具有太阳能最大功率点跟踪功能的 6A 降压型同步四节锂电池充电管理集成电路 CN3884

概述:

CN3884 是一款可使用太阳能供电的 PWM 降压模式四节锂电池充电管理集成电路，可独立对四节电池充电进行管理，具有封装外形小，外围元器件少和使用简单等优点。

CN3884 采用涓流，恒流和恒压充电模式，非常适合四节锂电池充电管理。恒压充电电压由 CN3884 内部的反馈电阻设定；在恒流充电模式，充电电流通过一个外部电阻设置。当用太阳能供电时，内部电路能够自动跟踪太阳能板的最大功率点，用户不需要考虑最坏情况，可最大限度地利用太阳能的输出功率，非常适合利用太阳能供电的应用。

对于深度放电的锂电池，当电池电压低于恒压充电电压的66.6%(典型值)时，CN3884用所设置的恒流充电电流的25%对电池进行涓流充电。在恒压充电阶段，充电电流逐渐减小，当充电电流降低到恒流充电电流的15%时，充电结束。在充电结束状态，如果电池电压下降到恒压充电电压的95.8%以下，自动开始新的充电周期。当输入电源掉电或者输入电压低于电池电压时，CN3884 自动进入睡眠模式。

其它功能包括符合 JEITA 标准的电池温度监测，输入低电压锁存，防止电池电流倒灌，电池端过压保护和状态指示等。

CN3884 采用散热增强型 16 管脚 TSSOP 封装(eTSSOP-16)。

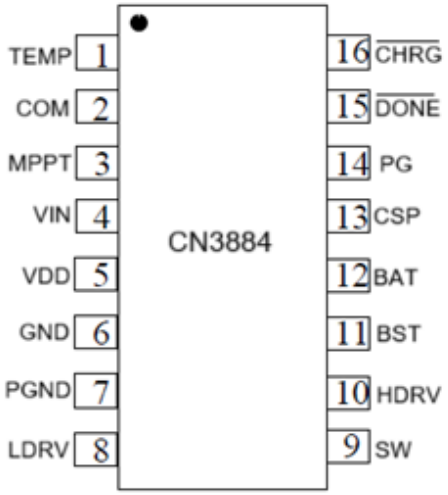
应用:

- 扫地机器人
- 备用电池应用
- 便携式工业和医疗仪器
- 电动工具
- 音响
- 四节锂电池充电管理

特点:

- 太阳能板最大功率点跟踪功能
- 对四节锂电池进行独立的充电管理
- 宽输入电压范围：6.5V 到 30V
- 充电电流可达 6A
- 开关频率 550KHz，可使用小外形电感
- 恒压充电电压：16.8V±1%
- 恒流充电电流由外部电阻设置
- 对深度放电的电池进行涓流充电
- 支持 100%占空比
- 自动再充电功能
- 两个状态指示输出端
- 符合 JEITA 标准的电池温度监测功能
- 软启动功能
- 当输入电源掉电或者输入电压低于电池电压时，自动进入睡眠模式
- 使用外部 P 沟道 MOSFET 防止电池电流倒灌
- 电池端过压保护
- 工作环境温度：－40℃ 到 ＋85℃
- 采用 eTSSOP-16 封装
- 产品无铅，满足 Rohs，不含卤素

管脚排列:



典型应用电路:

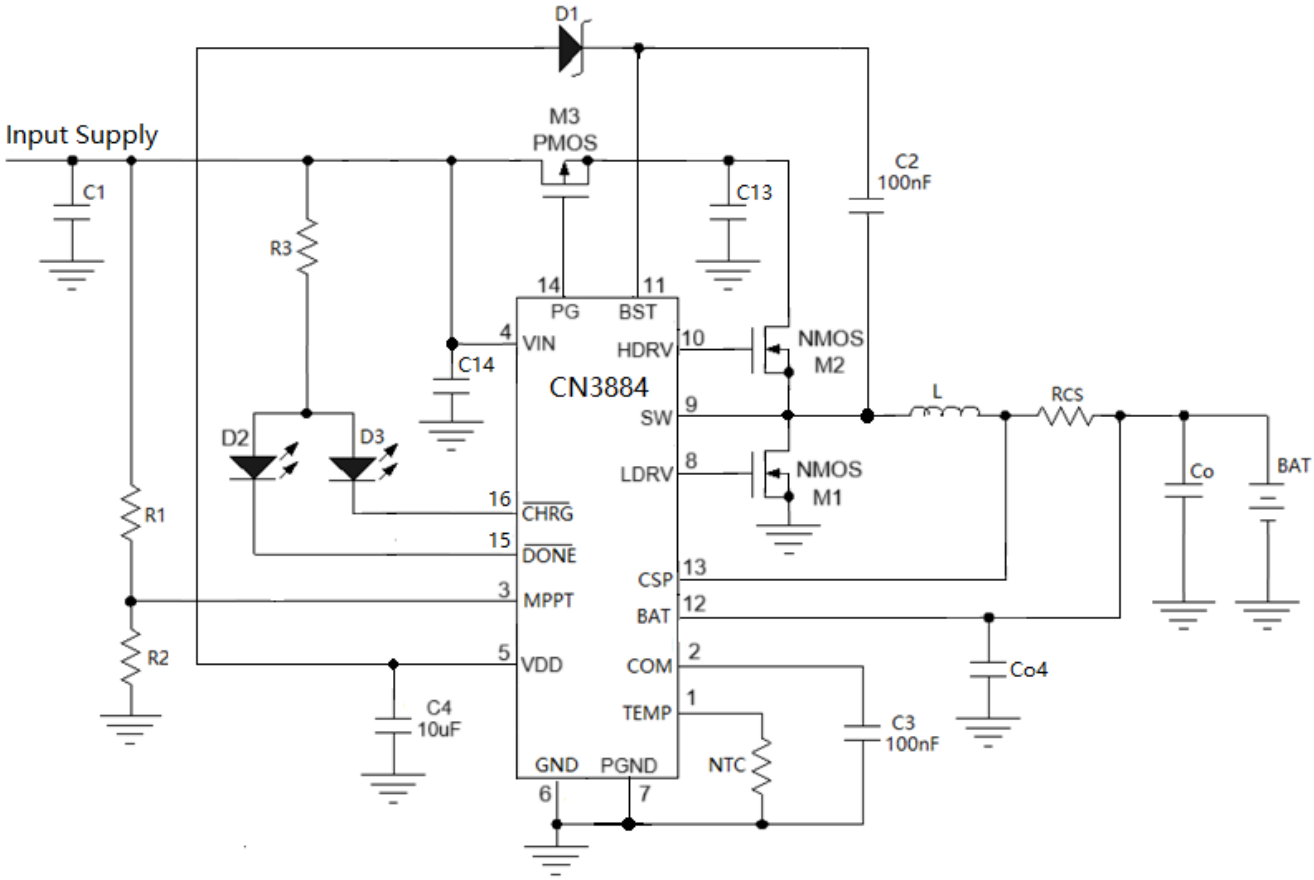


图 1　典型应用电路

订购信息:

型号	封装形式	印字	包装	工作环境温度
CN3884	TSSOP-16	CN3884	盘装，每盘 4000 只	－40℃ 到 ＋85℃

管脚描述:

管脚序号	名称	说明
1	TEMP	**电池温度监测输入端。**在TEMP管脚与GND之间接一个标称值10K欧姆的NTC电阻。 ● 如果TEMP管脚电压小于0.1V或者大于0.85V，表示电池过热或过冷，充电暂停。 ● 如果TEMP管脚电压在0.1V与0.135V之间，表示电池偏热，充电电流减小到所设置的恒流充电电流的50%，恒压充电电压减小到所设置的97.91%。 ● 当TEMP管脚电压在0.135V与0.55V之间时，正常工作。 ● 如果TEMP管脚电压在0.55V与0.85V之间，表示电池偏冷，充电电流减小到所设置的恒流充电电流的25%。 如果不使用电池温度监测功能，可在 TEMP 管脚与 GND 之间接一个 10K 电阻。
2	COM	**回路补偿输入端。**在此管脚到地之间需连接一个 100nF 的电容以稳定电流和电压调制回路。
3	MPPT	**太阳能板最大功率点跟踪端。**在太阳能板最大功率点跟踪状态，此管脚电压被调制到 1.205V。此管脚需要外接电阻分压网络以检测太阳能板的电压。
4	VIN	**输入电源正极连接端。**VIN 是内部电路的电源。此管脚与地(GND)之间需要连接滤波电容。
5	VDD	**5V 电压调制器输出。**内部低压电路工作电源，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 30V 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。
6	GND	**模拟地(Analog Ground)**
7	PGND	**功率地(Power Ground)**
8	LDRV	**低端 N 沟道 MOSFET 驱动端。**连接到外部低端 N 沟道 MOSFET (图 1 中的 M1)的栅极。
9	SW	**电感连接端。**连接到外部电感，即开关节点，如图 1 所示。
10	HDRV	**高端 N 沟道 MOSFET 驱动端。**连接到外部高端 N 沟道 MOSFET (图 1 中的 M2)的栅极。
11	BST	**高端 N 沟道 MOSFET 驱动电源。**如图 1 所示，BST 管脚与开关节点之间需要接一个 100nF 的自举电容。BST 管脚与 CN3884 的 5V 电压调制器输出需要接一个肖特基二极管。
12	BAT	**电池正极连接端和充电电流检测负输入端**。此管脚连接到电池的正极，电池电压通过此管脚反馈到CN3884。同时，此管脚和CSP管脚用于测量电流检测电阻RCS两端的电压，并将此电压信号反馈给CN3884进行电流调制。
13	CSP	**充电电流检测正输入端。**此管脚和BAT管脚用于测量电流检测电阻RCS两端的电压，并将此电压信号反馈给CN3884进行电流调制。在恒流充电模式，(CSP−BAT)电压被调制在100mV。

管脚序号	名称	说明
14	PG	**外部 P 沟道 MOSFET 栅极驱动端。**如图 1 所示，PG 管脚连接到片外 P 沟道 MOSFET 的栅极。此 P 沟道 MOSFET 用于防止电池电流倒灌到输入端。 如果不使用外部 P 沟道 MOSFET，PG 管脚悬空。
15	$\overline{\text{DONE}}$	**充电结束指示端。**漏极开路输出。在充电结束状态，内部晶体管将此管脚拉到低电平；否则，此管脚为高阻状态。
16	$\overline{\text{CHRG}}$	**充电状态指示端。**漏极开路输出。在充电状态，内部晶体管将此管脚拉到低电平；否则，此管脚为高阻状态。

极限参数

VIN 到 GND 电压……－0.3V to 32V
$\overline{\text{CHRG}}$，$\overline{\text{DONE}}$ 到 GND 电压.....…－0.3V to 32V
SW 到 GND 电压……..…－0.3V to 32V
BST，HDRV 到 SW 电压,…...…－0.3V to 6.5V
CSP，BAT 到 GND 电压.....…－0.3V to 32V
PG 到 GND 电压……... －0.3V to BAT+0.3V
VDD 到 GND 电压.....…－0.3V to 6.5V
COM 到 GND 电压…....…－0.3V to VDD+0.3V
LDRV 到 GND 电压…...…－0.3V to VDD+0.3V

最高结温…..……..…..……150℃
工作环境温度….……－40℃ to 85℃
存储温度…...……...……－65℃ to 150℃
焊接温度（10 秒）……..……..…..…..260℃
热阻(TSSOP16)…….……200℃/W

TEMP 到 GND 电压……..…－0.3V to VDD+0.3V
MPPT 到 GND 电压……..…－0.3V to VDD+0.3V

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。

电气特性:

（VIN＝18V，T_A＝－40℃ 到 85℃，典型值在 25℃时测得，除非另有注明）

参数	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
输入电压范围	VIN		6.5		30	V
输入电源低压锁存阈值	UVLO		3.8	5	6.3	V
芯片工作电流	I_{VIN}	V_{BAT}＞V_{REG}，外部 N 沟道 MOSFET 关断	535	672	810	uA
流入 BAT 管脚电流	I_{BAT1}	结束模式，V_{BAT}＝17V	8	12	16	uA
	I_{BAT2}	睡眠模式，V_{BAT}＝15V	2.8	4.4	6	
恒压充电电压	V_{REG}	电池温度正常，恒压模式	16.635	16.8	16.968	V
		电池温度偏热，恒压模式	16.28	16.45	16.62	
充电电流检测测量(V_{CSP}－V_{BAT})	V_{CS}	V_{BAT}＞V_{PRE}，电池正常	88	100	112	mV
		V_{BAT}＞V_{PRE}，电池偏热	37	47	57	
		V_{BAT}＜V_{PRE}，或电池偏冷	15	25	35	
涓流充电						
涓流充电阈值	V_{PRE}	BAT管脚电压上升	64	66.6	69	%V_{REG}
涓流充电阈值迟滞	H_{PRE}	BAT管脚电压下降		2.5		%V_{REG}
充电结束						
充电结束阈值	I_{term}	充电电流下降	10	15	20	%I_{CC}
再充电						
再充电阈值	V_{RE}	电池电压下降，温度正常	93	95.8	98.6	%V_{REG}
		电池电压下降，温度偏热	88.5	91.6	94.7	
BAT管脚过压保护						
过压阈值	Vov	BAT 管脚电压上升	1.036	1.068	1.1	V_{REG}
过压释放阈值	Vclr	BAT 管脚电压下降	1.0	1.024	1.049	
MPPT 管脚						
MPPT 管脚调制电压	V_{MPPT}	在最大功率点跟踪状态	1.18	1.205	1.23	V
MPPT 管脚电流	I_{MPPT}		－100	0	100	nA
振荡器						
频率	f_{osc}		430	550	670	kHZ
最大占空比	Dmax				100	%
睡眠模式						
睡眠模式阈值(测量VIN－V_{BAT})	V_{SLP}	VIN下降 V_{BAT}＝16V	0.0	0.05	0.1	V
睡眠模式释放阈值(测量VIN－V_{BAT})	V_{SLPR}	VIN上升 V_{BAT}＝16V	0.13	0.25	0.39	V
芯片结温过温保护模式						
过温保护阈值	T_{OTP}	芯片结温上升		145		℃
过温保护释放阈值	T_{RLS}	芯片结温下降		128		℃

（下页继续）

（接上页）

参数	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
LDRV 管脚						
输出高电平	V_{Hpin8}	I_{LDRV}＝－10mA	VDD−0.05			V
输出低电平	V_{Lpin8}	I_{LDRV}＝+10mA			0.04	V
上升时间	t_{rpin8}	Cload＝2nF, 10% to 90%	30	40	60	nS
下降时间	t_{fpin8}	Cload＝2nF, 90% to 10%	18	25	35	nS
HDRV 管脚						
输出高电平	V_{Hpin10}	I_{DRV}＝－10mA	BST−0.05			V
输出低电平	V_{Lpin10}	I_{DRV}＝+10mA			SW+0.04	V
上升时间	t_{rpin10}	Cload＝2nF, 10% to 90%	30	40	60	nS
下降时间	t_{fpin10}	Cload＝2nF, 90% to 10%	20	30	45	nS
TEMP 管脚						
TEMP 管脚输出电流	I_{TEMP}		27	30	33	uA
电池过冷阈值	V_{COLD}	V_{TEMP} 上升，偏冷到过冷	800	850	900	mV
电池过冷释放阈值	V_{COLDR}	V_{TENP} 下降，过冷到偏冷	755	805	855	mV
电池偏冷阈值	V_{COOL}	V_{TEMP} 上升，正常到偏冷	510	550	590	mV
电池偏冷释放阈值	V_{COOLR}	V_{TENP} 下降，偏冷到正常	465	505	545	mV
电池偏热阈值	V_{WARM}	V_{TENP} 下降，正常到偏热	120	135	150	mV
电池偏热释放阈值	V_{WARMR}	V_{TEMP} 上升，偏热到正常	138	155	172	mV
电池过热阈值	V_{HOT}	V_{TENP} 下降，偏热到过热	85	100	115	mV
电池过热释放阈值	V_{HOTR}	V_{TEMP} 上升，过热到偏热	105	120	135	mV
PG 管脚						
PG 管脚高电平	V_{PGH}	睡眠模式		电池电压		V
PG 管脚低电平	V_{PGL}	正常工作，VIN<12V	0			V
		正常工作，VIN＞12V	VIN−12			V
PG 管脚上拉电流	I_{PGSRC}	睡眠模式，V_{BAT}=15V $V_{BAT}-V_{PG}$=0.2V	0.75	1	1.25	mA
$\overline{CHRG}$ 管脚						
$\overline{CHRG}$ 管脚下拉电流	I_{CHRG}	V_{CHRG}＝1V，充电状态	7	12	18	mA
$\overline{CHRG}$ 管脚漏电流	I_{LK1}	V_{CHRG}＝30V，结束状态			1	uA
$\overline{DONE}$ 管脚						
$\overline{DONE}$ 管脚下拉电流	I_{DONE}	V_{DONE}＝1V，结束状态	7	12	18	mA
$\overline{DONE}$ 管脚漏电流	I_{LK2}	V_{DONE}＝30V，充电状态			1	uA

注：V_{REG} 表示恒压充电电压；I_{CC} 表示恒流充电电流。

详细描述:

CN3884是一款可使用太阳能板供电的PWM降压型四节锂电池充电管理集成电路。CN3884采用涓流，恒流和恒压充电模式。恒流充电电流由CSP管脚和BAT管脚之间的电流检测电阻R_{CS}设置。恒压充电电压由CN3884内部的反馈电阻设定，固定值16.8V，精度±1%。

当VIN管脚电压大于低压锁存阈值，并且大于电池电压时，CN3884正常工作。如果电池电压低于涓流充电阈值，充电器自动进入涓流充电模式，此时充电电流为所设置的恒流充电电流的25%。当电池电压大于涓流充电阈值，充电器进入恒流充电模式，此时充电电流由内部的100mV基准电压和一个外部电阻R_{CS}设置，即恒流充电电流为100mV/R_{CS}。当电池电压继续上升接近恒压充电电压时，充电器进入恒压充电模式，充电电流逐渐减小。在充电状态，漏极开路输出$\overline{CHRG}$管脚内部的晶体管导通，输出低电平，以指示充电状态。当充电电流减小到恒流充电电流的15%时，充电结束，HDRV管脚和LDRV管脚输出低电平，漏极开路输出$\overline{DONE}$管脚内部的晶体管导通，输出低电平，以指示结束状态。

在充电结束状态，如果断开输入电源，再重新接入，将开始一个新的充电周期；如果电池电压下降到再充电阈值以下，那么也将自动开始新的充电周期。

CN3884可以使用太阳能板供电，具有太阳能板最大功率点跟踪功能。太阳能板最大功率点电压通过两个外部电阻分压后反馈到MPPT管脚，在最大功率点跟踪状态，MPPT管脚电压被调制在1.205V(典型值)。

当输入电压掉电时，CN3884自动进入低功耗睡眠模式，内部电路被关断。

CN3884内部还有一个过压比较器，当BAT管脚电压由于负载变化或者突然移走电池等原因而上升时，如果BAT管脚电压上升到恒压充电电压的1.068倍时，过压比较器动作，关断片外的两个N沟道MOSFET，充电器暂时停止工作，直到BAT管脚电压回复到恒压充电电压的1.024倍以下。在某些情况下，比如在电池没有连接到充电器上，或者电池突然断开，BAT管脚的电压可能会达到过压保护阈值，此为正常现象。

充电电流和充电电压示意图如图 2 所示。

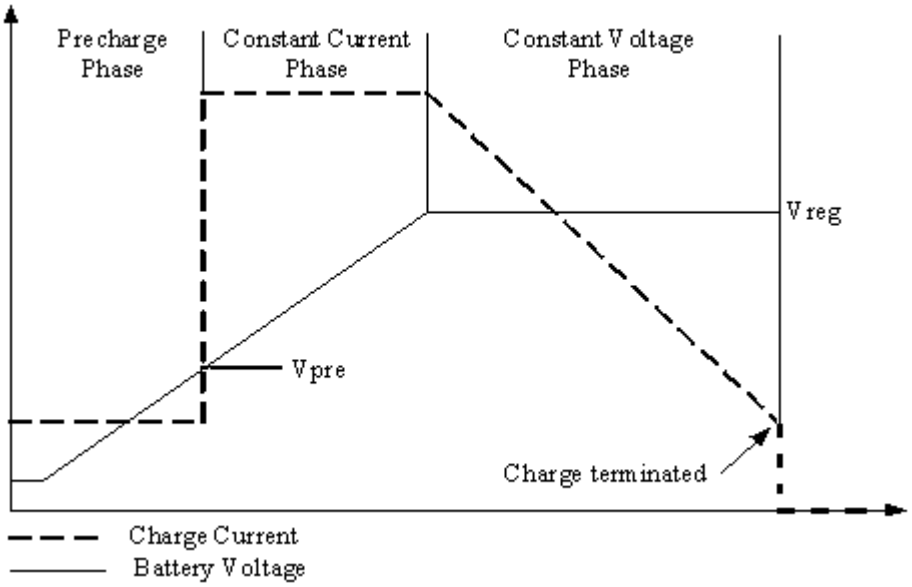


图 2 充电过程示意图

应用信息

低电压锁存 (UVLO)

芯片内部的低电压锁存电路监测输入电压，当输入电压低于6.3V(最大值)时，内部电路被关断，CN3884被禁止工作。

涓流充电

在充电状态，如果电池电压低于恒压充电电压的66.6%(典型值)时，充电器进入涓流充电模式，此时充电电流为恒流充电电流的25%。

恒流充电电流的设置

恒流充电电流由下式决定：

$$I_{CH} = \frac{100mV}{R_{CS}}$$

其中：

I_{CH} 是恒流充电电流

R_{CS} 是连接于CSP管脚和BAT管脚之间的电流检测电阻

太阳能板最大功率点跟踪

CN3884采用恒电压法跟踪太阳能板的最大功率点。在太阳能板的伏安特性曲线中，当环境温度一定时，在不同的日照强度下，输出最大功率的点所对应的输出电压基本相同，亦即只要保持太阳能板的输出端电压为恒定电压，就可以保证在该温度下光照强度不同时，太阳能板输出最大功率。

CN3884太阳能板最大功率点跟踪端MPPT管脚的电压被调制在1.205V，配合片外的两个电阻(图1中的R1和R2)构成的分压网络，可以实现对太阳能板最大功率点进行跟踪。

太阳能板最大功率点电压由下式决定：

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

充电结束

在恒压充电模式，充电电流逐渐下降，当充电电流下降到恒流充电电流的15%时，充电过程结束，漏极开路输出$\overline{DONE}$管脚内部的晶体管导通，输出低电平，以指示结束状态。在充电结束状态，外部两个N沟道MOSFET关断，没有充电电流流到电池。

当电池电压低于恒压充电电压的95.8%时，即使充电电流下降到恒流充电电流的15%，充电过程也不结束。也就是说，充电结束有两个条件，一个是电池电压大于恒压充电电压的95.8%；另一个条件是充电电流下降到恒流充电电流的15%。

自动再充电

在充电结束状态，如果输入电源和电池仍然连接在充电器上，如果电池电压下降到恒压充电电压的95.8%时，CN3884自动进入充电状态，开始新的充电周期。

电池温度监测

为了防止电池温度过高或过低对电池的损害，CN3884 通过监测 TEMP 管脚的电压持续监测电池温度。在应用电路中，需要在 TEMP 管脚与 GND 之间接一个标称值为 10K 的 NTC 电阻，如图 1 所示。此 NTC 电阻与 TEMP 管脚流出的 30 微安电流决定了 TEMP 管脚的电压。

如果不需要电池温度监测功能，那么在 TEMP 管脚与 GND 之间须接一个固定的 10K 欧姆电阻。

CN3884的电池温度监测功能符合JEITA标准，充电电流和恒压充电电压根据电池温度范围调整。

CN3884共有5个电池温度范围，分别是：

- 过热：电池温度高于55°C
- 偏热：电池温度介于45°C与55°C之间
- 正常：电池温度介于10°C与45°C之间
- 偏冷：电池温度介于0°C与10°C之间
- 过冷：电池温度低于0°C.

当电池温度在10°C与45°C之间时，正常工作，充电电流和恒压充电电压为所设定值。

当电池温度在0°C与10°C之间时，电池偏冷，充电电流减小为所设置的恒流充电电流的25%。

当电池温度在45°C与55°C之间时，电池偏热，充电电流减小为所设置的恒流充电电流的50%，恒压充电电压减小为所设置值的97.91%。

当电池温度低于0℃或高于55℃，电池过冷或过热，充电被暂停，此时$\overline{CHRG}$管脚和$\overline{DONE}$管脚输出高阻态。

一旦电池温度离开过冷或过热范围，CN3884自动继续充电。

TEMP管脚电压是TEMP管脚输出电流与NTC电阻的乘积，所以NTC电阻的选择应该使得TEMP管脚电压满足电池过热，偏热，偏冷和过冷的阈值要求。标称值是10K欧姆NTC电阻非常适合CN3884的应用。

与NTC电阻串联一个小阻值电阻或与NTC电阻并联一个大阻值电阻可以微调电池温度范围。

下表列出了电池温度范围与 TEMP 管脚电压，充电电流和充电截止电压的对应关系。

电池温度范围	TEMP 管脚电压	充电电流	恒压充电电压
过热：高于 55°C	$V_{TEMP}<V_{HOT}$	暂停充电	暂停充电
偏热：45°C 到 55°C	$V_{HOTR}<V_{TEMP}<V_{WARM}$	减小到 47%*I_{CC}	减小到 97.91*V_{REG}
正常：10°C 到 45°C	$V_{WARMR}<V_{TEMP}<V_{COOLR}$	正常	正常
偏冷：0°C 到 10°C	$V_{COOL}<V_{TEMP}<V_{COLDR}$	减小到 25%*I_{CC}	正常
过冷：低于 0°C	$V_{TEMP}>V_{COLD}$	暂停充电	暂停充电

状态指示

CN3884有两个漏极开路状态指示输出端：$\overline{CHRG}$管脚和$\overline{DONE}$管脚。在充电状态，$\overline{CHRG}$管脚被内部晶体管下拉到低电平，在其它状态$\overline{CHRG}$管脚为高阻态。在充电结束状态，$\overline{DONE}$管脚被内部晶体管下拉到低电平，在其它状态$\overline{DONE}$管脚为高阻态。

当电池没有接到充电器时，CN3884很快将输出电容充电到恒压充电电压值或过压保护阈值，并进入充电结束状态，由于BAT管脚电流和负载对输出电容的放电效应，BAT管脚的电压将慢慢下降，一直下降到再充电阈值，CN3884再次进入充电状态，这样在BAT管脚形成锯齿波，同时$\overline{CHRG}$输出高阻态，$\overline{DONE}$输出脉冲信号。

当不用状态指示功能时，将$\overline{CHRG}$管脚或$\overline{DONE}$管脚接到地。

表1列明了$\overline{CHRG}$管脚对应的充电器状态。这里假设红色LED连接到$\overline{CHRG}$管脚，绿色LED连接到$\overline{DONE}$管脚其连接方式如图1所示。

$\overline{CHRG}$管脚	$\overline{DONE}$管脚	状态描述
低电平(红色LED亮)	高阻态(绿色LED灭)	充电状态
高阻态(红色LED灭)	低电平(红色LED亮)	结束状态
高阻态(红色LED灭)	高阻态(绿色LED灭)	三种可能情况 ● VIN管脚电压低于低压锁存电压，或者 ● VIN管脚电压低于BAT管脚电压，或者 ● 电池温度异常

表1 状态指示说明

防止电池电流倒灌

在图1所示的应用电路中，如果没有P沟道MOSFET M3，当电源掉电或者输入电压小于电池电压时，电池电流可能通过电感，N沟道MOSFET M2的体二极管流向输入端，此倒灌电流不仅会耗尽电池能量，也可能对输入电源造成损害。所以在图1所示的应用电路中，引入P沟道MOSFET M3以防止电池电流倒灌。

当电源掉电或者输入电压小于电池电压时，CN3884进入睡眠模式，PG管脚(第14管脚)输出接近电池电压的高电平，关断P沟道MOSFET M3，阻断了电池电流倒灌。

在正常工作时，P沟道MOSFET M3处于导通状态。由于可以选择导通电阻比较小的P沟道MOSFET，所以正常工作时，此P沟道MOSFET的压降很小，对充电器的效率影响也比较小。

如果不使用P沟道MOSFET，PG管脚(第14管脚)悬空。

P沟道MOSFET也可以用肖特基二极管代替，但须留意二极管的正向导通压降比较大，功耗也比较大。

回路补偿

为了保证电流调制回路和电压调制回路的稳定性，需要从COM管脚到地之间连接一个100nF的贴片陶瓷电容。

输入滤波电容

为了保证CN3884正常工作，至少输入电源需要两个滤波电容。

第一个滤波电容为CN3884的VIN管脚(第4管脚)的滤波电容，如图1所示应用电路中的C14。此电容应为陶瓷电容，电容值最小1uF。在PCB中，电容C14应该尽可能靠近CN3884的第4管脚。

第二个和第三个滤波电容为大电流路径的滤波电容，如图1所示应用电路中的C1和C13。一般情况下，取决于输入电源的特性和电缆长度，C1可以选用10uF电容。电容C13需要吸收在输入电源上产生的纹波电流，所以此滤波电容必须有足够的额定纹波电流。在最坏情况下，此滤波电容的额定RMS纹波电流需要达到充电电流的二分之一。同时为了抑制寄生电感等在开关瞬间产生的高频振荡，此滤波电容最好由下面三个电容并联组成：

- 电解电容：电容值由输入电源的特性和充电电流等因素决定
- 陶瓷电容：电容值在1uF到10uF
- 高频陶瓷电容：电容值在47nF到1uF

在PCB中，滤波电容C1应该尽可能靠近图1中P沟道MOSFET M3的漏极，C13应该尽可能靠近图1中N沟道MOSFET M2的漏极和N沟道MOSFET M1的源极。

电感的选择

在正常工作时，电感瞬态电流是周期性变化的。在高端N沟道MOSFET导通期间，输入电源对电感充电，电感电流增加；在低端N沟道MOSFET关断期间，电感向电池放电，电感电流减小。电感的纹波电流随着电感值的减小而增大，随着输入电压的增大而增大。较大的电感纹波电流会导致较大的纹波充电电流和磁损耗。所以电感的纹波电流应该被限制在一个合理的范围内。

电感的纹波电流可由下式估算：

$$\triangle I_L = \frac{1}{(f)(L)} V_{BAT}\left(1 - \frac{V_{BAT}}{VIN}\right)$$

其中：

f是开关频率，550KHz

L是电感值

V_{BAT}电池电压

VIN是输入电压

在选取电感值时，可将电感纹波电流限制在$\triangle I_L \leqslant 0.3 \times I_{CH}$，$I_{CH}$是充电电流。请留意最大电感纹波电流$\triangle I_L$出现在输入电压最大值和电感最小值的情况下。所以电感值应该满足下面公式的要求：

$$L \geqslant \frac{V_{BAT}*(VIN - V_{BAT})}{0.3*I_{CH}*f*VIN}$$

如果太阳能板作为输入电源，电感值应该适当增大，以保证在充电电流很低时，电感的纹波电流相对比较小。

输出滤波电容

为了保证CN3884正常工作，输出端至少需要两个滤波电容。

第一个滤波电容为CN3884的BAT管脚(第12管脚)的滤波电容，如图1所示应用电路中的C_{O4}。此电容用于改善电压和电流采样的准确性，应为陶瓷电容，电容值最小1uF。在PCB中，电容C_{O4}应该尽可能靠近CN3884的第12管脚。

第二个滤波电容用于降低输出端的纹波电压和改善瞬态特性，如图1所示应用电路中的Co，此输出滤波电容应该选择串联等效电阻(ESR)较小的电容。

如果输出电容为陶瓷电容，须留意有些陶瓷电容的电压系数比较大，有效电容值变低，在电池没有连接时BAT管脚电压可能过高，在这种情况下，应该适当增大输出电容值，以保证在电池没有连接时，BAT管脚电压在安全范围内。

为了保证调制回路的稳定，输出滤波电容除了满足吸收纹波电压和改善瞬态特性要求外，输出电容有效值还要满足下面公式：

$$\frac{175}{L} \leqslant Co \leqslant \frac{400}{L}$$

其中，电容Co的单位为uF，电感L是前述“电感的选择”部分的电感值，其单位为uH。

N沟道MOSFET的选择

CN3884需要两个N沟道MOSFET作为功率开关(图1中的M1和M2)。这两个N沟道MOSFET的选择主要考虑下面5个参数：

- 开启电压Vth
  在芯片内部，两个N沟道MOSFET的栅极驱动电压固定为5V(典型值)，所以两个N沟道MOSFET的开启电压Vth应该足够低，使得在5V驱动电压时，MOSFET能够完全导通。
- 导通电阻Rds(on)
  两个N沟道MOSFET在驱动电压为5V时的导通电阻Rds(on)应该满足下面公式：
  $$30mV < Rds(on) \times I_{CH} < 55mV$$
- 栅极总电荷Qg和反向传导电容C_{RSS}
  在导通电阻Rds(on)满足前述条件的前提下，选择栅极总电荷Qg和反向传导电容C_{RSS}尽量小的N沟道MOSFET，以降低开关损耗。
- 漏极-源极击穿电压BVdss
  N沟道MOSFET的漏极-源极击穿电压BVdss应该大于输入电压加上一个安全的裕量。比如，对于20V输入电压，选择BVdss为30V的N沟道MOSFET；对于30V输入电压，选择BVdss为40V的N沟道MOSFET。
- 连续漏极电流I_D
  两个N沟道MOSFET的连续漏极电流I_D应该满足下面公式的要求：
  $$I_D >= 1.5 \times I_{CH} \times V_{BAT}/VIN$$

在上述公式中，I_{CH}是所设置的恒流充电电流，V_{BAT}是电池电压，VIN是输入电压。

P沟道MOSFET的选择

CN3884需要一个P沟道MOSFET(图1中的M3)，以防止电池电流倒灌。在正常工作时，此P沟道MOSFET一直导通，只有在睡眠模式，此P沟道MOSFET才关断。

此P沟道MOSFET的选择主要考虑下面4个参数：

- 导通电阻Rds(on)

  导通电阻Rds(on)直接影响充电器的效率，所以导通电阻Rds(on)要尽量小。导通电阻Rds(on)的选择可以参考公式： $Rds(on)\times I_{CH}<55mV$
- 最大栅极-源极电压

  此P沟道MOSFET允许的最大栅极-源极电压应该不小于12V。
- 源极-漏极击穿电压BVdss

  此P沟道MOSFET的源极-漏极击穿电压BVdss应该大于输入电压加上一个安全的裕量。比如，对于20V输入电压，选择BVdss为30V的P沟道MOSFET；对于30V输入电压，选择BVdss为40V的P沟道MOSFET。
- 连续漏极电流Id

  此P沟道MOSFET的连续漏极电流I_D应该满足下面公式的要求：

  $$I_D>=1.5\times I_{CH}\times V_{BAT}/VIN$$

  其中，I_{CH}是所设置的恒流充电电流，V_{BAT}是电池电压，VIN是输入电压。

对于多数应用，P沟道MOSFET　CN30P14能够满足要求。

输入电压大于20V的情形

在输入电压大于20V时，为了避免在上电瞬间过冲电压对CN3884的影响，建议采用图3中电路，在CN3884第4管脚与输入电源之间须连接一个4.7欧姆电阻R4，第4管脚与地(GND)之间的电容C14至少为10uF。

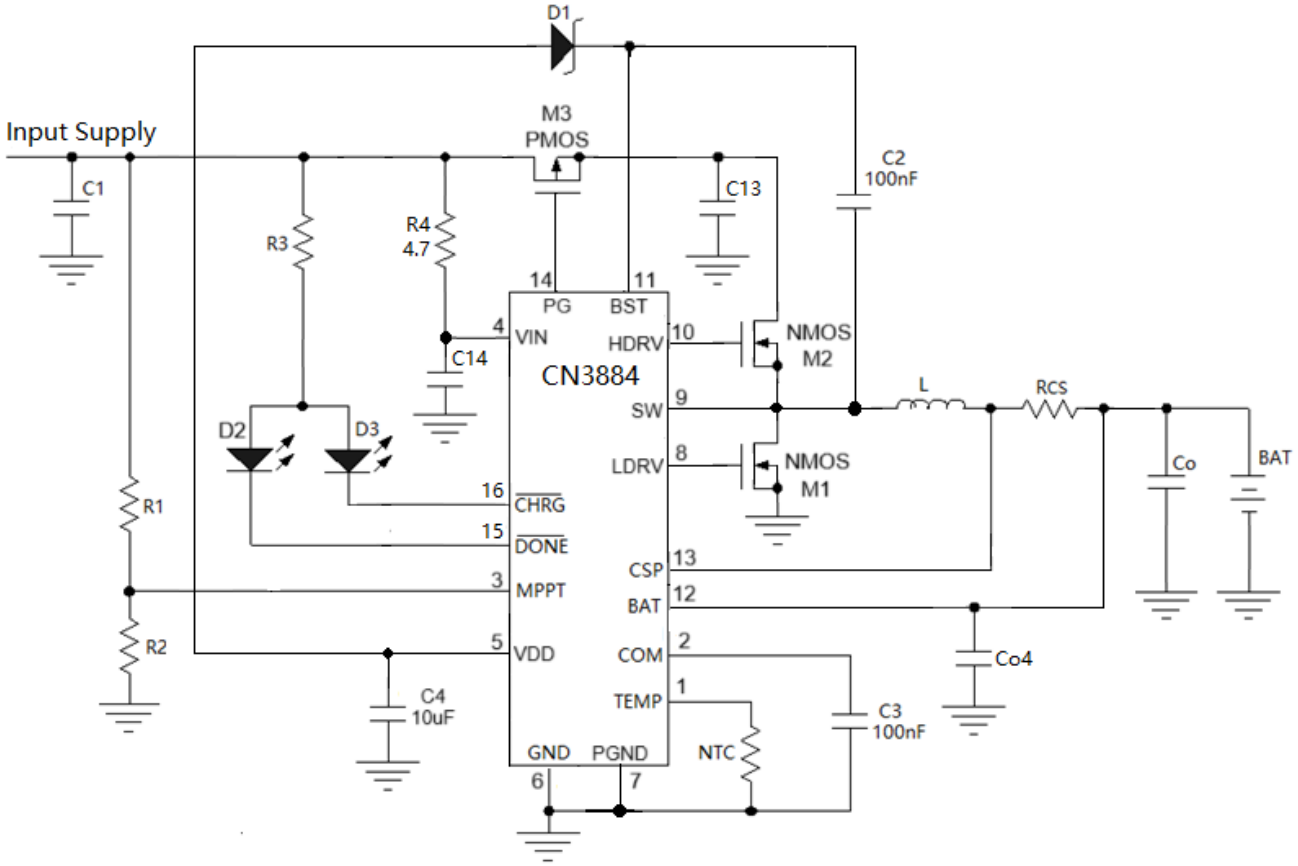


图3 输入电压大于20V时增加电阻R4

设计PCB的考虑

良好的PCB设计对于保证CN3884正常工作，降低电磁辐射和提高转换效率至关重要。针对图1中的应用电路，设计PCB时需要遵循下面几点：

(1) 至少需要三个输入滤波电容，滤波电容C14尽量靠近第4管脚(VIN管脚)，此电容接地端须接到模拟地(Analog GND)；滤波电容C1要尽量靠近P沟道MOSFET M3的漏极。滤波电容C13要尽量靠近N沟道MOSFET M2的漏极和M1的源极。

(2) 第5管脚的滤波电容要尽量靠近第5管脚(VDD管脚)，此电容接地端须接到模拟地(Analog GND)。

(3) 至少需要两个输出滤波电容，第一个输出滤波电容(图1中的C_{O4})尽量靠近第12管脚(BAT管脚)，此电容接地端须接到模拟地(Analog GND)；第二个输出滤波电容(图1中的C_O)须靠近电流检测电阻；

(4) 输入滤波电容，P沟道MOS场效应晶体管，两个N沟道MOSFET，电感，电流检测电阻和输出滤波电容的引线要尽量短，足够宽；

(5) NTC电阻，电阻R1，R2和电容C3要尽量靠近CN3884，其接地端须接到模拟地(Analog GND)。

(6) 输入电容的接地端，N沟道MOSFET的源极和输出电容的接地端要先接到同一块铜皮再返回系统地。此点对保证CN3884正常工作非常重要。此功率地(Power GND)铜皮要足够宽，尽量宽。

(7) 模拟地和功率地要分开返回系统地（GND）。

(8) CN3884的接地管脚(Pin6和Pin7)也具有散热功能，所以这两个管脚的铜皮面积要尽量大，尤其在输入电压比较高或者2个N沟道MOSFET的总栅极电荷比较大的情形，更应如此。

(9) 电流检测电阻R_{CS}的放置方向要保证从芯片的CSP管脚和BAT管脚到R_{CS}的连线比较短。CSP管脚和BAT管脚到R_{CS}的连线要在同一层次上，而且距离要尽可能小。为了保证充电电流检测精度，CSP管脚和BAT管脚要直接连接到电流检测电阻上。如图4所示。

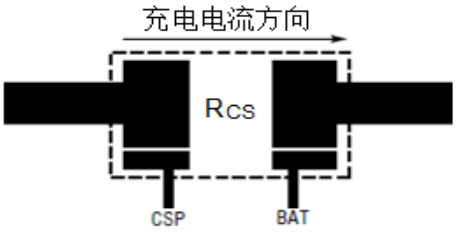
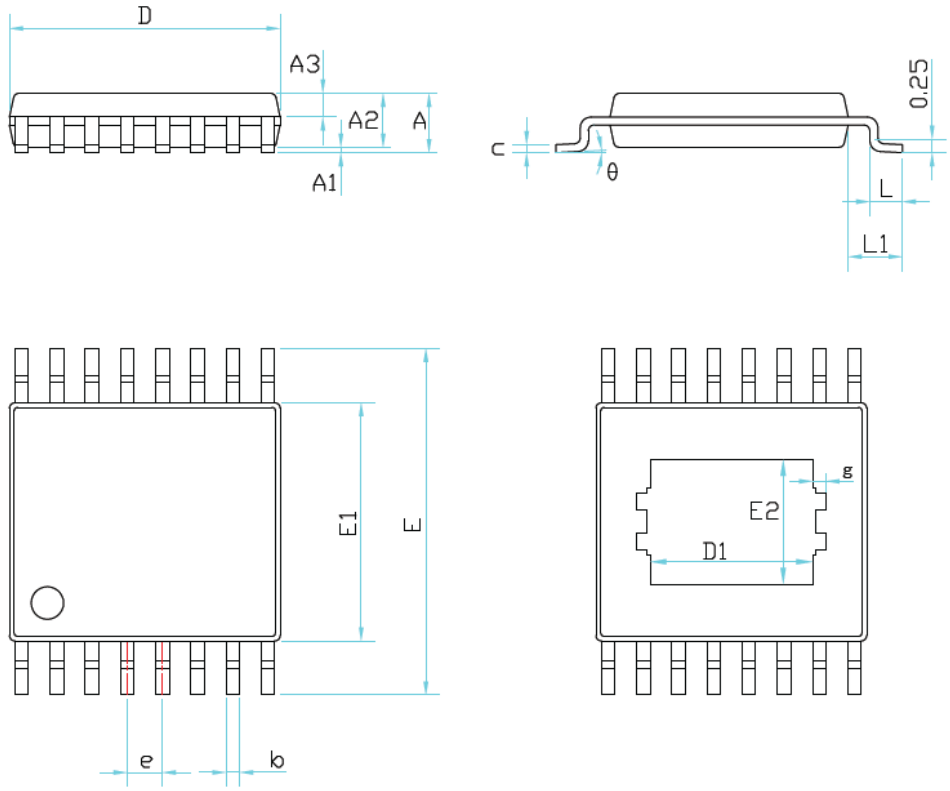


图 4 充电电流的检测

封装信息（eTSSOP16）



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	——	——	1.20
A1	0.05	0.08	0.11
A2	0.95	1.00	1.05
A3	0.39	0.44	0.49
b	0.20	——	0.29
c	0.13	——	0.18
D	4.90	5.00	5.10
D1	2.80REF		
E	6.30	6.40	6.50
E1	4.30	4.40	4.50
E2	2.10REF		
e	0.65BSC		
L	0.50	0.60	0.70
L1	1.00REF		
θ	2°	——	8°
g	0.25REF		

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。