3A全集成同步降压型三节锂电池充电管理IC

概要

CS5315E是一款28V耐压，三节锂电池或锂离子聚合物电池的降压型充电管理IC。集成功率MOS，芯片采用同步开关架构，使其在应用时仅需极少的外围器件，可有效减少整体方案尺寸，降低BOM成本。具有最大3A的充电电流能力，充电电流可以通过外部电阻灵活可调，充电效率可以达到90%以上。

CS5315E内置三个环路来控制充电过程，分别为恒流（CC）环路、恒压（CV）环路以及芯片温度调节环路。CS5315E通过外部电阻，可独立灵活调节充电终止电流的大小。

CS5315E具有完善的保护功能，包括输入欠压和过压保护、电池过压和短路保护、电池温度保护、芯片温度调节和保护，同时还具备电池反接保护功能。此外芯片通过外接的两路LED指示灯，可对充电过程实现全程监控。

描述

- 28V耐压，同步降压型充电器
- 99%系统工作占空比
- 最大3A充电电流，充电电流外部电阻可调
- NTC功能
- 降压充电效率90%
- ±1%电池恒压精度
- 充电终止电流独立可调
- 支持LED充电状态指示
- 内置功率MOS
- 550KHz开关频率，可支持6.8uH 电感
- 输出过压，短路保护
- 输入欠压，过压保护
- IC过温保护
- IC温度自适应调节
- 电池反接保护
- 全集成结构，无需外置二极管

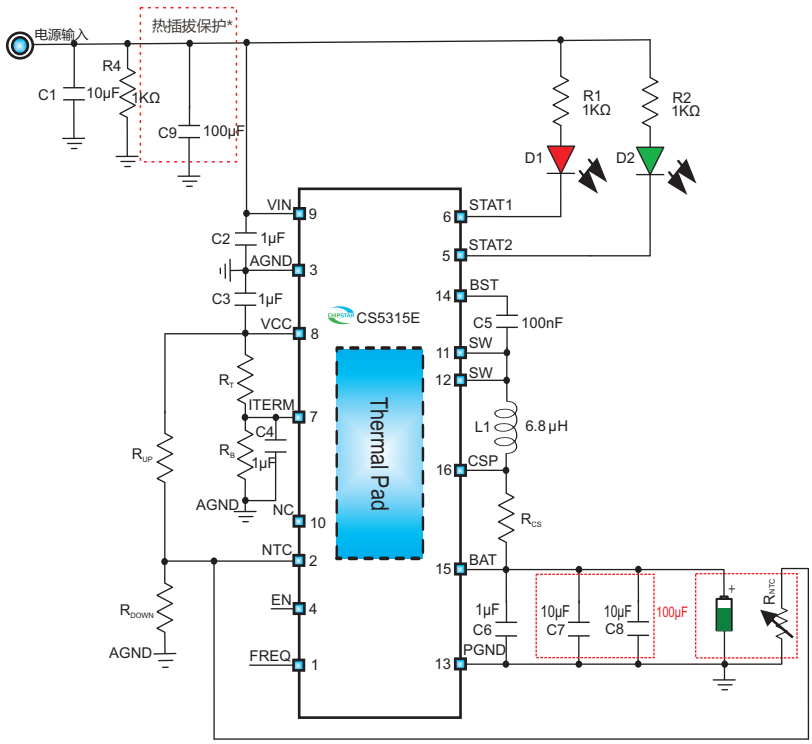
封装

•EQA16

应用

- 蓝牙音箱
- 电子烟
- 对讲机
- POS机
- 锂电电池包
- 玩具

典型应用图

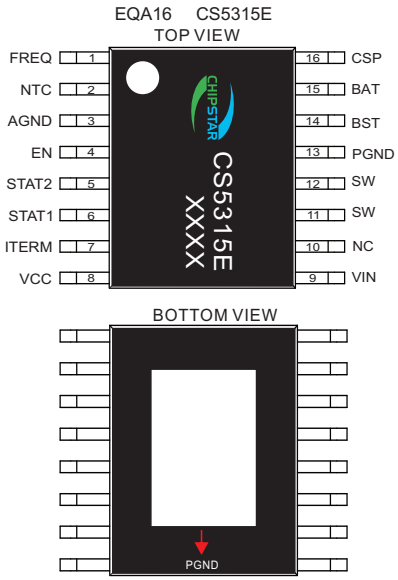


CS5315E应用电路图

备注: L为饱和电流5A的功率电感

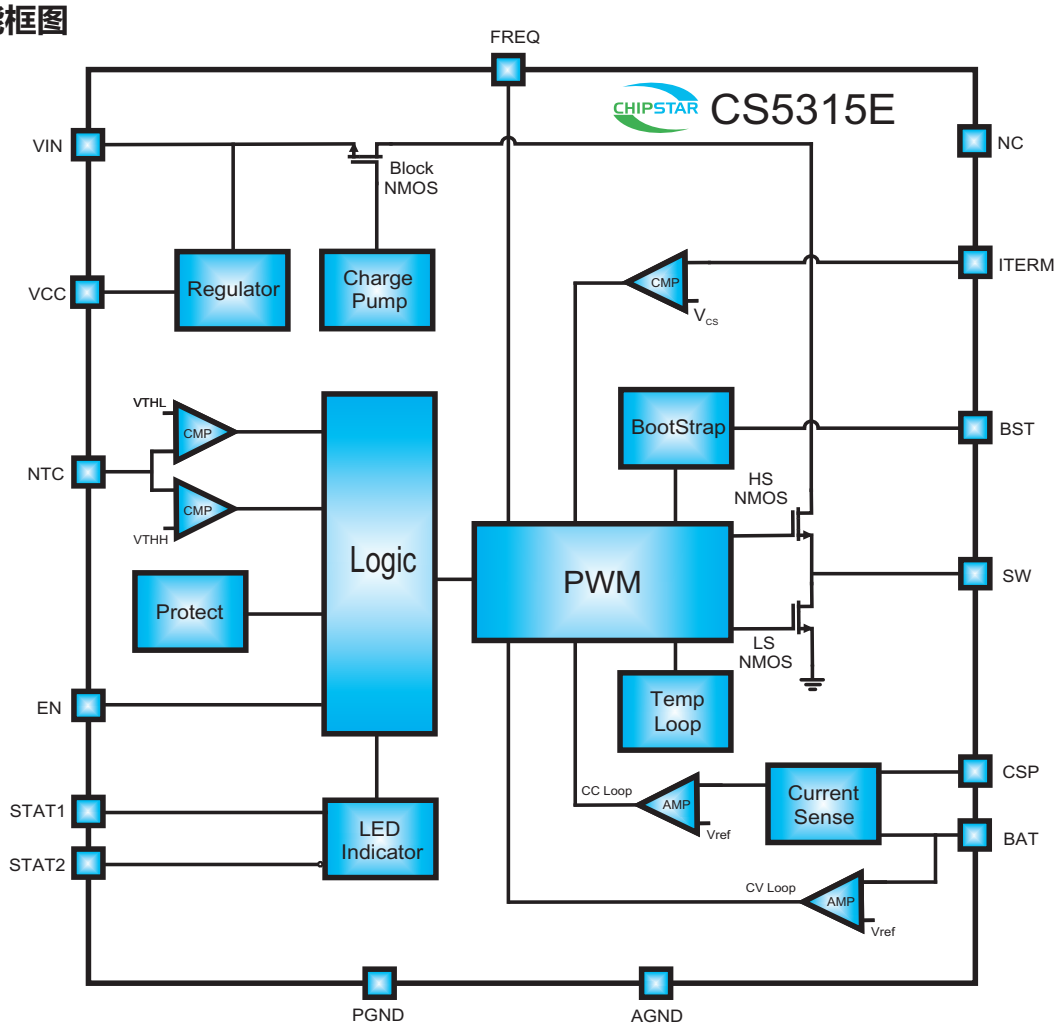
当实际应用时,电池端需要热插拔操作,C7和C8两个电容合并为一个100uF电容

引脚排列以及定义



管脚	说明	输入/输出	功能
1	FREQ	输入	频率抖动使能端口（浮空频率抖动功能关闭，接地打开频率抖动功能 ）
2	NTC	输入	热敏电阻输入端，通过外接热敏电阻检测电池温度
3	AGND	地	模拟地
4	EN	输入	芯片使能端 EN 接地或者浮空使能芯片,EN 接高电位芯片关断 ,管脚耐压 6V ）
5	STAT2	输出	充电状态指示端口 2
6	STAT1	输出	充电状态指示端口 1
7	ITERM	输入	充电终止电流调节端
8	VCC	电源	内部 LDO 输出端
9	VIN	电源	电源
10	NC	-	空引脚
11 ,12	SW	输入	开关节点，电感连接端
13	PGND	地	功率地
14	BST	电源	自举电容连接端
15	BAT	电源	电池连接端
16	CSP	输入	电池充电电流检测正输入端

功能框图



极限参数表[1]

参数	描述	数值	单位
V_{IN}	输入电源电压	-0.3~28	V
T_J	结工作温度范围	-40~150	℃
T_{STG}	存储温度范围	-60~150	℃
T_{SDR}	引脚温度（焊接 10s）	260	℃

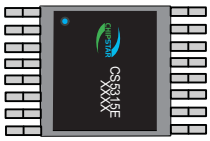
推荐工作环境

参数	描述	数值	单位
V_{IN}	输入电源电压	3.8~20	V
T_J	结工作温度范围	-40~125	℃
T_A	环境温度范围	-40~85	℃

热效应信息[2]

参数	描述	数值	单位
θ_{JA}(EQA16)	封装热阻-芯片到环境热阻	45	℃/W
θ_{JC}(EQA16)	封装热阻-芯片到封装表面热阻	10	℃/W

订购信息

产品型号	封装形式	器件标示	包装尺寸	卷带宽度	数量
CS5315E	EQA16L		13″	12mm	4000
CS5315E	EQA16L		管装		100

ESD范围

HBM(人体静电模式) ---------- ±2kV
MM(机器静电模式) ---------- ±200V

1. 上述参数仅仅是器件工作的极限值，不建议器件的工作条件超过此极限值，否则会对器件的可靠性及寿命产生影响，甚至造成永久性损坏。

2. PCB板放置CS5315E的地方，需要有散热设计。使得CS5315E底部的散热片和PCB板的散热区域相连。

电气参数（除特殊说明外，V_{IN}=18V，R_{CS}=25mΩ，L=6.8uH)

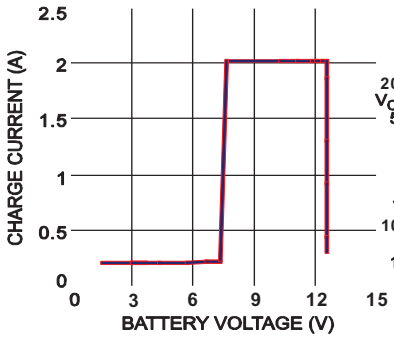
参数	描述	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IN}	工作电源电压		13		20	V
VIN_{UVLO}	VIN 端欠压保护阈值	VIN 从高往低下降		3.6		V
ΔVIN_{UVLO}	VIN 端欠压保护滞回			200		mV
VIN_{OVP}	VIN 端过压保护阈值	VIN 从低往高上升		28		V
ΔVIN_{OVP}	VIN 端过压保护滞回			1.4		V
V_{ACOK}	ACOK 电压阈值	V_{IN}-V_{BAT}		300		mV
I_Q	芯片静态电流	V_{IN}=18V			2	mA
I_{SD}	芯片关断电流	V_{IN}=18V V_{EN}=5V			400	μA
I_{BAT}	电池端泄漏电流	V_{IN}=18V			150	μA
		V_{IN}=0V			15	μA
V_{CC}	VCC 端电压输出	V_{IN}=18V		4.5		V
V_{CV}	充电浮充电压		12.474	12.6	12.726	V
ΔV_{RCH}	重充电压阈值			375		mV
V_{TRK}	涓流转恒流电压阈值			7.5		V
V_{SHORT}	电池短路电压阈值			2		V
V_{OVPB}	BAT 端过压保护电压			13.68		V
F_{SW}	最大开关频率			550		KHz
T_{OFF}	上管最小关断时间			180		ns
$R_{H_DS(ON)}$	上管 NMOS 导通阻抗	从 VIN 端到 SW 端		150		mΩ
$R_{L_DS(ON)}$	下管 NMOS 导通阻抗	从 SW 端到地		120		mΩ
V_{SENSE}	最大充电电流检测电压		45	50	55	mV
I_{CC}	恒流模式充电电流	R_{CS}=25mΩ	1.8	2	2.2	A
I_{TC}	涓流模式充电电流			10%		I_{CC}

电气参数（除特殊说明外，V_{IN}=18V，R_{CS}=25mΩ，L=6.8uH)

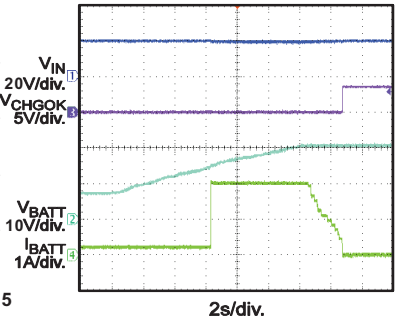
参数	描述	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
I_{BF}	默认充电终止电流	V_{ITERM}=VCC		10%		I_{CC}
TMR_{TC}	TC 阶段充电时间限制			3.7		Hour
$TMR_{CC/CV}$	CC/CV 阶段充电时间限制			20		Hour
V_{cold}	NTC 端低温保护阈值	VCC 的百分比		70		%
V_{cold_hys}	NTC 端低温保护迟滞	VCC 的百分比		0.8		%
V_{hot}	NTC 端高温调节阈值	VCC 的百分比		47.4		%
V_{hot_hys}	NTC 端高温调节迟滞	VCC 的百分比		1.6		%
T_{REG}	芯片热调节阈值			120		℃
T_{SD}	芯片热保护温度			150		℃
ΔT	芯片热保护温度滞回			20		℃

特征曲线（V_{IN}=18V, L=6.8μH, R_{CS}=50mΩ, Battery Simulator, TA = 25°C, unless otherwise noted.）

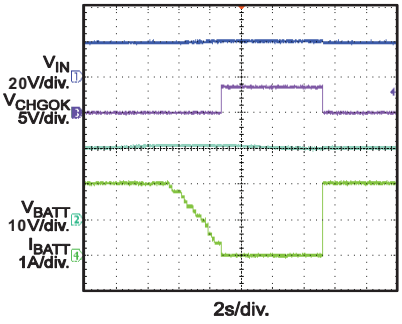
Charge Current vs. Battery Voltage



Battery Charge Curve

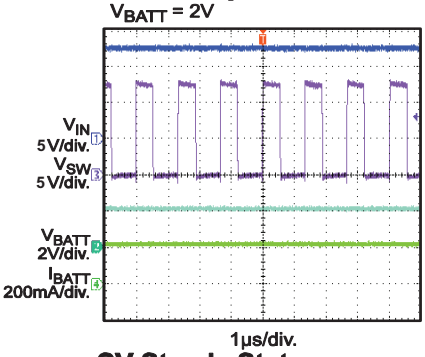


Auto-Recharge



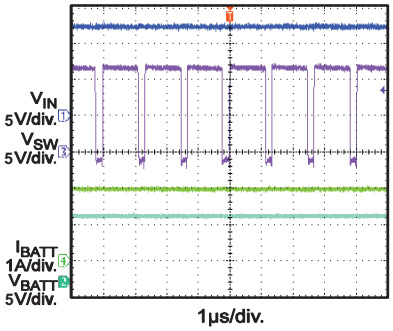
TC Steady State

V_{BATT} = 2V



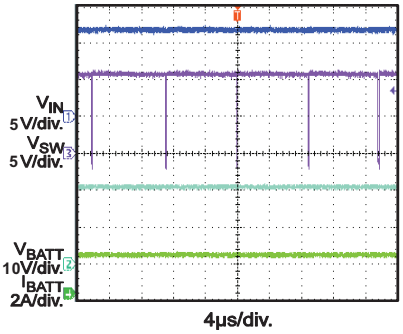
CC Steady State

V_{BATT} = 10.8 V



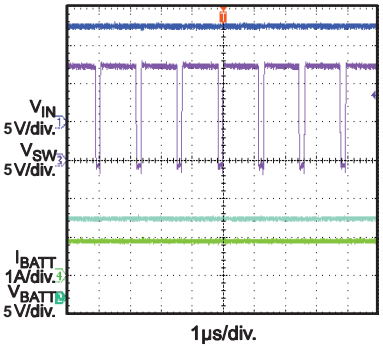
CC Steady State (COT)

V_{IN} = 18 V, V_{BATT} = 12.3V



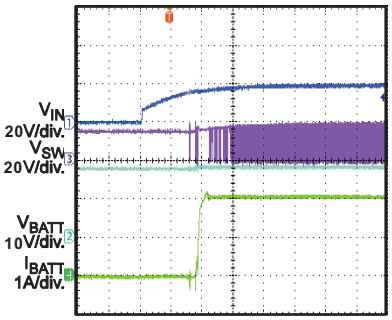
CV Steady State

V_{BATT} = 12.6V



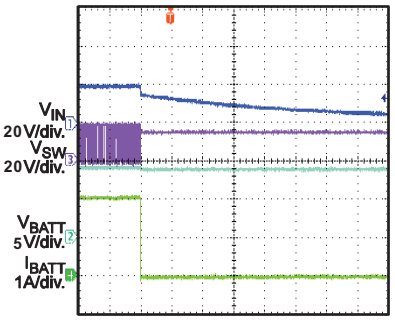
Power On

V_{BATT} = 10.8V



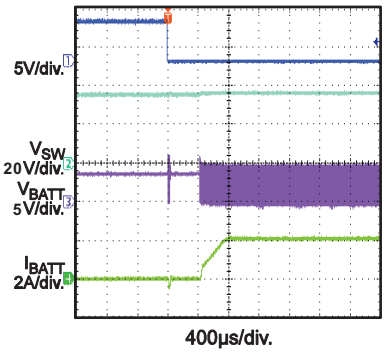
Power OFF

V_{BATT} = 10.8V



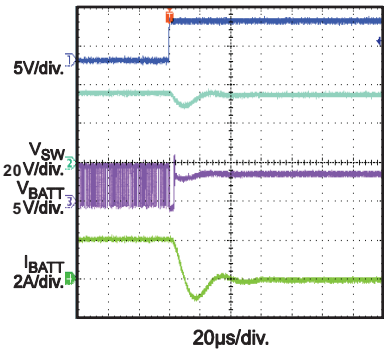
En On

V_{BATT} = 10.8 V

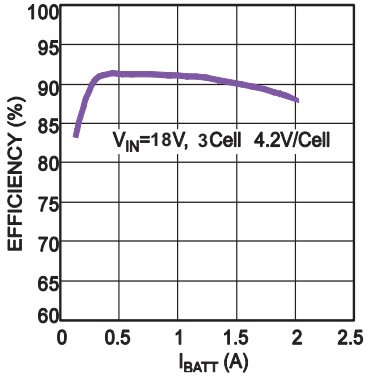


En Off

V_{BATT} = 10.8V



Efficiency Curve



CS5315E应用要点

功能简介

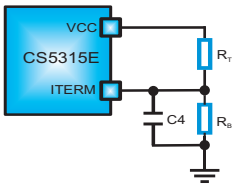
CS5315E是一款28V耐压，最大3A电流输出同步降压型三节锂离子/锂离子聚合物电池充电控制器。该降压控制器采用峰值电流工作模式，工作频率为550KHz，系统正常工作的占空比可以高达99%。该芯片具有完善的保护功能，针对不同的应用场合，芯片可以通过调节外部电阻的阻值来改变充电电流的大小。该芯片同时集成主管和同步管以及BLOCK三个功率MOS管，既可以提高系统充电效率又可以减少整体方案尺寸，降低BOM成本。

充电过程

CS5315E采用完整的TC/CC/CV充电过程。当锂电池的电压小于7.5V，系统以ICC*10%充电电流充电；当锂电池的电压大于7.5V，系统以ICC充电电流充电；当电池电压接近12.6V时，系统进入恒压充电，充电电流持续减少，当充电电流小于设定值时，系统会停止充电；当电池充满电后，由于自身放电或者负载耗电导致电池电压跌落至12.225V以下时，系统会重新恢复充电状态。同时该芯片内置温度调节环路，当芯片的温度上升到大于设定值时，系统会自动减小充电电流从而使芯片温度下降。

充电终止电流可编程功能

CS5315E具有终止电流可编程功能。通过设置不同的外部分压电阻，可以很方便的调节充电终止电流的大小。ITERM端的电压可以在60mV-600mV之间可调，终止电流I_{Term}和两个电阻的关系如下公式所示：其中VCC为内部LDO输出电压，R_{CS}为电流检测电阻，I_{CC}为CC充电电流；当ITERM端接VCC时，充电终止电流为默认的内部设定值1/10*ICC。



$$I_{Term}=\frac{VCC*R_B}{24*(R_B+R_T)*R_{CS}}$$

$$=\frac{VCC*R_B}{1.2*(R_B+R_T)}*I_{CC}$$

芯片温度调节功能

CS5315E内置温度调节环路，当芯片处于恒流充电过程时如果温度升高至120℃时温度控制环路开始起作用，充电电流开始逐渐降低，芯片温度会随之下降，最终芯片温度会稳定在设定值，从而起到保护芯片的作用。

频率抖动功能

CS5315E具有频率抖动的功能，系统会在正常工作的频率点上叠加微小抖动，从而使能量不会集中在一个固定频率点上，大大改善系统的EMI特性，该功能可以通过外部管脚FREQ使能(低电平)及关闭（悬空或者接高电平）。

保护功能

CS5315E具有完善的电池充电保护功能。当芯片出现输入端过压、输出端过压、芯片过温、电池温度不正常时，系统充电会被禁止一直到保护状态解除；当电池电压低于2V时，系统处于短路保护状态，当电池电压低于1V时系统的工作频率会随着电池电压的降低而降低；当输入电压低于欠压保护阈值3.6V时，芯片主要功能模块会全部关闭以避免系统由于电源电压过低而误动作；除此以外，系统具有充电超时保护功能。当TC阶段充电时间大于3.7小时或者CC/CV阶段充电时间大于20小时，充电超时保护功能会启动，强制终止充电过程。只有当系统重新上电或者电池状态发生改变时才会重新计时。

充电LED指示

- 充电过程：STAT1管脚输出低电平，红灯常亮；
  STAT2管脚输出高阻态，绿灯熄灭。
- 充电完毕：STAT1管脚输出高阻态，红灯熄灭；
  STAT2管脚输出低电平，绿灯常亮。
- 当输入欠压、EN为高系统处于非使能状态，STAT1和STAT2都输出高阻态，红灯和绿灯全部熄灭。
- 当输入过压、电池端短路、NTC端口检测到电池温度异常、充电时间超时、芯片过温任意一种情况发生时，红灯和绿灯分别会以1.5Hz的频率交替闪烁。

充电电流设定

恒流充电电流可通过电阻R_{CS}设定，具体计算公式如下：

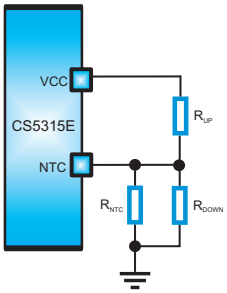
$$I_{CC}=\frac{50\ (mV)}{R_{CS}(m\Omega)}\ (A)$$

如需获得2A的充电电流，只需选择阻值为25mΩ的检测电阻R_{CS}即可。从而TC阶段的充电电流I_{TC}由以下公式确定：

$$I_{TC}=I_{CC}*10\%=\frac{5\ (mV)}{R_{CS}(m\Omega)}\ (A)$$

NTC电阻设定

电池充电支持NTC保护功能，通过NTC引脚检测电池温度的高低。当检测温度超过设定的窗口值时，系统会停止充电。当NTC检测到电池温度在0℃-50℃间时正常充电，当温度低于0℃或者高于50℃时停止充电。如不需要NTC功能，需要将该引脚接至GND。下图所示为内部通过分压电阻分别设定的高温参考点和低温参考点，其中低温参考点为VCC*70%，高温参考点为VCC*47.4%。通过选择合适的外部电阻来设定NTC的正常工作的温度范围。



$$\frac{R_{DOWN}IIR_{NTC_Cold}}{R_{UP}+R_{DOWN}IIR_{NTC_Cold}}=70\%$$

$$\frac{R_{DOWN}IIR_{NTC_Hot}}{R_{UP}+R_{DOWN}IIR_{NTC_Hot}}=47.4\%$$

上面式中R_{NTC_Cold}为NTC电阻在设定的低温点所对应的阻值，而R_{NTC_Hot}为NTC电阻在设定的高温点所对应的阻值。由于R_{DOWN}和R_{UP}这两个电阻可以分别独立设定低温和高温窗口，使得CS5315E可以满足大部分NTC电阻型号，这为应用带来了极大的便利。电阻R_{DOWN}和R_{UP}与NTC电阻之间的关系可以通过上述定义给出下列公式：

$$R_{UP}=\frac{0.1183*R_{NTC_Hot}*R_{NTC_Hot}}{0.1742*(R_{NTC_Cold}-R_{NTC_Hot})}$$

$$R_{DOWN}=\frac{0.2249*R_{NTC_Hot}*R_{NTC_Hot}}{0.1427*R_{NTC_Cold}-0.3677*R_{NTC_Hot}}$$

热插拔保护的考虑

为了防止输入端热插拔造成的芯片的损坏，需要在输入端进行热插拔的保护。通常可以对地加一个至少100uF的电解电容。只有当输入电源电压低于16V时，才可以用一个串联的RC吸波网络替换掉电解电容。图中R3电阻尺寸要足够大，必须根据厂商提供的电阻规格书，确保能安全流过瞬间的大电流。必须根据应用板的实际布局布线情况，选取合适的RC吸波网络的阻容值，或者是电解电容值。

电感值的选取

为了选择合适的电感量，需要在成本，尺寸和效率之间进行折中。较小的电感值具有小的体积但会导致高的峰值电流和高的磁损以及大的输出滤波电容。相反，大的电感值具有小的峰值电流和小的输出滤波电容，但其高的DCR会导致大的功率损耗。基于实践经验，电感的峰值电流值在最差情况下不应超过最大充电电流值的30%。电感量具体值的确定可按照下面公式确定：

$$L=\frac{(V_{IN}-V_{BAT})*V_{BAT}}{\Delta I_{L_MAX}*V_{IN}*F_S}$$

其中V_{IN}、V_{BAT}和F_S分别表示输入电压、电池电压和系统工作频率。ΔI_{L_MAX}为最大的电感峰峰值电流，一般取CC充电电流的30%，如下所示：

$$\Delta I_{L_MAX}=30\%*I_{CC}$$

同时应该注意，选取的电感的饱和电流应该至少大于5A并留有一定的余量。为了更高的系统效率，选取的电感的直流电阻值应该小于50mΩ。

输入电容选取

输入电容用于吸收降压变换器的输入尖峰电流，输入尖峰电流的最大值由下式决定：

$$I_{RMS_MAX}=I_{CC}*\frac{\sqrt{(V_{IN_MAX}-V_{TC})*V_{TC}}}{V_{IN_MAX}}$$

选取的输入电容应该确保由于尖峰电流导致的温升的值不能大于10℃。由于其较小的温度系数和较低的ESR，可以选取介电常数为X5R或者X7R的陶瓷电容。对于大多数应用，22uF的电容就能满足要求。

输出电容选取

输出电容和电池并联，可以吸收高频开关尖峰电流并平滑输出电压，其阻抗必须要比电池小很多从而确保其可以吸收大部分的高频电流。可以选取具有小的ESR和小体积的陶瓷电容。输出电压纹波的值由以下公式给出：

$$\Delta r_o=\frac{\Delta V_O}{V_O}=\frac{1-\frac{\Delta V_O}{V_{IN}}}{8C_OLF_S^2}$$

为了保证±1%的输出电池电压精度，最大的输出电压纹波不能高于1%。

PCB Layout 注意事项

出于对芯片的散热考虑，PCB的布局需特别注意。由此可以最大幅度的增加可使用的充电电流，这一点非常重要。用于耗散IC所产生的热量的散热通路从芯片至引线框架，并通过底部的散热片到达PCB铜面。PCB的铜箔作为IC的主要散热器，其面积要尽可能的宽阔，并向外延伸至较大的铜箔区域，以便将热量散播到周围环境中。当进行PCB布局设计时，电路板上与充电IC无关的其他热源也需予以考虑，因为它们的自身温度将对总体温升和最大充电电流有所影响。

BOM 清单

序号	元件名称	型号&规格	单位	用量	位置	备注
1	IC	CS5315E	PCS	1	U1	
2	贴片电容	0805 10uF@X5R25V	PCS	1	C1	
3	贴片电容	0805 10uF@X5R25V	PCS	2	C7,C8	电池热插拔 C7,C8 合并为一个 100uF 电容
4	电解电容	100uF@35V	PCS	1	C9	
5	贴片电容	0603 1uF@X5R25V	PCS	2	C2, C6	
6	贴片电容	0603 1uF@X5R16V	PCS	2	C3, C4	
7	贴片电容	0603 100nF@X5R16V	PCS	1	C5	
8	贴片电阻	0805 1K 5%	PCS	3	R1,R2,R4	R1,R2 用于调节 LED 灯的亮度
9	贴片电阻	0603 1%	PCS	2	R_{UP},R_{DOWN}	调节 NTC 保护温度点
10	贴片电阻	0603 5%	PCS	2	R_T,R_B,	调节充电终止电流
11	贴片电阻	1206 25mΩ 1%	PCS	1	R_{CS}	调节充电电流
12	贴片电阻	NTC 电阻	PCS	1	R_{NTC}	电池 NTC 电阻
13	贴片 LED	0603	PCS	2	D1,D2	LED 状态指示灯
14	功率电感	5A 饱和电流	PCS	1	L1	

封装信息

CS5315E EQA16(95*145) PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS UNITS:MM

