 (请参阅 图 7-1 和 图 7-22) 显示了每个引脚的最小电容要求。本节的其余部分将介绍电感器、电容器和 MOSFET 选择。有关完整的应用原理图, 请参阅 [BQ24800 EVM 用户指南](#)。

7.2.1.2.1 适配器电流检测滤波器

为了改善共模和差模噪声抑制以在 R_{AC} 检测电阻两端进行适配器电流检测, 将 $0.1\ \mu\text{F}$ C3、C4 和 C5 电容器放置在 ACP 和 ACN 处。对于 2S 锂离子电池应用, 可以采用与 C3 并联的方式在 C3A 位置额外放置一个 $0.1\ \mu\text{F}$ 电容器, 以改进滤波效果。不建议将 C3A 电容器用于 3S 或 4s 电池应用。

7.2.1.2.2 负极输出电压保护

在生产期间或电池对地硬短路时，将电池包反向插入充电器输出会在 SRP、SRN 和 BATSRC 引脚上产生负电压。GND 引脚到 SRP 或 SRN 引脚的 IC 内部静电放电 (ESD) 二极管以及 SRP 和 SRN 引脚之间的两个反向并联 (AP) 二极管可以正向偏置，并且当输出具有负电压时，负电流可以流过 ESD 二极管和 AP 二极管，因而可能损坏 IC。SRP、SRN 和 BATSRC 的小电阻器 (R12-R14) 会限制流入这些引脚的负电流。SRP、SRN 和 BATSRC 引脚的建议电阻值为 10 Ω。

7.2.1.2.3 反向输入电压保护

图 7-2 中的 Q6、R12 和 R13 为系统和 IC 提供反向适配器电压保护。在正常运行期间，Q6 由负 Vgs 关断。当适配器电压反转时，Q6 Vgs 为正。因此，Q6 导通以使 Q2 的栅极和源极短路，从而使 Q2 关断。Q2 体二极管阻止向系统施加负电压。但是，CMSRC 和 ACDRV 引脚需要 R3 和 R4 来限制这些引脚在导通时因 ESD 二极管而产生的电流。Q6 必须具有低 Vgs 阈值电压和低 Qgs 栅极电荷，以便在 Q2 之前导通。R3 和 R4 必须具有足够的额定功率，以便在 ESD 二极管导通时实现功率耗散。如果将 Q1 替换为肖特基二极管以实现反向适配器电压保护，则无需 Q2、R3 和 R4。

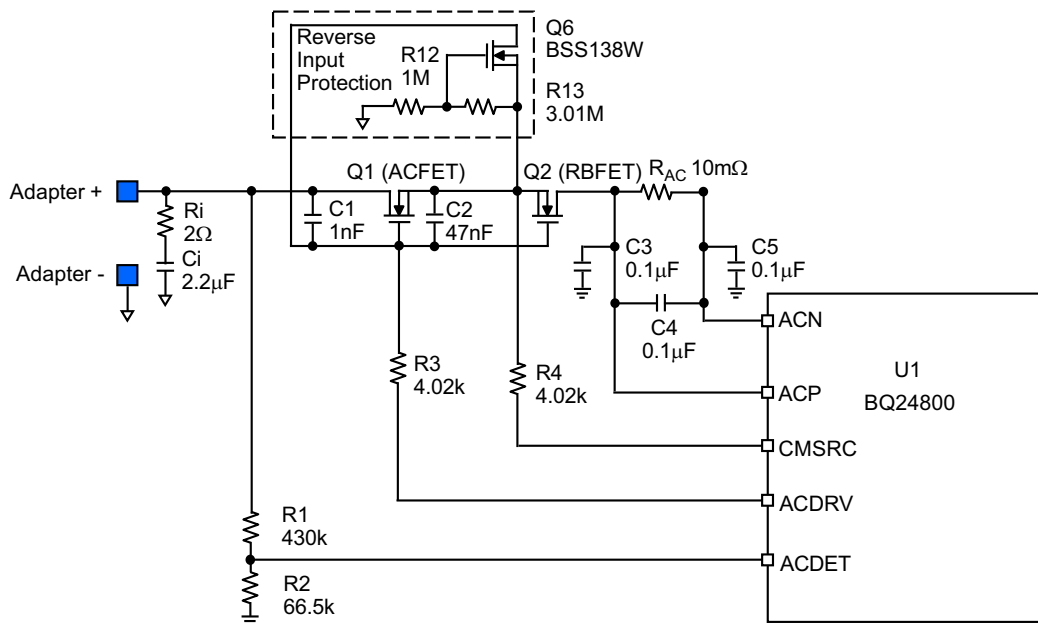


图 7-2. 反向输入电压保护电路

7.2.1.2.4 降低电池静态电流

当适配器不存在时，如果直接或间接（例如通过 LDO 或开关转换器）使用高于 UVLO 的电压从电池为 VCC 供电，则内部 BATFET 电荷泵为 BATFET 引脚提供比 SRN 引脚高出 6V 的电压，以驱动 N 沟道 BATFET。因此，电池获得更高的静态电流。只有在因高系统电流通过 MOSFET 通道（而非体二极管）而使用电池为系统供电时才需要这样，可减少传导损耗并延长电池工作寿命。系统完全关断后，无需让内部 BATFET 电荷泵工作。主机控制器可以关闭电池组中的开关，以断开电池与系统的连接。如果 SRN 引脚上的电压保持高于电池组 UVLO 的时间过长，有些电池组可能会再次唤醒。通过将 ChargeOption1() bit[1] 设置为 1，主机可以启用充电器 IC 内的电流源，从而使 SRN 引脚快速放电。结果，系统放电至零以最大程度地降低静态电流。

7.2.1.2.5 CIN 电容

当转换器在正向降压充电模式下运行时，CIN 提供输入电容。它应具有足够的纹波电流等级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，则最坏情况下的电容器 RMS 电流发生在占空比最接近 50% 的位置，可通过方程式 6 估算得出：

$$I_{CIN} = I_{CHG} \times \sqrt{D \times (1 - D)} \quad (6)$$

X7R 或 X5R 等低 ESR 陶瓷电容器是输入去耦电容器的首选，应尽可能靠近高侧开关 MOSFET (HIFET) 的漏极放置。电容器的额定电压必须高于正常输入电压电平。在 19V-20V 输入电压下，最好使用额定电压为 25V 或更高的电容器。对于 3-4A 充电电流，建议使用 10-20 μ F 的典型电容。

陶瓷电容器表现出直流偏置效应。在陶瓷电容器上施加直流偏置电压时，这种效应可减小有效电容，就像是在充电器的输入电容器上一样。这种影响可能会导致显著的电容压降，尤其是对于高输入电压和小型电容器封装。请参阅制造商的数据表，了解施加直流偏置电压时的降额性能。为了在运行点获得所需的值，也许有必要选择一个更高的额定电压或者标称电容值。

7.2.1.2.6 L_1 电感器选择

BQ24800 具有四种可选的固定开关频率。较高的开关频率允许使用较小的电感器和电容器值，但会降低效率并增加 EMI。电感器饱和电流应高于充电电流 (I_{CHG}) 加上一半的纹波电流 (I_{RIPPLE})：

$$I_{SAT} \geq I_{CHG} + (1/2) I_{RIPPLE} \quad (7)$$

电感器纹波电流取决于输入电压 (V_{IN})、占空比 ($DBUCK = V_{OUT}/V_{IN}$)、开关频率 (f_S) 和电感 (L)：

$$I_{RIPPLE} = \frac{V_{IN} \times D \times (1 - D)}{f_S \times L} \quad (8)$$

最大电感器纹波电流发生在 $D = 0.5$ 或接近 0.5 时。例如，3 节电池组成的电池包的电池充电电压范围为 9V 至 12.6V。对于 20V 适配器电压，10V 电池电压可提供最大电感器纹波电流。另一个示例是 4 节电池，电池电压范围为 12V 至 16.8V，12V 电池电压可提供最大的电感器纹波电流。

通常，电感器纹波的设计范围为 (20-40%) 最大充电电流，这是实际设计中电感器尺寸和效率之间的折衷。请参阅节 7.2.1.2.8 部分，以了解按充电电流和开关频率推荐的电感值。

7.2.1.2.7 C_{BATT} 电容

C_{BATT} 是降压充电模式的输出电容器，应当具有足够的额定纹波电流额定值以吸收输出开关纹波电流。提供了输出电容器 RMS 电流：

$$I_{COUT} = \frac{I_{RIPPLE}}{2 \times \sqrt{3}} \approx 0.29 \times I_{RIPPLE} \quad (9)$$

BQ24800 具有内部环路补偿器。为获得良好的环路稳定性，电感器和 C_{BATT} 的谐振频率应设计为 10kHz 至 20kHz。该电容的首选陶瓷电容器为 35V X7R 或 X5R。请参阅节 7.2.1.2.8 部分，以了解按充电电流和开关频率推荐的 C_{BATT} 电容值。在为电流检测电阻充电后放置电容器，以获得出色的充电电流调节精度。

陶瓷电容器表现出直流偏置效应。在陶瓷电容器上施加直流偏置电压时，这种效应可减小有效电容，就像是在充电器的输出电容器上一样。这种影响可能会导致显著的电容压降，尤其是对于高输出电压和小型电容器封装。请参阅制造商的数据表，了解施加直流偏置电压时的降额性能。为了在运行点获得所需的值，也许有必要选择一个更高的额定电压或者标称电容值。

7.2.1.2.8 降压充电内部补偿

该同步降压 PWM 转换器使用固定频率电压控制方案和内部 III 类补偿网络。LC 输出滤波器可提供典型的谐振频率：

$$f_O \approx \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (10)$$

谐振频率 f_o 用于确定补偿，以确保目标带宽有足够的相位裕度。选择的 LC 输出滤波器应提供 10kHz 至 20kHz 标称谐振频率，以便获得出色性能。表 7-2 至表 7-3 中显示了对于 300 - 800kHz 的可用开关频率，不同 ChargeCurrent() REG0x14 设置的建议元件值。请注意，这些表格根据充电配置生成，因此输出电容器指的是在电池连接处（靠近电池充电检测电阻的 SRN 节点）的电容。生成这些表格的程序是首先选择适当的电感值，以获得处在目标充电电流 20 - 40% 范围内的纹波电流。计算出电感值后，选择适当的输出电容以获得 10kHz 至 20kHz 之间的输出级谐振频率。

表 7-2. 600kHz 和 800kHz (默认) 开关频率下按充电电流列出的建议元件值

充电电流	2A	3A	4A	6A	8A
L_1 (μH)	6.8 或 8.2	5.6 或 6.8	3.3 或 4.7	3.3	2.2
C_{BATT} (μF) (降额后有效)	20	20	20	30	40

表 7-3. 300kHz 和 400kHz 开关频率下按充电电流列出的建议元件值

充电电流	3A	4A	5A	6A	8A
L_1 (μH)	10	6.8 或 8.2	6.8	5.6	4.7
C_{BATT} (μF) (降额后有效)	15	20	20	20	20

陶瓷电容器表现出直流偏置效应。在陶瓷电容器上施加直流偏置电压时，这种效应可减小有效电容，就像是在充电器的输出电容器上一样。这种影响可能会导致显著的电容压降，尤其是对于高输出电压和小型电容器封装。请参阅制造商的数据表，了解施加直流偏置电压时的性能。为了在运行点获得所需的值，也许有必要选择一个更高的额定电压或者标称电容值。

7.2.1.2.9 C_{SYS} 电容

C_{SYS} 电容与 C_{IN} 结合，可在 BQ24800 在仅电池升压模式下运行时提供输出电容，并在所有模式下提供大容量电容以支持 SYS 上的快速负载瞬变。 C_{IN} 和 C_{SYS} 之间的区别在于 C_{IN} 只是陶瓷电容器，必须放置在非常靠近高侧开关 MOSFET Q4 的位置。 C_{SYS} 可以混用陶瓷电容器和钽电容器，没有严格的放置要求。

如果支持仅电池升压模式，则根据节 7.2.1.2.8 部分的内部补偿要求选择 ($C_{SYS} + C_{IN}$) 之和。

陶瓷电容器表现出直流偏置效应。在陶瓷电容器上施加直流偏置电压时，这种效应可减小有效电容，就像是在充电器的输入电容器上一样。这种影响可能会导致显著的电容压降，尤其是对于高输入电压和小型电容器封装。请参阅制造商的数据表，了解施加直流偏置电压时的降额性能。为了在运行点获得所需的值，也许有必要选择一个更高的额定电压或者标称电容值。

7.2.1.2.10 仅电池升压内部补偿

该同步升压 PWM 转换器使用固定频率电压控制方案和内部 III 类补偿网络。LC 输出滤波器具有典型的谐振频率：

$$f_o \approx \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \cdot \frac{V_{IN}}{V_o} \quad (11)$$

谐振频率 f_o 用于确定补偿，以确保目标带宽有足够的相位裕度。选择的 LC 输出滤波器应提供 3.5kHz 至 6.0kHz 标称谐振频率，以便获得出色性能。建议的输出电容与电感器之间的关系如表 7-4 中所示。设计人员应首先使用节 6.4.6 中提供的表确定电感器值，然后使用表 7-4 确定使用该电感器值的仅电池升压输出电容。这些表根据仅电池升压配置生成，因此在系统节点处测量输出电容，即 C_{IN} 和 C_{SYS} 之和，如图 7-1 所示。最小电容值使用 1.5 的升压比 ($V_{SYS} / V_{BATT} = V_o / V_{IN}$) 和 6.0kHz 的谐振频率计算得出。此外，为支持瞬态响应，无论谐振频率如何，都建议使用 60μF 的最小输出电容。表 7-4 显示了最小建议值。可以添加额外的 C_{SYS} 以改善瞬态响应。

表 7-4. 仅电池升压运行的建议最小元件值

L ₁ (μH)	2.2	3.3	4.7	5.6	6.8	8.2
C _{IN} (μF) (降额后有效)	20	20	20	20	20	20
最小 C _{sys} (μF) (降额后有效)	120	80	50	40	40	40

7.2.1.2.11 功率 MOSFET 选择

两个外部 N 沟道 MOSFET 用于同步开关电池充电器。栅极驱动器在内部集成到具有 6V 栅极驱动电压的 IC 中。对于 19-20V 输入电压，首选 30V 或更高额定电压的 MOSFET。

品质因数 (FOM) 通常用于根据导通损耗和开关损耗之间的权衡来选择合适的 MOSFET。对于顶部 MOSFET，FOM 定义为 MOSFET 导通电阻 R_{DS(ON)} 与栅漏电荷 Q_{GD} 的乘积。对于底部 MOSFET，FOM 定义为 MOSFET 导通电阻 R_{DS(ON)} 与总栅极电荷 Q_G 的乘积。

$$FOM_{top} = R_{DS(on)} \times Q_{GD}; FOM_{bottom} = R_{DS(on)} \times Q_G \quad (12)$$

FOM 值越低，总功率损耗越低。通常，在相同的封装尺寸下，较低的 R_{DS(ON)} 具有较高的成本。

顶部 MOSFET 损耗包括导通损耗和开关损耗。它是占空比 (D=V_{OUT}/V_{IN})、充电电流 (I_{CHG})、MOSFET 导通电阻 (R_{DS(ON)})、输入电压 (V_{IN})、开关频率 (f_s)、导通时间 (t_{on}) 和关断时间 (t_{off}) 的函数：

$$P_{top} = D \times I_{CHG}^2 \times R_{DS(on)} + \frac{1}{2} \times V_{IN} \times I_{CHG} \times (t_{on} + t_{off}) \times f_s \quad (13)$$

第一项表示导通损耗。通常，MOSFET R_{DS(ON)} 在结温升高 100°C 时增加 50%。第二项表示开关损耗。MOSFET 导通时间和关断时间的计算公式如下：

$$t_{on} = \frac{Q_{SW}}{I_{on}}, \quad t_{off} = \frac{Q_{SW}}{I_{off}} \quad (14)$$

其中 Q_{sw} 是开关电荷，I_{on} 是导通栅极驱动电流，I_{off} 是关断栅极驱动电流。如果 MOSFET 数据表中未给出开关电荷，则可通过栅漏电荷 (Q_{GD}) 和栅源电荷 (Q_{GS}) 来估算开关电荷：

$$Q_{SW} = Q_{GD} + \frac{1}{2} \times Q_{GS} \quad (15)$$

可通过栅极驱动器的 REGN 电压 (V_{REGN})、MOSFET 平坦电压 (V_{plt})、总导通栅极电阻 (R_{on}) 和关断栅极电阻 (R_{off}) 来估算栅极驱动电流：

$$I_{on} = \frac{V_{REGN} - V_{plt}}{R_{on}}, \quad I_{off} = \frac{V_{plt}}{R_{off}} \quad (16)$$

当底部 MOSFET 在同步连续导通模式下运行时，其导通损耗的计算公式如下：

$$P_{bottom} = (1 - D) \times I_{CHG}^2 \times R_{DS(on)} \quad (17)$$

当充电器在非同步模式下运行时，底部 MOSFET 关断。因此，所有续流电流都流过底部 MOSFET 的体二极管。体二极管功率损耗取决于其正向压降 (V_F)、非同步模式充电电流 (I_{NONSYNC}) 和占空比 (D)。

$$P_D = V_F \times I_{NONSYNC} \times (1 - D) \quad (18)$$

对于 $10\text{m}\Omega$ 充电电流检测电阻，非同步模式下的最大充电电流可达 0.25A ，如果电池电压低于 2.5V ，则可达 0.5A 。当电池电压最低时，占空比最小。选择具有能够承载最大非同步模式充电电流的内部肖特基二极管或体二极管的底部 MOSFET。

7.2.1.2.12 输入滤波器设计

在适配器热插拔过程中，来自适配器电缆的寄生电感和输入电容器构成二阶系统。VCC 引脚上的电压尖峰可能超出 IC 最大额定电压并损坏 IC。必须仔细设计和测试输入滤波器，以防止 VCC 引脚上发生过压事件。

在适配器热插拔过程中，有多种方法可以抑制或限制过压尖峰。具有高 ESR 的电解电容器用作输入电容器，可将过压尖峰抑制到远低于 IC 最大引脚电压额定值的水平。高电流能力 TVS 齐纳二极管还可以将过压电平限制为 IC 安全电平。但是，这两种解决方案的成本可能较高，且尺寸较大。

图 7-3 展示了一种具有成本效益的小尺寸解决方案。R1 和 C1 由阻尼 RC 网络组成，可抑制热插拔振荡。因此，过压尖峰被限制在一个安全的电平。D1 用于 VCC 引脚的反向电压保护。C2 是 VCC 引脚去耦电容器，应当放置在尽可能靠近 VCC 引脚的位置。C2 值应小于 C1 值，因此 R1 可能影响到等效 ESR 值，从而获得足够的阻尼效应。R2 用于限制 D1 的浪涌电流，防止在适配器热插拔时 D1 损坏。R2 和 C2 应具有 $10\mu\text{s}$ 时间常数，来限制 VCC 引脚上的 dv/dt ，从而在适配器热插拔时减小浪涌电流。R1 具有高浪涌电流。R1 封装的尺寸必须足以根据电阻制造商的数据表处理浪涌电流功率损耗。滤波器元件的值始终需要通过实际应用进行验证，并且可能需要进行细微调整才能适应实际应用电路。

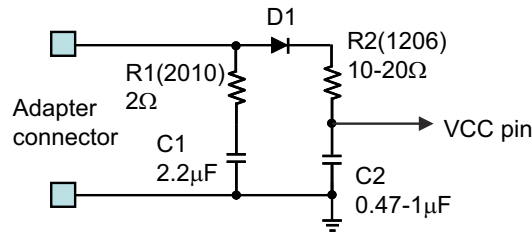
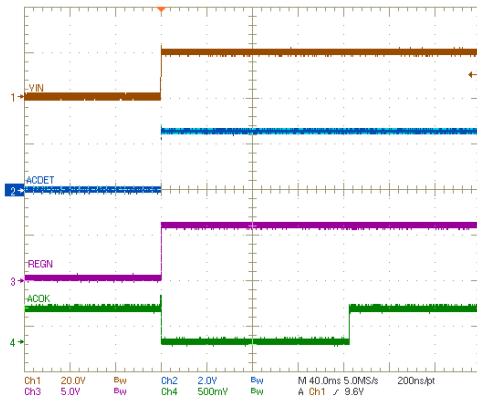


图 7-3. 输入滤波器

7.2.1.3 应用曲线



无电池

图 7-4. 上电期间的 VCC、ACDET、REGN 和 ACOK

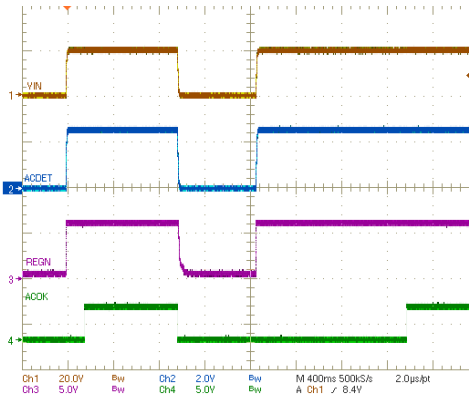
 $V_{BAT} = 11V$

图 7-5. 在第 1 次和第 2 次插入适配器时开启 ACOK 延迟

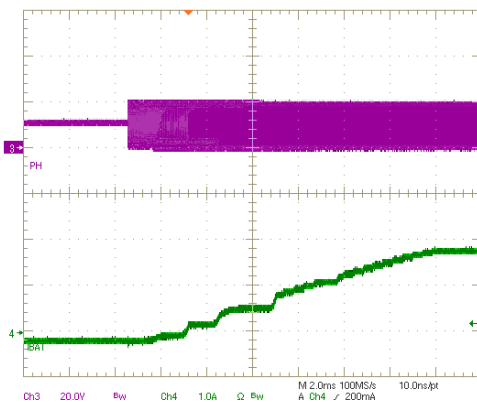


图 7-6. 通过软启动启用充电

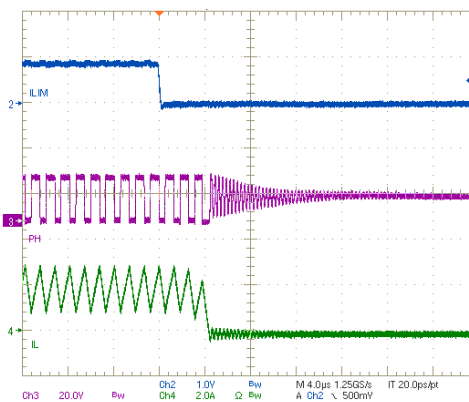


图 7-7. 充电已被 ILIM 禁用

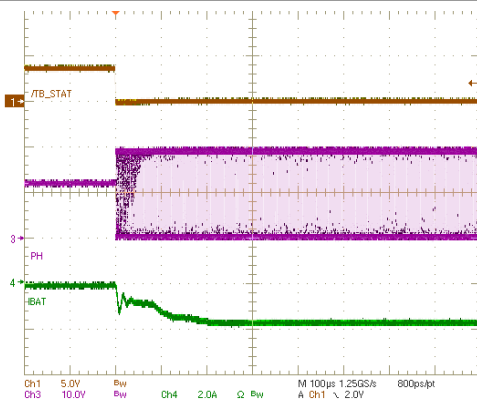


图 7-8. 混合动力升压模式已启用

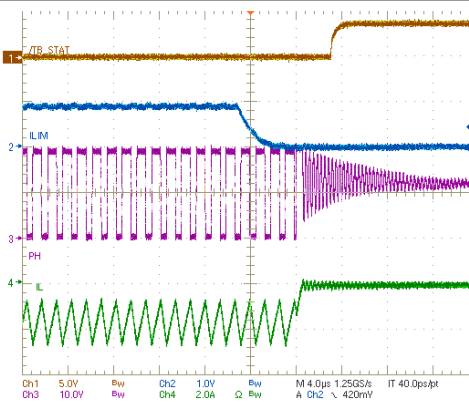


图 7-9. 混合动力升压模式已被 ILIM 禁用

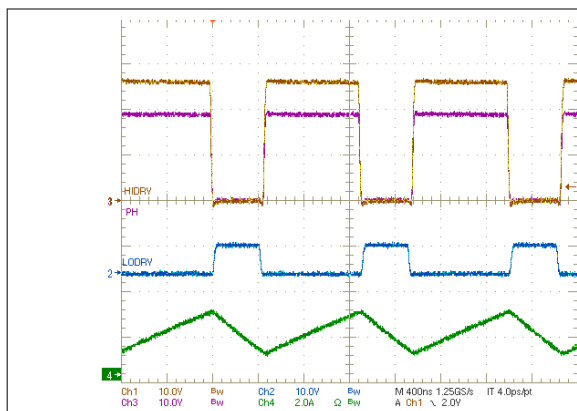


图 7-10. 充电期间转换器处于连续导通模式 (CCM)

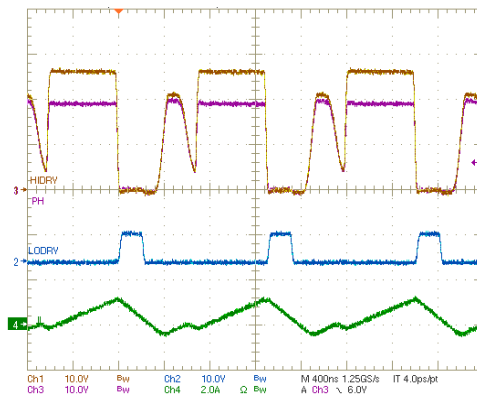


图 7-11. 充电期间转换器处于非连续导通模式 (DCM)

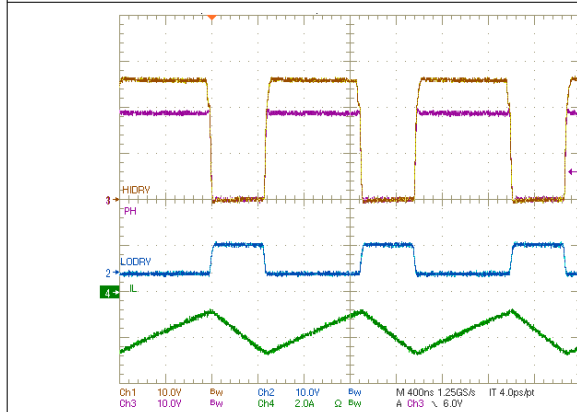
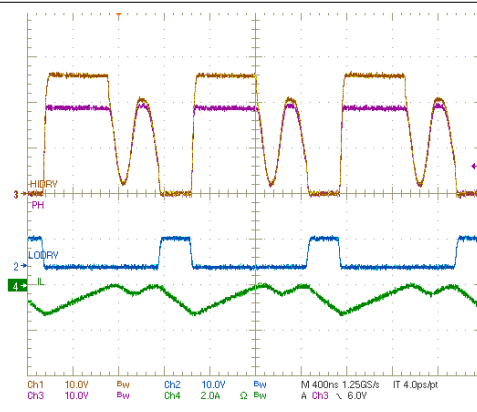
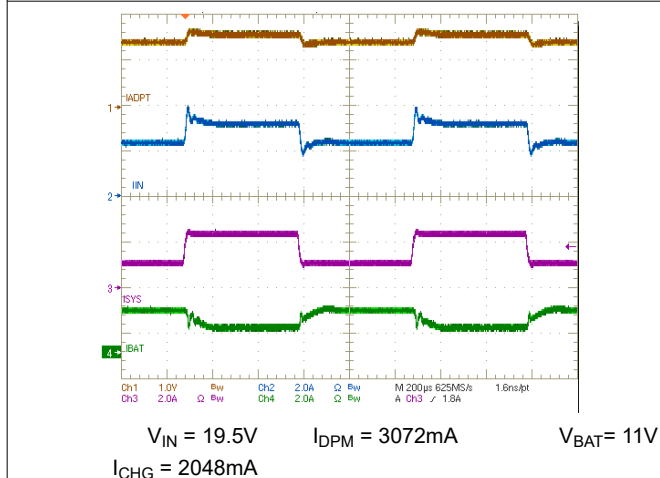


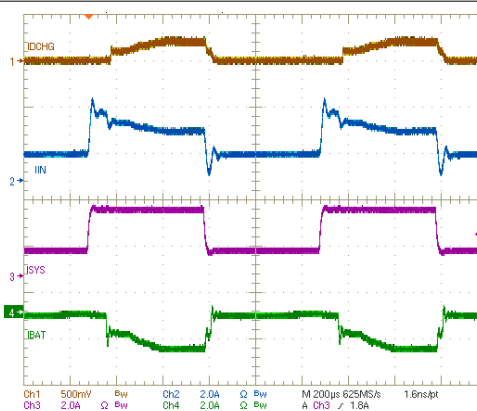
图 7-12. 混合动力升压模式期间转换器处于连续导通模式



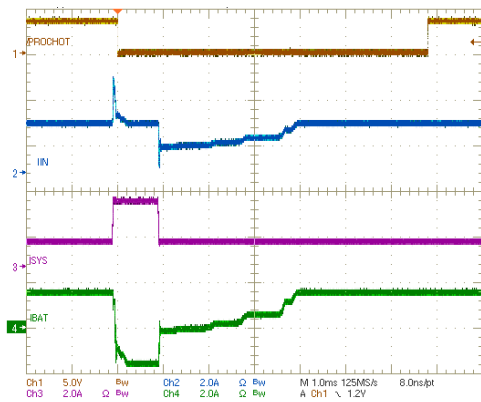
$I_{DPM} 4096mA$ $I_{CHG} 2432mA$ $V_{BAT} 11V$
图 7-13. 混合动力升压模式期间转换器处于非连续导通模式



$V_{IN} = 19.5V$ $I_{DPM} = 3072mA$ $V_{BAT} = 11V$
 $I_{CHG} = 2048mA$
图 7-14. 系统负载瞬态期间的输入电流调节

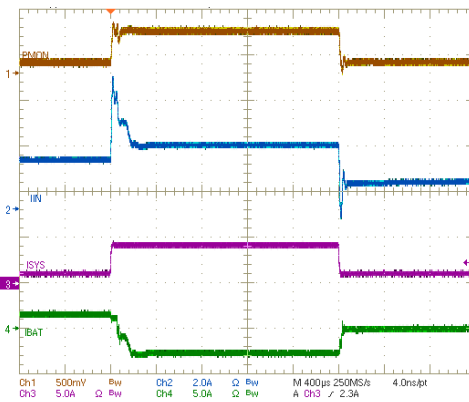


$V_{IN} = 19.5V$ $I_{DPM} = 2048mA$ $V_{BAT} 11V$
图 7-15. 具有充电启用功能的混合动力升压模式



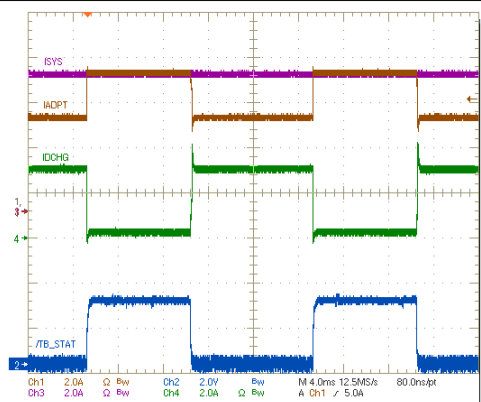
$V_{IN} = 19.5V$ $I_{DPM} = 2048mA$ $I_{CHG} = 2048mA$
 $V_{BAT} = 11V$ $I_{CRIT} = 120\% \times I_{DPM}$
 PROCHOT 脉冲宽度 0x3C[4:3] = 11

图 7-16. 具有充电启用功能的混合动力升压模式，
PROCHOT 已置位



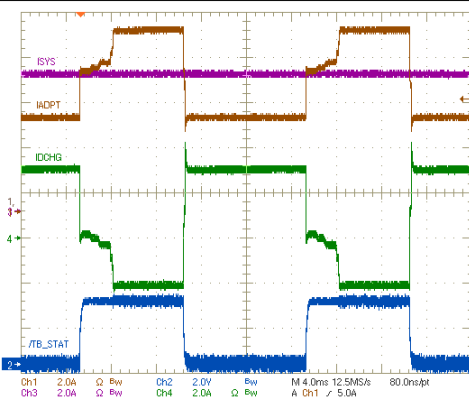
$V_{IN} = 19.5V$ $I_{DPM} = 2560mA$ $V_{BAT} = 11V$
 $I_{CHG} = 2A$ $I_{DCHG} = 2048mA$

图 7-17. 具有放电电流调节功能的混合动力升压模式



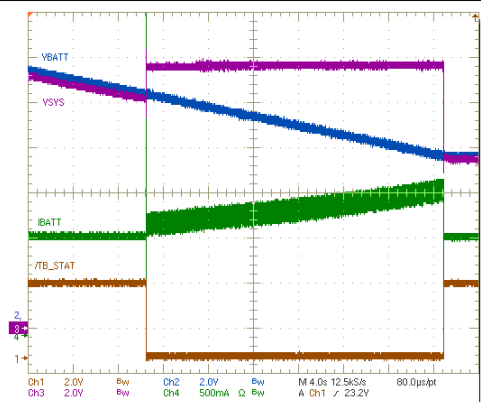
$V_{IN} = 19.5V$ $V_{BAT} = 12V$ $I_{SYS} = 6.0A$
 $I_{LIM1} = 4096mA$ $I_{LIM2} = 8192mA$

图 7-18. 峰值功率模式，PKPWR_ENCHRG=0



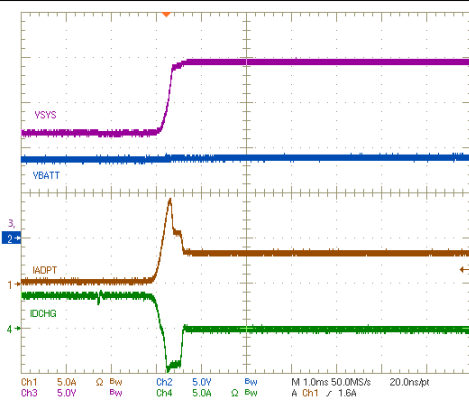
$V_{IN} = 19.5V$ $V_{BAT} = 12V$ $I_{SYS} = 6.0A$
 $I_{LIM1} = 4096mA$ $I_{LIM2} = 8192mA$

图 7-19. 峰值功率模式，PKPWR_ENCHRG=1



$V_{BATT} = 12.0V$ 至 $6.0V$ $V_{SysMin}() = 10.240V$ $V_{BOOST} = 2.3V$
 $I_{SYS} = 1.0A$

图 7-20. 根据电池电压进入和退出仅电池升压



$V_{BATT} = 9.0V$ $V_{SysMin}() = 10.24V$ $V_{BOOST} = 2.3V$
 $I_{SYS} = 3.0A$ $V_{ADPT} = 20V$

图 7-21. 通过适配器插入操作退出仅电池升压

7.2.2 从以前的器件迁移 (不支持仅电池升压)

图 7-22 中显示的系统原理图与上一代 BQ24780S 兼容。BQ24800 可用于该系统配置；但是，该系统配置不支持仅电池升压模式。对于不以仅电池升压模式运行的系统，要求可略微放宽。首先， C_{SYS} 上所需的电容较低。其次，可以将 VCC 二极管选择器 (D1 和 D2) 配置为在适配器输入和电池输入之间进行选择。由于这种配置可通过单个肖特基二极管提供从电池直接到 VCC 的路径，因此既可用于 1 节串联锂离子电池系统，也可用于 2 节串联、3 节串联和 4 节串联锂离子电池系统。

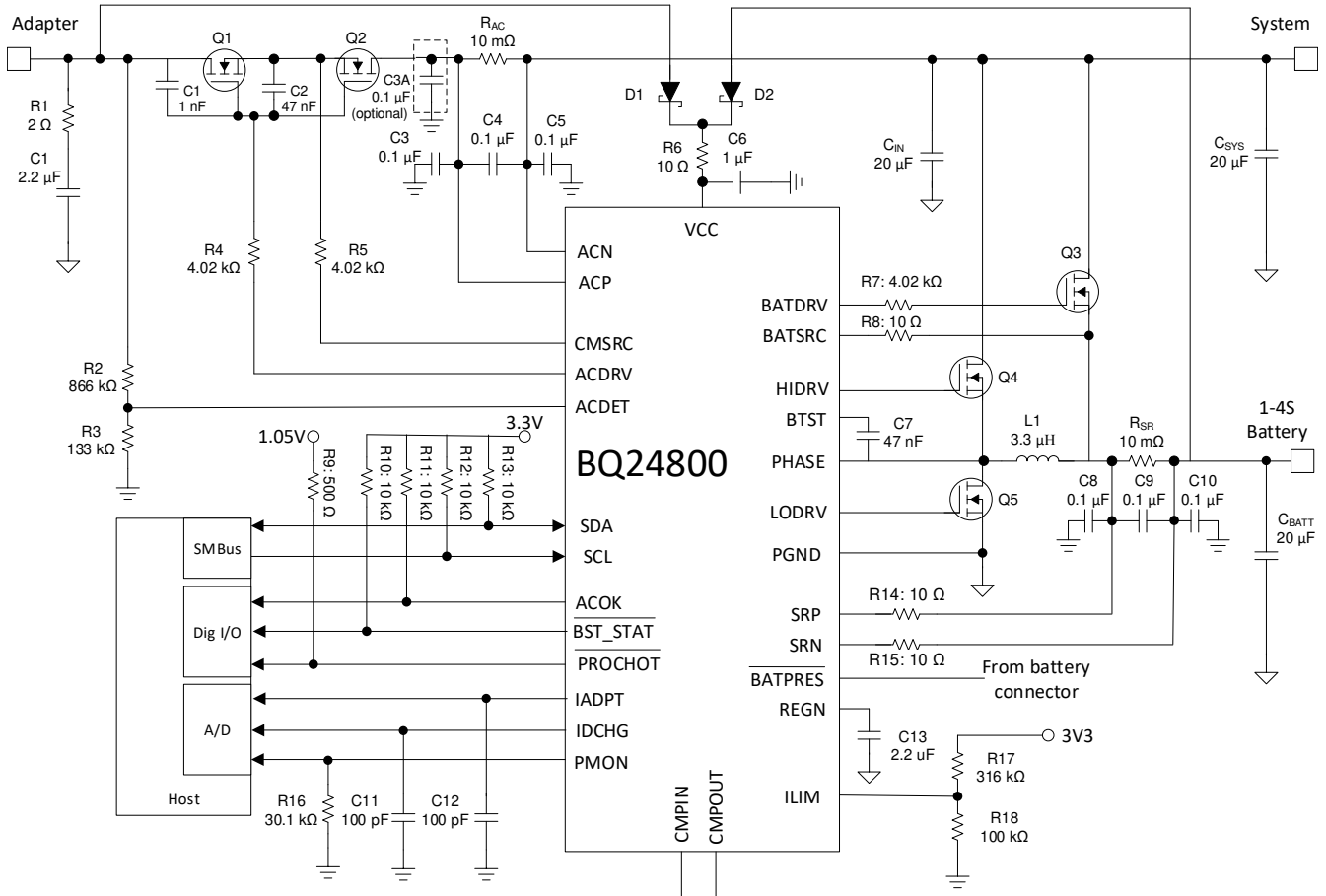


图 7-22. 从 BQ24780S 迁移的典型系统原理图。不支持仅电池升压。

7.2.2.1 设计要求

表 7-5. 设计要求

设计参数	示例值
输入电压 ⁽¹⁾	17.7V < 适配器电压 < 24V
输入电流限制 ⁽¹⁾	65W 适配器为 3.2A
电池充电电压 ⁽²⁾	3 节电池为 12592mV
电池充电电流 ⁽²⁾	3 节电池为 4096mA
电池放电电流 ⁽²⁾	3 节电池为 6144mA

(1) 有关设置，请参阅电池规格。

(2) 有关输入电压和输入电流限制的设置，请参阅适配器规格。

7.2.2.2 详细设计过程

请参阅 节 7.2.1.2，以了解解除 C_{SYS} 以外的所有元件的详细设计过程。

7.2.2.2.1 C_{SYS} 电容

C_{SYS} 电容与 C_{IN} 相结合，可在所有模式下提供大容量电容，以支持 SYS 上的快速负载瞬变。C_{IN} 和 C_{SYS} 之间的区别在于 C_{IN} 只是陶瓷电容器，必须放置在非常靠近高侧开关 MOSFET Q4 的位置。C_{SYS} 可以混用陶瓷电容器和钽电容器，没有严格的放置要求。

当不支持仅电池升压模式时，应当根据系统负载的去耦要求选择 C_{SYS} 的值。除了在 C_{IN} 提供的电容外，建议最小电容值为 20μF。

陶瓷电容器表现出直流偏置效应。在陶瓷电容器上施加直流偏置电压时，这种效应可减小有效电容，就像是在充电器的输入电容器上一样。这种影响可能会导致显著的电容压降，尤其是对于高输入电压和小型电容器封装。请参阅制造商的数据表，了解施加直流偏置电压时的降额性能。为了在运行点获得所需的值，也许有必要选择一个更高的额定电压或者标称电容值。

7.2.2.3 应用曲线

有关应用曲线的信息，请参阅节 7.2.1.3。

8 电源相关建议

连接了适配器且 ACOK 变为高电平时，系统通过 ACFET/RBFET 连接到适配器。在适配器电压进入 ACDET 之前，外部电阻分压器会使其衰减。如果不使用仅电池升压模式，则必须将适配器检测阈值设置为大于最大电池电压但低于允许的最小适配器电压的值。如果使用仅电池升压模式，则必须将适配器检测阈值设置为大于由 REG0x3E 和 REG0x38[5] 确定的电池升压调节电压的值。

移除适配器后，系统通过 BATFET 连接到电池。通常，电池电量耗尽阈值应大于最小系统电压，从而可以充分利用电池容量，以实现较长的电池寿命。

9 布局

9.1 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 9-1）。以下是正确布局的 PCB 布局优先级列表。根据此特定顺序进行 PCB 布局至关重要。

1. 将输入电容器尽可能靠近开关 MOSFET 的电源和接地连接放置，并使用尽可能短的覆铜线迹连接。这些器件应放置在 PCB 的同一层上而非不同层，并使用过孔进行连接。
2. IC 应靠近开关 MOSFET 的栅极引脚放置，并保持较短的栅极驱动信号走线，以获得干净的 MOSFET 驱动。IC 可以放置在开关 MOSFET PCB 的另一侧。
3. 将电感器输入引脚放置在尽可能靠近开关 MOSFET 输出引脚的位置。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。
4. 充电电流检测电阻器应放置在电感器输出旁边。将连接在检测电阻上的检测引线布置回同一层 IC，彼此靠近（尽可能减小环路面积），并且不会使检测引线穿过高电流路径（请参阅图 9-2 以了解可获得出色电流精度的开尔文连接）。在靠近 IC 的这些走线上放置去耦电容器
5. 将输出电容器放置在检测电阻输出和接地端旁边
6. 连接到系统接地之前，输出电容器接地连接需要连接到与输入电容器接地相连接的同一覆铜线。
7. 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。在 IC 下方，使用模拟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
8. 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。使用电源板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 $0\ \Omega$ 电阻器将模拟接地连接到电源接地（在这种情况下，如有可能，应将电源焊盘连接到模拟接地）。
9. 去耦电容器应放置在 IC 引脚旁边，并尽可能缩短引线连接
10. IC 封装背面裸露的电源板应焊接至 PCB 接地面，这一点非常重要。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。
11. 散热孔尺寸和数量对于给定的电流路径而言应该是足够的。

如需了解建议的元件放置方式以及布线和过孔位置，请参阅 EVM 设计。对于 WQFN 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。

9.2 布局示例

9.2.1 电流路径的布局注意事项

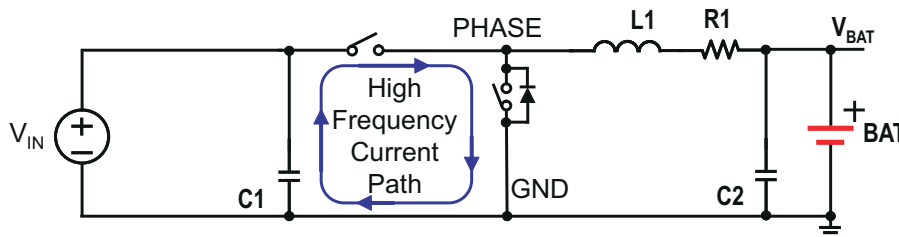


图 9-1. 高频电流路径

9.2.2 短路保护的布局注意事项

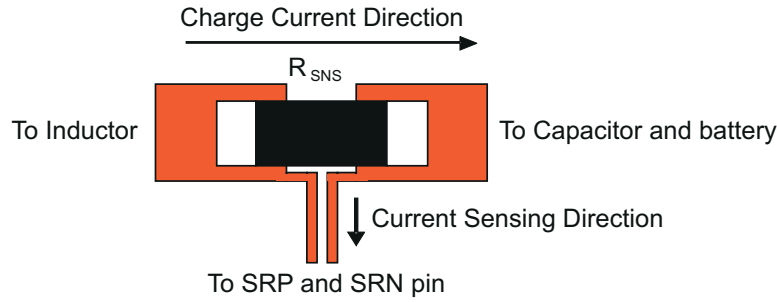
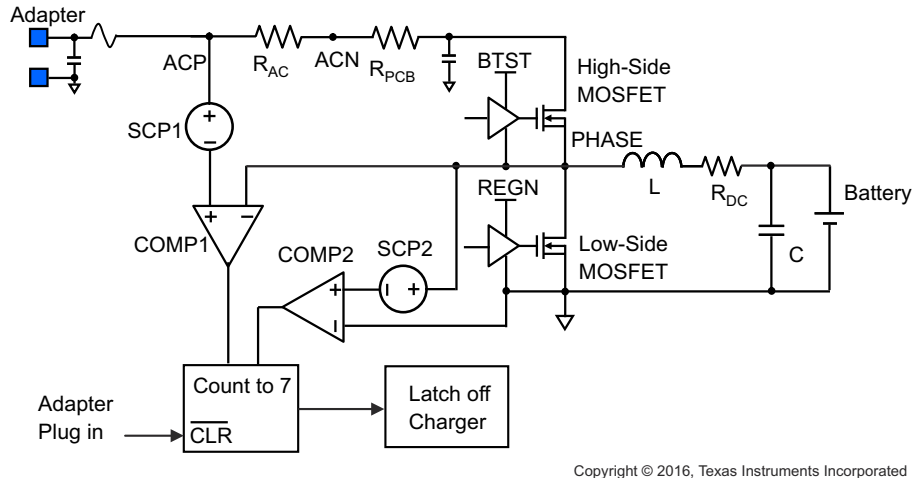


图 9-2. 检测电阻 PCB 布局

9.2.3 短路保护的布局注意事项

BQ24800 具有独特的短路保护功能。它的逐周期电流监控特性通过监控特定消隐时间后 MOSFET 的 $R_{DS(on)}$ 上的压降来实现。对于 MOSFET 短路或电感器短路，过流条件由两个比较器检测，并且触发两个计数器。发生七次短路事件后，充电器将被闭锁。要将充电器从闭锁状态复位，请拆下并重新连接适配器。图 9-3 展示了 BQ24800 短路保护方框图。



Copyright © 2016, Texas Instruments Incorporated

图 9-3. BQ24800 短路保护的方框图

正常运行时，低侧 MOSFET 电流从源极流向漏极，这在导通时会产生负压降，因此无法触发过流比较器。当发生高侧开关短路或电感器短路时，低侧 MOSFET 的大电流从漏极流向源极，可以触发低侧开关过流比较器。BQ24800 通过 PHASE 引脚和 GND 引脚检测低侧开关压降。

通过监测 ACP 和 PHASE 之间的压降来检测高侧 FET 短路。因此，它不仅监测高侧开关压降，还监测适配器检测电阻器压降以及从 R_{AC} 的 ACN 引脚到充电器高侧开关漏极的 PCB 布线压降。通常，输入检测电阻器和充电器转换输入之间存在较长的布线，谨慎的布局将最大程度地减小走线效应。

为了防止充电器在正常工作中意外关断，MOSFET $R_{DS(on)}$ 选择和 PCB 布局非常重要。图 9-4 展示了改进的 PCB 布局示例及其等效电路。在此布局中，系统电流路径和充电器输入电流路径未分开，因此，系统电流会在 PCB 覆铜区引起压降，由 IC 检测。最糟糕的布局是当系统电流拉点位于充电器输入之后时；结果，所有系统电流压降都计入过流保护比较器。IC 的最坏情况是系统总电流和充电器输入电流之和等于 DPM 电流。当系统拉取更多电流时，充电器 IC 会尝试通过降低充电电流来将 R_{AC} 电流调节为恒定电流。

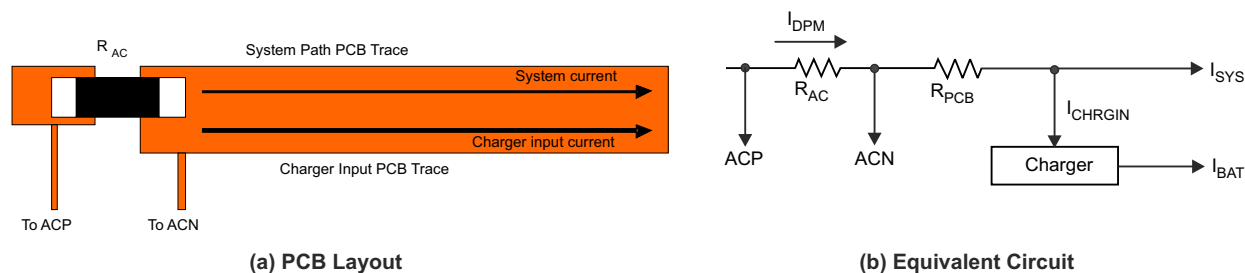


图 9-4. PCB 布局示例

图 9-5 展示了经过优化的 PCB 布局示例。系统电流路径和充电输入电流路径分开，因此 IC 仅检测充电器输入电流导致的 PCB 压降，并尽可能降低正常运行时充电器意外关断的可能性。这也使得大系统电流应用的 PCB 布局更加简单。

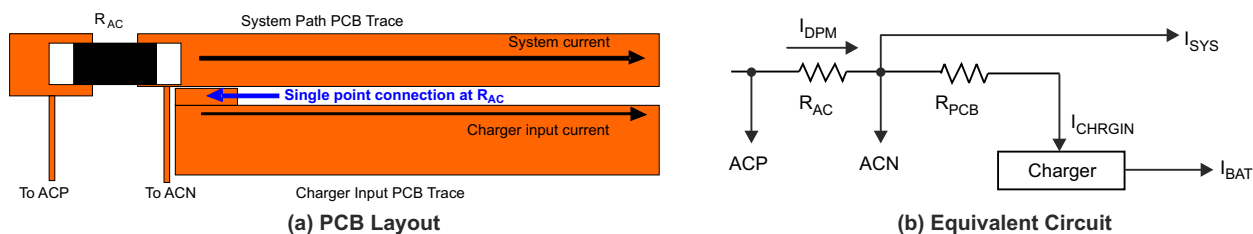


图 9-5. 经过优化的 PCB 布局示例

IC 检测到的总压降可通过以下公式表示。

$$V_{\text{top}} = R_{AC} \times I_{DPM} + R_{PCB} \times (I_{CHRGIN} + (I_{DPM} - I_{CHRGIN}) \times k) + R_{DS(on)} \times I_{PEAK} \quad (19)$$

其中 R_{AC} 是交流适配器电流检测电阻， I_{DPM} 是 DPM 电流设定点， R_{PCB} 是 PCB 布线等效电阻， I_{CHRGIN} 是充电器输入电流， k 是 PCB 系数， $R_{DS(on)}$ 是高侧 MOSFET 导通电阻， I_{PEAK} 是电感器的峰值电流。在此处，PCB 系数 k 等于 0 表示图 9-5 中所示的最佳布局，其中 PCB 布线仅经过充电器输入电流，而 k 等于 1 表示图 9-4 中所示的最差布局，其中 PCB 布线经过所有 DPM 电流。总压降必须低于高侧短路保护阈值，以防止充电器正常工作时意外关断。

低侧 MOSFET 短路压降阈值可通过 SMBus 命令进行调节。ChargeOption() 位 [7] 在设置为 0 时禁用 LSFET 保护，设置为 1 时以 250mV 的阈值启用保护。高侧 MOSFET 短路压降阈值可通过 SMBus 命令进行调节。ChargeOption() 位 [8] 在设置为 0 时禁用 HSFET 保护，设置为 1 时以 750mV 的阈值启用保护。对于固定 PCB 布局，主机应设置适当的短路保护阈值水平，以防止充电器正常运行时意外关断。

10 器件和文档支持

10.1 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。

10.2 文档支持

10.2.1 相关文档

请参阅以下相关文档：[BQ24800 EVM 用户指南](#)

10.3 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。

10.4 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](#)。

10.5 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。

10.6 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。

10.7 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。

11 修订历史记录

Changes from Revision * (March 2020) to Revision A (January 2025)	Page
• 将数据表状态从“受限”更改为“公开”	1
• 更新了 电气特性 表中的 I_{LIM1_ACC} 说明，通过删除以前列出的频率和电池电压限制条件添加了 800kHz 开关频率和 8.4V 电池测试案例。	6
• 添加了 适配器电流检测滤波器 部分，以提供有关可选 C3A 适配器电流检测滤波电容器的更多详细信息。	46

12 机械、封装和可订购信息

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

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package Pins	Package qty Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
BQ24800RUYR	Active	Production	WQFN (RUY) 28	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	BQ 24800
BQ24800RUYR.A	Active	Production	WQFN (RUY) 28	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	BQ 24800
BQ24800RUYT	Active	Production	WQFN (RUY) 28	250 SMALL T&R	Yes	NIPDAU SN	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	BQ 24800
BQ24800RUYT.A	Active	Production	WQFN (RUY) 28	250 SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	BQ 24800

⁽¹⁾ **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).

⁽²⁾ **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

⁽³⁾ **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.

⁽⁴⁾ **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

⁽⁵⁾ **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

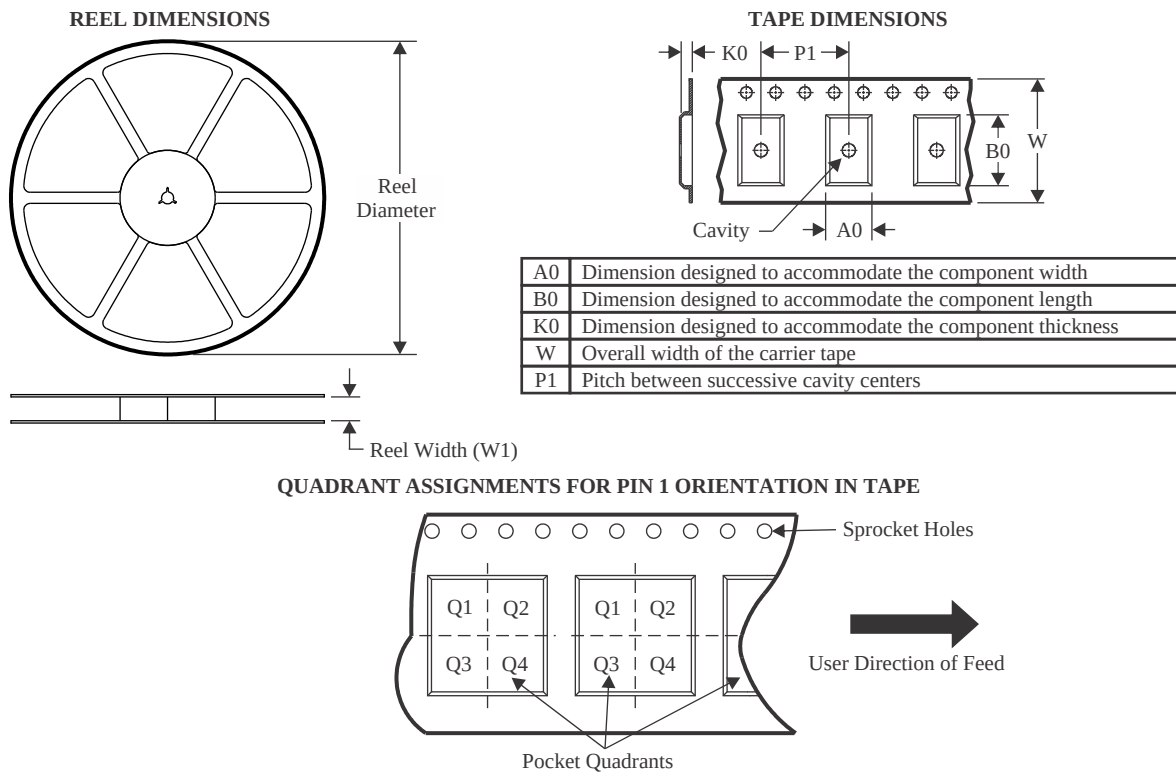
⁽⁶⁾ **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

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

Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

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

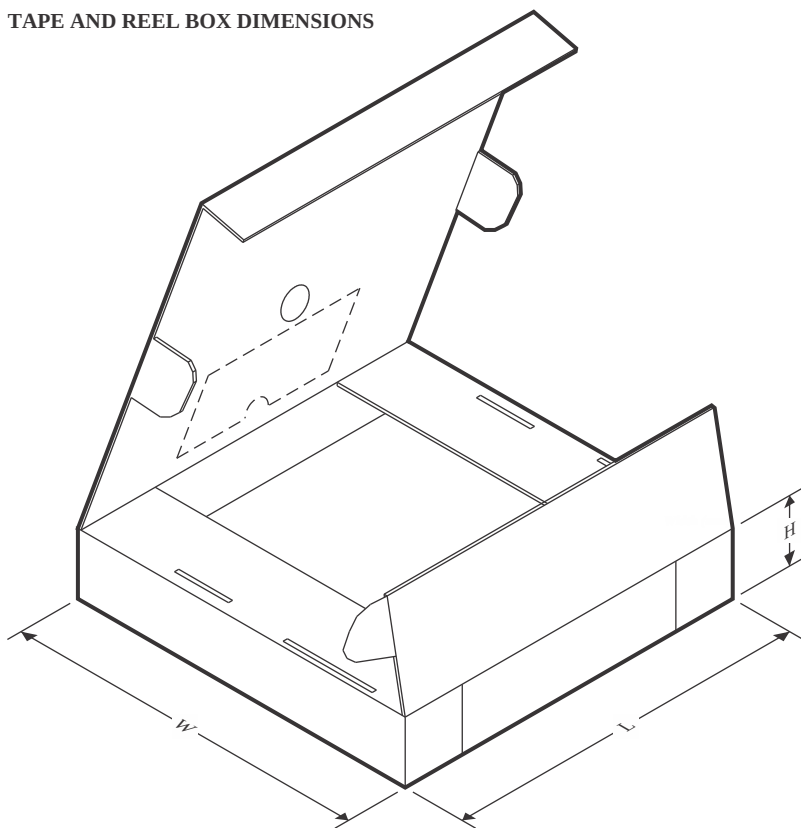
TAPE AND REEL INFORMATION



*All dimensions are nominal

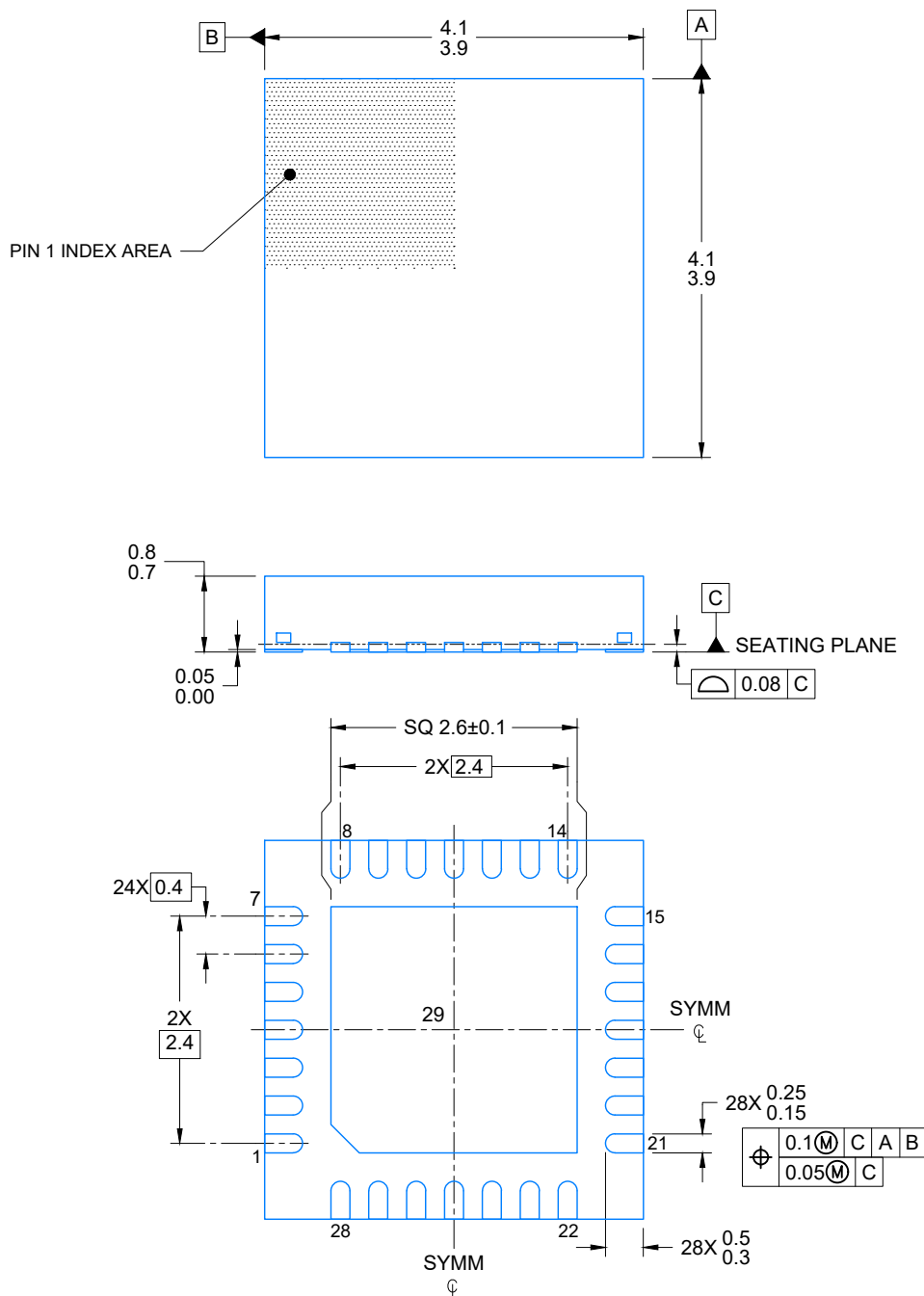
Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
BQ24800RUYR	WQFN	RUY	28	3000	330.0	12.4	4.25	4.25	1.15	8.0	12.0	Q2
BQ24800RUYT	WQFN	RUY	28	250	180.0	12.4	4.25	4.25	1.15	8.0	12.0	Q2

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
BQ24800RUYR	WQFN	RUY	28	3000	367.0	367.0	35.0
BQ24800RUYT	WQFN	RUY	28	250	210.0	185.0	35.0



4219146/C 03/2021

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 optimal thermal and mechanical performance.

WQFN - 0.8 mm max height

2X (3.8)

SQ (2.6)

2X (2.4)

28X (0.6)

28X (0.2)

24X (0.4)

2X (1.05)

(R0.05) TYP

(Ø0.2) VIA TYP

2X (1.05)

2X (2.4)

2X (3.8)

SYMM

SYMM

28

22

21

15

8

14

29

7

1

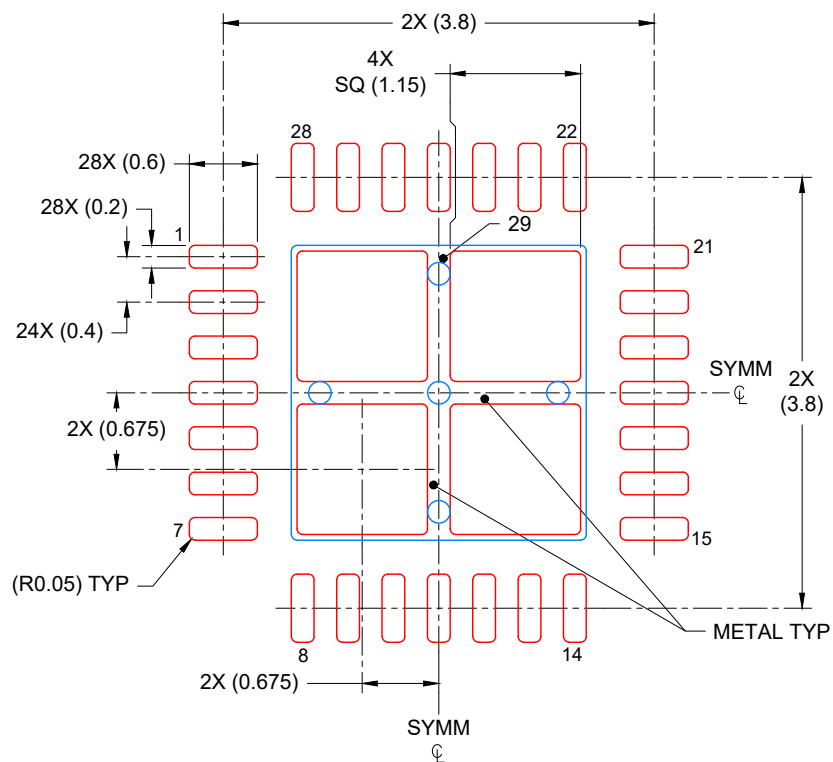
The diagram illustrates two methods for defining a solder mask opening on a PCB:

- NON SOLDER MASK DEFINED (PREFERRED):** This method shows a rectangular opening in the solder mask. The opening is defined by the metal pad underneath. The dimension is labeled as **0.05 MAX ALL AROUND**. Labels include **EXPOSED METAL** (pointing to the metal pad), **METAL** (pointing to the metal pad), and **SOLDER MASK OPENING** (pointing to the opening).
- SOLDER MASK DEFINED:** This method shows a rectangular opening in the solder mask. The opening is defined by the solder mask itself. The dimension is labeled as **0.05 MIN ALL AROUND**. Labels include **EXPOSED METAL** (pointing to the metal pad), **METAL UNDER SOLDER MASK** (pointing to the metal pad), and **SOLDER MASK OPENING** (pointing to the opening).

SOLDER MASK DETAILS



TEXAS
INSTRUMENTS
www.ti.com



SOLDER PASTE EXAMPLE BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD
78% PRINTED COVERAGE BY AREA
SCALE: 15X

4219146/C 03/2021

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、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