

摘要：

BQ76907-Q1 是 TI 新一代多串数模前端(Analog Front End, AFE) 芯片。因为其具有采样精度高，功耗低，集成低边驱动，保护功能丰富，最高支持 7S 电池，集成均衡 FET，性价比高等诸多优点，可以用于 12V 汽车电池包的电池监测。传统 12V 汽车电池包的系统在小电流情况下进入休眠模式以节省功耗，电流在超过一定阈值后 (多数厂商要求 1A) 需要 AFE 发送硬件唤醒信号使能 SBC 进而使 MCU 重新上电工作。BQ76907-Q1 有 normal mode, sleep mode, deep sleep mode 和 shutdown mode 4 种工作模式，其中只有 normal mode 才可以使用累积电荷积分功能，因此常规使用时需要让 BQ76907-Q1 一直处于 normal mode 下，没有 sleep mode 到 normal mode 时产生的 ALERT 信号。如 Figure 1 所示。在这种情况下，如何让处于 normal mode 下的 BQ76907-Q1 产生 1A 唤醒信号成为难点。

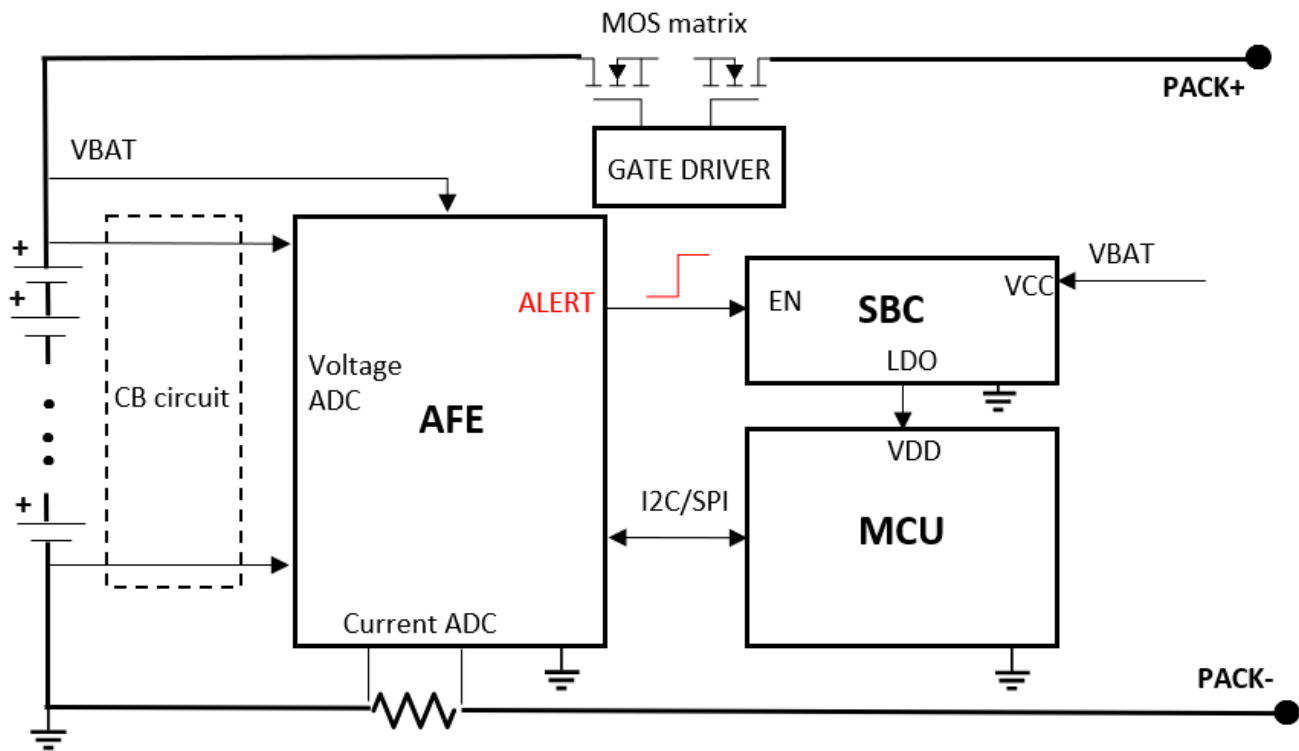


图 1. 传统 12V 汽车电池包 1A 唤醒示意图

本篇文章以 1A 唤醒阈值，电流采样电阻 100uohm，系统最大电流 2000A 为例，介绍一种可同时实现充电和放电两个方向的唤醒检测方法，初始配置为 CC1 Gain=Current Gain=39，CC1 LSB=Current LSB=61.548478mA。

一、放电方向小电流唤醒

基本思路：注入 CC1 offset，触发 normal mode 到 sleep mode 的 ALERT pin 中断从而唤醒 MCU。

Normal mode 和 sleep mode 切换相关的阈值有两个，分别是 *Sleep current* 和 *Wake Comparator Current*。*Sleep Current* 使用的 CC1 数字滤波器 CC1 Current() 的结果。Wake Comparator Current 使用的是 CC2 数字滤

波器 *Current()* 的结果。正确配置要求：*Power:Sleep:Wake Comparator Current* 要大于 *Power:Sleep:Sleep Current*，否则会出现退不出 *sleep mode* 或进不去 *sleep mode* 情况。

正确的 *normal mode* 和 *sleep mode* 切换状态 Figure 2 所示：

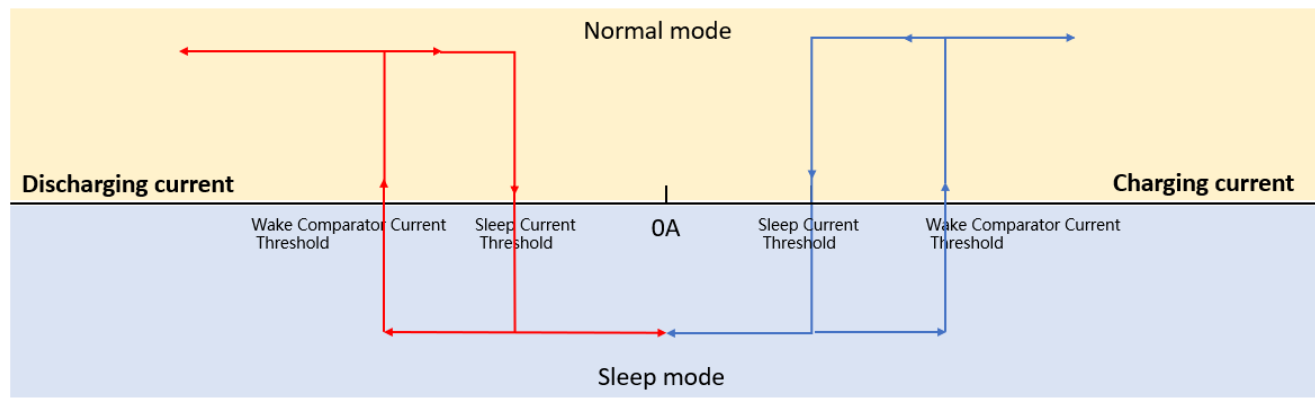


图 2. normal mode 和 sleep mode 切换示意图

具体步骤

首先进去 *CONFIG_UPDATE mode* 进行 *Data Memory* 相关设置：

1. 设置 *sleep current* 阈值=1000mA，即 *Power:Sleep:Sleep Current* =1000mA/CC1 LSB mA，得出 *Power:Sleep:Sleep Current*=16

注意 *Power:Sleep:Wake Comparator Current* 阈值要大于 *Power:Sleep:Sleep Current*，实测设置成 10 后不会导致直接进 *sleep mode* 问题。

正确配置：

▼ Sleep									
Sleep Current		16						userA	
Voltage Time		5						Seconds	
Wake Comparator Current		10						500uV	
Battery Status (hi...)	0x044C	SLEEP	DEEPSLEEP	SA	SS	SEC_1	SEC_0	RSVD0	FET_EN
Battery Status (low)		POR	SLEEP_EN	CFGUPDATE	ALERTPIN	CHG	DSG	CHGDETFLAG	RSVD0

错误配置：

▼ Sleep									
Sleep Current		16						userA	
Voltage Time		5						Seconds	
Wake Comparator Current		1						500uV	
Battery Status (hi...)	0x845C	SLEEP	DEEPSLEEP	SA	SS	SEC_1	SEC_0	RSVD0	FET_EN
Battery Status (low)		POR	SLEEP_EN	CFGUPDATE	ALERTPIN	CHG	DSG	CHGDETFLAG	RSVD0

2. 注入 2000mA 的 offset 进入 CC1 Current，使得 0A 电流时，CC1 Current 报告 +2000mA（充电电流），*Calibration:Current:CC1 Offset* 计算来自于 Technical Reference Manual 里的公式 18：

$$CC1\ Current() = \frac{[(16 - bit\ ADC\ counts) - (CC1\ Offset / 256)] \times (CC1\ Gain)}{32} \quad (18)$$

+2000mA/CC1 LSB mA = [0-Calibration:Current:CC1 Offset/256]*Calibration:Current:CC1 Gain/32 得出
Calibration:Current:CC1 Offset=-6825

3. 设置允许进入 *sleep mode*，*Settings:Configuration:Power Config[SLEEP_EN]* bit 1
4. 设置芯片在进入 *Sleep mode* 后可以触发 *ALERT pin* 电平拉低，*Settings:Configuration:Default Alarm Mask[Sleep]*=1

退出 *CONFIG_UPDATE mode*。

完成上述配置后，在 normal mode 下当放电电流从 0A 升至 100mA，CC1 Current 会下降，报告 1900mA，直至放电电流升至 1000mA，CC1 Current 会下降，报告 1000mA，此时，芯片达到 *sleep current* 阈值，从 normal mode 进入 sleep mode，进而触发 ALERT pin 拉低，给 MCU 唤醒信号，MCU 完成初始化后立即发送子命令 0x009A SLEEP_DISABLE() 使得芯片回到 normal mode 并向 0x62 Alarm Status[Sleep]写 1 清除 ALERT pin 电平。ALERT pin 波形图如 Figure 3 所示：

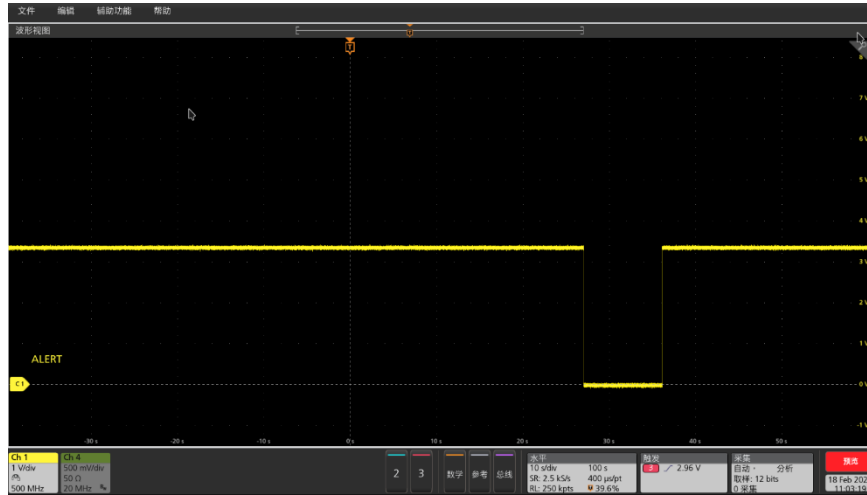


图 3. 放电方向 1A 唤醒 ALERT 波形图

需要注意的是，使用 BQ76907-Q1 自带的累积电荷积分功能时，需要减掉 CC1 Offset 2000mA 乘以 PASSTIME。

二、充电方向小电流唤醒

基本思路：当不使用 CHG 和 DSG 驱动低边 MOS 而是额外加入高边驱动时，利用触发 Body diode protection 使得 DSG 驱动从 disable 状态转变成 enable 状态，进而唤醒 MCU，具体步骤如下：

进入 CONFIG_UPDATE mode 进行 Data Memory 相关设置：

1. FET Options 寄存器必须要设置的有以下 4 bit：

Settings:Configuration:FET Options[SFET]=1，// 使能 Body diode protection 功能

Settings:Configuration:FET Options[HOST_FETON_EN]=1，// 允许主机控制 FET 打开

Settings:Configuration:FET Options[HOST_FETOFF_EN]=1，// 允许主控控制 FET 关闭

Settings:Configuration:FET Options[FET_EN]=0，// 关闭芯片自主控制 FET 的功能

FET Options								
Ch 1	Ch 2	Ch 3	Ch 4	Ch 5	Ch 6	Ch 7	Ch 8	Ch 9
1.0V/div	1.0V/div	1.0V/div	1.0V/div	1.0V/div	1.0V/div	1.0V/div	1.0V/div	1.0V/div
500 MHz	500 MHz	500 MHz	500 MHz	500 MHz	500 MHz	500 MHz	500 MHz	500 MHz
MSB	CHGDETEN	HOST_FETOFF_EN	HOST_FETON_EN	SLEEPCHG	SFET	FET_EN	PWM_EN	PROTRCVR
Write to Data Memory								

2. 配置 Body diode protection 门限为 1000mA，即 *Settings:Protection: Body Diode Threshold*=1000mA/Current LSB mA=16，注意 Body diode protection 使用的是 CC2 数字滤波器 *Current()*的结果。

3. 退出 CONFIG_UPDATE mode，芯片进入 normal mode，此时使能 CHG 驱动，关闭 DSG 驱动，即使用直接命令 0x68 写入值 0x02。

当充电电流从 0A 升至 100mA，*Current()* 会上升，报告 100mA，直至充电电流升至 1000mA，*Current()* 上升至 1000mA，此时，芯片达到 Body diode protection 阈值，DSG driver 打开，客户可加入高阻抗分压电路送入 MCU 唤醒。DSG pin 波形图如 Figure 4 所示：

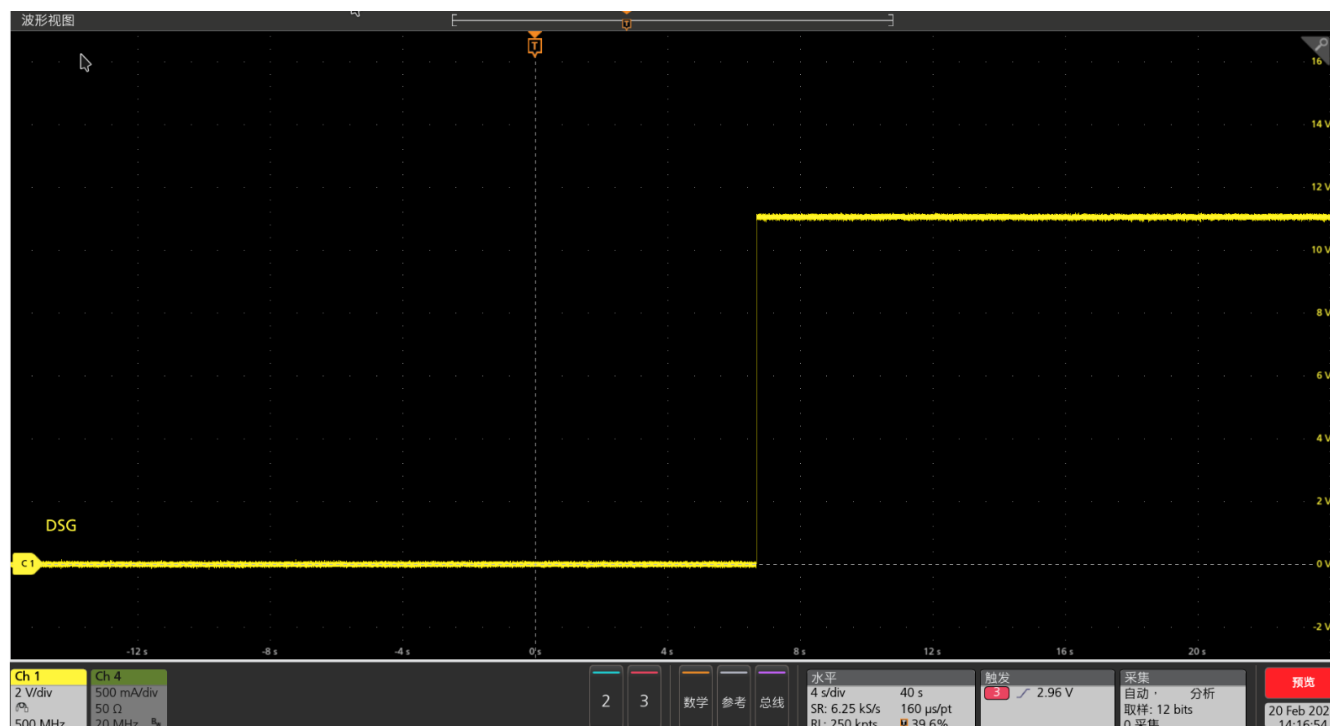


图 4. 充电方向 1A 唤醒 DSG 波形图

总结：本文分别讨论了使用 BQ76907-Q1 实现充电方向和放电方向 1A 唤醒的软件方法，相对于外加硬件唤醒电路，该方法具有减少电路成本，缩小 PCB 尺寸，唤醒电流精度更高的优点。

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

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

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

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

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