

# BQ25960H 具有集成旁路模式和双输入选择器的 I<sup>2</sup>C 控制型单节 8A 开关电容并联电池充电器

## 1 特性

- 峰值效率达 98.1% 的开关电容并联充电器支持 8A 快速充电
- 正在申请专利的两相开关电容架构经优化可实现超高效率
  - 输入电压是电池电压的 2 倍
  - 输出电流是输入电流的 2 倍
  - 减少输入电缆的功率损耗
- 集成式 5A 旁路模式快速充电
  - $21\text{m}\Omega R_{dson}$  充电路径电阻支持 5A 输入和 5A 输出充电电流
- 用于在快速充电和 USB On-The-Go (OTG)/反向 TX 模式期间选择输入源的双输入电源多路复用控制器
- 为外部 OVP GaN FET 和 OVP N-FET 提供栅极驱动信号
- 支持最小 1.2V I<sup>2</sup>C 上拉
- 支持宽输入电压范围
  - 高达 12.75V 的工作输入电压
  - 带可选外部 ACFET 时最大 40V 输入电压，不带外部 ACFET 时最大 20V 输入电压
- 通过双通道同步 BQ25960H 运行实现并联充电，充电电流最高可达 13A
- 可实现安全运行的集成可编程保护功能
  - 输入过压保护 (BUSOVP) 和电池过压保护 (BATOVP)
  - 输入过流保护 (BUSOCP) 和电池过流保护 (BATOCP)
  - 输出过压保护 (VOUTOVP)
  - 输入欠流保护 (BUSUCP) 和输入反向电流保护 (BUSRCP) 可检测适配器断开并防止升压
  - 电池和连接器温度监控 (TSBAT\_FLT 和 TSBUS\_FLT)
  - 结过热保护 (TDIE\_FLT)
- 用于系统优化的可编程设置
  - 中断和中断屏蔽
  - ADC 读数和配置
  - 用于主机控制的警报功能
- 用于电压、电流和温度监控的集成 16 位 ADC

## 2 应用

- 智能手机
- 平板电脑

## 3 说明

BQ25960H 是一款峰值效率为 98.1% 的 8A 电池充电解决方案，采用开关电容架构，适用于 1 节锂离子电池。开关电容结构允许电缆电流为充电电流的一半，从而减少电缆功率损耗并限制温度上升。两相结构可提高充电效率并降低输入和输出电容要求。当与 BQ2561x 或 BQ2589x 等主充电器一起使用时，系统可在恒定电流 (CC) 和恒定电压 (CV) 模式下，以低功耗实现从涓流充电到充电终止的完整充电周期。

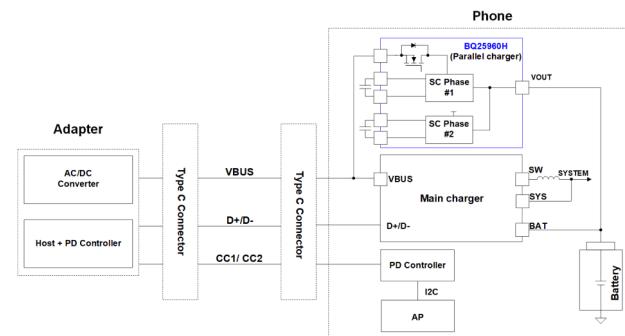
BQ25960H 通过内部 MOSFET 支持 5A 旁路模式充电（以前称为电池开关模式充电）。旁路模式充电路径中的  $R_{dson}$  为  $21\text{m}\Omega$ ，用于大电流操作。集成的旁路模式可向后兼容 5V 快速充电适配器，从而为 1 节电池充电。

该器件通过集成多路复用控制和驱动器支持外部 N-FET 的双输入配置。它还允许无外部 N-FET 的单输入，或具有单 N-FET 的单输入。

### 封装信息

器件型号	封装 <sup>(1)</sup>	封装尺寸 ( 标称值 )
BQ25960H	DSBGA (36)	2.55mm x 2.55mm

(1) 有关所有可选封装，请参阅 [节 14](#)。



简化版原理图



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

## 内容

<b>1 特性</b>	<b>1</b>	<b>9 应用和实施</b>	<b>63</b>
<b>2 应用</b>	<b>1</b>	9.1 应用信息	63
<b>3 说明</b>	<b>1</b>	9.2 典型应用	63
<b>4 说明 (续)</b>	<b>3</b>	<b>10 电源相关建议</b>	<b>69</b>
<b>5 器件比较表</b>	<b>4</b>	<b>11 布局</b>	<b>70</b>
<b>6 引脚配置和功能</b>	<b>5</b>	11.1 布局指南	70
<b>7 规格</b>	<b>7</b>	11.2 布局示例	70
7.1 绝对最大额定值	7	<b>12 器件和文档支持</b>	<b>71</b>
7.2 ESD 等级	7	12.1 器件支持	71
7.3 建议运行条件	7	12.2 文档支持	71
7.4 热性能信息	8	12.3 接收文档更新通知	71
7.5 电气特性	8	12.4 支持资源	71
7.6 时序要求	12	12.5 商标	71
7.7 典型特性	13	12.6 静电放电警告	71
<b>8 详细说明</b>	<b>14</b>	12.7 术语表	71
8.1 概述	14	<b>13 修订历史记录</b>	<b>71</b>
8.2 功能方框图	15	<b>14 机械、封装和可订购信息</b>	<b>72</b>
8.3 特性说明	16	14.1 封装选项附录	73
8.4 编程	28	14.2 卷带封装信息	74
8.5 寄存器映射	30		

## 4 说明 (续)

该器件集成了所有必要的保护功能以支持安全充电，包括输入过压和过流保护、输出过压和过流保护、输入欠流和反向电流保护、电池和电缆温度检测，以及开关电容模式和旁路模式下的过热保护。

该器件包含一个 16 位模数转换器 (ADC)，可通过适配器、无线输入或移动电源提供 VAC 电压、总线电压、总线电流、输出电压、电池电压、电池电流、输入连接器温度、电池温度、结温和管理电池充电所需的其他计算测量值。

## 5 器件比较表

功能	BQ25960	BQ25960H
封装	YBG-36	YBG-36
芯片尺寸	6.5 mm <sup>2</sup>	6.5 mm <sup>2</sup>
电池	单芯	单芯
输入多路复用器控制	双输入电源多路复用器控制	双输入电源多路复用器控制
旁路模式	是	是
最小 I <sub>C</sub> C 电压	1.8V	1.2V
GaN FET 支持	否	是
推荐充电电流	8A	8A
默认 VAC2OVP	6.5V	14V

## 6 引脚配置和功能

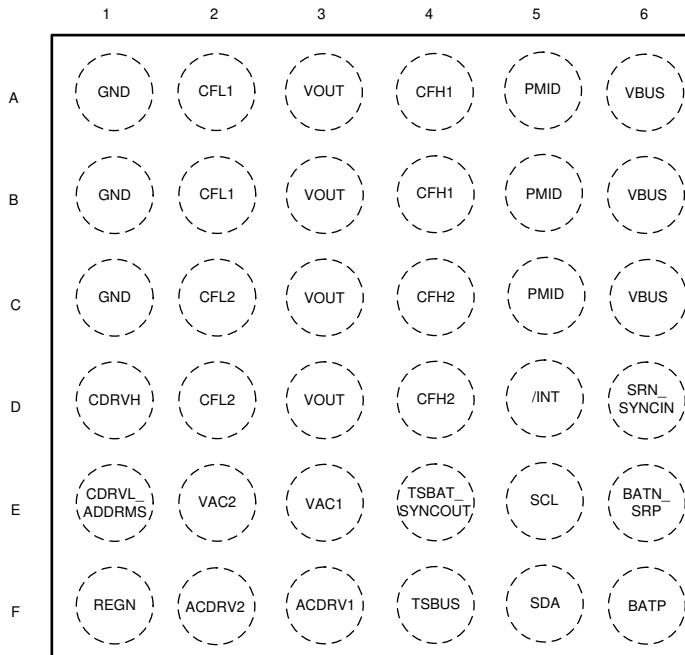


图 6-1. YBG 封装 - BQ25960H 36 引脚 DSBGA 顶视图

表 6-1. 引脚功能

引脚		类型 <sup>(1)</sup>	说明
编号	名称		
F3	ACDRV1	P	输入 FET 驱动器引脚 1 - 电荷泵输出以驱动端口 1 输入 N 沟道 MOSFET (ACFET1) 和反向阻断 N 沟道 MOSFET (RBFET1)。当满足开启条件时，ACDRV1 电压将变为比 ACFET1 和 RBFET1 的公共漏极连接高 5V。如果不使用 ACFET1 和 RBFET1，请将 ACDRV1 接地。
F2	ACDRV2	P	输入 FET 驱动器引脚 2 - 电荷泵输出以驱动端口 2 输入 N 沟道 MOSFET (ACFET2) 和反向阻断 N 沟道 MOSFET (RBFET2)。当满足开启条件时，ACDRV2 电压将变为比 ACFET2 和 RBFET2 的公共漏极连接高 5V。如果不使用 ACFET2 和 RBFET2，请将 ACDRV2 接地。
E6	BATN_SRPN	AI	用于电池电压检测的负输入和用于电池电流检测的正输入 - 连接到电池包的负极端子。它还用于电池电流检测。在 BATN_SRPN 和 SRN_SYNCIN 之间放置 RSNS (2mΩ 或 5mΩ)。将 BATN_SRPN 短接至 SRN_SYNCIN，如果未使用 RSNS，则在引脚和负极端子之间串联 100Ω 电阻。
F6	BATP	AI	用于电池电压检测的正极输入 - 连接到电池包的正极端子。在引脚和正极端子之间串联 100Ω 电阻。
D1	CDRVH	AIO	用于栅极驱动的电荷泵 - 在 CDRVH 和 CDRV1_ADDRMS 之间连接一个 0.22μF 电容。
E1	CDRV1_ADDRMS	AIO	用于栅极驱动的电荷泵 - 在 CDRVH 和 CDRV1_ADDRMS 之间连接一个 0.22μF 电容。在上电复位 (POR) 期间，该引脚用于分配器件的地址以及器件的模式：独立、主要或辅助。
A4、B4	CFH1	P	开关电容飞跨电容连接 - 在此引脚和 CFL1 之间并联 1 至 3 个 22μF 电容器。
C4、D4	CFH2	P	开关电容飞跨电容连接 - 在此引脚和 CFL2 之间并联 1 至 3 个 22μF 电容器。
A2、B2	CFL1	P	开关电容飞跨电容连接 - 在此引脚和 CFH1 之间并联 1 至 3 个 22μF 电容器。
C2、D2	CFL2	P	开关电容飞跨电容连接 - 在此引脚和 CFH2 之间并联 1 至 3 个 22μF 电容器。
D5	INT	DO	开漏、低电平有效中断输出 - 使用 10kΩ 电阻器上拉至电压。通常为高电平，器件会置为低电平有效以报告状态和故障。INT 对于 t <sub>INT</sub> 为低电平脉冲。
A1、B1、C1	GND	P	接地回路
A5、B5、C5	PMID	P	开关电容器功率级的输入 - 将 10μF 电容器连接到 PMID。

表 6-1. 引脚功能 (续)

引脚		类型 <sup>(1)</sup>	说明
编号	名称		
F1	REGN	AO	充电器内部 LDO 输出 - 在此引脚和 GND 之间连接一个 $4.7\mu F$ 电容器。当处于主要/辅助模式时，通过 $1k\Omega$ 电阻器连接到 TSBAT_SYNCOUT 和 SRN_SYNCIN 引脚。请勿将 REGN 用于任何其他功能。
E5	SCL	DI	I <sup>2</sup> C 接口时钟 - 使用 $10k\Omega$ 电阻器上拉至 3.3V。
F5	SDA	DIO	I <sup>2</sup> C 接口数据 - 使用 $10k\Omega$ 电阻器上拉至 3.3V。
D6	SRN_SYNCIN	AI	用于电池电流检测的负输入 - 在 SRN_SYNCIN 和 SRP 之间放置 RSNS ( $2m\Omega$ 或 $5m\Omega$ )。如果不使用，则将 SRP 和 SRN_SYNCIN 短接在一起。如果在双充电器配置中配置为辅助器件，则该引脚用作 SYNCIN 并连接到主要器件的 TSBAT_SYNCOUT，同时将 $1k\Omega$ 上拉电阻连接到 REGN。
E4	TSBAT_SYNCOUT	AI	电池温度电压输入和主要模式 SYNCOUT - 需要外部电阻分压器、NTC 和电压基准。有关如何选择电阻分压器值的说明，请参阅 TSBAT 部分。如果器件处于主要模式，请将此引脚连接至辅助器件的 SRN_SYNCIN。
F4	TSBUS	AI	总线温度电压输入 - 需要外部电阻分压器、NTC 和电压基准。有关如何选择电阻分压器值的说明，请参阅 TSBUS 部分。
A6、 B6、 C6	VBUS	P	器件电源输入 - 将 $1\mu F$ 电容器从 VBUS 连接到 GND。
A3、 B3、 C3、 D3	VOUT	P	器件电源输出 - 将 $22\mu F$ 电容器从 VOUT 连接到 GND。
E3	VAC1	AI	VAC1 输入检测 - 如果未使用 ACFET1 和 RBFET1，则连接到 VBUS。
E2	VAC2	AI	VAC2 输入检测 - 如果未使用 ACFET2 和 RBFET2，则连接到 VBUS。

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

## 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) <sup>(1)</sup>

			最小值	最大值	单位
电压	VAC1、VAC2 ( 转换器不进行开关 )		-2	40	V
	VBUS ( 转换器不进行开关 )		-2	20	V
	PMID ( 转换器不进行开关 )		-0.3	20	V
	ACDRV1、ACDRV2		-0.3	30	V
	CFL1、CFL2		-0.3	7	V
	CFH1 至 VOUT、CFH2 至 VOUT		-0.3	7	V
	VOUT		-0.3	7	V
	BATP , BATN_SRPN		-0.3	6	V
	INT , SDA , SCL , CDRVL_ADDRMS , SRN_SYNCIN , TSBAT_SYNCOUT , TSBUS		-0.3	6	V
	CDRVH		-0.3	20	V
输出灌电流	INT			6	mA
T <sub>J</sub>	结温		-40	150	°C
T <sub>stg</sub>	贮存温度		-55	150	°C

- (1) 超出绝对最大额定值下列出的压力可能会对器件造成损坏。这些仅是压力额定值，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 <sub>(ESD)</sub>	静电放电	人体放电模型 (HBM) , 符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 , 所有引脚 <sup>(1)</sup>	±2000	V
		充电器件模式 (CDM) , 符合 JEDEC 规范 JESD22-C101 , 所有引脚 <sup>(2)</sup>	±250	

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

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

### 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
VAC1、VAC2	VAC1 和 VAC2 的输入电压			12	V
VBUS	VBUS 的输入电压			12	V
PMID	PMID 的输入电压			12	V
PMID-CFH1、PMID-CFH2	QCH1、QCH2 两端的电压			6	V
CFH1-VOUT、CFH2-VOUT	QDH1、QDH2 两端的电压			6	V
VOUT-CFL1、VOUT-CFL2	QCL1、QCL2 两端的电压			6	V
CFL1、CFL2	QDL1、QDL2 两端的电压			6	V
ICHG	充电电流			8	A
T <sub>A</sub>	环境温度	-40		85	°C
T <sub>J</sub>	结温	-40		120	°C
C <sub>CFLY</sub>	有效 CFLY 电容	6.6	20		μF
C <sub>VBUS</sub>	有效 VBUS 电容	0.2	1		μF
C <sub>PMID</sub>	有效 PMID 电容	2	10		μF

## 7.3 建议运行条件 (续)

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
C <sub>OUT</sub>	有效 V <sub>OUT</sub> 电容	2	10	μF	
C <sub>REGN</sub>	有效 REGN 电容	1	4.7	μF	
C <sub>DRV</sub>	有效 DRV 电容	44	220	nF	

## 7.4 热性能信息

热指标 <sup>(1)</sup>		BQ25960	单位
		YBG (DSBGA)	
		36 引脚	
R <sub>θ JA</sub>	结至环境热阻 (JEDEC <sup>(1)</sup> )	54.8	°C/W
R <sub>θ JC(top)</sub>	结至外壳 (顶部) 热阻	0.2	°C/W
R <sub>θ JB</sub>	结至电路板热阻	12	°C/W
Ψ <sub>JT</sub>	结至顶部特征参数	0.1	°C/W
Ψ <sub>JB</sub>	结至电路板特征参数	11.9	°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

典型值在 V<sub>BUS</sub>=8V , V<sub>OUT</sub>=4V , T<sub>J</sub>= -40°C 至 +85°C , 且 T<sub>J</sub> = 25°C 条件下测得 (除非另有说明)

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>静态电流</b>					
I <sub>Q_BAT</sub>	静态电池电流	ADC 禁用 , 充电禁用 , V <sub>BUS</sub> 、V <sub>AC1</sub> 和 V <sub>AC2</sub> 不存在 , V <sub>BAT</sub> = 4V	12	20	μA
		ADC 启用 (最慢模式) , 充电禁用 , V <sub>BUS</sub> 、V <sub>AC1</sub> 和 V <sub>AC2</sub> 不存在 , V <sub>BAT</sub> = 4V	480	750	μA
I <sub>Q_VAC</sub>	静态 V <sub>AC</sub> 电流	ADC 禁用 , 充电禁用 , ACDRV 禁用 , EN_HIZ=1 , V <sub>AC1</sub> 或 V <sub>AC2</sub> = 8V	90		μA
		ADC 启用 , 充电禁用 , ACDRV 启用 , V <sub>AC1</sub> 或 V <sub>AC2</sub> = 8V	1330		μA
<b>内部阈值</b>					
V <sub>VACUVLOZ</sub>	有源 I <sup>2</sup> C 的 V <sub>AC</sub> 上升阈值 , 无 V <sub>OUT</sub> , 无 V <sub>BUS</sub>	V <sub>AC1</sub> 或 V <sub>AC2</sub> 上升	3.24	3.4	3.6
V <sub>VACUVLO</sub>	I <sup>2</sup> C 的 V <sub>AC</sub> 下降阈值停止工作	V <sub>AC1</sub> 或 V <sub>AC2</sub> 下降	3.05	3.2	3.4
V <sub>VACPRES</sub>	V <sub>AC</sub> 上升阈值以开启 ACFET-RBFET	V <sub>AC1</sub> 或 V <sub>AC2</sub> 上升	3.3	3.4	3.5
	V <sub>AC</sub> 下降阈值以关闭 ACFET-RBFET	V <sub>AC1</sub> 或 V <sub>AC2</sub> 下降	3.1	3.2	3.3
V <sub>VBUSUVLOZ</sub>	有源 I <sup>2</sup> C 的 V <sub>BUS</sub> 上升阈值 , 无 V <sub>OUT</sub> , 无 V <sub>AC</sub>	V <sub>BUS</sub> 上升	3.24	3.4	3.6
V <sub>VBUSUVLO</sub>	I <sup>2</sup> C 的 V <sub>BUS</sub> 下降阈值停止工作	V <sub>BUS</sub> 下降	2.65	2.8	2.95
V <sub>VBUSPRES</sub>	V <sub>BUS</sub> 上升阈值允许用户设置 CHG_EN =1	V <sub>BUS</sub> 上升	3.3	3.4	3.5
	V <sub>BUS</sub> 下降	V <sub>BUS</sub> 下降	3.1	3.2	3.3
V <sub>VOUTUVLOZ</sub>	有源 I <sup>2</sup> C 的 V <sub>OUT</sub> 上升阈值 , 无 V <sub>AC</sub> , 无 V <sub>BUS</sub>	V <sub>OUT</sub> 上升	2.48	2.6	2.72

## 7.5 电气特性 (续)

典型值在  $V_{BUS}=8V$ ,  $V_{OUT}=4V$ ,  $T_J = -40^{\circ}C$  至  $+85^{\circ}C$ , 且  $T_J = 25^{\circ}C$  条件下测得 (除非另有说明)

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{VOUTUVLO}$	$I^2C$ 的 $V_{OUT}$ 下降阈值停止工作	$V_{OUT}$ 下降	2.25	2.4	2.55
$V_{VOUTPRESENT}$	$V_{OUT}$ 上升至阈值允许用户设置 $CHG\_EN = 1$	$V_{OUT}$ 上升	3.0	3.1	3.2
	$V_{OUT}$ 下降	$V_{OUT}$ 下降	2.9	3.0	3.1
<b>电阻</b>					
$R_{ON\_BLK}$	$V_{BUS}$ 到 $PMID$ 的电阻	$V_{BUS} = 8V$	6.1	10.5	$m\Omega$
$R_{ON\_CH1}$	$PMID$ 到 $CFH1$ 的电阻	$PMID = 8V$	19.3	26.8	$m\Omega$
$R_{ON\_DH1}$	$CFH1$ 到 $V_{OUT}$ 的电阻	$CFLY = 4V$	11.4	16.8	$m\Omega$
$R_{ON\_CL1}$	$V_{OUT}$ 到 $CFL1$ 的电阻	$V_{OUT} = 4V$	11.8	18	$m\Omega$
$R_{ON\_DL1}$	$CFL1$ 到 $GND$ 的电阻	$CFLY = 4V$	12	18.3	$m\Omega$
$R_{ON\_CH2}$	$PMID$ 到 $CFH2$ 的电阻	$PMID = 8V$	19.3	26.8	$m\Omega$
$R_{ON\_DH2}$	$CFH2$ 到 $V_{OUT}$ 的电阻	$CFLY = 4V$	11.4	16.8	$m\Omega$
$R_{ON\_CL2}$	$V_{OUT}$ 到 $CFL2$ 的电阻	$V_{OUT} = 4V$	11.8	18	$m\Omega$
$R_{ON\_DL2}$	$CFL2$ 到 $GND$ 的电阻	$CFLY = 4V$	12	18.3	$m\Omega$
$R_{V_{BUS\_PD}}$	$V_{BUS}$ 下拉电阻		5		$k\Omega$
$R_{V_{AC\_PD}}$	$VAC1$ 和 $VAC2$ 的 $VAC$ 下拉电阻	$VAC = 10V$	125		$\Omega$
<b>保护和警报阈值及精度</b>					
$V_{BATOPV\_RANGE}$	电池过压范围		3.491	4.759	$V$
$V_{BATOPV\_STEP}$	典型电池过压阶跃		9.985		$mV$
$I_{BATP}$	$BATP$ 漏电流			1.2	$\mu A$
$I_{BATN}$	$BATN$ 漏电流			1	$nA$
$V_{BATOPV\_ACC}$	电池过压精度	$VBATOPV = 4.390V$	4.346	4.390	4.434
$V_{OUTOPV\_ACC}$	$V_{OUT}$ 过压精度	$VOUTOPV = 5V$	4.9	5	5.1
$I_{BATOCP\_RANGE}$	电池过流范围		2.05	8.7125	A
$I_{BATOCP\_STEP}$	典型电池过流阶跃		102.5		$mA$
$I_{BATOCP\_ACC}$	电池过流精度	$IBATOCP = 6.15A$ , $RSNS = 2m\Omega$ $T_J = -20^{\circ}C$ 至 $85^{\circ}C$	5.842	6.15	6.458
$V_{BUSEOVP\_RANGE}$	$V_{BUS}$ 过压范围	开关电容模式	7	12.75	$V$
		旁路模式	3.5	6.5	
$V_{BUSEOVP\_STEP}$	典型 $V_{BUS}$ 过压阶跃	开关电容模式	50		$mV$
		旁路模式	25		$mV$
$V_{BUSEOVP\_ACC}$	$V_{BUS}$ 过压精度	$VBUSEOVP = 4.45V$	4.39	4.45	4.488
		$VBUSEOVP = 9V$	8.91	9	9.09
$V_{BUSEERRHI\_RISING\_SC}$	开关电容模式停止开关的 $V_{BUS}$ $ERRHI$ 上升阈值	$V_{OUT} = 4V$		9.6	$V$
$V_{BUSEERRHI\_FALLING\_SC}$	开关电容模式开始开关的 $V_{BUS}$ $ERRHI$ 下降阈值	$V_{OUT} = 4V$		9.4	$V$
$V_{BUSEERRHI\_RISING\_BYPASS}$	旁路模式停止开关的 $V_{BUS}$ $ERRHI$ 上升阈值	$V_{OUT} = 4V$		4.8	$V$
$V_{BUSEERRHI\_FALLING\_BYPASS}$	旁路模式开始开关的 $V_{BUS}$ $ERRHI$ 下降阈值	$V_{OUT} = 4V$		4.68	$V$
$V_{VACOVP\_RANGE}$	$VAC$ 过压范围		6.5	18	$V$

## 7.5 电气特性 (续)

典型值在  $V_{BUS}=8V$ ,  $V_{OUT}=4V$ ,  $T_J = -40^{\circ}C$  至  $+85^{\circ}C$ , 且  $T_J = 25^{\circ}C$  条件下测得 (除非另有说明)

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{VACOVP\_ACC}$	VAC 过压精度	$V_{ACOVP} = 6.5V$	6.3	6.5	6.6	V
		$V_{ACOVP} = 10.5V$	10.2	10.5	10.7	V
		$V_{ACOVP} = 14V$	13.6	14	14.3	V
$V_{VACOVP\_HYS}$	VACOVP 迟滞			3		%
$V_{ACDRV}$	到外部 FET 的 ACDRV 电压	$V_{AC} = 8V$	4.5	5	5.5	V
$I_{ACDRV}$	ACDRV 电流能力			20		$\mu A$
$I_{BUSOCP\_RANGE}$	输入过流范围	开关电容模式	1.0175		4.579	A
		旁路模式	1.0475		6.809	A
$I_{BUSOCP\_STEP}$	典型输入过流阶跃	开关电容模式		254		$mA$
		旁路模式		262		$mA$
$I_{BUSOCP\_ACC}$	输入过流精度	$I_{BUSOCP} = 3.05A$ , 开关电容模式 $T_J = -20^{\circ}C$ 至 $85^{\circ}C$	2.897	3.05	3.206	A
		$I_{BUSOCP} = 3.14A$ , 旁路模式 $T_J = -20^{\circ}C$ 至 $85^{\circ}C$	2.983	3.14	3.297	A
$I_{BUSUCP\_ACC}$	输入欠流精度	$BUSUCP = 250mA$ , $T_J = -20^{\circ}C$ 至 $85^{\circ}C$	100	250	450	$mA$
$I_{BUSRCP\_ACC}$	输入反向电流精度	$BUSRCP = 300mA$ , $T_J = -20^{\circ}C$ 至 $85^{\circ}C$	150	300	450	$mA$
$TS_{BUS\_FLT\_RANGE}$	$V_{REGN}$ 范围的 TSBUS 故障 %		0	50		%
$TS_{BUS\_FLT\_STEP}$	$V_{REGN}$ 阶跃幅度的 TSBUS 故障 %			0.1953		%
$TS_{BUSFLT\_ACC}$	TSBUS 故障精度	$TS_{BUS\_FLT} = 20.12\%$	18.5	20.12	21.5	%
$TS_{BAT\_FLT\_RANGE}$	$V_{REGN}$ 范围的 TSBAT 故障 %		0	50		%
$TS_{BAT\_FLT\_STEP}$	$V_{REGN}$ 阶跃幅度的 TSBAT 故障 %			0.1953		%
$TS_{BAT\_FLT\_ACC}$	TSBAT 电压精度	$TS_{BAT\_FLT} = 20.12\%$	18.5	20.12	21.5	%
$T_{DIE\_FLT\_RANGE}$	TDIE 过热范围		80		140	$^{\circ}C$
$T_{DIE\_FLT\_STEP}$	TDIE 过热阶跃			20		$^{\circ}C$
$T_{DIE\_ALM\_RANGE}$	TDIE 过热警报范围		25		150	$^{\circ}C$
$T_{DIE\_ALM\_STEP}$	TDIE 过热警报阶跃			0.5		$^{\circ}C$
<b>ADC 测量性能</b>						
$t_{ADC\_CONV}$	转换时间, 每次测量	$ADC\_SAMPLE[1:0] = 00$	24			ms
		$ADC\_SAMPLE[1:0] = 01$	12			ms
		$ADC\_SAMPLE[1:0] = 10$	6			ms
		$ADC\_SAMPLE[1:0] = 11$	3			ms
$ADC_{RES}$	有效分辨率	$ADC\_SAMPLE[1:0] = 00$	14	15		位
		$ADC\_SAMPLE[1:0] = 01$	13	14		位
		$ADC\_SAMPLE[1:0] = 10$	12	13		位
		$ADC\_SAMPLE[1:0] = 11$	10	11		位
<b>ADC 测量范围和精度</b>						
$I_{BUSADC\_RANGE}$	ADC 总线电流范围		0	7		A
$I_{BUSADC\_LSB}$	ADC 总线电流 LSB	开关电容模式		0.9972		$mA$
	ADC 总线电流 LSB	旁路模式		1.0279		$mA$

## 7.5 电气特性 (续)

典型值在  $V_{BUS}=8V$ ,  $V_{OUT}=4V$ ,  $T_J = -40^\circ C$  至  $+85^\circ C$ , 且  $T_J = 25^\circ C$  条件下测得 (除非另有说明)

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$I_{BUSADC\_OFFSET}$	ADC 总线电流失调 开关电容模式		66		mA
	ADC 总线电流失调 旁路模式		64		mA
$I_{BUSADC\_ACC}$	ADC 总线电流精度 $IBUS = 2A$ , $ADC\_SAMPLE[1:0]=00$ , $T_J = -20^\circ C$ 至 $85^\circ C$	1.9	2	2.1	A
		2.85	3	3.15	A
$V_{BUSADC\_RANGE}$	ADC 总线电压范围	0	16.39		V
$V_{BUSADC\_LSB}$	ADC 总线电压 LSB	1.002			mV
$V_{BUSADC\_ACC}$	ADC 总线电压精度 $V_{BUS} = 4V$ , $ADC\_SAMPLE[1:0]=00$	3.96	4	4.04	V
		7.92	8	8.08	V
$V_{AC1ADC\_RANGE}$	ADC VAC1 电压范围	0	14		V
$V_{AC1ADC\_STEP}$	ADC VAC1 电压 LSB	1.0008			mV
$V_{AC1ADC\_OFFSET}$	ADC VAC1 失调电压	3			mV
$V_{AC1ADC\_ACC}$	ADC VAC1 电压精度 $V_{AC1} = 4V$ , $ADC\_SAMPLE[1:0]=00$	3.96	4	4.04	V
		7.92	8	8.08	V
$V_{AC2ADC\_RANGE}$	ADC VAC2 电压范围	0	14		V
$V_{AC2ADC\_LSB}$	ADC VAC2 电压 LSB	1.0006			mV
$V_{AC2ADC\_OFFSET}$	ADC VAC2 失调电压	5			mV
$V_{AC2ADC\_ACC}$	ADC VAC2 电压精度 $V_{AC2} = 4V$ , $ADC\_SAMPLE[1:0]=00$	3.96	4	4.04	V
$V_{AC2ADC\_ACC}$	ADC VAC2 电压精度 $V_{AC2} = 8V$ , $ADC\_SAMPLE[1:0]=00$	7.92	8	8.08	V
$V_{BATADC\_RANGE}$	ADC BAT 电压范围	0	6		V
$V_{BATADC\_LSB}$	ADC BAT 电压 LSB	1.017			mV
$V_{BATADC\_OFFSET}$	ADC BAT 失调电压	1			mV
$V_{BATADC\_ACC}$	ADC BAT 电压精度 $V_{BAT} = 4V$ , $ADC\_SAMPLE[1:0]=00$	3.96	4	4.04	V
		4.356	4.4	4.444	V
$V_{OUTADC\_RANGE}$	ADC $V_{OUT}$ 电压范围	0	6		V
$V_{OUTADC\_LSB}$	ADC $V_{OUT}$ 电压 LSB	1.0037			mV
$V_{OUTADC\_OFFSET}$	ADC $V_{OUT}$ 失调电压	2			mV
$V_{OUTADC\_ACC}$	ADC $V_{OUT}$ 电压精度 $V_{OUT} = 4V$ , $ADC\_SAMPLE[1:0]=00$	3.98	4	4.02	V
		4.378	4.4	4.422	V
$I_{BATADC\_RANGE}$	ADC 电池电流范围	-12	12		A
$I_{BATADC\_LSB}$	ADC 电池电流 LSB	0.999			mA
$I_{BATADC\_OFFSET}$	ADC 电池电流失调	-150			mA
$I_{BATADC\_ACC\_2mOhm}$	通过 $2m\Omega$ 检测电阻实现 ADC 电池电流精度 $IBAT = 4A$ , $ADC\_SAMPLE[1:0]=00$ , $T_J = -20^\circ C$ 至 $85^\circ C$	3.92	4.00	4.08	A
		5.88	6.00	6.12	A
$TS_{BUSADC\_RANGE}$	$V_{REGN}$ 范围的 ADC $TS_{BUS}$ %	0	50		%

## 7.5 电气特性 (续)

典型值在  $V_{BUS}=8V$ ,  $V_{OUT}=4V$ ,  $T_J = -40^{\circ}C$  至  $+85^{\circ}C$ , 且  $T_J = 25^{\circ}C$  条件下测得 (除非另有说明)

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
TS <sub>BUSADC_STEP</sub>	V <sub>REGN</sub> 范围 LSB 的 ADC TSBUS %			0.0986		%
TS <sub>BUSADC_OFFSET</sub>	V <sub>REGN</sub> 范围偏移的 ADC TSBUS %			0.1		%
TS <sub>BUSADC_ACC</sub>	ADC TSBUS 精度	V <sub>REGN</sub> 的 TSBUS=20%, ADC_SAMPLE[1:0]=00	19	20	21	%
TS <sub>BATADC_RANGE</sub>	V <sub>REGN</sub> 范围的 ADC TSBAT %			0	50	%
TS <sub>BATADC_STEP</sub>	V <sub>REGN</sub> 范围 LSB 的 ADC TSBAT %			0.0976		%
TS <sub>BATADC_OFFSET</sub>	V <sub>REGN</sub> 范围偏移的 ADC TSBAT %			0.065		%
TS <sub>BATADC_ACC</sub>	ADC TSBAT 精度	V <sub>REGN</sub> 的 TSBAT=20%, ADC_SAMPLE[10]=00	19	20	21	%
TDIE_ADC_RANGE	ADC TDIE 范围			-40	150	°C
TDIE_ADC_STEP	ADC TDIE 阶跃			0.5079		°C
TDIE_ADC_OFFSET	ADC TDIE 偏移			-3.5		°C
<b>REGN LDO</b>						
V <sub>REGN</sub>	REGN LDO 输出电压	$V_{BUS} = 8V$ , $I_{REGN} = 20mA$	5.0			V
I <sub>REGN</sub>	REGN LDO 电流限制	$V_{BUS} = 8V$ , $V_{REGN} = 4.5V$	40			mA
<b>I<sup>2</sup>C 接口 ( SCL、SDA )</b>						
V <sub>IH</sub>	输入高阈值电平, SDA 和 SCL	上拉电源轨 1.2V	0.78			V
V <sub>IL</sub>	输入低阈值电平	上拉电源轨 1.2V		0.42		V
V <sub>OL</sub>	输出低阈值电平	灌电流 = 5mA		0.4		V
I <sub>BIAS</sub>	高电平漏电流	上拉电源轨 1.2V		1		μA
<b>逻辑输出引脚 ( INT, TSBAT_SYNCOUT )</b>						
V <sub>OL</sub>	输出低阈值电平, INT 引脚	灌电流 = 5mA		0.4		V
I <sub>OUT</sub>	高电平漏电流, INT 引脚	上拉电源轨 1.8V		1		μA
<b>逻辑输入引脚 ( SRN_SYNCIN )</b>						
V <sub>IH_SRN_SYNCIN</sub>	输入高阈值电平, SRN_SYNCIN			1.3		V
V <sub>IL_SRN_SYNCIN</sub>	输入低阈值电平, SRN_SYNCIN				0.4	V
I <sub>IN_SRN_SYNCIN</sub>	高电平漏电流	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
<b>时序</b>					
t <sub>VACOVP</sub>	VAC OVP 响应时间	100			ns
t <sub>BATOCP</sub>	IBAT OCP 响应时间	640			μs
t <sub>INT</sub>	事件发生时, INT 被拉低的持续时间	256			μs
t <sub>ALM_DEBOUNCE</sub>	ALM 指示连续故障之间的时间	120			ms
<b>I<sup>2</sup>C 接口</b>					
f <sub>SCL</sub>	SCL 时钟频率	1000			kHz

## 7.7 典型特性

使用 BMS041 的典型特性进行开关测试，GRM188R61C226M 用作 CFLY。

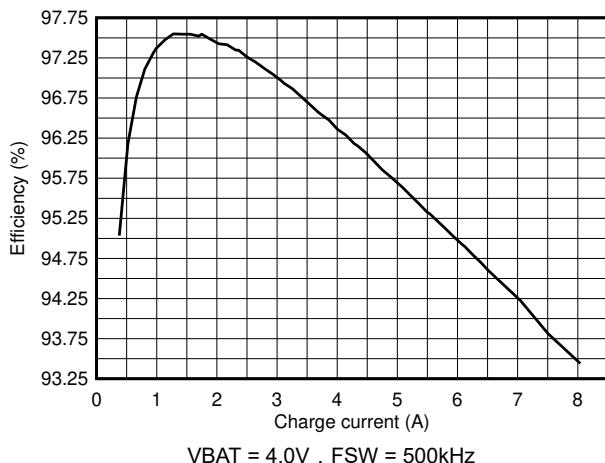


图 7-1. 电池充电效率与充电电流间的关系，每相  $1 \times 22 \mu\text{F}$  CFLY 开关频率

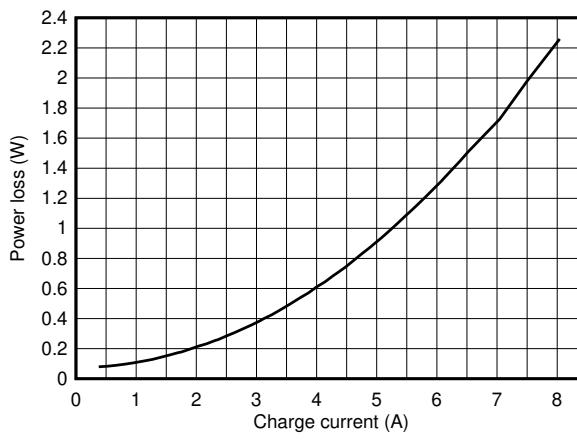


图 7-2. 电池充电功耗与充电电流间的关系，每相  $1 \times 22 \mu\text{F}$  CFLY 开关频率

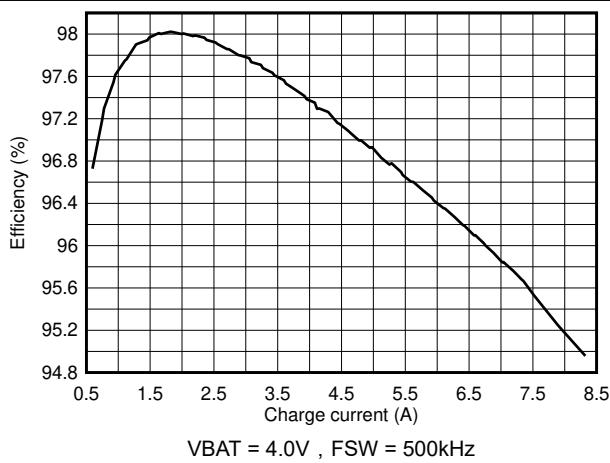


图 7-3. 电池充电效率与充电电流间的关系，每相  $2 \times 22 \mu\text{F}$  CFLY

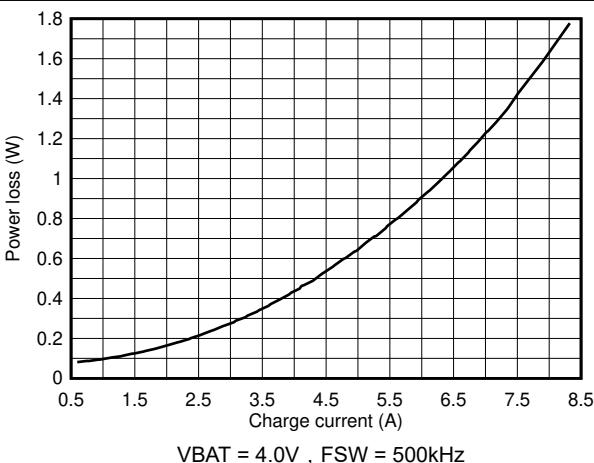


图 7-4. 电池充电功耗与充电电流间的关系，每相  $2 \times 22 \mu\text{F}$  CFLY

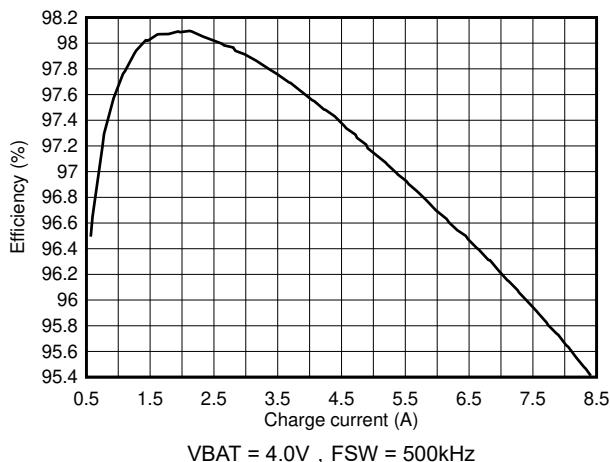


图 7-5. 电池充电效率与充电电流间的关系，每相  $3 \times 22 \mu\text{F}$  CFLY

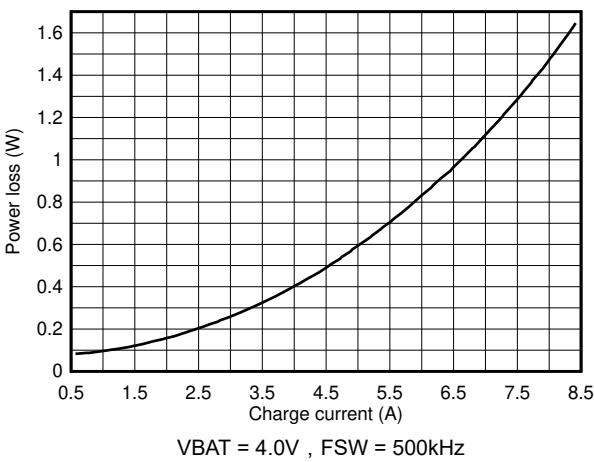


图 7-6. 电池充电功耗与充电电流间的关系，每相  $3 \times 22 \mu\text{F}$  CFLY

## 8 详细说明

### 8.1 概述

BQ25960H 是一款峰值效率为 98.1% 的 8A 电池充电解决方案，采用开关电容架构，适用于 1 节锂离子电池。此架构允许电缆电流为充电电流的一半，从而减少电缆功率损耗并限制温度上升。两相结构可提高充电效率并降低输入和输出电容要求。当与 BQ2561x 或 BQ2589x 等主充电器一起使用时，系统可在恒定电流 (CC) 和恒定电压 (CV) 模式下，以低功耗实现从涓流充电到充电终止的完整充电周期。

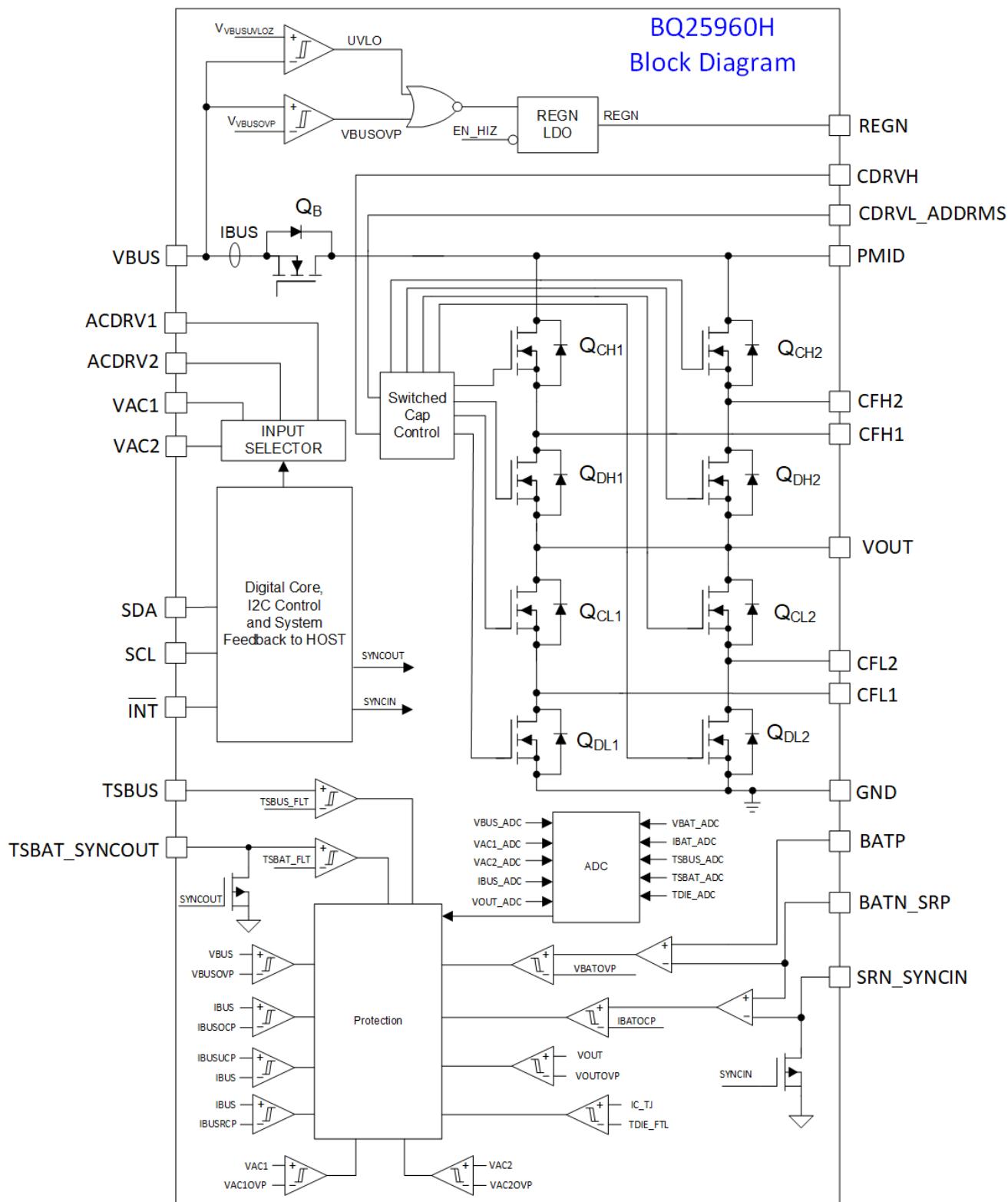
该器件还以旁路模式运行，通过 QB，以及将 QCH1 和 QDH1 与 QCH2 和 QDH2 并联来直接从 VBUS 为电池充电。对于 5A 充电电流，旁路模式下的阻抗限制为  $21\text{m}\Omega$ 。

该器件支持双输入电源路径管理，可管理来自两个不同输入源的电源。输入选择由主机通过 I<sup>2</sup>C 来控制，默认源 1 作为主输入，源 2 作为辅助源。

该器件集成了确保安全充电所需的所有保护特性，包括输入过压和过流保护、输出过压和过流保护、电池和电缆温度检测，以及内核温度监测。

该器件包含一个 16 位 ADC，用于通过智能壁式适配器、无线输入或移动电源，提供总线电压、总线电流、输出电压、电池电压、电池电流、输入连接器温度、电池温度、结温，以及管理电池充电所需的其他计算测量。

## 8.2 功能方框图



## 8.3 特性说明

### 8.3.1 充电系统

BQ25960H 是一款单节电池高效开关电容充电器，与开关模式充电器并联使用。在启用 BQ25960H 之前，主机必须在 BQ25960H 上设置保护和警报。主机必须监控 BQ25960H 生成的警报，并与智能适配器通信以控制输送到充电器的电流。

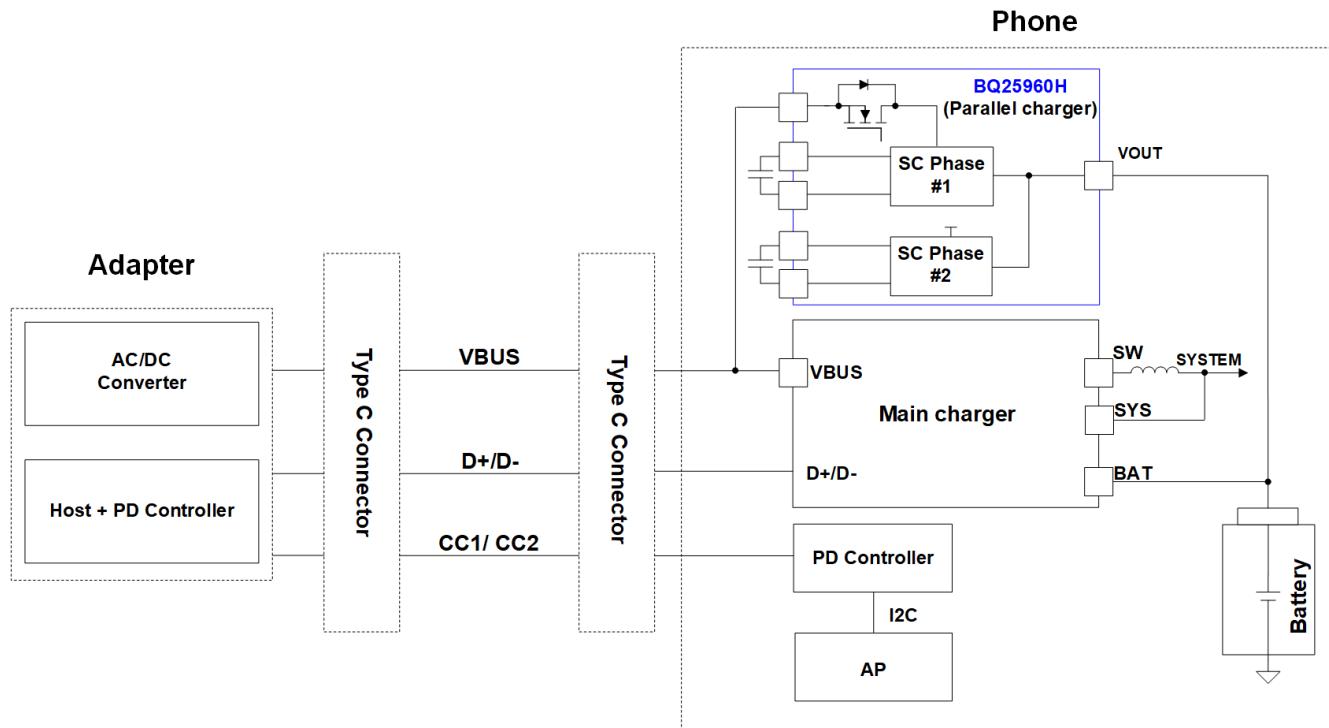


图 8-1. BQ25960H 系统图

### 8.3.2 电池充电曲线

由于开关电容架构，该系统将具有独特的特定电池充电曲线。充电将由主充电器（例如 BQ2561x 或 BQ2589x）控制，直到系统电压达到最小系统调节电压  $V_{SYSMIN}$ 。电池电压达到  $V_{SYSMIN}$  (3.5V) 后，适配器即可协商更高的总线电压，启用 BQ25960H 充电，并调节 VBUS 上的电流为电池充电。在 CC 阶段，BQ25960H 中的保护不会调节电池电压，但会向系统提供反馈，以根据需要增加和减少电流，并在超过此电压时禁用阻断和开关 FET。达到 CV 点后，BQ25960H 将向适配器提供反馈以减少电流，从而有效地逐渐减小电流，直到主充电器再次接管为止。只要输入电流高于 BUSUCP 阈值，BQ25960H 就可以工作。

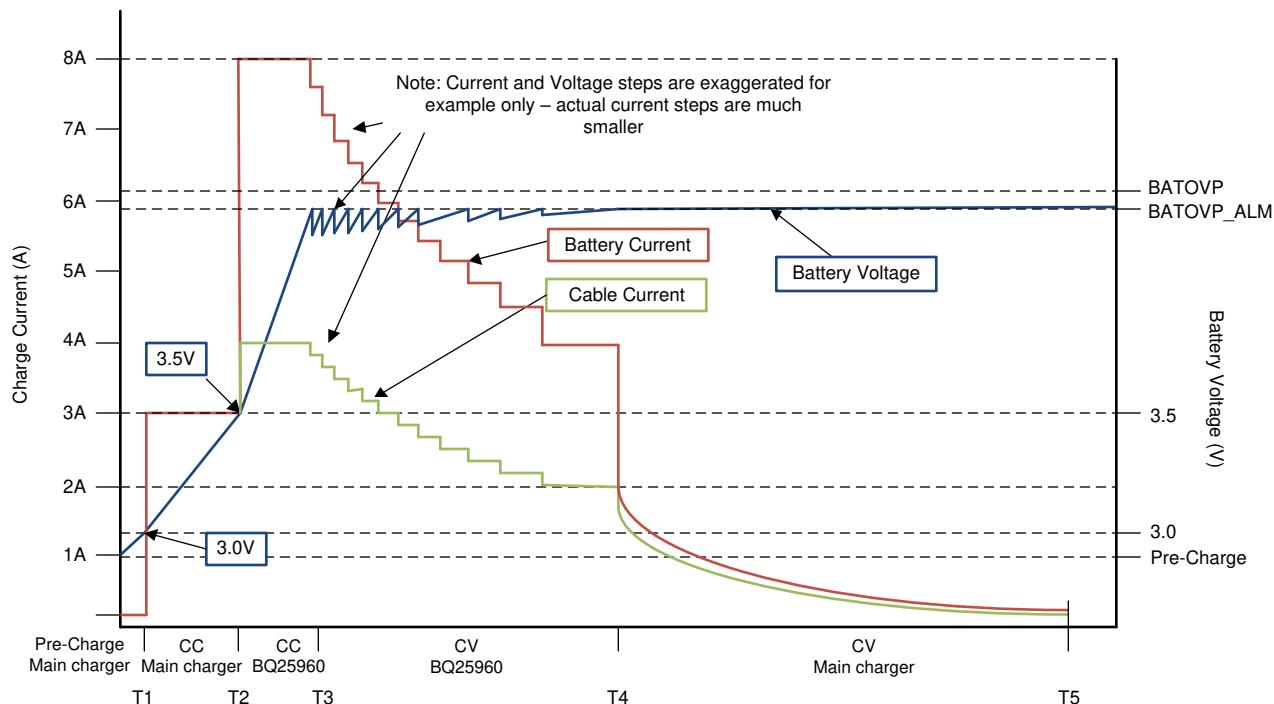


图 8-2. BQ25960H 系统充电曲线

### 8.3.3 器件加电

该器件由 VAC1 或 VAC2 (VAC1 为主要输入)、VBUS 或 VOUT (电池) 中的较高者供电。电压必须大于  $V_{VACUVLOZ}$ 、 $V_{VBUSUVLOZ}$  或  $V_{VOUTUVLOZ}$  阈值才为有效电源。当 VAC1 或 VAC2 上升至  $V_{VACUVLOZ}$  以上，或 VBUS 上升至  $V_{VBUSUVLOZ}$  以上，或 VOUT 上升至  $V_{VOUTUVLOZ}$  以上时，I<sup>2</sup>C 接口已准备好进行通信，所有寄存器均复位为默认值。主机需要等待 VBUSPRESENT\_STAT 和 VOUTPRESENT\_STAT 升高，然后再设置 CHG\_EN =1 并开始充电。

### 8.3.4 器件高阻态

当 EN\_HIZ 位设置为“1”时，器件进入高阻态模式。当器件处于高阻态模式时，即使在有适配器且无故障条件时，转换器也会停止开关，ADC 停止转换，ACDRV 会关闭，并且 REGN LDO 也会被强制关闭。当主机或器件 POR 将 EN\_HIZ 设置为“0”时，器件会退出高阻态模式。

故障条件强制转换器停止开关并将 CHG\_EN 位清零，但保持 REGN 开启以及 EN\_HIZ 位 = 0。有关更多详细信息，请参阅“器件保护”部分。

### 8.3.5 双输入双向电源路径管理

该器件有两个 ACDRV 引脚来驱动两组 N 沟道 ACFET-RBFET，它们选择和管理来自两个不同输入源的输入电源。单个 GaN FET 可用于替代 ACFET-RBFET 组合，并且将被视为与 ACFET-RBFET 组合相同。在 POR 时序中，器件根据 ACDRV 引脚是否短接至地来检测是否已组装保护 FET，然后更新状态寄存器 ACRB1\_CONFIG\_STAT 或 ACRB2\_CONFIG\_STAT 以指示存在交流保护 FET。如果原理图中未组装外部 ACFET-RBFET 或 GaN FET，则将 VAC 连接到 VBUS，并将 ACDRV 连接到 GND。此支器件持：

1. 没有外部 FET 的单输入
2. 具有一个 ACFET 的单输入
3. 具有一组 ACFET-RBFET 的双输入
4. 具有两组 ACFET-RBFET 的双输入

下面详细介绍了不同应用的上电序列。

### 8.3.5.1 ACDRV 开启条件

ACDRV 控制 BQ25960H 和主充电器的输入电源多路复用器。要开启 ACDRV，必须满足以下三个条件：

1. 组装相应的 AC-RB FET : VAC 未短接至 VBUS 且 ACDRV 未短接至地
2. VAC 高于  $V_{VACpresent}$  阈值
3. VAC 低于  $V_{VACOVP}$  阈值
4. DIS\_ACDRV\_BOTH 未设置为“1”
5. EN\_HIZ 未设置为“1”
6. VBUS 低于  $V_{VBUSpresent}$  阈值

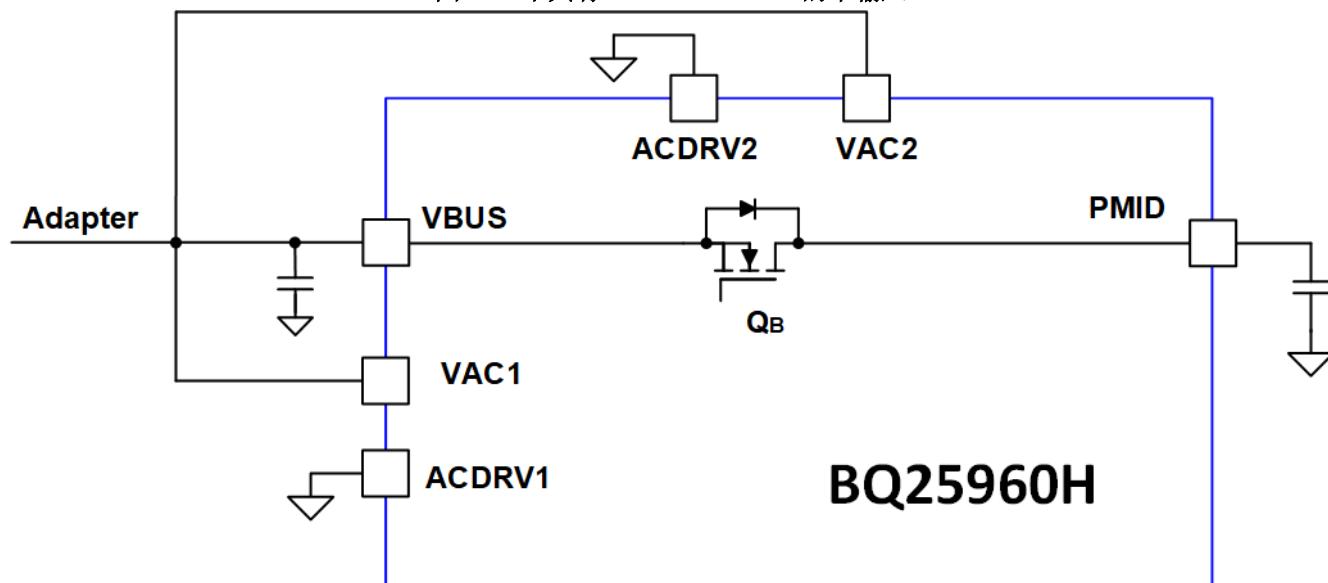
### 8.3.5.2 不具有 ACFET-RBFET 的从 VAC 到 VBUS 的单输入

在这种情况下，VAC1 和 VAC2 均短接至 VBUS，ACDRV1 和 ACDRV2 下拉至接地。下表总结了 VAC1/VAC2、ACDRV1/ACDRV2 连接、寄存器控制和状态功能。

表 8-1. 不具有外部 FET 的单输入总结

输入配置	单输入
外部 FET 连接	无外部 FET
输入引脚连接	VAC1 和 VAC2 短接至 VBUS
ACDRV 引脚连接	ACDRV1 和 ACDRV2 短接至地
ACDRV1_STAT	0
ACDRV2_STAT	0
DIS_ACDRV_BOTH	1
ACRB1_CONFIG_STAT	0
ACRB2_CONFIG_STAT	0
EN_HIZ	对 ACDRV 没有影响

图 8-3. 不具有 ACFET-RBFET 的单输入



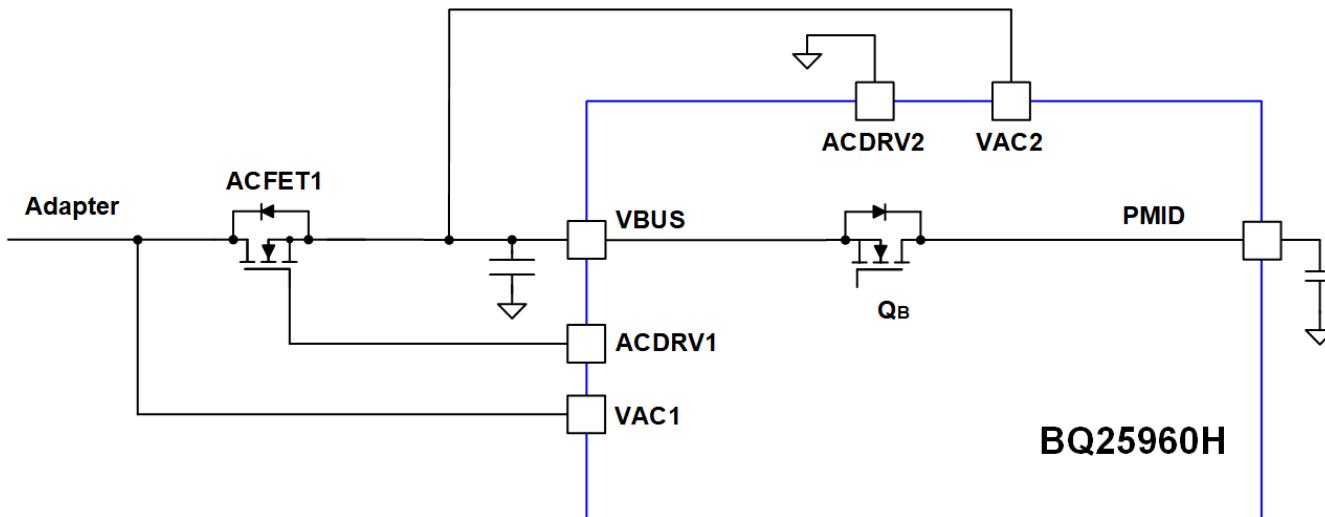
### 8.3.5.3 具有 ACFET1 的单输入

在这种情况下，会组装不带 RBFET1 的 ACFET1，但不会组装 ACFET2-RBFET2。VAC2 短接至 VBUS，ACDRV2 被下拉至接地。下表总结了 VAC1/VAC2、ACDRV1/ACDRV2 连接、寄存器控制和状态功能。使用 VAC1 进行单输入配置。

表 8-2. 具有单 ACFET1 的单输入

输入配置	单输入
外部 FET 连接	ACFET1，无 ACFET2-RBFET2
输入引脚连接	VAC1 连接到输入源 VAC2 短接至 VBUS
ACDRV 引脚连接	ACDRV1 有效 ACDRV2 接地
ACDRV1_STAT	1 : ACDRV1 开启 0 : ACDRV1 关闭
ACDRV2_STAT	0
DIS_ACDRV_BOTH	0 : 如果满足 ACDRV 开启的条件，则允许 ACDRV1 开启。 1 : 强制 ACDRV1 关闭
ACRB1_CONFIG_STAT	1
ACRB2_CONFIG_STAT	0
EN_HIZ	0 : 如果满足 ACDRV 开启的条件，则允许 ACDRV1 开启。 1 : 强制 ACDRV1 关闭

图 8-4. 具有 ACFET 的单输入



#### 8.3.5.4 具有 ACFET1-RBFET1 的双输入

在这种情况下，会组装 ACFET1-RBFET1，但不会组装 ACFET2-RBFET2。VAC2 短接至 VBUS，ACDRV2 被下拉至接地。下表总结了连接、寄存器控制和状态功能。将 VAC1 用于适配器输入，将 VBUS 用于无线输入。

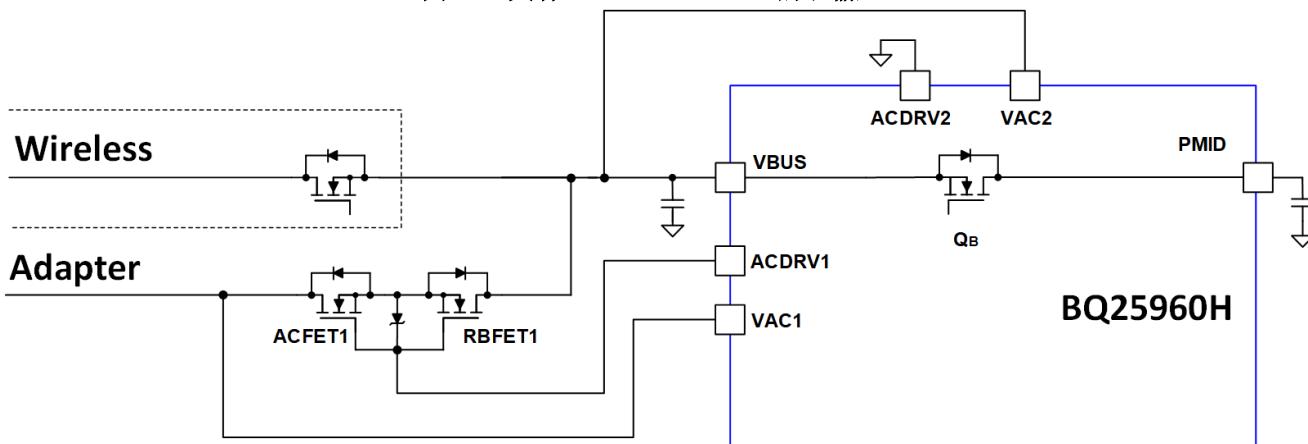
表 8-3. 具有 ACFET1-RBFET1 的双输入

输入配置	双输入
外部 FET 连接	ACFET1-RBFET1, ACFET2-RBFET2
输入引脚连接	VAC1 连接到输入源 1 VAC2 短接至 VBUS
ACDRV 引脚连接	ACDRV1 有效 ACDRV2 短接至地
ACDRV1_STAT	0 : ACDRV1 关闭 1 : ACDRV1 开启
ACDRV2_STAT	0

表 8-3. 具有 ACFET1-RBFET1 的双输入 (续)

输入配置	双输入
DIS_ACDRV_BOTH	0：如果满足 ACDRV 开启的其他条件，则允许 ACDRV1 开启 1：强制 ACDRV1 关闭
ACRB1_CONFIG_STAT	1
ACRB2_CONFIG_STAT	0
EN_HIZ	0：如果满足 ACDRV 开启的其他条件，则允许 ACDRV1 开启 1：强制 ACDRV1 关闭

图 8-5. 具有 ACFET1-RBFET1 的双输入



### 8.3.5.5 具有 ACFET1-RBFET1 和 ACFET2-RBFET2 的双输入

在这种情况下，已组装 ACFET1-RBFET1 和 ACFET2-RBFET2，并且器件支持双输入。下表总结了连接、寄存器控制和状态功能。将具有高 OVP 阀值的输入连接至 VAC1。

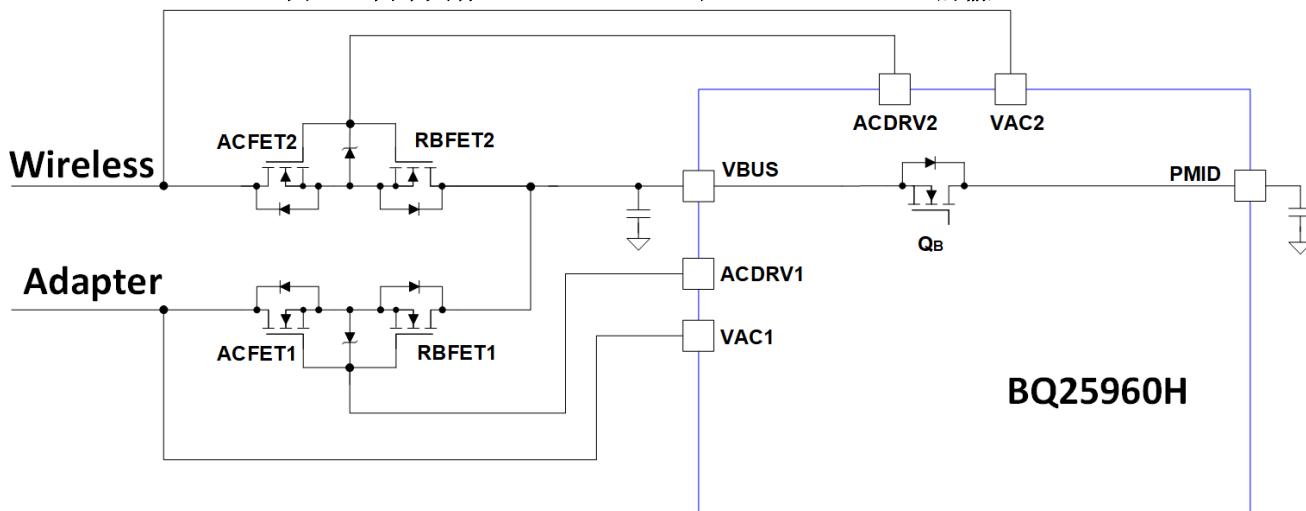
表 8-4. 具有 ACFET1-RBFET1 和 ACFET2-RBFET2 的双输入摘要

输入配置	双输入
外部 FET 连接	ACFET1-RBFET1、ACFET1-RBFET2
输入引脚连接	VAC1 连接到输入源 1 VAC2 连接到输入源 2 <b>不允许输入源连接到 VBUS</b>
ACDRV 引脚连接	ACDRV1 和 ACDRV2 处于活动状态
ACDRV1_STAT	0 : ACDRV1 关闭 1 : ACDRV1 开启 器件采用具有 ACFET1-RBFET1 和 ACFET2-RBFET2 的双输入配置时，如果 VAC1 和 VAC2 都有效，主机可以使用该位在 VAC1 和 VAC2 之间交换输入。
ACDRV2_STAT	0 : ACDRV2 关闭 1 : ACDRV2 开启 器件采用具有 ACFET1-RBFET1 和 ACFET2-RBFET2 的双输入配置时，如果 VAC1 和 VAC2 都有效，主机可以使用该位在 VAC1 和 VAC2 之间交换输入。
DIS_ACDRV_BOTH	0 : 允许 ACDRV 开启。默认情况下，如果满足 ACDRV 开启条件，即 ACDRV1_STAT=1 且 ACDRV2_STAT=0，则开启 ACDRV1。在 On-The-GO (OTG) 或反向 TX 模式下，请参阅“OTG 和反向 TX 模式操作”部分，以了解开启优先级。 1 : 强制关闭两个 ACDRV，ACDRV1_STAT 和 ACDRV2_STAT 都变为 0。
ACRB1_CONFIG_STAT	1

表 8-4. 具有 ACFET1-RBFET1 和 ACFET2-RBFET2 的双输入摘要 (续)

输入配置	双输入
ACRB2_CONFIG_STAT	1
EN_HIZ	0 : 如果满足 ACDRV 开启的条件，则允许为存在 VAC 的端口开启 ACDRV。 ACDRV1 开启，因为当 VAC1 和 VAC2 都存在并且满足开启条件时，VAC1 是主要输入源。 1 : 关闭两个 ACDRV

图 8-6. 两个具有 ACFET-RBFET1 和 ACFET-RBFET2 的输入



### 8.3.5.6 OTG 和反向 TX 模式运行

当主充电器处于 OTG 或反向 TX 模式时，输入电源多路复用器 (ACFET-RBFET) 还可控制 OTG 输出所需的端口。

要进入 OTG 或反向 TX 模式，主机应遵循以下步骤：

1. 主机写入 EN\_OTG =1
2. BQ25960H 设置 DIS\_ACDRV\_BOTH =1
3. 主机写入 DIS\_ACDRV\_BOTH=0，然后写入 ACDRV1\_STAT=1 或 ACDRV2\_STAT=1，具体取决于 OTG 或 反向 TX 输出所需的端口
4. 主机在主充电器上启用 OTG 模式
5. 如果发生 VBUSOVP 或 VACOVP 故障，ACDRV 将被禁用，但 EN\_OTG 仍为“1”。当故障被清除时，主机需要将 ACDRV1\_STAT 写为高电平或将 ACDRV2\_STAT 写为高电平。在 OTG 模式下将 VAC1OVP 和 VAC2OVP 设置为相同阈值
6. 当看门狗计时器过期时，EN\_OTG 被清零

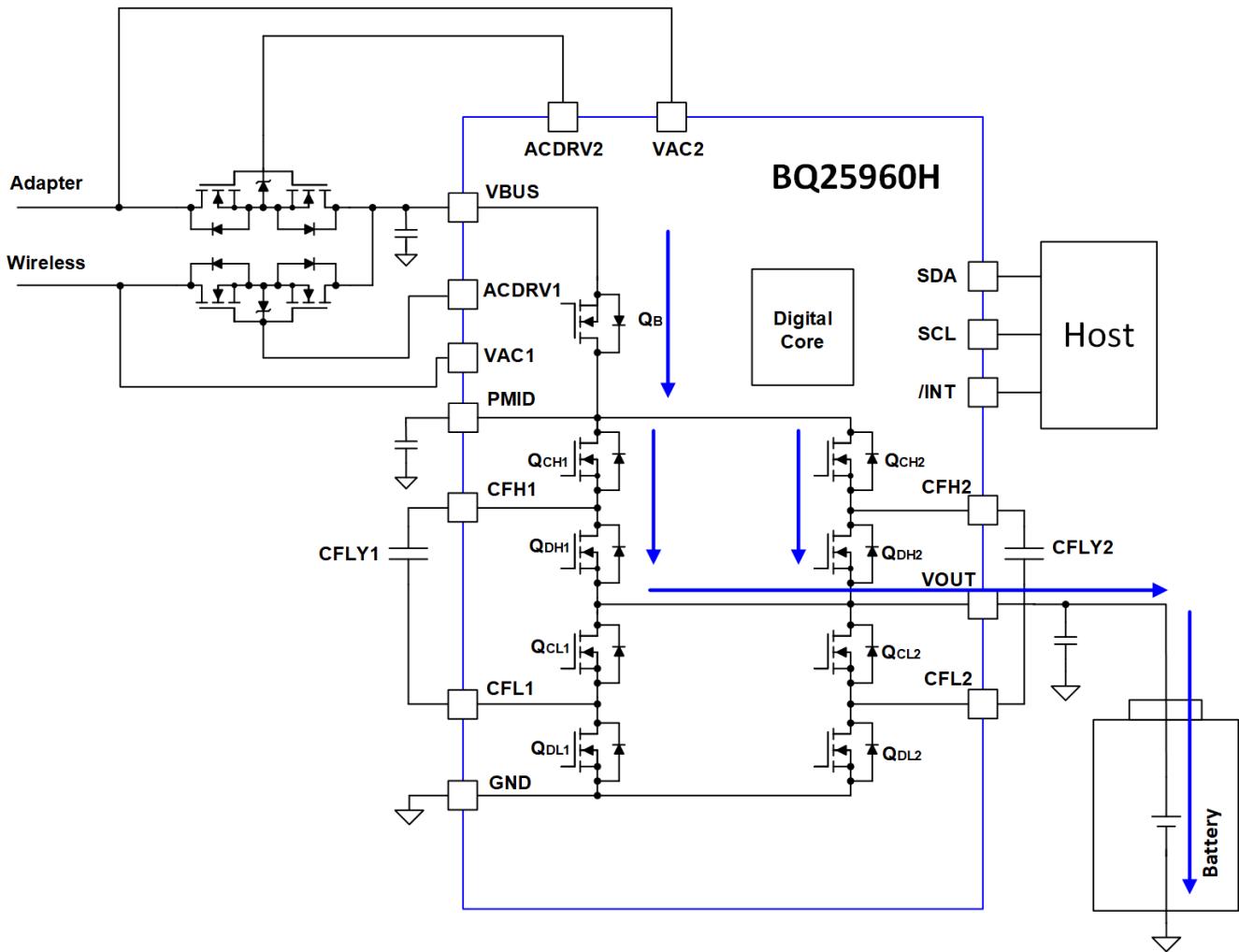
要退出 OTG 或反向 TX 模式，主机应遵循以下步骤：

1. 关闭主 OTG 或反向 TX 源
2. 通过设置 BUS\_PD\_EN=1 开启 VBUS 下拉电阻 ( $R_{VBUS\_PD}$ )，或者通过设置 VAC VAC1\_PD\_EN=1 或 VAC2\_PD\_EN=1 开启下拉电阻  $R_{VAC\_PD}$ ，具体取决于要放电的端口。
3. 等待 VBUS 和 VAC 放电
4. 通过设置 ACDRV1\_STAT=0 或 ACDRV2\_STAT=0 关闭 ACDRV
5. 通过设置 EN\_OTG=0 退出 OTG 模式

### 8.3.6 旁路模式运行

当主机确定适配器支持旁路模式充电时，器件可以通过设置 `EN_BYPASS=1` 来启用旁路模式。阻断 FET ( $Q_B$ ) 和四个高侧开关 FET (  $Q_{CH1}$  和  $Q_{DH1}/Q_{CH2}$  和  $Q_{DH2}$  ) 导通，便通过适配器为电池充电。在旁路模式下，当故障发生时，`CHG_EN` 被清零，但 `EN_BYPASS` 仍为“1”。

图 8-7. BQ25960H 旁路模式



要从旁路模式更改为开关电容模式，或从开关电容模式更改为旁路模式，主机将首先设置 `CHG_EN=0` 以停止转换器，然后将 `EN_BYPASS` 设置为所需的值。主机根据所选的运行模式设置所需的保护阈值，然后通过设置 `CHG_EN=1` 来启用充电。

### 8.3.7 充电启动

主机可以按照以下步骤启动开关电容模式或旁路模式充电：

1. 需要同时存在 `VBUS` 和 `VOUT`。主机可以通过 `VBUSPRESENT_STAT` (REG15[2]) 和 `VOUTPRESENT_STAT` (REG15[5]) 检查此状态。两者都需要为“1”。
2. 主机将所有保护设置为所需的阈值。请参阅 [器件模式和保护状态](#) 部分以查看相关设置。
3. 主机根据适配器类型通过 `EN_BYPASS` 位 (REG0F[3]) 设置开关电容模式或旁路模式。
4. 主机通过 `FSW_SET [2:0]` 位 (REG10[7:5]) 设置开关电容模式下所需的开关频率。
5. 主机通过 `BUSUCP` 位 (REG05[6])=1 将总线欠流保护 (BUSUCP) 设置为 250mA
6. 主机设置充电器配置位：`CHG_CONFIG_1` (REG05[3])=1。

7. 主机可以通过设置 CHG\_EN=1 来启用充电。
8. 启用充电后，CONV\_ACTIVE\_STAT 位设置为“1”，以指示开关电容或旁路处于活动状态，并且电流开始流向电池。
9. 看门狗计时器到期时，CHG\_EN 复位为“0”并且充电停止。主机需要在看门狗过期之前读取或写入任何寄存器位，或者禁用看门狗计时器（设置 REG10[2]=1）以防止看门狗计时器过期。

### 8.3.8 移除适配器

如果在软启动计时器期间移除适配器，则在软启动计时器到期后，CHG\_EN 将被清零。用户可以对 SS\_TIMEOUT 寄存器中的软启动计时器进行编程。如果在软启动计时器到期后移除适配器，转换器将停止开关，并在 IBUSUCP\_FALL\_DG\_SEL 寄存器中编程的抗尖峰脉冲时间后，将 CHG\_EN 清零。该器件可防止在软启动计时器期间和之后移除适配器时升压回流。为了在适配器移除后加速 VBUS 或 VAC 放电，用户可以通过将 BUS\_PD\_EN、VAC1\_PD\_EN 或 VAC2\_PD\_EN 设置为“1”，打开 VBUS 下拉电阻 ( $R_{VBUS\_PD}$ ) 和 VAC 下拉电流电阻 ( $R_{VAC\_PD}$ )。

### 8.3.9 用于监控和智能适配器反馈的集成 16 位 ADC

该器件的集成式 16 位 ADC 允许用户获取关键系统信息，从而优化充电器控制行为。可通过 ADC 控制寄存器来控制 ADC。ADC\_EN 位可用于启用和禁用 ADC 以节省功耗。ADC\_RATE 位可控制连续转换或单次转换行为。ADC\_AVG 位可启用或禁用（默认设置）均值计算。ADC\_AVG\_INIT 使用现有（默认值）或新的 ADC 值开始计算平均值。

要启用 ADC，必须将 ADC\_EN 位设置为“1”。如果  $V_{VAC} > V_{VACPRESENT}$ 、 $V_{VBUS} > V_{VBUSPRESENT}$  或  $V_{VOUT} > V_{VOUTPRESENT}$  有效，则允许 ADC 运行。如果在 VAC、VBUS 或 VOUT 达到各自的 PRESENT 阈值之前将 ADC\_EN 设置为“1”，则 ADC 转换将被推迟，直到其中一个电源达到阈值。

ADC\_SAMPLE 位控制 ADC 的采样速度，转换时间为  $t_{ADC\_CONV}$ 。集成 ADC 有两种速率转换选项：单次转换模式和连续转换模式，由 ADC\_RATE 位设置。默认情况下，除非在 ADC CONTROL 1 和 ADC\_CONTROL 2 寄存器中禁用，否则所有 ADC 参数都将以单次转换模式或连续转换模式进行转换。如果通过在 ADC CONTROL 1 和 ADC\_CONTROL 2 寄存器中设置相应的位禁用了某个 ADC 参数，则该寄存器中的值将是最后一次有效 ADC 转换后的值或是默认的 POR 值（如果没有发生任何转换，则为全零）。如果在 ADC 测量周期中间禁用某个 ADC 参数，则器件会完成该参数的转换，但不会在下一个转换周期开始时转换该参数。即使在禁用所有 ADC 测量参数时不发生任何转换，只要 ADC CONTROL 1 和 ADC\_CONTROL 2 寄存器中的一个位被设置为“0”，ADC 电路就会处于活动状态并准备好开始转换。

仅在单次转换模式下完成转换时，ADC\_DONE\_\* 位才发出信号。在连续转换模式期间，ADC\_DONE\_\* 位没有任何意义且保持为“0”。

无论器件中是否存在故障，都会运行 ADC 转换。即使发生故障（例如导致功率级禁用的故障），ADC 转换也会继续，主机必须设置 ADC\_EN = “0”以禁用 ADC。ADC 读数仅对直流状态有效，对瞬态无效。当主机写入 ADC\_EN=0 时，ADC 立即停止。如果主机需要更平稳地退出 ADC，则可以执行以下任一操作：

1. 向 ADC\_RATE 写入单次转换，ADC 将在一个完整的转换周期结束时停止，或者
2. 将所有 DIS 位写入低电平，ADC 将在电流测量结束时停止。

放置外部检测电阻 (RSNS) 并使用 IBATADC 时，建议使用 375kHz 开关频率。

### 8.3.10 器件模式和保护状态

表 8-5 根据器件的条件显示了器件的特性和模式。

表 8-5. 器件模式和保护状态

可用功能	状态			
	不存在仅电池供电 VAC1/ VAC2/VBUS	输入存在	输入存在	输入存在
		充电已禁用	软启动计时器期间	软启动计时器之后
允许 I <sup>2</sup> C	X	X	X	X
ADC	X	X	X	X
ACDRV 棚极驱动		X	X	X
VACOVP		X	X	X
TDIE_ALM		X	X	X
TDIE_TFL		X	X	X
BUSOVP_ALM			X	X
BUSOCP_ALM			X	X
BATOVP_ALM			X	X
BATOCP_ALM			X	X
BATUCP_ALM			X	X
VOUTOVP		X	X	X
TSBUS_FLT		X	X	X
TSBAT_FLT		X	X	X
BUSOVP		X	X	X
BATOVP		X	X	X
BATOCP			X	X
BUSOCP			X	X
BUSUCP				X
BUSRCP			X	X

触发任何这些保护都会导致 Q<sub>B</sub> 关闭，以及转换器停止开关。屏蔽故障或警报不会禁用保护，只会阻止事件触发 INT。禁用除 BUSUCP 之外的故障或警报保护可以使 STAT 和 FLAG 位复位，还可以防止发生中断。禁用 BUSUCP 保护仍会设置 STAT 和 FLAT 位，并发送中断以向主机发出警告，但在触发时会保持转换器运行。

当触发任何 OVP、OCP、RCP 或过热故障事件时，CHG\_EN 位均设置为“0”以禁用充电，必须遵循充电启动序列才能再次开始充电。

### 8.3.10.1 输入过压、过流、欠流、反向电流和短路保护

**通过外部单个或背对背 N 沟道 FET 实现输入过压保护：**该器件集成了输入过压保护器的功能。通过外部单个或背对背 N 沟道 FET，该器件可阻止超过 VACOVP 阈值（VAC1OVP 或 VAC2OVP）的高输入电压。这样就不需要使用单独的 OVP 器件来保护整个系统。集成 VACOVP 功能的响应时间为 t<sub>VACOVP</sub>（关闭外部 FET 的实际时间会更长，具体取决于 FET 棚极电容）。可在 VAC 控制寄存器中调整 VAC1OVP 和 VAC2OVP 设置。该器件允许用户拥有不同的 VAC1OVP 和 VAC2OVP 设置。始终对 VAC1 提供高 VACOVP 阈值输入。

当 VAC1OVP 或 VAC2OVP 被触发时，相应的 ACDRV 被关闭，VAC1OVP\_STAT 或 VAC2OVP\_STAT 和 VAC1OVP\_FLAG 或 VAC2OVP\_FLAG 设置为“1”，并且 INT 置为低电平有效，用于向主机发出警报（除非被 VAC1OVP\_MASK 或 VAC2OVP\_MASK 屏蔽）。当 VAC2OVP 被触发时，如果故障仍然存在，器件会发送多个中断。除非同时需要 VAC1 和 VAC2，否则将 VAC1 用作输入。

**输入过压保护 (BUSOVP)：**可在 BUSOVP 寄存器中调整 BUSOVP 阈值。当 BUSOVP 被触发时，开关电容模式或旁路模式被禁用，并且 CHG\_EN 设置为“0”。BUSOVP\_STAT 和 BUSOVP\_FLAG 设置为“1”，并且 INT 置为低电平有效，用于向主机发出警报（除非被 BUSOVP\_MASK 屏蔽）。必须遵循启动序列才能恢复充电。

**输入过流保护 (BUSOCP)**：输入过流保护可监测流入 VBUS 的电流。可在 BUSOCP 寄存器中调节过流保护阈值。当 BUSOCP 被触发时，开关电容模式或旁路模式被禁用，并且 CHG\_EN 设置为“0”。BUSOCP\_STAT 和 BUSOCP\_FLAG 设置为“1”，并且 INT 置为低电平有效，用于向主机发出警报（除非被 BUSOCP\_MASK 屏蔽）。必须遵循启动序列才能恢复充电。

**输入欠流保护 (BUSUCP)**：实施总线欠流保护 (UCP) 以检测适配器拔出。在启用充电之前设置 BUSUCP =1 (REG05[6])。启用 BUSUCP 时 (BUSUCP\_DIS=0)，如果软启动计时器（可在 SS\_TIMEOUT[2:0] 中编程）到期后电流低于 BUSUCP，则禁用开关电容模式或旁路模式，并且 CHG\_EN 设置为“0”。BUSUCP\_STAT 和 BUSUCP\_FLAG 设置为“1”，并且 INT 置为低电平有效，用于向主机发出警报（除非被 BUSUCP\_MASK 屏蔽）。必须遵循启动序列才能恢复充电。可在 IBUSUCP\_FALL\_DG\_SET[1:0] 寄存器中对 BUSUCP 的抗尖峰脉冲时间进行编程。请注意，需要将 BUSUCP 抗尖峰脉冲时间设置为短于软启动计时器时间 BUSUCP 才能生效。

禁用 BUSUCP 时 (BUSUCP\_DIS=1)，如果软启动计时器过期后电流低于 BUSUCP，则 CHG\_EN 不设置为“0”，BUSUCP\_STAT 和 BUSUCP\_FLAG 设置为“1”，并且 INT 置为低电平以向主机发出警报（除非被 BUSUCP\_MASK 屏蔽）。主机可以确定在这种情况下是否需要停止充电。

**输入反向电流保护 (BUSRCP)**：该器件可监测从 VBUS 到 VBAT 的电流，以确保没有反向电流（从 VBAT 到 VBUS 的电流）。如果在 BUSRCP\_DIS 设置为“0”时检测到反向电流，则开关电容或旁路将被禁用，并且 CHG\_EN 将设置为“0”。必须遵循启动序列才能恢复充电。要禁用 BUSRCP，请将 REG05[1:0] 设置为“00”，然后设置 BUSRCP\_DIS=1。

当转换器开关且 BUSRCP\_DIS 设置为“0”时，RCP 始终处于活动状态。当 RCP 被触发时，BUSRCP\_STAT 和 BUSRCP\_FLAG 设置为“1”，并且 INT 置为低电平有效，用于向主机发出警报（除非被 BUSRCP\_MASK 屏蔽）。

**输入过压和过流保护警报 (BUSOVP\_ALM 和 BUSOCP\_ALM)**：除了输入过压和过流保护之外，器件还集成了警报功能 BUSOVP\_ALM 和 BUSOCP\_ALM。当触发警报时，相应的 STAT 和 FLAG 位被设置为“1”，并且 INT 置为低电平有效，用于向主机发出警报（除非被 MASK 位屏蔽）。但是，CHG\_EN 不会被清零，并且主机可以减小输入电压或输入电流，用于防止 VBUS 达到 VBUSOVP 阈值或 IBUS 达到 IBUSOCP 阈值。

**VBUS\_ERRHI**：该器件会监控 VBUS 与 VOUT 的电压比。VBUS/VOUT 大于 V<sub>BUS\_ERRHI\_RISING</sub> 阈值时，转换器不会开关，但 CHG\_EN 仍为“1”。当 VBUS/VOUT 降至 V<sub>BUS\_ERRHI\_FALLING</sub> 阈值以下时，转换器自动开始开关。

### 8.3.10.2 电池过压和过流保护

**BATOVP 和 BATOVP\_ALM**：该器件集成了对电池的过流和过压保护。该器件监控 BATP 和 BATN\_SR<sub>P</sub> 上的电池电压。为了降低制造过程中电池端子短路的可能性，需要在 BATP 上串联  $100\Omega$  电阻。如果不使用外部检测电阻，还要在 BATN 上串联  $100\Omega$  电阻。此器件可在由 BATOVP 和 BATOVP\_ALM 构成的窗口内工作。达到 BATOVP\_ALM 时，主机会收到中断，减少充电电流，从而不会达到 BATOVP 阈值。如果达到 BATOVP，开关电容或旁路会被禁用，CHG\_EN 被设置为“0”，必须遵循启动序列才能恢复充电。同时，BATOVP\_STAT 和 BATOVP\_FLAG 会设置为“1”，INT 置为低电平有效，用于向主机发出警报（除非被 BATOVP\_MASK 屏蔽）。当 BATOVP\_DIS 和 BATOVP\_ALM\_DIS 设置为“1”时，BATOVP 和 BATOVP\_ALM 被禁用。

**BATOCP 和 BATOCP\_ALM**：该器件通过监控外部串联电池检测电阻两端的电压来监控流经电池的电流。该检测电阻的电压差是在 BATN\_SR<sub>P</sub> 和 SRN\_SYNCIN 上测量的。此器件可在由 BATOCP 和 BATOCP\_ALM 构成的窗口内工作。达到 BATOCP\_ALM 时，主机会收到中断，以防止充电电流达到 BATOCP 阈值。如果达到 BATOCP，则在 t<sub>BATOCP</sub> 和 CHG\_EN 设置为“0”的抗尖峰脉冲时间后，开关上限或旁路将被禁用，并且必须遵循启动序列才能恢复充电。同时，BATOCP\_STAT 和 BATOCP\_FLAG 会设置为“1”，INT 置为低电平有效，用于向主机发出警报（除非被 BATOCP\_MASK 屏蔽）。当 BATOCP\_DIS 和 BATOCP\_ALM\_DIS 设置为“1”时，BATOCP 和 BATOCP\_ALM 被禁用。

**VOUTOVP**：该器件还监控 VOUT 和接地之间的输出电压，以防电池被移除，从而保护系统。如果达到 VOUTOVP 并且 VOUTOVP\_DIS=0，则开关电容或旁路被禁用，CHG\_EN 设置为“0”，必须遵循启动序列才能

恢复充电。同时，VOUTOVP\_STAT 和 VOUTOVP\_FLAG 会设置为“1”， $\overline{INT}$  置为低电平有效，用于向主机发出警报（除非被 VOUTOVP\_MASK 屏蔽）。如果 VOUTOVP\_DIS = 1，则禁用保护。

### 8.3.10.3 IC 内部热关断、TSBUS 和 TSBAT 温度监控

该器件具有三种温度检测机制，可在充电期间保护器件和系统：

1. TSBUS 用于监测电缆连接器温度
2. TSBAT 用于监测电池温度
3. TDIE 用于监测器件的内部结温

TSBUS 和 TSBAT 都依赖于一个电阻分压器，该分压器具有到 REGN 的外部上拉电压。将一个负系数热敏电阻 (NTC) 与低侧电阻并联。TSBUS 和 TSBAT 引脚上的故障在电压阈值的下降沿触发，表示温度“高”。使用 TSBUS\_FLT 和 TSBAT\_FLT 寄存器调整阈值。

TSBAT\_SYNCOUT 上的典型 TS 电阻网络如图 8-8 所示。TSBUS 上的电阻网络相同。

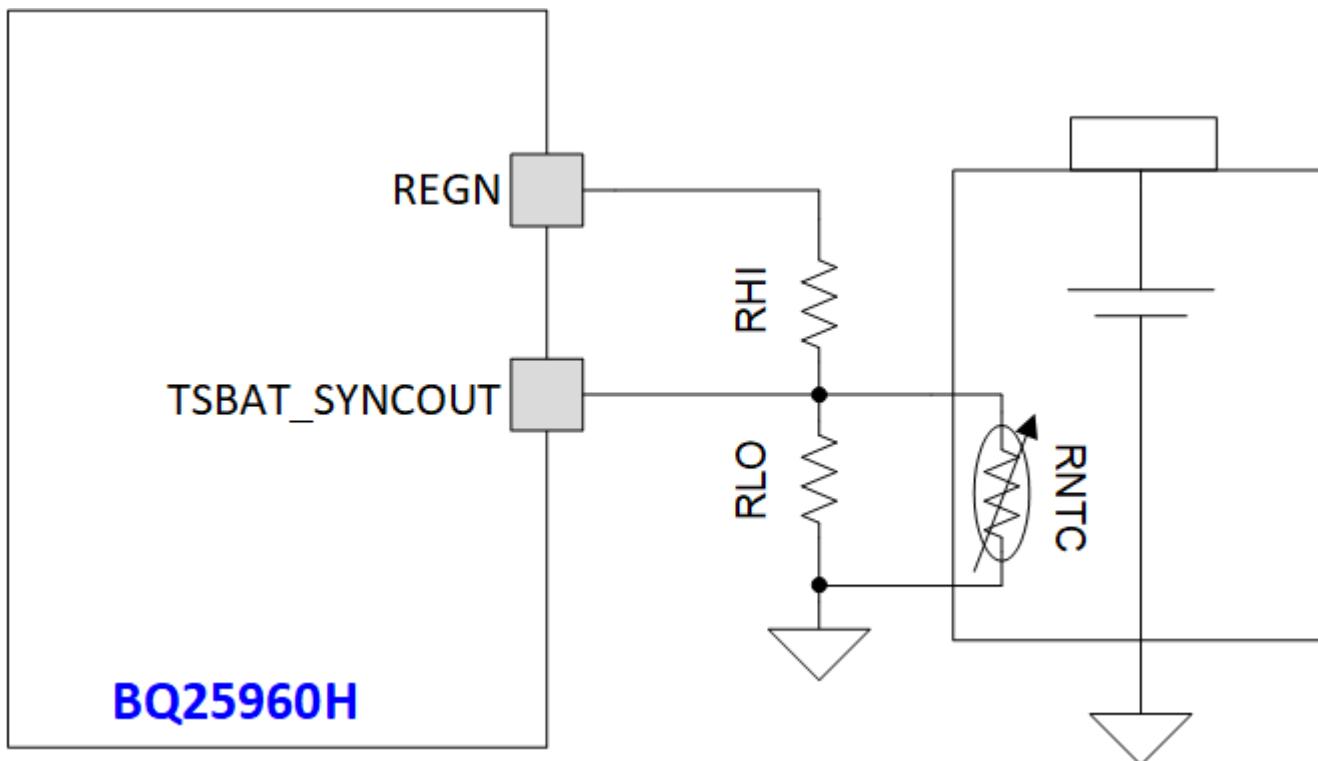


图 8-8. TSBAT\_SYNCOUT 电阻网络

应根据所使用的 NTC 选择 RLO 和 RHI 电阻。如果使用  $10\text{k}\Omega$  NTC，则为 RLO 和 RHI 使用  $10\text{k}\Omega$  电阻。如果使用  $100\text{k}\Omega$  NTC，则为 RLO 和 RHI 使用  $100\text{k}\Omega$  电阻。VTS/REGN 的比率可以为 0% 至 50%，TS 引脚上的电压由以下等式确定。

$$TSBUS \text{ or } TSBAT (V) = \frac{\frac{1}{(\frac{1}{RNTC} + \frac{1}{RLO})}}{RHI + \frac{1}{(\frac{1}{RNTC} + \frac{1}{RLO})}} \times VREGN \quad (1)$$

TS 引脚电压的百分比由以下公式确定。

$$TSBUS \text{ or } TSBAT (\%) = \frac{\frac{1}{(\frac{1}{RNTC} + \frac{1}{RLO})}}{RHI + \frac{1}{(\frac{1}{RNTC} + \frac{1}{RLO})}} \quad (2)$$

此外，该器件还可以通过 TDIE\_FLT 寄存器中的可调节阈值 TDIE\_FLT 来测量内部结温。

如果达到 TSBUS\_FLT、TSBAT\_FLT 和 TDIE\_FLT 阈值，则禁用开关电容模式或旁路模式，并将 CHG\_EN 设置为“0”，必须遵循启动序列才能恢复充电。除非被 MASK 位屏蔽，否则，相应的 STAT 和 FLAG 位被设置为“1”。如果未使用 TSBUS、TSBAT 或 TDIE 保护，可以通过将 TSBUS\_FLT\_DIS、TSBAT\_FLT\_DIS 或 TDIE\_FLT\_DIS 位设置为“1”在寄存器中禁用这些功能。

除非在满足以下条件之一时被相应的屏蔽位屏蔽，否则，TSBUS\_TSBAT\_ALM\_STAT 和 FLAG 设置为“1”：1) TSBUS 在 TSBUS\_FLT 阈值的 5% 以内，或 2) TSBAT 在 TSBAT\_FLT 以内。如果禁用 TSBUS\_FLT 或 TSBAT\_FLT，则不会触发 TSBUS\_TSBAT\_ALM 中断。使用 TDIE\_ALM 寄存器可以设置警报，以便在器件芯片温度超过阈值时通知主机。除非被 TDIE\_ALM\_MASK 位屏蔽，否则，TDIE\_ALM\_STAT 和 TDIE\_ALM\_FLAG 位设置为“1”。达到警报阈值时，器件不会自动停止开关，主机可以决定采取哪些措施来降低温度，例如减小充电电流。

### 8.3.11 $\overline{\text{INT}}$ 引脚、STAT、FLAG 和 MASK 寄存器

$\overline{\text{INT}}$  引脚是开漏引脚，需要使用上拉电阻将其上拉至某个电压。 $\overline{\text{INT}}$  通常为高电平，当器件需要向主机发出故障或状态变更警报时，会将  $t_{\overline{\text{INT}}}$  置为低电平有效。

STAT 寄存器中的字段显示器件的当前状态，并随着状态变化而更新。FLAG 寄存器中的字段指示事件已发生，在读取后该字段被清零。如果在 FLAG 寄存器被读取并清零后事件仍然存在，则不会发送另一个  $\overline{\text{INT}}$  信号来防止主机继续接收中断。MASK 寄存器中的字段允许用户禁用  $\overline{\text{INT}}$  引脚上的中断，但 STAT 寄存器和 FLAG 寄存器仍会更新，即使  $\overline{\text{INT}}$  未被拉低也是如此。

### 8.3.12 使用主要模式和辅助模式的双充电器运行

对于更高功率的系统，可以在双充电器配置中使用两个器件。与以相同的总充电电流工作的单个器件相比，这允许每个器件以更高的效率在更低的充电电流下工作。CDRVL\_ADDRMS 引脚用于在 POR 期间将器件的功能配置为独立、主要或辅助。请参阅节 8.3.13，以了解正确的设置。当配置为主要功能时，TSBAT\_SYNCOUT 引脚用作 SYNCOUT，SRN\_SYNCIN 引脚用作 SRN。当配置为辅助模式时，TSBAT\_SYNCOUT 引脚用作 TSBAT，SRN\_SYNCIN 引脚用作 SYNCIN。ACDRV1 和 ACDRV2 由主要器件控制，辅助器件上的 ACDRV1 和 ACDRV2 应接地。通过  $1\text{k}\Omega$  电阻将主要 BQ25960H 上的 SYNCIN/SYNCOUT 引脚拉至 REGN。主要模式和辅助模式下的最大开关频率为 500kHz。

双充电器还可以在旁路模式下以主要模式和辅助模式运行。在旁路模式和开关电容模式下，两个器件之间的电流分布取决于环路阻抗，充电器无法平衡回路阻抗。为了平衡电流，电路板布局布线需要尽可能对称。

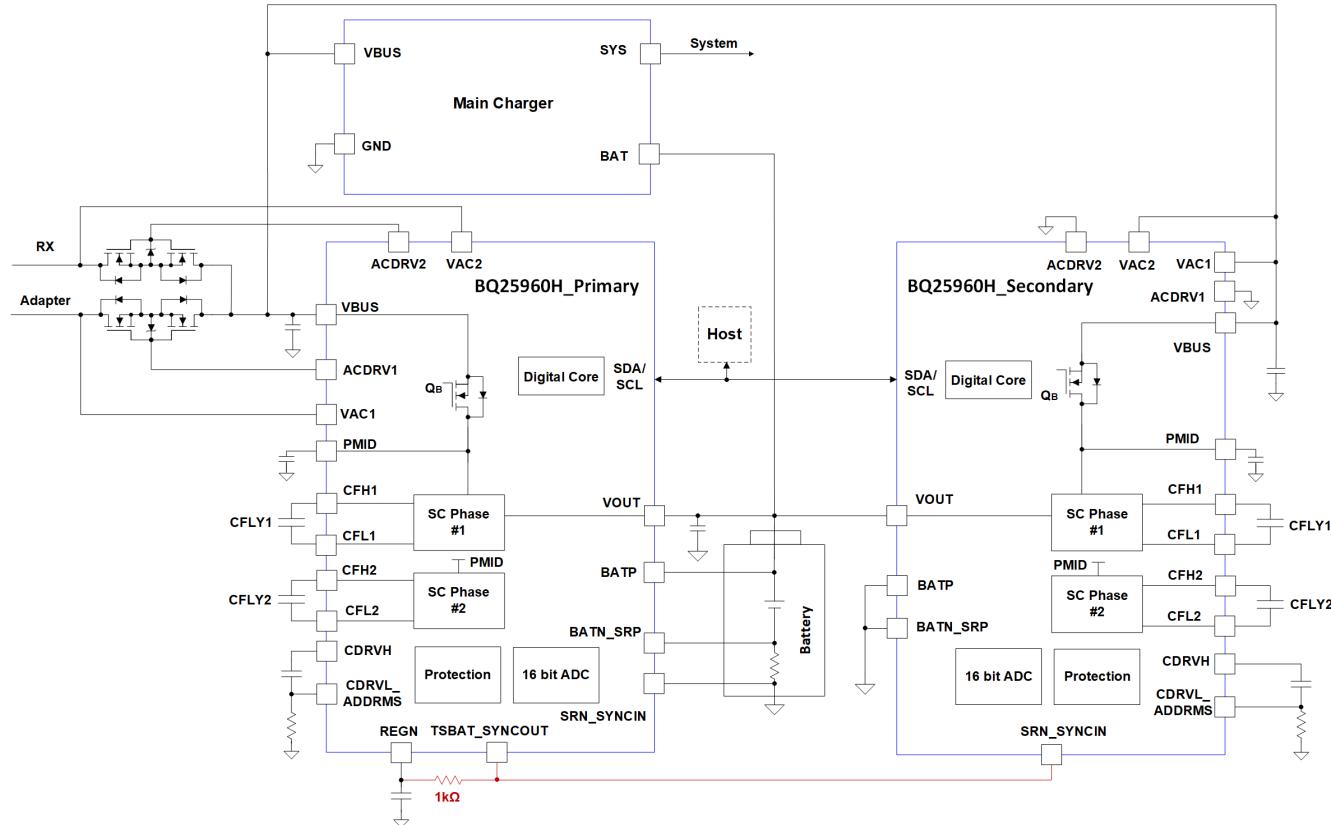


图 8-9. BQ25960H 并行工作

### 8.3.13 CDRVH 和 CDRVL\_ADDRMS 函数

该器件需要在 CDRVH 和 CDRVL\_ADDRMS 引脚之间放置一个电容才能正常工作。CDRVL\_ADDRMS 引脚还允许设置默认 I<sup>2</sup>C 地址和器件操作模式。使用电阻拉至 GND 以达到所需设置，如表 8-6 所示。建议使用容差为 ±1% 的表面贴装电阻器。POR 后，主机可以从 MS 寄存器 (REG12[1:0]) 读回器件的配置。

表 8-6. I<sup>2</sup>C 地址和模式选择

R <sub>ADDRMS</sub> (kΩ)	I <sup>2</sup> C 地址	配置
>75.0	0x65	独立
6.19	0x67	独立
8.06	0x66	双充电器 ( 辅助 )
10.5	0x66	双充电器 ( 主要 )
14.0	0x66	独立
18.2	0x67	双充电器 ( 辅助 )
27.4	0x65	双充电器 ( 主要 )

## 8.4 编程

该器件使用 I<sup>2</sup>C 兼容接口来编程和读取多个参数。I<sup>2</sup>C 是由 NXP ( 以前名为 Philips Semiconductor ) 开发的 2 线制串行接口 ( 请参阅 I<sup>2</sup>C 总线规范，版本 5，2012 年 10 月 )。总线由数据线 (SDA) 和时钟线 (SCL) 以及上拉结构组成。当总线空闲时，SDA 和 SCL 线都被拉高。所有与 I<sup>2</sup>C 兼容的器件都通过开漏 I/O 端子、SDA 和 SCL 连接到 I<sup>2</sup>C 总线。主器件通常为微控制器或数字信号处理器，负责控制总线。主器件负责生成 SCL 信号和器件地址。主器件还会产生指示数据传输开始和停止的特定条件。从器件在主器件的控制下通过总线接收和/或发送数据。

该器件作为从器件工作，根据 I<sup>2</sup>C BUS™ 规范中的定义，支持以下数据传输模式：标准模式 (100kbps) 和快速模式 (400kbps)。该接口增加了电池管理解决方案的灵活性，使大多数功能都能够根据瞬时应用要求编程为新值。I<sup>2</sup>C 电路在有效电池模式下由电池供电。当不存在 VIN 时，电池电压必须保持在 VBATUVLO 以上才能维持正常运行。

标准模式和快速模式的数据传输协议完全相同，因此在本文档中将它们称为 F/S 模式。该器件仅支持 7 位寻址。该器件的 7 位地址由器件上的 ADDR 引脚确定。

#### 8.4.1 F/S 模式协议

主器件通过产生启动条件来启动数据传输。启动条件是当 SCL 为高电平时在 SDA 线上发生从高电平到低电平的转换，如下图所示。所有与 I<sup>2</sup>C 兼容的器件都应识别启动条件。

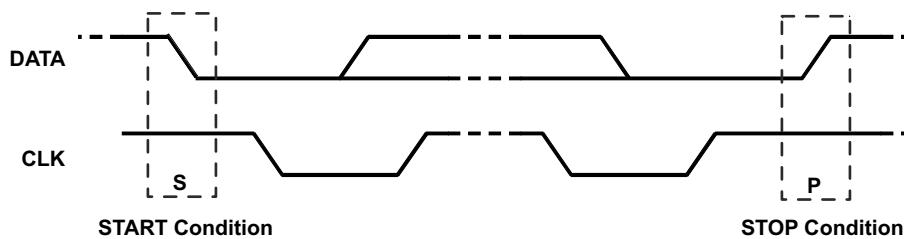


图 8-10. START 和 STOP 条件

主器件随后产生 SCL 脉冲，并在 SDA 线上发送 8 位地址和读取/写入方向位 R/W。在所有传输期间，主器件确保数据有效。有效数据条件要求 SDA 线在时钟脉冲的整个高电平期间保持稳定（请参阅图 8-11）。所有器件都识别主器件发送的地址，并将其与内部固定地址进行比较。只有具有匹配地址的从器件才会通过在第九个 SCL 周期的整个高电平期间拉低 SDA 线来生成并确认（请参阅图 8-12）。在检测到该确认时，主器件便知道已建立与从器件的通信链路。

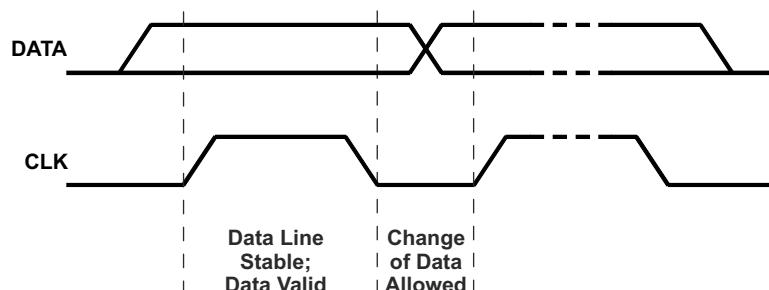
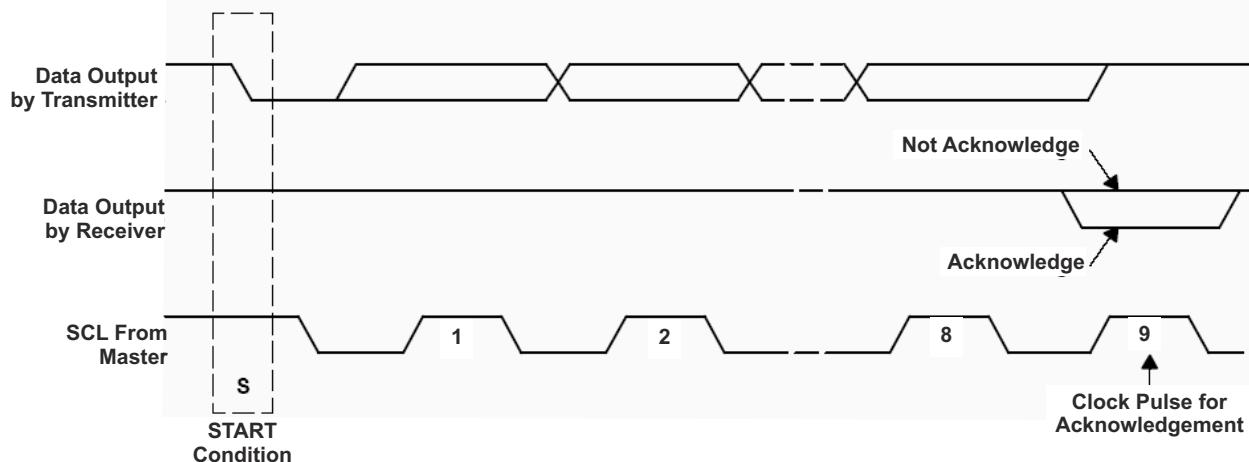


图 8-11. 串行接口上的位传输

图 8-12. I<sup>2</sup>C 总线上的确认

主器件产生更多的 SCL 周期，以便向从器件发送数据（R/W 位为 0）或接收来自从器件的数据（R/W 位为 1）。在任一种情况下，接收器都需要确认发送器发送的数据。确认信号可由主器件或从器件产生，具体取决于哪一方是接收器。9 位有效数据序列包含 8 个数据位和 1 个确认位，可根据需要继续。为了用信号指示数据传输结束，主器件通过在 SCL 线处于高电平期间将 SDA 线从高电平拉低来产生停止条件（请参阅 图 8-13）。此操作将释放总线，并停止与寻址的从器件之间的通信链路。所有与 I<sup>2</sup>C 兼容的器件都必须识别停止条件。在收到停止条件后，所有器件都知道总线已释放，并等待启动条件，接着是匹配的地址。如果事务提前终止，主器件需要发送一个停止条件来防止从器件 I<sup>2</sup>C 逻辑保持在不正确的状态。尝试从本节中未列出的寄存器地址读取数据会导致读出 0xFFh。

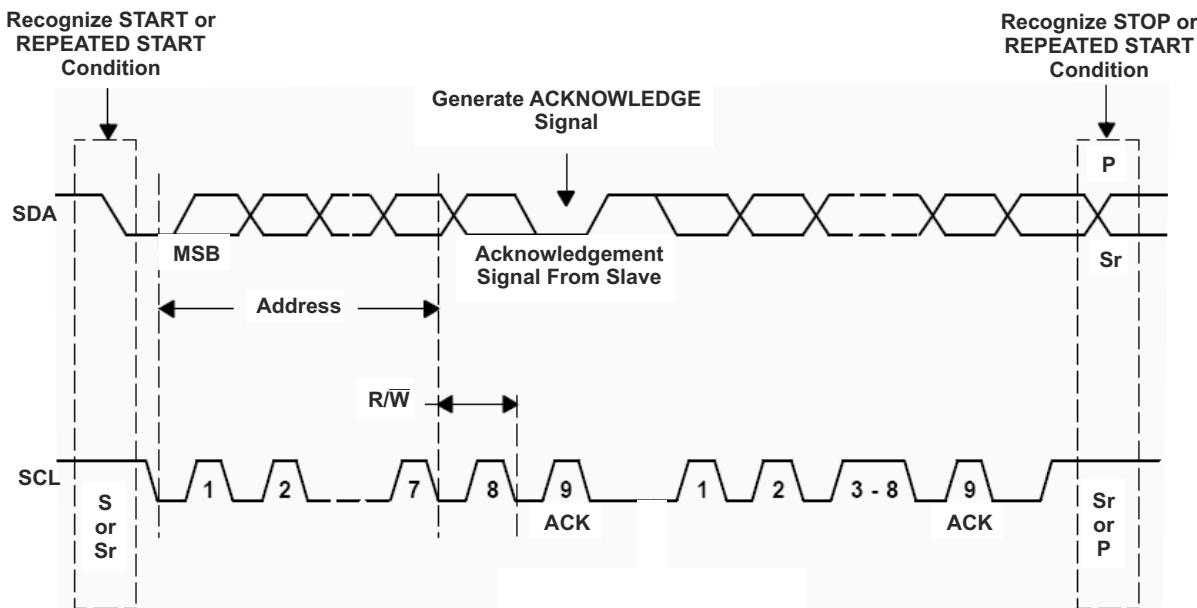


图 8-13. 总线协议

## 8.5 寄存器映射

### 8.5.1 I<sup>2</sup>C 寄存器

表 8-7 列出了 I<sup>2</sup>C 寄存器。表 8-7 中未列出的所有寄存器偏移地址都应视为保留的存储单元，并且不应修改寄存器内容。不应修改“字段”列中标记为“RESERVED”的所有寄存器位。

表 8-7. I<sup>2</sup>C 寄存器

偏移	缩写	寄存器名称	部分
0h	REG00_BATOVP	BATOVP	转到
1h	REG01_BATOVP_ALM	BATOVP_ALM	转到
2h	REG02_BATOCP	BATOCP	转到
3h	REG03_BATOCP_ALM	BATOCP_ALM	转到
4h	REG04_BATUCP_ALM	BATUCP_ALM	转到
5h	REG05_CHARGER_CONTROL 1	CHARGER_CONTROL 1	转到
6h	REG06_BUSOVP	BUSOVP	转到
7h	REG07_BUSOVP_ALM	BUSOVP_ALM	转到
8h	REG08_BUSOCP	BUSOCP	转到
9h	REG09_BUSOCP_ALM	BUSOCP_ALM	转到
Ah	REG0A_TEMP_CONTROL	TEMP CONTROL	转到
Bh	REG0B_TDIE_ALM	TDIE_ALM	转到
Ch	REG0C_TSBUS_FLT	TSBUS_FLT	转到
Dh	REG0D_TSBAT_FLT	TSBAT_FLT	转到
Eh	REG0E_VAC_CONTROL	VAC CONTROL	转到
Fh	REG0F_CHARGER_CONTROL 2	CHARGER CONTROL 2	转到
10h	REG10_CHARGER_CONTROL 3	CHARGER CONTROL 3	转到
11h	REG11_CHARGER_CONTROL 4	CHARGER CONTROL 4	转到
12h	REG12_CHARGER_CONTROL 5	CHARGER CONTROL 5	转到
13h	REG13_STAT 1	STAT 1	转到
14h	REG14_STAT 2	STAT 2	转到
15h	REG15_STAT 3	STAT 3	转到
16h	REG16_STAT 4	STAT 4	转到
17h	REG17_STAT 5	STAT 5	转到
18h	REG18_FLAG 1	FLAG 1	转到
19h	REG19_FLAG 2	FLAG 2	转到
1Ah	REG1A_FLAG 3	FLAG 3	转到
1Bh	REG1B_FLAG 4	FLAG 4	转到
1Ch	REG1C_FLAG 5	FLAG 5	转到
1Dh	REG1D_MASK 1	MASK 1	转到
1Eh	REG1E_MASK 2	MASK 2	转到
1Fh	REG1F_MASK 3	MASK 3	转到
20h	REG20_MASK 4	MASK 4	转到
21h	REG21_MASK 5	MASK 5	转到
22h	REG22_DEVICE_INFO	DEVICE INFO	转到
23h	REG23_ADC_CONTROL 1	ADC_CONTROL 1	转到
24h	REG24_ADC_CONTROL 2	ADC_CONTROL 2	转到
25h	REG25_IBUS_ADC	IBUS_ADC	转到
27h	REG27_VBUS_ADC	VBUS_ADC	转到
29h	REG29_VAC1_ADC	VAC1_ADC	转到
2Bh	REG2B_VAC2_ADC	VAC2_ADC	转到
2Dh	REG2D_VOUT_ADC	VOUT_ADC	转到
2Fh	REG2F_VBAT_ADC	VBAT_ADC	转到
31h	REG31_IBAT_ADC	IBAT_ADC	转到
33h	REG33_TSBUS_ADC	TSBUS_ADC	转到

**表 8-7. I<sup>2</sup>C 寄存器 (续)**

偏移	缩写	寄存器名称	部分
35h	REG35_TSBAT_ADC	TSBAT_ADC	转到
37h	REG37_TDIE_ADC	TDIE_ADC	转到

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

**表 8-8. I<sup>2</sup>C 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
复位或默认值		
-n		复位后的值或默认值

### 8.5.1.1 REG00\_BATOVP 寄存器 (偏移 = 0h) [复位 = 5Ah]

REG00\_BATOVP 显示在表 8-9 中。

返回到[汇总表](#)。

BATOVP

**表 8-9. REG00\_BATOVP 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	BATOVP_DIS	R/W	0h	复位方式： REG_RST	禁用 BATOVP 类型：R/W POR : 0b 0h = 启用 1h = 禁用
6-0	BATOVP_6:0	R/W	5Ah	复位方式： REG_RST	电池过压设置。当电池电压达到编程的阈值时，Q <sub>B</sub> 和开关 FET 将关闭，并且 CHG_EN 设置为“0”。主机控制器应监控总线电压，以确保适配器将电压保持在 BATOVP 阈值以下以便正常运行。 类型：R/W POR : 4390mV (5Ah) 范围 : 3491mV - 4759mV 固定偏移量 : 3491mV 位步长 : 9.985 mV

### 8.5.1.2 REG01\_BATOVP\_ALM 寄存器 (偏移 = 1h) [复位 = 46h]

REG01\_BATOVP\_ALM 显示在表 8-10 中。

返回到[汇总表](#)。

BATOVP\_ALM

**表 8-10. REG01\_BATOVP\_ALM 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	BATOVP_ALM_DIS	R/W	0h	复位方式： REG_RST	禁用 BATOVP_ALM 类型：R/W POR：0b 0h = 启用 1h = 禁用
6-0	BATOVP_ALM_6:0	R/W	46h	复位方式： REG_RST	当电池电压高于编程的阈值时，会发送 INT。 BATOVP_ALM 应设置为低于 BATOVP，并且主机控制器应监控电池电压，以确保适配器将电压保持在 BATOVP 阈值以下，以便正常运行。 类型：R/W POR：4200mV (46h) 范围：3500mV - 4770mV 固定偏移量：3500mV 位步长：10mV

**8.5.1.3 REG02\_BATOCP 寄存器 ( 偏移 = 2h ) [复位 = 47h]**

REG02\_BATOCP 显示在表 8-11 中。

[返回到汇总表。](#)

BATOCP

**表 8-11. REG02\_BATOCP 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	BATOCP_DIS	R/W	0h	复位方式： REG_RST	禁用 BATOCP 类型：R/W POR：0b 0h = 启用 1h = 禁用
6-0	BATOCP_6:0	R/W	47h	复位方式： REG_RST	电池过流保护设置。当电池电流达到编程的阈值时，Q <sub>B</sub> 和开关 FET 被禁用，并且 CHG_EN 设置为“0”。主机控制器应监测电池电流，以确保适配器将电流保持在正常运行的阈值以下。 类型：R/W POR：7277.5mA (47h) 范围：2050mA - 8712.5mA 固定偏移量：0mA 位步长：102.5 mA

**8.5.1.4 REG03\_BATOCP\_ALM 寄存器 ( 偏移 = 3h ) [复位 = 46h]**

REG03\_BATOCP\_ALM 显示在表 8-12 中。

[返回到汇总表。](#)

BATOCP\_ALM

**表 8-12. REG03\_BATOCP\_ALM 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	BATOCP_ALM_DIS	R/W	0h	复位方式： REG_RST	禁用 BATOCP_ALM 类型：R/W POR：0b 0h = 启用 1h = 禁用

**表 8-12. REG03\_BATOCP\_ALM 寄存器字段说明 ( 续 )**

位	字段	类型	复位	注释	说明
6-0	BATOCP_ALM_6:0	R/W	46h	复位方式 : REG_RST	电池过流警报设置。当电池电流达到编程的阈值时，会发送 INT。 BATOCP_ALM 应设置为低于 BATOCP，并且主机控制器应监测电池电流，以确保适配器将电流保持在 BATOCP 阈值以下，以便正常工作。 类型 : R/W POR : 7000mA (46h) 范围 : 0mA - 12700mA 固定偏移量 : 0mA 位步长 : 100mA

**8.5.1.5 REG04\_BATUCP\_ALM ( 偏移 = 4h ) [ 复位 = 28h ]**

REG04\_BATUCP\_ALM 显示在表 8-13 中。

[返回到汇总表。](#)

BATUCP\_ALM

**表 8-13. REG04\_BATUCP\_ALM 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	BATUCP_ALM_DIS	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	禁用 BATUCP_ALM 类型 : R/W POR : 0b 0h = 启用 1h = 禁用
6-0	BATUCP_ALM_6:0	R/W	28h	复位方式 : REG_RST	电池欠流警报设置。当电池电流低于编程的阈值时，会发送 INT。主机控制器应监测电池电流，以确定何时禁用器件并将充电移交给主充电器。 类型 : R/W POR : 2000mA (28h) 范围 : 0mA - 4500mA 固定偏移量 : 0mA 位步长 : 50mA

**8.5.1.6 REG05\_CHARGER\_CONTROL 1 寄存器 ( 偏移 = 5h ) [ 复位 = 2h ]**

REG05\_CHARGER\_CONTRL 1 显示在表 8-14 中。

[返回到汇总表。](#)

CHARGER\_CONTROL 1

**表 8-14. REG05\_CHARGER\_CONTROL 1 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	BUSUCP_DIS	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	禁用 BUSUCP 类型 : R/W POR : 0b 0h = 启用，BUSUCP 会关闭 Q <sub>B</sub> 并开关 FET， BUSUCP_STAT 和 FLAG 设置为 “1”，并向主机发送 INT。 1h = 禁用，BUSUCP 不会关闭 Q <sub>B</sub> 或开关 FET，但 BUSUCP_STAT 和 FLAG 设置为 “1”，并且会向主机发送 INT。

表 8-14. REG05\_CHARGER\_CONTROL 1 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	注释	说明
6	BUSUCP	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	BUSUCP 设置。如果软启动计时器到期后输入电流低于 BUSUCP 阈值，则 Q_B 和开关 FET 将关闭，CHG_EN 会设置为“0”，如果 BUSUCP_DIS=0，还会发送 INT。如果 BUSUCP_DIS=1，会向主机发送 INT，但转换器保持运行。在 CHG_EN 设置为“1”之前将该位更改为“1”，以使 BUSUCP 有效。 类型 : R/W POR : 0b 0h = 保留 1h = 250mA
5	BUSRCP_DIS	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	禁用 BUSRCP 类型 : R/W POR : 0b 0h = 启用 1h = 禁用
4	BUSRCP	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	BUSRCP 设置，如果 IBUS 低于 BUSRCP 阈值，则 Q_B 和开关 FET 将关闭，将 CHG_EN 设置为“0”，并发送 INT。保持该位设置为“0”以使 BUSRCP 有效。 类型 : R/W POR : 0b 0h = 300mA 1h = 保留
3	CHG_CONFIG_1	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	充电器配置 1。在 CHG_EN 设置为“1”之前，将该位设置为“1”。 类型 : R/W POR : 0h
2	VBUS_ERRHI_DIS	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	禁用 VBUS_ERRHI 类型 : R/W POR : 0b 0h = 启用，转换器不进行开关，但当器件处于 VBUS_ERRHI 时，Q_B 开启 1h = 禁用，当器件处于 VBUS_ERRHI 时，转换器和 Q_B 均开启
1-0	保留	R/W	2h	复位方式 : REG_RST	保留 类型 : R/W POR : 10b

### 8.5.1.7 REG06\_BUSOVP 寄存器 (偏移 = 6h) [复位 = 26h]

REG06\_BUSOVP 显示在表 8-15 中。

返回到 [汇总表](#)。

**BUSOVP**

表 8-15. REG06\_BUSOVP 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	BUS_PD_EN	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	VBUS 下拉电阻控制 类型 : R/W POR : 0b 0h = 禁用 1h = 启用

**表 8-15. REG06\_BUSOVP 寄存器字段说明 (续)**

位	字段	类型	复位	注释	说明
6-0	BUSOVP_6:0	R/W	26h	复位方式： REG_RST	总线过压设置。当总线电压达到编程的阈值时， $Q_B$ 和开关 FET 关断，CHG_EN 设置为 “0”。主机控制器应监测总线电压，以确保适配器将电压保持在 BUSOVP 阈值以下以便正常运行。 开关电容模式： 类型：R/W POR：8900mV (26h) 范围：7000mV - 12750mV 固定偏移量：7000mV 位步长：50mV 旁路模式： 类型：R/W POR：4450mV (26h) 范围：3500mV - 6500mV 固定偏移量：3500mV 位步长：25mV

**8.5.1.8 REG07\_BUSOVP\_ALM 寄存器 (偏移 = 7h) [复位 = 22h]**

REG07\_BUSOVP\_ALM 显示在表 8-16 中。

[返回到汇总表。](#)

BUSOVP\_ALM

**表 8-16. REG07\_BUSOVP\_ALM 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	BUSOVP_ALM_DIS	R/W	0h	复位方式： REG_RST	禁用 BUSOVP_ALM 类型：R/W POR：0b 0h = 启用 1h = 禁用
6-0	BUSOVP_ALM_6:0	R/W	22h	复位方式： REG_RST	总线过压警报设置。当总线电压达到编程的阈值时，会发送 INT。主机控制器应监测总线电压，以确保适配器将电压保持在 BUSOVP 阈值以下以便正常运行。 开关电容模式： 类型：R/W POR：8700mV (22h) 范围：7000mV - 13350mV 固定偏移量：7000mV 位步长：50mV 旁路模式： 类型：R/W POR：4350mV (22h) 范围：3500mV - 6675mV 固定偏移量：3500mV 位步长：25mV

**8.5.1.9 REG08\_BUSOCP 寄存器 (偏移 = 8h) [复位 = Bh]**

REG08\_BUSOCP 显示在表 8-17 中。

[返回到汇总表。](#)

BUSOCP

**表 8-17. REG08\_BUSOCP 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	注释	说明
7-5	RESERVED	R	0h		RESERVED
4-0	BUSOCP_4:0	R/W	Bh	复位方式 : REG_RST	总线过流保护设置。当总线电流达到编程的阈值时，输出被禁用。主机控制器应监测总线电流，以确保适配器将电流保持在此阈值以下以便正常运行。 类型 : R/W 开关电容模式 : POR : 3816mA (Bh) 范围 : 1017.5mA - 4579mA 固定偏移量 : 1017.5mA 位步长 : 254mA 旁路模式 : POR : 3928mA (Bh) 范围: 1047.5mA - 6809mA 固定偏移量 : 1047.5mA 位步长 : 262 mA

**8.5.1.10 REG09\_BUSOCP\_ALM 寄存器 ( 偏移 = 9h ) [复位 = Ch]**

REG09\_BUSOCP\_ALM 显示在表 8-18 中。

返回到[汇总表](#)。**BUSOCP\_ALM****表 8-18. REG09\_BUSOCP\_ALM 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	BUSOCP_ALM_DIS	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	禁用 BUSOCP_ALM 类型 : R/W POR : 0b 0h = 启用 1h = 禁用
6-5	RESERVED	R	0h		RESERVED
4-0	BUSOCP_ALM_4:0	R/W	Ah	复位方式 : REG_RST	总线过压警报设置。当总线电流达到编程的阈值时，会发送 INT。主机控制器应监测总线电流，以确保适配器将电流保持在 BUSOCP 阈值以下以便正常运行。 类型 : R/W POR : 3500mA (Ah) 范围 : 1000mA - 8750mA 固定偏移量 : 1000mA 位步长 : 250mA

**8.5.1.11 REG0A\_TEMP\_CONTROL 寄存器 ( 偏移 = Ah ) [复位 = 60h]**

REG0A\_TEMP\_CONTROL 显示在表 8-19 中。

返回到[汇总表](#)。**TEMP\_CONTROL**

表 8-19. REG0A\_TEMP\_CONTROL 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	TDIE_FLT_DIS	R/W	0h	复位方式： REG_RST	禁用 TDIE 过热保护 类型：R/W POR : 0b 0h = TDIE_FLT 启用 1h = TDIE_FLT 禁用
6-5	TDIE_FLT_1:0	R/W	3h	复位方式： REG_RST	TDIE 过热设置。当结温达到编程的阈值时，Q <sub>B</sub> 和开关 FET 关闭，CHG_EN 设置为“0”。 类型：R/W POR : 11b 0h = 80C 1h = 100C 2h = 120C 3h = 140C
4	TDIE_ALM_DIS	R/W	0h	复位方式： REG_RST	禁用 TDIE 过热警报 类型：R/W POR : 0b 0h = TDIE_ALM 启用 1h = TDIE_ALM 禁用
3	TSBUS_FLT_DIS	R/W	0h	复位方式： REG_RST	禁用 TSBUS_FLT 类型：R/W POR : 0b 0h = TSBUS_FLT 启用 1h = TSBUS_FLT 禁用
2	TSBAT_FLT_DIS	R/W	0h	复位方式： REG_RST	禁用 TSBAT_FLT 类型：R/W POR : 0b 0h = TSBAT_FLT 启用 1h = TSBAT_FLT 禁用
1-0	RESERVED	R	0h		保留 类型：R POR : 00b

### 8.5.1.12 REG0B\_TDIE\_ALM 寄存器 ( 偏移 = Bh ) [复位 = C8h]

REG0B\_TDIE\_ALM 显示在表 8-20 中。

返回到 [汇总表](#)。

**TDIE\_ALM**

表 8-20. REG0B\_TDIE\_ALM 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7-0	TDIE_ALM_7:0	R/W	C8h	复位方式： REG_RST	内核过热警报设置。当结温达到编程的阈值时，将发送 INT。 类型：R/W POR : 125°C (C8h) 范围：25°C 至 150°C 固定偏移量：25°C 位步长：0.5°C

### 8.5.1.13 REG0C\_TSBUS\_FLT 寄存器 ( 偏移 = Ch ) [复位 = 15h]

REG0C\_TSBUS\_FLT 显示在表 8-21 中。

[返回到汇总表。](#)

### TSBUS\_FLT

**表 8-21. REG0C\_TSBUS\_FLT 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	注释	说明
7-0	TSBUS_FLT_7:0	R/W	15h	复位方式： REG_RST	TSBUS 百分比故障阈值。当 TSBUS/REGN 比率降至编程的阈值以下时，Q <sub>B</sub> 和开关 FET 关闭，且 CHG_EN 设置为“0”。 类型：R/W POR : 4.10151% (15h) 范围 : 0% - 49.8041% 固定偏移量 : 0% 位步长 : 0.19531%

### 8.5.1.14 REG0D\_TSBAT\_FLT 寄存器 ( 偏移 = Dh ) [复位 = 15h]

REG0D\_TSBAT\_FLG 显示在[表 8-22](#) 中。

[返回到汇总表。](#)

### TSBAT\_FLG

**表 8-22. REG0D\_TSBAT\_FLT 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	注释	说明
7-0	TSBAT_FLT_7:0	R/W	15h	复位方式： REG_RST	TSBAT 百分比故障阈值。当 TSBAT/REGN 比率降至编程的阈值以下时，Q <sub>B</sub> 和开关 FET 关闭，且 CHG_EN 设置为“0”。 类型：R/W POR : 4.10151% (15h) 范围 : 0% - 49.8041% 固定偏移量 : 0% 位步长 : 0.19531%

### 8.5.1.15 REG0E\_VAC\_CONTROL 寄存器 ( 偏移 = Eh ) [复位 = Ch]

REG0E\_VAC\_CONTROL 显示在[表 8-23](#) 中。

[返回到汇总表。](#)

### VAC\_CONTROL

**表 8-23. REG0E\_VAC\_CONTROL 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	注释	说明
7-5	VAC1OVP_2:0	R/W	0h	复位方式： REG_RST	VAC1OVP 设置。当 VAC1 电压达到编程的阈值时，ACDRV1 关闭。 类型：R/W POR : 000b 0h = 6.5 V 1h = 10.5 V 2h = 12 V 3h = 14 V 4h = 16 V 5h = 18 V

表 8-23. REG0E\_VAC\_CONTROL 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	注释	说明
4-2	VAC2OVP_2:0	R/W	3h	复位方式 : REG_RST	VAC2OVP 设置。当 VAC2 电压达到编程的阈值时 , ACDRV2 关闭。 类型 : R/W POR : 011b 0h = 6.5 V 1h = 10.5 V 2h = 12 V 3h = 14 V 4h = 16 V 5h = 18 V
1	VAC1_PD_EN	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	启用 VAC1 下拉电阻器 类型 : R/W POR : 0b 0h = 禁用 1h = 启用
0	VAC2_PD_EN	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	启用 VAC2 下拉电阻器 类型 : R/W POR : 0b 0h = 禁用 1h = 启用

#### 8.5.1.16 REG0F\_CHARGER\_CONTROL 2 寄存器 (偏移 = Fh) [复位 = 0h]

REG0F\_CHARGER\_CONTROL 2 显示在表 8-24 中。

返回到[汇总表](#)。

CHARGER CONTROL 2

表 8-24. REG0F\_CHARGER\_CONTROL 2 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	REG_RST	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	寄存器复位。将寄存器复位为默认值并复位计时器。复位后该位自动返回到“0”。 类型 : R/W POR : 0b 0h = 不复位寄存器 1h = 复位寄存器
6	EN_HIZ	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	启用高阻态模式。当器件处于高阻态模式时 , 转换器停止开关 , ADC 停止转换 , ACDRV 关闭 , REGN LDO 强制关闭。 类型 : R/W POR : 0b 0h = 禁用高阻态模式 1h = 启用高阻态模式
5	EN_OTG	R/W	0h	复位方式 : 看门狗 REG_RST	OTG 和反向 TX 模式期间的电源路径控制 类型 : R/W POR : 0b 0h = 不允许主机控制 ACDRV 1h = 允许主机控制 ACDRV
4	CHG_EN	R/W	0h	复位方式 : 看门狗 REG_RST	充电使能 类型 : R/W POR : 0b 0h = 禁用充电 1h = 启用充电

表 8-24. REG0F\_CHARGER\_CONTROL 2 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	注释	说明
3	EN_BYPASS	R/W	0h	复位方式： 看门狗 REG_RST	启用旁路模式 类型：R/W POR : 0b 0h = 禁用旁路模式 1h = 启用旁路模式
2	DIS_ACDRV_BOTH	R/W	0h		禁用两个 ACDRV。设置此位后，器件会强制两个 ACDRV 关闭。它不会被 REG_RST 或看门狗复位。 类型：R/W POR : 0b 0h = 可以开启 ACDRV1 和 ACDRV2 1h = 强制关闭 ACDRV1 和 ACDRV2
1	ACDRV1_STAT	R/W	0h		外部 ACFET1-RBFET1 棚极驱动器状态。对于具有两组 ACFET-RBFET 的双输入，该位可用于交换输入。它不会被 REG_RST 或看门狗复位。 类型：R/W POR : 0b 0h = ACDRV1 已关闭 1h = ACDRV1 已开启
0	ACDRV2_STAT	R/W	0h		外部 ACFET2-RBFET2 棚极驱动器状态。对于具有两组 ACFET-RBFET 的双输入，该位可用于交换输入。它不会被 REG_RST 或看门狗复位。 类型：R/W POR : 0b 0h = ACDRV2 已关闭 1h = ACDRV2 已开启

#### 8.5.1.17 REG10\_CHARGER\_CONTROL 3 寄存器 (偏移 = 10h) [复位 = 83h]

REG10\_CHARGER\_CONTROL 3 显示在表 8-25 中。

返回到 [汇总表](#)。

CHARGER CONTROL 3

表 8-25. REG10\_CHARGER\_CONTROL 3 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7-5	FSW_SET_2:0	R/W	4h		在开关电容模式下设置开关频率。它不会被 REG_RST 或看门狗复位。 类型：R/W POR : 100b 0h = 187.5 kHz 1h = 250 kHz 2h = 300 kHz 3h = 375 kHz 4h = 500 kHz 5h = 750 kHz 双充电器配置中的最大开关频率为 500kHz。
4-3	WATCHDOG_1:0	R/W	0h	复位方式： REG_RST	看门狗计时器 类型：R/W POR : 00b 0.5h = 0s 1h = 1s 2h = 5s 3h = 30s

**表 8-25. REG10\_CHARGER\_CONTROL 3 寄存器字段说明 (续)**

位	字段	类型	复位	注释	说明
2	WATCHDOG_DIS	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	看门狗计时器控制 类型 : R/W POR : 0b 0h = 启用 1h = 禁用
1-0	RESERVED	R	3h		RESERVED

**8.5.1.18 REG11\_CHARGER\_CONTROL 4 寄存器 (偏移 = 11h) [复位 = 71h]**

REG11\_CHARGER\_CONTROL 4 显示在表 8-26 中。

[返回到汇总表。](#)

CHARGER CONTROL 4

**表 8-26. REG11\_CHARGER\_CONTROL 4 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	RSNS	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	电池电流检测电阻器值 类型 : R/W POR : 0b 0h = 2mΩ 1h = 5mΩ
6-4	SS_TIMEOUT_2:0	R/W	7h		软启动超时检查输入电流是否高于 BUSUCP 阈值。它不会被 REG_RST 或看门狗复位。 类型 : R/W POR : 111b 0h = 6.25ms 1h = 12.5ms 2h = 25ms 3h = 50ms 4h = 100ms 5h = 400ms 6h = 1.5s 7h = 10s
3-2	IBUSUCP_FALL_DG_SEL_1:0	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	BUSUCP 抗尖峰脉冲计时器 类型 : R/W POR : 00b 0h = 0.01ms 1h = 5ms 2h = 50ms 3h = 150ms
1-0	保留	R/W	1h	复位方式 : REG_RST	RESERVED 类型 : R/W POR : 1b

**8.5.1.19 REG12\_CHARGER\_CONTROL 5 寄存器 (偏移 = 12h) [复位 = 60h]**

REG12\_CHARGER\_CONTROL 5 显示在表 8-27 中。

[返回到汇总表。](#)

CHARGER CONTROL 5

表 8-27. REG12\_CHARGER\_CONTROL 5 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	VOUTOVP_DIS	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	禁用 VOUTOVP 类型 : R/W POR : 0b 0h = 启用 1h = 禁用
6-5	VOUTOVP_1:0	R/W	3h	复位方式 : REG_RST	VOUTOVP 保护。当输出电压高于编程的阈值时, Q <sub>B</sub> 和开关 FET 关闭, 并且 CHG_EN 设置为“0”。 类型 : R/W POR : 11b 0h = 4.7 V 1h = 4.8 V 2h = 4.9 V 3h = 5.0 V
4-3	FREQ_SHIFT_1:0	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	调节开关频率 类型 : R/W POR : 00b 0h = REG10[7:5] 中设置的标称开关频率 1h = 将开关频率设置为比标称值高 10% 2h = 将开关频率设置为比标称值低 10%
2	RESERVED	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	RESERVED 类型 : R/W POR : 0b
1-0	MS_1:0	R	0h		主要、辅助、独立运行 类型 : R POR : 00b 0h = 独立 1h = 辅助 2h = 主要

### 8.5.1.20 REG13\_STAT 1 寄存器 ( 偏移 = 13h ) [复位 = 0h]

REG13\_STAT 1 显示在表 8-28 中。

[返回到汇总表。](#)

STAT 1

表 8-28. REG13\_STAT 1 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	BATOVP_STAT	R	0h	BATOVP 状态 类型 : R POR : 0b 0h = 不处于 BATOVP 状态 1h = 处于 BATOVP 状态
6	BATOVP_ALM_STAT	R	0h	BATOVP_ALM 状态 类型 : R POR : 0b 0h = 不处于 BATOVP_ALM 状态 1h = 处于 BATOVP_ALM 状态

表 8-28. REG13\_STAT 1 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	说明
5	VOUTOVP_STAT	R	0h	VOUTOVP 状态 类型 : R POR : 0b 0h = 不处于 VOUTOVP 状态 1h = 处于 VOUTOVP 状态
4	BATOCP_STAT	R	0h	BATOCP 状态 类型 : R POR : 0b 0h = 不处于 BATOCP 状态 1h = 处于 BATOCP 状态
3	BATOCP_ALM_STAT	R	0h	BATOCP_ALM 状态 类型 : R POR : 0b 0h = 不处于 BATOCP_ALM 状态 1h = 处于 BATOCP_ALM 状态
2	BATUCP_ALM_STAT	R	0h	BATUCP_ALM 状态 类型 : R POR : 0b 0h = 不处于 BATUCP_ALM 状态 1h = 处于 BATUCP_ALM 状态
1	BUSOVP_STAT	R	0h	VBUSOVP 状态 类型 : R POR : 0b 0h = 不处于 VBUS OVP 状态 1h = 处于 VBUS OVP 状态
0	BUSOVP_ALM_STAT	R	0h	BUSOVP_ALM 状态 类型 : R POR : 0b 0h = 不处于 BUSOVP_ALM 状态 1h = 处于 BUSOVP_ALM 状态

### 8.5.1.21 REG14\_STAT 2 寄存器 (偏移 = 14h) [复位 = 0h]

REG14\_STAT 2 显示在表 8-29 中。

返回到[汇总表](#)。

STAT 2

表 8-29. REG14\_STAT 2 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	BUSOCP_STAT	R	0h	BUSOCP 状态 类型 : R POR : 0b 0h = 不处于 BUSOCP 状态 1h = 处于 BUSOCP 状态
6	BUSOCP_ALM_STAT	R	0h	BUSOCP_ALM 状态 类型 : R POR : 0b 0h = 不处于 BUSOCP_ALM 状态 1h = 处于 BUSOCP_ALM 状态

**表 8-29. REG14\_STAT 2 寄存器字段说明 (续)**

位	字段	类型	复位	说明
5	BUSUCP_STAT	R	0h	BUSUCP 状态 类型 : R POR : 0b 0h = 不处于 BUSUCP 状态 1h = 处于 BUSUCP 状态
4	BUSRCP_STAT	R	0h	BUSRCP 状态 类型 : R POR : 0b 0h = 不处于 BUSRCP 状态 1h = 处于 BUSRCP 状态
3	RESERVED	R	0h	RESERVED
2	CFLY_SHORT_STAT	R	0h	CFLY 短路检测状态 类型 : R POR : 0b 0h = CFLY 未短接 1h = CFLY 短接
1-0	RESERVED	R	0h	RESERVED

#### 8.5.1.22 REG15\_STAT 3 寄存器 (偏移 = 15h) [复位 = 0h]

REG15\_STAT 3 显示在 [表 8-30](#) 中。

返回到 [汇总表](#)。

STAT 3

**表 8-30. REG15\_STAT 3 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	说明
7	VAC1OVP_STAT	R	0h	VAC1 OVP 状态 类型 : R POR : 0b 0h = 不处于 VAC1 OVP 状态 1h = 处于 VAC1 OVP 状态
6	VAC2OVP_STAT	R	0h	VAC2 OVP 状态 类型 : R POR : 0b 0h = 不处于 VAC2 OVP 状态 1h = 处于 VAC2 OVP 状态
5	VOUTPRESENT_STAT	R	0h	VOUT 存在状态 类型 : R POR : 0b 0h = VOUT 不存在 1h = VOUT 存在
4	VAC1PRESENT_STAT	R	0h	VAC1 存在状态 类型 : R POR : 0b 0h = VAC1 不存在 1h = VAC1 存在

表 8-30. REG15\_STAT 3 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	说明
3	VAC2PRESENT_STAT	R	0h	VAC2 存在状态 类型 : R POR : 0b 0h = VAC2 不存在 1h = VAC2 存在
2	VBUSPRESENT_STAT	R	0h	VBUS 存在状态 类型 : R POR : 0b 0h = VBUS 不存在 1h = VBUS 存在
1	ACRB1_CONFIG_STAT	R	0h	ACFET1-RBFET1 状态 类型 : R POR : 0b 0h = 未放置 ACFET1-RBFET1 1h = 已放置 ACFET1-RBFET1
0	ACRB2_CONFIG_STAT	R	0h	ACFET2-RBFET2 状态 类型 : R POR : 0b 0h = 未放置 ACFET2-RBFET2 1h = 已放置 ACFET2-RBFET2

### 8.5.1.23 REG16\_STAT 4 寄存器 (偏移 = 16h) [复位 = 0h]

REG16\_STAT 4 显示在表 8-31 中。

返回到[汇总表](#)。

STAT 4

表 8-31. REG16\_STAT 4 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	ADC_DONE_STAT	R	0h	ADC 转换状态 (仅限单次转换模式) 注意 : 在连续模式下始终为 0 类型 : R POR : 0b 0h = 转换未完成 1h = 转换已完成
6	SS_TIMEOUT_STAT	R	0h	软启动超时状态 类型 : R POR : 0b 0h = 器件未处于软超时 1h = 器件处于软超时
5	TSBUS_TSBAT_ALM_STAT	R	0h	TSBUS 和 TSBAT ALM 状态 类型 : R POR : 0b 0h = TSBUS 或 TSBAT 阈值不在 TSBUS_FLT 或 TSBAT_FLT 设置阈值的 5% 以内 1h = TSBUS 或 TSBAT 阈值在 TSBUS_FLT 或 TSBAT_FLT 设置阈值的 5% 以内

**表 8-31. REG16\_STAT 4 寄存器字段说明 (续)**

位	字段	类型	复位	说明
4	TSBUS_FLT_STAT	R	0h	TSBUS_FLT 状态 类型 : R POR : 0b 0h = 不处于 TSBUS_FLT 状态 1h = 处于 TSBUS_FLT 状态
3	TSBAT_FLT_STAT	R	0h	TSBAT_FLT 状态 类型 : R POR : 0b 0h = 不处于 TSBAT_FLT 状态 1h = 处于 TSBAT_FLT 状态
2	TDIE_FLT_STAT	R	0h	TDIE 故障状态 类型 : R POR : 0b 0h = 不处于 TDIE 故障状态 1h = 处于 TDIE 故障状态
1	TDIE_ALM_STAT	R	0h	TDIE_ALM 状态 类型 : R POR : 0b 0h = 不处于 TDIE_ALM 状态 1h = 处于 TDIE_ALM 状态
0	WD_STAT	R	0h	I <sup>2</sup> C 看门狗状态 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = WD 计时器已到期

#### 8.5.1.24 REG17\_STAT 5 寄存器 (偏移 = 17h) [复位 = 0h]

REG17\_STAT 5 显示在 [表 8-32](#) 中。

[返回到汇总表。](#)

**STAT 5**

**表 8-32. REG17\_STAT 5 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	说明
7	REGN_GOOD_STAT	R	0h	REGN_GOOD 状态 类型 : R POR : 0b 0h = REGN 不正常 1h = REGN 正常
6	CONV_ACTIVE_STAT	R	0h	转换器活动状态 类型 : R POR : 0b 0h = 转换器未运行 1h = 转换器正在运行
5	RESERVED	R	0h	RESERVED
4	VBUS_ERRHI_STAT	R	0h	VBUS_ERRHI 状态 类型 : R POR : 0b 0h = 不处于 VBUS_ERRHI 状态 1h = 处于 VBUS_ERRHI 状态

**表 8-32. REG17\_STAT 5 寄存器字段说明 (续)**

位	字段	类型	复位	说明
3-0	RESERVED	R	0h	RESERVED

**8.5.1.25 REG18\_FLAG 1 寄存器 (偏移 = 18h) [复位 = 0h]**

REG18\_FLAG 1 显示在表 8-33 中。

返回到[汇总表](#)。

FLAG 1

**表 8-33. REG18\_FLAG 1 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	说明
7	BATOVP_FLAG	R	0h	BATOVP 标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = BATOVP 状态已更改
6	BATOVP_ALM_FLAG	R	0h	BATOVP_ALM 标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = BATOVP_ALM 状态已更改
5	VOUTOVP_FLAG	R	0h	VOUTOVP 标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = VOUTOVP 状态已更改
4	BATOCP_FLAG	R	0h	BATOCP 标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = BATOCP 状态已更改
3	BATOCP_ALM_FLAG	R	0h	BATOCP_ALM 标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = BATOCP_ALM 状态已更改
2	BATUCP_ALM_FLAG	R	0h	BATUCP_ALM 标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = BATUCP_ALM 状态已更改
1	BUSOVP_FLAG	R	0h	BUSOVP 标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = BUSOVP 状态已更改

表 8-33. REG18\_FLAG 1 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	说明
0	BUSOVP_ALM_FLAG	R	0h	BUSOVP_ALM 标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = BUSOVP_ALM 状态已更改

#### 8.5.1.26 REG19\_FLAG 2 寄存器 (偏移 = 19h) [复位 = 0h]

REG19\_FLAG 2 显示在表 8-34 中。

返回到[汇总表](#)。

FLAG 2

表 8-34. REG19\_FLAG 2 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	BUSOCP_FLAG	R	0h	BUSOCP 标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = BUSOCP 状态已更改
6	BUSOCP_ALM_FLAG	R	0h	BUSOCP_ALM 标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = BUSOCP_ALM 状态已更改
5	BUSUCP_FLAG	R	0h	BUSUCP 标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = BUSUCP 状态已更改
4	BUSRCP_FLAG	R	0h	BUSRCP 标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = BUSRCP 状态已更改
3	RESERVED	R	0h	RESERVED
2	CFLY_SHORT_FLAG	R	0h	CFLY 短路标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = CFLY_SHORT 状态已更改
1-0	RESERVED	R	0h	RESERVED

#### 8.5.1.27 REG1A\_FLAG 3 寄存器 (偏移 = 1Ah) [复位 = 0h]

REG1A\_FLAG 3 显示在表 8-35 中。

返回到[汇总表](#)。

FLAG 3

**表 8-35. REG1A\_FLAG 3 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	说明
7	VAC1OVP_FLAG	R	0h	VAC1OVP 标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = VAC1 OVP 状态更改
6	VAC2OVP_FLAG	R	0h	VAC2OVP 标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = VAC2 OVP 状态已更改
5	VOUTPRESENT_FLAG	R	0h	VOUT 存在标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = VOUT 存在状态已更改
4	VAC1PRESENT_FLAG	R	0h	VAC1 存在标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = VAC1 存在状态已更改
3	VAC2PRESENT_FLAG	R	0h	VAC2 存在标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = VAC2 存在状态已更改
2	VBUSPRESENT_FLAG	R	0h	VBUS 存在标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = VBUS 存在状态已更改
1	ACRB1_CONFIG_FLAG	R	0h	ACFET1-RBFET1_CONFIG 标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = ACFET1-RBFET1_CONFIG 状态已更改
0	ACRB2_CONFIG_FLAG	R	0h	ACFET2-RBFET2_CONFIG 标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = ACFET2-RBFET2_CONFIG 状态已更改

**8.5.1.28 REG1B\_FLAG 4 寄存器 ( 偏移 = 1Bh ) [复位 = 0h]**

REG1B\_FLAG 4 显示在表 8-36 中。

返回到[汇总表](#)。

FLAG 4

表 8-36. REG1B\_FLAG 4 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	ADC_DONE_FLAG	R	0h	ADC 转换标志 (仅限单次转换模式) 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = ADC 转换完成状态已更改
6	SS_TIMEOUT_FLAG	R	0h	软启动超时标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = 软启动超时状态已更改
5	TSBUS_TSBAT_ALM_FLAG	R	0h	TSBUS_TSBAT_ALM 标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = 转换器活动状态已更改
4	TSBUS_FLT_FLAG	R	0h	TSBUS_FLT 标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = TSBUS_FLT 状态已更改
3	TSBAT_FLT_FLAG	R	0h	TSBAT_FLT 标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = TSBAT_FLT 状态已更改
2	TDIE_FLT_FLAG	R	0h	TDIE_FLT 标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = TDIE_FLT 状态已更改
1	TDIE_ALM_FLAG	R	0h	TDIE_ALM 标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = TDIE_ALM 状态已更改
0	WD_FLAG	R	0h	I <sup>2</sup> C 看门狗计时器标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = WD 计时器状态已更改

#### 8.5.1.29 REG1C\_FLAG 5 寄存器 ( 偏移 = 1Ch ) [复位 = 0h]

REG1C\_FLAG 5 显示在 [表 8-37](#) 中。

[返回到汇总表。](#)

FLAG 5

**表 8-37. REG1C\_FLAG 5 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	说明
7	REGN_GOOD_FLAG	R	0h	REGN_GOOD 标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = REGN_GOOD 状态已更改
6	CONV_ACTIVE_FLAG	R	0h	转换器活动标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = 转换器活动状态已更改
5	RESERVED	R	0h	RESERVED
4	VBUS_ERRHI_FLAG	R	0h	VBUS_ERRHI 标志 类型 : R POR : 0b 0h = 正常 1h = VBUS_ERRHI 状态已更改
3-0	RESERVED	R	0h	RESERVED

**8.5.1.30 REG1D\_MASK 1 寄存器 ( 偏移 = 1Dh ) [复位 = 0h]**

REG1D\_MASK 1 显示在表 8-38 中。

返回到汇总表。

MASK 1

**表 8-38. REG1D\_MASK 1 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	BATOVP_MASK	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	BATOVP 屏蔽 类型 : R/W POR : 0b 0h = BATOVP 标志产生 INT 1h = BATOVP 标志不产生 INT
6	BATOVP_ALM_MASK	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	BATOVP_ALM 屏蔽 类型 : R/W POR : 0b 0h = BATOVP_ALM 标志产生 INT 1h = BATOVP_ALM 标志不产生 INT
5	VOUTOVP_MASK	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	VOUTOVP 屏蔽 类型 : R/W POR : 0b 0h = VOUTOVP 标志产生 INT 1h = VOUTOVP 标志不产生 INT
4	BATOCP_MASK	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	BATOCP 屏蔽 类型 : R/W POR : 0b 0h = BATOCP 标志产生 INT 1h = BATOCP 标志不产生 INT

表 8-38. REG1D\_MASK 1 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	注释	说明
3	BATOCP_ALM_MASK	R/W	0h	复位方式： REG_RST	BATOCP_ALM 屏蔽 类型：R/W POR：0b 0h = BATOCP_ALM 标志产生 INT 1h = BATOCP_ALM 标志不产生 INT
2	BATUCP_ALM_MASK	R/W	0h	复位方式： REG_RST	BATUCP_ALM 屏蔽 类型：R/W POR：0b 0h = BATUCP_ALM 标志产生 INT 1h = BATUCP_ALM 标志不产生 INT
1	BUSOVP_MASK	R/W	0h	复位方式： REG_RST	BUSOVP 屏蔽 类型：R/W POR：0b 0h = BUSOVP 标志产生 INT 1h = BUSOVP 标志不产生 INT
0	BUSOVP_ALM_MASK	R/W	0h	复位方式： REG_RST	BUSOVP_ALM 屏蔽 类型：R/W POR：0b 0h = BUSOVP_ALM 标志产生 INT 1h = BUSOVP_ALM 标志不产生 INT

### 8.5.1.31 REG1E\_MASK 2 寄存器 (偏移 = 1Eh) [复位 = 0h]

REG1E\_MASK 2 显示在 [表 8-39](#) 中。

返回到 [汇总表](#)。

MASK 2

表 8-39. REG1E\_MASK 2 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	BUSOCP_MASK	R/W	0h	复位方式： REG_RST	BUSOCP 屏蔽 类型：R/W POR：0b 0h = BUSOCP 标志产生 INT 1h = BUSOCP 标志不产生 INT
6	BUSOCP_ALM_MASK	R/W	0h	复位方式： REG_RST	BUSOCP_ALM 屏蔽 类型：R/W POR：0b 0h = BUSOCP_ALM 标志产生 INT 1h = BUSOCP_ALM 标志不产生 INT
5	BUSUCP_MASK	R/W	0h	复位方式： REG_RST	BUSUCP 屏蔽 类型：R/W POR：0b 0h = BUSUCP 标志产生 INT 1h = BUSUCP 标志不产生 INT
4	BUSRCP_MASK	R/W	0h	复位方式： REG_RST	BUSRCP 屏蔽 类型：R/W POR：0b 0h = BUSRCP 标志产生 INT 1h = BUSRCP 标志不产生 INT

**表 8-39. REG1E\_MASK 2 寄存器字段说明 (续)**

位	字段	类型	复位	注释	说明
3	RESERVED	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	RESERVED
2	CFLY_SHORT_MASK	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	CFLY_SHORT 屏蔽 类型 : R/W POR : 0b 0h = CFLY_SHORT 标志产生 INT 1h = CFLY_SHORT 标志不产生 INT
1	RESERVED	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	保留 类型 : R/W POR : 0h
0	RESERVED	R	0h		RESERVED

**8.5.1.32 REG1F\_MASK 3 寄存器 (偏移 = 1Fh) [复位 = 0h]**

REG1F\_MASK 3 显示在表 8-40 中。

[返回到汇总表。](#)

MASK 3

**表 8-40. REG1F\_MASK 3 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	VAC1OVP_MASK	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	VAC1OVP 屏蔽 类型 : R/W POR : 0b 0h = VAC1OVP 标志产生 INT 1h = VAC1OVP 标志不产生 INT
6	VAC2OVP_MASK	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	VAC2OVP 屏蔽 类型 : R/W POR : 0b 0h = VAC2OVP 标志产生 INT 1h = VAC2OVP 标志不产生 INT
5	VOUTPRESENT_MASK	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	VOUTPRESENT 屏蔽 类型 : R/W POR : 0b 0h = VOUTPRESENT 标志产生 INT 1h = VOUTPRESENT 标志不产生 INT
4	VAC1PRESENT_MASK	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	VAC1PRESENT 屏蔽 类型 : R/W POR : 0b 0h = VAC1PRESENT 标志产生 INT 1h = VAC1PRESENT 标志不产生 INT
3	VAC2PRESENT_MASK	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	VAC2PRESENT 屏蔽 类型 : R/W POR : 0b 0h = VAC2PRESENT 标志产生 INT 1h = VAC2PRESENT 标志不产生 INT
2	VBUSPRESENT_MASK	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	VBUSPRESENT 屏蔽 类型 : R/W POR : 0b 0h = VBUSPRESENT 标志产生 INT 1h = VBUSPRESENT 标志不产生 INT

表 8-40. REG1F\_MASK 3 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	注释	说明
1	ACRB1_CONFIG_MASK	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	ACFET1-RBFET1 CONFIG 屏蔽 类型 : R/W POR : 0b 0h = ACRB1_CONFIG 标志产生 INT 1h = ACRB1_CONFIG 标志不产生 INT
0	ACRB2_CONFIG_MASK	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	ACFET2-RBFET2 CONFIG 屏蔽 类型 : R/W POR : 0b 0h = ACRB2_CONFIG 标志产生 INT 1h = ACRB2_CONFIG 标志不产生 INT

### 8.5.1.33 REG20\_MASK 4 寄存器 (偏移 = 20h) [复位 = 0h]

REG20\_MASK 4 显示在 [表 8-41](#) 中。

返回到 [汇总表](#)。

MASK 4

表 8-41. REG20\_MASK 4 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	ADC_DONE_MASK	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	ADC_DONE 屏蔽 类型 : R/W POR : 0b 0h = ADC_DONE 标志产生 INT 1h = ADC_DONE 标志不产生 INT
6	SS_TIMEOUT_MASK	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	SS_TIMEOUT 屏蔽 类型 : R/W POR : 0b 0h = SS_TIMEOUT 标志产生 INT 1h = SS_TIMEOUT 标志不产生 INT
5	TSBUS_TSBAT_ALM_MASK	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	TSBUS_TSBAT_ALM 屏蔽 类型 : R/W POR : 0b 0h = TSBUS_TSBAT_ALM 标志产生 INT 1h = TSBUS_TSBAT_ALM 标志不产生 INT
4	TSBUS_FLT_MASK	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	TSBUS_FLT 屏蔽 类型 : R/W POR : 0b 0h = TSBUS_FLT 标志产生 INT 1h = TSBUS_FLT 标志不产生 INT
3	TSBAT_FLT_MASK	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	TSBAT_FLT 屏蔽 类型 : R/W POR : 0b 0h = TSBAT_FLT 标志产生 INT 1h = TSBAT_FLT 标志不产生 INT
2	TDIE_FLT_MASK	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	TDIE_FLT 屏蔽 类型 : R/W POR : 0b 0h = TDIE_FLT 标志产生 INT 1h = TDIE_FLT 标志不产生 INT

**表 8-41. REG20\_MASK 4 寄存器字段说明 (续)**

位	字段	类型	复位	注释	说明
1	TDIE_ALM_MASK	R/W	0h	复位方式： REG_RST	TDIE_ALM 屏蔽 类型 : R/W POR : 0b 0h = TDIE_ALM 标志产生 INT 1h = TDIE_ALM 标志不产生 INT
0	WD_MASK	R/W	0h	复位方式： REG_RST	看门狗屏蔽 类型 : R/W POR : 0b 0h = WD 标志产生 INT 1h = WD 标志不产生 INT

**8.5.1.34 REG21\_MASK 5 寄存器 (偏移 = 21h) [复位 = 0h]**

REG21\_MASK 5 显示在表 8-42 中。

[返回到汇总表。](#)

MASK 5

**表 8-42. REG21\_MASK 5 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	REGN_GOOD_MASK	R/W	0h	复位方式： REG_RST	REGN_GOOD 屏蔽 类型 : R/W POR : 0b 0h = REGN_GOOD 标志产生 INT 1h = REGN_GOOD 标志不产生 INT
6	CONV_ACTIVE_MASK	R/W	0h	复位方式： REG_RST	CONV_ACTIVE 屏蔽 类型 : R/W POR : 0b 0h = CONV_ACTIVE 标志产生 INT 1h = CONV_ACTIVE 标志不产生 INT
5	RESERVED	R/W	0h	复位方式： REG_RST	RESERVED 类型 : R/W POR : 0h
4	VBUS_ERRHI_MASK	R/W	0h	复位方式： REG_RST	VBUS_ERRHI 屏蔽 类型 : R/W POR : 0b 0h = VBUS_ERRHI 标志产生 INT 1h = VBUS_ERRHI 标志不产生 INT
3-0	RESERVED	R	0h		RESERVED

**8.5.1.35 REG22\_DEVICE\_INFO 寄存器 (偏移 = 22h) [复位 = 0h]**

REG22\_DEVICE\_INFO 显示在表 8-43 中。

[返回到汇总表。](#)

DEVICE INFO

**表 8-43. REG22\_DEVICE\_INFO 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	说明
7-4	DEVICE_REV_3:0	R	0h	器件修订版本 类型 : R POR : 0h
3-0	DEVICE_ID_3:0	R	0h	器件 ID 类型 : R POR : 0h

### 8.5.1.36 REG23\_ADC\_CONTROL 1 寄存器 ( 偏移 = 23h ) [复位 = 0h]

REG23\_ADC\_CONTROL 1 显示在表 8-44 中。

返回到[汇总表](#)。

ADC\_CONTROL 1

**表 8-44. REG23\_ADC\_CONTROL 1 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	ADC_EN	R/W	0h	复位方式 : 看门狗 REG_RST	ADC 启用 类型 : R/W POR : 0b 0h = 禁用 1h = 启用
6	ADC_RATE	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	ADC 速率 类型 : R/W POR : 0b 0h = 连续转换 1h = 单次转换
5	ADC_AVG	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	ADC 平均 类型 : R/W POR : 0b 0h = 单值 1h = 运行平均值
4	ADC_AVG_INIT	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	ADC 平均初始值 类型 : R/W POR : 0b 0h = 使用现有寄存器值开始计算平均值 1h = 使用新转换开始计算平均值
3-2	ADC_SAMPLE_1:0	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	ADC 采样速度 类型 : R/W POR : 00b 0h = 15 位 1h = 14 位 2h = 13 位 3h = 11 位
1	IBUS_ADC_DIS	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	IBUS ADC 控制 类型 : R/W POR : 0b 0h = 启用 1h = 禁用

**表 8-44. REG23\_ADC\_CONTROL 1 寄存器字段说明 (续)**

位	字段	类型	复位	注释	说明
0	VBUS_ADC_DIS	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	VBUS ADC 控制 类型 : R/W POR : 0b 0h = 启用 1h = 禁用

**8.5.1.37 REG24\_ADC\_CONTROL 2 寄存器 (偏移 = 24h) [复位 = 0h]**

REG24\_ADC\_CONTROL 2 显示在表 8-45 中。

[返回到汇总表。](#)**ADC\_CONTROL 2****表 8-45. REG24\_ADC\_CONTROL 2 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	VAC1_ADC_DIS	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	VAC1 ADC 控制 类型 : R/W POR : 0b 0h = 启用 1h = 禁用
6	VAC2_ADC_DIS	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	VAC2 ADC 控制 类型 : R/W POR : 0b 0h = 启用 1h = 禁用
5	VOUT_ADC_DIS	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	VOUT ADC 控制 类型 : R/W POR : 0b 0h = 启用 1h = 禁用
4	VBAT_ADC_DIS	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	VBAT ADC 控制 类型 : R/W POR : 0b 0h = 启用 1h = 禁用
3	IBAT_ADC_DIS	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	IBAT ADC 控制 类型 : R/W POR : 0b 0h = 启用 1h = 禁用
2	TSBUS_ADC_DIS	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	TSBUS ADC 控制 类型 : R/W POR : 0b 0h = 启用 1h = 禁用
1	TSBAT_ADC_DIS	R/W	0h	复位方式 : REG_RST	TSBAT ADC 控制 类型 : R/W POR : 0b 0h = 启用 1h = 禁用

**表 8-45. REG24\_ADC\_CONTROL 2 寄存器字段说明 (续)**

位	字段	类型	复位	注释	说明
0	TDIE_ADC_DIS	R/W	0h	复位方式： REG_RST	TDIE ADC 控制 类型 : R/W POR : 0b 0h = 启用 1h = 禁用

#### 8.5.1.38 REG25\_IBUS\_ADC 寄存器 (偏移 = 25h) [复位 = 0h]

REG25\_IBUS\_ADC 显示在表 8-46 中。

返回到[汇总表](#)。

IBUS\_ADC

**表 8-46. REG25\_IBUS\_ADC 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	说明
15-0	IBUS_ADC_15:0	R	0h	IBUS ADC 读数 类型 : R POR : 0mA (0h) 范围 : 0mA - 7000mA 开关电容模式： 固定偏移量 : 66mA 位步长 : 0.9972mA 旁路模式： 固定偏移量 : 64mA 位步长 : 1.0279 mA

#### 8.5.1.39 REG27\_VBUS\_ADC 寄存器 (偏移 = 27h) [复位 = 0h]

REG27\_VBUS\_ADC 显示在表 8-47 中。

返回到[汇总表](#)。

VBUS\_ADC

**表 8-47. REG27\_VBUS\_ADC 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	说明
15-0	VBUS_ADC_15:0	R	0h	VBUS ADC 读数 类型 : R POR : 0mV (0h) 范围 : 0mV - 16385mV 固定偏移量 : 0mV 位步长 : 1.002 mV

#### 8.5.1.40 REG29\_VAC1\_ADC 寄存器 (偏移 = 29h) [复位 = 0h]

REG29\_VAC1\_ADC 显示在表 8-48 中。

返回到[汇总表](#)。

VAC1\_ADC

**表 8-48. REG29\_VAC1\_ADC 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	说明
15-0	VAC1_ADC_15:0	R	0h	VAC1 ADC 读数 类型 : R POR : 0mV (0h) 范围 : 0mV - 14000mV 固定偏移量 : 3mV 位步长 : 1.0008 mV

**8.5.1.41 REG2B\_VAC2\_ADC 寄存器 ( 偏移 = 2Bh ) [复位 = 0h]**

REG2B\_VAC2\_ADC 显示在表 8-49 中。

[返回到汇总表。](#)

VAC2\_ADC

**表 8-49. REG2B\_VAC2\_ADC 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	说明
15-0	VAC2_ADC_15:0	R	0h	VAC2 ADC 读数 类型 : R POR : 0mV (0h) 范围 : 0mV - 14000mV 固定偏移量 : 5mV 位步长 : 1.0006 mV

**8.5.1.42 REG2D\_VOUT\_ADC 寄存器 ( 偏移 = 2Dh ) [复位 = 0h]**

REG2D\_VOUT\_ADC 显示在表 8-50 中。

[返回到汇总表。](#)

VOUT\_ADC

**表 8-50. REG2D\_VOUT\_ADC 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	说明
15-0	VOUT_ADC_15:0	R	0h	VOUT ADC 读数 类型 : R POR : 0mV (0h) 范围 : 0mV - 6000mV 固定偏移量 : 2mV 位步长 : 1.0037 mV

**8.5.1.43 REG2F\_VBAT\_ADC 寄存器 ( 偏移 = 2Fh ) [复位 = 0h]**

REG2F\_VBAT\_ADC 显示在表 8-51 中。

[返回到汇总表。](#)

VBAT\_ADC

**表 8-51. REG2F\_VBAT\_ADC 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	说明
15-0	VBAT_ADC_15:0	R	0h	VBAT ADC 读数 类型 : R POR : 0mV (0h) 范围 : 0mV - 6000mV 固定偏移量 : 1mV 位步长 : 1.017 mV

#### 8.5.1.44 REG31\_IBAT\_ADC 寄存器 ( 偏移 = 31h ) [复位 = 0h]

REG31\_IBAT\_ADC 显示在表 8-52 中。

返回到[汇总表](#)。

**IBAT\_ADC**

**表 8-52. REG31\_IBAT\_ADC 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	说明
15-0	IBAT_ADC_15:0	R	0h	IBAT ADC 读数 类型 : R POR : 0mA (0h) 范围 : 0mA - 12000mA 固定偏移量 : -150mA 位步长 : 0.999 mA

#### 8.5.1.45 REG33\_TSBUS\_ADC 寄存器 ( 偏移 = 33h ) [复位 = 0h]

REG33\_TSBUS\_ADC 显示在表 8-53 中。

返回到[汇总表](#)。

**TSBUS\_ADC**

**表 8-53. REG33\_TSBUS\_ADC 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	说明
15-0	TSBUS_ADC_15:0	R	0h	TSBUS ADC 读数 类型 : R POR : 0%(0h) 范围 : 0% - 50% 固定偏移量 : 0.1% 位步长 : 0.09860%

#### 8.5.1.46 REG35\_TSBAT\_ADC 寄存器 ( 偏移 = 35h ) [复位 = 0h]

REG35\_TSBAT\_ADC 显示在表 8-54 中。

返回到[汇总表](#)。

**TSBAT\_ADC**

**表 8-54. REG35\_TSBAT\_ADC 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	说明
15-0	TSBAT_ADC_15:0	R	0h	TSBAT ADC 读数 类型 : R POR : 0%(0h) 范围 : 0% - 50% 固定偏移量 : 0.065% 位步长 : 0.09762%

**8.5.1.47 REG37\_TDIE\_ADC 寄存器 ( 偏移 = 37h ) [复位 = 0h]**

REG37\_TDIE\_ADC 显示在表 8-55 中。

返回到[汇总表](#)。

TDIE\_ADC

**表 8-55. REG37\_TDIE\_ADC 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	说明
15-0	TDIE_ADC_15:0	R	0h	TDIE ADC 读数 类型 : R POR : 0°C (0h) 范围 : -40°C 至 150°C 固定偏移量 : -3.5°C 位步长 : 0.5079°C

## 9 应用和实施

### 备注

以下应用部分中的信息不适用于 TI 元件规格，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客户负责确定元件是否适合其用途，以及验证和测试其设计实现以确认系统功能。

### 9.1 应用信息

典型应用由配置为 I<sup>2</sup>C 控制的并联充电器的器件和标准开关充电器组成，但是，它也可以与线性充电器或集成了充电器的 PMIC 一起使用。BQ25960H 可在主充电器完成预充电后开始快速充电。当需要最终电流逐渐减小时，BQ25960H 会将充电交还给主充电器。这一时间点通常是应用可以接受的主充电器的效率点。该器件可用于为各种智能手机和其他便携式设备中使用的锂离子电池和锂聚合物电池充电。为了利用 BQ25960H 的高充电电流功能，可能需要以超过 1C 进行充电。在这种情况下，请务必严格遵守电池制造商的建议。

### 9.2 典型应用

下面显示了一个典型的原理图，其中显示了所有可选和必需的元件。

### 9.2.1 独立应用信息 (用于主充电器)

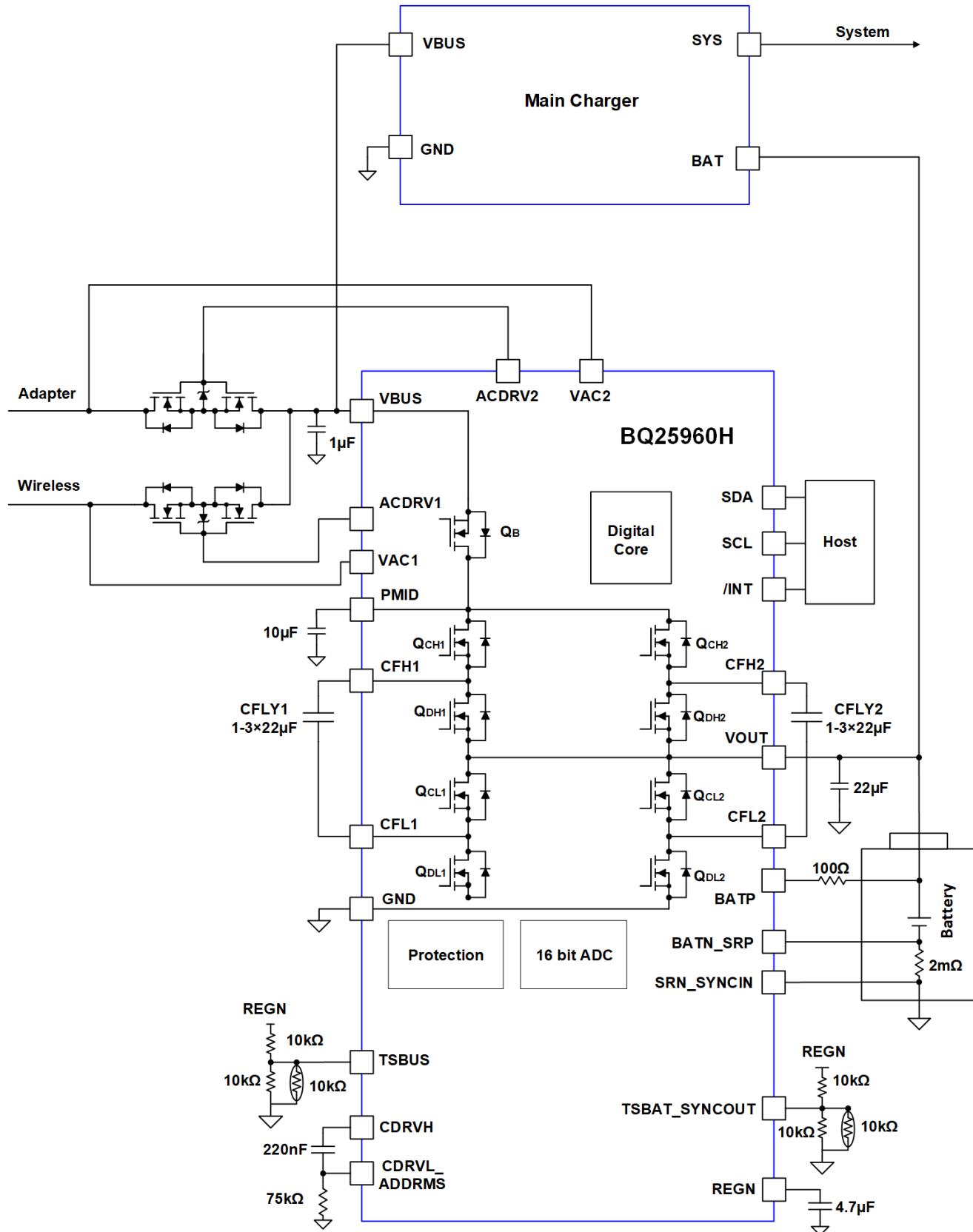


图 9-1. BQ25960H 双输入典型应用图

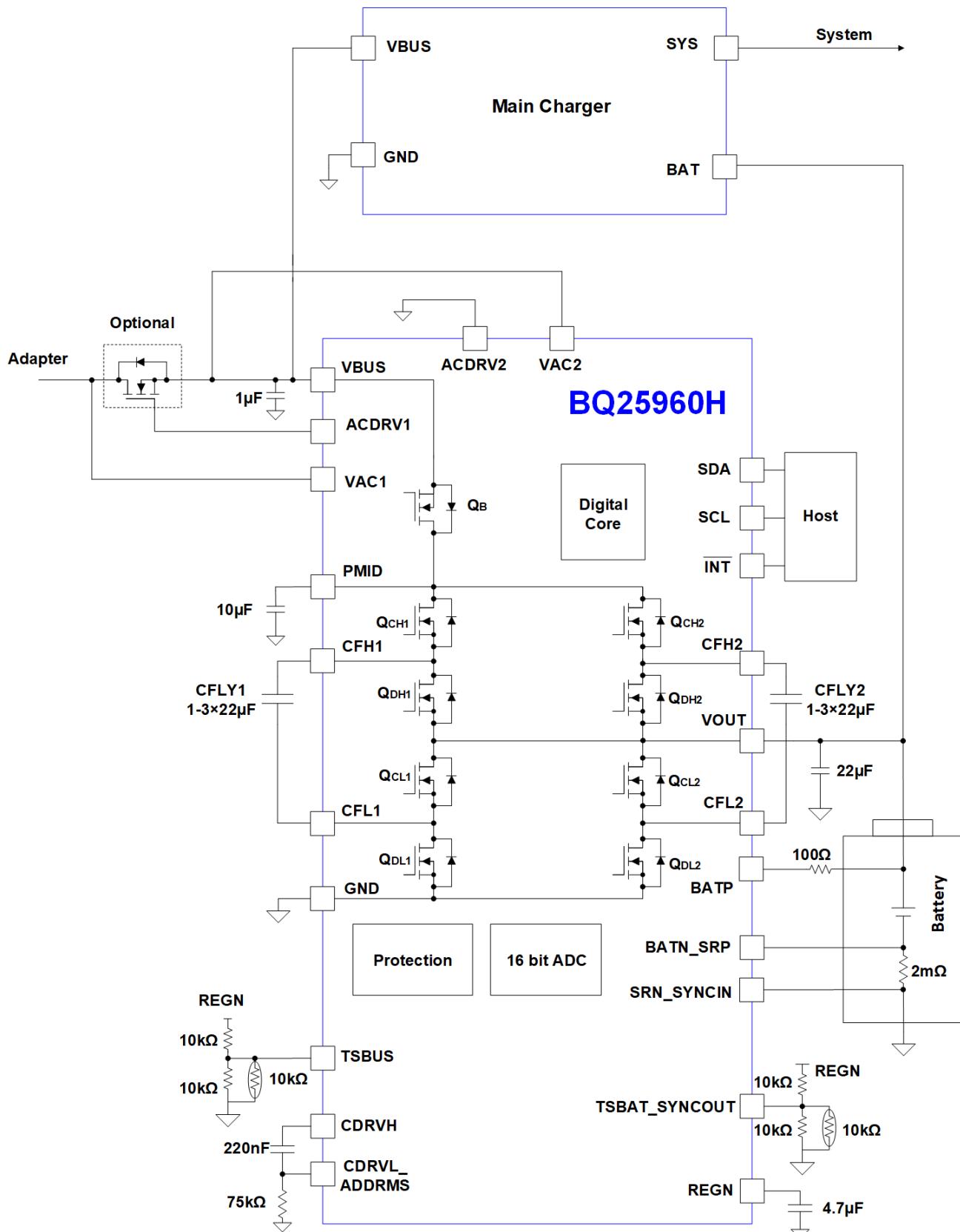


图 9-2. BQ25960H 单输入典型应用图

### 9.2.1.1 设计要求

此设计需要智能壁式适配器按照 USB\_PD 可编程电源 (PPS) 电压阶跃和电流阶跃为 BQ25960H 提供适当的输入电压和输入电流。所示设计能够充电高达 8A，尽管由于该工作点的总功率损耗，这对于某些应用可能不实用。应仔细考虑热约束、空间约束和操作条件，以确保可接受的性能。

### 9.2.1.2 详细设计过程

第一步是确定每个设计阶段要放置的 CFLY 电容数量。考虑电容器的额定电流、ESR 和额定电容至关重要。请务必考虑电容的偏置电压降额，因为 CFLY 电容偏置为输入电压的一半，这将影响其有效电容。理想系统是每相有 3 个 22 $\mu$ F 电容器，每个器件总共有 6 个电容器。如果布板空间有限，可以使用较少的电容。使用较少的电容将导致输出端出现较高的电压和电流纹波，并且会降低效率。

功率级的默认开关频率  $f_{SW}$  为 500kHz。可以使用 FSW\_SET 位在寄存器 0x10h 中调整开关频率。如果不使用 IBATADC，建议选择 500kHz；如果使用 IBATADC，建议选择 375kHz。

建议在 VBUS 上使用 1 $\mu$ F 电容，在 PMID 上使用 10 $\mu$ F 电容，在 VOUT 上使用 22 $\mu$ F 电容。

### 9.2.1.3 应用曲线

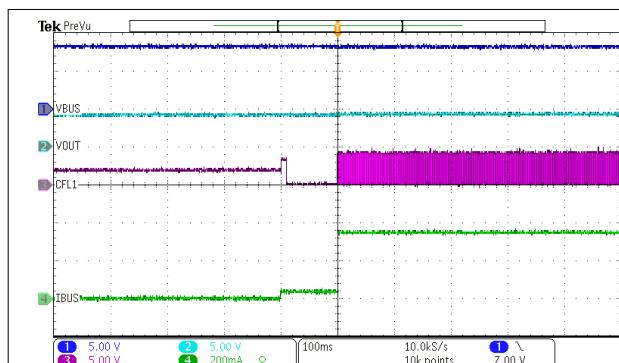


图 9-3. 开关电容模式加电

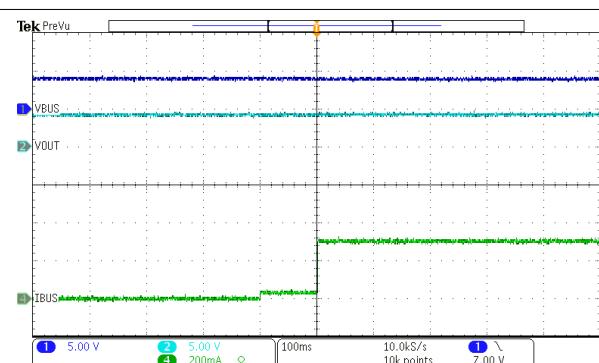


图 9-4. 旁路模式上电

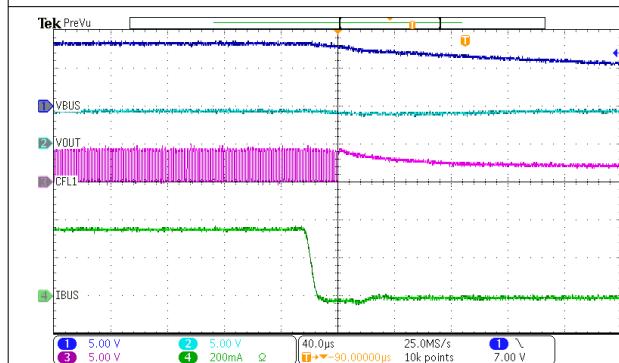


图 9-5. 在开关电容模式下拔下适配器

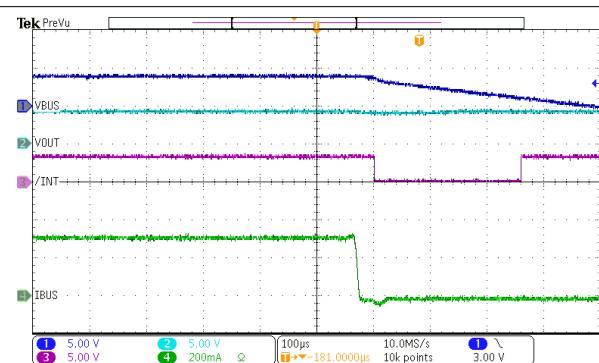


图 9-6. 在旁路模式下拔出适配器

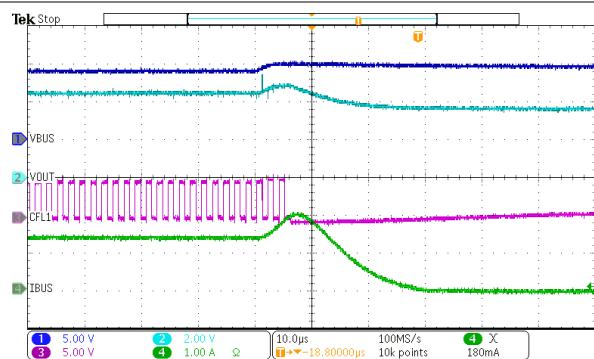


图 9-7. 开关电容模式下的 VBUSOVP

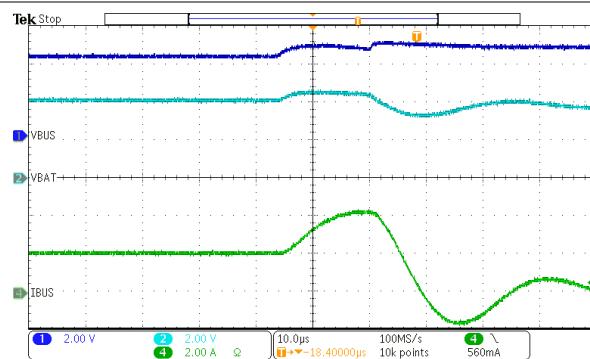


图 9-8. 旁路模式下的 VBUSOVP

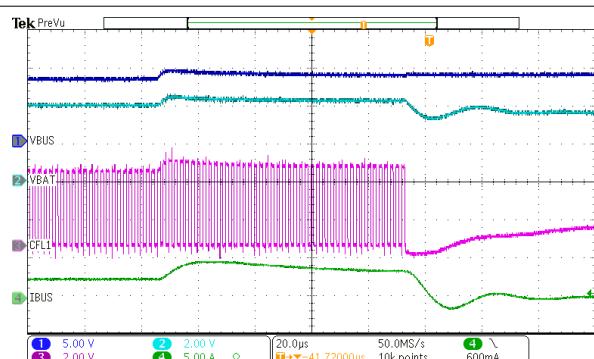


图 9-9. 开关电容模式下的 IBUSOCP

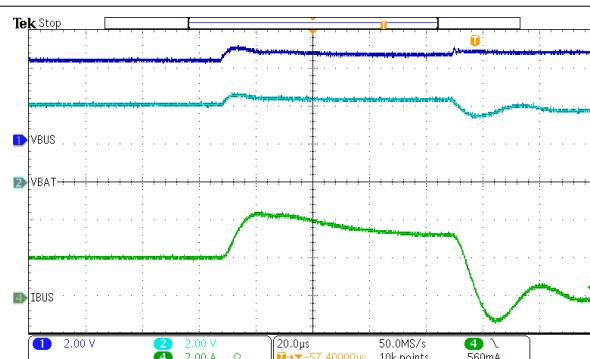


图 9-10. 旁路模式下的 IBUSOCP

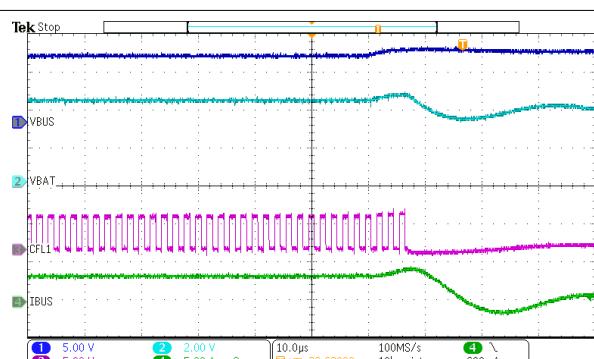


图 9-11. 开关电容模式下的 VBATOVP

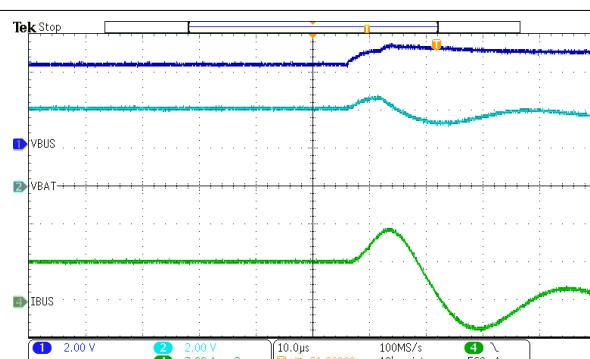


图 9-12. 旁路模式下的 VBATOVP

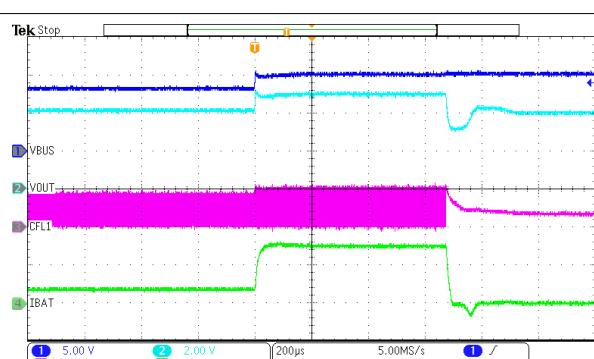


图 9-13. 开关电容模式下的 IBATOCP

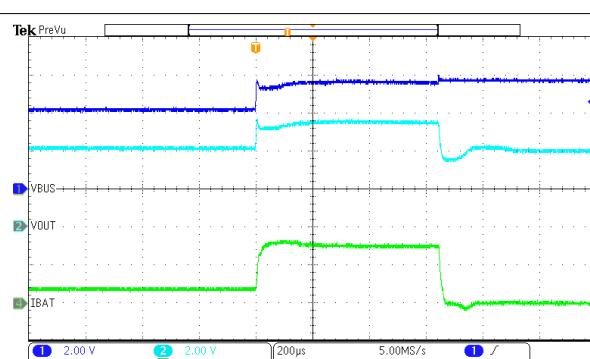
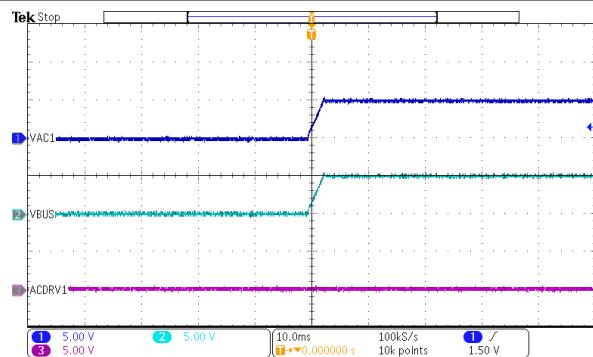
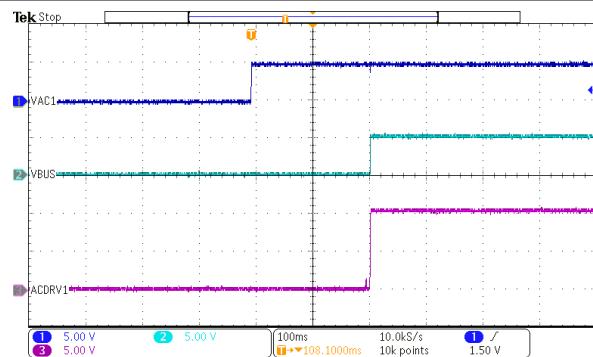


图 9-14. 旁路模式下的 IBATOCP



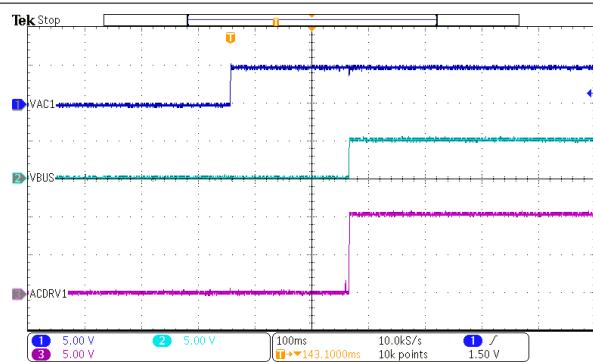
VAC1 和 VAC2 短接至 VBUS , ACDRV1 和 ACDRV2 短接至地

图 9-15. 无需 AC-RFFET 即可上电



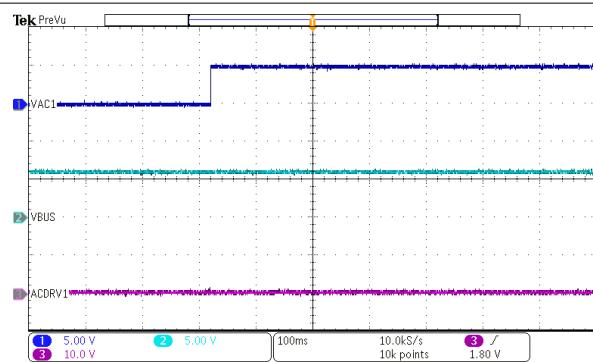
VAC1 连接到输入源 1 , VAC2 短接至 VBUS , ACDRV1 有效 , ACDRV2 短接至地

图 9-16. 使用单个 ACFET1 从 VAC1 供电



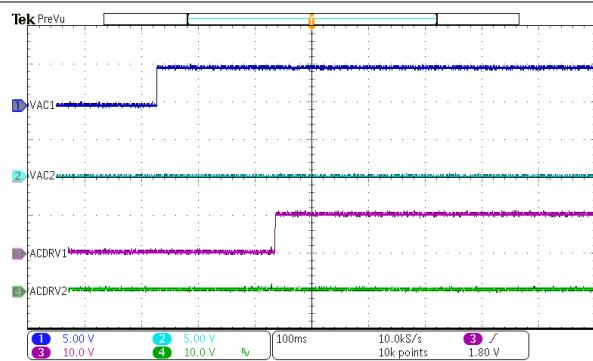
VAC1 连接到输入源 1 , VBUS 连接到输入源 2 , VAC2 短接至 VBUS , ACDRV1 有效 , ACDRV2 短接至地

图 9-17. 使用 ACFET1-RBFET1 从 VAC1 供电



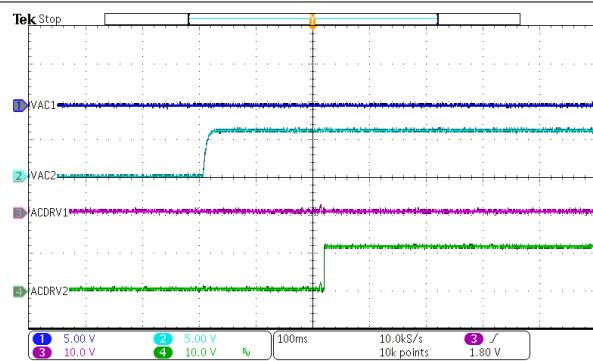
VAC1 连接到输入源 1 , VBUS 连接到输入源 2 , VAC2 短接至 VBUS , ACDRV1 有效 , ACDRV2 短接至地

图 9-18. 当器件通过 ACFET1-RBFET1 从 VBUS 上电时插入 VAC1



VAC1 连接到输入源 1 , VAC2 连接到输入源 2 , ACDRV1 和 ACDRV2 有效

图 9-19. 使用 ACFET1-RBFET1 和 ACFET2-RBFET2 从 VAC1 上电



VAC1 连接到输入源 1 , VAC2 连接到输入源 2 , ACDRV1 和 ACumDRV2 有效

图 9-20. 使用 ACFET1-RBFET1 和 ACFET2-RBFET2 从 VAC2 上电

## 10 电源相关建议

BQ25960H 可由能够满足评估的输入电压和电流要求的标准电源供电。在实际应用中，它必须与支持 USB 电力输送 (PD) 可编程电源 (PPS) 规范的壁式适配器配合使用。

## 11 布局

### 11.1 布局指南

布局非常重要，可以更大限度地提高整个系统的电气性能和热性能。虽然我们提供了通用指南，但还需要考虑外形尺寸、电路板堆叠和其他元件的接近程度，从而最大限度地提高性能。

1. VBUS 和 VOUT 布线应尽可能短而宽，以适应高电流。
2. VBUS 和 VOUT 的铜布线应至少直线延伸 150mil (3.81mm) ( 垂直于 WCSP 焊球阵列 ) 才能出现弯角。
3. CFLY 电容应放置在尽可能靠近器件的位置，而 CFLY 布线应尽可能宽，直到靠近 IC。
4. 在 CFH 焊盘和 CFL 焊盘之间的 CLFY 覆铜应尽可能对称。
5. 放置低 ESR 旁路电容，将 VBUS、PMID 和 VOUT 接地。该电容应尽量靠近器件引脚放置。
6. CFLY 焊盘应尽可能小，而 CFLY 电容应放置在尽可能靠近器件的地方，因为这些是开关引脚，这样有助于降低 EMI。
7. 布置时请注意，切勿让信号布线将电源平面中断。

请参阅 [BQ25960EVM \(BMS041\) 评估模块用户指南](#) 中的 EVM 设计和更多信息，了解建议的元件放置方式以及布线和过孔位置。

### 11.2 布局示例

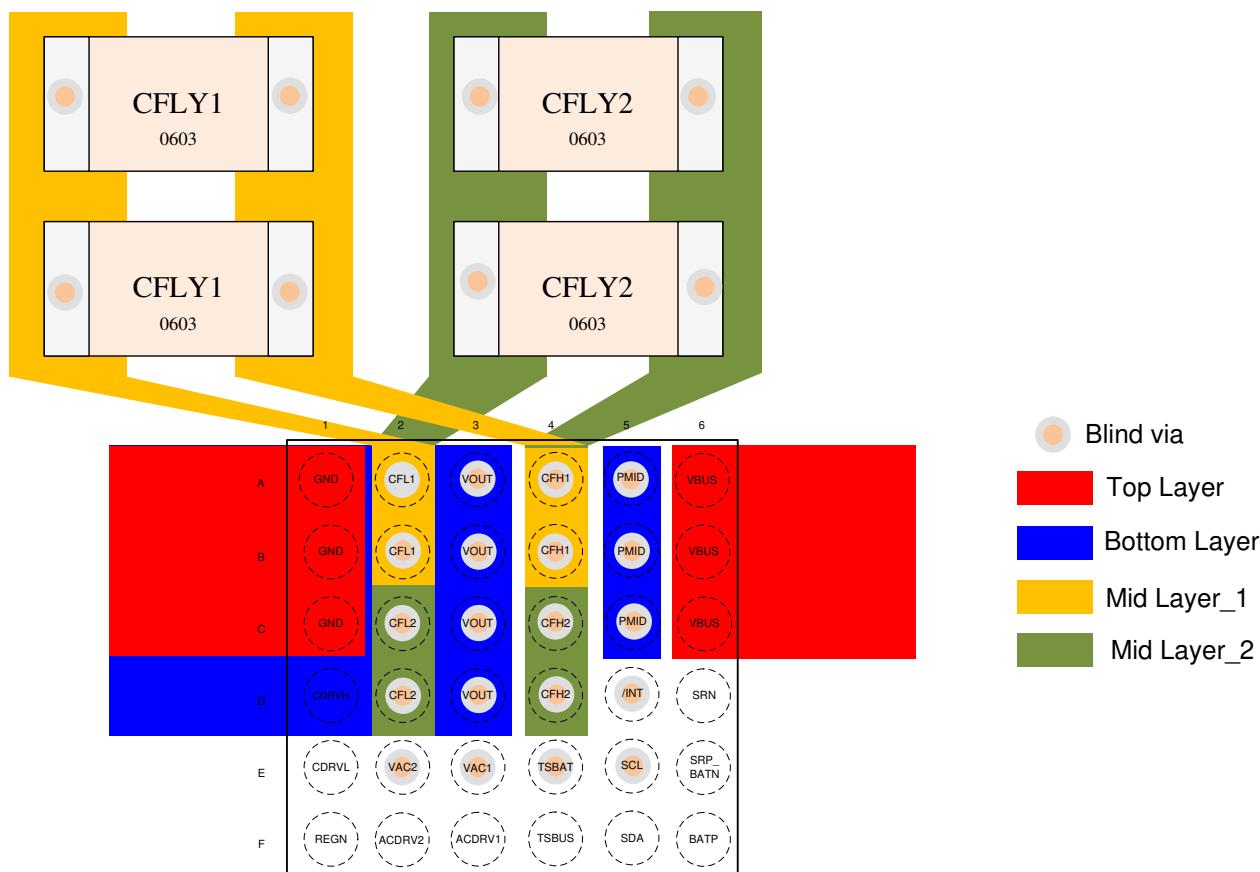


图 11-1. BQ25960H 布局示例

## 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：

- [BQ25960EVM \(BMS041\) 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

日期	修订版本	说明
2023 年 12 月	*	初始发行版。

## 14 机械、封装和可订购信息

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

## 14.1 封装选项附录

### 封装信息

可订购器件	状态 <sup>(1)</sup>	封装类型	封装图	引脚	包装数量	环保计划 <sup>(2)</sup>	铅/焊球涂层 <sup>(6)</sup>	MSL 峰值温度 <sup>(3)</sup>	工作温度 <sup>(4) (5)</sup> (°C)	器件标记 <sup>(4) (5)</sup>
BQ25960HYBGR	正在供货	DSBGA	YBG	36	6000	RoHS 和绿色环保	SNAGCU	Level-1-260 C-UNLIM	- 40 至 85	BQ25960H

(1) 销售状态值定义如下：

**正在供货**：建议用于新设计的产品器件。

**限期购买**：TI 已宣布器件即将停产，但仍在购买期限内。

**NRND**：不建议用于新设计。为支持现有客户，器件仍在生产，但 TI 不建议在新设计中使用此器件。

**PRE\_PROD**：未发布的器件，尚未投产，未向大众市场供货，也未在网络上供应，样片不可用。

**预发布**：器件已发布，但未投产。可能提供样片，也可能无法提供样片。

**已停产**：TI 已停止生产该器件。

(2) 环保计划 - 规划的环保分级包括：无铅 (RoHS)，无铅 (RoHS 豁免) 或绿色 (RoHS, 无锑/溴) - 如需了解最新供货信息及更多产品内容详情，请访问 [www.ti.com.cn/productcontent](http://www.ti.com.cn/productcontent)。

**待定**：无铅/绿色转换计划尚未确定。

**无铅 (RoHS)**：TI 所说的“无铅”或“无 Pb”是指半导体产品符合针对所有 6 种物质的现行 RoHS 要求，包括要求铅的重量不超过同质材料总重量的 0.1%。因在设计时就考虑到了高温焊接要求，因此 TI 的无铅产品适用于指定的无铅作业。

**无铅 (RoHS 豁免)**：该元件在以下两种情况下可享受 RoHS 豁免：1) 芯片和封装之间使用铅基倒装芯片焊接凸点；2) 芯片和引线框之间使用铅基芯片粘合剂。否则，元件将根据上述规定视为无铅 (符合 RoHS)。

**绿色 (RoHS, 无锑/溴)**：TI 将“绿色”定义为无铅 (符合 RoHS 标准)、无溴 (Br) 和无锑 (Sb) 阻燃剂 (Br 或 Sb 在均质材料中的质量不超过总质量的 0.1%)。

(3) **MSL**，峰值温度--湿敏等级额定值 (符合 JEDEC 工业标准分级) 和峰值焊接温度。

(4) 器件上可能还有与徽标、批次跟踪代码信息或环境分类相关的其他标志。

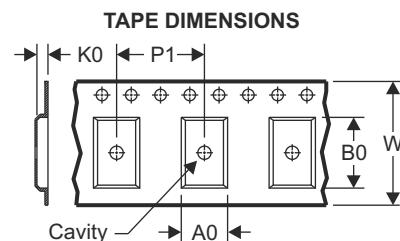
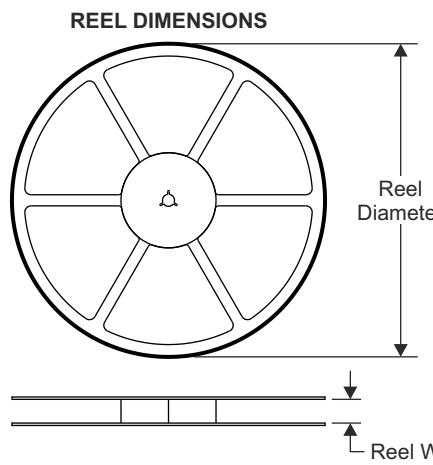
(5) 括号内将包含多个器件标识。不过，器件上仅显示括号中以“~”隔开的其中一个器件标识。如果某一行缩进，说明该行续接上一行，这两行合在一起表示该器件的完整器件标识。

(6) **铅/焊球镀层** - 可订购器件可能有多种镀层材料选项。各镀层选项用垂直线隔开。如果铅/焊球镀层值超出最大列宽，则会折为两行。

**重要信息和免责声明**：本页面上提供的信息代表 TI 在提供该信息之日的认知和观点。TI 的认知和观点基于第三方提供的信息，TI 不对此类信息的正确性做任何声明或保证。TI 正在致力于更好地整合第三方信息。TI 已经并将继续采取合理的措施来提供有代表性且准确的信息，但是可能尚未对引入的原料和化学制品进行破坏性测试或化学分析。TI 和 TI 供应商认为某些信息属于专有信息，因此可能不会公布其 CAS 编号及其它受限制的信息。

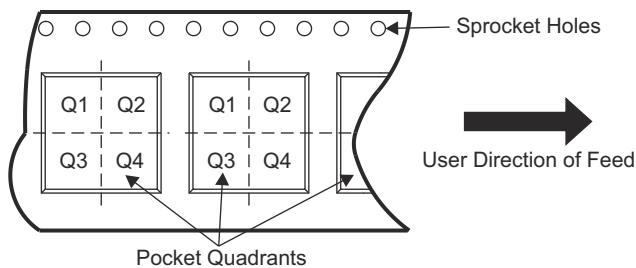
在任何情况下，TI 对由此类信息产生的责任决不超过本文档中发布的 TI 每年销售给客户的 TI 器件总购买价。

## 14.2 卷带封装信息



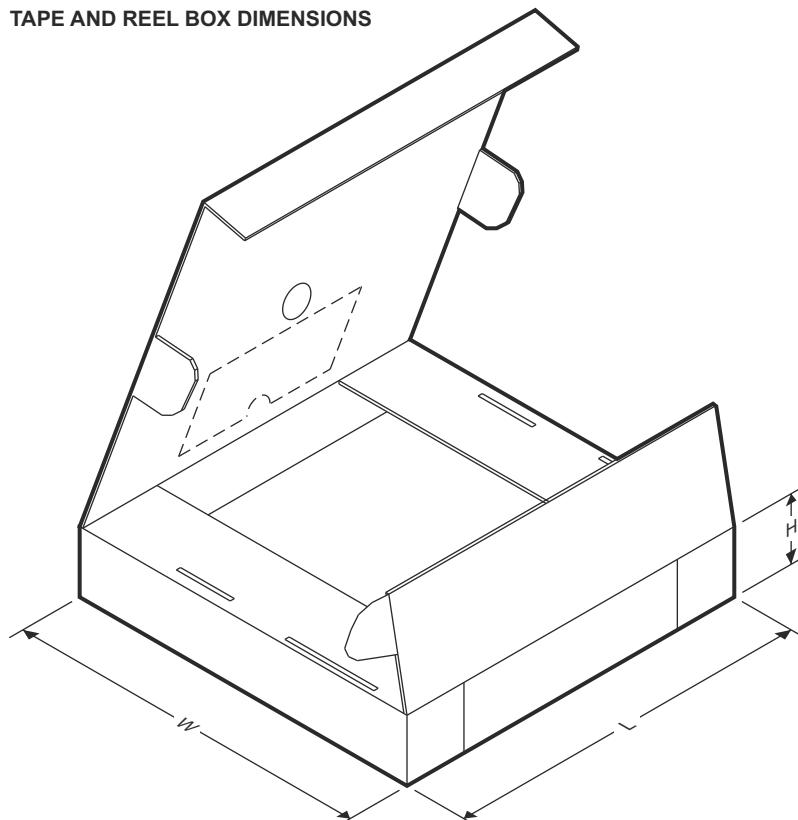
A0	Dimension designed to accommodate the component width
B0	Dimension designed to accommodate the component length
K0	Dimension designed to accommodate the component thickness
W	Overall width of the carrier tape
P1	Pitch between successive cavity centers

QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



器件	封装类型	封装图	引脚	SPQ	卷带直径 (mm)	卷带宽度 W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 象限
BQ25960HYBGR	DSBGA	YBG	36	6000	330.0	12.4	2.73	2.73	0.68	4.0	12.0	Q1

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



器件	封装类型	封装图	引脚	SPQ	长度 (mm)	宽度 (mm)	高度 (mm)
BQ25960HYBGR	DSBGA	YBG	36	6000	360.0	360.0	36.0
BQ25960HYBGR	DSBGA	YBG	36	6000	367.0	367.0	35.0

**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)
BQ25960HYBGR	Active	Production	DSBGA (YBG)   36	6000   LARGE T&R	Yes	SNAGCU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	BQ25960H
BQ25960HYBGR.A	Active	Production	DSBGA (YBG)   36	6000   LARGE T&R	Yes	SNAGCU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	BQ25960H
BQ25960HYBGR.B	Active	Production	DSBGA (YBG)   36	6000   LARGE T&R	Yes	SNAGCU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	BQ25960H

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

<sup>(2)</sup> **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.

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

<sup>(4)</sup> **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.

<sup>(5)</sup> **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.

<sup>(6)</sup> **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.

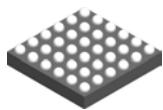
Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

**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.

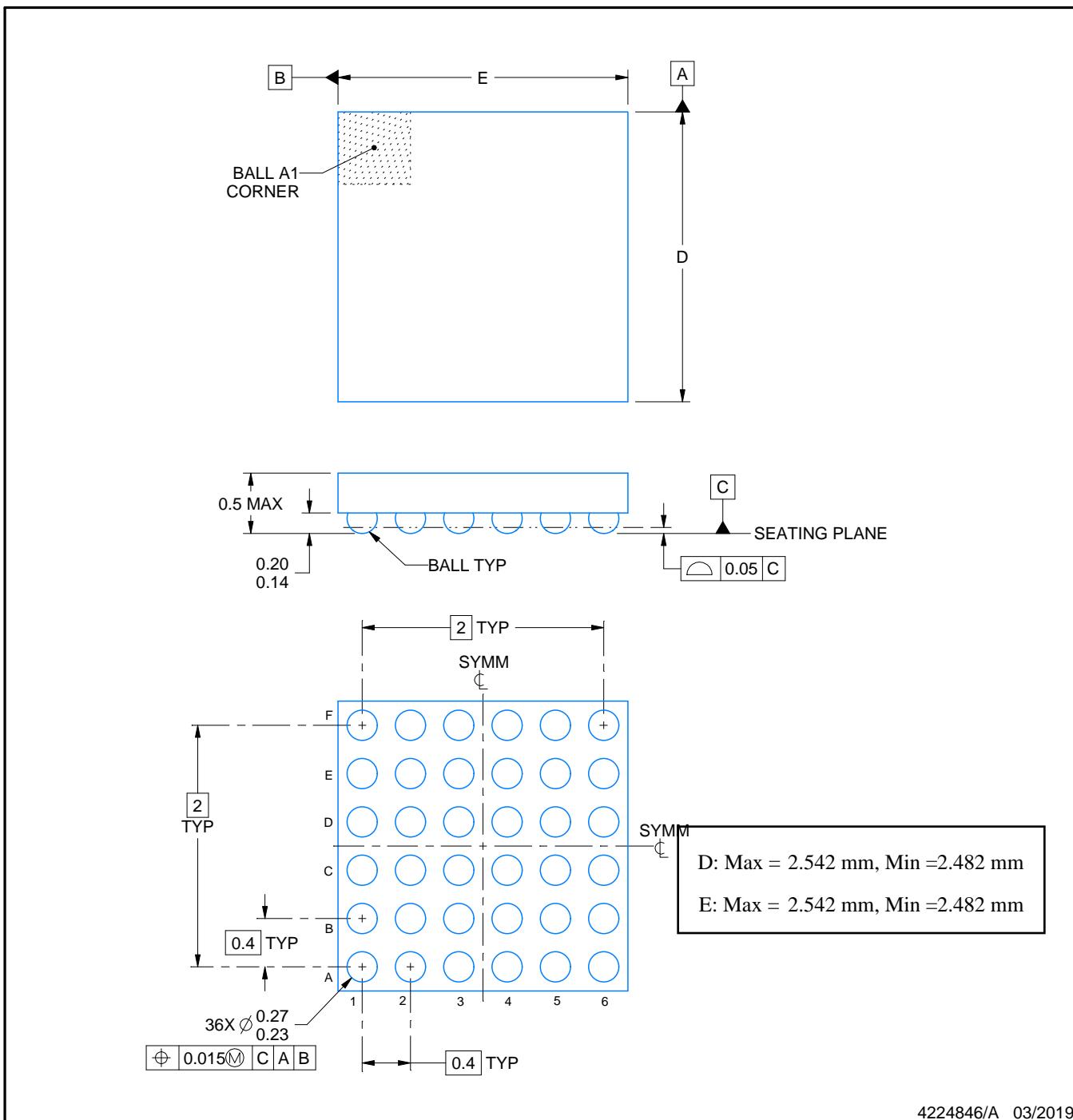
# PACKAGE OUTLINE

**YBG0036**



**DSBGA - 0.5 mm max height**

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



4224846/A 03/2019

## NOTES:

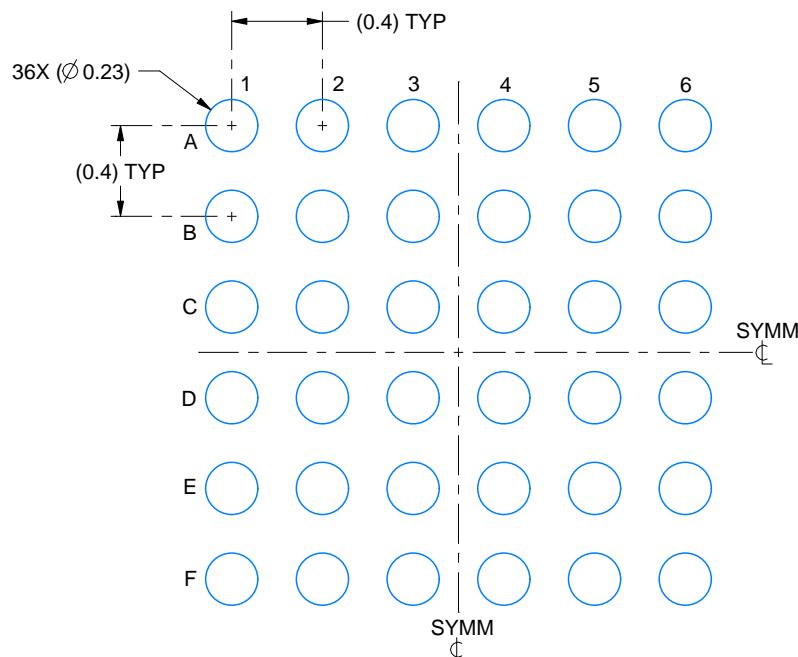
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.

# EXAMPLE BOARD LAYOUT

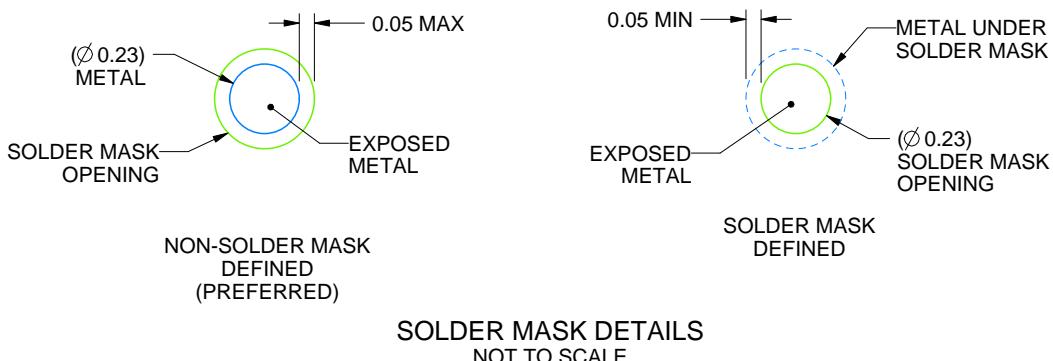
YBG0036

DSBGA - 0.5 mm max height

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



LAND PATTERN EXAMPLE  
EXPOSED METAL SHOWN  
SCALE: 30X



4224846/A 03/2019

NOTES: (continued)

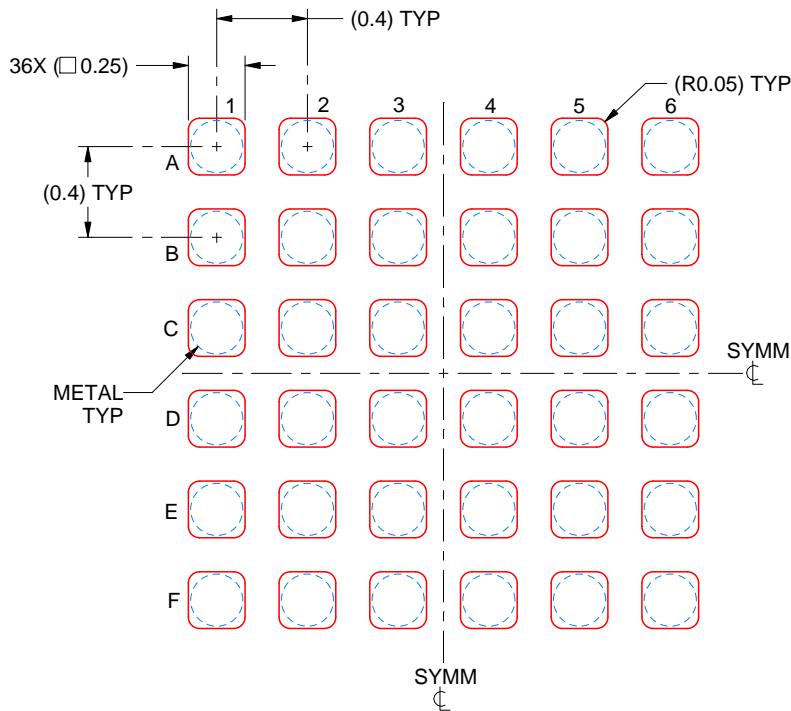
- Final dimensions may vary due to manufacturing tolerance considerations and also routing constraints.  
See Texas Instruments Literature No. SNVA009 ([www.ti.com/lit/snva009](http://www.ti.com/lit/snva009)).

# EXAMPLE STENCIL DESIGN

**YBG0036**

**DSBGA - 0.5 mm max height**

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



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

4224846/A 03/2019

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、与某特定用途的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保法规或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#))、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2025 , 德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期 : 2025 年 10 月