PFM 升压型多节电池充电管理集成电路

CN3300

概述：

CN3300是一款工作于4.5V到32V的PFM升压型多节电池充电控制集成电路。 CN3300采用涓流，恒流和准恒压模式(Quasi-CV™)对电池进行充电管理，内部集成有基准电压源，电感电流检测单元，控制电路和片外场效应晶体管驱动电路等，具有外部元件少，应用简单等优点。

当接通输入电源后，CN3300进入充电状态，控制片外N沟道MOSFET导通，电感电流上升，当上升到外部电流检测电阻设置的上限时，片外N沟道MOSFET截止，电感电流下降，电感中的能量转移到电池中。当电感电流下降到外部电流检测电阻设置的下限时，片外N沟道MOSFET再次导通，如此循环。当FB管脚电压第一次达到1.205V(典型值)时，CN3300进入准恒压充电模式，以较小电流对电池充电。只有当FB管脚电压第二次达到1.205V时，充电过程才结束，片外N沟道MOSFET保持截止状态。在充电结束状态，当FB管脚电压下降到再充电阈值时，CN3300再次进入充电状态。CN3300最高工作频率可达1MHz，工作温度范围从－40℃到＋85℃。

其他功能包括输入电源自适应功能，电池过压保护，芯片过温保护等。

CN3300采用6管脚的SOT23封装(SOT23-6)。

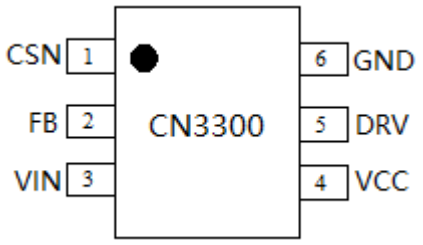
应用：

- 多节电池充电控制
- 适用于锂电池，磷酸铁锂电池和铅酸电池等充电控制应用
- 各种小家电
- POS 机，音响等

特点：

- 输入电压范围：4.5V to 32V
- 具有输入电源自适应功能
- 工作电流：320微安@VIN=12V
- 电感电流检测
- 高达1MHz开关频率
- 准恒压充电模式补偿电池内阻和电池连接线电阻产生的电压损失
- 具有涓流，恒流和准恒压充电模式
- 自动再充电功能
- 高达40W输出功率
- 电池过压保护
- 芯片结温过温保护
- 工作温度范围：－40℃到85℃
- 6管脚SOT23封装(SOT23-6)
- 产品无铅，满足rohs指令要求，不含卤素

管脚排列图：



注：Quasi-CV 是如韵电子注册商标

典型应用电路：

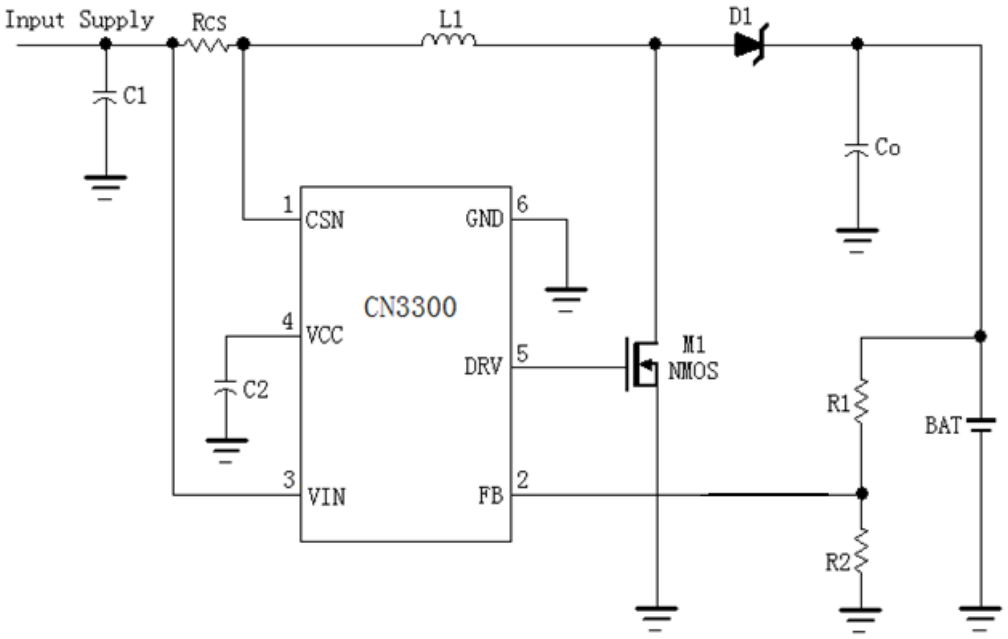


图 1　典型应用电路

订购信息：

器件型号	封装形式	印字	包装	工作环境温度
CN3300	SOT23-6	3300	盘装，每盘 3000 只	－40℃ 到 85℃

功能框图：

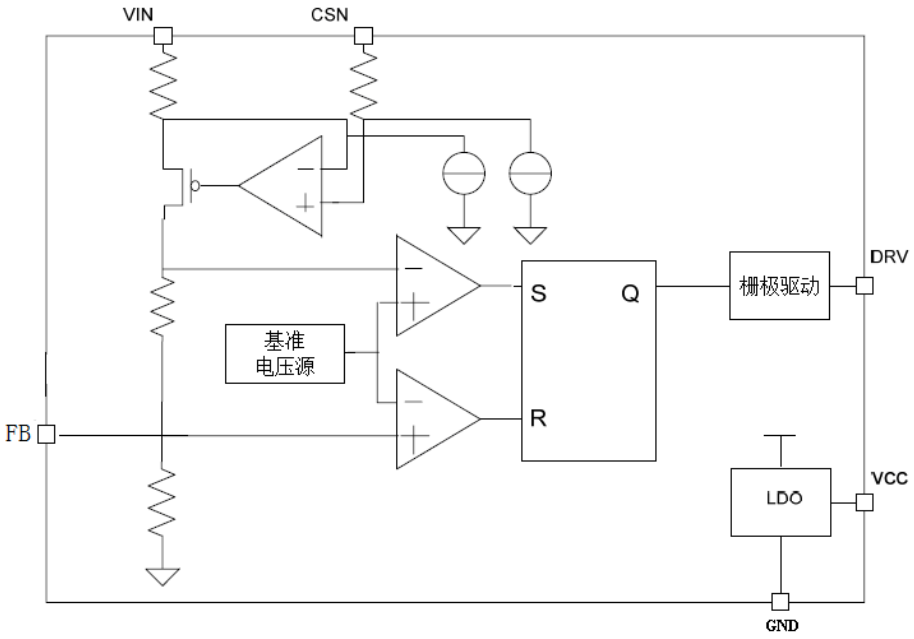


图 2 功能框图

管脚描述：

序号	名称	功能描述
1	CSN	**电感电流检测负输入端。**在VIN管脚和CSN管脚之间接一个电流检测电阻R_{CS}，用以检测电感电流 (输入电流)。
2	FB	**电池电压反馈端。**此管脚连接到外部电阻分压网络，电池电压通过此管脚反馈到CN3300内部电路。CN3300根据FB管脚电压决定所处的工作状态。
3	VIN	**电源正输入端。**VIN管脚为CN3300内部电路提供工作电源。同时VIN管脚也是电流检测电阻的正输入端。
4	VCC	**5V电压调制器输出。**此管脚到地之间需要连接一个10uF的电容。当输入电压在5.5V到32V之间时，此管脚输出5V电压；当输入电压小于5.35V时，此管脚电压低于5V，接近VIN。此5V电压调制器最大输出电流15毫安。
5	DRV	**片外N沟道功率管栅极驱动端。**连接到外部N沟道MOSFET的栅极。
6	GND	**电源地。**输入电源和电池的负极。

极限参数

VIN 管脚电压……...…－0.3V to 36V
FB 和 DRV 管脚电压……..－0.3V to VCC
CSN 与 VIN 管脚电压……...…－0.3V to 0.3V
VCC 管脚电压……..…. －0.3V to 6.5V
最大结温……..…..……...150℃
工作温度范围….....－40℃ to 85℃
存储温度…….…...….....－65℃ to 150℃
焊接温度(10 秒)…….....…...260℃

超出以上所列的极限参数可能造成器件的永久损坏。以上给出的仅仅是极限范围，在这样的极限条件下工作，器件的技术指标将得不到保证，长期在这种条件下还会影响器件的可靠性。

电气参数：

(VIN = 12V，TA＝－40°C to +85°C，典型值在 TA＝+25°C 时测得，除非另有说明。)

参数	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
输入电压范围	VIN		4.5		32	V
工作电流	I_{VIN}	VIN＝V_{CSN}	240	320	400	uA
开关频率	f_{SW}		200		1000	KHz
电感电流（输入电流）检测比较器						
电感电流上限测量（VIN-V_{CSN}）	V_{CSHI}	恒流充电	90	100	110	mV
		涓流或准恒压充电	28	33	38	
电感电流下限测量（VIN-V_{CSN}）	V_{CSLO}	恒流充电	67	75	83	mV
		涓流或准恒压充电	20	25	30	
输出高电平传输延时	t_{DPDH}	(VIN－V_{CSN})：0.13V到0.065V		95		ns
输出低电平传输延时	t_{DPDL}	(VIN－V_{CSN})：0.07V到0.12V		91		ns
VCC管脚						
输出电压	VCC	I_{VCC}＝0.1mA 到 15mA，VIN＝5.5V 到 30V	4.7		5.3	V
负载调整特性		I_{VCC}＝0.1mA 到 10mA，		5		Ohm
输入电源调整特性		VIN＝6V到28V，I_{VCC}＝3mA		6		mV
输入电源抑制比	PSRR	I_{VCC}＝3mA，f_{IN}＝10kHz		－35		dB
启动时间	t_{START}	VCC＝0 to 4.5V		1		ms
充电截止电压（FB管脚）						
FB管脚充电截止电压	V_{term}	FB电压上升	1.193	1.205	1.217	V
FB管脚偏置电流	I_{FB}	V_{FB}＝5V	－100	0	100	nA
再充电（FB管脚）						
FB管脚再充电阈值	V_{rech}	FB电压下降	1.127	1.15	1.173	V
涓流充电（FB管脚）						
涓流到恒流充电阈值	$V_{trickleH}$	FB管脚电压上升	675	700	725	mV
恒流到涓流充电阈值	$V_{trikleL}$	FB管脚电压下降	650	680	710	
电池过压保护（FB管脚）						
过压保护阈值	V_{OV}	FB管脚电压上升	1.26	1.285	1.31	V
过压保护释放阈值	V_{OVRLS}	FB管脚电压下降	1.215	1.235	1.255	
过温保护模式						
过温保护阈值	T_{OTP}	芯片温度上升		145		℃
过温保护释放阈值	T_{RLS}	芯片温度下降		128		℃
DRV管脚						
DRV管脚输出电流	I_{SRC}	V_{CSN}＝VIN, V_{DRV}＝0.5×VCC		0.65		A
DRV管脚下拉电流	I_{SINK}	V_{CSN}＝VIN－0.2V，V_{DRV}＝0.5×VCC		0.65		
DRV输出高电平	V_{OH}	I_{DRV}＝5mA	VCC－0.3			V
DRV输出低电平	V_{OL}	I_{DRV}＝－5mA			0.3	V

详细描述：

CN3300是一款工作于4.5V到32V的PFM升压型多节电池充电控制集成电路。CN3300内部集成有基准电压源，电感电流检测单元，电池电压检测电路，输出过压保护电路，输入电源自适应单元，控制单元和片外N沟道MOSFET驱动电路等，提供涓流充电，恒流充电和准恒压充电三种模式，非常适合多节锂电池和磷酸铁锂电池，或铅酸电池的升压充电控制应用。

当接通输入电源后，CN3300进入充电状态，片外N沟道MOSFET导通，电感电流上升，输出电容中的能量转移到电池中。当电感电流上升到外部电流检测电阻设置的上限时，片外N沟道MOSFET截止，电感电流下降，电感中的能量转移到输出电容和电池中。当电感电流下降到外部电流检测电阻设置的下限时，片外N沟道MOSFET再次导通，如此循环。

电池电压经过外部电阻分压网络反馈到芯片内部电压比较器，当FB管脚电压小于0.7V(典型值)时，CN3300采用涓流充电模式；当FB管脚电压在0.7V与1.205V之间时，CN3300采用恒流充电模式。当FB管脚电压第一次达到1.205V(典型值)时，经过去抖动延时后，CN3300进入准恒压充电状态，输入电流降低到恒流时的33%，所以充电电流也降低。当FB管脚电压第二次达到1.205V时，经过去抖动延时后，充电过程结束，片外N沟道MOSFET截止，CN3300进入充电结束状态，没有电流流向电池。在充电结束状态，当FB管脚电压下降到再充电阈值1.15V(典型值)时，CN3300自动再次进入充电状态。

CN3300最高工作频率可达1MHz，可以使用较小的电感和电容。

其他功能包括电池端过压保护，芯片过温保护等。

充电过程如图3所示。

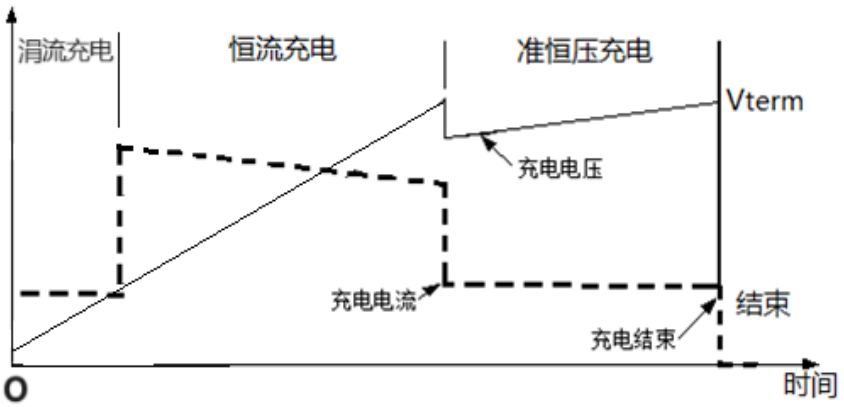


图3　充电过程示意图

应用信息：

输入电压范围

CN3300 在输入电压在 4.5V 到 32V 的范围内均能正常工作。CN3300 内部有输入电源低电压检测电路，如果输入电压小于 4.3V(最大值)，那么 CN3300 被关断。

5V电压调制器(VCC管脚)

VCC 管脚为 CN3300 内部 5V 稳压器(LDO)的输出，最大电流输出能力 15 毫安。VCC 管脚到地之间需要接一个 10uF 的滤波电容。此 5V 稳压器输出可以为外部电路供电。

当输入电压小于 5.35V 时，此管脚电压低于 5V，略小于 VIN。

在芯片结温过温保护状态，此 5V 稳压器输出 0V 电压。

关于准恒压（Quasi-CV）充电模式

CN3300 先以涓流模式和恒流模式对电池充电，当 FB 管脚电压第一次达到充电截止电压 1.205V(典型值)时，CN3300 进入准恒压模式，此时输入电流降低到恒流时的 33%，所以充电电流变小，此时 CN3300 继续对电池充电，直到 FB 管脚电压再次达到充电截止电压 1.205V 时，经过去干扰延时后，CN3300 结

束充电。此充电过程可以部分补偿电池内阻和电池连接线的电阻等引起的电压损失，类似于通常的恒压充电过程，所以称为准恒压充电过程。

电池正极充电截止电压

在图 1 所示的电路中，在准恒压充电状态，当 FB 管脚电压达到充电截止电压 1.205V(典型值)时，CN3300 进入充电结束模式，此时对应的电池正极端电压为：

$$V_{BAT} = 1.205 \times (1+R1 / R2)$$

涓流充电与恒流充电模式

在输入电压小于电池电压与二极管压降之和的前提下：

当 FB 管脚电压上升到 0.7V 以上时，CN3300 从涓流充电模式转换到恒流充电模式。当 FB 管脚电压下降到 0.68V 以下时，CN3300 从恒流充电模式转换到涓流充电模式，充电电流为恒流充电电流的 33%。

当 FB 管脚电压在 0.7V 与 1.205V 之间时，CN3300 处于恒流充电状态。

CN3300 通过调制电感电流（输入电流）来控制电池端的充电电流，所以电池端的充电电流会随着输入电压和电池电压的变化而有所变化，不是很严格的恒定电流。

充电结束

在准恒压充电状态，当 FB 管脚电压达到充电截止电压 1.205V(典型值)时，充电过程结束，片外 N 沟道场效应晶体管截止，CN3300 进入充电结束状态。在充电结束状态，没有电流从输入端流向电池。

再充电

在充电结束状态，当 FB 管脚电压下降到再充电阈值 1.15V(典型值)时，CN3300 再次进入充电状态。

输入电源自适应功能

CN3300可以自动调整电感电流以适应不同输出能力的输入电源。当输入电源的输出能力小于所设置的充电电流时，CN3300自动降低电感电流，将输入电压调制在4.5V。

电感电流(输入电流)

在图1所示的电路中，CN3300通过连接在VIN和CSN管脚之间的电流检测电阻R_{CS}设置电感电流。

当外部N沟道MOSFET导通时，输入电源向电感充电，电感电流上升，当电感电流上升到下面2个公式所决定的上限时(典型值，已经考虑内部电路传输延时的影响)：

$I_{Lhigh} = 0.107V / R_{CS}$ （恒流模式）

$I_{Lhigh} = 0.038V / R_{CS}$ （涓流充电，准恒压模式）

外部N沟道MOSFET截止，电感电流开始下降，电感中的能量转移到输出电容和电池中。当电感电流下降到下面2个公式所决定的下限时(典型值，已经考虑内部电路传输延时的影响)：

$I_{Llow} = 0.067V / R_{CS}$ （恒流模式）

$I_{Llow} = 0.017V / R_{CS}$ （涓流充电，准恒压模式）

外部N沟道MOSFET再次导通，开始新的周期。

所以，电感平均电流为：

$I_L = 0.087V / R_{CS}$ （恒流模式）

$I_L = 0.028V / R_{CS}$ （涓流充电，准恒压模式）

在上面的三组公式中，

I_{Lhigh}是电感电流上限，单位是安培(A)

I_{Llow}是电感电流下限，单位是安培(A)

R_{CS}是电感电流检测电阻值，单位是欧姆(Ω)

计算开关频率和电感值

在图1所示的应用电路中，外部N沟道MOSFET导通时间为：

$$ton = \frac{0.04 \times L}{VIN \times Rcs} \quad \text{---------- (1)}$$

外部N沟道MOSFET截止时间为：

$$t_{off}=\frac{0.04\times L}{(V_{BAT}+V_D-VIN)\times R_{CS}} \quad ------(2)$$

所以CN3300开关频率为：

$$f_{sw}=\frac{1}{t_{on}+t_{off}}=\frac{1}{\frac{0.04\times L}{VIN\times R_{CS}}+\frac{0.04\times L}{(V_{BAT}+V_D-VIN)\times R_{CS}}}$$

CN3300要求根据上式计算的开关频率不小于200KHz。一般开关频率选择在300KHz到600KHz之间可以达到比较好的转换效率和电感尺寸平衡。

开关频率随着输入电压和电池电压的变化而变化，所以在确定开关频率时，电池电压选用标称电压。

CN3300的DRV管脚输出脉冲信号占空比为：

$$D=\frac{t_{on}}{t_{on}+t_{off}}=\frac{V_{BAT}+V_D-VIN}{V_{BAT}+V_D}$$

在上面的两个公式中，L为电感值，单位为亨利（H）

VIN为输入电压，单位为伏特（V）

V_{BAT}为电池电压，单位为伏特（V）

V_D为二极管D1的正向导通电压，单位为伏特（V）

R_{CS}为电感电流检测电阻，单位为欧姆（Ω）

估算恒流模式充电电流

CN3300通过调制电感电流（输入电流）而控制充电电流，所以恒流模式充电电流会随输入电压和电池电压的变化而变化。

一般情况下，可通过下面的公式估算恒流模式充电电流：

$$I_{CH}=\frac{VIN\times I_L\times \eta}{V_{BAT}}$$

其中，

I_{CH}是流向电池的充电电流，单位为安培(A)

VIN是输入电压，单位为伏特(V)

I_L是电感平均电流，为0.089 / R_{CS}，单位为安培(A)

η是转换效率，一般在85%到92%之间，可取典型值88%

V_{BAT}是电池电压，单位为伏特(V)

N沟道MOSFET的选择

CN3300需要使用一个外部N沟道MOSFET。选择MOSFET应考虑最高电池电压，电感电流，开启电压，导通电阻和栅极总电荷等因素。MOSFET的击穿电压应该大于最高电池电压；较低的导通电阻和较低的总栅极电荷(Qg)有助于提高效率；开启电压要保证MOSFET在工作电压最低端仍能完全导通。

二极管的选择

为了提高效率，在图1中的二极管D1的正向导通电压要尽量低，最好使用肖特基二极管；二极管通过电流能力要比充电电流大；击穿电压要大于最高电池电压。

输入电容

电源输入端VIN和地之间需要接一个至少为10uF的陶瓷滤波电容(图1中的C1)，如果电感电流比较大，或者输入电源的输出阻抗比较大，或者输入电源连接导线比较长，电容值要相应增加；电容的耐压应高于最大输入电压。一般输入电容值在10uF到47uF之间，在频率为1MHz时具有比较低的阻抗。推荐使用串联等效电阻(ESR)比较低的X5R或X7R贴片陶瓷电容或者贴片陶瓷电容与电解电容并联组成。

输出电容

在充电器的输出端到地之间需要电容对电池电压滤波(图1中的Co)，以及在片外N沟道MOSFET导通时向电池提供充电电流。

对输出电容的要求是有电池正极纹波电压的要求决定的。电池正极纹波电压由下式决定：

$$\Delta V_{BAT} = \frac{I_{CH} \bullet t_{off}}{Co} + \frac{0.04 \bullet r_{esr}}{Rcs}$$

其中， I_{CH}是电池端的充电电流

t_{off}是片外N沟道MOSFET关断时间，由第7页公式(2)决定

Co是输出电容

Resr是输出电容串联等效电阻

Rcs是图1中的电感电流检测电阻

所以要求输出电容的串联等效电阻要小，推荐使用串联等效电阻(ESR)比较低的X5R或X7R贴片陶瓷电容或者贴片陶瓷电容与电解电容并联组成。

增加状态指示功能

在图1所示的应用电路基础上，增加图4所示的电路可以实现状态指示功能。

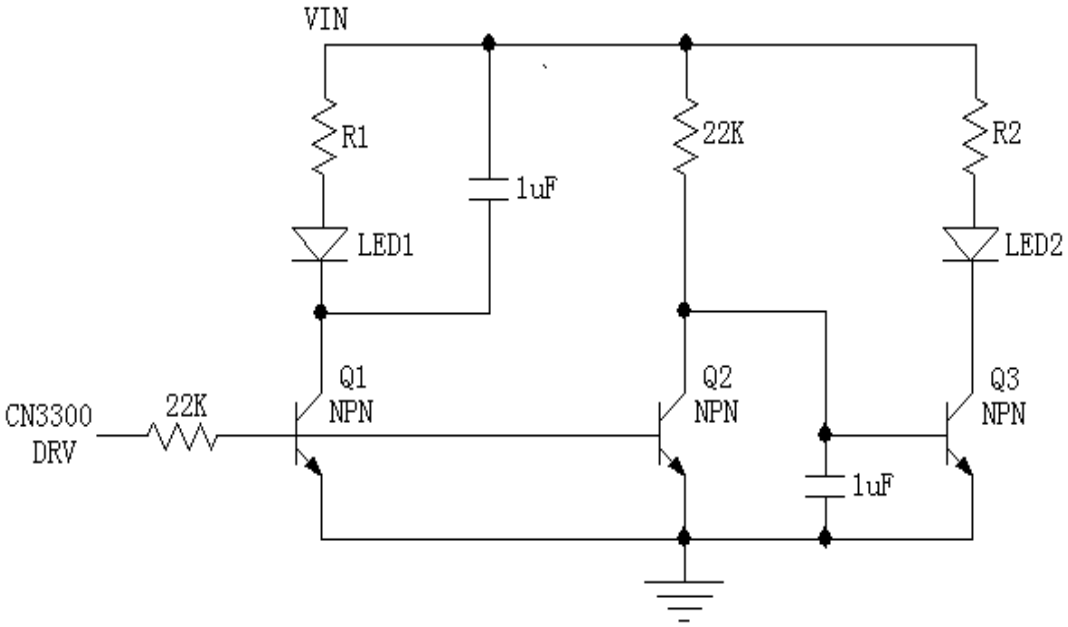


图4 增加充电状态指示功能

其中，CN3300 DRV指的是CN3300的DRV管脚，VIN是充电器的输入电源。LED1作为充电状态指示，LED2作为充电结束状态指示。R1和R2是LED限流电阻。

如果只需要充电状态指示，那么Q2和Q3部分电路可以省略。

关于电池低电压情形

如果因为某些原因导致电池电压小于输入电压，包括电池短路的情形，此时电流会从输入电源经过电流检测电阻（RCS），电感和二极管直接流到电池。由于此电流不受CN3300控制，客户设计产品时需要考虑使用保护电路。

设计流程

可根据下面的流程设计CN3300的应用电路参数：

（1） 根据电池容量和充电时间要求确定所需要的充电电流。

（2） 根据输入电压范围，电池电压范围和充电电流，估算电感平均电流，也即输入电流。

（3） 根据输入电源特性，输入电源导线长度和输入电流等因素确定输入滤波电容。

（4） 根据输入电压，电感电流和电池最高电压，选择二极管，N沟道MOSFET。

（5） 根据电感平均电流计算电流检测电阻R_{CS}。

（6） 根据所需要的开关频率和R_{CS}确定电感值。开关频率最低200KHz，最高1MHz。一般开关频率选择在300KHz到600KHz之间可以达到比较好的转换效率和电感尺寸平衡。

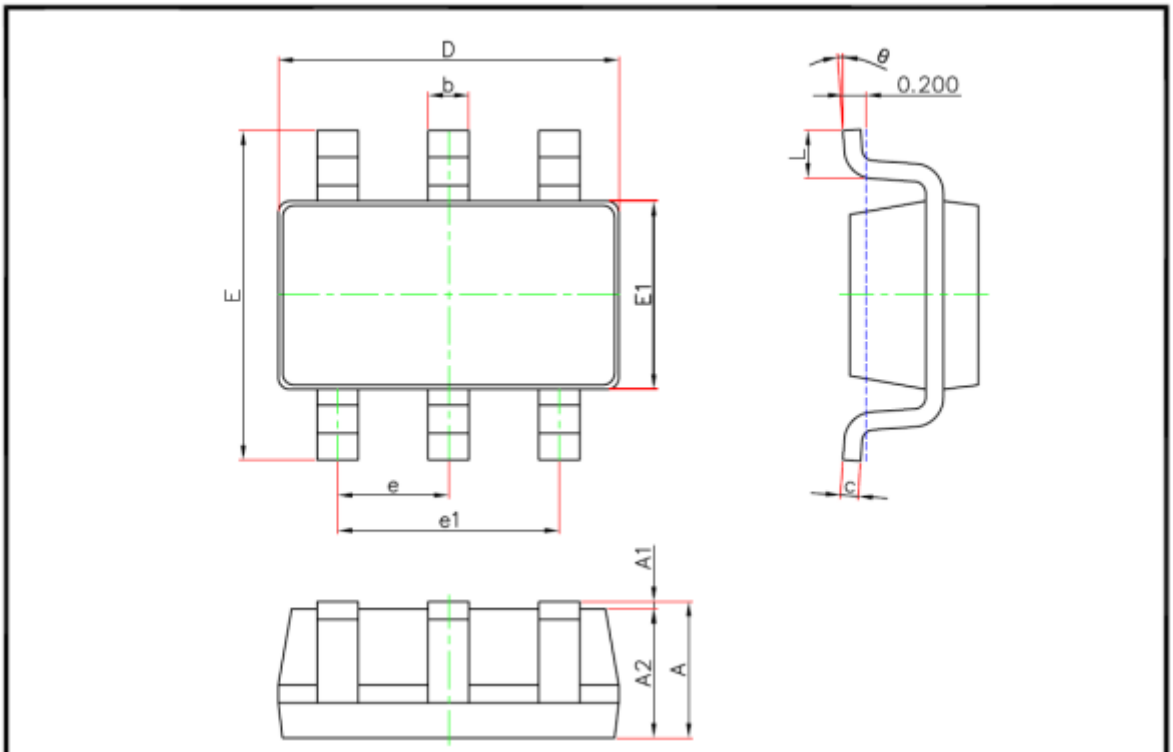
（7） 根据选定的开关频率和充电电流，确定输出电容。

PCB设计注意事项

良好的 PCB 设计对降低开关损耗，减小 EMI 和保证稳定的工作非常重要。

- 如果可能的话，尽量使用多层 PCB 布线，以增强抗干扰能力。
- 大电流接地端，即输入电容接地端，N 沟道 MOSFET 源极，输出电容接地端和电池负极，要连到 PCB 上同一块铜皮，然后再返回系统地。
- 模拟地，即 CN3300 的第 6 管脚，图 1 中的电阻 R2 和电容 C2 的接地端，须与大电流地分开连接到系统地。
- 为了保证尽可能低的电磁辐射，二极管，N 沟道 MOSFET，电感，输入电容和输出电容的引线要足够宽，尽量短，连接这些元器件的铜皮的面积要尽量小。
- 电流检测电阻 R_{CS} 要尽量靠近输入电源和输入电源的滤波电容。

封装信息 (SOT23-6)



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	1.050	1.250	0.041	0.049
A1	0.000	0.100	0.000	0.004
A2	1.050	1.150	0.041	0.045
b	0.300	0.500	0.012	0.020
c	0.100	0.200	0.004	0.008
D	2.820	3.020	0.111	0.119
E1	1.500	1.700	0.059	0.067
E	2.650	2.950	0.104	0.116
e	0.950(BSC)		0.037(BSC)	
e1	1.800	2.000	0.071	0.079
L	0.300	0.600	0.012	0.024
θ	0°	8°	0°	8°

免责声明

上海如韵电子有限公司及其关联公司（以下简称如韵电子）保留对其产品或者技术规格书随时做出更正，修改或改进而不特别通知的权利。

本规格书所描述的电路仅供参考，如韵电子对向客户提供的技术支持和帮助不承担任何责任。客户应该根据其产品应用条件对产品的设计，测试和应用等给与足够的考虑。客户是使用如韵电子产品设计和开发其产品的唯一责任人。