

# BQ25190 具有集成降压/升压、DVS 降压、LDO、ADC 和电源路径的 I<sup>2</sup>C 控制型单节 1A 线性电池充电器

## 1 特性

- 集成式 1A 电源路径线性电池充电器
  - 3.0V 至 18.0V 输入电压工作范围
  - 可承受高达 25V 的输入电压
  - 可配置的电池调节电压，精度为  $\pm 0.5\%$ ，范围为 3.5V 至 4.65V，阶跃为 10mV
  - 5mA 至 1A 可配置快速充电电流
  - 55m $\Omega$  BATFET 导通电阻
  - 高达 2.5A 的放电电流，支持高系统负载
  - 完全可编程的 JEITA 曲线，可在整个温度范围内实现安全充电
- 电源路径管理，用于系统供电和电池充电
  - 稳定系统电压范围为 4.4V 至 4.9V，此外还具有电池电压跟踪功能和输入直通选项
  - 可配置的输入电流限制
  - 动态电源路径管理可以对通过弱适配器充电进行优化
  - 可选择适配器或电池为系统供电
  - 先进的系统复位机制
- 超低静态电流模式
  - 电池模式下电池静态电流为 2  $\mu$ A
  - 运输模式下电池静态电流为 15nA
- 具有 I<sup>2</sup>C 和 GPIO 可编程 DVS 输出的集成降压转换器
  - 系统的静态电流为 0.36  $\mu$ A
  - 0.4V 至 1.575V 输出电压（阶跃为 12.5mV）或 0.4V 至 3.6V 输出电压（阶跃为 25mV/50mV）
  - 输出电流高达 600mA
- 具有 I<sup>2</sup>C 可编程 DVS 输出的集成降压/升压转换器
  - 系统的静态电流为 0.1  $\mu$ A
  - 1.7V 至 5.2V 输出电压（阶跃为 50mV）
  - 输出电流高达 600mA ( $V_{SYS} \geq 3.0V$ ,  $V_{BBOUT} = 3.3V$ )
- 集成式 I<sup>2</sup>C 可编程 LDO ( LDO1 和 LDO2 )
  - 25nA 静态电流
  - 0.8V 至 3.6V 输出电压（阶跃为 50mV）
  - 输出电流高达 200mA
  - 在运输模式下 LDO1 能够保持开启状态
  - 可配置 LDO 或旁路模式
  - 专用输入引脚
- 集成式故障保护，可确保安全
  - 输入电流限制和过压保护
  - 电池、集成电源轨过流保护
  - 电池电量耗尽保护
  - 热调节和热关断

- 集成式 12 位 ADC，可监测输入电流、BATFET 电流、输入电压、电池电压、电池温度或外部电压信号

## 2 应用

- 智能手表和其他可穿戴设备
- 便携式医疗设备
- 智能追踪器
- 零售自动化和支付

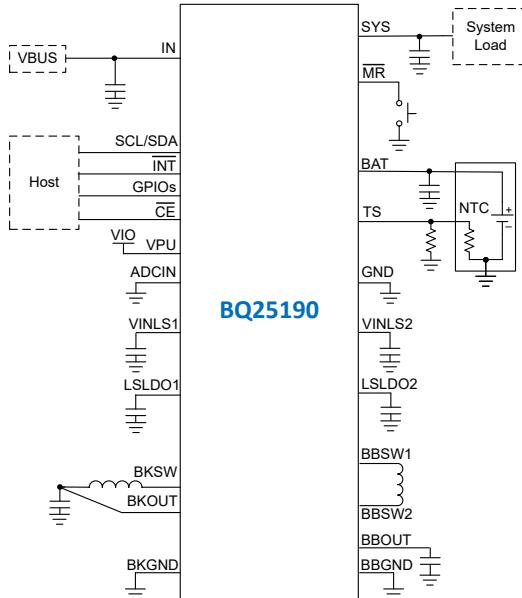
## 3 说明

The BQ25190 是一款高度集成的电池管理单元，集成了用于可穿戴设备的最常用功能：一个具有电源路径的线性充电器、一个降压开关转换器（降压）、一个降压/升压开关转换器（降压/升压）、两个 LDO（LDO1 和 LDO2）、计时器手动复位（MR）、多通道模数转换器（ADC）以及四个多功能通用输入/输出（GPIO）。

### 器件信息

器件型号	封装 <sup>(1)</sup>	本体封装尺寸（标称值）
BQ25190	YBG (WCSP 30)	2.25mm x 2.75mm

(1) 有关所有可用封装，请参阅 [节 13](#)。



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>	7.5 编程.....	<b>42</b>
<b>2 应用</b>	<b>1</b>	7.6 寄存器映射.....	<b>45</b>
<b>3 说明</b>	<b>1</b>	<b>8 应用和实施</b> .....	<b>84</b>
<b>4 说明 (续)</b>	<b>3</b>	8.1 应用信息.....	<b>84</b>
<b>5 引脚配置和功能</b>	<b>4</b>	8.2 典型应用.....	<b>84</b>
<b>6 规格</b>	<b>6</b>	<b>9 电源相关建议</b> .....	<b>92</b>
6.1 绝对最大额定值.....	<b>6</b>	<b>10 布局</b> .....	<b>93</b>
6.2 ESD 等级.....	<b>6</b>	10.1 布局指南.....	<b>93</b>
6.3 热性能信息.....	<b>6</b>	10.2 布局示例.....	<b>94</b>
6.4 建议运行条件.....	<b>7</b>	<b>11 器件和文档支持</b> .....	<b>95</b>
6.5 电气特性.....	<b>7</b>	11.1 第三方产品免责声明.....	<b>95</b>
6.6 时序要求.....	<b>15</b>	11.2 接收文档更新通知.....	<b>95</b>
6.7 典型特性.....	<b>17</b>	11.3 支持资源.....	<b>95</b>
<b>7 详细说明</b>	<b>20</b>	11.4 商标.....	<b>95</b>
7.1 概述.....	<b>20</b>	11.5 静电放电警告.....	<b>95</b>
7.2 功能方框图.....	<b>24</b>	11.6 术语表.....	<b>95</b>
7.3 特性说明.....	<b>25</b>	<b>12 修订历史记录</b> .....	<b>95</b>
7.4 器件功能模式.....	<b>40</b>	<b>13 机械、封装和可订购信息</b> .....	<b>96</b>

## 4 说明 (续)

集成式充电器支持 5mA 至 1A 的充电电流，可实现快速准确的充电，同时为系统提供稳定电压。可通过 I<sup>2</sup>C 根据下游系统负载的建议运行条件来配置稳定系统电压 ( $V_{SYS}$ )。输入电流限制、充电电流、降压转换器的输出电压、降压/升压转换器的输出电压和 LDO 输出电压等其他运行参数也可通过 I<sup>2</sup>C 接口进行编程。

BQ25190 在运行和关断期间具有低静态电流，从而能够延长电池寿命。

## 5 引脚配置和功能

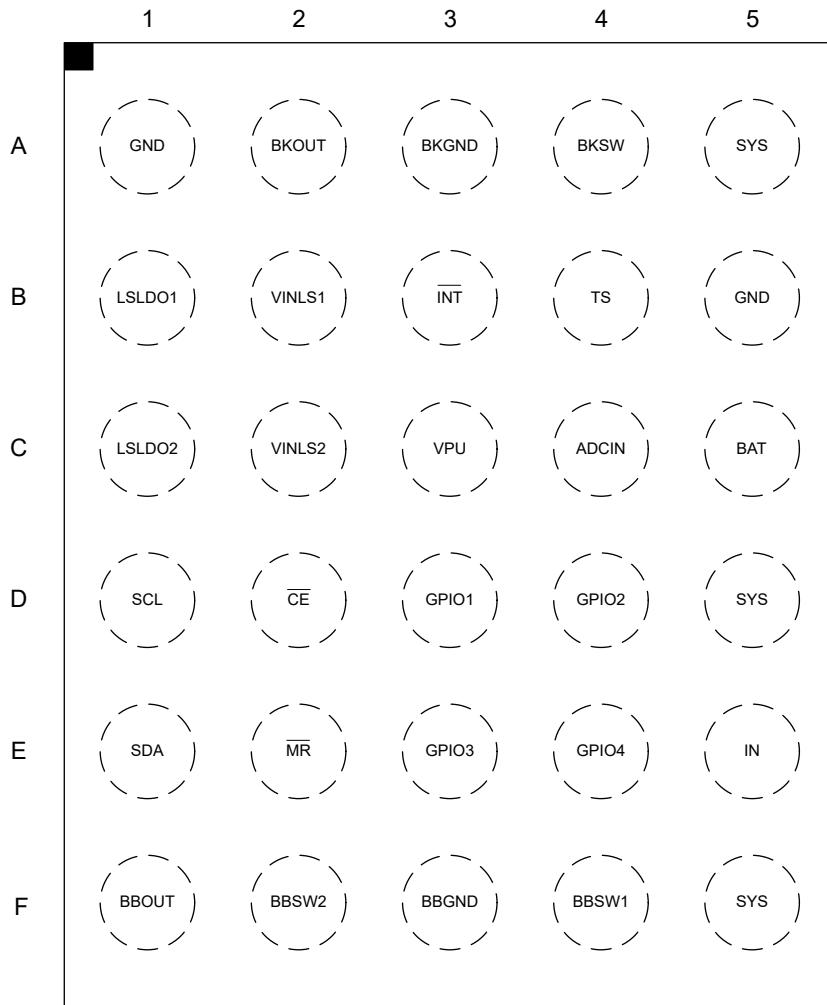


图 5-1. BQ25190 YBG 封装 30 引脚 WCSP (顶视图)

表 5-1. 引脚功能

引脚		I/O <sup>(1)</sup>	说明
名称	编号		
IN	E5	P	直流输入电源。IN 连接到外部直流电源。使用容值至少为 $1\mu\text{F}$ 的陶瓷电容器将 IN 旁路至 GND。
SYS	A5、D5、F5	P	调节的系统输出。按照节 8.2.2.2 中的建议分别尽可能靠近 SYS 和 GND 引脚连接陶瓷电容器。
BAT	C5	P	电池连接。连接到电池的正端子。使用至少 $1\mu\text{F}$ 的陶瓷电容将 BAT 旁路至 GND。
GND	A1、B5	G	接地连接。连接到电路的接地平面。
CE	D2	I	充电启用。将 CE 驱动为低电平或保持悬空，以在 VIN 有效时启用充电。将 CE 驱动为高电平以禁用充电。当不存在 VIN 时，CE 无效。
SCL	D1	I	I <sup>2</sup> C 接口时钟。通过一个 $10\text{k}\Omega$ 上拉电阻器将 SCL 连接到逻辑轨。
SDA	E1	I/O	I <sup>2</sup> C 接口数据。通过一个 $10\text{k}\Omega$ 上拉电阻器将 SDA 连接到逻辑轨。
INT	B3	O	INT 是指示故障中断的开漏输出。发生故障时会将一个 $128\mu\text{s}$ 低电平有效脉冲作为中断发送给主机。使用控制寄存器中的 MASK_INT 位来启用/禁用 INT。可以通过 $1\text{k}\Omega$ 至 $20\text{k}\Omega$ 电阻器上拉。典型上拉电压 = $1.8\text{V}$ 。

**表 5-1. 引脚功能 (续)**

引脚		I/O <sup>(1)</sup>	说明
名称	编号		
VPU	C3	I	GPIO 推挽模式上拉电压引脚。将 VPU 连接到要用于 GPIO 引脚推挽模式功能的电压。如果未使用 GPIO 引脚的推挽模式功能，则可以将该引脚保持悬空。
GPIO1	D3	I/O	通用输入/输出引脚 1
GPIO2	D4	I/O	通用输入/输出引脚 2
GPIO3	E3	I/O	通用输入/输出引脚 3
GPIO4	E4	I/O	通用输入/输出引脚 4
BKOUT	A2	I	降压的内部反馈分压器网络的输出电压检测引脚。它还连接输出放电电路。使用较短的布线将此引脚连接到降压输出电容器。
BBOUT	F1	P	降压/升压的内部反馈分压器网络的输出电压检测引脚。它还连接输出放电电路。使用较短的布线将此引脚连接到降压/升压输出电容器。
BKSW	A4	P	降压开关节点。将功率电感器连接到该引脚。
BBSW1	F4	P	降压/升压开关节点。将功率电感器连接到该引脚。
BBSW2	F2	P	降压/升压开关节点。将功率电感器连接到该引脚。
BKGND	A3	G	降压的电源接地。将此引脚连接至接地平面。
BBGND	F3	G	降压/升压的电源接地。将此引脚连接至接地平面。
MR	E2	I	手动复位输入。 <u>MR</u> 是一个按钮输入，必须保持低电平超过 $t_{RESET}$ 才能将复位输出置为有效。如果按下 <u>MR</u> 的较短时间，则有两个会向主机触发中断的可编程计时器事件，即 $t_{WAKE1}$ 和 $t_{WAKE2}$ 。 <u>MR</u> 输入也可用于使器件退出运输模式。
TS	B4	I	电池包 NTC 监控。将 TS 连接到一个与 $10\text{k}\Omega$ 电阻器并联的 $10\text{k}\Omega$ NTC 热敏电阻。如果不使用 TS 功能，则在 TS 和接地端之间连接一个 $5\text{k}\Omega$ 电阻器。
LSLDO1	B1	P	LDO1 的输出引脚。在该引脚和接地平面之间连接输出电容器。
LSLDO2	C1	P	LDO2 的输出引脚。在该引脚和接地平面之间连接输出电容器。
ADCIN	C4	I	ADC 的输入通道。
VINLS1	B2	P	LDO1 的输入引脚。在该引脚和接地平面之间连接输入电容器。
VINLS2	C2	P	LDO2 的输入引脚。在该引脚和接地平面之间连接输入电容器。

(1) I = 输入，O = 输出，I/O = 输入或输出，G = 接地，P = 电源。

## 6 规格

### 6.1 绝对最大额定值

在自然通风条件下的工作温度范围内测得 (除非另有说明) <sup>(1)</sup>

		最小值	最大值	单位
输入电压	IN	-0.3	25	V
降压/降压/升压开关节点电压 (转换器不进行开关)	BKSW、BBSW1、BBSW2	-0.3	$V_{SYS} + 0.3$ 或 5.5 <sup>(2)</sup>	V
降压/降压/升压输出电压	BKOUT	-0.3	5	V
	BBOUT	-0.3	5.9	V
LDO1/LDO2 输入电压	VINLS1、VINLS2	-0.3	6.5	V
LDO1 输出电压	LSLDO1	-0.3	$V_{VINLS1} + 0.3$ 或 5.5 <sup>(2)</sup>	V
LDO2 输出电压	LSLDO2	-0.3	$V_{VINLS2} + 0.3$ 或 5.5 <sup>(2)</sup>	V
输出灌电流	GPIO1、GPIO2、GPIO3、GPIO4		20	mA
	/INT		6	mA
电压	所有其他引脚	-0.3	5.5	V
$T_J$	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。

(2) 以较小者为准

### 6.2 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 <sup>(1)</sup>	$\pm 1000$
		充电器件模型 (CDM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 标准 <sup>(2)</sup>	$\pm 500$

(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。

### 6.3 热性能信息

热指标		BQ25190	单位
		YBG (DSBGA)	
		30 引脚	
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻 (JEDEC <sup>(1)</sup> )	59.4	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳 (顶部) 热阻	0.3	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	13.0	°C/W
$\Psi_{JT}$	结至顶部特征参数	0.1	°C/W
$\Psi_{JB}$	结至电路板特征参数	12.9	°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。

## 6.4 建议运行条件

在自然通风条件下的工作温度范围内测得 (除非另有说明)

		最小值	标称值	最大值	单位
$V_{IN}$	输入电压范围	3	18	18	V
$V_{BAT}$	电池电压范围		4.65	4.65	V
$I_{IN}$	输入电流范围 ( IN 至 SYS )		1.05	1.05	A
$I_{BAT}$	快速充电电流		1	1	A
	RMS 放电电流 ( 持续 )		1.5	1.5	A
	峰值放电电流 ( 最高 50ms )		2.5	2.5	A
$V_{VINLS1}/V_{VINLS2}$	LDO1/LDO2 输入电压范围	1.5	6	6	V
$I_{OUT\_BUCK}$	降压输出电流		600	600	mA
$I_{OUT\_BUBO}$	降压/升压输出电流 ( $V_{SYS} \geq 3.0V$ , $V_{BBOUT} = 3.3V$ )		600	600	mA
$I_{OUT\_LDO1}/I_{OUT\_LDO2}$	LDO1/LDO2 输出电流		200	200	mA
$T_A$	工作环境温度范围	-40	85	85	°C
$T_J$	工作结温范围	-40	125	125	°C

## 6.5 电气特性

$V_{IN} = 5V$  ,  $V_{BAT} = 3.6V$  ,  $V_{BBOUT} = 2.5V$  ,  $V_{VINLS1}/V_{VINLS2} = V_{LSDO1}/V_{LSDO2} + 0.5V$  或  $2V$  ( 以较大者为准 ) ,  $I_{LSDO1}/I_{LSDO2} = 1mA$  ,  $-40^{\circ}C < T_J < 125^{\circ}C$  , 典型值的  $T_J = 30^{\circ}C$  ( 除非另有说明 )

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>输入电流</b>					
$I_{Q\_BAT}$	$V_{IN} = 0V$ , $V_{BAT} = 3.6V$ , 禁用降压, 禁用降压/升压, 禁用 LDO1, 禁用 LDO2, 禁用 ADC, 禁用看门狗, $T_J = 30^{\circ}C$	2	2.5	2.5	μA
	$V_{IN} = 0V$ , $V_{BAT} = 3.6V$ , 禁用降压, 禁用降压/升压, 禁用 LDO1, 禁用 LDO2, 禁用 ADC, 禁用看门狗, $0^{\circ}C < T_J < 85^{\circ}C$	2	4	4	μA
$I_{Q\_BAT\_AD\_C}$	$V_{IN} = 0V$ , $V_{BAT} = 3.6V$ , 禁用降压, 禁用降压/升压, 禁用 LDO1, 禁用 LDO2, 启用 ADC, 启用看门狗, $0^{\circ}C < T_J < 85^{\circ}C$		350		μA
$I_{Q\_BAT\_SHIP}$	$V_{IN} = 0V$ , 禁用始终开启 LDO1 , $V_{BAT} = 3.6V$ , $0^{\circ}C < T_J < 85^{\circ}C$	15	100	100	nA
$I_{Q\_IN}$	$V_{IN} = 5V$ , $V_{BAT} = 3.6V$ , 禁用降压, 禁用降压/升压, 禁用 LDO1, 禁用 LDO2, 禁用充电, 禁用 ADC , $SYSREG = 4.5V$ , $TS\_FAULT\_VIN\_EN = 0$		0.68	1	mA
	$V_{IN} = 5V$ , $V_{BAT} = 3.6V$ , 禁用降压, 禁用降压/升压, 禁用 LDO1, 禁用 LDO2, 禁用充电, 禁用 ADC , $SYS$ 处于直通模式 , $TS\_FAULT\_VIN\_EN = 0$		0.45	0.85	mA
$I_{SLEEP\_IN}$	$V_{IN} = 3.6V$ , $V_{BAT} = 3.7V$ , 禁用降压, 禁用降压/升压, 禁用 LDO1, 禁用 LDO2, 禁用 ADC		25	25	μA
$I_{SYS\_SD}$	禁用降压, 禁用降压/升压, 禁用 LDO1, 禁用 LDO2 , $BATFET$ 关断, 输入 FET 关断 , $V_{SYS} = 3.6V$ , $-40^{\circ}C < T_J < 85^{\circ}C$	90	800	800	nA
<b>电源路径管理和输入</b>					
$V_{IN\_OP}$	IN 工作范围	3	18	18	V

## 6.5 电气特性 (续)

$V_{IN} = 5V$ ,  $V_{BAT} = 3.6V$ ,  $V_{BBOUT} = 2.5V$ ,  $V_{VINLS1}/V_{VINLS2} = V_{LSLDO1}/V_{LSLDO2} + 0.5V$  或  $2V$  (以较大者为准),  $I_{LSLDO1}/I_{LSLDO2} = 1mA$ ,  $-40^\circ C < T_J < 125^\circ C$ , 典型值的  $T_J = 30^\circ C$  (除非另有说明)

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位	
$V_{IN\_UVLO}$	退出 IN 欠压锁定			3	V	
$V_{IN\_UVLO}$	进入 IN 欠压锁定			2.7	V	
$V_{IN\_PORZ}$	进入运输模式的 IN 电压阈值	IN 下降	1.09	1.3	1.66	V
$V_{SLEEPZ\_HYST}$	退出睡眠模式阈值	IN 上升, $V_{IN} - V_{BAT}$ , $V_{BAT} = 4V$	175	225	295	mV
$V_{SLEEP\_HYST}$	进入睡眠模式阈值	IN 下降, $V_{IN} - V_{BAT}$ , $V_{BAT} = 4V$	60	90	125	mV
$V_{IN\_OVP}$	IN 过压上升阈值	IN 上升, $V_{IN\_OVP} = 0$	5.5	5.7	5.9	V
$V_{IN\_OV\_HYST}$	IN 过压迟滞	IN 下降, $V_{IN\_OVP} = 0$		125		mV
$V_{IN\_OVP}$	IN 过压上升阈值	IN 上升, $V_{IN\_OVP} = 1$	18.2	18.5	18.8	V
$V_{IN\_OVPZ}$	IN 过压下降阈值	IN 下降, $V_{IN\_OVP} = 1$	17.7	18.0	18.3	V
$I_{BAT\_OCP}$	BAT_OCP ( 仅限反向 OCP )	$V_{BAT} = 3.6V$ , $IBAT\_OCP = b00$	0.5		A	
		$V_{BAT} = 3.6V$ , $IBAT\_OCP = b01$	1		A	
		$V_{BAT} = 3.6V$ , $IBAT\_OCP = b10$	1.5		A	
		$V_{BAT} = 3.6V$ , $IBAT\_OCP = b11$	3.25		A	
$V_{BSUP1}$	进入补充模式阈值	$V_{BAT} = 3.6V$ , $V_{BAT} > V_{BATDEPL}$ , $V_{SYS} < V_{BAT} - V_{BSUP1}$		40	mV	
$V_{BSUP2}$	退出补充模式阈值	$V_{BAT} = 3.6V$ , $V_{BAT} > V_{BATDEPL}$ , $V_{SYS} > V_{BAT} - V_{BSUP2}$		20	mV	
$I_{LIM}$	输入电流限值	$V_{IN} = 5V$ , $I_{LIM} = 90mA$	80	90	98	mA
		$V_{IN} = 5V$ , $I_{LIM} = 475mA$	450	475	498	mA
		$V_{IN} = 5V$ , $I_{LIM} = 1050mA$	1005	1050	1100	mA
$V_{INDPM}$	输入电流减小时的输入电压阈值	$V_{INDPM}=b00$		4.2	V	
		$V_{INDPM}=b01$		4.5	V	
		$V_{INDPM}=b10$		4.7	V	
$V_{DPPM}$	充电电流减小时的 SYS 电压阈值	$V_{BAT} = 3.6V$ , $V_{SYS} = V_{DPPM} + V_{BAT}$ ( 在充电电流减小之前 )。		0.1	V	
$V_{SYS\_REG\_ACCURACY}$	直流 SYS 调节精度	$V_{IN} = 5V$ , $V_{BAT} = 3.6V$ , $I_{SYS} = 100mA$ , SYS 调节目标 = 4.5V	-2	2	%	
$V_{MINSYS}$	处于电池跟踪模式时的最小 SYS 电压	$V_{BAT} < 3.6V$		3.8	V	
$V_{SYS\_TRACK}$	$V_{BAT} > 3.6V$ 时 SYS 的电压调节阈值	$V_{BAT} = 4V$ , $V_{SYS} = V_{BAT} + V_{SYS\_TRACK}$		225	mV	
$R_{SYS\_PD}$	SYS 下拉电阻	$V_{SYS} = 3.6V$		20	$\Omega$	
$V_{SYS\_SHORTRT}$	用于触发 SYS_SHORT 保护的下降电压阈值			840	mV	
$V_{SYS\_SHORTRTZ}$	从 SYS_SHORT 保护恢复的上升电压阈值			1.08	V	
$V_{SEQ\_UVLOZ}$	退出序列欠压锁定	SYS 上升, 使用电源序列时	1.8	1.95	2.1	V
$V_{SEQ\_UVLO}$	进入序列欠压锁定	SYS 下降, 使用电源序列时	1.7	1.85	2	V
<b>电池充电器</b>						
$R_{ON\_BAT}$	BATFET 导通电阻	$V_{BAT} = 4.5V$ , $I_{BAT} = 500mA$		55	90	$m\Omega$

## 6.5 电气特性 (续)

$V_{IN} = 5V$ ,  $V_{BAT} = 3.6V$ ,  $V_{BBOUT} = 2.5V$ ,  $V_{VINLS1}/V_{VINLS2} = V_{LSLDO1}/V_{LSLDO2} + 0.5V$  或  $2V$  (以较大者为准),  $I_{LSLDO1}/I_{LSLDO2} = 1mA$ ,  $-40^\circ C < T_J < 125^\circ C$ , 典型值的  $T_J = 30^\circ C$  (除非另有说明)

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$R_{ON\_IN}$	输入 FET 导通电阻	$V_{IN} = 5V$ , $I_{IN} = 1A$	270	470	$m\Omega$
$V_{DO}$	压降电压 ( $V_{SYS} - V_{BAT}$ )	$V_{BAT} = 4.2V$ , $ICHG = 500mA$	300		$mV$
$V_{REG\_RA\_NGE}$	典型 BAT 充电电压调节范围	10mV 阶跃, 可通过 I <sup>2</sup> C 编程	3.5	4.65	V
$V_{REG\_AC\_C}$	充电电压精度		-0.5	0.5	%
$I_{CHG\_RANGE}$	典型充电电流调节范围	$V_{OUT} > V_{LOWV}$	5	1000	mA
$I_{CHG\_ACC}$	充电电流精度	$ICHG = 40mA$	36	40	44
		$ICHG = 90mA$	81	90	99
		$ICHG = 90mA$ , $0^\circ C < T_J < 85^\circ C$	85.5	90	94.5
		$ICHG = 900mA$	810	900	990
$I_{PRECHG\_ACC}$	预充电电流精度	$ICHG = 90mA$ , $IPRECHG = 20\% ICHG$	16.2	18	19.8
$I_{TERM\_AC\_C}$	终止电流精度	$ITERM = 30mA$ , $ITERM = 10\% ICHG$ , $T_J = 30^\circ C$	2.6	3	3.3
$V_{LOWV}$	预充电至快速充电转换阈值	$V_{LOWVSEL} = 3.0V$ , $V_{BAT}$ 上升	2.9	3	3.1
		$V_{LOWVSEL} = 2.8V$ , $V_{BAT}$ 上升	2.7	2.8	2.9
$V_{LOWV\_HYST}$	电池 LOWV 迟滞		100		$mV$
$V_{BATDEPL\_Z}$	电池电量耗尽阈值, $V_{BAT}$ 上升	$BATDEPL = b000$ , $V_{IN} = 0V$	3.05	3.15	3.25
$V_{BATDEPL}$	电池电量耗尽阈值, $V_{BAT}$ 下降	$BATDEPL = b000$ , $V_{IN} = 0V$	2.9	3	3.1
$V_{BATDEPL\_HYST}$	电池电量耗尽阈值迟滞, $V_{BAT}$ 上升		150		$mV$
$V_{BUVLOZ}$	电池 UVLO, $V_{BAT}$ 上升		2.4	2.5	2.6
$V_{BUVLO}$	电池 UVLO, $V_{BAT}$ 下降		2.0	2.1	2.2
$V_{BAT\_ADC\_LOWVZ}$	在电池模式下运行 ADC 时的最小电池电压		2.4		V
$V_{RECHG}$	电池充电阈值低于稳压电压	$BAT$ 下降, $V_{RECHG} = 0$	100		$mV$
		$BAT$ 下降, $V_{RECHG} = 1$	200		$mV$
$V_{BATSC}$	涓流充电时的电池短路阈值, $V_{BAT}$ 上升		1.8		V
$V_{BATSC\_HYST}$	电池短路电压迟滞		200		$mV$
$I_{BATSC}$	涓流充电电流	$V_{BAT} < V_{BATSC}$ , $I_{BATSC} = 0$	8		mA
		$V_{BAT} < V_{BATSC}$ , $I_{BATSC} = 1$	1		mA
<b>BUCK</b>					
$V_{OUT\_BUCK}$	降压输出电压范围	$BUCK\_HI\_RANGE = 0$	0.4	1.575	V
		$BUCK\_HI\_RANGE = 1$	0.4	3.6	V
$V_{BUCK\_UV\_LOZ}$	降压退出欠压锁定	$V_{SYS}$ 上升	1.75	1.8	V
$V_{BUCK\_UV\_LO}$	降压进入欠压锁定	$V_{SYS}$ 下降	1.65	1.7	V

## 6.5 电气特性 (续)

$V_{IN} = 5V$ ,  $V_{BAT} = 3.6V$ ,  $V_{BBOUT} = 2.5V$ ,  $V_{VINLS1}/V_{VINLS2} = V_{LSLDO1}/V_{LSLDO2} + 0.5V$  或  $2V$  (以较大者为准),  $I_{LSLDO1}/I_{LSLDO2} = 1mA$ ,  $-40^\circ C < T_J < 125^\circ C$ , 典型值的  $T_J = 30^\circ C$  (除非另有说明)

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位	
$I_{Q\_BUCK\_ON}$	仅启用降压时的 SYS 电流 非开关, 启用降压, $I_{LOAD\_BUCK} = 0A$ , $V_{OUT\_BUCK} = 0.7V$ , 禁用降压/升压, 禁用 LDO1, 禁用 LDO2, BATFET 关闭, 输入 FET 关闭, 禁用降压 PGOOD 功能, $V_{SYS} = 3.6V$ , $-40^\circ C \leq T_J \leq 85^\circ C$		360	3200	nA	
	开关, 启用降压 1, $I_{LOAD\_BUCK} = 0A$ , $V_{OUT\_BUCK} = 0.7V$ , 禁用降压/升压, 禁用 LDO1, 禁用 LDO2, BATFET 关闭, 输入 FET 关闭, 禁用降压 PGOOD 功能, $V_{SYS} = 3.6V$		435		nA	
$V_{OUT\_ACC\_BUCK}$	直流输出电压精度 PWM 运行, $-40^\circ C \leq T_J \leq 125^\circ C$	-1.5	+1.5		%	
$R_{DSON\_HS\_BUCK}$	高侧 MOSFET 导通电阻 $I_{BKOUT} = 300mA$ , $V_{SYS} = 3.6V$		170		$m\Omega$	
$R_{DSON\_LS\_BUCK}$	低侧 MOSFET 导通电阻 $I_{BKOUT} = 300mA$ , $V_{SYS} = 3.6V$		70		$m\Omega$	
$I_{HSOC\_BUCK}$	高侧峰值电流限值 HS FET 上的峰值电流限值	0.9	1.1	1.3	A	
$I_{LSOC\_BUCK}$	低侧谷值电流限值 LS FET 上的谷值电流限制	0.8	1.0	1.1	A	
$R_{PD\_BUCK}$	BKOUT 引脚上的输出放电电阻 禁用降压, $I_{OUT\_BUCK} = -10mA$		7		$\Omega$	
$V_{BUCK\_PGTH}$	降压电源正常阈值 $V_{BKOUT}$ 上升		93%			
$V_{BUCK\_PGTHZ}$	降压电源正常阈值 $V_{BKOUT}$ 下降		90%			
<b>降压/升压</b>						
$V_{OUT\_BB}$	降压/升压输出电压范围	1.7	5.2		V	
$I_{Q\_IN\_BB\_ON}$	仅启用降压/升压时的 SYS 电流 启用降压/升压, 空载, 不进行开关, “无限” 电流设置, 禁用降压, 禁用 LDO1, 禁用 LDO2, 禁用 BATFET 关断, 输入 FET 关断, 禁用降压/升压 PGOOD 功能, $V_{SYS} = 3.6V$ , $-40^\circ C < T_J < 85^\circ C$	105	2050		nA	
$V_{BB\_UVLO\_Z}$	降压/升压退出欠压锁定 $V_{SYS}$ 上升	1.70	1.75	1.80	V	
$V_{BB\_UVLO\_HYST}$	UVLO 阈值电压迟滞		90	100	110	$mV$
$V_{OUT\_ACC\_BB}$	降压/升压输出电压直流精度 $I_{BBOUT} = 1mA$	-1.5	1.5		%	
$R_{DSON\_BBK\_HS}$	降压/升压降压电桥高侧 MOSFET 导通电阻 $V_{SYS} = 3V$ , $V_{BBOUT} = 5V$ , 测试电流 = 1A		155		$m\Omega$	
$R_{DSON\_BBK\_LS}$	降压/升压降压电桥低侧 MOSFET 导通电阻 $V_{SYS} = 3V$ , $V_{BBOUT} = 3V$ , 测试电流 = 1A		110		$m\Omega$	
$R_{DSON\_BBST\_LS}$	降压/升压升压电桥低侧 MOSFET 导通电阻 $V_{SYS} = 3V$ , $V_{BBOUT} = 3V$ , 测试电流 = 1A		110		$m\Omega$	
$R_{DSON\_BBST\_HS}$	降压/升压升压电桥高侧 MOSFET 导通电阻 $V_{SYS} = 5V$ , $V_{BBOUT} = 3V$ , 测试电流 = 1A		155		$m\Omega$	
$I_{OC\_SS\_BB}$	启动期间的峰值电流限制 $V_{SYS} = 3.6V$ , 无限电流限制设置		0.6		A	

## 6.5 电气特性 (续)

$V_{IN} = 5V$ ,  $V_{BAT} = 3.6V$ ,  $V_{BBOUT} = 2.5V$ ,  $V_{VINLS1}/V_{VINLS2} = V_{LSLDO1}/V_{LSLDO2} + 0.5V$  或  $2V$  (以较大者为准),  $I_{LSLDO1}/I_{LSLDO2} = 1mA$ ,  $-40^\circ C < T_J < 125^\circ C$ , 典型值的  $T_J = 30^\circ C$  (除非另有说明)

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$I_{OC\_BB}$	$V_{SYS} = 1.8V$ , $V_{BBOUT} = 3.6V$ , 无限电流限制设置	1.43	1.55	1.7	A
	$V_{SYS} = 1.8V$ , $V_{BBOUT} = 3.6V$ , 100mA 电流限制设置	0.15	0.29	0.51	A
$R_{PD\_BB}$	BBOUT 引脚上的输出放电电阻	禁用降压/升压, $I_{OUT\_BB} = -10mA$		7	$\Omega$
$V_{BB\_PGTH}$ 降压/升压电源正常阈值		$V_{BBOUT}$ 上升		93% $V_{target}$	
$V_{BB\_PGTH\_Z}$ 降压/升压电源正常阈值		$V_{BBOUT}$ 下降		90% $V_{target}$	
<b>LDO1</b>					
$V_{IN\_LDO1}$	LDO1 输入电压范围			1.5	6 V
$V_{OUT\_LDO1}$	LDO 模式下的 LDO1 输出电压范围			0.8	3.6 V
$I_{Q\_LDO1}$	LDO1 静态电流	$T_J = 30^\circ C$ , $I_{LSLDO1} = 0mA$ , 禁用 LDO1 PGOOD 功能, LDO1 处于 LDO 模式, $V_{VINLS1} = 3.6V$	25		nA
		$-40^\circ C \leq T_J \leq 85^\circ C$ , $I_{LSLDO1} = 0mA$ , 禁用 LDO1 PGOOD 功能, LDO1 处于 LDO 模式, $V_{VINLS1} = 3.6V$	60		nA
$I_{SD\_LDO1}$	关断电流	禁用 LDO1, $1.5V \leq V_{VINLS1} \leq 5.0V$ , $T_J = 30^\circ C$	3		nA
$\Delta V_{OUT\_LDO1}$ ( $\Delta V_{IN\_LDO1}$ )	线性调节率	$V_{LSLDO1\ (nom)} + 0.5V \leq V_{VINLS1} \leq 6V^{(1)}$	5		mV
$V_{OUT\_ACC\_LDO1}$	整个温度范围内的输出电压精度	$V_{LSLDO1} \geq 1.5V$	-2		%
		$V_{LSLDO1} < 1.5V$	-30		mV
$\Delta V_{OUT\_LDO1}$ ( $\Delta I_{OUT\_LDO1}$ )	负载调整率 <sup>(2)</sup>	$-40^\circ C \leq T_J \leq 85^\circ C$ , $1mA \leq I_{LSLDO1} \leq 200mA$ , $V_{VINLS1} = V_{LSLDO1\ (nom)} + 0.5V^{(1)}$	20		mV
		$-40^\circ C \leq T_J \leq 125^\circ C$ , $1mA \leq I_{LSLDO1} \leq 200mA$ , $V_{VINLS1} = V_{LSLDO1\ (nom)} + 0.5V^{(1)}$	50		mV
$I_{CL\_LDO1}$	输出电流限制	$V_{LSLDO1} = 90\% \times V_{LSLDO1\ (nom)}$ , $V_{LSLDO1} < 2.5V$ , $V_{VINLS1} = V_{LSLDO1\ (nom)} + V_{DO\_LDO1\ (max)} + 1V$	340		mA
		$V_{LSLDO1} = 90\% \times V_{LSLDO1\ (nom)}$ , $V_{LSLDO1} \geq 2.5V$ , $V_{VINLS1} = V_{LSLDO1\ (nom)} + V_{DO\_LDO1\ (max)} + 0.5V$	340		mA
$I_{SC\_LDO1}$	短路电流限制	$V_{LSLDO1} = 0V$	80		mA
$V_{DO\_LDO1}$	压降电压 <sup>(3)</sup>	$-40^\circ C \leq T_J \leq 125^\circ C$ , $1.8V \leq V_{LSLDO1} < 2.5V$	450		mV
		$-40^\circ C \leq T_J \leq 125^\circ C$ , $3.3V \leq V_{LSLDO1} \leq 3.6V$	310		mV
$V_{LDO1\_UV\_LOZ}$	LDO1 退出欠压锁定	$V_{VINLS1}$ 上升	1		1.35 V
$V_{LDO1\_UV\_LO}$	LDO1 进入欠压锁定	$V_{VINLS1}$ 下降	0.85		1.19 V
$R_{PD\_LDO1}$	输出下拉电阻	$V_{LSLDO1} = 3.3V$ , 禁用 LDO1	60		$\Omega$

## 6.5 电气特性 (续)

$V_{IN} = 5V$ ,  $V_{BAT} = 3.6V$ ,  $V_{BBOUT} = 2.5V$ ,  $V_{VINLS1}/V_{VINLS2} = V_{LSLDO1}/V_{LSLDO2} + 0.5V$  或  $2V$  (以较大者为准),  $I_{LSLDO1}/I_{LSLDO2} = 1mA$ ,  $-40^\circ C < T_J < 125^\circ C$ , 典型值的  $T_J = 30^\circ C$  (除非另有说明)

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位	
$V_{LDO1\_PGTH}$	LDO1 电源正常阈值 $V_{LSLDO1}$ 上升	93% $V_{target}$				
$V_{LDO1\_PGTHZ}$	LDO1 电源正常阈值 $V_{LSLDO1}$ 下降	90% $V_{target}$				
<b>LDO2</b>						
$V_{IN\_LDO2}$	LDO2 输入电压范围	1.5	6		V	
$V_{OUT\_LDO2}$	LDO2 输出电压范围	0.8	3.6		V	
$I_{Q\_LDO2}$	LDO2 静态电流	$T_J = 30^\circ C$ , $I_{LSLDO2} = 0mA$ , 禁用 LDO2 PGOOD 功能, LDO2 处于 LDO 模式, $V_{VINLS2} = 3.6V$	25	46	nA	
		$-40^\circ C \leq T_J \leq 85^\circ C$ , $I_{LSLDO2} = 0mA$ , 禁用 LDO2 PGOOD 功能, LDO2 处于 LDO 模式, $V_{VINLS2} = 3.6V$		60	nA	
$I_{SD\_LDO2}$	关断电流	禁用 LDO2, $1.5V \leq V_{VINLS2} \leq 5.0V$ , $T_J = 30^\circ C$	3	10	nA	
$\Delta V_{OUT\_LDO2} (\Delta V_{IN\_LDO2})$	线性调节率	$V_{LSLDO2(nom)} + 0.5V \leq V_{VINLS2} \leq 6V^{(4)}$		5	mV	
$V_{OUT\_ACC\_LDO2}$	整个温度范围内的输出电压精度	$V_{LSLDO2} \geq 1.5V$	-2	2	%	
		$V_{LSLDO2} < 1.5V$	-30	30	mV	
$\Delta V_{OUT\_LDO2} (\Delta I_{OUT\_LDO2})$	负载调整率 <sup>(5)</sup>	$-40^\circ C \leq T_J \leq 85^\circ C$ , $1mA \leq I_{LSLDO2} \leq 200mA$ , $V_{VINLS2} = V_{LSLDO2(nom)} + 0.5V^{(4)}$	20	38	mV	
		$-40^\circ C \leq T_J \leq 125^\circ C$ , $1mA \leq I_{LSLDO2} \leq 200mA$ , $V_{VINLS2} = V_{LSLDO2(nom)} + 0.5V^{(4)}$		50	mV	
$I_{CL\_LDO2}$	输出电流限制	$V_{LSLDO2} = 90\% \times V_{LSLDO2(nom)}$ , $V_{LSLDO2} < 2.5V$ , $V_{VINLS2} = V_{LSLDO2(nom)} + V_{DO\_LDO2(max)} + 1V$	340	550	850	mA
		$V_{LSLDO2} = 90\% \times V_{LSLDO2(nom)}$ , $V_{LSLDO2} \geq 2.5V$ , $V_{VINLS2} = V_{LSLDO2(nom)} + V_{DO\_LDO2(max)} + 0.5V$	340	550	850	mA
$I_{SC\_LDO2}$	短路电流限制	$V_{LSLDO2} = 0V$		80	mA	
$V_{DO\_LDO2}$	压降电压 <sup>(6)</sup>	$-40^\circ C \leq T_J \leq 125^\circ C$ , $1.8V \leq V_{LSLDO2} < 2.5V$		450	mV	
		$-40^\circ C \leq T_J \leq 125^\circ C$ , $3.3V \leq V_{LSLDO2} \leq 3.6V$		310	mV	
$V_{LDO2\_UV\_LOZ}$	LDO2 退出欠压锁定	$V_{VINLS2}$ 上升	1	1.35	1.7	V
$V_{LDO2\_UV\_LO}$	LDO2 进入欠压锁定	$V_{VINLS2}$ 下降	0.85	1.19	1.35	V
$R_{PD\_LDO2}$	输出下拉电阻	$V_{LSLDO2} = 3.3V$ , 禁用 LDO2		60	$\Omega$	
$V_{LDO2\_PG\_TH}$	LDO2 电源正常阈值	$V_{LSLDO2}$ 上升	93% $V_{target}$			
$V_{LDO2\_PG\_THZ}$	LDO2 电源正常阈值	$V_{LSLDO2}$ 下降	90% $V_{target}$			
温度调节和温度关断						

## 6.5 电气特性 (续)

$V_{IN} = 5V$ ,  $V_{BAT} = 3.6V$ ,  $V_{BBOUT} = 2.5V$ ,  $V_{VINLS1}/V_{VINLS2} = V_{LSLDO1}/V_{LSLDO2} + 0.5V$  或  $2V$  (以较大者为准),  $I_{LSLDO1}/I_{LSLDO2} = 1mA$ ,  $-40^\circ C < T_J < 125^\circ C$ , 典型值的  $T_J = 30^\circ C$  (除非另有说明)

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$T_{REG}$	$THERM\_REG = b00$		100		$^\circ C$
	$THERM\_REG = b01$		80		$^\circ C$
	$THERM\_REG = b10$		60		$^\circ C$
$T_{SHUT\_RI\_SING}$	温度上升	150			$^\circ C$
$T_{SHUT\_FA\_LLING}$	温度下降	135			$^\circ C$
$T_{SHUT\_RI\_SING\_LDO1}$	温度上升	170			$^\circ C$
$T_{SHUT\_FA\_LLING\_LDO1}$	温度下降	145			$^\circ C$
$T_{SHUT\_RI\_SING\_LDO2}$	温度上升	170			$^\circ C$
$T_{SHUT\_RI\_SING\_BUC\_K}$	温度上升	160			$^\circ C$
$T_{SHUT\_RI\_SING\_BB}$	温度上升	150			$^\circ C$

### 电池 NTC 监控器

$V_{HOT}$	高温阈值 ( $43^\circ C$ )	$V_{TS}$ 下降, $0^\circ C < T_J < 85^\circ C$	0.272 <sup>(7)</sup>	0.276	0.280 <sup>(7)</sup>	V
$V_{COLD}$	冷温度阈值 ( $0^\circ C$ )	$V_{TS}$ 上升 $0^\circ C < T_J < 85^\circ C$	0.576 <sup>(7)</sup>	0.580	0.584 <sup>(7)</sup>	V
$V_{NTC\_HYS\_T}$	阈值迟滞			20		mV
$V_{TS\_OPEN}$	TS 开路阈值	$V_{TS}$ 上升 $0^\circ C < T_J < 85^\circ C$		0.9		V
$I_{TS\_BIAS}$	TS 偏置电流		76.8	80	83.2	$\mu A$
$V_{TS\_CLAMP}$	TS 钳位电压	TS 开路 (悬空), $V_{IN} = 5V$	1.2	1.5	1.8	V

### 按钮计时器

$t_{WAKE1}$	WAKE1 计时器。从 /MR 下降沿到 INT 被置为有效的时间。	$WAKE1\_TMR = 0$	125		ms
		$WAKE1\_TMR = 1$	500		ms
$t_{WAKE2}$	WAKE2 计时器。从 /MR 下降沿到 INT 被置为有效的时间。	$WAKE2\_TMR = 0$	1		s
		$WAKE2\_TMR = 1$	2		s
$t_{LPRESS\_WARN}$	RESET_WARN 计时器。长按操作之前经过的时间		1		s
		$MR\_LPRESS = b00$	5		s
$t_{LPRESS}$	长按计时器。从 /MR 下降边沿到长按操作的时间	$MR\_LPRESS = b01$	10		s
		$MR\_LPRESS = b10$	15		s
		$MR\_LPRESS = b11$	20		s
		$AUTOWAKE = b00$	0.5		s
$t_{RESTART(AUTOWAKE)}$	RESTART 计时器。从硬件复位到 SYS 上电的时间	$AUTOWAKE = b01$	1		s
		$AUTOWAKE = b10$	2		s
		$AUTOWAKE = b11$	4		s
			1		s
$t_{SHIPWAKE}$	唤醒计时器, 用于为运输模式退出计数				

### 电池充电计时器

$t_{MAXCHG}$	充电安全计时器	可编程范围	180	720	分钟
--------------	---------	-------	-----	-----	----

## 6.5 电气特性 (续)

$V_{IN} = 5V$ ,  $V_{BAT} = 3.6V$ ,  $V_{BBOUT} = 2.5V$ ,  $V_{VINLS1}/V_{VINLS2} = V_{LSLDO1}/V_{LSLDO2} + 0.5V$  或  $2V$  (以较大者为准),  $I_{LSLDO1}/I_{LSLDO2} = 1mA$ ,  $-40^\circ C < T_J < 125^\circ C$ , 典型值的  $T_J = 30^\circ C$  (除非另有说明)

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$t_{SFTMR\_ACC}$	安全定时器精度	-10	10		%
$t_{PRECHG}$	预充电安全计时器	0.25 *	$t_{MAXCHG}$		

### ADC 测量精度和性能

$t_{ADC\_CONV}$	转换时间, 每次测量	ADC_SAMPLE = b00	24	ms
		ADC_SAMPLE = b01	12	ms
		ADC_SAMPLE = b10	6	ms
		ADC_SAMPLE = b11	6	ms
$ADC\_RES$	有效分辨率	ADC_SAMPLE = b00	11	12
		ADC_SAMPLE = b01	10	11
		ADC_SAMPLE = b10	9	10
		ADC_SAMPLE = b11	9	10

### ADC 测量范围和 LSB

IIN_ADC	ADC IIN 读数	范围	0	1.1	A
		LSB	0.5		mA
VIN_ADC	ADC VIN 读数 ( $VIN\_OVP=0$ )	范围	0	6	V
		LSB	1.5		mV
	ADC VIN 读数 ( $VIN\_OVP=1$ )	范围	0	20	V
		LSB	5		mV
VBAT_ADC	ADC VBAT 读数	范围	0	5	V
		LSB	1.25		mV
VSYS_ADC	ADC VSYS 读数	范围	0	5	V
		LSB	1.25		mV
IBAT_ADC	ADC IBAT 读数	范围	-3	1	A
		LSB	1		mA
TS_ADC	ADC VTS 读数	范围	0	1	V
		LSB	0.25		mV
TDIE_ADC	ADC TDIE 读数	范围	-40	125	°C
		LSB	0.5		°C
ADCIN_ADC	ADC ADCIN 电压读数, $ADCIN\_MODE = 0$	范围	0	5	V
		LSB	1.25		mV
	ADC ADCIN 电压读数, $ADCIN\_MODE = 1$	范围	0	1	V
		LSB	0.25		mV

### I<sup>2</sup>C 接口

$V_{IL\_SDA\_SCL}$	输入低阈值电平, SDA 和 SCL		0.42	V
$V_{IH\_SDA\_SCL}$	输入高阈值电平, SDA 和 SCL		0.78	V
$V_{OL\_SDA}$	输出低阈值电平, SDA	5mA 灌电流 $1.2V V_{PULLUP}$	0.3	V
$I_{LKG\_SDA\_SCL}$	高电平漏电流, SDA 和 SCL	$V_{PULLUP} = 1.8V$	1	μA
$C_{BUS}$	每个总线的容性负载		550	pF

### MR 输入引脚

## 6.5 电气特性 (续)

$V_{IN} = 5V$ ,  $V_{BAT} = 3.6V$ ,  $V_{BBOUT} = 2.5V$ ,  $V_{VINLS1}/V_{VINLS2} = V_{LSLDO1}/V_{LSLDO2} + 0.5V$  或  $2V$  (以较大者为准),  $I_{LSLDO1}/I_{LSLDO2} = 1mA$ ,  $-40^\circ C < T_J < 125^\circ C$ , 典型值的  $T_J = 30^\circ C$  (除非另有说明)

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$R_{PU\_MR}$	内部上拉电阻		140		$k\Omega$
$V_{IL\_MR}$	MR 输入低阈值电平		0.3		V
<b>INT 输出引脚</b>					
$V_{OL\_INT}$	输出低阈值电平	5mA 吸收电流		0.3	V
$I_{LKG\_INT}$	高电平漏电流	$V_{PULLUP} = 1.8V$		1	$\mu A$
<b>CE 输入引脚</b>					
$R_{PD\_CE}$	内部下拉电阻, $\overline{CE}$		5		$M\Omega$
$V_{IL\_CE}$	输入低阈值电平, $\overline{CE}$			0.4	V
$V_{IH\_CE}$	输入高阈值电平, $\overline{CE}$		0.78		V
$I_{IN\_BIAS\_C\_E}$	高电平漏电流, $\overline{CE}$	$V_{PULLUP} = 1.8V$		1	$\mu A$
<b>GPIO1(GPIO2(GPIO3(GPIO4</b>					
$V_{IL\_GPIO}$	输入低阈值电平, GPIO1(GPIO2(GPIO3(GPIO4			0.4	V
$V_{IH\_GPIO}$	输入高阈值电平, GPIO1(GPIO2(GPIO3(GPIO4		0.78		V
$V_{OL\_GPIO}$	输出低阈值电平, GPIO1(GPIO2(GPIO3(GPIO4	5mA 吸收电流		0.3	V
$V_{OH\_GPIO\_PP}$	推挽模式下的输出高电平, GPIO1/ GPIO2(GPIO3(GPIO4	0.5mA 输出电流, $V_{VPU} = 1.8V$	$0.8 \times V_{VPU}$		V
$f_{GPIO4\_PW\_M}$	PWM 输出模式下的 GPIO4 频率			1	kHz
$I_{LKG\_GPIO}$	高电平漏电流, GPIO1(GPIO2(GPIO3(GPIO4	GPIO1(GPIO2(GPIO3(GPIO4 处于强制开漏高电平模式, $V_{PULLUP} = 1.8V$		1	$\mu A$

- (1)  $V_{LSLDO1} \leq 1.5V$  时  $V_{VINLS1} = 2.0V$
- (2) 负载调整率归一化为输出电压 ( $I_{LDOLS1} = 1mA$ )。
- (3) 压降的测量方法为: 斜降  $V_{VINLS1}$ , 直到  $V_{LSLDO1} = V_{LSLDO1}$  (标称值)  $\times 95\%$ ,  $I_{LSLDO1} = 200mA$
- (4)  $V_{LSLDO2} \leq 1.5V$  时  $V_{VINLS2} = 2.0V$
- (5) 负载调整率归一化为输出电压 ( $I_{LDOLS2} = 1mA$ )。
- (6) 压降的测量方法为: 斜降  $V_{VINLS2}$ , 直到  $V_{LSLDO2} = V_{LSLDO2}$  (标称值)  $\times 95\%$ ,  $I_{LSLDO2} = 200mA$
- (7) 基于表征数据

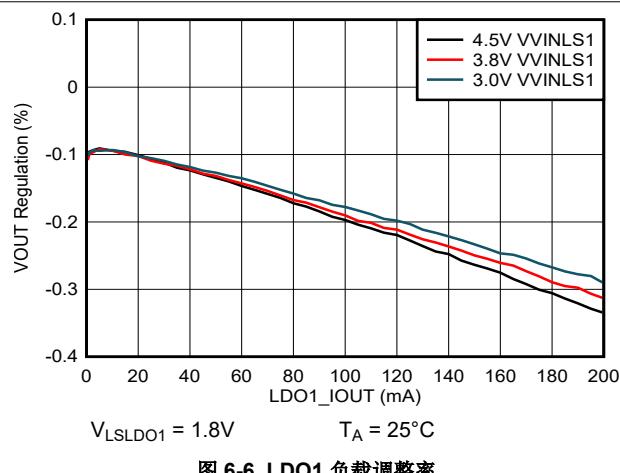
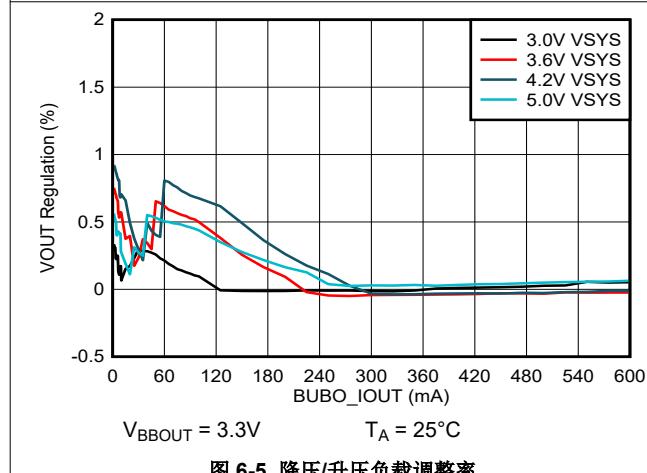
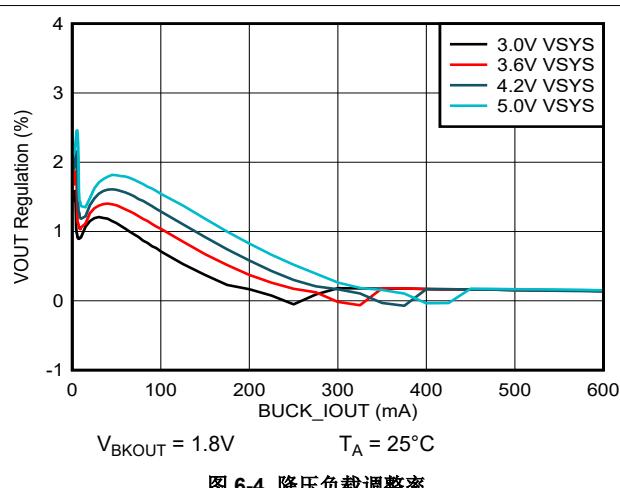
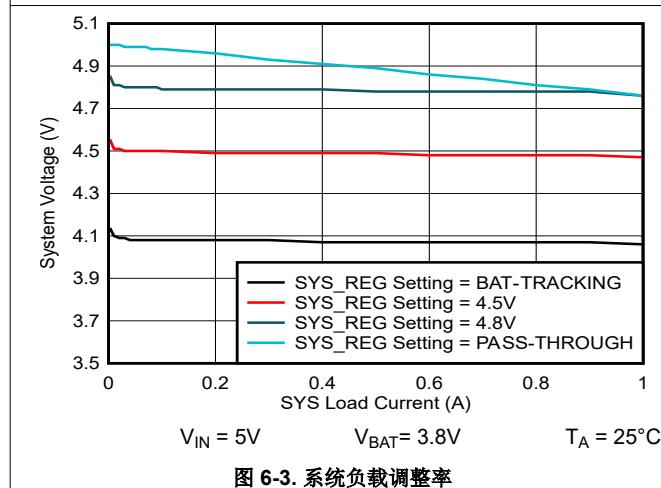
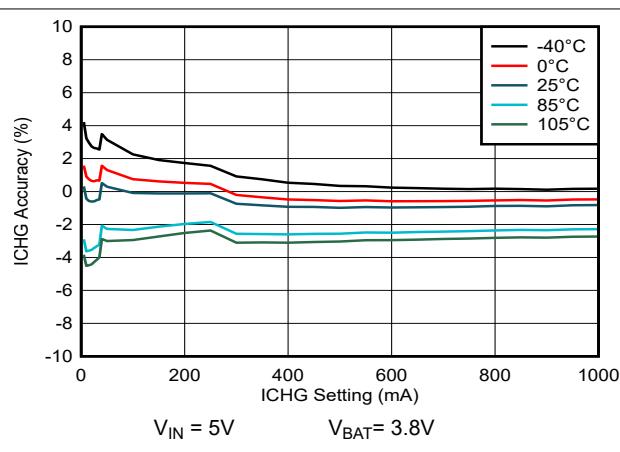
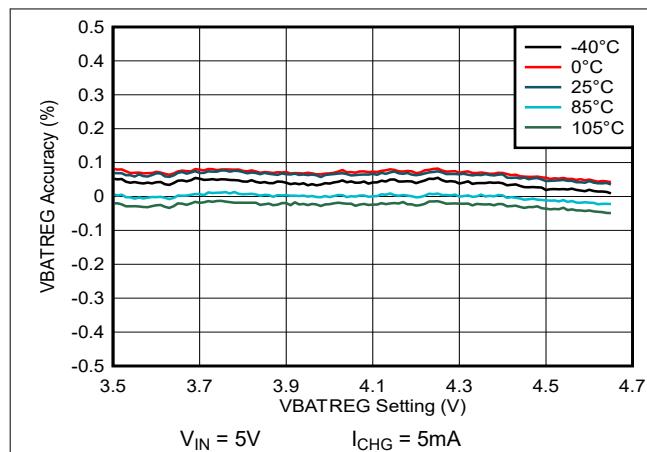
## 6.6 时序要求

		最小值	标称值	最大值	单位
<b>输入</b>					
$t_{VIN\_OVPZ\_DGL}$	VIN_OVP 抗尖峰脉冲, VIN 下降		30		ms
<b>电池充电器</b>					
$t_{REC\_SC}$	BAT_OCP 重试断续时间		250		ms
$t_{RETRY\_SC}$	BAT_OCP 的重试窗口		2		s
$t_{TSHUT\_DGLZ}$	TSHUT 恢复抗尖峰脉冲时间		100		ms
<b>保护您的系统</b>					

## 6.6 时序要求 (续)

		最小值	标称值	最大值	单位
t <sub>SEQ_DELAY</sub>	电源序列时间实例之间的延迟时间 , SEQUENCE_DELAY_TIME = b00		1		ms
	电源序列时间实例之间的延迟时间 , SEQUENCE_DELAY_TIME = b01		4		ms
	电源序列时间实例之间的延迟时间 , SEQUENCE_DELAY_TIME = b10		16		ms
	电源序列时间实例之间的延迟时间 , SEQUENCE_DELAY_TIME = b11		64		ms
t <sub>SEQ_PG_DELAY</sub>	从时间实例 d 到评估电源序列电源正常的延迟时间		4		ms
<b>I<sup>2</sup>C 时钟</b>					
F <sub>I2C_CLK</sub>	SCL 时钟频率		1000		KHz

## 6.7 典型特性



## 6.7 典型特性 (续)

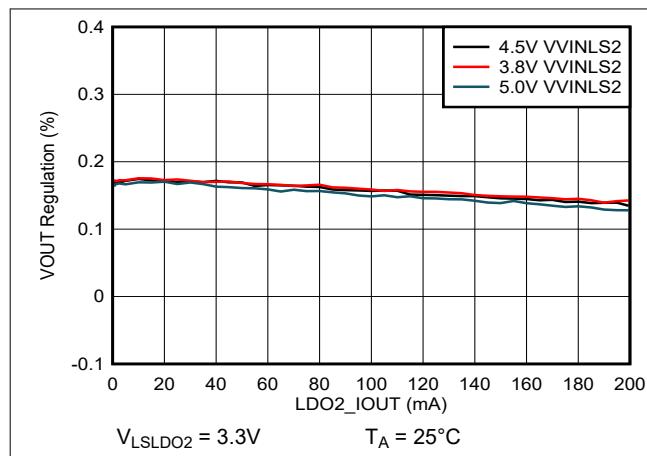


图 6-7. LDO2 负载调整率

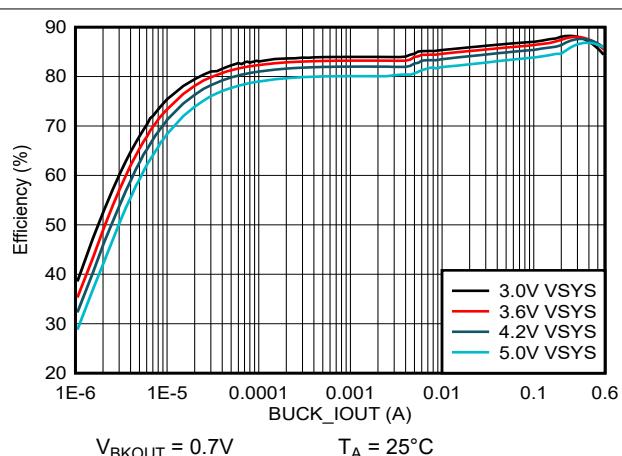


图 6-8. 降压效率

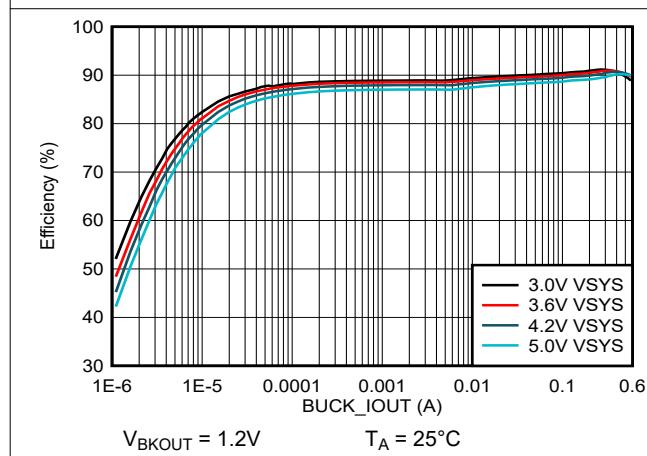


图 6-9. 降压效率

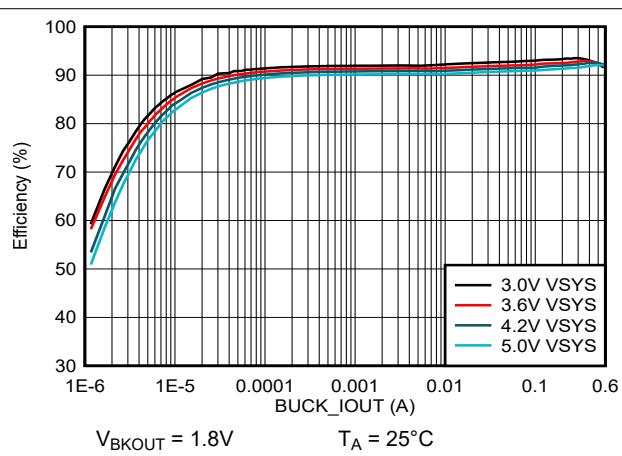


图 6-10. 降压效率

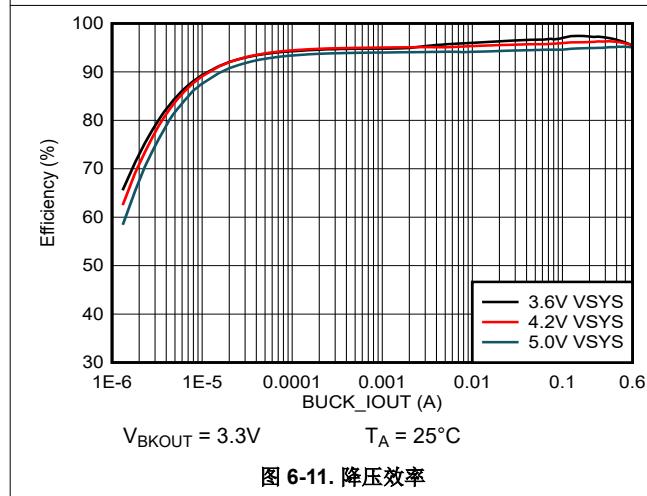


图 6-11. 降压效率

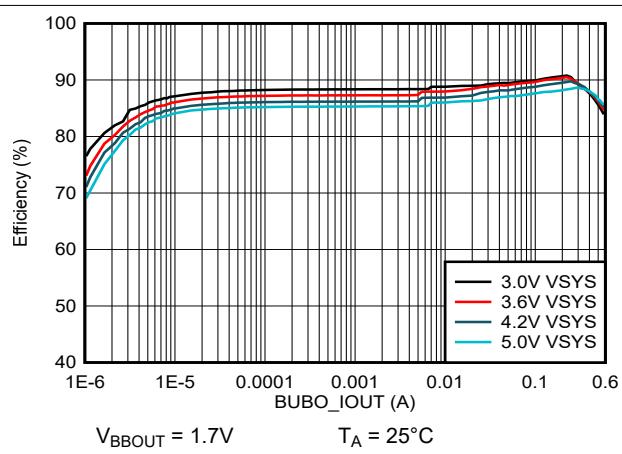
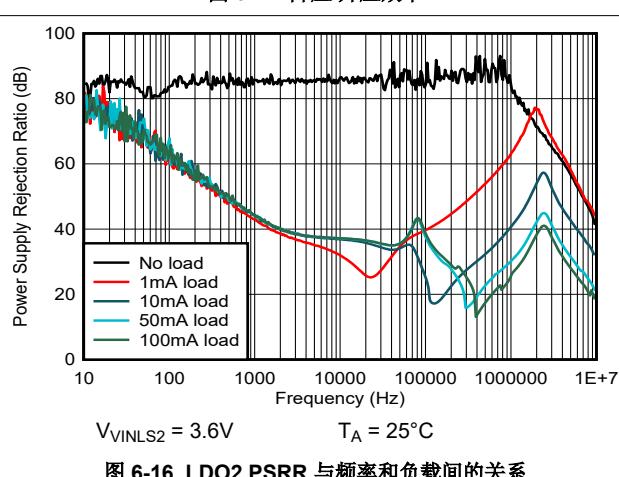
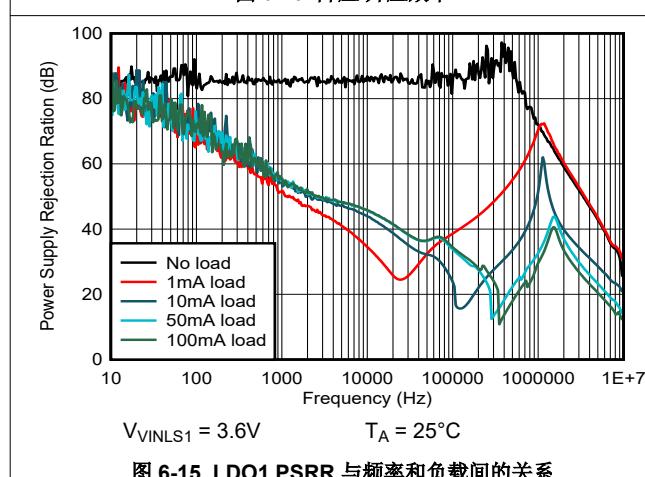
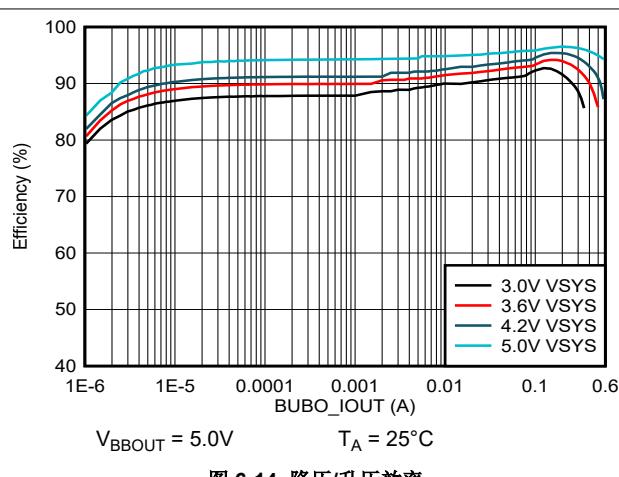
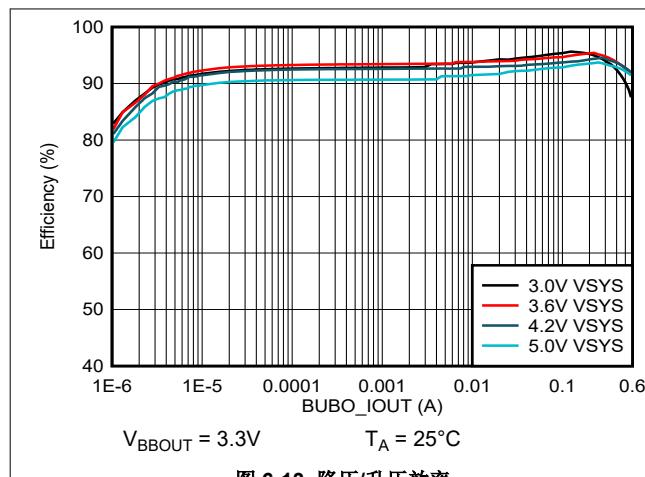


图 6-12. 降压/升压效率

## 6.7 典型特性 (续)



## 7 详细说明

### 7.1 概述

BQ25190 是具有集成线性充电器、稳压器、12 位 ADC 和多功能 GPIO 的电池管理单元 (BMU)。独立线性充电器和稳压器具有超低静态电流，可确保实现低功耗。ADC 和多功能 GPIO 提供的灵活性可实现轻松的系统监测和控制。

该器件集成了一个线性充电器，允许使用可编程充电电流为电池充电。除了充电电流之外，还可以通过 I<sup>2</sup>C 对其他充电参数进行编程，例如预充电电流、终止电流和输入电流限制电流。

即使在电池电量耗尽或充电时，也可以使用电源路径从 IN 引脚获取电源，从而通过调节输出 SYS 为系统供电。此外，还会优先处理 SYS 中的系统负载，必要时降低充电电流，以便在输入功率受限时支持负载。如果输入电源被移除并且电池电压电平高于 V<sub>UVLO</sub>，SYS 将自动无缝地切换到电池电源。

充电器和电源路径系统中有两个主要的子系统，即 BATSYS 和 ILIMSYS。BATSYS 由电池 FET (BATFET) 以及用于控制 BATFET 运行的模拟和数字控制电路组成。有几个环路会影响充电电流：恒流环路 (CC)、恒压环路 (CV)、输入电流限制、DPPM 和 VINDPM。在充电过程中，所有环路都会启用，并且占主导地位的环路获得控制权。ILIMSYS 块包含背对背阻断 FET (防止从 SYS 到 IN 的反向电流) 以及控制电路 (调节输入电流并防止从 IN 电源汲取过多电流以提高运行可靠性)。

该器件在单节电池应用中支持多种电池化学成分，因此能够满足支持多种电池稳压电压 (V<sub>REG</sub>) 和充电电流 (I<sub>CHG</sub>) 选项的需求。

该器件集成了一个具有超低工作静态电流的高效降压转换器。该器件采用 DCS-Control 架构，具有低输出电压纹波和出色的负载瞬态性能。该器件支持动态电压调节 (DVS)，其输出电压可通过 I<sup>2</sup>C 或 GPIO 引脚进行调节。降压转换器的输入在内部连接到 SYS。

除集成降压之外，还集成了降压/升压转换器以支持 1.7V 至 5.2V 的宽输出电压范围，可通过 I<sup>2</sup>C 对该范围进行编程。

该器件还集成了两个超低静态电流 LDO。这些 LDO 的输出电压可通过 I<sup>2</sup>C 进行编程。如果有可用的输入引脚，当配置为在旁路模式下运行时，它们可用于连接或断开系统负载。

12 位 ADC 支持电池和系统监控。它还可用于使用连接到 TS 引脚的热敏电阻以及外部系统信号 (通过 ADCIN 引脚) 来测量电池温度。

除了用作 MCU GPIO 扩展器之外，四个集成的多功能 GPIO 还可用作内部或外部稳压器电源轨、序列电源正常指示器或 VSEL 引脚的使能信号。

#### 7.1.1 电池充电过程

连接有效输入源 (V<sub>IN</sub> > V<sub>UVLO</sub> 且 V<sub>BAT</sub> + V<sub>SLEEP\_HYST</sub> < V<sub>IN</sub> < V<sub>IN\_OVP</sub>) 时，CHG\_DIS 位、CE 引脚和 TS 引脚的状态将决定是否启动充电周期。如果已设置 CHG\_DIS 位或 CE 引脚以禁用充电，那么即使 V<sub>HOT</sub> < V<sub>TS</sub> < V<sub>COLD</sub> 且连接了有效输入源，BATFET 也会关断，从而防止对电池进行任何种类的充电。当 CHG\_DIS 位被写入 0 并且 CE 引脚为低电平时，会启动充电周期。如果 CHG\_DIS 位被设置为禁用充电或 CE 引脚为高电平，则器件会关断电池充电。CE 和 CHG\_DIS 都必须启用才能进行充电。下表显示了启用/禁用充电的 CE 引脚和 CHG\_DIS 位的优先级。

表 7-1. 通过 CE 引脚和 CHG\_DIS 位实现的充电启用功能

/CE 引脚	CHG_DIS 位	充电
低电平	0	启用
低电平	1	禁用
高电平	0	禁用
高电平	1	禁用

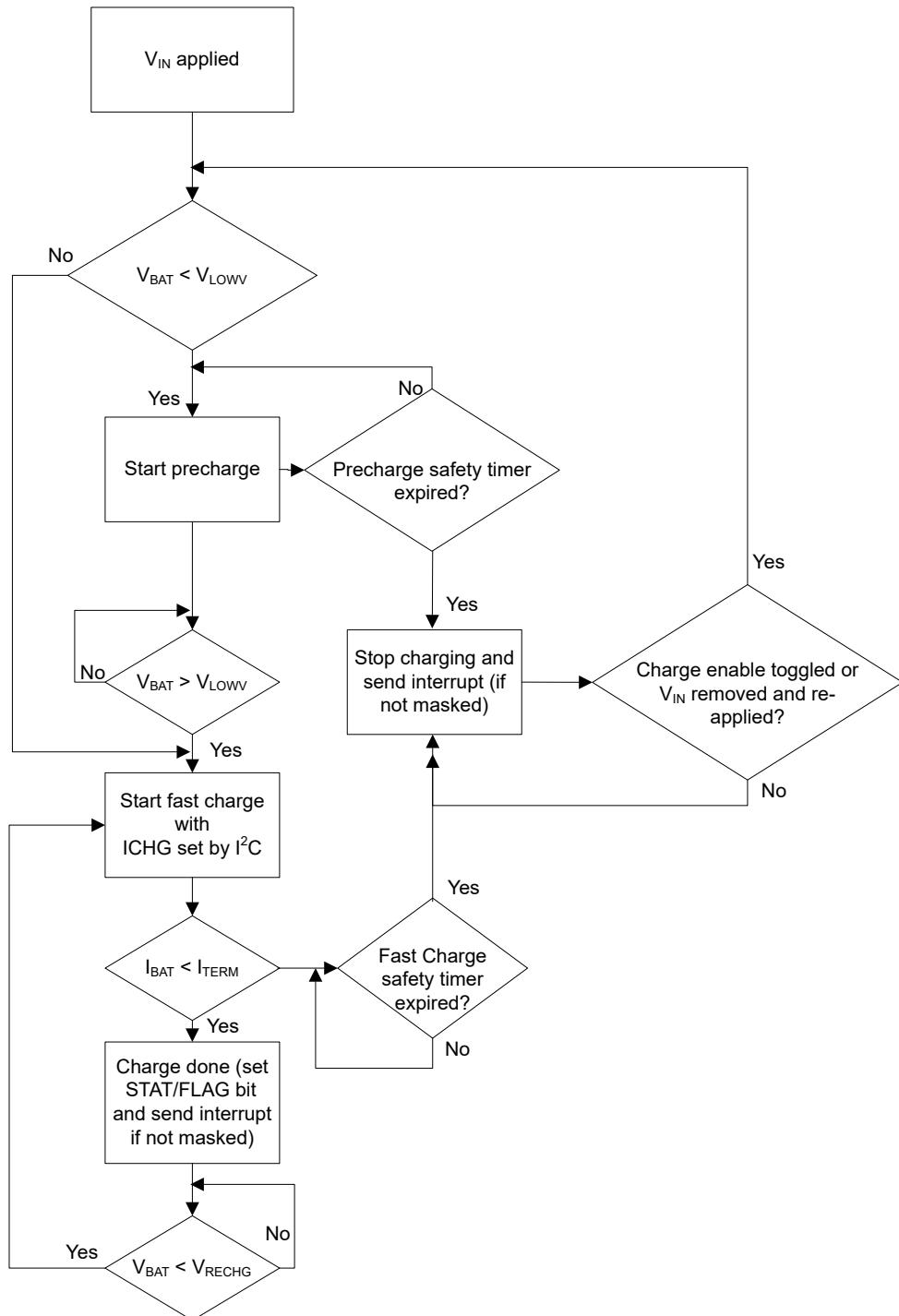


图 7-1. 充电器流程图

下图说明了一个典型的充电周期。

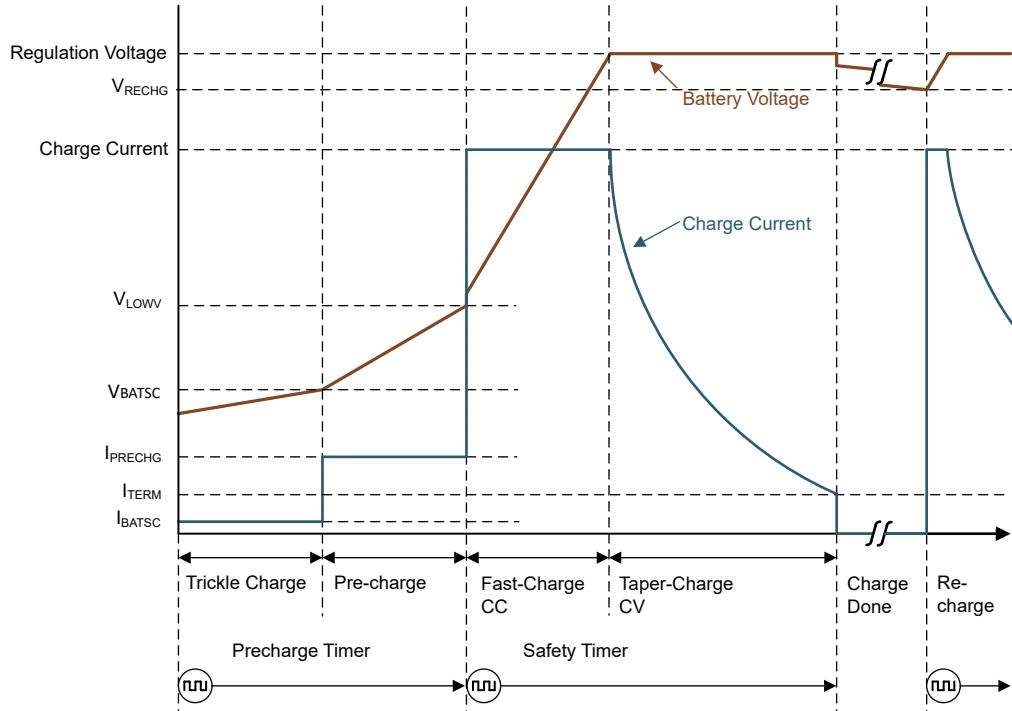


图 7-2. 电池充电曲线

### 7.1.1.1 涓流充电

为了防止损坏电池，当电池电压低于  $V_{BATSC}$  时，器件将以低得多的电流电平 ( $I_{BATSC}$ ) 为电池充电。在涓流充电期间，器件仍会计入预充电安全计时器。涓流充电和预充电计入安全计时器，其持续时间为快速充电计时器的 25%。IBATSC 位决定涓流充电电流是 8mA 还是 1mA。

### 7.1.1.2 预充电

当电池电压高于  $V_{BATSC}$  但低于  $V_{LOWV}$  阈值时，电池将以预充电电流电平充电。预充电电流 ( $I_{PRECHG}$ ) 可通过 I<sup>2</sup>C 编程，可以由主机通过 IPRECHG 位进行调整。一旦电池电压达到  $V_{LOWV}$ ，充电器将在快速充电模式下运行，以 ICHG 为电池充电。

在预充电期间，安全计时器设置为快速充电期间安全计时器值的 25%。在禁用终止的情况下，预充电电流设置为快速充电电流设置的 20%。

### 7.1.1.3 快速充电

充电器有两个主控制环路用于控制  $V_{BAT} > V_{LOWV}$  时的充电：恒定电流 (CC) 和恒定电压 (CV) 环路。当 CC 环路有效时，电池会以最大充电电流电平  $I_{CHG}$  进行充电，除非存在 TS 故障条件 (或 JEITA 条件)、VINDPM 激活、热调节或 DPPM 激活。一旦  $V_{BAT}$  达到  $V_{REG}$  电平，CV 环路就变得有效，充电电流开始逐渐减小。一旦充电电流达到终止电流 ( $I_{TERM}$ )，充电就完成，并且 CHG\_STAT 被设置为 b11。如果  $V_{REG}$  通过 I<sup>2</sup>C 被设置为高于 4.65V，则电池调节电压仍保持在 4.65V。该器件将根据  $V_{LOWV}$  设置切换到快速充电模式。

可以使用 ICHG\_CTRL 寄存器中的 ICHG 位通过 I<sup>2</sup>C 对快速充电电流进行编程。

### 7.1.1.4 终端

一旦充电电流达到  $I_{TERM}$  (可通过 I<sup>2</sup>C 进行编程)，器件将自动终止充电。终止后，充电器将以高阻抗模式运行，禁止 BATFET 断开电池连接。只要  $V_{IN} > V_{UVLO}$ 、 $V_{IN} > V_{BAT} + V_{SLEEPZ}$  且  $V_{IN} < V_{IN\_OVP}$ ，系统 (SYS) 就会由 IN 电源供电。

仅当充电器 CV 环路激活时，才会启用终止。如果在 VINDPM、DPPM、ILIM 或热调节环路激活时充电电流达到  $I_{TERM}$ ，则会禁用终止。仅当电流由于电池达到目标电压而下降到  $I_{TERM}$  时，充电器才会终止充电，而不是由于前面提到的受控环路施加的充电电流限制而终止。

终止后会禁用 BATFET，并监控 BAT 引脚上的电压以检查其是否下降至  $V_{RECHG}$  阈值。如果是，则会建立新的充电周期。安全计时器将复位。在充电期间，甚至充电结束时，会通过补充操作来支持更高的 SYS 负载。

## 7.2 功能方框图

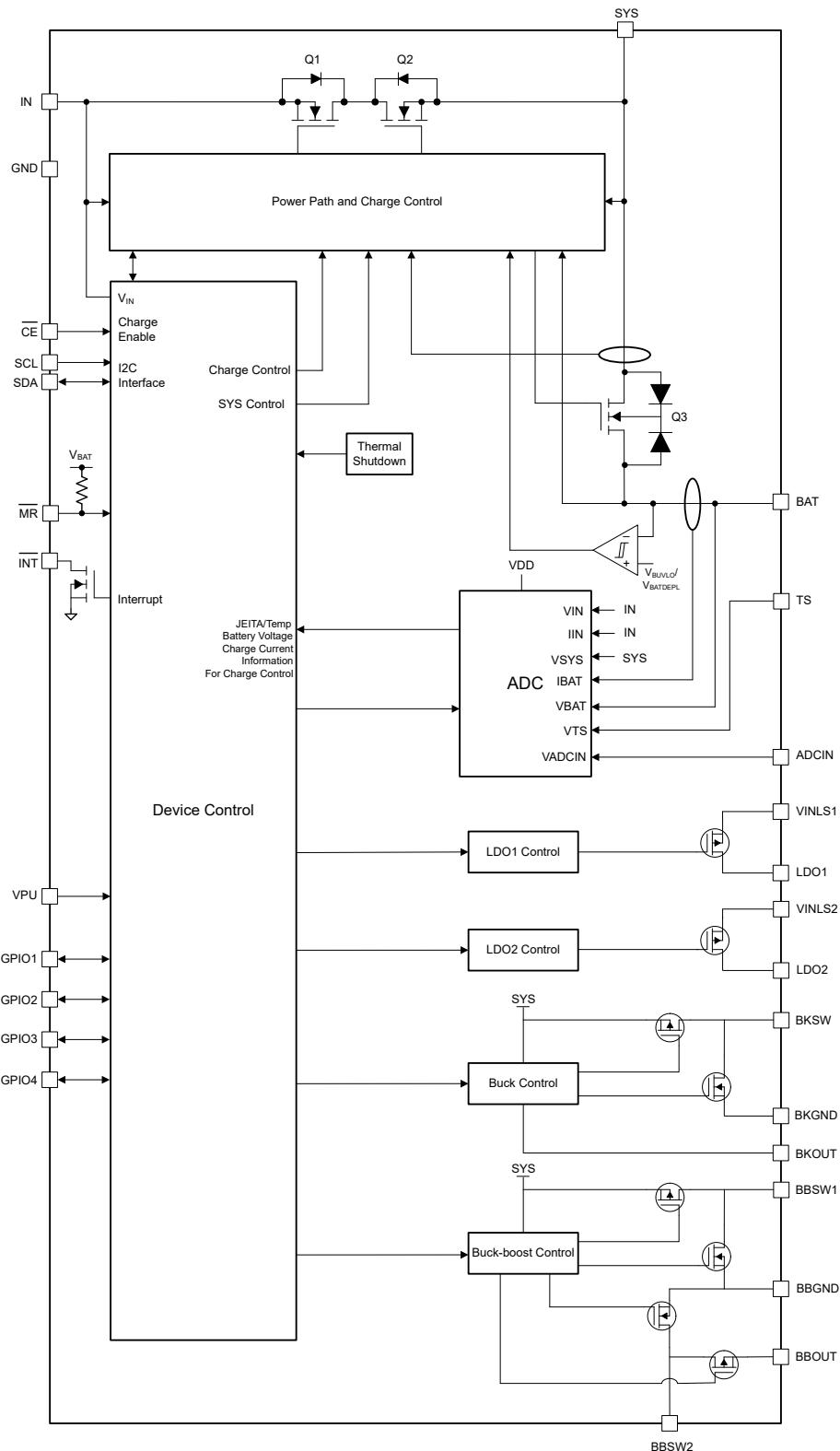


图 7-3. 功能方框图

## 7.3 特性说明

### 7.3.1 基于输入电压的动态电源管理 (VINDPM)

VINDPM 可防止输入电压下降至导致 SYS 下降的程度。这是通过将充电器消耗的电流减小到足以使  $V_{IN}$  保持在特定的电压 ( $V_{INDPM}$ ) 来实现的。

在正常充电过程中，如果在 IN 处连接的适配器电源不足以同时支持充电电流和系统负载电流，则  $V_{IN}$  会降低。一旦电源电压降至  $V_{INDPM}$ ， $I_{IN}$  就会降低至适配器可通过阻断 FET 提供的电流电平，以防止进一步降低  $V_{IN}$ 。 $V_{INDPM}$  可通过 I<sup>2</sup>C 寄存器 VINDPM 进行编程，也可以被禁用。当 VINDPM 激活时会设置 VINDPM\_ACTIVE\_STAT 位。如果 TMR2X\_EN 位被设置为 1，则当 VINDPM 激活时安全计时器会加倍。此外，当 VINDPM 激活时，会禁用终止。

### 7.3.2 动态电源路径管理模式 (DPPM)

连接有效输入源后，电源路径管理电路会持续监控输入电压和电流。流入 IN 的电流由充电电流和系统负载电流共享。如果充电电流与系统负载电流之和超过由 ILIM 设置的  $I_{LIM}$  或由 VINDPM 降低至的输入电流电平（以较低者为准），则  $V_{SYS}$  可能会降至 DPPM 电压阈值。在这种情况下，DPPM 环路通过 BATFET 降低充电电流，使  $V_{SYS}$  调节到  $V_{BAT} + V_{DPPM}$ 。在 BATFET 充电电流降至零后，如果  $V_{SYS}$  降至补充模式阈值，则器件进入补充模式。当 DPPM 环路激活时会禁用终止。

可以通过将 VDPPM\_DIS 设置为 1 来禁用 DPPM，这可以允许  $V_{SYS}$  和  $V_{BAT}$  之间具有更小的电压差。

当器件处于 BATDEPL 状态时，无法禁用 DPPM。

### 7.3.3 电池补充模式

当  $V_{SYS}$  降至  $V_{BAT} - V_{BSUP1}$  时，器件会进入补充模式，在该模式下，电池会为系统负载提供补充。当  $V_{SYS}$  升至  $V_{BAT} + V_{BSUP2}$  时，电池停止为系统负载提供补充。在补充模式下，不会调节电池补充电流。在补充模式下，终止被禁用。 $V_{BAT}$  需要高于电池电量耗尽阈值 ( $V_{BATDEPL}$ ) 才能使器件进入补充模式。

### 7.3.4 睡眠模式

如果  $V_{IN}$  低于睡眠模式进入阈值且高于欠压锁定阈值，则器件处于低功耗睡眠模式。在睡眠模式下，输入与电池隔离。这个特性防止缺少  $V_{IN}$  期间的电池消耗。当器件进入睡眠模式时，VIN\_PGOOD\_STAT 被设置为 0。

### 7.3.5 SYS 电源控制

器件还提供通过 SYS\_MODE 位控制 SYS 的选项。SYS\_MODE 位可以强制 SYS 由 BAT 供电，而不是由 IN 供电（即使  $V_{IN} > V_{BAT} + V_{SLEEP_HYST}$  也是如此），使 SYS 悬空或将 SYS 拉至接地。下面的表显示了基于 SYS\_MODE 设置的器件行为：

表 7-2. SYS\_MODE 位设置

SYS_MODE	说明	SYS 电源	SYS 下拉
b00	正常运行	IN 或 BAT	关闭（处于表 7-3 中显示的 SYS 下拉状态时除外）
b01	强制使用 BAT 电源（IN 断开连接）	BAT	关闭（处于表 7-3 中显示的 SYS 下拉状态时除外）
b10	SYS 关闭 - 悬空	无	关闭
b11	SYS 关闭 - 下拉	无	开启

**SYS\_MODE = b00**

如果  $V_{IN} > V_{IN\_UVLO}$ 、 $V_{IN} > V_{BAT} + V_{SLEEPZ\_HYST}$  且  $V_{IN} < V_{IN\_OVP}$  ( $V_{IN\_PGOOD}$ )，则 **SYS** 将由 **IN** 供电。如果不满足这些条件，**SYS** 将由 **BAT** 供电。如果发生硬件复位 (**HW\_RESET**)、器件进入运输模式，或 **SYS\_MODE** 被设置为 **b11**，则 **SYS** 将与 **IN** 或 **BAT** 断开并被下拉。

### SYS\_MODE = b01

设置该配置后，如果  $V_{BAT} > V_{BATDEPL}$ ，则无论  $V_{IN}$  状态如何，**SYS** 都将由 **BAT** 供电。这使主机能够在适配器根据系统需要仍处于连接状态时最大程度地减小适配器的电流消耗。如果在  $V_{BAT} < V_{BATDEPL}$  时设置 **SYS\_MODE = b01**，则 **SYS\_MODE = b01** 设置将被忽略，器件将进入默认 **SYS** 模式。当器件处于强制电池电源模式 (**SYS\_MODE = b01**) 时，如果  $V_{BAT} < V_{BATDEPL}$ ，器件将进入默认 **SYS** 模式。

如果适配器进行切换 ( $V_{IN} < V_{IN\_UVLO}$ )，器件将切换至默认 **SYS** 模式。这样可以防止器件需要 POR 才能恢复系统电源，从而支持电池充电。如果在充电期间设置了 **SYS\_MODE = b01**，则充电将停止，电池将根据需要开始为 **SYS** 供电。此行为与输入适配器断开连接时的行为类似。

### SYS\_MODE = b10

设置此配置后，**SYS** 将断开连接并保持悬空。器件保持开启和激活状态。切换  $V_{IN}$  会将 **SYS\_MODE** 复位为默认 **SYS** 模式。

### SYS\_MODE = b11

设置该配置后，**SYS** 将从 **IN** 和 **BAT** 断开并由  $R_{SYS\_PD}$  拉至接地。切换  $V_{IN}$  ( $V_{IN} < V_{IN\_UVLO}$ ) 会将 **SYS\_MODE** 复位为默认 **SYS** 模式。将 **SYS\_MODE** 设置为 **b11** 时会实施断电序列。

#### 7.3.5.1 SYS 下拉控制

器件在 **SYS** 引脚上有一个内部下拉电阻，在以下情况下启用：

表 7-3. SYS 下拉状态

状态	注释
运输模式	启用 <b>SYS</b> 上的下拉并执行断电序列。然后，器件进入运输模式。
<b>HW_RESET</b>	启用 <b>SYS</b> 上的下拉并执行断电序列。 <b>SYS</b> 下拉一直保持，直到自动唤醒计时器到期。
<b>SYS_MODE = b11</b> ( <b>SYS</b> 下拉模式)	<b>SYS</b> 上的下拉启用并执行断电序列。 <b>SYS</b> 下拉一直保持，直到 <b>SYS_MODE</b> 更改为 <b>b00/b01/b10</b> 或切换 $V_{IN}$ 。

#### 7.3.6 SYS 调节

该器件包含一个 **SYS** 电压调节环路。通过调节 **SYS** 电压，器件可防止连接到 **SYS** 的下游器件承受高达  $V_{IN\_OVP}$  的电压。**SYS** 调节仅在  $V_{IN} > V_{IN\_UVLO}$ 、 $V_{IN} > V_{BAT} + V_{SLEEPZ\_HYST}$  且  $V_{IN} < V_{IN\_OVP}$  ( $V_{IN\_PGOOD}$ ) 时有效。

为了跟踪电池、设置为固定电压或启用直通模式，可以通过 **SYS\_REG** 寄存器中的 **SYS\_REG\_CTRL** 位控制 **SYS** 电压调节目标。

在电池跟踪模式下，对于小于 3.6V 的电池，最小电压为  $V_{MINSYS}$  值。随着电池电压的增加， $V_{SYS}$  通常会调节为比电池高 225mV。如果  $V_{IN} < V_{MINSYS}$  且  $V_{IN\_PGOOD}$  仍然激活，则 **SYS** 将处于压降状态。

在固定电压模式下，**SYS** 电压会调节为主机设定的目标，介于 4.4V 至 4.9V 范围内。如果  $V_{IN}$  电压低于 **SYS** 目标电压，则器件将处于压降模式。

在直通模式下，**SYS** 路径不受调节， $V_{SYS}$  电压等于  $V_{IN}$ 。对于 5.7V  $V_{IN\_OVP}$ ，仅当  $VIN\_OVP$  位被设置为 0 时，**SYS** 才能被设置为直通模式。对于 18.5V  $V_{IN\_OVP}$ ，如果  $VIN\_OVP$  位已被设置为 1，则 **SYS** 无法通过 I<sup>2</sup>C 事务被设置为直通模式 (**SYS\_REG\_CTRL = 111**)。同样，如果 **SYS** 已处于直通模式，则无法通过 I<sup>2</sup>C 事务将  $V_{IN\_OVP}$  设置为 18.5V ( $V_{IN\_OVP} = 1$ )。

应使用足够大的 **SYS** 电容，以便  $V_{SYS}$  不会超过系统负载的最大额定值。

**表 7-4. SYS 电压调节设置**

SYS_REG_CTRL	V <sub>SYS</sub> 目标
b000	VBAT + 225mV ( 最小值 3.8V )
b001	4.4
b010 ( 默认值 )	4.5
b011	4.6
b100	4.7
b101	4.8
b110	4.9
b111	直通

### 7.3.7 ILIM 控制

输入电流限制可由 **ILIM** 位通过  $I^2C$  进行控制。

如果 **ILIM** 调节环路激活，则会在输入电流限制抗尖峰脉冲  $t_{ILIM}$  之后设置 **ILIM\_ACTIVE\_STAT** 位。当 **ILIM** 调节环路激活时，终止暂停。

**ILIM\_ACTIVE\_MASK** 将阻止发出中断，但不会覆盖 **ILIM** 行为本身。**ILIM** 值可由主机通过  $I^2C$  进行动态编程。100mA 和 500mA 的 **ILIM** 设置被设计为支持标准系统的最大值。

### 7.3.8 保护机制

#### 7.3.8.1 输入过压保护

输入过压保护功能可保护器件以及连接到 **SYS** 和 **BAT** 的下游元件免受输入电源过压损坏。输入过压保护阈值取决于 **VIN\_OVP** 位。当  $V_{IN} > V_{IN_OVP}$  时，确定存在 **VIN** 过压情况。在 **VIN** 过压条件期间，器件会关断输入 **FET**，导通电池放电 **FET**，在 **INT** 上发送一个  $128 \mu s$  脉冲（除非 **VIN\_OVP\_FAULT\_MASK** 被设置为 1）并通过  $I^2C$  更新故障位（**VIN\_OVP\_FAULT\_FLAG**）。**VIN\_PGOOD\_STAT** 位也会受到 **VIN** 过压条件的影响，因为 **VIN** 电源正常（**VIN\_PGOOD**）条件将失败。一旦 **VIN** 过压条件消失（ $V_{IN} \leq V_{IN_OVP} - V_{IN_OV_HYS}$ ），**VIN\_OVP\_STAT** 位就会被清除，器件恢复正常运行。此后，如果  $V_{IN} > V_{BAT} + V_{SLEEPZ_HYST}$  且  $V_{IN} > V_{IN_UVLO}$ ，则确定存在 **VIN** 电源正常（**VIN\_PGOOD**）条件。

#### 7.3.8.2 系统短路保护

当有效适配器连接到器件时，器件会检测 **SYS** 引脚是否短路。如果  $V_{SYS} < V_{SYS_SHORT}$ ，则实施 **SYS** 短路故障保护以将输入 **FET** 关断约  $200 \mu s$ ，然后将其重新导通 5ms，使 **SYS** 升至高于  $V_{SYS_SHORTZ}$ 。如果将过 10 次尝试后 **SYS** 短路仍然存在，则器件在 2s 内不会导通输入 **FET**，并且会在 **BATFET** 导通（如果  $V_{BAT} > V_{BATDEPL}$ ）时复位 10 次重试计数器，以为 **SYS** 供电。**SYS\_SHORT\_FAULT\_STAT** 和 **SYS\_SHORT\_FAULT\_FLAG** 被设置为 1 并发送中断信号（如果未被 **SYS\_SHORT\_FAULT\_MASK** 屏蔽）。2s 后，**SYS\_SHORT\_FAULT\_STAT** 被重置为 0，器件将使输入 **FET** 导通 5ms，并在必要时重试 10 次，直到 **SYS** 升至高于  $V_{SYS_SHORTZ}$ 。

#### 7.3.8.3 电池电量耗尽保护

为了防止电池深度放电，器件集成了电池电量耗尽保护功能，当电池电压降至低于 **CHARGECTRL1** 寄存器中的 **BATDEPL** 位编程的  $V_{BATDEPL}$  时，该功能将断开 **BAT** 至 **SYS** 路径。

在仅电池模式下，如果  $V_{BAT}$  上升至高于  $V_{BATDEPLZ}$ ，**BATFET** 将导通。如果  $V_{BAT}$  下降至低于  $V_{BATDEPL}$ ，**BATFET** 将关断。

BATDEPL 状态由 BATDEPL\_FAULT\_STAT 位报告。如果检测到电池电量耗尽，则 BATDEPL\_FAULT\_FLAG 被设置为 1。会在 INT 上发送一个  $128 \mu\text{s}$  脉冲 ( INT 引脚下拉 )，以在 BATDEPL\_FAULT\_MASK 未屏蔽时通知主机。

#### 7.3.8.3.1 电池欠压锁定

如果不存在  $V_{IN} (V_{IN} < V_{IN\_UVLO})$ ，则  $V_{BAT}$  需要高于  $V_{BUVLO}$  才能使器件上电。

在电池模式和运输模式 ( 包括 LDO1 开启运输模式 ) 下，如果  $V_{BAT}$  下降至低于  $V_{BUVLO}$ ，器件将关闭。

#### 7.3.8.4 电池过流保护

为了保护器件免受过流影响并防止电池放电电流过大，器件会检测 BATFET 上的放电电流是否超过  $I_{BAT\_OCP}$ 。如果达到  $I_{BAT\_OCP}$ ，则 BATFET 将关断并且器件开始以断续模式运行，在因过流条件进行关断后  $t_{REC\_SC}$  (250ms) 重新启用 BATFET。如果在 2s 窗口内连续重试 4 到 7 次时后触发过流条件，则 BATFET 保持关断状态，直到连接有效的  $V_{IN}$  ( $V_{IN\_PGOOD}$ )。如果在已存在  $V_{IN}$  的补充模式下出现过流条件和断续运行情况，则必须切换  $V_{IN}$  才能启用 BATFET 并开始另一个检测周期。

#### 7.3.8.5 安全计时器和看门狗计时器

在每个充电周期模式 ( 预充电或快速充电 ) 开始时，器件启动相应的模式安全计时器。如果在编程的安全计时器之前没有终止充电， $t_{MAXCHG}$  到期，或器件在  $t_{PRECHG}$  到期前未退出预充电模式，则会禁用充电。预充电安全计时器  $t_{PRECHG}$  为  $t_{MAXCHG}$  的 25%。当发生安全计时器故障时，会在 INT 引脚上发送单个  $128 \mu\text{s}$  脉冲，并且会将 I<sup>2</sup>C 寄存器中的 SAFETY\_TMR\_FAULT\_FLAG 设置为 1。

如果安全计时器已到期，器件将产生中断并更新寄存器映射中的 SAFETY\_TMR\_FAULT\_FLAG 位。安全计时器持续时间可通过 SAFETY\_TIMER 位进行编程。当安全计时器激活时，更改安全计时器持续时间会复位安全计时器。器件还包含一个 2XTMR\_EN 位，该位可使快速充电安全计时器持续时间加倍，以防当 SYS 上的高负载 ( DPM 工作模式，因此启用 VDPPM )、VINDPM、ILIM、热调节或 NTC (JEITA) 条件导致充电电流降低时安全计时器过早到期。如果设置了 2XTMR\_EN 位，当 CC 或 CV 之外的任何环路激活时，允许快速充电计时器以半速运行。在 CC 模式期间，如果电池电压下降而将充电器推入预充电模式，( 由于电池负载过大、发生过热事件等原因 ) 安全计时器将通过预充电使计数复位，然后使快速充电安全计时器复位。如果器件在预充电、CC 或 CV 模式下进入了电池补充模式，而充电器未被禁用，则器件将暂停安全计时器，直到充电可以再次恢复。这会阻止在引起补充条件时将安全计时器复位。

除了安全计时器之外，器件还有一个看门狗计时器可通过 I<sup>2</sup>C 接口监控主机。默认情况下会启用看门狗计时器，主机可通过 I<sup>2</sup>C 事务禁用看门狗计时器。一旦接收到初始事务，看门狗计时器就会启动。主机使用 I<sup>2</sup>C 接口通过任何事务使看门狗计时器复位。如果看门狗计时器到期而没有从 I<sup>2</sup>C 接口复位，则选择的寄存器会复位为默认值。可以通过 WATCHDOG\_SEL 位来设置看门狗计时器。

表 7-5. 看门狗设置

WATCHDOG_SEL	操作
b00	器件仅在最后一个 I <sup>2</sup> C 事务完成之后 160s 对选择的寄存器位执行复位
b01	器件在最后一个 I <sup>2</sup> C 事务完成之后 160s 发出 HW_RESET
b10	器件在最后一个 I <sup>2</sup> C 事务完成之后 40s 发出 HW_RESET
b11	禁用看门狗功能

#### 7.3.8.6 降压过流保护

降压轨集成了高侧和低侧 MOSFET 上的电流限制，可以保护降压轨，以免受到过载或短路情况的影响。逐周期监控开关中的电流。如果高侧 MOSFET 电流限制发生跳变，高侧 MOSFET 将关断，低侧 MOSFET 将导通，以便降低电感器电流。通过低侧开关的电感器电流降至低于低侧 MOSFET 电流限制之后，低侧 MOSFET 将关断，高侧 MOSFET 将再次导通。

### 7.3.8.7 LDO 过流保护

LDO1/LDO2 具有内部电流限制电路，可在瞬态高负载电流故障或短路事件期间保护稳压器。电流限制采用混合砖墙式折返方案。电流限制在折返电压 ( $V_{FOLDBACK}$ ) 下从砖墙式方案转换为折返方案。在输出电压高于  $V_{FOLDBACK}$  的高负载电流故障中，砖墙式方案将输出电流限制为电流限值 ( $I_{CL}$ )。当电压降至  $V_{FOLDBACK}$  以下时，将激活折返电流限制，在输出电压接近 GND 时按比例缩小电流。当输出短路时，该器件会提供一个被称为短路电流限制 ( $I_{SC}$ ) 的典型电流。电气特性表中列出了  $I_{CL}$  和  $I_{SC}$ 。

对于该器件， $V_{FOLDBACK} = 0.5V$ 。

图 7-4 显示了折返电流限制图。

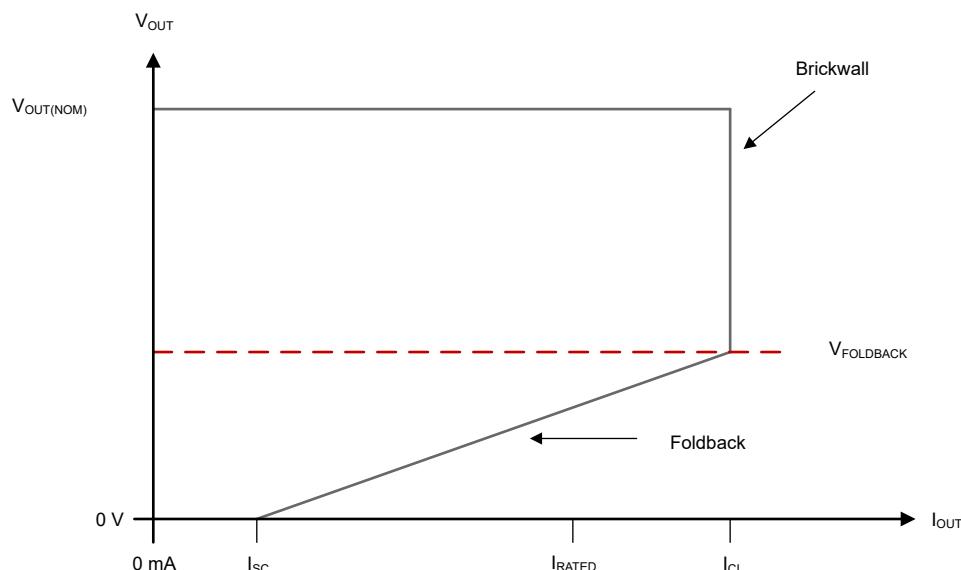


图 7-4. 折返电流限制

### 7.3.8.8 降压/升压过流保护

降压/升压具有内置的短路保护功能，可限制通过其降压电桥高侧 MOSFET 的电流。流过的最大电流受峰值电流限值  $I_{OC\_BB}$  的限制。对于“无限”输入电流限制设置，典型电流限制为 1.55A；对于 100mA 输入电流限制设置，典型电流限制为 0.29A。启动期间，典型电流限制为 0.6A，以防止产生浪涌电流。如果负载高于峰值电流限值，则输出电压会降低。

### 7.3.8.9 降压/升压输出短路保护

降压/升压轨集成了输出短路保护功能，可在输出短路时限制功率耗散。如果降压/升压输出电压降至典型值 1.25V 以下，则降压/升压轨输入电流通常被限制为低于 30mA。

### 7.3.8.10 降压/降压/升压/LDO 欠压锁定

降压/降压/升压/LDO1/LDO2 具有一个独立的欠压锁定 (UVLO) 电路，可监控输入电压，从而能够以可控且一致的方式实现输出电压的开启和关闭。UVLO 比较器会在输入电压低于 UVLO 下降阈值时关断器件，并在输入电压超过 UVLO 上升阈值时启用电源轨。如果 LDO 被配置为在旁路模式下运行，则其 UVLO 阈值仍然有效。

### 7.3.8.11 序列欠压锁定

如果使用了电源序列，则需要满足序列 UVLO (SEQ\_UVLO) 条件才能启用任何序列电源轨，即  $V_{SYS}$  需要高于 SEQ\_UVLO 阈值 ( $V_{SEQ\_UVLO}$  和  $V_{SEQ\_UVLOZ}$ )。SEQ\_UVLO 同时禁用所有序列电源轨。

### 7.3.8.12 过热保护和热调节

在运行过程中，为了防止器件因过热而损坏，会监控裸片结温。

在适配器模式下，当  $T_J$  达到  $T_{SHUT\_RISING}$ 、 $T_{J\_BUCK}$  达到  $T_{SHUT\_RISING\_BUCK}$  (如果启用了降压)、 $T_{J\_BB}$  达到  $T_{SHUT\_RISING\_BB}$  (如果启用了降压/升压)、 $T_{J\_LDO1}$  达到  $T_{SHUT\_RISING\_LDO1}$  (如果启用了 LDO1) 或  $T_{J\_LDO2}$  达到  $T_{SHUT\_RISING\_LDO2}$  (如果启用了 LDO2) 时，会触发 TSHUT 故障。在这种情况下，器件会停止充电，禁用所有正在运行的电源轨，然后关断输入 FET 和 BATFET。在  $t_{TSHUT\_DGLZ}$  之后，如果  $T_J$  低于  $T_{SHUT\_FALLING}$ ，则输入 FET 和 BATFET 将导通以为 SYS 供电，并且可以重新开始充电。当 TSHUT 故障恢复时，集成电源轨会重新启用。如果在  $V_{SYS} > V_{SEQ\_UVLOZ}$  时使用电源序列，则会实现上电序列。

在禁用 ADC ( $ADC\_EN = 0$ ) 的电池模式下，当  $T_{J\_BUCK}$  达到  $T_{SHUT\_RISING\_BUCK}$  (如果启用了降压)、 $T_{J\_BB}$  达到  $T_{SHUT\_RISING\_BB}$  (如果启用了降压/升压)、 $T_{J\_LDO1}$  达到  $T_{SHUT\_RISING\_LDO1}$  (如果启用了 LDO1) 或  $T_{J\_LDO2}$  达到  $T_{SHUT\_RISING\_LDO2}$  (如果启用了 LDO2) 时，会触发 TSHUT 故障。在这种情况下，器件会禁用所有正在运行的电源轨。在  $t_{TSHUT\_DGLZ}$  之后，BATFET 会导通以为 SYS 供电。当 TSHUT 故障恢复时，集成电源轨会重新启用。如果在  $V_{SYS} > V_{SEQ\_UVLOZ}$  时使用电源序列，则会实现上电序列。

在禁用 ADC ( $ADC\_EN = 1$ ) 的仅电池模式下，当  $T_J$  达到  $T_{SHUT\_RISING}$ 、 $T_{J\_BUCK}$  达到  $T_{SHUT\_RISING\_BUCK}$  (如果启用了降压)、 $T_{J\_BB}$  达到  $T_{SHUT\_RISING\_BB}$  (如果启用了降压/升压)、 $T_{J\_LDO1}$  达到  $T_{SHUT\_RISING\_LDO1}$  (如果启用了 LDO1) 或  $T_{J\_LDO2}$  达到  $T_{SHUT\_RISING\_LDO2}$  (如果启用了 LDO2) 时，会触发 TSHUT 故障。在这种情况下，器件会禁用所有正在运行的电源轨，然后关断 BATFET。在  $t_{TSHUT\_DGLZ}$  之后，如果  $T_J$  低于  $T_{SHUT\_FALLING}$ ，则输入 BATFET 将导通以为 SYS 供电。当 TSHUT 故障恢复时，集成电源轨会重新启用。如果在  $V_{SYS} > V_{SEQ\_UVLOZ}$  时使用电源序列，则会实现上电序列。

在 PFM 模式下降压热关断保护无效，在负载小于 1mA 时 LDO1/LDO2 热关断无效。

当 TSHUT 故障被触发时，如果 TSHUT\_MASK 未被设置为 1，则 TSHUT\_STAT/TSHUT\_FLAG 会被设置为 1，并且会从 INT 引脚发送中断信号。

如果 TSHUT\_LOCK\_EN 被设置为 1，并且在 2s 窗口中触发 TSHUT 故障 7 至 13 次，则器件被锁定在 TSHUT 保护状态 (输入 FET 关断，BATFET 关断，电源轨被禁用)。一旦器件被锁定在 TSHUT 保护状态，就需要切换 VIN 以使器件在  $t_{TSHUT\_DGLZ}$  之后退出锁定状态。在  $t_{TSHUT\_DGLZ}$  之后，如果  $T_J$  低于  $T_{SHUT\_FALLING}$ ，则输入 FET 或 BATFET 将能够导通以为 SYS 供电，并且可以重新开始充电。当 TSHUT 故障恢复时，集成电源轨会重新启用。如果在  $V_{SYS} > V_{SEQ\_UVLOZ}$  时使用电源序列，则会实现上电序列。

当 LDO1 处于常开模式 ( $LDO1\_EN\_SET = b111$ ) 且  $LDO1\_SHIP\_AO$  被设置为 1 时，仅当  $T_J$  达到  $T_{SHUT\_RISING\_LDO1}$  时 LDO1 才会被禁用，当  $T_J$  降至低于  $T_{SHUT\_FALLING\_LDO1}$  时 LDO1 恢复运行。在 LDO1 开启运输模式下，如果触发了故障，则不会更新 TSHUT\_STAT/TSHUT\_FLAG。

在充电过程中，为了防止器件过热，器件会监控裸片的结温，并在  $T_J$  达到热调节阈值 ( $T_{REG}$ ) 时根据 THERM\_REG 设置所设置的位减小充电电流。如果充电电流降至 0，则电池会提供为 SYS 输出供电所需的电流。可通过 I<sup>2</sup>C 禁用热调节。

在 I<sup>2</sup>C 中可以选择四种温度设置，如节 7.6 所示。

可使用以下公式，根据预期的电路板性能估算裸片结温  $T_J$ ：

$$T_J = T_A + \theta_{JA} * P_{DISS}$$

$\theta_{JA}$  在很大程度上取决于电路板布局布线。更多有关新旧热指标的信息，请参阅 [IC 封装热指标应用报告](#)。

为了实现可靠运行，请将结温限制在建议运行条件表中列出的最大值。在超过这个最高温度的情况下运行会导致器件超出运行规格。尽管器件的热保护旨在针对过热情况提供保护，但热保护并不用于替代适当的散热。使器件持续进入热关断状态或在超过建议的最高结温下运行会降低长期可靠性。

### 7.3.9 用于监测的集成 12 位 ADC

该器件提供了一个集成的 12 位 ADC 供主机监测各种系统参数。ADC\_RATE 位允许连续转换、每 1 秒转换一次、每 1 分钟转换一次以及单次转换行为。

要启用 ADC，必须将 ADC\_EN 位设置为“1”。默认情况下会禁用 ADC (ADC\_EN = 0) 以节能。如果  $V_{IN} > V_{IN\_UVLO}$  或  $V_{BAT} > V_{BAT\_ADC\_LOWVZ}$ ，则允许 ADC 运行。在电池模式下，如果在  $V_{BAT} < V_{BAT\_LOWVZ\_ADC}$  的情况下主机向 ADC\_EN 写入“1”，那么它将被自动清除。当没有启用任何通道时，ADC\_EN 不应设置为 1。

ADC 的 VIN 范围取决于 VIN\_OVP 位。

ADC 通过设置 ADC\_AVG = 1 支持均值计算。在均值计算模式下，每个新样本都会以该通道的输出寄存器的前一个值进行均值计算。当 ADC\_AVG\_INIT = 1 时，第一个转换值将直接存储而不进行均值计算，但每个后续值将进行均值计算。在此模式下，第一个存储值为  $X_0$ ，第二个存储值为  $(\frac{1}{2}X_1 + \frac{1}{2}X_0)$ ，第三个存储值为  $(\frac{1}{2}X_2 + \frac{1}{4}X_1 + \frac{1}{4}X_0)$ ，其中  $X_0$ 、 $X_1$  和  $X_2$  是 ADC 按顺序测得的值。在单次触发模式下，当 ADC\_AVG = 1 且 ADC\_AVG\_INIT = 1 时，将获取两个样本并进行均值计算。

当单次触发模式、每 1 秒模式和每 1 分钟模式下转换完成时，将设置 ADC\_DONE\_STAT 和 ADC\_DONE\_FLAG 位。在连续转换模式期间，ADC\_DONE\_STAT 和 ADC\_DONE\_FLAG 位没有任何意义并且将保持为 0。在单次触发模式下，ADC\_EN 位将在转换完成时设置为 0，同时设置 ADC\_DONE\_FLAG 位，并在 INT 引脚上发送 128  $\mu$ s 脉冲来通知主机。在连续模式下，ADC\_EN 位保持为 1，直到用户通过将其设置为 0 来禁用 ADC。在每 1 秒转换一次模式和每 1 分钟进行转换一次模式下，ADC\_IN 位在两次测量之间的等待期间保持高电平，但数字信号将在后台关闭 ADC 以省电。一个单次触发 ADC 周期完成后，用户应等待至少 25ms，然后再将 ADC\_RATE 设置为连续并通过将 ADC\_EN 设置为 1 来启用 ADC。

无论器件中是否存在故障，都会运行 ADC 转换。即使发生故障，ADC 转换也将继续，但 TSHUT 故障除外，该故障在消失之前会一直禁用 ADC。

该器件具有一个 ADCIN 输入，通过将 ADCIN\_MODE 位设置为“1”，该输入可用于监测高达 5V 的外部电压信号的值或支持另一个 NTC 热敏电阻测量，而无需外部偏置电路。在该模式下，ADCIN 引脚通过 80  $\mu$ A 偏置电流进行偏置（与 TS 引脚相同）， $V_{ADCIN}$  的监测电压高达 1V。

TDIE 和 IBAT ADC 通道寄存器以二进制补码格式进行报告，以表示正电流和负电流。二进制补码格式的 16 位寄存器使用 0x0000 - 0x7FFF 范围表示正数，其中 0x0 表示 0，0x7FFF 表示最大正值 32,767。使用 0x8000 - 0xFFFF 范围表示负数，其中 0x8000 表示最小负值 -32,768，0xFFFF 表示 -1。请注意，这些是寄存器的原始整数值。要转换为 ADC 的电流读数，请将该整数乘以寄存器的比例因子。

### 7.3.9.1 ADC 可编程比较器

该器件具有三个可编程 ADC 比较器，可用于监测通过 ADCCTRL1 和 ADCCTRL2 寄存器配置的任何 ADC 通道。每当相应通道的 ADC 测量结果按照 ADCALARM1\_ABOVE/ADCALARM2\_ABOVE/ADCALARM3\_ABOVE 位指示的方向超过其各自 ADCALARM1/ADCALARM2/ADCALARM3 位中编程的阈值时，比较器就会发送中断（如果未被屏蔽）并设置标志 (COMP1\_ALARM\_FLAG/COMP2\_ALARM\_FLAG/COMP3\_ALARM\_FLAG)。请注意，默认情况下会屏蔽这些中断，要使用此功能，主机必须取消屏蔽这些中断。

对于除 IBAT 通道之外的所有 ADC 通道，ADCALARM1/ADCALARM2/ADCALARM3 位的 LSB 对应的值与通道的 ADC 结果的 LSB 相同。对于 IBAT 通道，ADCALARM1/ADCALARM2/ADCALARM3 位的 LSB 对应于 2mA，而不是 ADC\_DATA\_IBAT 中所示的 1mA。此外，当使用比较器监测 TDIE 和 IBAT 通道时，ADCALARM1/ADCALARM2/ADCALARM3 位的 MSB 为符号位。

### 7.3.10 按钮唤醒和复位输入

MR 引脚在内部被上拉，因此它可用作按钮来检测它是否正在被拉至低电平。通过 MR 引脚实现的按钮功能有三个主要功能。首先，可将其用于使器件从运输模式等超低功耗模式唤醒（按下 MR 引脚达  $t_{SHIPWAKE}$ ）。其次，可将其用作按钮短按检测器，在按住驱动 MR 引脚的按钮达到  $t_{WAKE1}$ 、 $t_{WAKE2}$  时长时向主机发送中断。这样可以在终端应用中实现不同的功能，例如菜单选择和控制。最后，可将其用于在检测到按钮长按操作（按下 MR 引脚达  $t_{LPRESS}$ ）后使器件进入运输模式或通过执行下电上电/硬件复位（关闭 SYS 并自动重新上电）来复位系统。在 MR 引脚被拉至低电平达  $t_{LPRESS}$  之前的  $t_{LPRESS\_WARN}$  时间内，该器件还会发送中断来警告主机长按操作即将发生。可通过 I<sup>2</sup>C 对  $t_{WAKE1}$ 、 $t_{WAKE2}$  和  $t_{LPRESS}$  的时序进行编程来提高灵活性，并可让系统设计人员能够自定义特定应用的终端用户体验。请注意，如果在特定计时器激活且尚未过期时通过 I<sup>2</sup>C 更改了该计时器的持续时间，则

新的编程值将被忽略，直到计时器到期和/或通过新的按钮操作复位。如果记录了按钮按压操作，器件将开始针对  $t_{WAKE1}$ 、 $t_{WAKE2}$  或  $t_{LPRESS}$  进行计数。

### 7.3.10.1 按钮短按或唤醒功能

有两个可编程的按钮短按计时器： $t_{WAKE1}$  和  $t_{WAKE2}$ 。除了发出中断（如果未被屏蔽）和更新 `WAKE1_FLAG` 或 `WAKE2_FLAG` 寄存器之外，在  $t_{WAKE1}$  或  $t_{WAKE2}$  持续时间内不会执行任何特定的操作。对于从运输模式唤醒事件，按钮（ $\overline{MR}$  引脚）处于低电平的时长必须达到  $t_{SHIPWAKE}$  ( $V_{BAT} > V_{BUVLO}$ ) 之后才能开启 SYS 电源轨。

如果在  $t_{SHIPWAKE}$  计时器到期之前连接了输入源 ( $V_{IN} > V_{IN\_UVLO}$ )，则无论  $\overline{MR}$  引脚或唤醒计时器状态如何，器件都将退出运输模式。

### 7.3.10.2 按钮长按功能

根据按钮长按操作寄存器位 (PB\_LPRESS\_ACTION\_1:0) 上的配置设置，器件将执行运输模式进入或硬件复位，或完全忽略按钮长按操作。如果 `HOST_HW_RESET_VIN_REQ` 位被设置为 1，则硬件复位只能在  $V_{IN} > V_{IN\_UVLO}$  时启动。

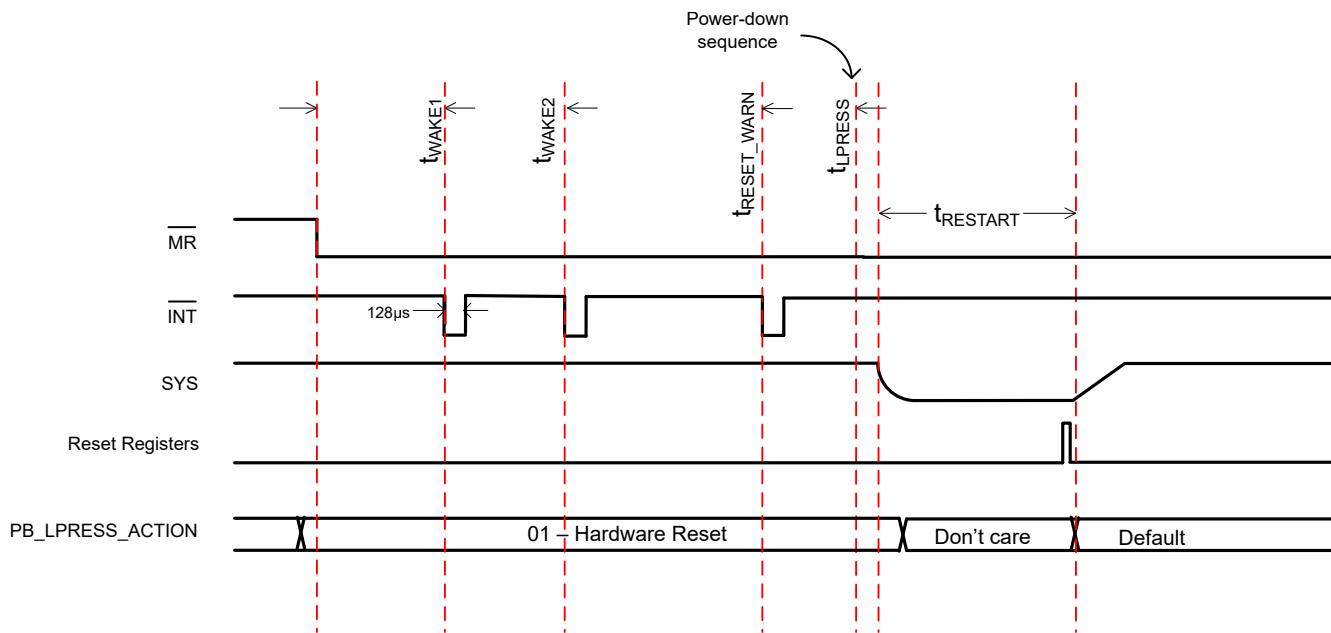


图 7-5. 用于进行硬件复位的按钮长按操作

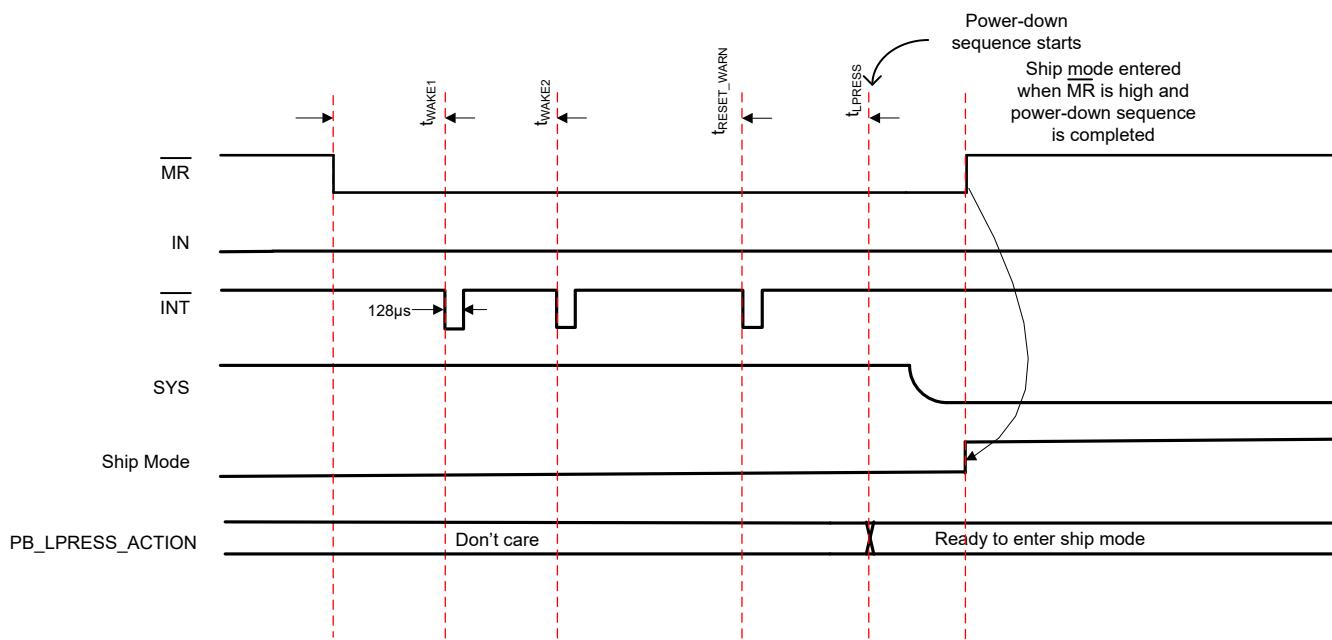


图 7-6. 用于进入运输模式的按钮长按操作

### 7.3.11 面向硬件复位的 VIN 脉冲检测

对于没有按钮可实施硬件复位的应用，器件提供了用于检测 IN 引脚上会触发硬件复位的一系列脉冲的功能。器件在 8 秒窗口内检测 3 个宽度至少为 500ms 的脉冲。少于或多于 3 个脉冲都不会产生硬件复位。一旦 8 秒窗口到期并且检测到 3 个脉冲，就会实施硬件复位。

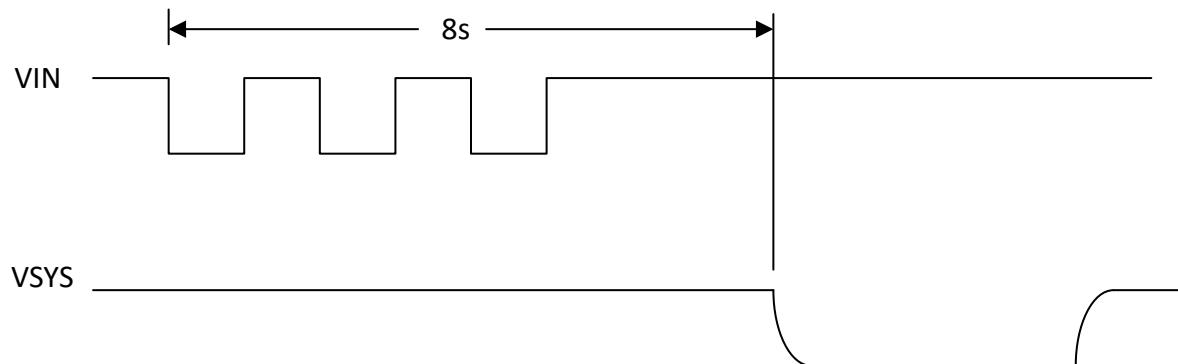


图 7-7. 面向硬件复位的 VIN 脉冲检测

### 7.3.12 面向硬件复位的 15 秒 VIN 看门狗

可通过 I<sup>2</sup>C 使用 WATCHDOG\_15S\_ENABLE 位启用/禁用 15 秒看门狗。启用该功能后，如果主机在适配器连接后 15 秒未响应且 VIN\_PGOOD\_STAT 被设置，则器件会实现硬件复位。如果连接了适配器并且主机在 15 秒看门狗到期之前响应，则器件继续正常运行。

### 7.3.13 硬件复位

该器件能够实现硬件复位 (HW\_RESET) 以对系统下电上电。当主机侧的软件复位无效时，此功能特别有用。以下是硬件复位期间的事件序列：

1. 实现断电序列
2. 启动自动唤醒计时器 ( $t_{RESETR}$ )

3. 自动唤醒计时器到期后，断开 **SYS** 上的下拉电阻
4. 将所有寄存器位复位为默认值
5. 导通 **BATFET** ( 无 **BATDEPL** 故障 ) 和输入 **FET** ( 具有 **VIN\_PGOOD** ) 以为系统供电。
6. 根据相应的启用设置。

### 7.3.14 软件复位

当由 **REG\_RST** 位发出软件复位时，器件会将选择的寄存器位复位为默认值。选择的寄存器位显示在寄存器映射中。

### 7.3.15 主机中断 (**INT**)

该器件包含一个开漏输出 (**INT**)，用于在某个状态发生变化时通知主机。

**INT** 引脚通常处于高阻抗状态，并在出现中断条件时被拉至低电平  $128\ \mu\text{s}$ 。

可通过 **I<sup>2</sup>C** 屏蔽中断。如果在中断被屏蔽时发生中断条件，则不会发送中断脉冲。如果在故障条件仍然存在的情况下取消屏蔽中断，则在其未被屏蔽时，在发生中断触发条件之前不会发送中断脉冲。

### 7.3.16 外部 NTC 监控 (TS)

**I<sup>2</sup>C** 接口使得用户能够轻松为电池包热敏电阻受主机监控的系统执行 **JEITA** 标准。NTC 热敏电阻由器件通过 **I<sub>TS\_BIAS</sub>** 进行偏置，并且会在充电期间监测 **TS** 上产生的电压以确定电池处于安全温度。**TS** 故障监控在电池模式下通过 **TS\_FAULT\_BAT\_EN** 位启用，在适配器模式下通过 **TS\_FAULT\_VIN\_EN** 启用。在电池模式和适配器模式下，禁用 **TS** 故障监控时 **I<sub>TS\_BIAS</sub>** 会关闭。

此器件可配置为满足 **JEITA** 要求或仅仅是更简单的高温/低温功能。此外，可通过 **TS\_ACTION\_EN** 位禁用 **TS** 充电控制功能。该位仅禁用 **TS** 充电操作，但仍会报告故障。为了满足 **JEITA** 要求，需监控四个温度阈值：冷电池阈值、凉电池阈值、温电池阈值和热电池阈值，这些均可通过 **TS\_COLD/TS\_COOL/TS\_WARM/TS\_HOT** 寄存器位完全编程。

当  $V_{TS} < V_{HOT}$  或  $V_{TS} > V_{COLD}$  时，充电和安全计时器会暂停。当  $V_{COOL} < V_{TS} < V_{COLD}$  时，充电电流会降至 **TS\_ICHG** 位编程的值。当  $V_{HOT} < V_{TS} < V_{WARM}$  时，电池调节电压会降至 **TS\_VREG** 位编程的值。

当确认 **TS** 故障时，相应的 **TS** 故障状态由 **TS\_STAT** 位报告，并且 **TS\_FLAG** 位被设置为 1 以反映检测到 **TS\_STAT** 发生变化。如果未被 **TS\_MASK** 屏蔽，则会在 **INT** 引脚上发送一个  $128\ \mu\text{s}$  脉冲，以通知主机 **TS\_STAT** 发生变化。

在电池模式下 ( $V_{BAT} > V_{BAT\_ADC\_LOWVZ}$ )，当 **TS** 故障监控启用 (**TS\_FAULT\_BAT\_EN = 1**) 时，仍然可以通过 **I<sup>2</sup>C** 报告 **TS** 故障。如果启用了 **TS** 故障监控，则会按照 **ADC\_RATE** 位设置的速率监控 **V<sub>TS</sub>** ( 即使 **ADC\_EN = 0** 也是如此 )，这可以处于连续转换模式、单次转换模式、每 1 秒转换一次模式或每 1 分钟转换一次模式。每 1 秒转换一次模式和每 1 分钟转换一次模式可用于定期高效地监控 **V<sub>TS</sub>**，因为在等待期间 ( 此时 **I<sub>TS\_BIAS</sub>** 也被禁用 ) 电池电流消耗较低。

#### 7.3.16.1 TS 阈值

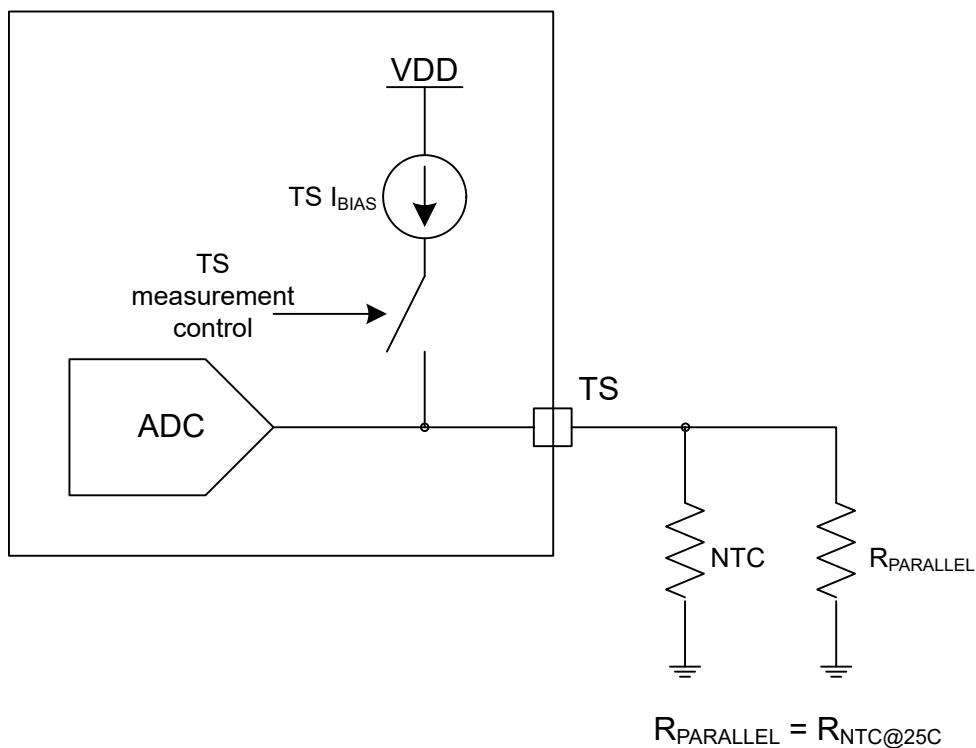
该器件监控 **TS** 电压，每当其超过 **V<sub>HOT</sub>**、**V<sub>WARM</sub>**、**V<sub>COOL</sub>** 和 **V<sub>COLD</sub>** 阈值时，就会向主机发送中断 ( 如果没有屏蔽 )，这些阈值对应基于 **NTC** 电阻和偏置的不同温度阈值。对于每个阈值，均可使用 **TS\_COLD**、**TS\_COOL**、**TS\_WARM** 和 **TS\_HOT** 寄存器通过 **I<sup>2</sup>C** 进行编程。如果 **TS\_COOL** 被设置为 0，则会禁用 **V<sub>COOL</sub>** 阈值；如果 **TS\_WARM** 被设置为 0，则会禁用 **V<sub>WARM</sub>** 阈值。因此，该器件能够满足灵活的 **JEITA** 要求，或仅实现更简单的热/冷功能。为了避免出现意外行为，不应将阈值编程为彼此重叠。如果 **TS** 引脚超过 **V<sub>TS\_OPEN</sub>** 阈值，该器件还将禁用充电。

对于典型的  $10\text{K}\Omega$  **NTC** 热敏电阻，该器件支持以下 **TS\_HOT** 和 **TS\_COLD** 阈值。默认情况下，**TS\_COOL** 和 **TS\_WARM** 阈值被禁用。

**表 7-6. 10k $\Omega$  热敏电阻的 TS 阈值**

阈值	温度 ( $^{\circ}$ C)	V <sub>TS</sub> (V)
开路	--	>0.9
冷	0	0.58
热	43	0.276

图 7-8 展示了 TS 偏置电路。请注意，每个 NTC 的  $T_{COLD}$ 、 $T_{COOL}$ 、 $T_{WARM}$  和  $T_{HOT}$  各自的  $V_{TS}$  以及 ADC 读数都会发生变化，因此可能需要根据支持的 NTC 类型通过 I<sup>2</sup>C 调整阈值。


**图 7-8. TS 偏置功能图**

为了获得准确的温度阈值，应使用 B 常数为 3380 的 10k $\Omega$  NTC (例如 Murata NCP03XH103F05RL) 和并联 10k $\Omega$  电阻器。对于不需要 TS 功能的器件，应在 TS 引脚和接地端之间连接一个 5k $\Omega$  电阻器。

### 7.3.17 电源轨电源序列

集成电源轨可配置为按可编程序列上电或断电。此外，GPIO 引脚可配置为推挽式电源序列发生器输出，可按顺序启用或禁用外部电源轨。如果集成电源轨中至少一个配置为在序列中，或者 GPIO 引脚中至少一个配置为序列发生器输出，则意味着会使用电源序列。否则，意味着不使用电源序列。集成电源轨是一种序列电源轨（如果被配置为处于序列中）。对于降压或降压/升压，如果它不是序列电源轨，则可以通过 I<sup>2</sup>C 或 GPIO 单独启用或禁用。因此，降压或降压/升压可以处于序列模式或单独模式。对于 LDO1 或 LDO2，它可以通过 I<sup>2</sup>C 或 GPIO 单独启用或禁用，如果它不是序列电源轨，则始终开启。因此，LDO1 和 LDO2 可处于序列模式、单独模式或常开模式。

#### 7.3.17.1 上电序列

如果在  $T_J < T_{SHUT\_RISING}$  时  $V_{SYS}$  斜升超过  $V_{SEQ\_UVLOZ}$  且产生 SYS 上电条件，或在  $V_{SYS} > V_{SEQ\_UVLO}$  且使用了电源序列时正在进行  $T_{SHUT}$  恢复，则会实现上电序列。图 7-9 显示了上电序列时序。

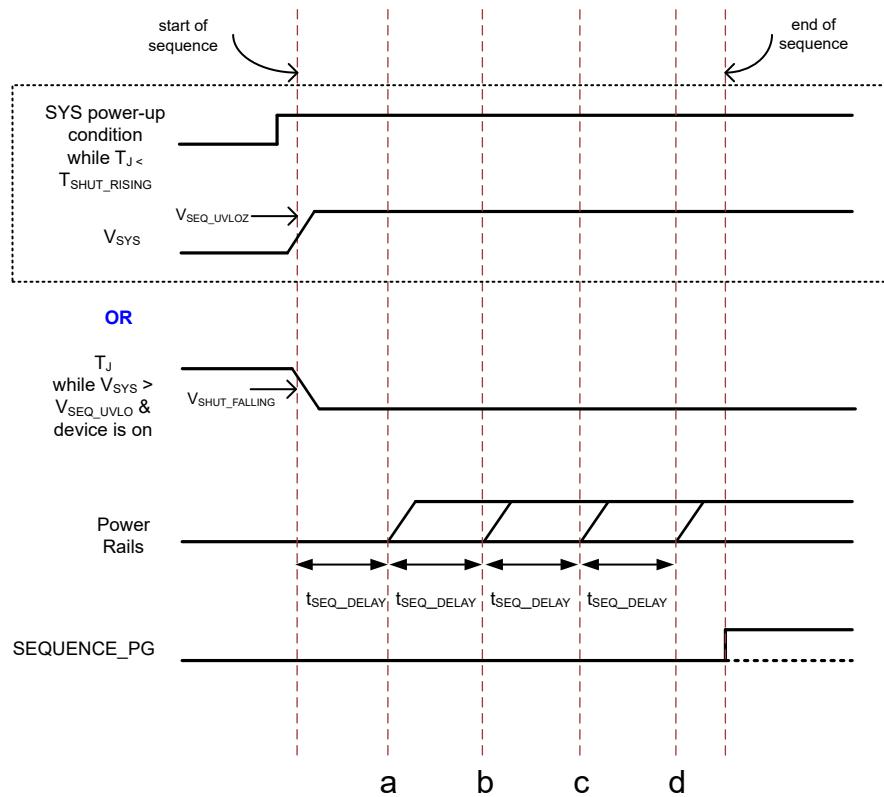


图 7-9. 上电序列时序

上电序列开始  $t_{SEQ\_DELAY}$  后，电源轨在四个点启用，顺序为“a”、“b”、“c”、“d”，由每个电源轨的配置决定，其中的间隔为  $t_{SEQ\_DELAY}$ 。可通过  $SEQUENCE\_DELAY\_TIME$  位在 1ms 至 64ms 的范围内配置  $t_{SEQ\_DELAY}$ 。如果 GPIO 被配置为序列发生器输出，则这些引脚会在“a”、“b”、“c”或“d”处拉高，以启用外部负载或电源轨。

在“a”、“b”、“c”或“d”之后，会在“d”之后  $t_{SEQ\_PG\_DELAY}$  评估序列电源轨输出电压以确定序列电源正常状态。如果所有序列电源轨都处于电源正常状态，则  $SEQUENCE\_PG$  位会被设置为 1，指示序列处于电源正常状态。否则， $SEQUENCE\_PG$  位会保持为 0。

如果未使用电源序列，则器件不会等待经过四个  $t_{SEQ\_DELAY}$  和一个  $t_{SEQ\_PG\_DELAY}$  以处理单独模式电源轨启用或禁用请求。在这种情况下，可以在退出单个 UVLO 后直接处理单独模式电源轨的启用或禁用请求。

### 7.3.17.2 下电序列

当 SYS 由于 SYS 断电条件而断电时，会实施断电序列，该条件可以是运输模式进入，HW\_RESET，或 SYS 被设置为下拉模式（SYS\_MODE 被设置为 11）。图 7-10 显示了断电序列时序。断电序列是从满足 SYS 断电条件到使 SYS 断电。

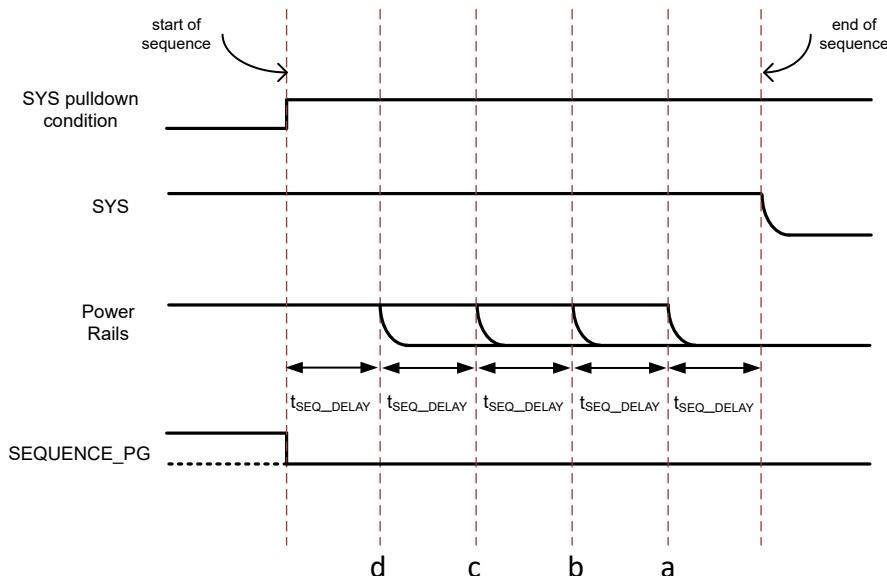


图 7-10. 断电序列时序

在 SYS 断电条件下，SEQUENCE\_PG 位会立即被设置为 0。在 SEQUENCE\_PG 被设置为 0 之后  $t_{SEQ\_DELAY}$ ，序列电源轨会按“d”、“c”、“b”和“a”的顺序禁用。如果 GPIO 被配置为序列发生器输出，则这些引脚会在“d”、“c”、“b”或“a”处应用相应的拉高，以禁用外部负载或电源轨。所有独立模式电源轨会在“d”处被禁用（如果尚未禁用）。在“a”之后  $t_{SEQ\_DELAY}$ ，输入 FET 和电池 FET 关断，然后 SYS 被拉至 GND。如果没有集成电源轨处于序列模式并且没有 GPIO 被配置为序列发生器输出，则当接收到 SYS 断电请求时，所有独立模式电源轨都会在“d”处被禁用。在“a”之后，输入 FET 和电池 FET 关断。然后，SYS 被拉至 GND。

### 7.3.18 集成降压转换器（降压）

该器件集成了一个同步降压转换器（降压），具有超低的静态电流消耗。该器件通过 I<sup>2</sup>C 或 GPIO3/GPIO4 支持 DVS。如果 BUCK\_HI\_RANGE 为 0，则 DVS 范围为 0.4V 至 1.575V，阶跃为 12.5mV。如果 BUCK\_HI\_RANGE 为 1，则 DVS 范围为 0.4V 至 3.6V，其中 0.4V 至 3.175V 范围内的阶跃为 25mV，3.2V 至 3.6V 范围内的阶跃为 50mV。请注意，当用户使用 I<sup>2</sup>C 命令或 GPIO3/GPIO4 对降压输出电压进行编程时，对 BUCK\_HI\_RANGE 的更改会在下次生效。GPIO3\_CONFIG 位决定 DVS 是仅由 I<sup>2</sup>C 控制还是由 I<sup>2</sup>C 和 GPIO 控制。如果 GPIO3\_CONFIG 被设置为 b0010，则 DVS 由 I<sup>2</sup>C 和 GPIO 控制。否则，DVS 仅由 I<sup>2</sup>C 控制。如果 GPIO3\_CONFIG 被设置为 b0010，但 GPIO4\_CONFIG 未被设置为 b0010，则 GPIO3 被配置为 VSEL 引脚，以便在两种输出电压设置之间切换。如果 GPIO3\_CONFIG 和 GPIO4\_CONFIG 都被设置为 b0010，则 GPIO3 和 GPIO4 被配置为 VSEL1 引脚和 VSEL2 引脚，以便在四种输出电压设置之间切换。如果 DVS 被配置为仅由 I<sup>2</sup>C 控制，则降压输出电压由 BUCK\_VOUT\_SET 寄存器进行设置。如果 GPIO3 被配置为 VSEL 引脚，则输出电压由输出电压模式选项 1 和 2 决定，这两者由 BUCK\_VOUT1\_SET 和 BUCK\_VOUT2\_SET 进行设置，具体取决于 GPIO3 引脚的状态，如表 7-7 所示。如果 GPIO3 和 GPIO4 被配置为 VSEL1 引脚和 VSEL2 引脚，则输出电压由输出电压模式选项 1、2、3 和 4 决定，这四者分别由 BUCK\_VOUT1\_SET、BUCK\_VOUT2\_SET、BUCK\_VOUT3\_SET 或 BUCK\_VOUT4\_SET 进行编程，具体取决于 GPIO3 引脚和 GPIO4 引脚组合的状态，如表 7-8 所示。当降压 DVS 由 I<sup>2</sup>C 和 GPIO 控制时，BUCK\_VOUT1\_SET/BUCK\_VOUT2\_SET/BUCK\_VOUT3\_SET/BUCK\_VOUT4\_SET 位可通过 I<sup>2</sup>C 进行编程，以设置降压输出电压，而 BUCK\_VOUT\_SET 自动更新以匹配有效输出电压设置。

表 7-7. 通过 VSEL 实现的降压输出电压设置

VSEL (GPIO3)	输出电压模式选项
低电平	1
高电平	2

表 7-8. 通过 VSEL1 和 VSEL2 实现的降压输出电压设置

VSEL2 (GPIO4)	VSEL1 (GPIO3)	输出电压模式选项
低电平	低电平	1
低电平	高电平	2
高电平	低电平	3
高电平	高电平	4

降压在禁用时具有输出放电功能。该功能的目的是在禁用降压时确保输出电压按照定义斜降，并使输出电压保持接近 0V。仅当禁用降压时，放电功能才有效。

### 7.3.19 集成降压/升压转换器 (降压/升压)

该器件集成了具有超低静态电流的高效同步降压/升压转换器。它通过 BUBO\_VOUT\_SET 位支持可通过 I<sup>2</sup>C 进行编程的输出电压，范围为 1.7V 至 5.2V，阶跃为 50mV。如果实际 VOUT 高于目标值，则降压/升压转换器不会主动对输出电容器进行放电。降压/升压转换器会停止开关，直到实际 VOUT 达到目标。因此，在这种情况下，实际 VOUT 压摆率取决于输出端的负载。

降压/升压在禁用时具有输出放电功能。该功能的目的是在禁用降压/升压时确保输出电压按照定义斜降，并使输出电压保持接近 0V。仅当禁用降压/升压时，放电功能才有效。

降压/升压具有平均输入电流限制功能，可通过 I<sup>2</sup>C 使用 BUBO\_ILIMIT 位（具有“无限”和 100mA 设置）对其进行配置。该功能在正常运行和启动期间有效，用于防止浪涌电流。

### 7.3.20 集成式 LDO (LDO1/LDO2)

该器件集成了 LDO1 和 LDO2 两个超低静态电流 LDO，这两者也可以配置为旁路模式以用作开关。因此，它们可以为外部负载提供稳压输出或栅极电源。LDO1 和 LDO2 具有专用的输入引脚 VINLS1 和 VINLS2，可支持高达 200mA 的负载电流。

LDO1/LDO2 的电压输出可通过 LDO1\_VOUT\_SET/LDO2\_VOUT\_SET 位进行编程，范围为 0.8V 至 3.6V，阶跃为 50mV。如果实际 VOUT 高于目标值，则 LDO1/LDO2 不会主动对输出电容器进行放电。LDO1/LDO2 会关断内部 FET，直到实际 VOUT 达到目标。因此，在这种情况下，实际 VOUT 压摆率取决于输出端的负载。

设置 LDO1\_LDO\_SWITCH\_CONFIG/LDO2\_LDO\_SWITCH\_CONFIG 会将 LDO1/LDO2 配置为以 LDO 模式或旁路（开关）模式运行。请注意，为了更改配置，必须首先禁用 LDO1/LDO2，然后 LDO1\_LDO\_SWITCH\_CONFIG/LDO2\_LDO\_SWITCH\_CONFIG 才会生效。

LDO1 是否在 LDO1 开启运输模式下运行取决于 LDO1\_SHIP\_AO 位设置。如果在断电序列开始进入运输模式时 LDO1\_SHIP\_AO 为 1，则在 LDO1 处于 LDO 模式时 LDO1\_VOUT\_SET 会设置 LDO1 VOUT，而在 LDO1 处于旁路模式时 LDO1 的开启/关闭状态会被锁存。为了使 LDO1\_SHIP\_AO 有效，LDO1\_EN\_SET 需要被设置为 b111。

LDO1/LDO2 具有输出放电功能。该功能的目的是在禁用 LDO1/LDO2 时确保输出电压按照定义斜降，并使输出电压保持接近 0V。仅当禁用 LDO1/LDO2 时，放电功能才有效。请勿依赖有源放电电路在输入电源崩溃后对大量输出电容进行放电，因为反向电流可能会从输出端流向输入端。这种反向电流会导致器件损坏。在短时间内将反向电流限制为不超过器件额定电流的 5%。

当 LDO1/LDO2 在 VINLS1/VINLS2 处没有有效输入电源时，应将其禁用。

### 7.3.21 多功能 GPIO

该器件集成了 4 个多功能 GPIO，可用作内部电源轨的单独使能信号、外部电源轨/负载的序列发生器输出、序列电源良好信号、电平转换  $\overline{MR}$  信号或降压轨的 VSEL 引脚。GPIO 也可用作 MCU GPIO 扩展器，因为它们可配置为在电平敏感输入模式、正边沿/负边沿触发模式、强制推挽输出模式或开漏输出模式下运行。

#### 7.3.21.1 GPIO1 函数

GPIO1 可根据不同的 I<sup>2</sup>C 设置配置为用作 LDO2 EN 引脚、开漏输出、推挽输出、序列发生器输出、电平敏感输入、正边沿/负边沿触发输入。

要将 GPIO1 设置为 LDO2 EN 引脚，应将 LDO2\_EN\_SET 设置为 b110，并需要将 GPIO1\_CONFIG 设置为 b1000。

如果 GPIO1\_CONFIG = b0010，则 GPIO1 被设置为处于电平转换  $\overline{MR}$  输出模式。如果 GPIO1 被设置为电平转换  $\overline{MR}$ ，则在  $\overline{MR}$  输入状态为高电平时该引脚被上拉至 VPU，在  $\overline{MR}$  输入状态为低电平时该引脚被下拉至 GND。

如果 GPIO1 被设置为强制开漏高电平状态，则该引脚处于高阻态。如果 GPIO1 被设置为强制低电平状态，则该引脚被下拉至 GND。如果 GPIO1 被设置为强制推挽高电平状态，则该引脚被上拉至 VPU。

如果 GPIO1 被设置为作为序列发生器输出运行，则在上电/断电序列期间的相应时间实例处，该引脚会被上拉至 VPU 或下拉至 GND。

如果 GPIO1 被配置为处于输入模式，则可以通过 GPIO1\_STAT 位读取其当前状态。作为正边沿/负边沿触发输入，GPIO1\_FLAG 会在发生触发事件时被设置，并且会通过 INT 引脚发送一个 128  $\mu$ s 脉冲来通知主机。

#### 7.3.21.2 GPIO2 函数

GPIO2 可根据不同的 I<sup>2</sup>C 设置配置为用作降压/升压 EN 引脚、开漏输出、推挽输出、序列发生器输出、电平敏感输入、正边沿/负边沿触发输入。

要将 GPIO2 设置为降压/升压 EN 引脚，应将 BUBO\_EN\_SET 设置为 b110，并需要将 GPIO2\_CONFIG 设置为 b1000。

如果 GPIO\_CONFIG = b0010，则 GPIO2 被设置为序列 PG 引脚，以反映序列 PG 状态，这与 SEQUENCE\_PG 位相同。如果 SEQUENCE\_PG 位为 1，则 GPIO2 被上拉至 VPU，如果 SEQUENCE\_PG 位为 0，则 GPIO2 被下拉至 GND。

如果 GPIO2 被设置为强制开漏高电平状态，则该引脚处于高阻态。如果 GPIO2 被设置为强制低电平状态，则该引脚被下拉至 GND。如果 GPIO2 被设置为强制推挽高电平状态，则该引脚被上拉至 VPU。

如果 GPIO2 被设置为作为序列发生器输出运行，则在上电/断电序列期间的相应时间实例处，该引脚会被上拉至 VPU 或下拉至 GND。

如果 GPIO2 被配置为处于输入模式，则可以通过 GPIO2\_STAT 位读取其当前状态。作为正边沿/负边沿触发输入，GPIO2\_FLAG 会在发生触发事件时被设置，并且会通过 INT 引脚发送一个 128  $\mu$ s 脉冲来通知主机。

#### 7.3.21.3 GPIO3 函数

GPIO3 可根据不同的 I<sup>2</sup>C 设置配置为用作降压 EN 引脚、开漏输出、推挽输出、序列发生器输出、电平敏感输入、正边沿/负边沿触发输入。

要将 GPIO3 设置为降压 EN 引脚，应将 BUCK\_EN\_SET 设置为 b110，并需要将 GPIO3\_CONFIG 设置为 b1000。

如果 GPIO3\_CONFIG = b0010，则 GPIO3 被配置为 VSEL/VSEL1 引脚以支持降压 GPIO DVS 功能。当 GPIO3 被配置为 VSEL 引脚或 VSEL1 引脚时，会读取其高电平/低电平状态以确定要用于降压的电压设置。

如果 GPIO3 被设置为强制开漏高电平状态，则该引脚处于高阻态。如果 GPIO3 被设置为强制低电平状态，则该引脚被下拉至 GND。如果 GPIO3 被设置为强制推挽高电平状态，则该引脚被上拉至 VPU。

如果 GPIO3 被设置为作为序列发生器输出运行，则在上电/断电序列期间的相应时间实例处，该引脚会被上拉至 VPU 或下拉至 GND。

如果 GPIO3 被配置为处于输入模式，则可以通过 GPIO3\_STAT 位读取其当前状态。作为正边沿/负边沿触发输入，GPIO3\_FLAG 会在发生触发事件时被设置，并且会通过 INT 引脚发送一个  $128 \mu\text{s}$  脉冲来通知主机。

#### 7.3.21.4 GPIO4 函数

GPIO4 可根据不同的 I<sup>2</sup>C 设置配置为用作 LDO1 EN 引脚、开漏输出、推挽输出、序列发生器输出、电平敏感输入、正边沿/负边沿触发输入。

要将 GPIO4 设置为 LDO1 EN 引脚，应将 LDO1\_EN\_SET 设置为 b110，并需要将 GPIO4\_CONFIG 设置为 b1000。

当 GPIO3 被配置为 VSEL1 引脚时，如果 GPIO4 被配置为 VSEL2 引脚，则会读取 GPIO3 和 GPIO4 的高电平/低电平状态以确定要用于降压的电压设置。

如果 GPIO4 被设置为强制开漏高电平状态，则该引脚处于高阻态。如果 GPIO4 被设置为强制低电平状态，则该引脚被下拉至 GND。如果 GPIO4 被设置为强制推挽高电平状态，则该引脚被上拉至 VPU。

如果 GPIO4 被设置为作为序列发生器输出运行，则在上电/断电序列期间的相应时间实例处，该引脚会被上拉至 VPU 或下拉至 GND。

如果 GPIO4 被配置为处于输入模式，则可以通过 GPIO4\_STAT 位读取其当前状态。作为正边沿/负边沿触发输入，GPIO4\_FLAG 会在发生触发事件时被设置，并且会通过 INT 引脚发送一个  $128 \mu\text{s}$  脉冲来通知主机。

如果 GPIO4\_CONFIG 被设置为 b1100/b1101/b1110/b1111，则 GPIO4 作为开漏 PWM 输出运行，并在 f<sub>GPIO4\_PWM</sub> 下以 20%/40%/60%/80% 占空比被拉至低电平。

### 7.4 器件功能模式

该器件具有三种主要工作模式：电池模式、运输模式和适配器模式。LDO1 开启运输模式是一种特殊类型的运输模式，在这种模式下，常开型 LDO1 始终开启。

#### 7.4.1 运输模式

运输模式是器件的最低静态电流状态，此时 BATFET 关断。

可以通过向 EN\_RST\_SHIP 寄存器位写入 b10 来启动运输模式。如果设置了运输模式设置，器件将会等待，直到输入电源被移除以进入运输模式。当发出 I<sup>2</sup>C 命令将器件设置为进入运输模式时，器件在实施之前会等待 1 秒。

当向 PB\_LPRESS\_ACTION 写入 b10 时，也可以通过将 MR 拉至低电平达 t<sub>LPRESS</sub> 来启动运输模式。图 7-6 显示了此行为。当 MR 引脚被拉至低电平达 t<sub>LPRESS</sub> 时，断电序列开始。在 SYS 下拉之后断电序列完成，MR 引脚高于低电平阈值，此时进入运输模式。

该器件可以通过插入适配器 ( $V_{IN} > V_{IN\_UVLOZ}$ ) 或 MR 引脚被拉至电平达 t<sub>SHIPWAKE</sub> ( $V_{BAT} > V_{BUVLO}$ ) 来退出运输模式。为了使器件能够通过插入适配器可靠地退出运输模式，V<sub>IN</sub> 需要高于 V<sub>IN\\_UVLOZ</sub> 至少达 30ms。

##### 7.4.1.1 LDO1 开启运输模式

如果 LDO1 被配置为常开模式并且 LDO1\_SHIP\_AO 被设置为 1，则会在运输模式进入条件下进入 LDO1 开启运输模式。要进入该模式，LDO1 在运输模式进入期间在断电序列中被启用。

退出 LDO1 开启运输模式与退出常规运输模式相同。

### 7.4.2 电池模式

当  $V_{BAT}$  升至高于  $V_{BUVLOZ}$  时，器件会在不存在适配器且器件处于电池模式时通电。当  $V_{BAT} > V_{BATDEPLZ}$  时，BATFET 导通。系统由电池供电，BATFET 受到电池过流保护（有关详细信息，请参阅节 7.3.8.4）。

在电池模式下，如果电池电压降至低于  $V_{BATDEPL}$ ，则 BATFET 关断。如果  $V_{BAT}$  降至低于  $V_{BUVLO}$ ，器件将在没有适配器的情况下关闭。

### 7.4.3 适配器模式

当连接适配器 ( $V_{IN} > V_{IN\_UVLO}$ ) 时，器件处于适配器模式。如果适配器电源有效 ( $V_{IN\_PGOOD}$ ) 且高于  $V_{INDPM}$  电平，则系统由适配器供电，如果启用了充电并且没有阻止充电的故障，则充电可以开始。

## 7.5 编程

### 7.5.1 串行接口

该器件使用与 I<sup>2</sup>C 兼容的接口，可实现灵活的充电参数编程和瞬时器件状态报告。I<sup>2</sup>C 是一种双向 2 线制串行接口。只需要两条开漏总线线路：一条串行数据线 (SDA) 和一条串行时钟线 (SCL)。

该器件具有 7 位 I<sup>2</sup>C 地址 0x6C，通过“寄存器映射”中定义的寄存器地址从主机器件（例如微控制器或数字信号处理器）接收控制输入。主机器件启动所有传输，然后充电器做出响应。这些地址之外的寄存器读取操作会返回 0xFF。当总线空闲时，SDA 和 SCL 线都为高电平。

I<sup>2</sup>C 接口支持标准模式（高达 100kb/s）、快速模式（高达 400kb/s）和快速+ 模式（高达 1Mb/s）。这些线路通过上拉电阻器上拉至基准电压。该器件的 I<sup>2</sup>C 检测阈值支持 1.2V 至 5V 的通信基准电压。

- 标准模式 (100kb/s) :
  - 无额外要求
- 快速模式 (400kb/s) :
  - 将 I<sup>2</sup>C  $t_{buf}$  增加到至少 80  $\mu$ s
  - 如果使用重复的 START 命令，请确保 I<sup>2</sup>C  $t_{su:STA}$  至少为 80  $\mu$ s
- 快速+ 模式 (1Mb/s) :
  - 将 I<sup>2</sup>C  $t_{buf}$  增加到至少 120  $\mu$ s
  - 如果使用重复的 START 命令，请确保 I<sup>2</sup>C  $t_{su:STA}$  至少为 120  $\mu$ s

#### 7.5.1.1 数据有效性

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

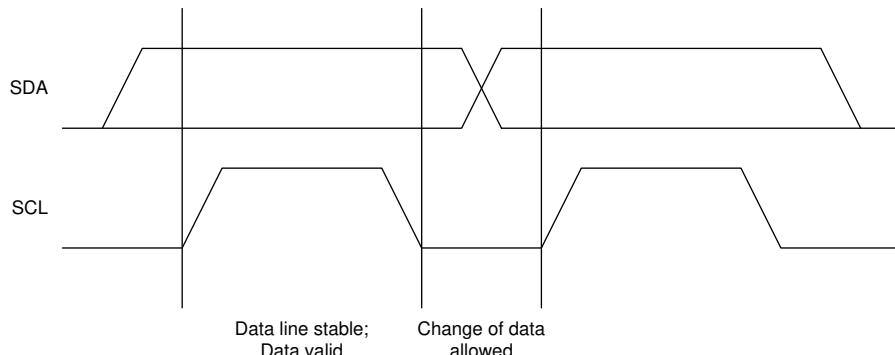


图 7-11. 在 I<sup>2</sup>C 总线上的位传输

#### 7.5.1.2 启动条件和停止条件

所有事务均以 START (S) 开始，并以 STOP (P) 终止。当 SCL 为高电平时，SDA 线上从低电平到高电平的转换将定义 START 条件。当 SCL 为高电平时，SDA 线上从高电平到低电平的转换将定义 STOP 条件。

START 和 STOP 条件始终由主机产生。总线在 START 条件之后被视为繁忙状态，在 STOP 条件之后被视为空闲状态。

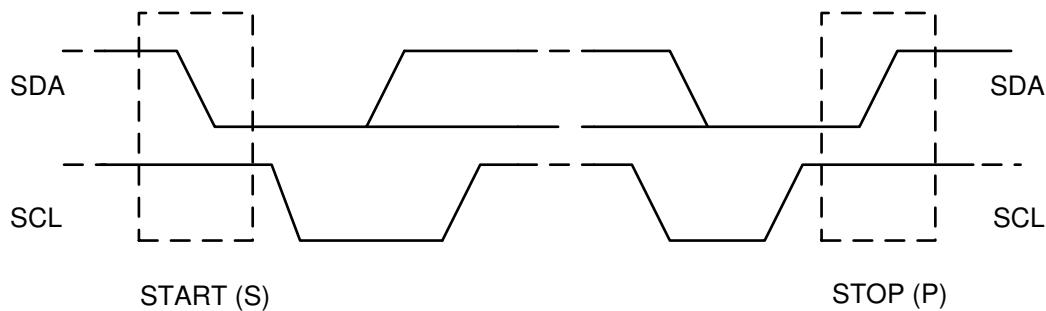


图 7-12. I<sup>2</sup>C 总线上的 START 和 STOP 条件

#### 7.5.1.3 字节格式

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

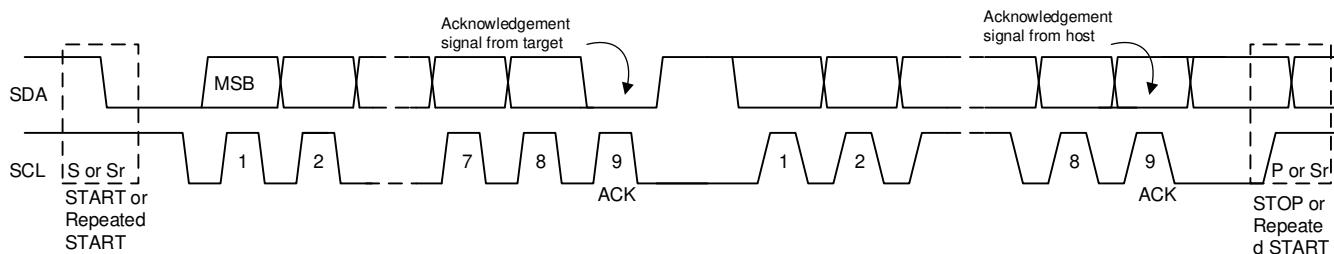


图 7-13. I<sup>2</sup>C 总线上的数据传输

#### 7.5.1.4 确认 (ACK) 和否定确认 (NACK)

ACK 信令在每个传输字节之后发生。ACK 位允许主机向发送器发送信号，指示已成功接收该字节且可发送另一个字节。所有时钟脉冲 (包括确认第 9 个时钟脉冲) 均由主机生成。

发送器在确认时钟脉冲期间释放 SDA 线，让主机可以将 SDA 线拉至低电平，并在此第 9 个时钟脉冲的高电平期间保持稳定的低电平。

当 SDA 线在第 9 个时钟脉冲期间保持高电平时，会发出 NACK 信号。然后，主机可以生成 STOP (停止) 来中止传输，或者生成重复的 START (开始) 来开始新的传输。

#### 7.5.1.5 目标地址和数据方向位

在 START 信号之后会发送目标地址。该地址为 7 位长，后跟第 8 位作为数据方向位 (位 R/W)。零表示传输 (WRITE)，一表示数据请求 (READ)。该器件的 7 位地址定义为 1101 100' (0x6C)。地址位排列如下所示。

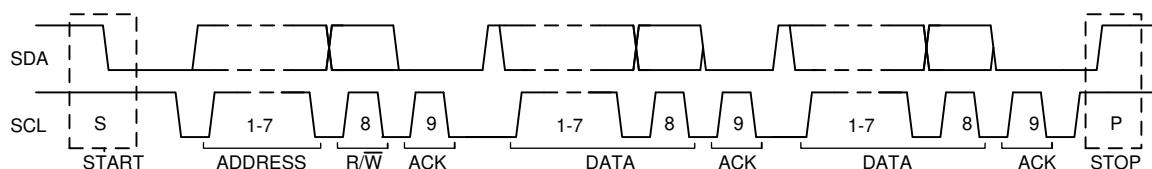


图 7-14. I<sup>2</sup>C 总线上的完整数据传输

### 7.5.1.6 单独写入和读取

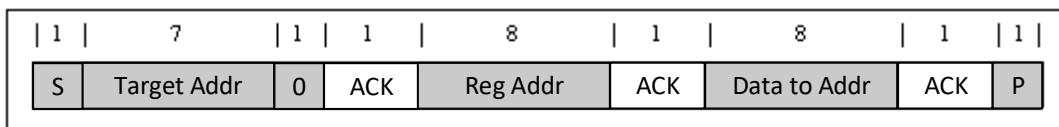


图 7-15. 单独写入

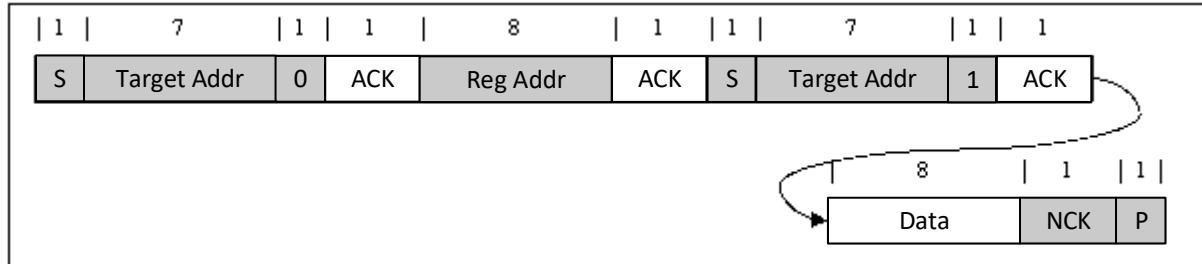


图 7-16. 单次读取

如果未定义寄存器地址，则充电器 IC 发回 NACK 并返回到空闲状态。

### 7.5.1.7 多个写入和多个读取

充电器器件支持对所有寄存器进行多字节读取和多字节写入。这些多字节操作可以跨越寄存器边界。例如，可以通过从寄存器地址 0x01 开始的 39 字节读取操作对整个寄存器映射进行单次读取。

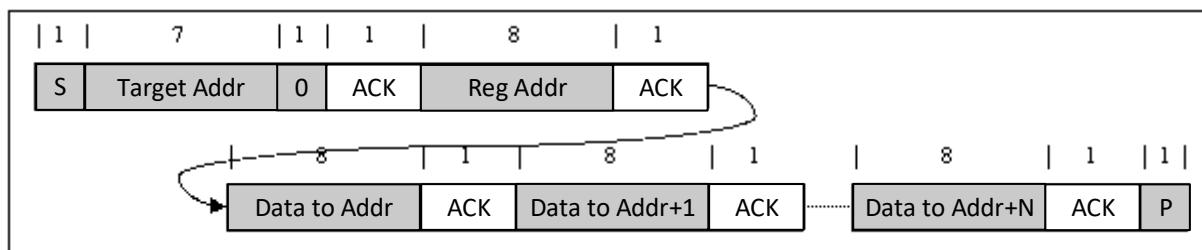


图 7-17. 多重写入

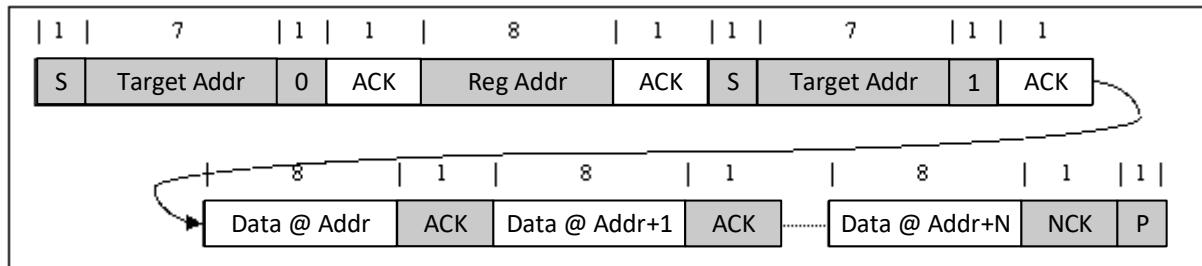


图 7-18. 多重读取

## 7.6 寄存器映射

### 7.6.1 BQ25190 寄存器

表 7-9 列出了 BQ25190 寄存器的存储器映射寄存器。表 7-9 中未列出的所有寄存器偏移地址都应视为保留的位置，并且不应修改寄存器内容。

表 7-9. BQ25190 寄存器

偏移	首字母缩写词	寄存器名称	部分
0h	REG0x00_STAT0	STAT0	<a href="#">节 7.6.1.1</a>
1h	REG0x01_STAT1	STAT1	<a href="#">节 7.6.1.2</a>
2h	REG0x02_STAT2	STAT2	<a href="#">节 7.6.1.3</a>
3h	REG0x03_STAT3	STAT3	<a href="#">节 7.6.1.4</a>
4h	REG0x04_FLAG0	FLAG0	<a href="#">节 7.6.1.5</a>
5h	REG0x05_FLAG1	FLAG1	<a href="#">节 7.6.1.6</a>
6h	REG0x06_FLAG2	FLAG2	<a href="#">节 7.6.1.7</a>
7h	REG0x07_FLAG3	FLAG3	<a href="#">节 7.6.1.8</a>
8h	REG0x08_MASK0	MASK0	<a href="#">节 7.6.1.9</a>
9h	REG0x09_MASK1	MASK1	<a href="#">节 7.6.1.10</a>
Ah	REG0x0A_MASK2	MASK2	<a href="#">节 7.6.1.11</a>
Bh	REG0x0B_MASK3	MASK3	<a href="#">节 7.6.1.12</a>
Ch	REG0x0C_VBAT	VBAT	<a href="#">节 7.6.1.13</a>
Dh	REG0x0D_ICHG_CTRL	ICHG_CTRL	<a href="#">节 7.6.1.14</a>
Eh	REG0x0E_CHARGECTRL0	CHARGECTRL0	<a href="#">节 7.6.1.15</a>
Fh	REG0x0F_CHARGECTRL1	CHARGECTRL1	<a href="#">节 7.6.1.16</a>
10h	REG0x10_IC_CTRL	IC_CTRL	<a href="#">节 7.6.1.17</a>
11h	REG0x11_TMR_ILIM	TMR_ILIM	<a href="#">节 7.6.1.18</a>
12h	REG0x12_SHIP_RST	SHIP_RST	<a href="#">节 7.6.1.19</a>
13h	REG0x13_SYS_REG	SYS_REG	<a href="#">节 7.6.1.20</a>
14h	REG0x14_TS_COLD	TS_COLD	<a href="#">节 7.6.1.21</a>
15h	REG0x15_TS_COOL	TS_COOL	<a href="#">节 7.6.1.22</a>
16h	REG0x16_TS_WARM	TS_WARM	<a href="#">节 7.6.1.23</a>
17h	REG0x17_TS_HOT	TS_HOT	<a href="#">节 7.6.1.24</a>
18h	REG0x18_ADCCTRL0	ADCCTRL0	<a href="#">节 7.6.1.25</a>
19h	REG0x19_ADCCTRL1	ADCCTRL1	<a href="#">节 7.6.1.26</a>
1Ah	REG0x1A_ADCCTRL2	ADCCTRL2	<a href="#">节 7.6.1.27</a>
1Bh	REG0x1B_ADC_DATA_VBAT	ADC_DATA_VBAT	<a href="#">节 7.6.1.28</a>
1Dh	REG0x1D_ADC_DATA_TS	ADC_DATA_TS	<a href="#">节 7.6.1.29</a>
1Fh	REG0x1F_ADC_DATA_IBAT	ADC_DATA_IBAT	<a href="#">节 7.6.1.30</a>
21h	REG0x21_ADC_DATA_ADCIN	ADC_DATA_ADCIN	<a href="#">节 7.6.1.31</a>
23h	REG0x23_ADC_DATA_VIN	ADC_DATA_VIN	<a href="#">节 7.6.1.32</a>
25h	REG0x25_ADC_DATA_VSYS	ADC_DATA_VSYS	<a href="#">节 7.6.1.33</a>
27h	REG0x27_ADC_DATA_IIN	ADC_DATA_IIN	<a href="#">节 7.6.1.34</a>
29h	REG0x29_ADC_DATA_TDIE	ADC_DATA_TDIE	<a href="#">节 7.6.1.35</a>
2Bh	REG0x2B_ADCALARM_COMP1	ADCALARM_COMP1	<a href="#">节 7.6.1.36</a>
2Dh	REG0x2D_ADCALARM_COMP2	ADCALARM_COMP2	<a href="#">节 7.6.1.37</a>

表 7-9. BQ25190 寄存器 (续)

偏移	首字母缩写词	寄存器名称	部分
2Fh	REG0x2F_ADCALARM_COMP3	ADCALARM_COMP3	节 7.6.1.38
31h	REG0x31_ADC_CHANNEL_DISABLE	ADC_CHANNEL_DISABLE	节 7.6.1.39
32h	REG0x32_BUCK_VOUT	BUCK_VOUT	节 7.6.1.40
33h	REG0x33_BUCK_VOUT1	BUCK_VOUT1	节 7.6.1.41
34h	REG0x34_BUCK_VOUT2	BUCK_VOUT2	节 7.6.1.42
35h	REG0x35_BUCK_VOUT3	BUCK_VOUT3	节 7.6.1.43
36h	REG0x36_BUCK_VOUT4	BUCK_VOUT4	节 7.6.1.44
37h	REG0x37_BUCK_CTRL0	BUCK_CTRL0	节 7.6.1.45
38h	REG0x38_BUCK_CTRL1	BUCK_CTRL1	节 7.6.1.46
39h	REG0x39_BUBO_CTRL0	BUBO_CTRL0	节 7.6.1.47
3Ah	REG0x3A_BUBO_CTRL1	BUBO_CTRL1	节 7.6.1.48
3Bh	REG0x3B_LDO1_CTRL0	LDO1_CTRL0	节 7.6.1.49
3Ch	REG0x3C_LDO1_CTRL1	LDO1_CTRL1	节 7.6.1.50
3Dh	REG0x3D_LDO2_CTRL0	LDO2_CTRL0	节 7.6.1.51
3Eh	REG0x3E_LDO2_CTRL1	LDO2_CTRL1	节 7.6.1.52
3Fh	REG0x3F_NTC_CTRL	NTC_CTRL	节 7.6.1.53
40h	REG0x40_GPIO1_CTRL	GPIO1_CTRL	节 7.6.1.54
41h	REG0x41_GPIO2_CTRL	GPIO2_CTRL	节 7.6.1.55
42h	REG0x42_GPIO3_CTRL	GPIO3_CTRL	节 7.6.1.56
43h	REG0x43_GPIO4_CTRL	GPIO4_CTRL	节 7.6.1.57
44h	REG0x44_PART_INFORMATION	PART_INFORMATION	节 7.6.1.58

复杂的位访问类型经过编码可适应小型表单元。表 7-10 展示了适用于此部分中访问类型的代码。

表 7-10. BQ25190 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

### 7.6.1.1 REG0x00\_STAT0 寄存器 (偏移 = 0h) [复位 = XXh]

图 7-19 展示了 REG0x00\_STAT0，表 7-11 中对此进行了介绍。

返回到汇总表。

充电器状态 0

图 7-19. REG0x00\_STAT0 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
TS_OPEN_STA T	TS_STAT		RESERVED	ILIM_ACTIVE_ STAT	VDPPM_ACTIVE_ STAT	VINDPM_ACTIVE_ STAT	
R-Xh	R-Xh		R-0h	R-Xh	R-Xh	R-Xh	R-Xh

图 7-19. REG0x00\_STAT0 寄存器 (续)

表 7-11. REG0x00\_STAT0 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	TS_OPEN_STAT	R	X	TS 开路状态 ( 钳位激活 ) 0b = TS 未开路 1b = TS 开路
6-4	TS_STAT	R	X	TS 状态 000b = TS_NORMAL (VWARM < VTS < VCOOL) 001b = TS_COLD (VTS > VCOLD) 010b = TS_HOT (VTS < VHOT) 011b = TS_COOL (VCOOL < VTS < VCOLD) 100b = TS_WARM (VHOT < VTS < VWARM) 101b = 保留 110b = 保留 111b = 保留
3	RESERVED	R	X	保留
2	ILIM_ACTIVE_STAT	R	X	输入电流限制激活 0b = 未激活 1b = 激活
1	VDPPM_ACTIVE_STAT	R	X	VDPPM 模式激活 0b = 未激活 1b = 激活
0	VINDPM_ACTIVE_STAT	R	X	VINDPM 模式激活 0b = 未激活 1b = 激活

### 7.6.1.2 REG0x01\_STAT1 寄存器 (偏移 = 1h) [复位 = XXh]

图 7-20 展示了 REG0x01\_STAT1，表 7-12 中对此进行了介绍。

返回到 [汇总表](#)。

充电器状态 1

图 7-20. REG0x01\_STAT1 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
THERMREG_A	RESERVED		ADC_DONE_S	COMP1_ALAR	COMP2_ALAR	COMP3_ALAR	
CTIVE_STAT			STAT	M_STAT	M_STAT	M_STAT	
R-Xh	R-0h		R-Xh	R-Xh	R-Xh	R-Xh	

表 7-12. REG0x01\_STAT1 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	THERMREG_ACTIVE_STAT	R	X	热调节激活 0b = 未激活 1b = 激活
6-4	RESERVED	R	X	保留
3	ADC_DONE_STAT	R	X	ADC 转换状态 ( 仅限单次触发模式 ) 注意：始终在连续模式下读取 0 0b = 转换未完成 1b = 转换完成

表 7-12. REG0x01\_STAT1 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	说明
2	COMP1_ALARM_STAT	R	X	COMP1 状态 0b = 选择的 ADC 测量不满足 1_ADCALARM_ABOVE 位设置的条件 1b = 选择的 ADC 测量满足 1_ADCALARM_ABOVE 位设置的条件
1	COMP2_ALARM_STAT	R	X	COMP2 状态 0b = 选择的 ADC 测量不满足 2_ADCALARM_ABOVE 位设置的条件 1b = 选择的 ADC 测量满足 2_ADCALARM_ABOVE 位设置的条件
0	COMP3_ALARM_STAT	R	X	COMP3 状态 0b = 选择的 ADC 测量不满足 3_ADCALARM_ABOVE 位设置的条件 1b = 选择的 ADC 测量满足 3_ADCALARM_ABOVE 位设置的条件

### 7.6.1.3 REG0x02\_STAT2 寄存器 (偏移 = 2h) [复位 = XXh]

图 7-21 展示了 REG0x02\_STAT2，表 7-13 中对此进行了介绍。

返回到 [汇总表](#)。

充电器状态 2

图 7-21. REG0x02\_STAT2 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
CHG_STAT	SEQUENCE_PG_STAT		RESERVED		VIN_PGOOD_STAT	VIN_OVP_STAT	
R-Xh	R-Xh		R-0h		R-Xh	R-Xh	

表 7-13. REG0x02\_STAT2 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7-6	CHG_STAT	R	X	充电状态指示器 00b = 充电已启用但器件未充电时 01b = 充电器处于恒流充电状态 (涓流充电、预充电或快速充电) 时 10b = 充电器处于恒压运行状态时 11b = 充电完成或主机禁用充电时
5	SEQUENCE_PG_STAT	R	X	序列电源正常 0b = 序列电源不正常 1b = 序列电源正常
4-2	RESERVED	R	0h	保留
1	VIN_PGOOD_STAT	R	X	VIN 电源正常 0b = VIN 电源不正常 1b = VIN 电源正常
0	VIN_OVP_STAT	R	X	VIN OVP 故障 0b = 未激活 1b = 激活

#### 7.6.1.4 REG0x03\_STAT3 寄存器 ( 偏移 = 3h ) [复位 = XXh]

图 7-22 展示了 REG0x03\_STAT3，表 7-14 中对此进行了介绍。

[返回到汇总表。](#)

充电器状态 3

图 7-22. REG0x03\_STAT3 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
GPIO1_STAT	GPIO2_STAT	GPIO3_STAT	GPIO4_STAT	RESERVED	BATDEPL_FAULT_STAT	TSHUT_STAT	
R-Xh	R-Xh	R-Xh	R-Xh	R-0h		R-Xh	R-Xh

表 7-14. REG0x03\_STAT3 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	GPIO1_STAT	R	X	GPIO1 状态 0b = GPIO1 为低电平 1b = GPIO4 在输入模式下为高电平
6	GPIO2_STAT	R	X	GPIO2 状态 0b = GPIO2 为低电平 1b = GPIO2 在输入模式下为高电平
5	GPIO3_STAT	R	X	GPIO3 状态 0b = GPIO3 为低电平 1b = GPIO3 在输入模式下为高电平
4	GPIO4_STAT	R	X	GPIO4 状态 0b = GPIO4 为低电平 1b = GPIO4 在输入模式下为高电平
3-2	RESERVED	R	0h	保留
1	BATDEPL_FAULT_STAT	R	X	BATDEPL 0b = 未激活 1b = 激活
0	TSHUT_STAT	R	X	热关断 0b = 未激活 1b = 激活

#### 7.6.1.5 REG0x04\_FLAG0 寄存器 ( 偏移 = 4h ) [复位 = 00h]

图 7-23 展示了 REG0x04\_FLAG0，表 7-15 中对此进行了介绍。

[返回到汇总表。](#)

标志 0

图 7-23. REG0x04\_FLAG0 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
TS_OPEN_FLAG	TS_FLAG	RESERVED		ILIM_ACTIVE_FLAG	VDPPM_ACTIVE_FLAG	VINDPM_ACTIVE_FLAG	
R-0h	R-0h	R-0h		R-0h	R-0h	R-0h	

表 7-15. REG0x04\_FLAG0 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	TS_OPEN_FLAG	R	0h	TS 开路标志 访问 : R (ClearOnRead) 0b = 未检测到 TS 开路故障 1b = 检测到 TS 开路故障
6	TS_FLAG	R	0h	TS 状态标志 访问 : R (ClearOnRead) 0b = 未检测到 TS 状态 (TS_STAT) 发生变化 1b = 检测到 TS 状态 (TS_STAT) 发生变化
5-3	RESERVED	R	0h	保留
2	ILIM_ACTIVE_FLAG	R	0h	ILIM 激活 访问 : R (ClearOnRead) 0b = 未检测到 ILIM 1b = 检测到 ILIM
1	VDPPM_ACTIVE_FLAG	R	0h	VDPPM 标志 访问 : R (ClearOnRead) 0b = 未检测到 VDPPM 调节 1b = 检测到 VDPPM 调节
0	VINDPM_ACTIVE_FLAG	R	0h	VINDPM 标志 访问 : R (ClearOnRead) 0b = 未检测到 VINDPM 调节 1b = 检测到 VINDPM 调节

#### 7.6.1.6 REG0x05\_FLAG1 寄存器 ( 偏移 = 5h ) [复位 = 00h]

图 7-24 展示了 REG0x05\_FLAG1，表 7-16 中对此进行了介绍。

[返回到汇总表。](#)

标志 1

图 7-24. REG0x05\_FLAG1 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
THERMREG_A ACTIVE_FLAG	SAFETY_TMR_ FAULT_FLAG	WAKE1_FLAG	WAKE2_FLAG	ADC_DONE_F LAG	COMP1_ALAR M_FLAG	COMP2_ALAR M_FLAG	COMP3_ALAR M_FLAG
R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h

表 7-16. REG0x05\_FLAG1 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	THERMREG_ACTIVE_FLAG	R	0h	热调节标志 访问 : R (ClearOnRead) 0b = 未检测到热调节 1b = 发生了热调节
6	SAFETY_TMR_FAULT_F LAG	R	0h	安全计时器到期标志 访问 : R (ClearOnRead) 0b = 未激活 1b = 激活
5	WAKE1_FLAG	R	0h	Wake 1 计时器标志 访问 : R (ClearOnRead) 0b = 不符合 Wake 1 条件 1b = 符合 Wake 1 条件

表 7-16. REG0x05\_FLAG1 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	说明
4	WAKE2_FLAG	R	0h	Wake 2 计时器标志 访问 : R (ClearOnRead) 0b = 不符合 Wake 2 条件 1b = 符合 Wake 2 条件
3	ADC_DONE_FLAG	R	0h	ADC 转换标志 (仅限单次转换模式) 访问 : R (ClearOnRead) 0b = 转换未完成 1b = 转换完成
2	COMP1_ALARM_FLAG	R	0h	ADC COMP1 阈值标志 访问 : R (ClearOnRead) 0b = 未检测到阈值交叉 1b = 选择的 ADC 测量超过 1_ADCALARM_ABOVE 位设置的条件
1	COMP2_ALARM_FLAG	R	0h	ADC COMP2 阈值标志 访问 : R (ClearOnRead) 0b = 未检测到阈值交叉 1b = 选择的 ADC 测量超过 2_ADCALARM_ABOVE 位设置的条件
0	COMP3_ALARM_FLAG	R	0h	ADC COMP3 阈值标志 访问 : R (ClearOnRead) 0b = 未检测到阈值交叉 1b = 选择的 ADC 测量超过 3_ADCALARM_ABOVE 位设置的条件

### 7.6.1.7 REG0x06\_FLAG2 寄存器 (偏移 = 6h) [复位 = 00h]

图 7-25 展示了 REG0x06\_FLAG2，表 7-17 中对此进行了介绍。

返回到 [汇总表](#)。

标志 2

图 7-25. REG0x06\_FLAG2 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
CHG_FLAG	SEQUENCE_P_G_FLAG	BUCK_PG_FLA_G	BUBO_PG_FLA_G	LDO1_PG_FLA_G	LDO2_PG_FLA_G	VIN_PGOOD_FLAG	VIN_OVP_FAULT_FLAG
R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h

表 7-17. REG0x06\_FLAG2 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	CHG_FLAG	R	0h	充电状态标志 访问 : R (ClearOnRead) 0b = 充电状态无变化 1b = 充电状态发生变化
6	SEQUENCE_PG_FLAG	R	0h	序列电源正常标志 访问 : R (ClearOnRead) 0b = 未检测到序列电源正常状态变化 1b = 检测到序列电源正常状态变化
5	BUCK_PG_FLAG	R	0h	降压电源正常标志 访问 : R (ClearOnRead) 0b = 未检测到降压电源不正常事件 1b = 检测到降压电源不正常事件

表 7-17. REG0x06\_FLAG2 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	说明
4	BUBO_PG_FLAG	R	0h	降压/升压电源正常标志 访问 : R (ClearOnRead) 0b = 未检测到降压/升压电源不正常事件 1b = 检测到降压/升压电源不正常事件
3	LDO1_PG_FLAG	R	0h	LDO1 电源正常标志 访问 : R (ClearOnRead) 0b = 未检测到 LDO1 电源不正常事件 1b = 检测到 LDO1 电源不正常事件
2	LDO2_PG_FLAG	R	0h	LDO2 电源正常标志 访问 : R (ClearOnRead) 0b = 未检测到 LDO2 电源不正常事件 1b = 检测到 LDO2 电源不正常事件
1	VIN_PGOOD_FLAG	R	0h	VIN 电源正常标志 访问 : R (ClearOnRead) 0b = 未检测到 VIN 电源正常状态变化 1b = 检测到 VIN 电源正常状态变化
0	VIN_OVP_FAULT_FLAG	R	0h	VIN_OVP 标志 访问 : R (ClearOnRead) 0b = 未检测到 VIN_OVP 故障 1b = 检测到 VIN_OVP 故障

### 7.6.1.8 REG0x07\_FLAG3 寄存器 (偏移 = 7h) [复位 = 00h]

图 7-26 展示了 REG0x07\_FLAG3，表 7-18 中对此进行了介绍。

返回到 [汇总表](#)。

标志 3

图 7-26. REG0x07\_FLAG3 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
GPIO1_FLAG	GPIO2_FLAG	GPIO3_FLAG	GPIO4_FLAG	SYS_SHORT_FAULT_FLAG	BATDEPL_FAULT_FLAG	BAT_OCP_FAULT_FLAG	TSHUT_FLAG
R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h

表 7-18. REG0x07\_FLAG3 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	GPIO1_FLAG	R	0h	GPIO1 标志 0b = 未触发 GPIO1 中断 1b = 触发了 GPIO1 中断
6	GPIO2_FLAG	R	0h	GPIO2 标志 访问 : R (ClearOnRead) 0b = 未触发 GPIO2 中断 1b = 触发了 GPIO2 中断
5	GPIO3_FLAG	R	0h	GPIO3 标志 访问 : R (ClearOnRead) 0b = 未触发 GPIO3 中断 1b = 触发了 GPIO3 中断

表 7-18. REG0x07\_FLAG3 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	说明
4	GPIO4_FLAG	R	0h	GPIO4 标志 访问 : R (ClearOnRead) 0b = 未触发 GPIO4 中断 1b = 触发了 GPIO4 中断
3	SYS_SHORT_FAULT_FLAG	R	0h	SYS 短路故障 访问 : R (ClearOnRead) 0b = 未检测到 SYS 短路故障 1b = 检测到 SYS 短路故障
2	BATDEPL_FAULT_FLAG	R	0h	电池电量耗尽标志 访问 : R (ClearOnRead) 0b = 未检测到电池电量耗尽故障 1b = 检测到电池电量耗尽故障
1	BAT_OCP_FAULT_FLAG	R	0h	电池过流保护 访问 : R (ClearOnRead) 0b = 未检测到电池过流情况 1b = 检测到电池过流情况
0	TSHUT_FLAG	R	0h	TSHUT 标志 访问 : R (ClearOnRead) 0b = 未检测到 TSHUT 1b = 检测到 TSHUT

### 7.6.1.9 REG0x08\_MASK0 寄存器 (偏移 = 8h) [复位 = 84h]

图 7-27 展示了 REG0x08\_MASK0，表 7-19 中对此进行了介绍。

返回到 [汇总表](#)。

中断屏蔽 0

图 7-27. REG0x08\_MASK0 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
TS_OPEN_MASK	TS_MASK	RESERVED		ILIM_ACTIVE_MASK	VDPPM_ACTIVE_MASK	VINDPM_ACTIVE_MASK	
R/W-1h	R/W-0h	R-0h		R/W-1h	R/W-0h	R/W-0h	

表 7-19. REG0x08\_MASK0 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	TS_OPEN_MASK	R/W	1h	复位方式 : REG_RESET	TS_OPEN 中断屏蔽 0b = 中断未被屏蔽 1b = 中断被屏蔽
6	TS_MASK	R/W	0h	复位方式 : REG_RESET	TS 中断屏蔽 0b = 中断未被屏蔽 1b = 中断被屏蔽
5-3	RESERVED	R	0h		保留
2	ILIM_ACTIVE_MASK	R/W	1h	复位方式 : REG_RESET	TS_IINLIM_ACTIVE 中断屏蔽 0b = 中断未被屏蔽 1b = 中断被屏蔽

表 7-19. REG0x08\_MASK0 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	注释	说明
1	VDPPM_ACTIVE_MASK	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	VINDPM_ACTIVE 中断屏蔽 0b = 中断未被屏蔽 1b = 中断被屏蔽
0	VINDPM_ACTIVE_MASK	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	VDPPM_ACTIVE 中断屏蔽 0b = 中断未被屏蔽 1b = 中断被屏蔽

### 7.6.1.10 REG0x09\_MASK1 寄存器 (偏移 = 9h) [复位 = 07h]

图 7-28 展示了 REG0x09\_MASK1，表 7-20 中对此进行了介绍。

返回到 [汇总表](#)。

中断屏蔽 1

图 7-28. REG0x09\_MASK1 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
TREG_INT_MASK	SAFETY_TMR_FAULT_MASK	WAKE1_MASK	WAKE2_MASK	ADC_DONE_MASK	COMP1_ALARM_MASK	COMP2_ALARM_MASK	COMP3_ALARM_MASK
R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-1h	R/W-1h	R/W-1h

表 7-20. REG0x09\_MASK1 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	TREG_INT_MASK	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	THERMREG_ACTIVE 中断屏蔽 0b = 中断未被屏蔽 1b = 中断被屏蔽
6	SAFETY_TMR_FAULT_MASK	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	SAFETY_TIMER_FAULT 中断屏蔽 0b = 中断未被屏蔽 1b = 中断被屏蔽
5	WAKE1_MASK	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	Wake 1 计时器中断屏蔽 0b = 中断未被屏蔽 1b = 中断被屏蔽
4	WAKE2_MASK	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	Wake 2 计时器中断屏蔽 0b = 中断未被屏蔽 1b = 中断被屏蔽
3	ADC_DONE_MASK	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	ADC_DONE 中断屏蔽 (仅限单次触发模式) 0b = 中断未被屏蔽 1b = 中断被屏蔽
2	COMP1_ALARM_MASK	R/W	1h	复位方式： REG_RESET	COMP1_ALARM 中断屏蔽 0b = 中断未被屏蔽 1b = 中断被屏蔽
1	COMP2_ALARM_MASK	R/W	1h	复位方式： REG_RESET	COMP2_ALARM 中断屏蔽 0b = 中断未被屏蔽 1b = 中断被屏蔽
0	COMP3_ALARM_MASK	R/W	1h	复位方式： REG_RESET	COMP3_ALARM 中断屏蔽 0b = 中断未被屏蔽 1b = 中断被屏蔽

### 7.6.1.11 REG0x0A\_MASK2 寄存器 ( 偏移 = Ah ) [复位 = C0h]

图 7-29 展示了 REG0x0A\_MASK2，表 7-21 中对此进行了介绍。

[返回到汇总表。](#)

中断屏蔽 2

图 7-29. REG0x0A\_MASK2 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
CHG_STATUS_INT_MASK	SEQUENCE_PG_MASK	BUCK_PG_MASK	BUBO_PG_MASK	LDO1_PG_MASK	LDO2_PG_MASK	VIN_PGOOD_MASK	VIN_OVP_FAULT_MASK
R/W-1h	R/W-1h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h

表 7-21. REG0x0A\_MASK2 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	CHG_STATUS_INT_MASK	R/W	1h	复位方式： REG_RESET	屏蔽充电状态中断  0b = 只要充电状态发生变化，就启用充电状态中断。 ( 在电池未连接时默认禁用此功能，器件将在 CC 和 CV 之间切换，这可以驱动 MCU 来保持为其 ISR 提供服务 ) 1b = 屏蔽充电状态中断
6	SEQUENCE_PG_MASK	R/W	1h	复位方式： REG_RESET	序列电源正常状态更改中断屏蔽  0b = 中断未被屏蔽 1b = 中断被屏蔽
5	BUCK_PG_MASK	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	BUCK_PG 中断屏蔽  0b = 中断未被屏蔽 1b = 中断被屏蔽
4	BUBO_PG_MASK	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	BUBO_PG 中断屏蔽  0b = 中断未被屏蔽 1b = 中断被屏蔽
3	LDO1_PG_MASK	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	LDO1_PG 中断屏蔽  0b = 中断未被屏蔽 1b = 中断被屏蔽
2	LDO2_PG_MASK	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	LDO2_PG 中断屏蔽  0b = 中断未被屏蔽 1b = 中断被屏蔽
1	VIN_PGOOD_MASK	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	VIN_PGOOD 中断屏蔽  0b = 中断未被屏蔽 1b = 中断被屏蔽
0	VIN_OVP_FAULT_MASK	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	VIN_OVP 中断屏蔽  0b = 中断未被屏蔽 1b = 中断被屏蔽

### 7.6.1.12 REG0x0B\_MASK3 寄存器 ( 偏移 = Bh ) [复位 = 00h]

图 7-30 展示了 REG0x0B\_MASK3，表 7-22 中对此进行了介绍。

[返回到汇总表。](#)

中断屏蔽 3

图 7-30. REG0x0B\_MASK3 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
		RESERVED		SYS_SHORT_FAULT_MASK	BAT_OCP_FAULT_MASK	BATDEPL_FAULT_MASK	TSHUT_MASK
		R-0h		R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h

表 7-22. REG0x0B\_MASK3 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7-4	RESERVED	R	0h		保留
3	SYS_SHORT_FAULT_MASK	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	SYS_SHORT_FAULT 中断屏蔽 0b = 中断未被屏蔽 1b = 中断被屏蔽
2	BAT_OCP_FAULT_MASK	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	BAT_OCP_FAULT 中断屏蔽 0b = 中断未被屏蔽 1b = 中断被屏蔽
1	BATDEPL_FAULT_MASK	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	BATDEPL_FAULT 中断屏蔽 0b = 中断未被屏蔽 1b = 中断被屏蔽
0	TSHUT_MASK	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	TSHUT 中断屏蔽 0b = 中断未被屏蔽 1b = 中断被屏蔽

### 7.6.1.13 REG0x0C\_VBAT 寄存器 ( 偏移 = Ch ) [复位 = 46h]

图 7-31 展示了 REG0x0C\_VBAT，表 7-23 中对此进行了介绍。

返回到 [汇总表](#)。

电池电压和快速充电电流控制

图 7-31. REG0x0C\_VBAT 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
RESERVED				VBATREG			
R-0h				R/W-46h			

表 7-23. REG0x0C\_VBAT 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	RESERVED	R	0h		保留
6-0	VBATREG	R/W	46h	复位方式： REG_RESET	电池稳压电压 POR : 4200mV (46h) 范围 : 3500mV-4650mV (0h-73h) 钳位至高电平 位步长 : 10mV 偏移 : 3500mV

### 7.6.1.14 REG0x0D\_ICHG\_CTRL 寄存器 ( 偏移 = Dh ) [复位 = 05h]

图 7-32 展示了 REG0x0D\_ICHG\_CTRL，表 7-24 中对此进行了介绍。

返回到 [汇总表](#)。

快速充电电流控制

图 7-32. REG0x0D\_ICHG\_CTRL 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
CHG_DIS		ICHG					
R/W-0h		R/W-5h					

表 7-24. REG0x0D\_ICHG\_CTRL 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	CHG_DIS	R/W	0h	复位方式： REG_RESET 看门狗	充电禁用 0b = 电池充电启用 1b = 电池充电禁用
6-0	ICHG	R/W	5h	复位方式： REG_RESET 看门狗	对于 $ICHG \leq 35mA$ , $ICHG = ICHGCODE + 5mA$ 对于 $ICHG > 35mA$ , $ICHG = 40 + (ICHGCODE - 31) \times 10mA$

### 7.6.1.15 REG0x0E\_CHARGECTRL0 寄存器 ( 偏移 = Eh ) [复位 = 70h]

图 7-33 展示了 REG0x0E\_CHARGECTRL0, 表 7-25 中对此进行了介绍。

返回到 [汇总表](#)。

充电器控制 0

图 7-33. REG0x0E\_CHARGECTRL0 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
VDPPM_DIS	IPRECHG	ITERM		VINDPM		THERM_REG	
R/W-0h	R/W-1h	R/W-3h		R/W-0h		R/W-0h	

表 7-25. REG0x0E\_CHARGECTRL0 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	VDPPM_DIS	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	禁用 Vin DPPM 0b = 启用 DPPM 1b = 禁用 DPPM
6	IPRECHG	R/W	1h	复位方式： REG_RESET	预充电电流 = 终止电流的 x 倍 0b = 预充电电流为终止电流的 2 倍 1b = 预充电电流等于终止电流
5-4	ITERM	R/W	3h	复位方式： REG_RESET 看门狗	终止电流 = Icharge 的百分比 00b = 禁用 01b = ICHG 的 5% 10b = ICHG 的 10% 11b = ICHG 的 20%
3-2	VINDPM	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	VINDPM 电平选型 00b = 4.2V 01b = 4.5V 10b = 4.7V 11b = 禁用
1-0	THERM_REG	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	热调节阈值 00b = 100°C 01b = 80°C 10b = 60°C 11b = 禁用

### 7.6.1.16 REG0x0F\_CHARGECTRL1 寄存器 ( 偏移 = Fh ) [复位 = 45h]

图 7-34 展示了 REG0x0F\_CHARGECTRL1，表 7-26 中对此进行了介绍。

[返回到汇总表。](#)

充电器控制 1

图 7-34. REG0x0F\_CHARGECTRL1 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
IBAT_OCP_ILIM		BATDEPL		IBATSC	SEQUENCE_DELAY_TIME		
R/W-1h		R/W-0h		R/W-1h		R/W-1h	

表 7-26. REG0x0F\_CHARGECTRL1 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7-6	IBAT_OCP_ILIM	R/W	1h	复位方式： REG_RESET	电池放电电流限制 00b = 500mA 01b = 1000mA 10b = 1500mA 11b = 3250mA
5-3	BATDEPL	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	电池电量耗尽阈值下降 ( 150mV 迟滞 ) 。 000b = 3.0V 001b = 2.8V 010b = 2.7V 011b = 2.5V 100b = 2.4V 101b = 2.3V 110b = 2.2V 111b = 2.1V
2	IBATSC	R/W	1h	复位方式： REG_RESET	设置电池短路涓流充电电流 0b = 8mA 1b = 1mA
1-0	SEQUENCE_DELAY_TIME	R/W	1h	复位方式： REG_RESET	序列中的延迟时间 00b = 1ms 01b = 4ms 10b = 16ms 11b = 64ms

### 7.6.1.17 REG0x10\_IC\_CTRL 寄存器 ( 偏移 = 10h ) [复位 = 10h]

图 7-35 展示了 REG0x10\_IC\_CTRL，表 7-27 中对此进行了介绍。

[返回到汇总表。](#)

IC 控制

图 7-35. REG0x10\_IC\_CTRL 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
RESERVED	VLOWV_SEL	VRECHG	TMR2X_EN	SAFETY_TIMER		WATCHDOG_SEL	
R-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-1h	R/W-0h		R/W-0h	

表 7-27. REG0x10\_IC\_CTRL 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	RESERVED	R	0h		保留

表 7-27. REG0x10\_IC\_CTRL 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	注释	说明
6	VLOWV_SEL	R/W	0h		预充电电压阈值 (VLOWV) 0b = 3V (默认值) 1b = 2.8V
5	VRECHG	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	充电电压阈值 0b = 100mV 1b = 200mV
4	TMR2X_EN	R/W	1h	复位方式： REG_RESET	计时器慢速 0b = 计时器在任何时间都不会减慢 1b = 计时器在 CC 或 CV 之外的任何控制下减慢为原来的二分之一
3-2	SAFETY_TIMER	R/W	0h	复位方式： REG_RESET 看门狗	快速充电计时器 00b = 3 小时快速充电 01b = 6 小时快速充电 10b = 12 小时快速充电 11b = 禁用安全计时器
1-0	WATCHDOG_SEL	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	看门狗选择 00b = 160s 软件复位 01b = 160s HW_RESET 10b = 40s HW_RESET 11b = 禁用看门狗功能

#### 7.6.1.18 REG0x11\_TMR\_ILIM 寄存器 (偏移 = 11h) [复位 = 55h]

图 7-36 展示了 REG0x11\_TMR\_ILIM，表 7-28 中对此进行了介绍。

返回到 [汇总表](#)。

计时器和输入电流限制控制

图 7-36. REG0x11\_TMR\_ILIM 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
MR_LPRESS	HOST_HW_RESET_VIN_REQ	AUTOWAKE			ILIM		
R/W-1h	R/W-0h	R/W-2h			R/W-5h		

表 7-28. REG0x11\_TMR\_ILIM 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7-6	MR_LPRESS	R/W	1h	复位方式： REG_RESET	按钮长按时长计时器 00b = 5s 01b = 10s 10b = 15s 11b = 20s
5	HOST_HW_RESET_VIN_REQ	R/W	0h		主机启动的硬件复位 VIN_UVLO 要求 0b = 主机启动的硬件复位不需要 VIN > VIN_UVLO 1b = 主机启动的硬件复位需要 VIN > VIN_UVLO
4-3	AUTOWAKE	R/W	2h	复位方式： REG_RESET	自动唤醒计时器重启 00b = 0.5s 01b = 1s 10b = 2s 11b = 4s

表 7-28. REG0x11\_TMR\_ILIM 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	注释	说明
2-0	ILIM	R/W	5h	复位方式 : REG_RESET	输入电流限制设置 000b = 25mA 001b = 50mA 010b = 90mA 011b = 200mA 100b = 300mA 101b = 475mA 110b = 665mA 111b = 1050mA

### 7.6.1.19 REG0x12\_SHIP\_RST 寄存器 (偏移 = 12h) [复位 = 0Ah]

图 7-37 展示了 REG0x12\_SHIP\_RST, 表 7-29 中对此进行了介绍。

返回到 [汇总表](#)。

运输模式、复位和按钮控制

图 7-37. REG0x12\_SHIP\_RST 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
REG_RST	EN_RST_SHIP		PB_LPRESS_ACTION		WAKE1_TMR	WAKE2_TMR	RESERVED
R/W-0h	R/W-0h		R/W-1h		R/W-0h	R/W-1h	R-0h

表 7-29. REG0x12\_SHIP\_RST 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	REG_RST	R/W	0h		软件复位 0b = 不执行任何操作 1b = 软件复位
6-5	EN_RST_SHIP	R/W	0h	复位方式 : REG_RESET	运输模式启用和硬件复位 00b = 不执行任何操作 01b = 硬件复位 10b = 启用运输模式 11b = 保留
4-3	PB_LPRESS_ACTION	R/W	1h	复位方式 : REG_RESET	按钮长按操作 (在按下 /MR 并持续 tLPRESS 时执行) 00b = 不执行任何操作 01b = 硬件复位 10b = 启用运输模式 11b = 保留
2	WAKE1_TMR	R/W	0h	复位方式 : REG_RESET	Wake 1 计时器设置 0b = 125ms 1b = 500ms
1	WAKE2_TMR	R/W	1h	复位方式 : REG_RESET	Wake 2 计时器设置 0b = 1s 1b = 2s
0	RESERVED	R	0h		保留

### 7.6.1.20 REG0x13\_SYS\_REG 寄存器 (偏移 = 13h) [复位 = 44h]

图 7-38 展示了 REG0x13\_SYS\_REG, 表 7-30 中对此进行了介绍。

返回到 [汇总表](#)。

## SYS 调节电压控制

图 7-38. REG0x13\_SYS\_REG 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
SYS_REG_CTRL		WATCHDOG_15S_ENABLE		RESERVED	VIN_OVP	SYS_MODE	
R/W-2h			R/W-0h	R-0h	R/W-1h		R/W-0h

表 7-30. REG0x13\_SYS\_REG 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7-5	SYS_REG_CTRL	R/W	2h	复位方式： REG_RESET	SYS 调节电压 000b = VBAT + 225mV 001b = 4.4V 010b = 4.5V 011b = 4.6V 100b = 4.7V 101b = 4.8V 110b = 4.9V 111b = 直通
4	WATCHDOG_15S_ENABLE	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	I2C 看门狗 0b = 禁用模式 1b = 如果在 VIN 插入后没有 I2C 事务，则在 15s 后执行硬件复位
3	RESERVED	R	0h		保留
2	VIN_OVP	R/W	1h	复位方式： REG_RESET	设置 VIN 过压保护阈值 0b = 5.7V 1b = 18.5V
1-0	SYS_MODE	R/W	0h	复位方式： REG_RESET 看门狗	设置系统电源模式 00b = SYS 由 VIN ( 如果存在 ) 或 VBAT 供电 01b = SYS 仅由 VBAT 供电，即使存在 VIN，也是如此 10b = SYS 断开连接且保持悬空 11b = SYS 与下拉电阻器断开连接

### 7.6.1.21 REG0x14\_TS\_COLD 寄存器 ( 偏移 = 14h ) [复位 = 91h]

图 7-39 展示了 REG0x14\_TS\_COLD，表 7-31 中对此进行了介绍。

返回到 [汇总表](#)。

#### TS\_COLD 阈值

图 7-39. REG0x14\_TS\_COLD 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
			TS_COLD				
				R/W-91h			

表 7-31. REG0x14\_TS\_COLD 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7-0	TS_COLD	R/W	91h	复位方式： REG_RESET	TS 冷阈值 POR : 580mV (91h) 范围 : 0mV-1020mV (0h-1Fh) 位阶跃 : 4mV

### 7.6.1.22 REG0x15\_TS\_COOL 寄存器 (偏移 = 15h) [复位 = 00h]

图 7-40 展示了 REG0x15\_TS\_COOL，表 7-32 中对此进行了介绍。

[返回到汇总表。](#)

TS\_COOL 阈值

图 7-40. REG0x15\_TS\_COOL 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
TS_COOL							
R/W-0h							

表 7-32. REG0x15\_TS\_COOL 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7-0	TS_COOL	R/W	0h	设置为 0 会禁用 TS_COOL 阈值。下限实际上为 4mV。 复位方式： REG_RESET	TS 凉阈值 POR : 0mV (0h) 范围 : 0mV-1020mV (0h-1Fh) 位阶跃 : 4mV

### 7.6.1.23 REG0x16\_TS\_WARM 寄存器 (偏移 = 16h) [复位 = 00h]

图 7-41 展示了 REG0x16\_TS\_WARM，表 7-33 中对此进行了介绍。

[返回到汇总表。](#)

TS\_WARM 阈值

图 7-41. REG0x16\_TS\_WARM 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
TS_WARM							
R/W-0h							

表 7-33. REG0x16\_TS\_WARM 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7-0	TS_WARM	R/W	0h	设置为 0 会禁用 TS_WARM 阈值。下限实际上为 4mV。 复位方式： REG_RESET	TS 温阈值 POR : 0mV (0h) 范围 : 0mV-1020mV (0h-1Fh) 位阶跃 : 4mV

### 7.6.1.24 REG0x17\_TS\_HOT 寄存器 (偏移 = 17h) [复位 = 45h]

图 7-42 展示了 REG0x17\_TS\_HOT，表 7-34 中对此进行了介绍。

[返回到汇总表。](#)

TS\_HOT 阈值

图 7-42. REG0x17\_TS\_HOT 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
TS_HOT							
R/W-45h							

表 7-34. REG0x17\_TS\_HOT 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7-0	TS_HOT	R/W	45h	复位方式： REG_RESET	TS 热阈值 POR : 276mV (45h) 范围 : 0mV-1020mV (0h-1Fh) 位阶跃 : 4mV

### 7.6.1.25 REG0x18\_ADCCTRL0 寄存器 ( 偏移 = 18h ) [复位 = 10h]

图 7-43 展示了 REG0x18\_ADCCTRL0 , 表 7-35 中对此进行了介绍。

[返回到汇总表。](#)

ADC 控制 0

图 7-43. REG0x18\_ADCCTRL0 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
ADC_EN	ADC_RATE		ADC_SAMPLE	ADC_AVG	ADC_AVG_INIT	RESERVED	
R/W-0h	R/W-0h		R/W-2h	R/W-0h	R/W-0h	R-0h	

表 7-35. REG0x18\_ADCCTRL0 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： REG_RESET 看门狗	ADC 控制 0b = 禁用 ( 默认设置 ) 1b = 启用
6-5	ADC_RATE	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	ADC 转换率控制 00b = 连续转换 ( 默认设置 ) 01b = 单次转换 10b = 每 1 秒转换一次 11b = 每 1 分钟转换一次
4-3	ADC_SAMPLE	R/W	2h	复位方式： REG_RESET	ADC 采样速度 00b = 11 位有效分辨率 01b = 10 位有效分辨率 10b = 9 位有效分辨率 ( 默认值 ) 11b = 9 位有效分辨率
2	ADC_AVG	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	ADC 平均值控制 0b = 单个值 ( 默认设置 ) 1b = 运行平均值
1	ADC_AVG_INIT	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	ADC 平均初始值控制 0b = 使用现有寄存器值开始计算平均值 1b = 使用新的 ADC 转换开始计算平均值
0	RESERVED	R	0h		保留

### 7.6.1.26 REG0x19\_ADCCTRL1 寄存器 ( 偏移 = 19h ) [复位 = C8h]

图 7-44 展示了 REG0x19\_ADCCTRL1 , 表 7-36 中对此进行了介绍。

[返回到汇总表。](#)

ADC 控制 1

图 7-44. REG0x19\_ADCCTRL1 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

图 7-44. REG0x19\_ADCCTRL1 寄存器 (续)

ADC_COMP1_EN	ADC_COMP2_EN	ADC_COMP3_EN	ADC_COMP1	ADCIN_MODE	RESERVED
R/W-1h	R/W-1h	R/W-0h	R/W-2h	R/W-0h	R-0h

表 7-36. REG0x19\_ADCCTRL1 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	ADC_COMP1_EN	R/W	1h	复位方式： REG_RESET	ADC 比较器 1 控制 0b = 禁用 ADC 比较器 1 1b = 启用 ADC 比较器 1
6	ADC_COMP2_EN	R/W	1h	复位方式： REG_RESET	ADC 比较器 2 控制 0b = 禁用 ADC 比较器 2 1b = 启用 ADC 比较器 2
5	ADC_COMP3_EN	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	ADC 比较器 3 控制 0b = 禁用 ADC 比较器 3 1b = 启用 ADC 比较器 3
4-2	ADC_COMP1	R/W	2h	复位方式： REG_RESET	比较器 1 的 ADC 通道 000b = TDIE 001b = ADCIN 010b = TS 011b = VBAT 100b = IBAT 101b = VIN 110b = VSYS 111b = IIN
1	ADCIN_MODE	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	ADCIN 引脚运行模式 0b = 通用 ADC 输入 (无内部偏置) 1b = NTC ADC 输入 (80uA 偏置)
0	RESERVED	R	0h		

### 7.6.1.27 REG0x1A\_ADCCTRL2 寄存器 (偏移 = 1Ah) [复位 = 40h]

图 7-45 展示了 REG0x1A\_ADCCTRL2，表 7-37 中对此进行了介绍。

返回到 [汇总表](#)。

ADC 控制 2

图 7-45. REG0x1A\_ADCCTRL2 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
ADC_COMP2			ADC_COMP3			RESERVED	
R/W-2h			R/W-0h			R-0h	

表 7-37. REG0x1A\_ADCCTRL2 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7-5	ADC_COMP2	R/W	2h	复位方式： REG_RESET	比较器 2 的 ADC 通道 000b = TDIE 001b = ADCIN 010b = TS 011b = VBAT 100b = IBAT 101b = VIN 110b = VSYS 111b = IIN

表 7-37. REG0x1A\_ADCCTRL2 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	注释	说明
4-2	ADC_COMP3	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	比较器 3 的 ADC 通道 000b = TDIE 001b = ADCIN 010b = TS 011b = VBAT 100b = IBAT 101b = VIN 110b = VSYS 111b = IIN
1-0	RESERVED	R	0h		保留

#### 7.6.1.28 REG0x1B\_ADC\_DATA\_VBAT 寄存器 (偏移 = 1Bh) [复位 = 0000h]

图 7-46 展示了 REG0x1B\_ADC\_DATA\_VBAT，表 7-38 中对此进行了介绍。

返回到[汇总表](#)。

VBAT ADC 测量

图 7-46. REG0x1B\_ADC\_DATA\_VBAT 寄存器

15	14	13	12	11	10	9	8
ADC_DATA_VBAT							
R-0h							
7	6	5	4	3	2	1	0
ADC_DATA_VBAT							
R-0h							

表 7-38. REG0x1B\_ADC\_DATA\_VBAT 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
15-0	ADC_DATA_VBAT	R	0h	VBAT ADC 测量 POR : 0mV (0h) 范围 : 0mV-5000mV (0h-FA0h) 钳位至高电平 位阶跃 : 1.25mV

#### 7.6.1.29 REG0x1D\_ADC\_DATA\_TS 寄存器 (偏移 = 1Dh) [复位 = 0000h]

图 7-47 展示了 REG0x1D\_ADC\_DATA\_TS，表 7-39 中对此进行了介绍。

返回到[汇总表](#)。

TS ADC 测量

图 7-47. REG0x1D\_ADC\_DATA\_TS 寄存器

15	14	13	12	11	10	9	8
ADC_DATA_TS							
R-0h							
7	6	5	4	3	2	1	0
ADC_DATA_TS							
R-0h							

表 7-39. REG0x1D\_ADC\_DATA\_TS 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
15-0	ADC_DATA_TS	R	0h	TS ADC 测量 POR : 0mV (0h) 范围 : 0mV-1000mV (0h-FA0h) 钳位至高电平 位阶跃 : 0.25mV

### 7.6.1.30 REG0x1F\_ADC\_DATA\_IBAT 寄存器 ( 偏移 = 1Fh ) [复位 = 0000h]

图 7-48 展示了 REG0x1F\_ADC\_DATA\_IBAT , 表 7-40 中对此进行了介绍。

[返回到汇总表。](#)

IBAT ADC 测量

图 7-48. REG0x1F\_ADC\_DATA\_IBAT 寄存器

15	14	13	12	11	10	9	8
ADC_DATA_IBAT							
R-0h							
7	6	5	4	3	2	1	0
ADC_DATA_IBAT							
R-0h							

表 7-40. REG0x1F\_ADC\_DATA\_IBAT 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
15-0	ADC_DATA_IBAT	R	0h	IBAT ADC 测量 POR : 0mA (0h) 格式 : 二进制补码 范围 : -3000mA-1000mA (F448h-3E8h) 钳位至低电平 钳位至高电平 位阶跃 : 1mA

### 7.6.1.31 REG0x21\_ADC\_DATA\_ADCIN 寄存器 ( 偏移 = 21h ) [复位 = 0000h]

图 7-49 展示了 REG0x21\_ADC\_DATA\_ADCIN , 表 7-41 中对此进行了介绍。

[返回到汇总表。](#)

ADCIN ADC 测量

图 7-49. REG0x21\_ADC\_DATA\_ADCIN 寄存器

15	14	13	12	11	10	9	8
ADC_DATA_ADCIN							
R-0h							
7	6	5	4	3	2	1	0
ADC_DATA_ADCIN							
R-0h							

表 7-41. REG0x21\_ADC\_DATA\_ADCIN 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
15-0	ADC_DATA_ADCIN	R	0h	如果 ADCIN_MODE = 1 , 则位阶跃为 0.25mV	ADCIN ADC 测量 POR : 0mV (0h) 范围 : 0mV-5000mV (0h-FA0h) 钳位至高电平 位阶跃 : 1.25mV

### 7.6.1.32 REG0x23\_ADC\_DATA\_VIN 寄存器 ( 偏移 = 23h ) [复位 = 0000h]

图 7-50 展示了 REG0x23\_ADC\_DATA\_VIN , 表 7-42 中对此进行了介绍。

[返回到汇总表。](#)

VIN ADC 测量

图 7-50. REG0x23\_ADC\_DATA\_VIN 寄存器

15	14	13	12	11	10	9	8
ADC_DATA_VIN							
R-0h							
7	6	5	4	3	2	1	0
ADC_DATA_VIN							
R-0h							

表 7-42. REG0x23\_ADC\_DATA\_VIN 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
15-0	ADC_DATA_VIN	R	0h	VIN ADC 测量 范围 : 0mV-6000mV ( 如果 VIN_OVP = 0 ) 或 0mV-20000mV ( 如果 VIN_OVP = 1 ) 钳位至高电平 位阶跃 : 1.5mV ( 如果 VIN_OVP = 0 ) 或 5mV ( 如果 VIN_OVP = 1 )

#### 7.6.1.33 REG0x25\_ADC\_DATA\_VSYS 寄存器 ( 偏移 = 25h ) [复位 = 0000h]

图 7-51 展示了 REG0x25\_ADC\_DATA\_VSYS , 表 7-43 中对此进行了介绍。

[返回到汇总表。](#)

VSYS ADC 测量

图 7-51. REG0x25\_ADC\_DATA\_VSYS 寄存器

15	14	13	12	11	10	9	8
ADC_DATA_VSYS							
R-0h							
7	6	5	4	3	2	1	0
ADC_DATA_VSYS							
R-0h							

表 7-43. REG0x25\_ADC\_DATA\_VSYS 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
15-0	ADC_DATA_VSYS	R	0h	VSYS ADC 测量 POR : 0mV (0h) 范围 : 0mV-5000mV (0h-FA0h) 钳位至高电平 位阶跃 : 1.25mV

### 7.6.1.34 REG0x27\_ADC\_DATA\_IIN 寄存器 ( 偏移 = 27h ) [复位 = 0000h]

图 7-52 展示了 REG0x27\_ADC\_DATA\_IIN，表 7-44 中对此进行了介绍。

[返回到汇总表。](#)

IIN ADC 测量

图 7-52. REG0x27\_ADC\_DATA\_IIN 寄存器

15	14	13	12	11	10	9	8
ADC_DATA_IIN							
R-0h							
7	6	5	4	3	2	1	0
ADC_DATA_IIN							
R-0h							

表 7-44. REG0x27\_ADC\_DATA\_IIN 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
15-0	ADC_DATA_IIN	R	0h	IIN ADC 测量 POR : 0mA (0h) 范围 : 0mA-1100mA (0h-898h) 钳位至高电平 位阶跃 : 0.5mA

### 7.6.1.35 REG0x29\_ADC\_DATA\_TDIE 寄存器 ( 偏移 = 29h ) [复位 = 0000h]

图 7-53 展示了 REG0x29\_ADC\_DATA\_TDIE，表 7-45 中对此进行了介绍。

[返回到汇总表。](#)

TDIE ADC 测量

图 7-53. REG0x29\_ADC\_DATA\_TDIE 寄存器

15	14	13	12	11	10	9	8
ADC_DATA_TDIE							
R-0h							
7	6	5	4	3	2	1	0
ADC_DATA_TDIE							
R-0h							

表 7-45. REG0x29\_ADC\_DATA\_TDIE 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
15-0	ADC_DATA_TDIE	R	0h	TDIE ADC 测量 POR : 0°C (0h) 格式 : 二进制补码 范围 : -16384°C-16383.5°C (8000h-7FFFh) 位阶跃 : 0.5deg.C

### 7.6.1.36 REG0x2B\_ADCALARM\_COMP1 寄存器 ( 偏移 = 2Bh ) [复位 = 2900h]

图 7-54 展示了 REG0x2B\_ADCALARM\_COMP1，表 7-46 中对此进行了介绍。

[返回到汇总表。](#)

## COMP1 ADC 测量

图 7-54. REG0x2B\_ADCALARM\_COMP1 寄存器

15	14	13	12	11	10	9	8
ADCALARM1							
R/W-290h							
7	6	5	4	3	2	1	0
ADCALARM1				ADCALARM1_ABOVE	RESERVED		
R/W-290h				R/W-0h	R-0h		

表 7-46. REG0x2B\_ADCALARM\_COMP1 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
15-4	ADCALARM1	R/W	290h	复位方式： REG_RESET	ADC 比较器 1 阈值
3	ADCALARM1_ABOVE	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	ADC 比较器 1 极性 0b = 如果 ADC 测量值低于比较器阈值，则设置标志并发送中断 1b = 如果 ADC 测量值大于或等于比较器阈值，则设置标志并发送中断
2-0	RESERVED	R	0h		保留

## 7.6.1.37 REG0x2D\_ADCALARM\_COMP2 寄存器 (偏移 = 2Dh) [复位 = 41C0h]

图 7-55 展示了 REG0x2D\_ADCALARM\_COMP2，表 7-47 中对此进行了介绍。

返回到 [汇总表](#)。

## COMP2 ADC 测量

图 7-55. REG0x2D\_ADCALARM\_COMP2 寄存器

15	14	13	12	11	10	9	8
ADCALARM2							
R/W-41Ch							
7	6	5	4	3	2	1	0
ADCALARM2				ADCALARM2_ABOVE	RESERVED		
R/W-41Ch				R/W-0h	R-0h		

表 7-47. REG0x2D\_ADCALARM\_COMP2 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
15-4	ADCALARM2	R/W	41Ch	复位方式： REG_RESET	ADC 比较器 2 阈值
3	ADCALARM2_ABOVE	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	ADC 比较器 2 极性 0b = 如果 ADC 测量值低于比较器阈值，则设置标志并发送中断 1b = 如果 ADC 测量值大于或等于比较器阈值，则设置标志并发送中断
2-0	RESERVED	R	0h		保留

### 7.6.1.38 REG0x2F\_ADCALARM\_COMP3 寄存器 (偏移 = 2Fh) [复位 = 0000h]

图 7-56 展示了 REG0x2F\_ADCALARM\_COMP3，表 7-48 中对此进行了介绍。

[返回到汇总表。](#)

COMP3 ADC 测量

图 7-56. REG0x2F\_ADCALARM\_COMP3 寄存器

15	14	13	12	11	10	9	8
ADCALARM3							
R/W-0h							
7	6	5	4	3	2	1	0
ADCALARM3			ADCALARM3_ABOVE		RESERVED		
R/W-0h			R/W-0h		R-0h		

表 7-48. REG0x2F\_ADCALARM\_COMP3 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
15-4	ADCALARM3	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	ADC 比较器 3 阈值
3	ADCALARM3_ABOVE	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	ADC 比较器 3 极性 0b = 如果 ADC 测量值低于比较器阈值，则设置标志并发送中断 1b = 如果 ADC 测量值大于或等于比较器阈值，则设置标志并发送中断
2-0	RESERVED	R	0h		保留

### 7.6.1.39 REG0x31\_ADC\_CHANNEL\_DISABLE 寄存器 (偏移 = 31h) [复位 = 00h]

图 7-57 展示了 REG0x31\_ADC\_CHANNEL\_DISABLE，表 7-49 中对此进行了介绍。

[返回到汇总表。](#)

ADC 通道禁用

图 7-57. REG0x31\_ADC\_CHANNEL\_DISABLE 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
IIN_ADC_DIS	VSYS_ADC_DI S	IBAT_ADC_DIS	VIN_ADC_DIS	VBAT_ADC_DI S	TS_ADC_DIS	ADCIN_ADC_D IS	TDIE_ADC_DIS
R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h

表 7-49. REG0x31\_ADC\_CHANNEL\_DISABLE 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	IIN_ADC_DIS	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	IIN ADC 控制 0b = 启用 ADC 测量 1b = 禁用 ADC 测量
6	VSYS_ADC_DIS	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	VSYS ADC 控制 0b = 启用 ADC 测量 1b = 禁用 ADC 测量
5	IBAT_ADC_DIS	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	IBAT ADC 控制 0b = 启用 ADC 测量 1b = 禁用 ADC 测量

表 7-49. REG0x31\_ADC\_CHANNEL\_DISABLE 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	注释	说明
4	VIN_ADC_DIS	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	VIN ADC 控制 0b = 启用 ADC 测量 1b = 禁用 ADC 测量
3	VBAT_ADC_DIS	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	VBAT ADC 控制 0b = 启用 ADC 测量 1b = 禁用 ADC 测量
2	TS_ADC_DIS	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	TS ADC 控制 0b = 启用 ADC 测量 1b = 禁用 ADC 测量
1	ADCIN_ADC_DIS	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	ADCIN ADC 控制 0b = 启用 ADC 测量 1b = 禁用 ADC 测量
0	TDIE_ADC_DIS	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	TDIE ADC 控制 0b = 启用 ADC 测量 1b = 禁用 ADC 测量

#### 7.6.1.40 REG0x32\_BUCK\_VOUT 寄存器 (偏移 = 32h) [复位 = 38h]

图 7-58 展示了 REG0x32\_BUCK\_VOUT，表 7-50 中对此进行了介绍。

返回到 [汇总表](#)。

降压 VOUT 设置

图 7-58. REG0x32\_BUCK\_VOUT 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
RESERVED	BUCK_VOUT_SET						
R-0h	R/W-38h						

表 7-50. REG0x32\_BUCK\_VOUT 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	RESERVED	R	0h		保留
6-0	BUCK_VOUT_SET	R/W	38h	当使用 GPIO DVS 时，该寄存器是只读的，并且与 BUCK_VOUTx_SET 中的电流电压基准相匹配。当不使用 GPIO DVS 时，该寄存器设置降压输出电压。 复位方式： REG_RESET	降压输出电压设置 POR : 1.8V (38h) , BUCK_HI_RANGE = 1 范围 : 0.4V-1.575V ( 如果 BUCK_HI_RANGE = 0 ) 或 0.4V-3.6V ( 如果 BUCK_HI_RANGE = 1 ) 位阶跃 : 12.5mV ( 如果 BUCK_HI_RANGE = 0 ) 或 25mV ( 对于 0.4V-3.175V ) 和 50mV ( 对于 3.2V 至 3.6V ) ( 如果 BUCK_HI_RANGE = 1 )

#### 7.6.1.41 REG0x33\_BUCK\_VOUT1 寄存器 (偏移 = 33h) [复位 = 38h]

图 7-59 展示了 REG0x33\_BUCK\_VOUT1，表 7-51 中对此进行了介绍。

返回到 [汇总表](#)。

降压 VOUT1 设置

**图 7-59. REG0x33\_BUCK\_VOUT1 寄存器**

7	6	5	4	3	2	1	0
RESERVED					BUCK_VOUT1_SET		
R-0h					R/W-38h		

**表 7-51. REG0x33\_BUCK\_VOUT1 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	RESERVED	R	0h		保留
6-0	BUCK_VOUT1_SET	R/W	38h	复位方式： REG_RESET	降压输出电压设置 POR : 1.8V (38h), BUCK_HI_RANGE = 1 范围 : 0.4V-1.575V (如果 BUCK_HI_RANGE = 0) 或 0.4V-3.6V (如果 BUCK_HI_RANGE = 1) 位阶跃 : 12.5mV (如果 BUCK_HI_RANGE = 0) 或 25mV (对于 0.4V-3.175V) 和 50mV (对于 3.2V 至 3.6V) (如果 BUCK_HI_RANGE = 1)

#### 7.6.1.42 REG0x34\_BUCK\_VOUT2 寄存器 (偏移 = 34h) [复位 = 72h]

图 7-60 展示了 REG0x34\_BUCK\_VOUT2, 表 7-52 中对此进行了介绍。

[返回到汇总表。](#)

降压 VOUT2 设置

**图 7-60. REG0x34\_BUCK\_VOUT2 寄存器**

7	6	5	4	3	2	1	0
RESERVED					BUCK_VOUT2_SET		
R-0h					R/W-72h		

**表 7-52. REG0x34\_BUCK\_VOUT2 寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	RESERVED	R	0h		保留
6-0	BUCK_VOUT2_SET	R/W	72h	复位方式： REG_RESET	选项 2 中的降压输出电压设置 POR : 3.3V (72h), BUCK_HI_RANGE = 1 范围 : 0.4V-1.575V (如果 BUCK_HI_RANGE = 0) 或 0.4V-3.6V (如果 BUCK_HI_RANGE = 1) 位阶跃 : 12.5mV (如果 BUCK_HI_RANGE = 0) 或 25mV (对于 0.4V-3.175V) 和 50mV (对于 3.2V 至 3.6V) (如果 BUCK_HI_RANGE = 1)

#### 7.6.1.43 REG0x35\_BUCK\_VOUT3 寄存器 (偏移 = 35h) [复位 = 54h]

图 7-61 展示了 REG0x35\_BUCK\_VOUT3, 表 7-53 中对此进行了介绍。

[返回到汇总表。](#)

降压 VOUT3 设置

**图 7-61. REG0x35\_BUCK\_VOUT3 寄存器**

7	6	5	4	3	2	1	0
RESERVED					BUCK_VOUT3_SET		
R-0h					R/W-54h		

表 7-53. REG0x35\_BUCK\_VOUT3 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	RESERVED	R	0h		保留
6-0	BUCK_VOUT3_SET	R/W	54h	复位方式： REG_RESET	选项 3 中的降压输出电压设置 POR : 2.5V (54h) , BUCK_HI_RANGE = 1 范围 : 0.4V-1.575V ( 如果 BUCK_HI_RANGE = 0 ) 或 0.4V-3.6V ( 如果 BUCK_HI_RANGE = 1 ) 位阶跃 : 12.5mV ( 如果 BUCK_HI_RANGE = 0 ) 或 25mV ( 对于 0.4V-3.175V ) 和 50mV ( 对于 3.2V 至 3.6V ) ( 如果 BUCK_HI_RANGE = 1 )

#### 7.6.1.44 REG0x36\_BUCK\_VOUT4 寄存器 ( 偏移 = 36h ) [复位 = 20h]

图 7-62 展示了 REG0x36\_BUCK\_VOUT4 , 表 7-54 中对此进行了介绍。

返回到 [汇总表](#)。

降压 VOUT4 设置

图 7-62. REG0x36\_BUCK\_VOUT4 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
RESERVED	BUCK_VOUT4_SET						
R-0h	R/W-20h						

表 7-54. REG0x36\_BUCK\_VOUT4 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	RESERVED	R	0h		保留
6-0	BUCK_VOUT4_SET	R/W	20h	复位方式： REG_RESET	选项 4 中的降压输出电压设置 POR : 1.2V (20h) , BUCK_HI_RANGE = 1 范围 : 0.4V-1.575V ( 如果 BUCK_HI_RANGE = 0 ) 或 0.4V-3.6V ( 如果 BUCK_HI_RANGE = 1 ) 位阶跃 : 12.5mV ( 如果 BUCK_HI_RANGE = 0 ) 或 25mV ( 对于 0.4V-3.175V ) 和 50mV ( 对于 3.2V 至 3.6V ) ( 如果 BUCK_HI_RANGE = 1 )

#### 7.6.1.45 REG0x37\_BUCK\_CTRL0 寄存器 ( 偏移 = 37h ) [复位 = 20h]

图 7-63 展示了 REG0x37\_BUCK\_CTRL0 , 表 7-55 中对此进行了介绍。

返回到 [汇总表](#)。

降压控制 0

图 7-63. REG0x37\_BUCK\_CTRL0 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
RESERVED		BUCK_HI_RAN GE	BUCK_VRAMP_SPEED			RESERVED	
R-0h		R/W-1h			R/W-0h		

表 7-55. REG0x37\_BUCK\_CTRL0 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7-6	RESERVED	R	0h		保留

表 7-55. REG0x37\_BUCK\_CTRL0 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	注释	说明
5	BUCK_HI_RANGE	R/W	1h	复位方式： REG_RESET	降压 VOUT 阶跃 0b = 具有 12.5mV ( 0.4V 至 1.575V ) DVS 阶跃的降压 1b = 具有 25mV ( 0.4V 至 3.175V ) 和 50mV ( 3.2V 至 3.6V ) DVS 阶跃的降压
4-3	BUCK_VRAMP_SPEED	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	电压斜坡速度 00b = 瞬时 01b = 5mV/us 10b = 1mV/us 11b = 0.1mV/us
2-0	RESERVED	R	0h		保留

#### 7.6.1.46 REG0x38\_BUCK\_CTRL1 寄存器 (偏移 = 38h) [复位 = 0Xh]

图 7-64 展示了 REG0x38\_BUCK\_CTRL1，表 7-56 中对此进行了介绍。

返回到 [汇总表](#)。

降压控制 1

图 7-64. REG0x38\_BUCK\_CTRL1 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
	BUCK_EN_SET		RESERVED	BUCK_PG_EN	RESERVED	BUCK_PG	RESERVED
R/W-0h		R-0h	R/W-1h	R-0h	R-Xh	R-0h	

表 7-56. REG0x38\_BUCK\_CTRL1 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7-5	BUCK_EN_SET	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	降压启用设置 000b = 降压位于序列中，在 a 处启用/禁用 001b = 降压位于序列中，在 b 处启用/禁用 010b = 降压位于序列中，在 c 处启用/禁用 011b = 降压位于序列中，在 d 处启用/禁用 100b = 降压不位于序列中，禁用降压 101b = 降压不位于序列中，禁用降压 110b = 降压不位于序列中，降压由 GPIO3 控制 111b = 保留
4	RESERVED	R	0h		保留
3	BUCK_PG_EN	R/W	1h	复位方式： REG_RESET	启用降压电源正常功能 0b = 禁用降压电源正常功能 1b = 启用降压电源正常功能
2	RESERVED	R	0h		保留
1	BUCK_PG	R	X		降压电源正常 0b = 降压电源不正常 1b = 降压电源正常
0	RESERVED	R	0h		保留

### 7.6.1.47 REG0x39\_BUBO\_CTRL0 寄存器 ( 偏移 = 39h ) [复位 = 3Eh]

图 7-65 展示了 REG0x39\_BUBO\_CTRL0 , 表 7-57 中对此进行了介绍。

返回到[汇总表](#)。

降压/升压控制 0

图 7-65. REG0x39\_BUBO\_CTRL0 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
RESERVED	BUBO_VOUT_SET						
R-0h	R/W-3Eh						

表 7-57. REG0x39\_BUBO\_CTRL0 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	RESERVED	R	0h		保留
6-0	BUBO_VOUT_SET	R/W	3Eh	复位方式 : REG_RESET	降压/升压输出电压  POR : 4800mV (3Eh) 范围 : 1700mV-5200mV (0h-46h) 钳位至高电平 位步长 : 50mV 偏移 : 1700mV

### 7.6.1.48 REG0x3A\_BUBO\_CTRL1 寄存器 ( 偏移 = 3Ah ) [复位 = 4Xh]

图 7-66 展示了 REG0x3A\_BUBO\_CTRL1 , 表 7-58 中对此进行了介绍。

返回到[汇总表](#)。

降压/升压控制 1

图 7-66. REG0x3A\_BUBO\_CTRL1 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
BUBO_EN_SET		RESERVED	BUBO_PG_EN	RESERVED	BUBO_PG	BUBO_ILIMIT	
R/W-2h		R-0h	R/W-1h	R-0h	R-Xh	R/W-0h	

表 7-58. REG0x3A\_BUBO\_CTRL1 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7-5	BUBO_EN_SET	R/W	2h	复位方式 : REG_RESET	降压/升压启用设置  000b = 降压/升压位于序列中，在 a 处启用/禁用 001b = 降压/升压位于序列中，在 b 处启用/禁用 010b = 降压/升压位于序列中，在 c 处启用/禁用 011b = 降压/升压位于序列中，在 d 处启用/禁用 100b = 降压/升压不位于序列中，禁用降压/升压 101b = 降压/升压不位于序列中，禁用降压/升压 110b = 降压/升压不位于序列中，降压/升压由 GPIO2 控制 111b = 保留
4	RESERVED	R	0h		保留
3	BUBO_PG_EN	R/W	1h	复位方式 : REG_RESET	启用降压/升压电源正常功能  0b = 禁用降压/升压电源正常功能 1b = 启用降压/升压电源正常功能
2	RESERVED	R	0h		保留

表 7-58. REG0x3A\_BUBO\_CTRL1 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	注释	说明
1	BUBO_PG	R	X		降压/升压电源正常 0b = 降压/升压电源不正常 1b = 降压/升压电源正常
0	BUBO_ILIMIT	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	降压/升压输入电流限制 0b = 无限制 1b = 100mA

#### 7.6.1.49 REG0x3B\_LDO1\_CTRL0 寄存器 (偏移 = 3Bh) [复位 = 14h]

图 7-67 展示了 REG0x3B\_LDO1\_CTRL0，表 7-59 中对此进行了介绍。

返回到 [汇总表](#)。

LDO1 控制 0

图 7-67. REG0x3B\_LDO1\_CTRL0 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
RESERVED	LDO1_LDO_SWITCH_CONFIG				LDO1_VOUT_SET		
R-0h	R/W-0h				R/W-14h		

表 7-59. REG0x3B\_LDO1\_CTRL0 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	RESERVED	R	0h		保留
6	LDO1_LDO_SWITCH_CONFIG	R/W	0h		LDO1 LDO/旁路模式选择 0b = LDO 模式 1b = 旁路模式
5-0	LDO1_VOUT_SET	R/W	14h	复位方式： REG_RESET	LDO1 输出电压设置 POR : 1800mV (14h) 范围 : 800mV-3600mV (0h-38h) 钳位至高电平 位步长 : 50mV 偏移 : 800mV

#### 7.6.1.50 REG0x3C\_LDO1\_CTRL1 寄存器 (偏移 = 3Ch) [复位 = 2Xh]

图 7-68 展示了 REG0x3C\_LDO1\_CTRL1，表 7-60 中对此进行了介绍。

返回到 [汇总表](#)。

LDO1 控制 1

图 7-68. REG0x3C\_LDO1\_CTRL1 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
LDO1_EN_SET		RESERVED	LDO1_PG_EN	RESERVED	LDO1_PG	LDO1_SHIP_A_O	
R/W-1h		R-0h	R/W-1h	R-0h	R-Xh	R/W-0h	

表 7-60. REG0x3C\_LDO1\_CTRL1 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7-5	LDO1_EN_SET	R/W	1h	复位方式： REG_RESET	LDO1 启用设置  000b = LDO1 位于序列中，在 a 处启用/禁用 001b = LDO1 位于序列中，在 b 处启用/禁用 010b = LDO1 位于序列中，在 c 处启用/禁用 011b = LDO1 位于序列中，在 d 处启用/禁用 100b = LDO1 不位于序列中，禁用 LDO1 101b = LDO1 不位于序列中，禁用 LDO1 110b = LDO1 不位于序列中，LDO1 由 GPIO4 控制 111b = LDO1 始终开启
4	RESERVED	R	0h		保留
3	LDO1_PG_EN	R/W	1h	复位方式： REG_RESET	启用 LDO1 电源正常功能  0b = 禁用 LDO1 电源正常功能 1b = 启用 LDO1 电源正常功能
2	RESERVED	R	0h		保留
1	LDO1_PG	R	X		LDO1 电源正常  0b = LDO1 电源不正常 1b = LDO1 电源正常
0	LDO1_SHIP_AO	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	LDO1 开启运输模式或运输模式下的 LDO1 开启/关闭  0b = LDO1 按断电顺序断电，以常开模式进入运输模式 1b = LDO1 不按断电顺序断电，以常开模式进入 LDO1 开启运输模式

### 7.6.1.51 REG0x3D\_LDO2\_CTRL0 寄存器 ( 偏移 = 3Dh ) [复位 = 32h]

图 7-69 展示了 REG0x3D\_LDO2\_CTRL0，表 7-61 中对此进行了介绍。

[返回到汇总表。](#)

LDO2 控制 0

图 7-69. REG0x3D\_LDO2\_CTRL0 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
RESERVED	LDO2_LDO_SWITC_H_CONFIG				LDO2_VOUT_SET		
R-0h	R/W-0h				R/W-32h		

表 7-61. REG0x3D\_LDO2\_CTRL0 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	RESERVED	R	0h		保留
6	LDO2_LDO_SWITC_H_CONFIG	R/W	0h		LDO2 LDO/旁路模式选择  0b = LDO 模式 1b = 旁路模式
5-0	LDO2_VOUT_SET	R/W	32h	复位方式： REG_RESET	LDO2 输出电压设置  POR : 3300mV (32h) 范围 : 800mV-3600mV (0h-38h) 钳位至高电平 位步长 : 50mV 偏移 : 800mV

### 7.6.1.52 REG0x3E\_LDO2\_CTRL1 寄存器 ( 偏移 = 3Eh ) [复位 = 8Xh]

图 7-70 展示了 REG0x3E\_LDO2\_CTRL1，表 7-62 中对此进行了介绍。

[返回到汇总表。](#)

LDO2 控制 1

图 7-70. REG0x3E\_LDO2\_CTRL1 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
				RESERVED	LDO2_PG_EN	RESERVED	LDO2_PG
R/W-4h			R-0h	R/W-1h	R-0h	R-Xh	R-0h

表 7-62. REG0x3E\_LDO2\_CTRL1 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7-5	LDO2_EN_SET	R/W	4h	复位方式： REG_RESET	LDO2 启用设置 000b = LDO2 位于序列中，在 a 处启用/禁用 001b = LDO2 位于序列中，在 b 处启用/禁用 010b = LDO2 位于序列中，在 c 处启用/禁用 011b = LDO2 位于序列中，在 d 处启用/禁用 100b = LDO2 不位于序列中，禁用 LDO2 101b = LDO2 不位于序列中，禁用 LDO2 110b = LDO2 不位于序列中，LDO2 由 GPIO1 控制 111b = LDO2 始终开启
4	RESERVED	R	0h		保留
3	LDO2_PG_EN	R/W	1h	复位方式： REG_RESET	启用 LDO2 电源正常功能 0b = 禁用 LDO2 电源正常功能 1b = 启用 LDO2 电源正常功能
2	RESERVED	R	0h		保留
1	LDO2_PG	R	X		LDO2 电源正常 0b = LDO2 电源不正常 1b = LDO2 电源正常
0	RESERVED	R	0h		保留

### 7.6.1.53 REG0x3F\_NTC\_CTRL 寄存器 ( 偏移 = 3Fh ) [复位 = A0h]

图 7-71 展示了 REG0x3F\_NTC\_CTRL，表 7-63 中对此进行了介绍。

[返回到汇总表。](#)

NTC 控制

图 7-71. REG0x3F\_NTC\_CTRL 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
TS_ACTION_EN	TS_FAULT_BA_T_EN	TS_FAULT_VIN_EN	TS_ICHG	TS_VREG	TSHUT_LOCK_OUT_EN	RESERVED	
R/W-1h	R/W-0h	R/W-1h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R-0h	

表 7-63. REG0x3F\_NTC\_CTRL 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7	TS_ACTION_EN	R/W	1h	复位方式： REG_RESET 看门狗	TS 操作启用 0b = 禁用 TS 操作 1b = 启用 TS 操作

表 7-63. REG0x3F\_NTC\_CTRL 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	注释	说明
6	TS_FAULT_BAT_EN	R/W	0h	复位方式： REG_RESET 看门狗	仅电池模式下的 TS 故障监控启用 0b = 禁用 TS 故障监控 1b = 启用 TS 故障监控并遵循 ADC_RATE
5	TS_FAULT_VIN_EN	R/W	1h	复位方式： REG_RESET 看门狗	适配器模式下的 TS 故障监控启用 0b = 禁用 TS 故障监控 1b = 以 30ms 速率启用 TS 故障监控
4	TS_ICHG	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	由 TS 功能降低时的快速充电电流 0b = 0.5 x ICHG 1b = 0.2 x ICHG
3	TS_VREG	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	温期间降低的目标电池电压 0b = VBATREG - 100mV 1b = VBATREG - 200mV
2	TSHUT_LOCKOUT_EN	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	重试后将器件锁定在 TSHUT 保护状态 0b = 不将器件锁定在 TSHUT 保护状态 1b = 将器件锁定在 TSHUT 保护状态
1-0	RESERVED	R	0h		保留

#### 7.6.1.54 REG0x40\_GPIO1\_CTRL 寄存器 (偏移 = 40h) [复位 = 00h]

图 7-72 展示了 REG0x40\_GPIO1\_CTRL，表 7-64 中对此进行了介绍。

返回到 [汇总表](#)。

GPIO1 控制

图 7-72. REG0x40\_GPIO1\_CTRL 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
GPIO1_CONFIG				RESERVED			
R/W-0h				R-0h			

表 7-64. REG0x40\_GPIO1\_CTRL 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7-4	GPIO1_CONFIG	R/W	0h	复位方式： REG_RESET	GPIO1 配置 0000b = GPIO1 强制处于开漏高电平 0001b = GPIO1 强制处于低电平 0010b = GPIO1 被配置为抗尖峰脉冲电平转换 /MR 0011b = GPIO1 强制处于推挽高电平 0100b = GPIO1 用作 a 处的序列发生器输出 ( 推挽 ) 0101b = GPIO1 用作 b 处的序列发生器输出 ( 推挽 ) 0110b = GPIO1 用作 c 处的序列发生器输出 ( 推挽 ) 0111b = GPIO1 用作 d 处的序列发生器输出 ( 推挽 ) 1000b = GPIO1 处于电平敏感输入模式 1001b = 保留 1010b = GPIO1 处于正边沿触发输入模式 1011b = GPIO1 处于负边沿触发输入模式 1100b = 保留 1101b = 保留 1110b = 保留 1111b = 保留
3-0	RESERVED	R	0h		保留

### 7.6.1.55 REG0x41\_GPIO2\_CTRL 寄存器 ( 偏移 = 41h ) [复位 = 00h]

图 7-73 展示了 REG0x41\_GPIO2\_CTRL , 表 7-65 中对此进行了介绍。

[返回到汇总表。](#)

GPIO2 控制

图 7-73. REG0x41\_GPIO2\_CTRL 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
GPIO2_CONFIG				RESERVED			
R/W-0h				R-0h			

表 7-65. REG0x41\_GPIO2\_CTRL 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7-4	GPIO2_CONFIG	R/W	0h	复位方式 : REG_RESET	GPIO2 配置 0000b = GPIO2 强制处于开漏高电平 0001b = GPIO2 强制处于低电平 0010b = GPIO2 被配置为序列 PG 引脚 ( 推挽 ) 0011b = GPIO2 强制处于推挽高电平 0100b = GPIO2 用作 a 处的序列发生器输出 ( 推挽 ) 0101b = GPIO2 用作 b 处的序列发生器输出 ( 推挽 ) 0110b = GPIO2 用作 c 处的序列发生器输出 ( 推挽 ) 0111b = GPIO2 用作 d 处的序列发生器输出 ( 推挽 ) 1000b = GPIO2 处于电平敏感输入模式 1001b = 保留 1010b = GPIO2 处于正边沿触发输入模式 1011b = GPIO2 处于负边沿触发输入模式 1100b = 保留 1101b = 保留 1110b = 保留 1111b = 保留
3-0	RESERVED	R	0h		保留

### 7.6.1.56 REG0x42\_GPIO3\_CTRL 寄存器 ( 偏移 = 42h ) [复位 = 20h]

图 7-74 展示了 REG0x42\_GPIO3\_CTRL , 表 7-66 中对此进行了介绍。

[返回到汇总表。](#)

GPIO3 控制

图 7-74. REG0x42\_GPIO3\_CTRL 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
GPIO3_CONFIG				RESERVED			
R/W-2h				R-0h			

表 7-66. REG0x42\_GPIO3\_CTRL 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7-4	GPIO3_CONFIG	R/W	2h	复位方式： REG_RESET	GPIO3 配置 0000b = GPIO3 强制处于开漏高电平 0001b = GPIO3 强制处于低电平 0010b = 降压 DVS 由 GPIO3 控制 0011b = GPIO3 强制处于推挽高电平 0100b = GPIO3 用作 a 处的序列发生器输出 ( 推挽 ) 0101b = GPIO3 用作 b 处的序列发生器输出 ( 推挽 ) 0110b = GPIO3 用作 c 处的序列发生器输出 ( 推挽 ) 0111b = GPIO3 用作 d 处的序列发生器输出 ( 推挽 ) 1000b = GPIO3 处于电平敏感输入模式 1001b = 保留 1010b = GPIO3 处于正边沿触发输入模式 1011b = GPIO3 处于负边沿触发输入模式 1100b = 保留 1101b = 保留 1110b = 保留 1111b = 保留
3-0	RESERVED	R	0h		保留

### 7.6.1.57 REG0x43\_GPIO4\_CTRL 寄存器 ( 偏移 = 43h ) [复位 = 20h]

图 7-75 展示了 REG0x43\_GPIO4\_CTRL , 表 7-67 中对此进行了介绍。

返回到[汇总表](#)。

GPIO4 控制

图 7-75. REG0x43\_GPIO4\_CTRL 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
GPIO4_CONFIG				RESERVED			
R/W-2h				R-0h			

表 7-67. REG0x43\_GPIO4\_CTRL 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	注释	说明
7-4	GPIO4_CONFIG	R/W	2h	复位方式 : REG_RESET	GPIO4 配置 0000b = GPIO4 强制处于开漏高电平 0001b = GPIO4 强制处于低电平 0010b = GPIO4 用作 VSEL2 引脚 ( 仅当 LDO1_EN_SET != 110 且 GPIO3_CONFIG = 0010 时有效 ) 0011b = GPIO4 强制处于推挽高电平 0100b = GPIO4 用作 a 处的序列发生器输出 ( 推挽 ) 0101b = GPIO4 用作 b 处的序列发生器输出 ( 推挽 ) 0110b = GPIO4 用作 c 处的序列发生器输出 ( 推挽 ) 0111b = GPIO4 用作 d 处的序列发生器输出 ( 推挽 ) 1000b = GPIO4 处于电平敏感输入模式 1001b = 保留 1010b = GPIO4 处于正边沿触发输入模式 1011b = GPIO4 处于负边沿触发输入模式 1100b = GPIO4 处于 20% 占空比拉低 PWM 模式 ( 开漏 ) 1101b = GPIO4 处于 40% 占空比拉低 PWM 模式 ( 开漏 ) 1110b = GPIO4 处于 60% 占空比拉低 PWM 模式 ( 开漏 ) 1111b = 处于 80% 占空比拉低 PWM 模式 ( 开漏 )
3-0	RESERVED	R	0h		保留

#### 7.6.1.58 REG0x44\_PART\_INFORMATION 寄存器 ( 偏移 = 44h ) [复位 = 01h]

图 7-76 展示了 REG0x44\_PART\_INFORMATION , 表 7-68 中对此进行了介绍。

[返回到汇总表。](#)

器件信息

图 7-76. REG0x44\_PART\_INFORMATION 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
DEVICE_ID			RESERVED		DEV_REV		
R-0h			R-0h		R-1h		

表 7-68. REG0x44\_PART\_INFORMATION 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7-4	DEVICE_ID	R	0h	器件型号
3	RESERVED	R	0h	保留
2-0	DEV_REV	R	1h	器件修订版本

## 8 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。

### 8.1 应用信息

典型应用包括配置为 I<sup>2</sup>C 控制型单节锂离子电池充电器的器件以及电源路径管理器件，这些器件适用于健身追踪器和其他便携式设备等电池应用。该器件在系统和电池之间集成了输入反向阻断 FET (Q1)、LDO 转换器 FET (Q2) 和 BATFET (Q3)。该器件还集成了一个降压轨、一个降压/升压轨、两个为其他系统负载供电的 LDO。

系统设计人员可将 **MR** 引脚输入连接到按钮，以便在按下按钮时向主机发送中断，或允许用户重置系统。

### 8.2 典型应用

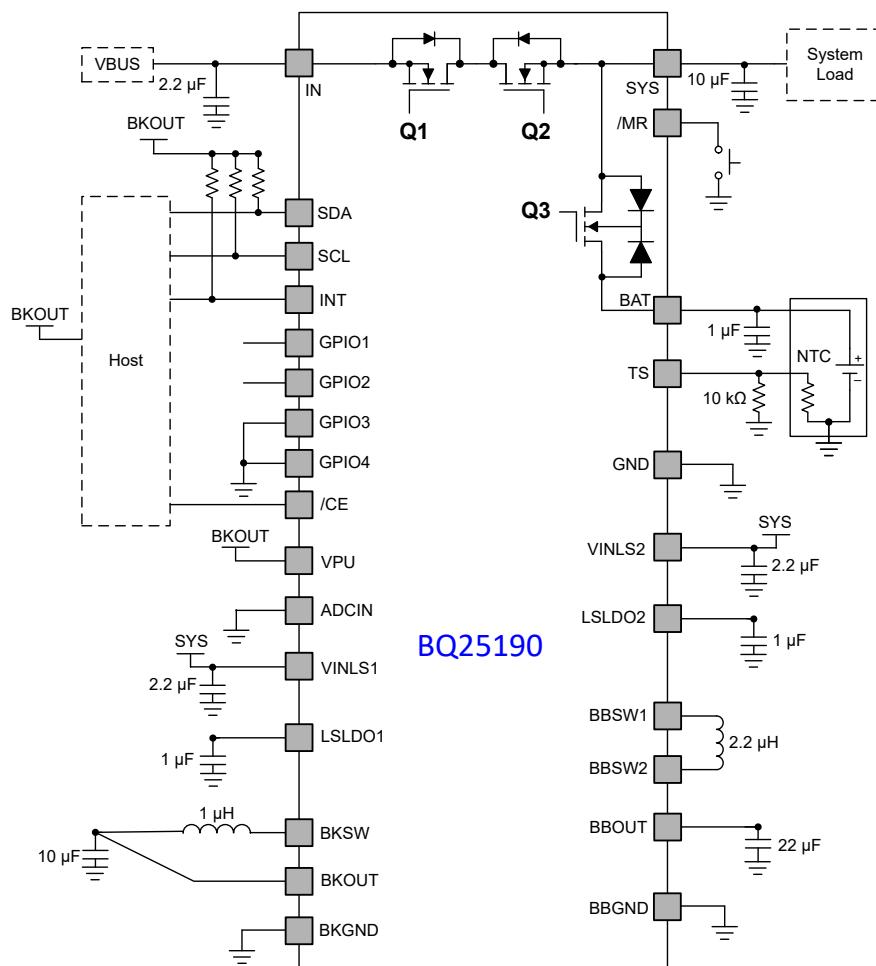


图 8-1. BQ25190 典型应用图

#### 8.2.1 设计要求

表 8-1. 设计要求

参数	值
输入电源电压	5V

表 8-1. 设计要求 (续)

参数	值
系统稳压电压	4.5V
电池稳压电压	4.2V
降压输出电压	1.8V
降压/升压输出电压	4.8V
LDO1 输出电压	1.8V
LDO2 输出电压	3.3V

## 8.2.2 详细设计过程

### 8.2.2.1 输入电容器选型

输入电容器优先使用低 ESR X5R 或 X7R 陶瓷电容器，从而最大限度地减小电池或适配器的瞬态电流。

对于集成充电器， $2.2\mu\text{F}$  输入去耦电容器 ( $C_{\text{IN}}$ ) 通常用于  $5\text{V } V_{\text{IN}}$ 。降额后，有效电容至少需要为  $1\mu\text{F}$ 。

对于集成降压轨，通常使用一个  $4.7\mu\text{F}$  输入去耦电容器 ( $C_{\text{SYS\_A5}}$ )。

对于集成降压/升压轨，通常使用一个  $10\mu\text{F}$  输入去耦电容器 ( $C_{\text{SYS\_F5}}$ )。

对于集成 LDO 电源轨，通常使用一个  $2.2\mu\text{F}$  输入去耦电容器 ( $C_{\text{VINLS1}}/C_{\text{VINLS2}}$ )。

### 8.2.2.2 输出电容器选型

低 ESR X5R 或 X7R 陶瓷电容器是输出电容器的首选，用于优化内部补偿环路稳定性或集成降压或降压/升压电源轨的输出电压纹波。

对于集成充电器，通常使用一个  $10\mu\text{F}$  输出电容器 ( $C_{\text{SYS\_D5}}$ )。降额后，所有  $\text{SYS}$  引脚上的总有效电容需要高于  $1\mu\text{F}$  但小于  $100\mu\text{F}$ 。

对于集成降压电源轨，通常使用一个  $10\mu\text{F}$  输出电容器 ( $C_{\text{BKOUT}}$ )。降额后，有效电容需要至少为  $4\mu\text{F}$  但小于  $25\mu\text{F}$ 。

对于集成降压/升压轨，通常使用一个  $22\mu\text{F}$  输出电容器 ( $C_{\text{BKOUT}}$ )。降额后，有效电容至少需要为  $5\mu\text{F}$ 。

对于集成 LDO 电源轨，通常使用一个  $1\mu\text{F}$  输出电容器 ( $C_{\text{LSLDO1}}/C_{\text{LSLDO2}}$ )。降额后，有效电容需要至少为  $0.5\mu\text{F}$  但小于  $22\mu\text{F}$ 。

### 8.2.2.3 电感器选型

针对降压轨和降压/升压轨的电感器选择主要是在尺寸和效率之间进行权衡，因为较大尺寸的电感器通常具有较低的直流电阻，因此效率更高。此外，还建议选择饱和电流比应用中最高负载条件下的峰值电感电流至少高 20% 的电感器。

对于集成式降压轨，建议使用  $1\mu\text{H}$  电感器。

对于集成式降压/升压轨，建议使用  $2.2\mu\text{H}$  电感器。

### 8.2.2.4 推荐的无源器件

表 8-2 显示了适用于典型应用电路的建议元件列表。

表 8-2. 适用于典型应用电路的建议元件

基准	说明	值	尺寸代码
$C_{\text{IN}}$	陶瓷电容器 C1005X5R1V225K050BC	$2.2\mu\text{F}$	0402
$C_{\text{SYS\_D5}}$	陶瓷电容器 GRM155R61A106ME11	$10\mu\text{F}$	0402

表 8-2. 适用于典型应用电路的建议元件 (续)

基准	说明	值	尺寸代码
$C_{BAT}$	陶瓷电容器 EMK105BJ105KVHF	$1\mu F$	0402
$C_{VINLS1}$	陶瓷电容器 GRM155R60J225ME15D	$2.2\mu F$	0402
$C_{LSLDO1}$	陶瓷电容器 GRM155R61C105MA12D	$1\mu F$	0402
$C_{VINLS2}$	陶瓷电容器 GRM155R60J225ME15D	$2.2\mu F$	0402
$C_{LSLDO2}$	陶瓷电容器 GRM155R61C105MA12D	$1\mu F$	0402
$C_{SYS\_A5}$	陶瓷电容器 GRM155R60J475ME47D	$4.7\mu F$	0402
$L_{BK}$	电感器 DFE201610E-1R0M	$1\mu H$	0806
$C_{BKOUT}$	陶瓷电容器 GRM155R60J106ME15D	$10\mu F$	0402
$C_{SYS\_F5}$	陶瓷电容器 GRM155R61A106ME11	$10\mu F$	0402
$L_{BB}$	电感器 DFE201610E-2R2M	$2.2\mu H$	0806
$C_{BBOUT}$	陶瓷电容器 GRM188R60J226MEA0D	$22\mu F$	0603

### 8.2.3 应用性能曲线图

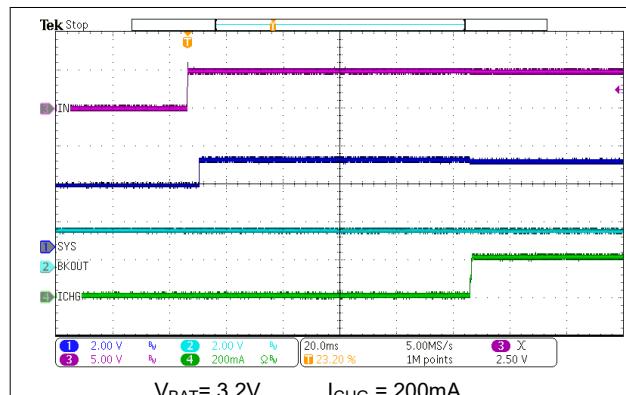


图 8-2. 启用充电时的适配器插入

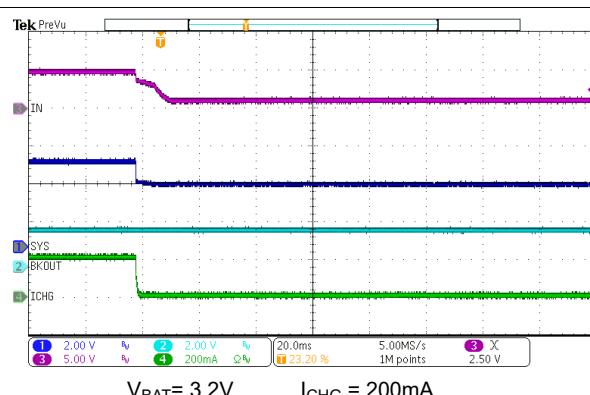


图 8-3. 启用充电时的适配器拔出

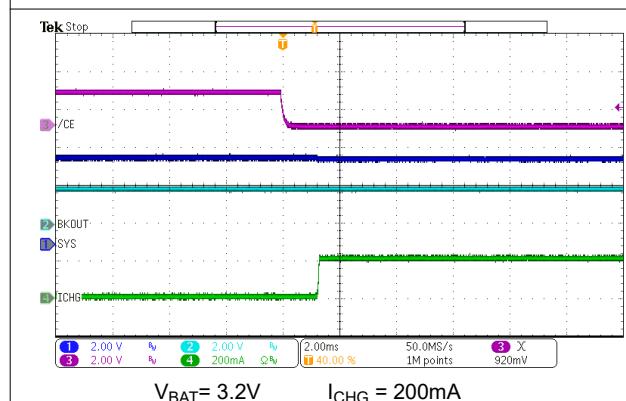


图 8-4. 充电启用

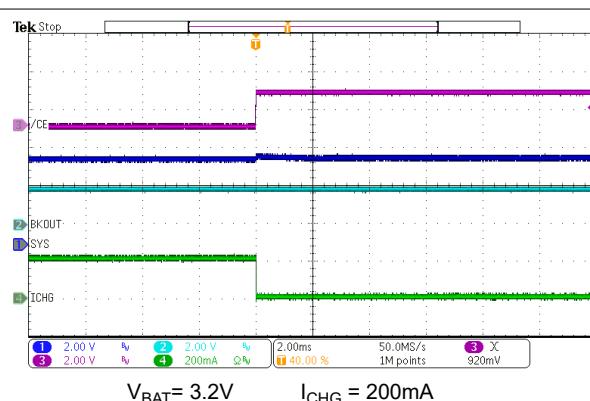


图 8-5. 充电禁用

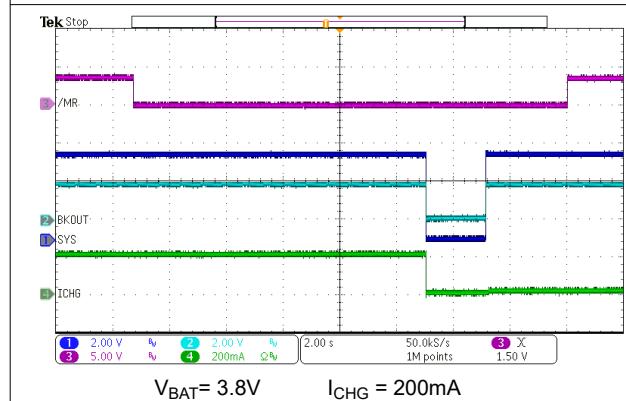


图 8-6. 通过按钮 ( $\overline{MR}$ ) 按压实现硬件复位 ( 带适配器 )

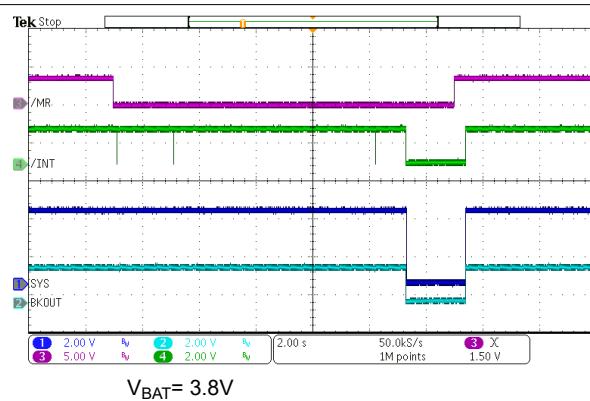


图 8-7. 通过按钮 ( $\overline{MR}$ ) 按压实现硬件复位 ( 不带适配器 )

### 8.2.3 应用性能曲线图 (续)

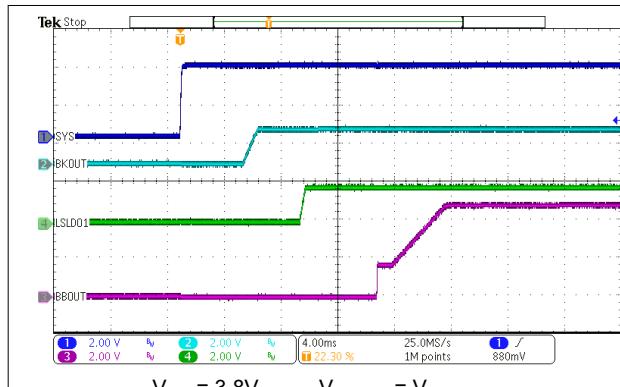


图 8-8. 运输模式退出期间的上电序列

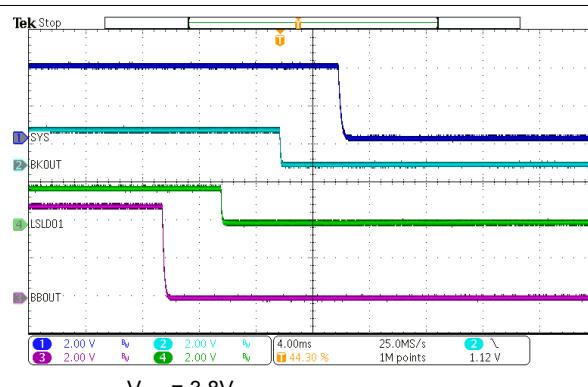


图 8-9. 运输模式进入期间的断电序列 (默认设置)

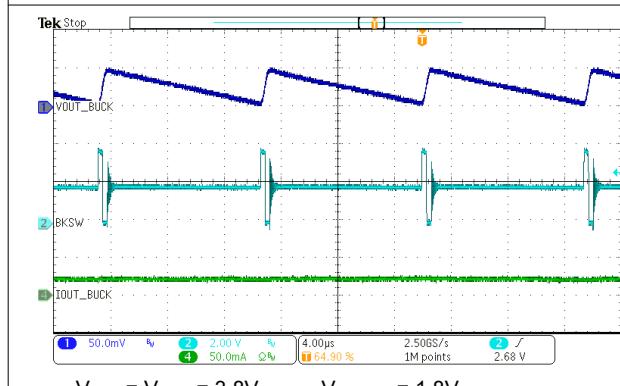


图 8-10. 降压典型操作 (降压负载 = 20mA)

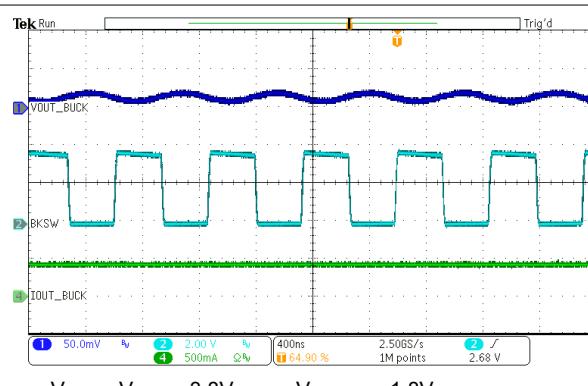


图 8-11. 降压典型操作 (降压负载 = 400mA)

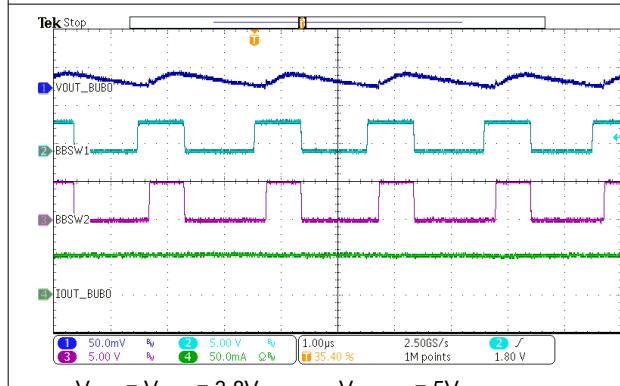


图 8-12. 降压/升压典型操作 (降压/升压负载 = 50mA)

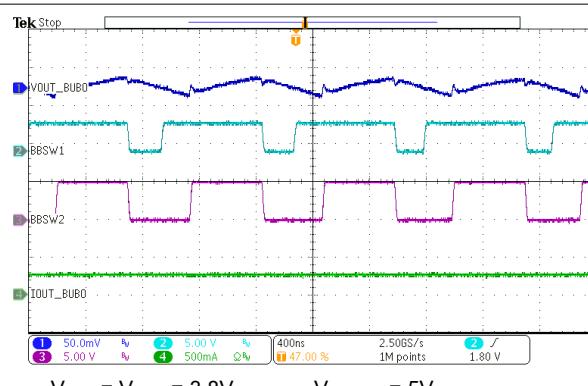
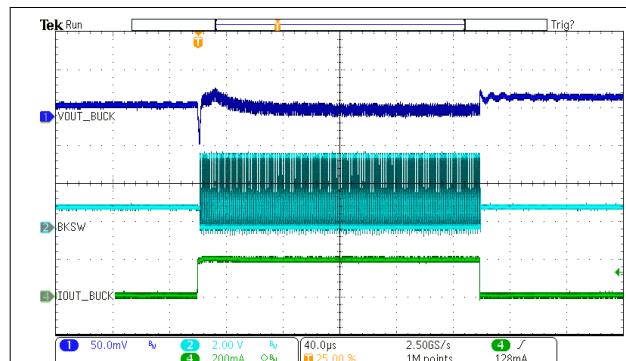


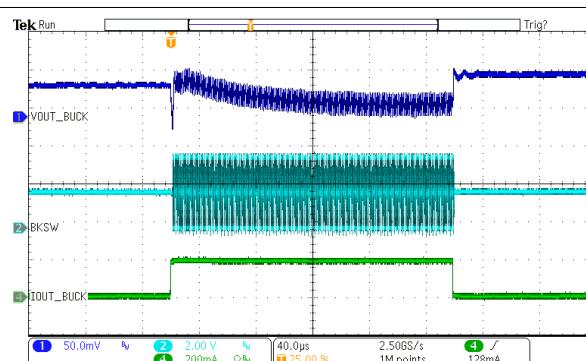
图 8-13. 降压/升压典型操作 (降压/升压负载 = 250mA)

### 8.2.3 应用性能曲线图 (续)



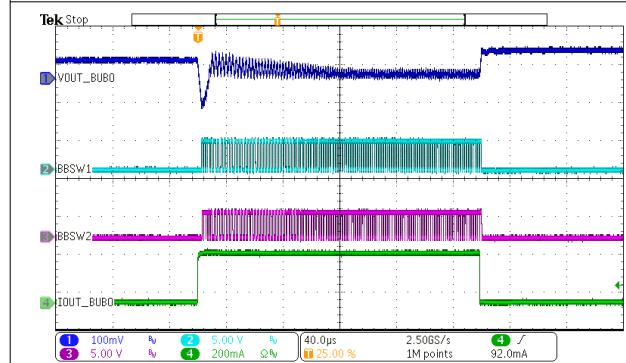
$V_{BAT} = V_{SYS} = 3.8V$        $V_{BKOUT} = 1V$

图 8-14. 降压负载瞬态 (降压负载 = 0 至 200mA )



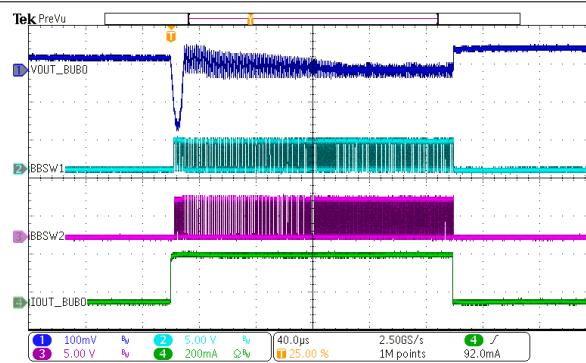
$V_{BAT} = V_{SYS} = 3.8V$        $V_{BKOUT} = 1.8V$

图 8-15. 降压负载瞬态 (降压负载 = 0 至 200mA )



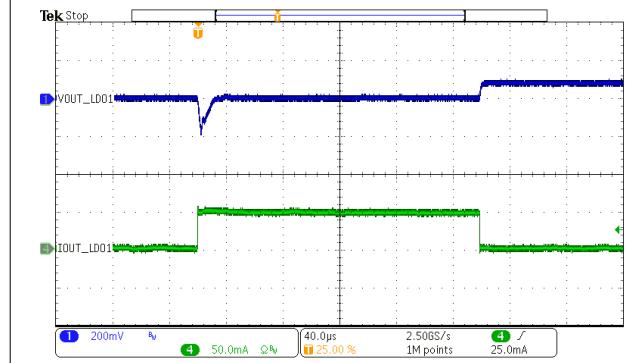
$V_{BAT} = V_{SYS} = 3.8V$        $V_{BBOUT} = 3.3V$

图 8-16. 降压/升压负载瞬态 (降压/升压负载 = 0 至 250mA )



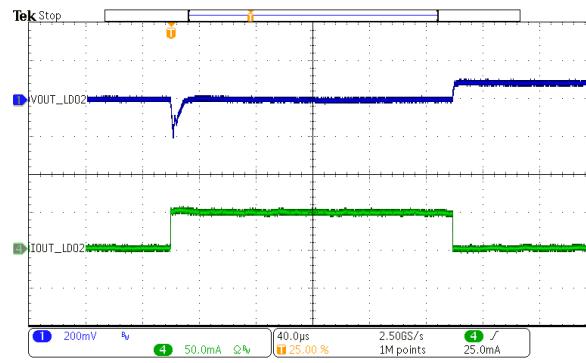
$V_{BAT} = V_{SYS} = 3.8V$        $V_{BBOUT} = 5V$

图 8-17. 降压/升压负载瞬态 (降压/升压负载 = 0 至 250mA )



$V_{BAT} = V_{SYS} =$   
 $V_{VINLS1} = 3.8V$

图 8-18. LDO1 负载瞬态 (LDO1 负载 = 0 至 50mA )



$V_{BAT} = V_{SYS} =$   
 $V_{VINLS2} = 3.8V$

图 8-19. LDO2 负载瞬态 (LDO2 负载 = 0 至 50mA )

### 8.2.3 应用性能曲线图 (续)

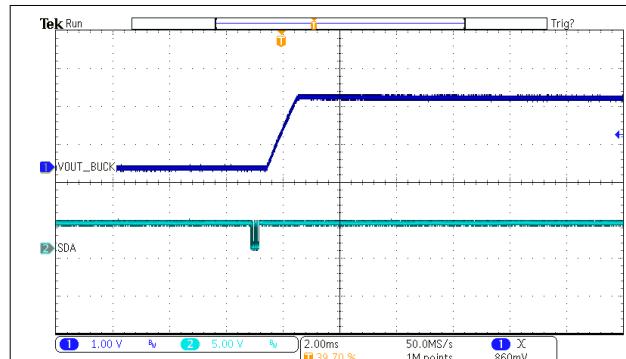


图 8-20. 降压启用 (空载)

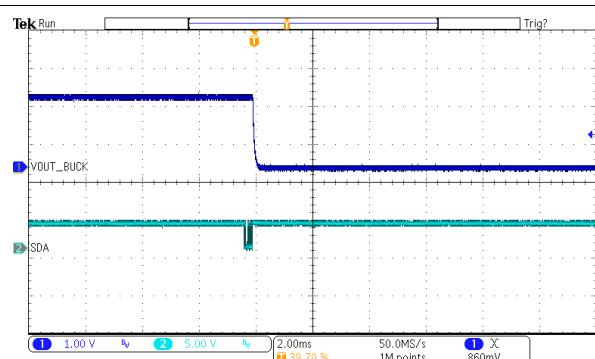


图 8-21. 降压禁用 (空载)

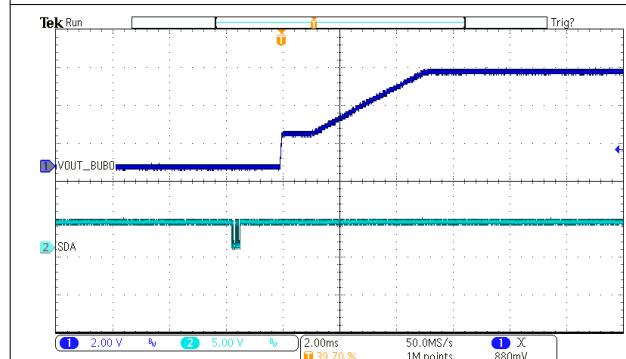


图 8-22. 降压/升压启用 (空载)

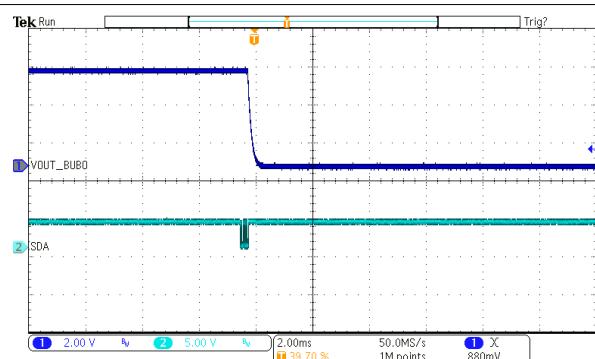


图 8-23. 降压/升压禁用 (空载)

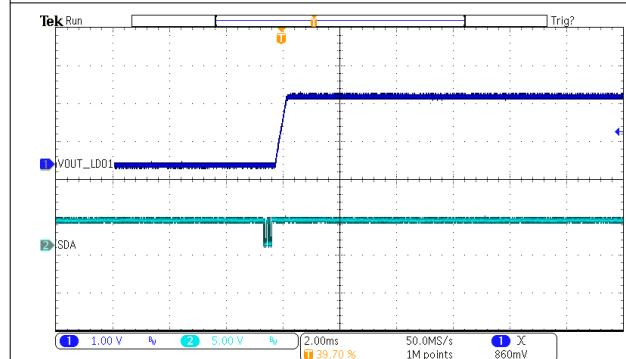


图 8-24. LDO1 启用 (空载)

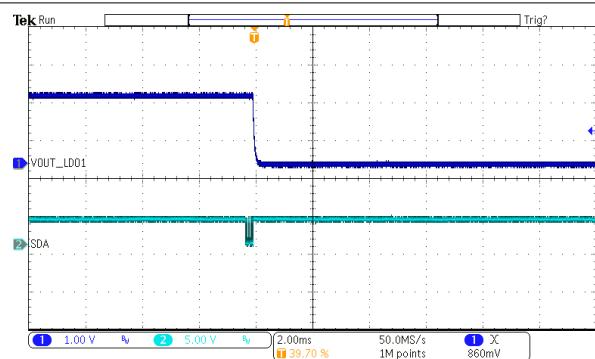
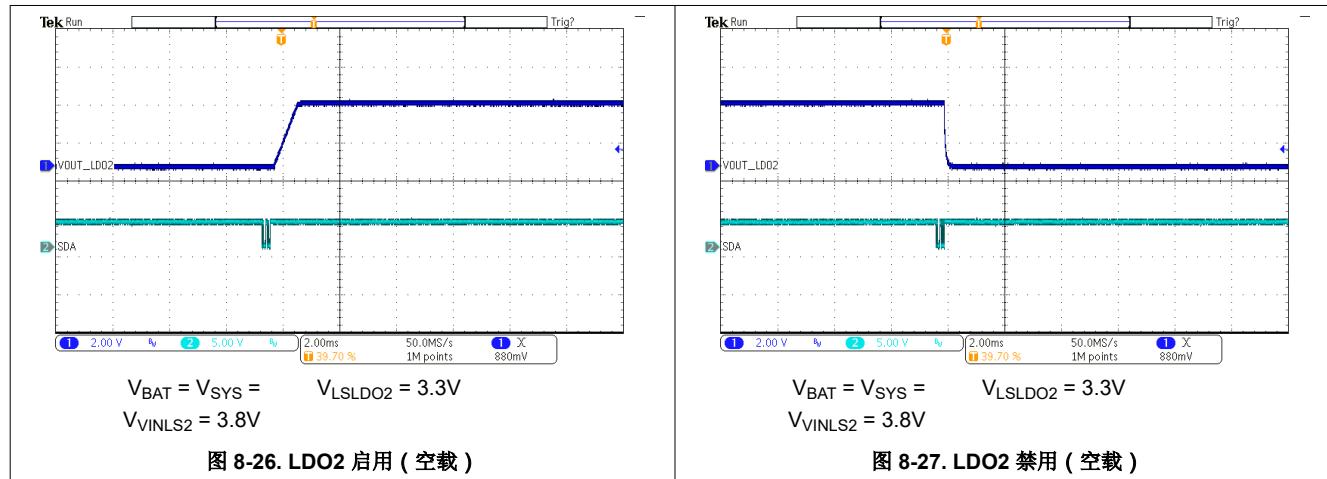


图 8-25. LDO1 禁用 (空载)

### 8.2.3 应用性能曲线图 (续)



## 9 电源相关建议

为了在 **SYS** 上提供输出电压，该器件需要连接到 **IN** 的输入电源（介于 3V 和 18V 之间）或连接到 **BAT** 且电压大于  $V_{BATDEPLZ}$  的单节锂电池。

## 10 布局

### 10.1 布局指南

建议遵循以下 PCB 布局设计指南：

- 将 VIN 至 GND、SYS (A5) 至 GND 以及 SYS (F5) 至 GND 的输入去耦电容器靠近 IC 放置，并使用宽而短的布线。需要 SYS (A5) 至 GND 以及 SYS (F5) 至 GND 的输入去耦电容器。
- 将 BBOUT 至 GND、SYS 至 GND、BAT 至 GND、LSLDO1 至 GND 以及 LSLDO2 至 GND 的输出电容器靠近 IC 放置，并使用宽而短的布线。
- 所有 SYS 引脚都必须使用宽布线进行连接，以实现牢固连接。
- 第 2 层应为接地层，以便与所有 GND 连接的过孔进行牢固接地连接，尤其是对于 BKGND、BBGND 以及所有输入/输出电容器的 GND 连接。避免进行可能会影响或切割接地平面的布线。
- 从降压输出电容器到 BKOUT 的降压输出电压反馈应使用无电流的独立布线来实现。该反馈线路是一条敏感的高阻抗线路，应远离噪声大的元件和布线（例如降压和降压/升压的开关节点）或其他噪声源。
- 为避免在这些布线中产生较大的压降，电源（大电流）路径布线的尺寸必须适合最大充电电流。

## 10.2 布局示例

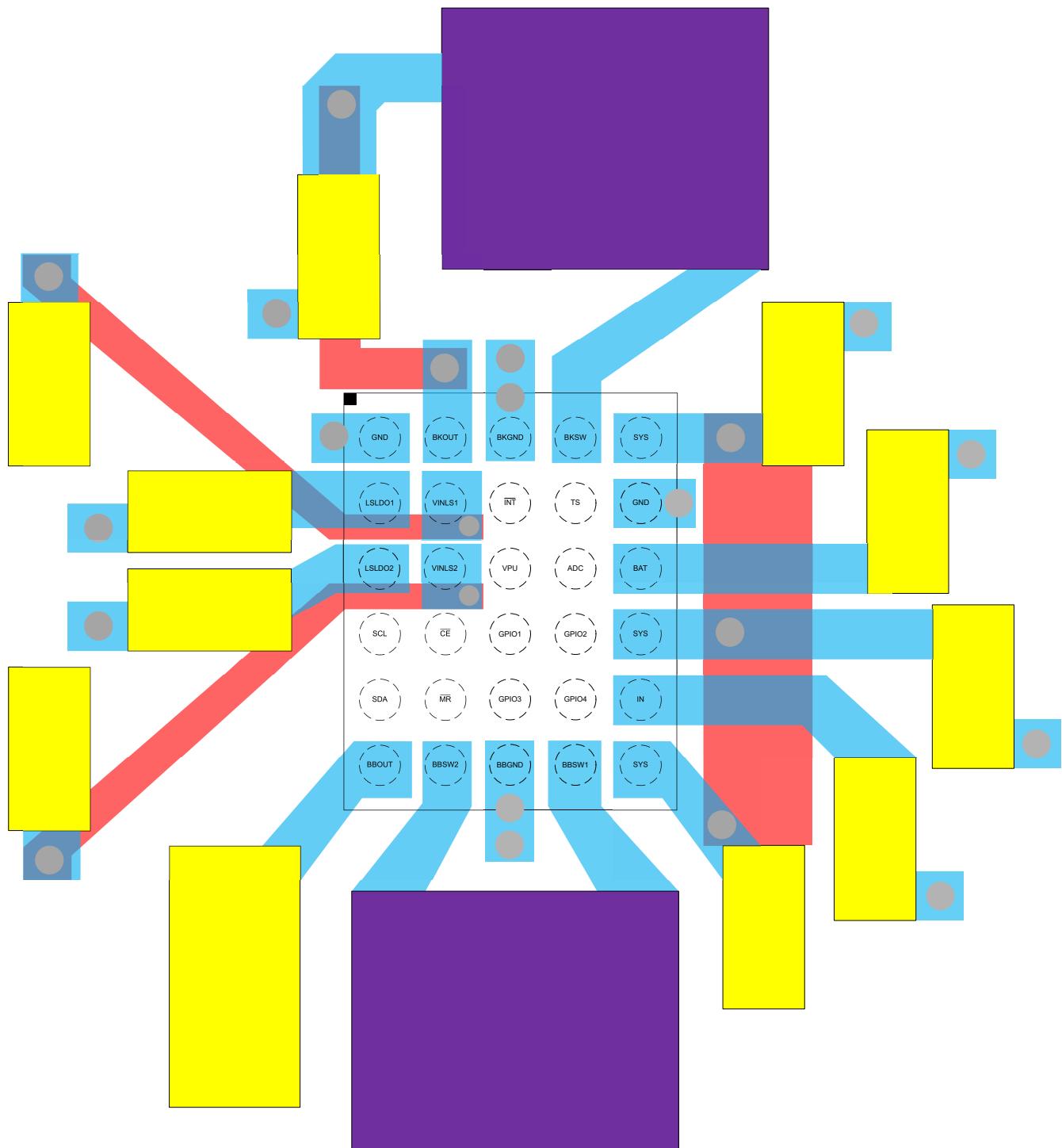


图 10-1. 布局示例 (顶视图)

## 11 器件和文档支持

TI 提供广泛的开发工具。下面列出了用于评估器件性能、生成代码和开发解决方案的工具和软件。

### 11.1 第三方产品免责声明

TI 发布的与第三方产品或服务有关的信息，不能构成与此类产品或服务或保修的适用性有关的认可，不能构成此类产品或服务单独或与任何 TI 产品或服务一起的表示或认可。

### 11.2 接收文档更新通知

要接收文档更新通知，请导航至 [ti.com](#) 上的器件产品文件夹。点击 [通知](#) 进行注册，即可每周接收产品信息更改摘要。有关更改的详细信息，请查看任何已修订文档中包含的修订历史记录。

### 11.3 支持资源

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

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

### 11.4 商标

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

### 11.5 静电放电警告

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

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

## 11.6 术语表

[TI 术语表](#) 本术语表列出并解释了术语、首字母缩略词和定义。

## 12 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision * (October 2024) to Revision A (December 2024)	Page
• 删除 tSLEEP_DGL (进入睡眠模式的抗尖峰脉冲时间).....	15
• 删除 tBATDEPL (由于 BATDEPL 而打开 BATFET 的抗尖峰脉冲时间).....	15

## 13 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)
BQ25190YBGR	Active	Production	DSBGA (YBG)   30	3000   LARGE T&R	Yes	SNAGCU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	BQ25190
BQ25190YBGR.A	Active	Production	DSBGA (YBG)   30	3000   LARGE T&R	Yes	SNAGCU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	BQ25190

<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.

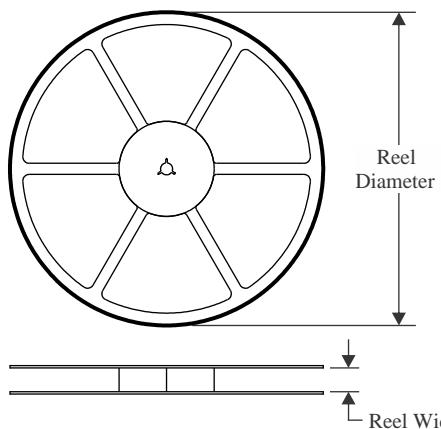
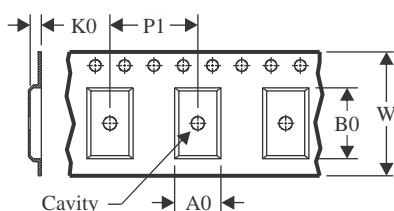
<sup>(5)</sup> **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature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

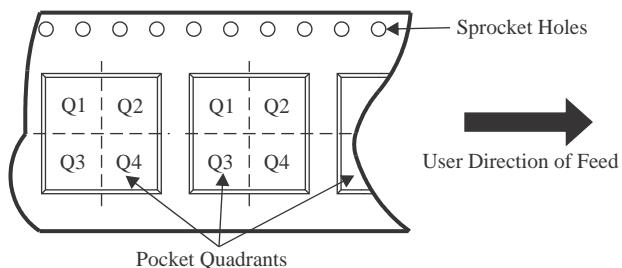
Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

**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.

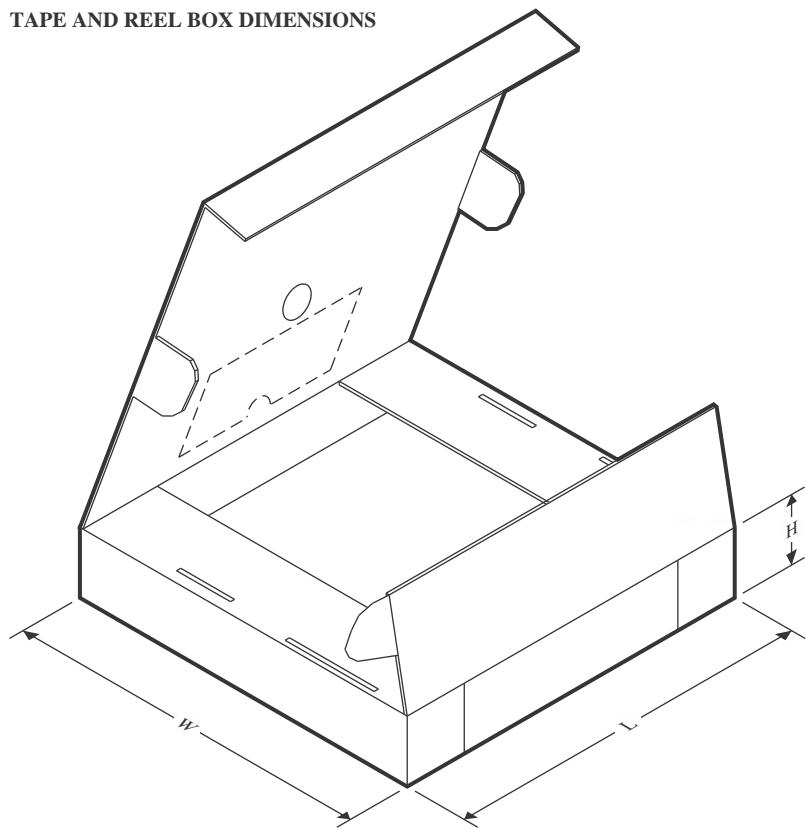
**TAPE AND REEL INFORMATION**
**REEL DIMENSIONS**

**TAPE DIMENSIONS**


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

**QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE**


\*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
BQ25190YBGR	DSBGA	YBG	30	3000	330.0	12.4	2.42	2.92	0.65	4.0	12.0	Q1

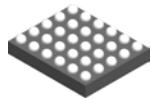
**TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS**


\*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
BQ25190YBGR	DSBGA	YBG	30	3000	367.0	367.0	35.0

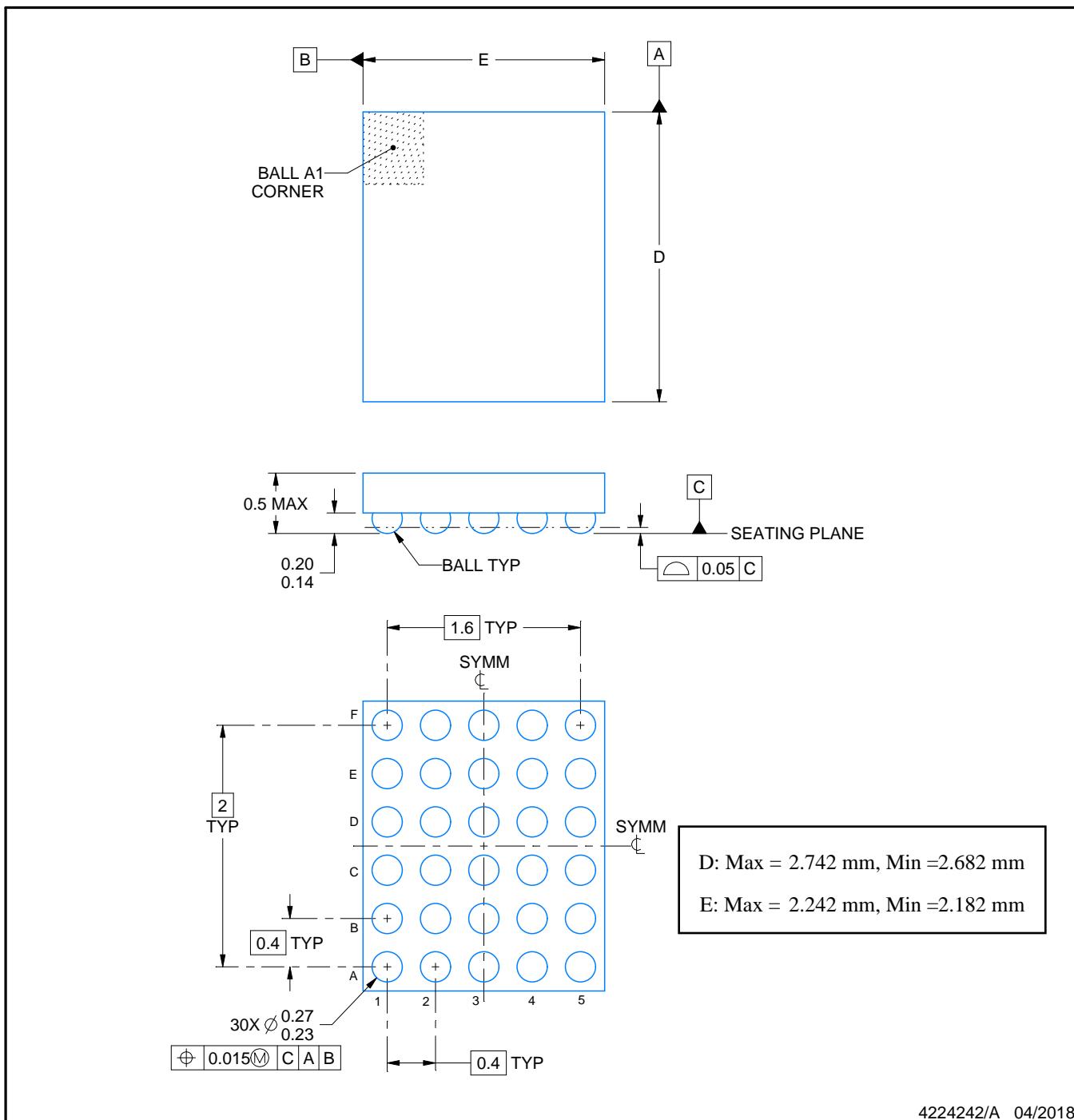
# PACKAGE OUTLINE

**YBG0030**



**DSBGA - 0.5 mm max height**

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



4224242/A 04/2018

**NOTES:**

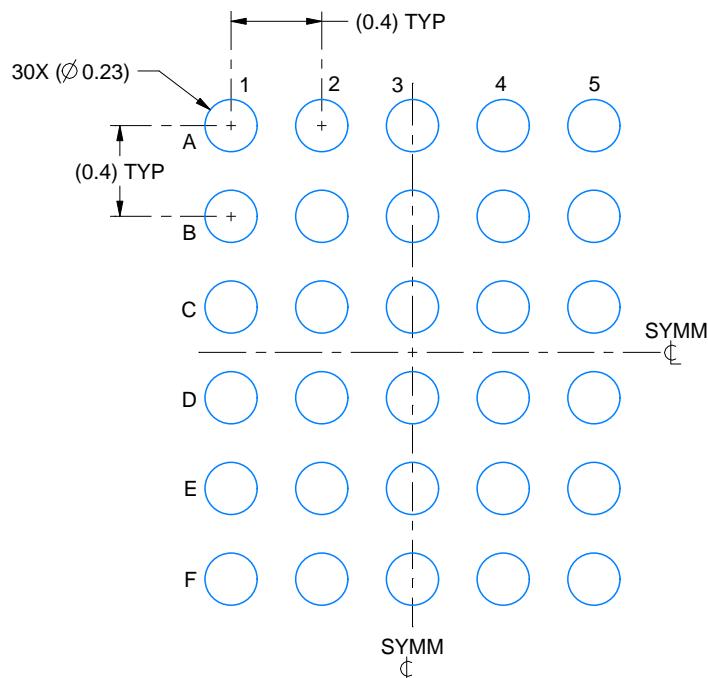
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.

# EXAMPLE BOARD LAYOUT

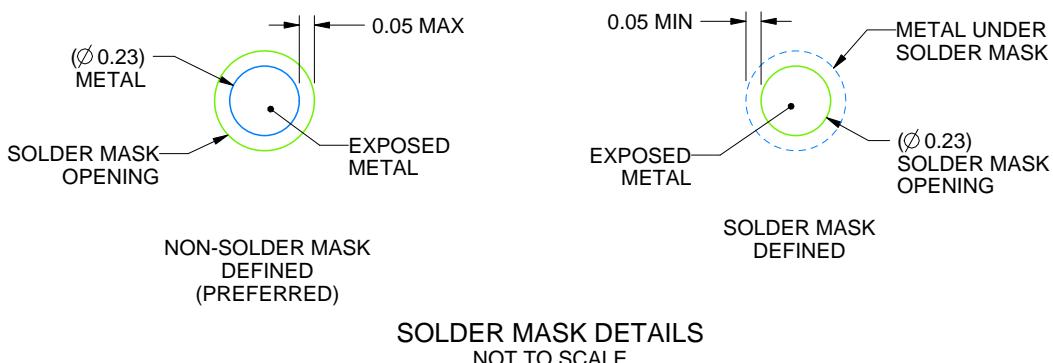
YBG0030

DSBGA - 0.5 mm max height

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



LAND PATTERN EXAMPLE  
EXPOSED METAL SHOWN  
SCALE: 30X



4224242/A 04/2018

NOTES: (continued)

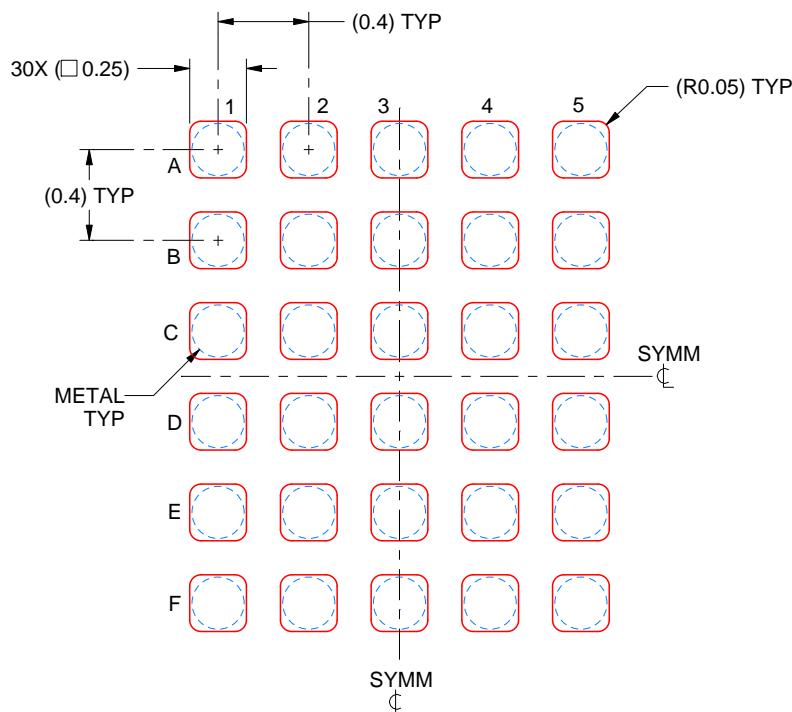
- Final dimensions may vary due to manufacturing tolerance considerations and also routing constraints.  
See Texas Instruments Literature No. SNVA009 ([www.ti.com/lit/snva009](http://www.ti.com/lit/snva009)).

# EXAMPLE STENCIL DESIGN

**YBG0030**

**DSBGA - 0.5 mm max height**

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



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

4224242/A 04/2018

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