



具有太阳能电池最大功率点跟踪功能的 开关型多节电池充电管理集成电路

概述

HX6600 是一款可使用太阳能板供电的 PWM 降压模式多节电池充电管理集成电路，独立对多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。

HX6600 具有涓流，恒流和恒压充电模式，非常适合锂电池，磷酸铁锂电池和钛酸锂电池充电管理。在恒压充电模式，HX6600 将电池电压调制在外部反馈电阻所设置的电压；在恒流充电模式，充电电流通过一个外部电阻设置。当用太阳能板供电时，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板的输出功率，非常适合利用太阳能板供电的应用。

对于深度放电的锂电池，当电池电压低于恒压充电电压的66.5%(典型值)时，HX6600 用所设置的恒流充电电流的17.5%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16%时，充电结束。在充电结束状态，如果充电电流再上升到恒流充电电流的58.8%以上，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，

HX6600 自动进入睡眠模式。

其它功能包括输入低电压锁存，电池端过压保护和充电状态指示等。

HX6600 采用 14 管脚 TSSOP 封装。

特点

- 太阳能板最大功率点跟踪和自适应功能
- 可对两节或多节锂电池，磷酸铁锂电池或钛酸锂电池进行完整的充电管理
- 宽输入电压范围：6.6V 到 35V
- 具有电池NTC温度监控功能
- PWM 开关频率：300KHz
- 恒压充电电压由外部电阻设置
- 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
- 自动再充电功能
- 充电双状态指示
- 软启动功能
- 工作环境温度：-40℃ 到 +85℃
- 采用 14 管脚 TSSOP 封装

应用

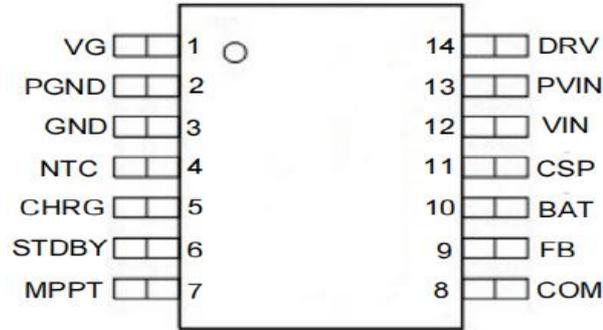
- 手持设备
- 应急灯
- 备用电池应用
- 便携式工业和医疗仪器
- 电动工具
- 锂电池，磷酸铁锂电池和钛酸锂电池充电

极限参数

VCC, CHRG, STDBY, MPPT 到 GND 的电压	-0.3V to 42 V
VG, DRV 管脚到 VCC 管脚电压.....	-8V to VCC+0.3V
CSP, BAT 到 GND 的电压.....	-0.3V to 42V
COM, FB, NTC 到 GND 的电压.....	-0.3V to 6.5V
存储温度.....	-65℃到 150℃
工作环境温度.....	-40℃到 85℃
焊接温度(10 秒).....	260℃



管脚排列:



引脚	名称	说明
1	VG	驱动管栅电压钳位
2	PGND	驱动管驱动地
3	GND	小信号地
4	NTC	电池温度检测, 输出 20uA 电流
5	CHRG	电池充电指示
6	STDBY	电池完成指示
7	MPPT	最大功率点跟踪
8	COM	环路稳定性补偿
9	FB	电池电压反馈
10	BAT	充电电流检测负端
11	CSP	充电电流检测正端
12	VIN	芯片电源输入
13	PVIN	驱动管驱动电压输入
14	DRV	驱动管栅驱动

订购信息:

器件型号	封装形式	包装	器件标记
HX6600	TSSOP-14	盘装, 每盘 4000 只	FF00 XXXX XX标示为生产周期



典型应用电路:

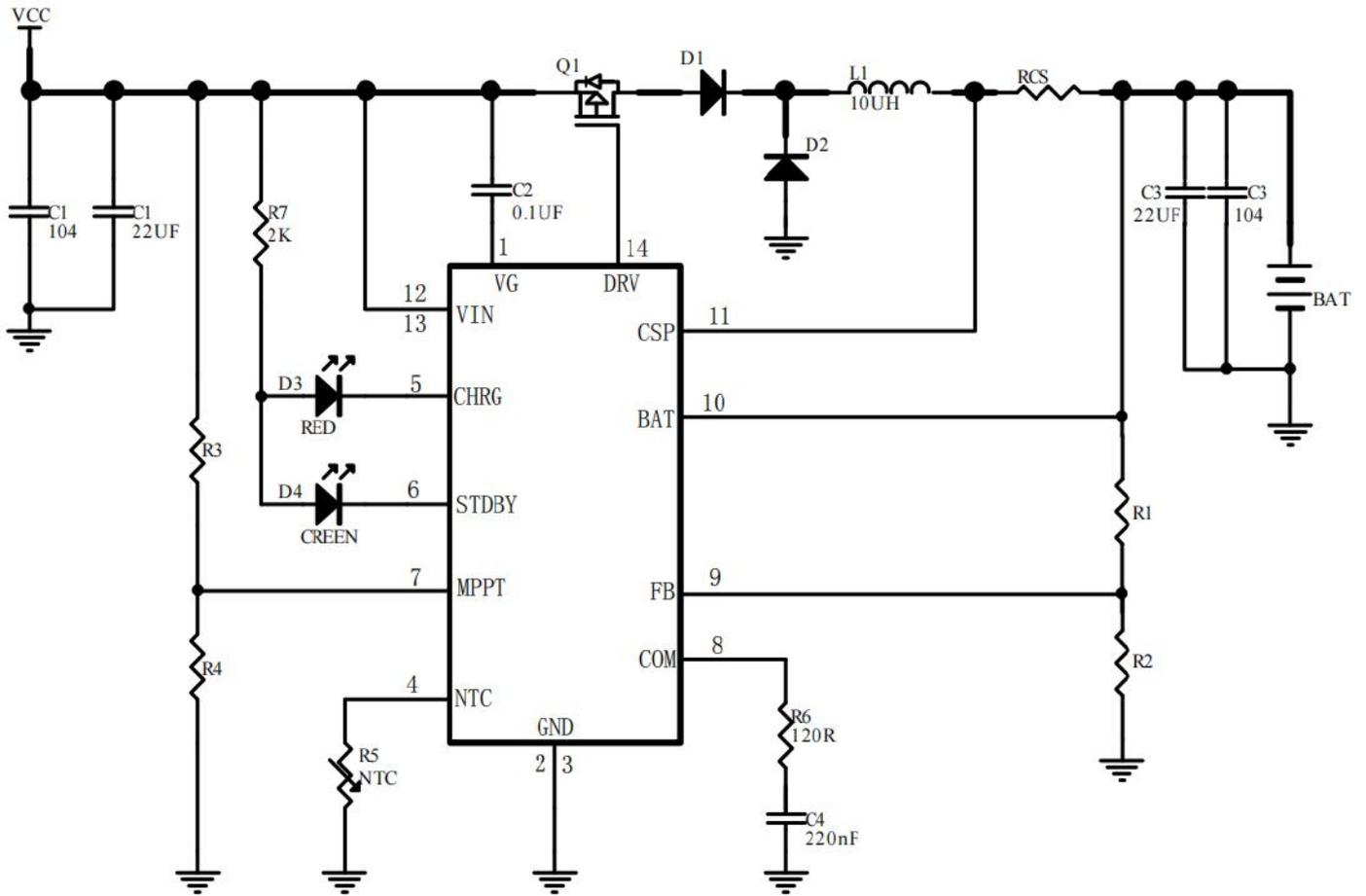


图 1 典型应用电路



管脚描述:

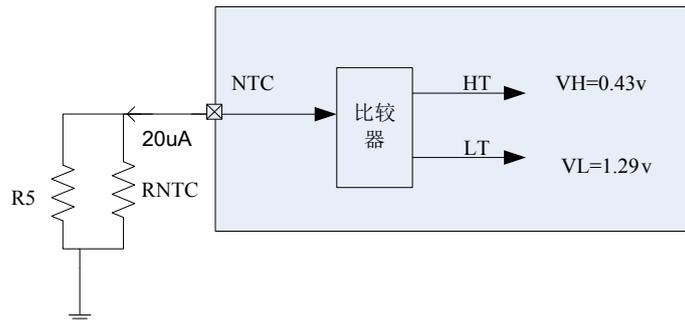
VG(引脚 1)：驱动管栅电压钳位。此端跟 VCC 之间接个 100nF 的电容，使外接驱动管栅电压钳制在不低于 $V_{IN}-6.3V$ 的范围内。

PGND(引脚 2)：驱动管地。

GND(引脚 3)：模拟地。

NTC(引脚 4)：电池温度检测，可配合 NTC 电阻来检测电池温度，该管脚输出 20uA 电流，然后检测该电流在 NTC 电阻上产生的电压，来判断电池温度的高低。引脚电压在 0.43V-1.29V 之间，表示电池温度正常，正常充电，引脚电压下降小于 0.43V 表示电池温度过高，停止充电，引脚电压上升大于 1.29V 表示电池温度过低，停止充电。如果不需要 NTC 功能，将该引脚接 51K 电阻到地。

举例：RNTC=100K 热敏电阻 (B=4100)，R5=88K，对应温度和 NTC 引脚电压。



温度(度)	RNTC 电阻阻值	R5//RNTC 阻值	NTC 引脚电压
0	246.7K	64.8K	1.29V
45	41.2K	28K	0.56V
55	28.4K	21.4K	0.43V

CHRG(引脚 5)：充电状态指示端。当充电器向电池充电时，该管脚被内部开关拉至低电平，表示充电正在进行；否则该管脚处于高阻态。

STDBY(引脚 6)：电池充饱指示端。当电池已经充饱时，该管脚被内部开关拉至低电平，否则该管脚处于高阻态。

MPPT(引脚 7)：HX6600 采用恒定电压法跟踪太阳能板的最大功率点。当输入电流不足时自动降低充电电流保证输入电压的稳定，如不需要该功能的，把该引脚上拉到 VCC。该引脚也可以做为 EN 始能控制，把引脚电压拉低后为停止充电。

HX6600 太阳能板最大功率点跟踪端 MPPT 管脚的电压被调制在 1.205V，配合外围两个电阻（图1中的 R3 和 R4）构成的分压网络，可以实现对太阳能板最在功率点跟踪。

太阳能板最大功率点电压由下式决定：

$$V_{MPPT} = 1.205 \times (1 + R3 / R4)$$

COM(引脚 8)：充电环路稳定性补偿端。接一个串联的电阻和电容到地。

FB(引脚 9)：电池电压反馈端。如图1所示，电池端的电压通过 R1 和 R2 构成的电阻分压网络反馈到 FB 管脚，FB 端固定为 1.2V，由外接分压电阻决定电池充饱电压。

具体充饱电压可按如下公式计算：

$$V_{FLOAT} = 1.2 \times (R1/R2 + 1)$$

BAT(引脚 10)：充电电流检测负端。将此端接到充电电流设置电阻的负端，此管脚和 CSP 管脚用于测量 Rcs 电阻两端的电压。

CSP(引脚 11)：充电电流检测正端。将此端接到充电电流设置电阻的正端，此管脚和 BAT 管脚用于测量 Rcs 电阻两端的电压。

VCC(引脚 12)：模拟电源正输入端。

PVCC(引脚 13)：驱动管电源正输入端。

DRV(引脚 14)：外接 PMOS 管栅极驱动端。此端电压被 VG 钳制在 $V_{IN}-6.3V$ 范围之内，使外接 PMOS 管可选用低 V_{GS} 的型号，以提高充电效率，降低成本。

电气特性:

(VCC=15V, T_A=-40°C 到 85°C, 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	VCC		6.6		35	V
低电压锁存阈值	UVLO			6.5		V
芯片输入电流	I _{VCC}	待机模式 (充电终止)	0.5	0.8	1.1	mA
FB 管脚反馈电压	V _{FB}	恒压充电模式	1.188	1.2	1.212	V
FB 管脚偏置电流	I _{FB}	V _{FB} =1.2V		60	300	nA
电流检测	V _{CS}	V _{BAT} >V _{PRE} , V _{CSP} -V _{BAT}	110	120	130	mV
		V _{BAT} <V _{PRE} , V _{CSP} -V _{BAT}	10	21	36	
流入 BAT 管脚电流	I _{BAT1}	充电结束模式, V _{BAT} =7.4V		10	15	uA
	I _{BAT2}	睡眠模式, V _{BAT} =7.4V			15	
涓流充电阈值	V _{PRE}	FB 管脚电压上升		0.8		V
充电结束阈值	I _{term}	充电电流下降		16		%I _{CC}
再充电阈值	V _{RE}	V _{REG} 管脚电压下降		1.15		V
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}		250	300	350	KHZ
最大占空比	D _{max}			94		%
充电状态管脚						
CHRG 引脚输出低电平	V _{CHRG}	I _{CHRG} = 5mA		0.3	0.6	V
STDBY 引脚输出低电平	V _{STDBY}	I _{STDBY} = 5mA		0.3	0.6	V
NTC 管脚						
NTC 引脚输出电流	I _{NTC}			20		uA
NTC 引脚高端翻转电压	V _{NTCH}			1.29		V
NTC 引脚低端翻转电压	V _{NTCL}			0.43		V
DRV 管脚						
V _{DRV} 高电平 (VCC-V _{DRV})	VH	I _{DRV} = -10mA		60		mV
V _{DRV} 低电平 (VCC-V _{DRV})	VL	I _{DRV} = 0mA		6.3		V
上升时间	t _r	Cl _{oad} = 2nF, 10% to 90%	30	40	65	nS
下降时间	t _f	Cl _{oad} = 2nF, 90% to 10%	30	40	65	nS

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:

HX6600 是一款可使用太阳能板供电的PWM降压型多节电池充电管理集成电路，可用于单节或多节锂电池，磷酸铁锂电池或钛酸锂电池的充电管理。HX6600 具有涓流，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。恒压充电电压通过连接于FB管脚的反馈电阻设置。

当VCC管脚电压大于低压锁存阈值，并且大于电池电压时，HX6600 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17.5%。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120mV基准电压和一个外部电阻 R_{CS} 设置，即充电电流为 $120\text{mV}/R_{CS}$ 。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 $\overline{\text{CHRG}}$ 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16%时，充电结束。漏极开路输出 $\overline{\text{CHRG}}$ 管脚内部的晶体管关断，输出为高阻态，以指示充电结束状态。

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；如果充电电流再上升到再充电阈值以上，那么也将自动开始新的充电周期。

HX6600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，HX6600自动进入睡眠模式，内部电路被关断。

充电电流和充电电压示意图如图 2 所示。

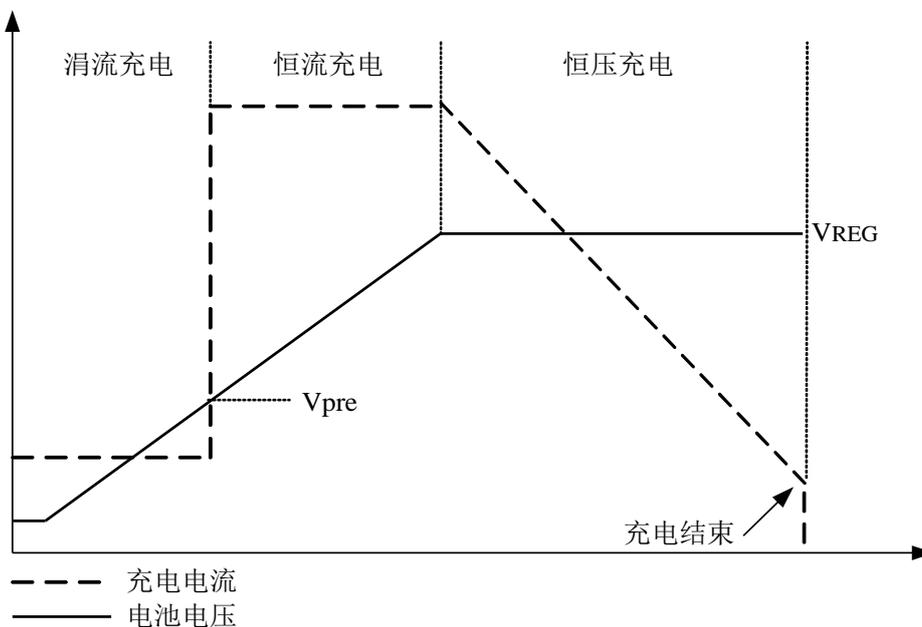


图 2 充电过程示意图



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6.5V(最大值)时，内部电路被关断，HX6600被禁止工作。

恒流充电电流的设置

电池充电的电流 I_{BAT} ，由连接在CSP和BAT端的外部电流检测电阻 R_{CS} 确定，其阻值与 I_{BAT} 的关系如下表格所示。 R_{CS} 可由该电阻两端的调整阈值电压 V_{RCS} 和恒流充电电流的比值来确定，恒流状态下 R_{CS} 两端的电压 V_{RCS} 为120mV。

设定电阻器和充电电流采用下列公式来计算：

$$I_{BAT} = 0.12 \div R_{CS}$$

举例：需要设置充电电流1.2A，带入公式计算得
 $R_{CS} = 0.1\Omega$ 。

R_{CS}	I_{BAT}
0.1 Ω	1.2A
0.067 Ω	1.8A
0.05 Ω	2.4A
0.033 Ω	3.6A

R_{CS} 与充电电流对应关系

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16%左右时，充电过程结束。在充满待机模式中，HX6600对BAT引脚电压进行连续监控。如果该引脚电压降到了再充电门限值以下时，则另一个充电循环开始再次向电池充电。

充电状态指示

HX6600有两个漏极开路状态指示输出端CHRG和STDBY，当芯片充电状态时，CHRG被拉至低电平，STDBY处于高阻态。当芯片充电状态时，STDBY被拉至低电平，CHRG处于高阻态。当电池未接进，CHRG脚输出脉冲信号，BAT管脚的外接电容为22 μ F时CHRG会出现闪烁频率。当不需要指示功能时，将不用的状态指示输出接到地。

充电状态	红灯 CHRG	绿灯 STDBY
充电	亮	灭
电池充满	灭	亮
欠压，电池温度过高 或过低	灭	灭
电池未连接，BAT脚 连接22 μ F电容	绿灯亮，红灯闪烁	

充电状态与指示灯对应关系



片外功率管驱动

HX6600 的 DRV 管脚用于驱动片外功率型 PMOS 场效应晶体管。该 PMOS 管的性能，会直接影响到电池的充电效率和稳定性。HX6600 内部设有 PMOS 晶体管栅电压钳位电路，能把片外功率管的栅极开启电压 V_{GS} 钳制在 6.5V 左右，因此片外功率管可以选用低 V_{GS} 的型号，而不用担心由于输入电压远超栅耐压而损坏。一般情况下，低 V_{GS} 型号 MOS 管，具有更低的价格和更高的导通性能，从而使充电效率更高。

输入电容

输入电容(图1中的C1)对输入电源起滤波作用，需要吸收在输入电源上产生的纹波电流，所以输入电容必须有足够的额定纹波电流。在最坏情况下，输入电容的额定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，输入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10uF到22uF
- 高频陶瓷电容：电容值在47nF到1uF

输出电容

为了降低输出端的纹波电压和改善瞬态特性，输出电容(图1中的C3)应该选择串联等效电阻(ESR)较小的电容。输出电容最好由下面两个电容并联组成：

- 电解电容：电容值10uF
- 陶瓷电容：电容值在10uF到22uF
- 高频陶瓷电容：电容值在47nF到1uF

如果输出电容只能使用陶瓷电容，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或用几个小容值的陶瓷电容并联，以保证在电池没有连接时，BAT管脚电压在安全范围内。

电感的选择

为了保证系统稳定性，在预充电和恒流充电阶段，系统需要保证工作在连续模式 CCM 根据电感电流公式：

$$\Delta I = \frac{I}{L \times F} \left(\frac{V_{IN} - V_{BAT}}{V_{IN}} \right) \times V_{BAT}$$

其中 ΔI 为电感纹波、F为开关频率，为了保证在预充电和恒流充电均处于CCM 模式， ΔI 取预充电电流值，即为恒流充电的 1/10，根据输入电压要求可以计算出电感值。电感取值10uH~20uH。

电感额定电流选用大于充电电流，内阻较小的功率电感，同时为保证有较低的电磁辐射，电感最好为贴片式屏蔽电感。

二极管的选择

典型应用图中的D1和D2均为肖特基二极管。D1的作为是防止电池电流反灌到输入端，D2是电感的续流二极管。这两个二极管的电流能力均至少要比充电电流大，耐压也要大于最高输入电压。如果不用防反灌二极管D1，充电电路也能正常工作，并且由于减去了D1上的功耗，充电效率会更高，但是由于无防反灌



功能，在 V_{IN} 不接时，漏电流会从电池通过片外 PMOS 管流入到 VCC，这会加大电池的待机功耗，影响待机时间，用户可综合各种因素考虑。

利用 N 沟道场效应晶体管实现减小电池漏电流

在 V_{IN} 不接时，利用 Q2 NMOS 减小电池端的漏电流，降低功率提高待机时间。R1 和 R2 两个分压电阻可取比较小的电阻阻值，电阻阻值误差小，从而减小了电池充饱电压的误差。

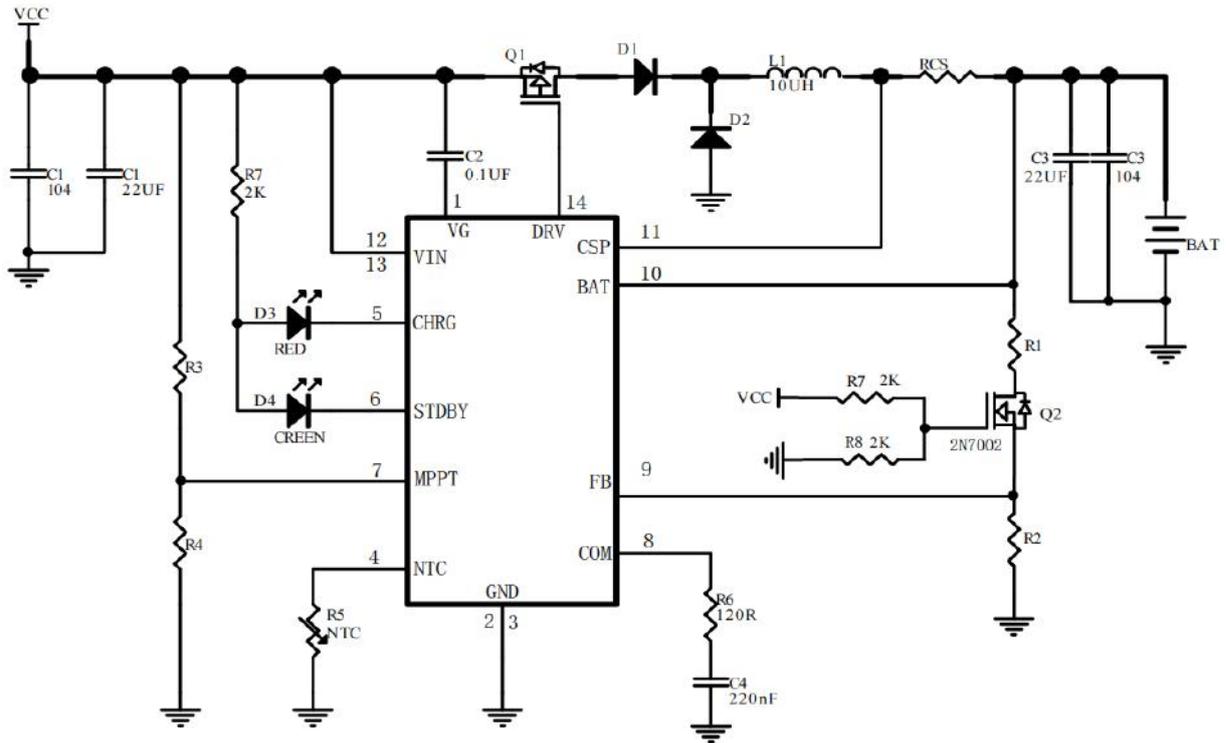


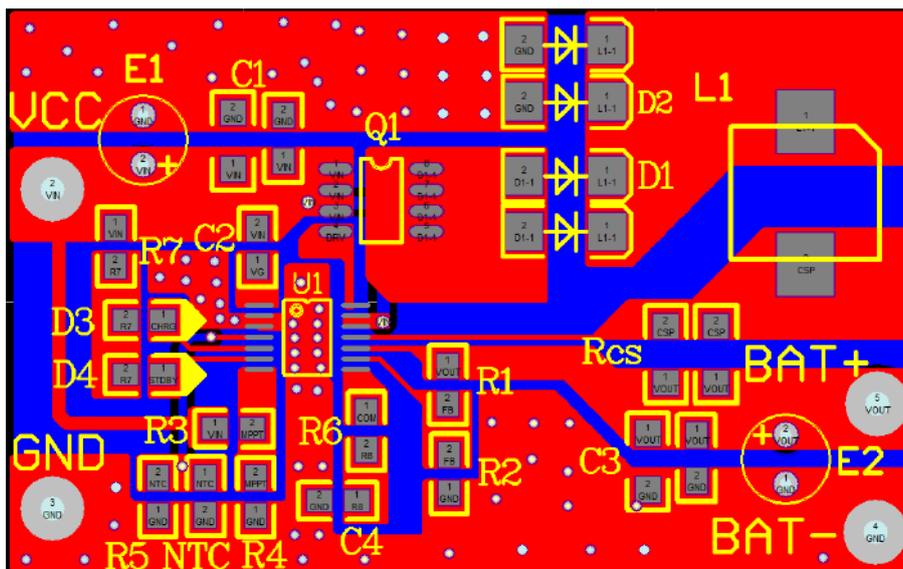
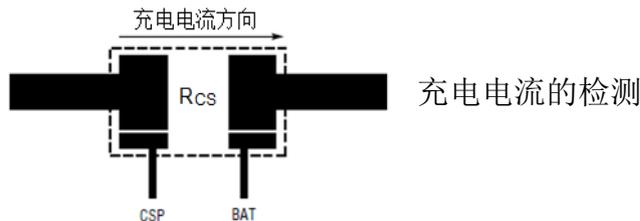
图 3 利用 NMOS 减小电池漏电流和减小电池充饱电压误差



设计PCB的考虑

良好的PCB设计对于保证HX6600正常工作，降低电磁辐射和提高转换效率非常重要。针对图1中的电路，设计PCB时需要考虑下面几点：

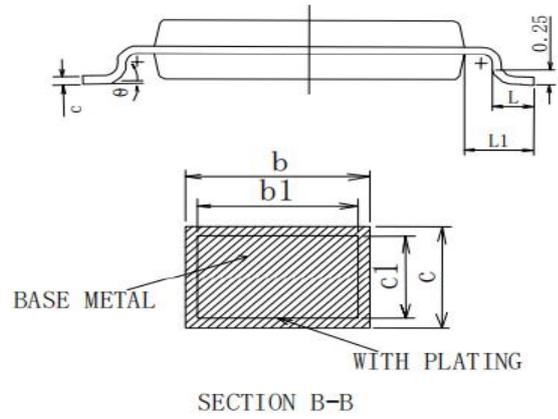
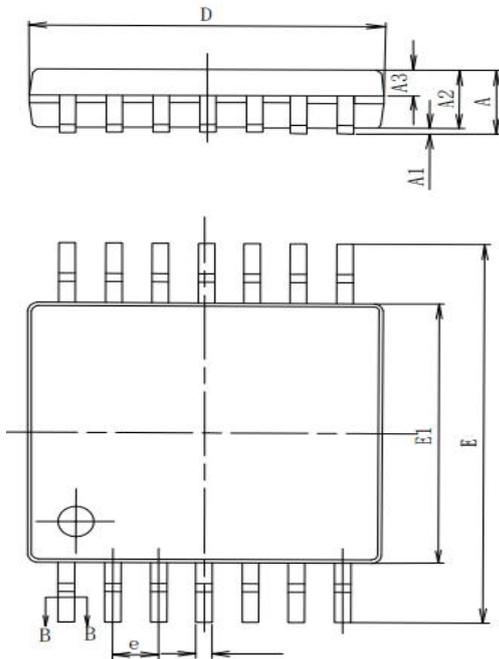
- (1) 输入滤波电容正极要靠近P沟道MOS场效应晶体管的源极；
- (2) 二极管D1和D2须靠近电感，走线必须尽可能短；
- (3) 输出电容须靠近电流检测电阻；
- (4) 输入滤波电容，P沟道MOS场效应晶体管，二极管D1和D2，电感，电流检测电阻和输出滤波电容的引线要尽量短；
- (5) 连接COM引脚的补偿电容应该在HX6600的GND返回或离它尽可能近，这样会防止GND、PGND噪声扰乱环路的稳定性。
- (6) 电流检测电阻 R_{CS} 的放置方向要保证从芯片的CSP管脚和BAT管脚到 R_{CS} 的连线比较短。CSP管脚和BAT管脚到 R_{CS} 的连线要在同一层次上，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。如图所示。



PCB 设计参考图



封装信息



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	—	—	1.20
A1	0.05	—	0.15
A2	0.90	1.00	1.05
A3	0.39	0.44	0.49
b	0.20	—	0.28
b1	0.19	0.22	0.25
c	0.13	—	0.17
c1	0.12	0.13	0.14
D	4.90	5.00	5.10
E1	4.30	4.40	4.50
E	6.20	6.40	6.60
e	0.65BSC		
L	0.45	0.60	0.75
L1	1.00BSC		
θ	0	—	8°