

SC8815(A)/SC8915/SC8812A应 用注意事项

Southchip Application Department

Dec. 2023

版本更新说明

- V0.6

- 使用ACIN时，靠近芯片加电容防止ESD
- 如不想默认充电，可将PSTOP上拉到VCC
- 增加输入绝对OVP电路选项
- 增加SC8815A，增加并联使用的建议

线路建议---1

- VBUS端采样电阻用10mR，VBAT端采样电阻用5mR。如果对IBAT限流精度要求高，VBAT端必须用10mR。
- VBUS到GND增加一路470Ω放电路径，用于泄放VBUS电容上的残存电荷（或将VINREG 调节到VBAT – 2V 的电压）
- 不用CP功能：直接将VDRV短路至VCC管脚，共用2.2uF或4.7uF电容到地。CP管脚悬空即可。
- INT管脚上拉用100k电阻，SCL和SDA上拉用4.7k电阻支持400kHz I2C通信
- ACIN 如果作为检测插入的pin，在靠近芯片的位置放0.1uF 的电容，防止ESD损坏管脚
- 如果要使用INDET功能，必须在端口和VBUS之间使用背对背隔离管，且PGATE不能用于放电口的驱动
- 放电模式下，尽量选用内部5x ratio方式（内部12.5x ratio的环路响应较慢，可能无法满足动态负载响应要求）。不建议在5x ratio和12.5x ratio 中进行动态切换（会影响输出电压单调性）。如果内部5x ratio无法满足输出电压范围要求，选用外部分压方式。在选择外部分压时，参考如下表格进行分压电阻设置

VBUS调整方式	最高电压要求	分压方式选择	分压比	电压调节寄存器
外部协议IC连接到FB管脚控制	由协议IC决定	外部(FB_SEL=1)	Rup=100k, Rdown = 25k or 24k	VBUSREF_E_SET为default 1V, 默认输出5V or 5.17V
I2C动态调整	不超过10.8V	内部 (FB_SEL=0)	VBUS_Ratio = 5x	VBUSREF_I_SET寄存器
I2C动态调整	不超过12V	外部(FB_SEL=1)	Rup=100k, Rdown = 20k	VBUSREF_E_SET寄存器
I2C动态调整	不超过15V	外部(FB_SEL=1)	Rup=100k, Rdown = 15k	VBUSREF_E_SET寄存器
I2C动态调整	不超过20V	外部(FB_SEL=1)	Rup=100k, Rdown = 11k	VBUSREF_E_SET寄存器
I2C动态调整	3.3~5.9V PPS应用	内部 (FB_SEL=0)	VBUS_Ratio = 5x	VBUSREF_I_SET寄存器
I2C动态调整	3.3~11V/16V PPS应用	外部(FB_SEL=1)	Rup=100k, Rdown = 11k	VBUSREF_E_SET寄存器
I2C动态调整	3.3~21V PPS应用	外部(FB_SEL=1)	Rup=100k, Rdown = 10.51k (10k+510R)	VBUSREF_E_SET寄存器

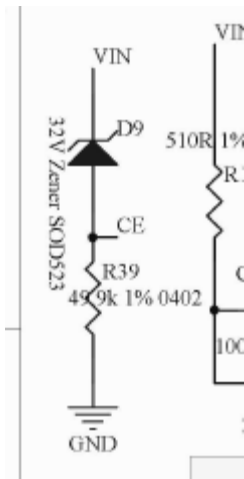
线路建议---2

- PSTOP 和 /CE 的特殊处理:

- 如果不想让芯片默认开启充电, 可将PSTOP 上拉到VCC
- 为了防止VBUS/VBAT 电压过高时, 芯片依然在工作, 可以选择添加额外的OVP电路, 将芯片disable掉

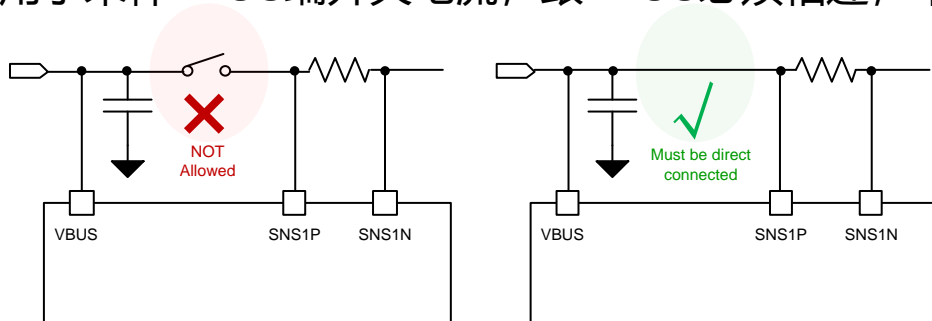
- 并联使用时, 建议使用SC8815A

- 如果使用SC8815, 请咨询FAE, 软件做好相应的规避

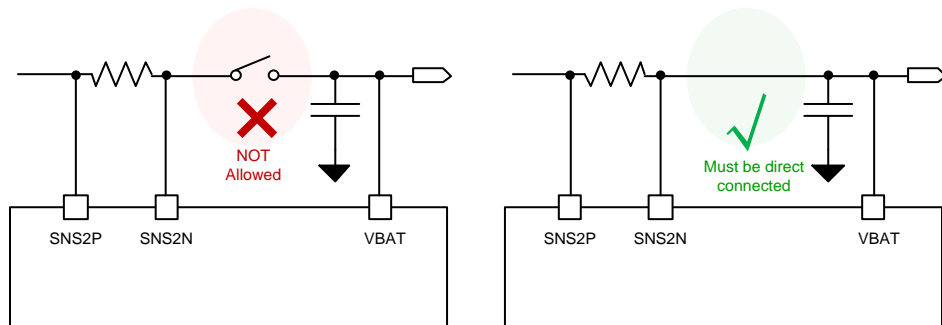


线路注意事项

- SNS1P/SNS1N用于采样VBUS端开关电流，跟VBUS必须相连，中间不能用任何开关隔开



- 同理，SNS2P/SNS2N用于采样VBAT端电流，跟VBAT必须相连，中间不能用任何开关隔开



- IC上电后，应先对寄存器进行初始配置，再将PSTOP拉低，让IC开始工作。
- 在PSTOP拉低前，还有以下注意事项：
 - 对实际电池电压进行检测。如果实际VBAT电压高于VBAT设置电压，不能开启充电，否则有反灌电流风险
 - 对于1~2S VBAT应用，设置VBAT_MON_RATIO=1（选择5x档），可以提高VBAT的ADC电压采样精度
 - 0x0B[3]置1
- ADC读写注意事项
 - PSTOP拉高时，设置AD_START (0x0C[5]) = 0，可以有效降低待机电流
 - 需要读ADC时，将AD_START置1，然后等待750us（内部ADC转换时间），再读ADC。在等待期间，不能有**读写任何ADC寄存器**的操作，否则会影响ADC寄存器值更新。
- 应避免中断嵌套处理，否则可能造成I2C读写异常
- 将PSTOP拉高时，会关闭DPDM功能
- 当设置为外部分压时，实际VBAT电压会跟着内部设置值改变，改高就会偏高，改低就偏低（默认4.2V 内部分压对应1.2V VBATS）；设置完内部分压后，软件不再改变寄存器

充电模式注意事项

- 重新插入电池后，需要将PSTOP拉高再拉低，重新启动充电（否则接近充满的电池无法进行充电）
- 如果需要使用no termination功能，需要在PSTOP为高的时候完成DIS_TRICKLE 0x0A[5]的设置
- 适配器插入后，软件应在PSTOP拉低前先判断适配器类型，然后对EOC的电流条件进行重新设置，保证在标准的充电电流条件下不会触发EOC的电流条件，然后再拉低PSTOP开启充电
 - 比如，5V0.5A的适配器对应接近8.4V电池，选择的EOC判断条件为IBAT，则IBAT电流为 $5 \times 0.5 / 8.4 \sim 0.3A$ ，所以IBAT限流需要设置为3A以下；设置完成后，再拉低PSTOP开启充电
- 避免电池实际电压超过VBAT设置值
 - 在开启充电前，应先检测电池实际电压，如果已高于设置电压值，不能开启充电。
 - 当动态调节VBAT电压设置时（比如NTC检测到高温需要下调VBAT设置值），须先检测电池实际电压。如果实际电压已高于新的目标值，应禁止更改。
- 对于VINREG电压在10.24V以下的應用， 选择40x 作为VINREG_RATIO档位，即VINREG_RATIO = 1
- 当IBAT充电电流小于6A时，将IBAT_RATIO设置为6x档，以提高电流检测精度
- 不推荐用于双charger应用（一旦VBAT电压超过target值，会造成反灌电流）
- 适配器插入后，需要把输入端的隔离管完全打开，delay 10ms，再将PSTOP拉低使能充电，以防误触VINREG和EOC。
- 对于3S以上的应用，电池充满后，需要将PSTOP拉高，ADC功能关闭，如果需要使用ADC功能，在使用完成后也要及时关闭

放电模式注意事项

- VBUSREF_E_SET或VBUSREF_I_SET 不要低于300mV
- 在开启放电前，确保VBUS没有超过输出设置的外加电压。例如，放电设置为5V，在开启放电前，确保VBUS上电压没有超过4.5V（留5~10%裕量）
- 选用内部分压方式时，不建议在5x ratio和12.5x ratio中进行动态切换，否则无法满足PD电压单调性要求。
- 放电模式下，I2C动态调整VBUS时，将SLEW_SET bit (0x0B[1:0])设置为11，可以减小过冲
- 如果需要进行内部分压和外部分压的切换，需要将两组电压调节到相接近的水平，避免切换时电压变化过大
- I2C动态调整VBUS时，如果是下调电压，可以在开启调节前enable PFM模式，然后再下调；待电压调节到位后，disable PFM重新回到PWM模式。调节期间enable PFM有助于防止反灌电流。在电压下调时，需要外部使能discharging 电流，帮助输出电压在规定时间内下降到target值
- IC工作在IBUS_LIM环路时（即CC环路），如果MCU切换ILIM值的变化较大，会产生较大的电压波动。建议step by step，按LSB逐步进行调整，可以有效避免电压波动。
- 当IBAT电流小于6A时，将IBAT_RATIO设置为6x档，提高电流检测精度
- 检测到VBUS_SHORT=1后，可以定期（比如每秒）将DIS_ShortFoldBack 清零（维持10ms，然后再置1），有助于解决短路保护后无法正常启动的问题
- 在以下操作发生时，需要在接下来的500ms内忽略读取到的INDET标志。并且在500ms时刻到来之时确保读取一次Status寄存器，并忽略其中的INDET位。
 - 关闭MOSFET
 - 输出时关闭PSTOP
 - PSTOP为低时将芯片工作模式从放电切换至充电
- 放电时限流值设置（IBUS和IBAT都要满足）需要大于300mA(10mΩ)/600mA(5mΩ)

不同工作模式切换时序建议和要求

IC支持sleep mode，充电模式，放电模式等不同工作模式。芯片sleep mode由PSTOP管脚进行控制，充电模式和放电模式由OTG bit进行控制。除了对管脚和寄存器bit进行正确的配置外，为确保芯片能够在各个模式之间正常切换，切换方式和时序要求如下：

- Sleep模式如何设置方式
 - 将PSTOP拉高，同时确保AD_START=0，IC进入sleep模式（如果IC进入sleep mode后，AD_START = 1，ADC模块会维持工作，Iq会增大200 μ A 左右）
- Sleep模式转充电模式设置方式
 - 维持PSTOP高 → 设置充电电压/电流等参数 → OTG=0, delay 10ms → PSTOP拉低
- sleep模式转放电模式设置方式
 - 维持PSTOP高 → 设置放电电压电流等参数 → OTG=1, delay 10ms → PSTOP拉低
- 充电模式转sleep模式设置方式
 - PSTOP拉高 → AD_START=0
- 放电模式转sleep模式设置方式
 - PSTOP拉高 → AD_START=0
- 放电模式转充电模式设置方式
 - PSTOP拉高 → 设置充电电压/电流等参数, delay 10ms → MCU确保VBUS电压正常 → PSTOP拉低
- 充电模式转放电模式设置方式
 - PSTOP拉高 → 设置放电电压/电流等参数 → MCU确保适配器已经移除 → PSTOP拉低

注：

1.以上模式切换要求同样适用于南芯的SC8813, SC8913, SC8943, SC1823等产品

2. 时序建议的核心在于必须在PSTOP拉高时进行模式切换。Delay 时间（1ms和10ms）为建议值。如果要缩短时间，请咨询原厂，原厂FAE会指导说明和验证。

IBUS端限流精度说明

CURRENT LIMIT			
IBUS_LIM	IBUS current limit accuracy	Charging mode, 6A target IBUS_RATIO = 01 (6x) IBUS_LIM = 0x7F	-10% 10%
		Charging mode, 3A target IBUS_RATIO = 10 (3x) IBUS_LIM = 0x7F	-10% 10%
		Discharging mode, 6A target IBUS_RATIO = 01 (6x) IBUS_LIM = 0x7F	-10% 10%
		Discharging mode, 3A target IBUS_RATIO = 10 (3x) IBUS_LIM = 0x7F	-10% 10%

- IBUS限流误差，规格书上按照3A/6A两档给出，充放电模式下都是 $\pm 10\%$ 的误差（对应10mR采样电阻），误差电压为 $\pm 3\text{mV}$
- 如果限流值小于3A，或者采样电阻小于5mR，误差可以按照 $\pm 3\text{mV}/(\text{ILIM_SET} \times \text{Rsen})$ 来计算。比如 $\text{Rsen}=10\text{mR}$ ， $\text{ILIM_SET}=1\text{A}$ ，则误差为 $\pm 3\text{mV}/10\text{mV} = \pm 30\%$ ；如果 $\text{Rsen} = 5\text{mR}$ ， $\text{ILIM_SET}=3\text{A}$ ，则误差为 $\pm 3\text{mV}/15\text{mV} = \pm 20\%$
- 误差电压 $\pm 3\text{mV}$ 是由几个因素造成的：
 - 芯片内部current sense amplifier的失调误差，实际是卡控是在1mV左右（对应10mR采样电阻，3A的电流，误差为 $\pm 3.3\%$ ）
 - 外部噪声干扰，主要是switching过程中开关噪声的干扰。**这部分干扰跟实际PCB的layout，外部元件的寄生电感（采样电阻的寄生电感，电容的寄生电感）等相关。**寄生电感越大，开关噪声越大，对内部采样电路的干扰就越大。这部分干扰影响较难定量分析
- 综上，我们综合内部和外部各种因素的考虑，评估的最坏情况是 $\pm 3\text{mV}$ 误差。通常，VBUS端的电压越高，电流越高，开关噪声越大。实际项目中，如果外部元器件的寄生电感很小，开关噪声可控，电压电流level较低，误差不会到 $\pm 3\text{mV}$ 。**建议根据应用条件下实际PCB的测试结果来评估误差是否在接收范围内。**
- IBAT限流同理

提高放电瞬态响应的建议

- 优先选用内部5x ratio方式；如果输出电压超过10V，选择外部分压方式，且确保外部电阻 R_{up}/R_{down} 的比例尽量低。
 - 内部12.5x ratio的响应通常不够快，不建议使用。
- COMP管脚的典型设置为10k+22nF。需要提高瞬态响应时，可增加电阻值，减小电容值，并保持电阻*电容的乘积不变。比如可以更改为15k+15nF或20k+10nF。更改COMP管脚设置后，必须实际验证稳定性是否满足要求
- MLCC的有效容值会随工作电压变高而降低。为提高瞬态，VBUS输出MLCC电容的耐压值尽量提高，比如12V的应用要选用25V或更高耐压
- 在VBUS输出加100uF固态电容也可以有效改善瞬态响应。
- 输出纹波偏大或不稳定，有时候是输出电容有效值不够导致；更换电容品牌或增大电容可解决

PFM与Buck-Boost区间的噪音问题

噪声的产生:

MLCC在电压作用下, 产生压电效应, 如果电压为交变电压, 则会产生振动。当电压信号的频率在20Hz~20kHz人耳听觉范围内, 则能听到电容产生噪音。压电效应与电场强度成正比, 电压越大, 压电效应越强, 噪音越大。

在实际应用中, MLCC主要用于输入和输出, 纹波如果在音频范围内, 则会产生噪音, 纹波越大, 噪声越大

- 对于PFM模式, 纹波与电流大小成正比, 如果PFM的电流越小, 纹波越小, 声音越低
- 对于PWM模式, 纹波在开关频率附近, 远超出人类的听觉范围, 不会产生人耳听见的噪音

对于Buck-Boost架构, 由于在过度区间频率也会发生改变, 如果开关频率在音频范围内, 也会有异音产生

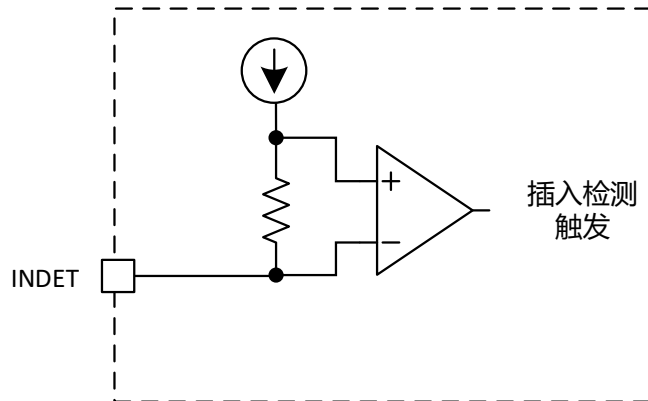
解决方案:

- 1, 对空载功耗要求不严格的场合, 可以考虑使用PWM模式
- 2, 避免使用MLCC, 可考虑钽电容
- 3, 如必须使用MLCC, 可使用压电效应较小的MLCC; 板端最少可保留两颗4.7 μ F 0805的MLCC+100nF的MLCC

INDET 触发条件

- 插入检测电路如右图所示：

- INDET内部有上拉电流源，能力大约为 $15\mu\text{A}$ ，在默认情况下会将INDET电平上拉
- 当有设备插入时，INDET电压下降，内部上拉源输出增加，当检测到内部上拉源的电流大于一定阈值时（ $15\mu\text{A}$ ），触发插入检测
- 实质上为电流比较器，检测上拉电流的大小



- INDET是沿比较器，只在内部电流源增大的上升沿触发
- 只有在INDET寄存器从0变化到1时，才会在INT pin上产生中断，在其他情况下，不会产生中断
- INDET寄存器为读清寄存器，读取之后清零