

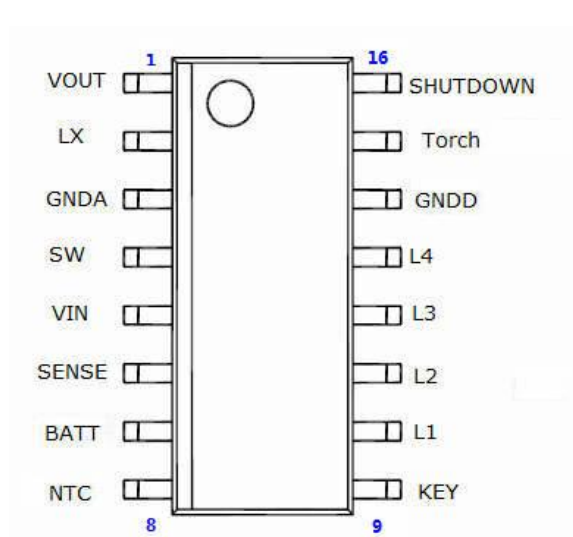
四 段 电 量 显 示 的 单 芯 片 移 动 电 源 专 用 IC

■ 产品概述

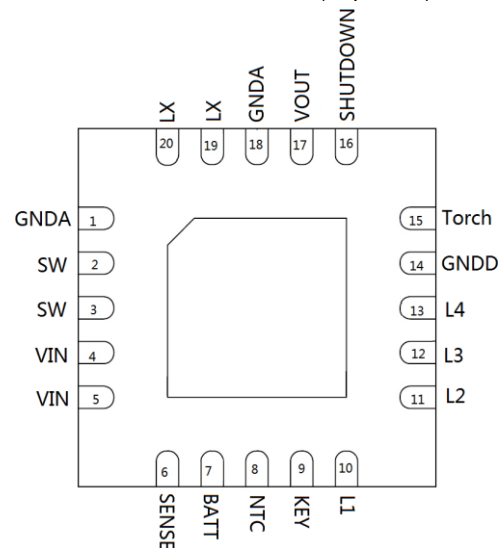
LN1001 是一款集充电管理、电量检测、LED 电量显示、LED 手电、升压 DC/DC 等一体的单芯片专用 IC，适用于单节锂离子/锂聚合物电池的充放电管理，可以应用于移动电源，手持设备，PDA，智能手机等。它集成的高效同步 BUCK 锂电池充电管理，最大可以达到 2A 的充电电流；集成的升压 DC/DC 可以输出最大达到 1.5A 的放电电流，并且智能判断负载插入和拔除，进行自动升压和自动关机；集成的电池电量检测和 4 段显示，无论在充电还是放电的状态，均可以有效地指示电池当前剩余的电量。通过唯一的按键，可以很方便地控制升压的启动和手电的开关。手电 LED 可以输出最大 50mA 的电流。LN1001 还集成了电池温度检测，电池电压低电保护，输出过流/过压/过温/短路等保护电路，确保芯片和系统安全工作。

■ 封装

SOP16



QFN4*4-20L (Top View)



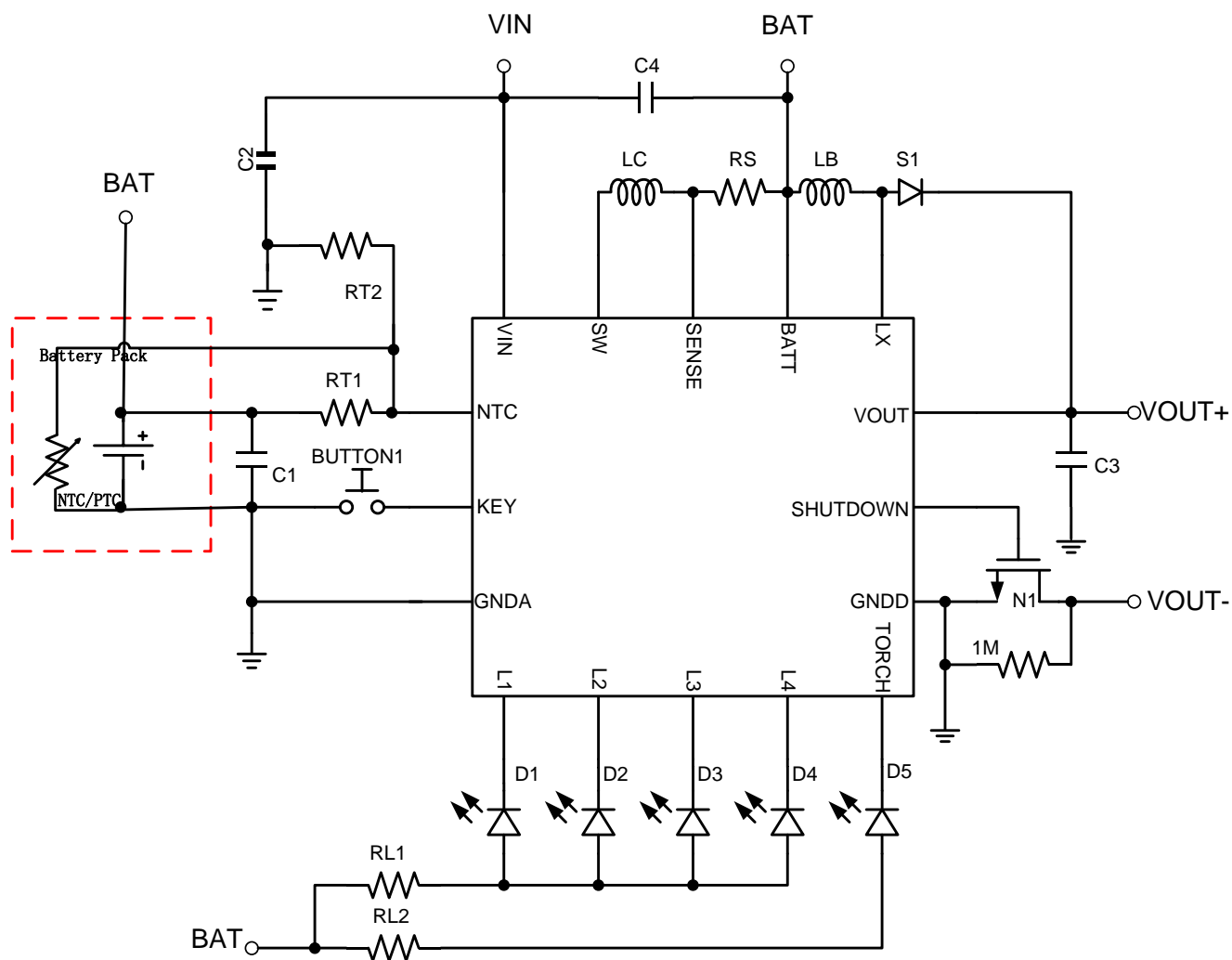
■ 用途

- 移动电源单芯片解决方案
- 单节锂离子/锂聚合物电池充电器
- 固定 5V 升压驱动器

■ 产品特点

- 单按键控制
- 2A 充电电流
- 1.5A 放电电流
- 集成 50mA 手电应用
- 设备充满或拔除时 16 秒自动关机
- 4 段式电量指示
- 待机功耗低,几乎为 0 (小于 1uA)
- 电池电压 3.1V 以下自动关闭输出

■ 典型应用电路



注：L1 为最低电量点，也是 L2~L4 的电流参考，必需接 LED。

■ 订购信息

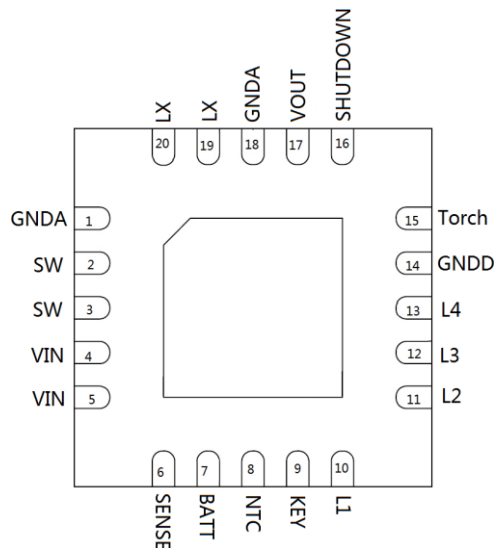
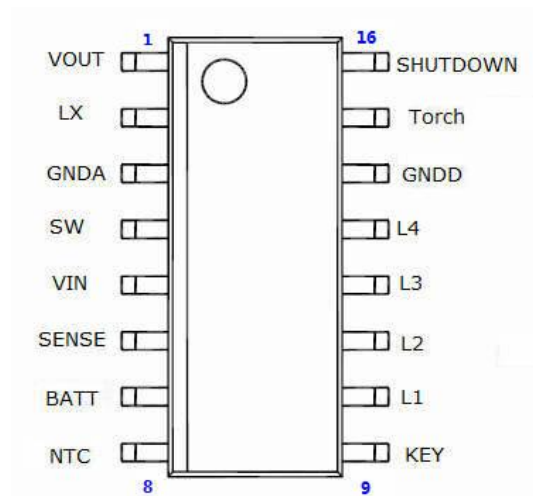
LN1001 ①②③

数字项目	符号	描述
①	S	SOP16 封装
	Q	QFN4*4-20L 封装
②	R	编带正编
	L	编带反编
③	G	Green,无卤封装

注意：反向编带和其他封装需定制，请联系本司销售部。



引脚配置

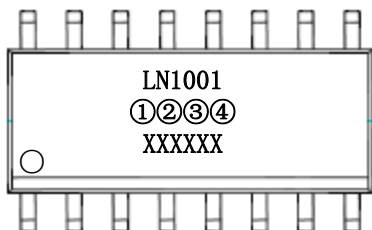


SOP 引脚号	QFN 引脚号	引脚名	功能描述
1	17	VOUT	升压输出端口, 5V
2	19、20	LX	升压电感端口
3	18、1	GNDA	模拟地/功率地
4	2、3	SW	充电器电感端口
5	4、5	VIN	充电器电源输入端口
6	6	SENSE	充电器电流检测端口
7	7	BATT	电池接入端
8	8	NTC	电池温度检测端口, 外接 NTC 电阻
9	9	KEY	按键输入端口, 内置上拉电阻
10	10	L1	电量指示 1 输出端口, 恒流 3mA
11	11	L2	电量指示 2 输出端口, 恒流 3mA
12	12	L3	电量指示 3 输出端口, 恒流 3mA
13	13	L4	电量指示 4 输出端口, 恒流 3mA
14	14	GNDD	数字地
15	15	Torch	LED 手电输出端口, 最大 50mA
16	16	SHUTDOWN	负载通路控制端口

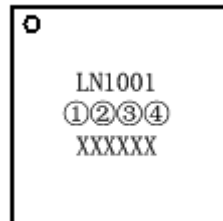
打印信息

封装形式

SOP16



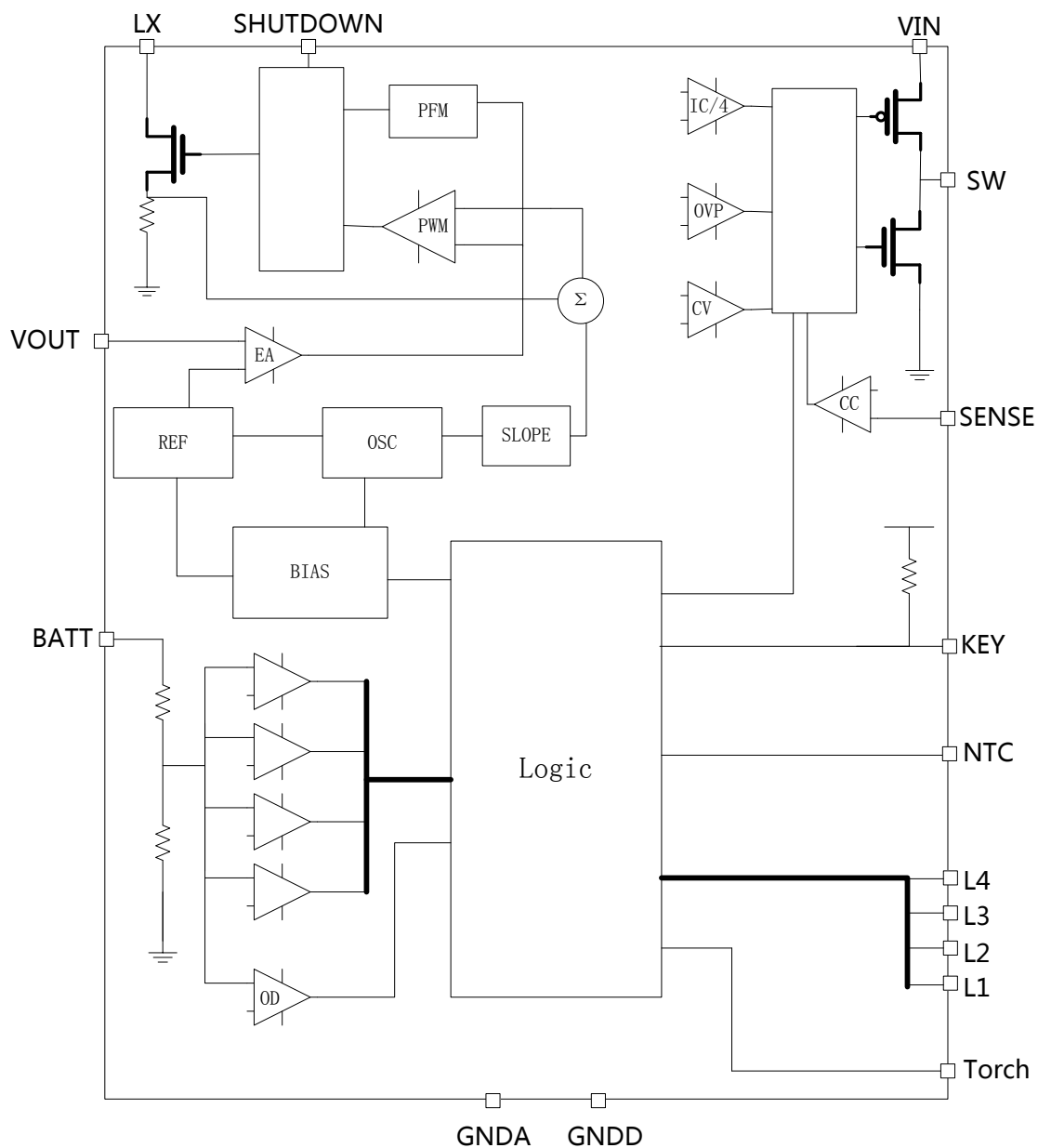
QFN20



①②③④ 代表工艺版次和内部分类号

XXXXXX 代表生产批号

■ 功能框图





■ 绝 对 最 大 额 定 值

项目	符号	绝对最大额定值	单位
输入电压	VIN	-0.3-6.5	V
BATT电压	VBAT	-0.3-6.5	
VOUT电压	VOUT	-0.3-6.5	
其他端电压	VOTHERS	-0.3-6.5	
LX开关电流	ILX	5	A
SW开关电流	ISW	±2.5	A
工作温度范围	T _{OP}	-45-85	℃
引脚焊接温度（10 秒）	T _{LEAD}	300	
ESD 放电能力（HBM）	V _{ESD}	4000	V

注意：绝对最大额定值是指在任何条件下都不能超过的额定值。万一超过此额定值，有可能造成产品劣化等物理性损伤

■ 电学特性参数

测试条件 VBATT=3.6V, VOUT=5V, VIN=5V, RS=0.05Ω (Ta=25 ℃除非特殊指定)

项目	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
Key 端开启电压	V _{KEY}	VBATT=3.6V	-	-	1.2	V
Key 端上拉电阻	R _{KEY}		-	500K	-	Ω
NTC 高温关断电压	V _{HOT}		1.57	1.67	1.77	V
NTC低温关断电压	V _{COLD}		3.23	3.33	3.43	V
待机电流	I _{STANDBY}		-	-	1	uA
BOOST DC-DC 参数						
输入电压	V _{BATT}	IOUT=1A	3.2	-	5	V
输出电压	V _{OUT}	IOUT=1A	4.9	5.0	5.1	
关断电流	I _{OFF}		-	0.01	1	μA
无负载电流	I _C	VBATT=3.6V, VOUT=5V	-	200	-	μA
开关频率	FS	IOUT=1A	1.25	1.5	1.75	MHz
最大占空比	D _{MAX}	VBATT=3.6V	75	-	-	%
功率管内阻	R	VBATT=3.6V, ISW=1A	-	65	100	mΩ
升压开关电流	I _{LX}	VBATT=4.2V	3.5	4.5	5	A
线性调整度	ΔV _{LINE}	IOUT=1A, V _{BATT} =3.2V 到 4.5V	-	0.2	-	%
负载调整度	ΔV _{LOAD}	VBATT=3.6V, IOUT=10mA 到 1A	-	0.22	-	%
过热关断温度	T _{SHD}	VBATT=3.6V, IOUT=100mA	143	153	163	℃
过热关断迟滞	Δ T _{SHD}	VBATT=3.6V, IOUT=100mA	20	25	30	℃
自动关机判定电流	I _{SHUTDOWN}	VBAT=4.0V	-	20	-	mA
自动关机等待时间	T _{SHUTDOWN}	IOUT=0mA	-	16	-	S



参数	标号	条件	最小	典型	最大	单位
Charger 电学参数						
输入电压	V_{IN}		4.35	5	6	V
输入电流	I_Q	待机模式 $V_{IN} < 4.35V$	50	60	70	μA
	I_{STB}	充电结束	0.83	0.92	1.2	mA
电池端电流	I_R	反灌电流, $V_{BATT} > V_{IN}$	0	0.01	0.1	μA
	I_{OFF}	V_{IN} 移除	-	-	0.1	μA
	I_B	待机模式 (充电结束)	150	200	250	μA
电流检测端压差	V_{SENSE}	$3V < V_{BATT} < 4.18V$	90	100	110	mV
恒流充电电流	I_{CHARGE}	$V_{BATT} < 4.18V$	-	V_{SENSE}/R_S	-	A
欠压限流触发电压	$V_{IN-UVLI}$	V_{IN} 由高到低调节	-	4.8	-	V
欠压限流峰值电流	I_{UVMAX}	$4.6V < V_{IN} < 4.8V$	-	-	1	A
		$4.35V < V_{IN} < 4.6V$	-	-	0.5	A
USB模式峰值电流	I_{USBMAX}	$V_{IN} < 4.6V$ 出现 4 次之后	-	-	0.5	A
充电截至电流	I_{END}	$V_{BATT} > 4.2V$	50	65	80	mA
涓流充电极限电压	V_{TR}	V_{BATT} Rising	2.8	2.92	3	V
涓流充电迟滞电压	ΔV_{TR}		60	80	110	mV
输出控制电压	V_{FLOAT}	$0^\circ C < T_A < 85^\circ C$, $I_{BAT} = 40mA$	4.158	4.2	4.242	V
电池再充电电压	$V_{RECHARGE}$	V_{BATT} falling	-	4.07	-	V
电池再充电迟滞电压	ΔV_{REG}	$V_{BATT} - V_{RECHARGE}$	90	130	170	mV
振荡器频率	F_{OSC}	$R_L = 100mA$	1.35	1.5	1.65	MHz
电源低电压闭锁	V_{UVLO}	V_{IN} 由低到高调节	4.3	4.35	4.45	V
电源高电压闭锁	V_{INOVLP}	V_{IN} 由低到高调节	6.4	6.5	6.6	V
电池高电压闭锁	V_{BOVP}	电池电压从 V_{IN} 到低调节	4.32	4.37	4.42	V
LED 电学参数						
电量指示电流	I_{LED}	$V_{BAT} = 3.4V \sim 4.2V$	2.5	3	3.5	mA
电流匹配度	ΔI_{MATCH}	$V_{BAT} = 3.6V$	-	5	-	%
手电LED电流	I_{torch}	$V_{BAT} = 3.2V \sim 4.2V$	-	-	50	mA



■ 工作原理

LN1001 是一款集成了 DC/DC 充电管理, DC/DC 升压, 电压检测和电量显示的单芯片移动电源方案。它把原来需要 3 颗以上的芯片才能完成的功能整合在同一个芯片里。性能上, 充电电流可以设置最大 2A, 升压输出电流最大也可以达到 1.5A, 而关机功耗几乎为 0(小于 1uA)。

● 按键操作:

单键控制, 关机状态下, 短按 Key (短按时间大于 60ms 小于 2S), 开机并显示电量, 并开启升压。4 秒后关闭电量显示, L1 开始闪烁 (0.5Hz), 升压过程中 L1 将一直闪烁。期间短按 Key, 可以再次显示电量, 时间仍为 4 秒, 升压不受影响。

设备被充满或者负载被移除之后, 经过 16 秒, 升压自动关闭, L1 闪烁停止, 进入关机状态。

当电池电压低于 3.5V, 短按 Key 显示电量时, L1 将会爆闪 4S, 提醒电量不足。

升压过程中, 当电池电压低于 3.1V, 输出将自动关闭, 以保护电池不会被过放。

长按 Key(长按时间大于 2S), 打开手电功能, 再次长按 Key 关闭手电。

电池电压过低时低于 3.1V 无法打开手电和输出。但已打开的手电, 在电池电压过低时不会关闭。

充电过程中, 短按操作被屏蔽, 升压模块被禁止, 但长按可以开启或关闭手电。

工作模式	功能	短按 (60ms<Key<2S)	长按 (Key>2S)
充电模式	升压	/	/
	电量显示	/	/
	手电	/	开启或关闭
升压模式	升压	开启	/
	电量显示	显示 4S	/
	手电	/	开启或关闭

● 电量显示:

LN1001 在升压或者充电过程中, 对 BATT 的电压进行监测, 并进行计算, 通过 L1-L4 显示出当前电量, 每个 LED 代表 25% 的电量。电池的充放电曲线, 如下图



充电时, 电量显示如下表

电池电压	指示灯个数	图示 (L1L2L3L4)
<3.72	L1 闪烁	▲□□□
3.72-3.87	L2 闪烁	■▲□□
3.87-4.02	L3 闪烁	■ ■ ▲ □
>4.02	L4 闪烁	■ ■ ■ ▲
充电结束	4 个灯长亮	■ ■ ■ ■

(■表示长亮, □表示关闭, ▲代表充电闪烁, 频率 1HZ, 脉宽 0.5S)



升压时,			
电池电压	指示灯个数	图示 (L1L2L3L4)	
>3.85	4 个灯	■ ■ ■ ■	
3.85-3.71	3 个灯	■ ■ ■ □	
3.71-3.55	2 个灯	■ ■ □ □	
3.55-3.43	1 个灯	■ □ □ □	
3.43-3.2	闪烁告警	◆ □ □ □	
3.2 以下	关机	□ □ □ □	

(■表示长亮, □表示关闭, ◆代表低压告警闪烁, 频率 4HZ)

电量显示 4 秒钟之后, L1 进行升压指示闪烁, 周期 2S, 脉宽 0.25S, 其他 LED 熄灭。

以上电压参数仅作参考, 实际因为电池的不同和生产批次的不同会有电压上的差别。

● 充电模式:

内置的恒流恒压锂电池充电管理, 通过 PWM 控制的电流模 DC-DC 拓朴结构来实现, 充电电流由外部连接在 VBATT 和 SENSE 两端的电阻来设置, 芯片内部由一个高精度的基准来设置充电电压。

当输入电压 VIN 低于 UVLO 电平 (4.35V) 时, 芯片进入 SLEEP MODE 工作, 此时芯片功耗降到 60μA 以下。当 VIN 引脚电压上升到 UVLO 电压以上时, 芯片进入充电模式, 此时 L1-L4 显示充电闪烁。当 VIN 高于 UVLO 电压但低于 4.6V 时, 输入端的峰值电流将会被限制在 500mA 以内, 当 VIN 大于 4.6V 但小于 4.8V, 输入端的峰值电流将会被限制在 1A 以内。只有当 VIN 超过 4.8V 才会进入全电流模式。如果在充电开始之前检测到 VIN>4.75V, 但充电过程中如果 VIN 出现 4 次低于 4.6V, 则判定为 USB 模式, 输入端的峰值电流将会被限制在 500mA 以内, 此时即使 VIN 升高到 4.6V 以上, 电流也不会增加, 除非重新加载 VIN (拔除充电器之后再插上)。

如果电池电压低于涓流充电阈值电压 (2.9V), 充电器进入涓流充电模式, 涓流充电设定为 25% 的最大充电电流。当电池电压超过涓流充电阈值, 充电器进入恒流充电模式, 此时的充电电流由内部的 100mV 基准和外部的检测电阻来决定, 计算公式如下: $I_{CHARGE}=100mV/RS$ 。

当电池电压靠近目标值 4.2V, 芯片充电电流开始下降并进入 LDO 恒压充电模式, 当电流下降到 65mA 时停止充电, L1-L4 全亮。在电池未离开 BATT 端且电池电压下降到 4.07V 时, 芯片会自动进入 RECHARGE 状态, 重新开始充电周期。

一旦进入充电模式, 升压电路便会自动停止, 此时短按操作被屏蔽, 但长按可以打开或关闭手电。

● 升压模式:

在关机状态下, 短按 Key 或者检测到负载接入, 升压电路开始工作。升压电路采用 PWM 电流模和 PFM 电压模自动切换, 可在较宽负载范围内高效稳定的工作。内置一个 4.5A 的功率开关, 锂电池供电最大可以提供 1.5A 的输出电流, 且效率达到 90% (最高可达 95%)。

SHUTDOWN 引脚配合外置 NMOS 管, 实现功率通路的彻底关断功能。当芯片正常工作时, SHUTDOWN 为高电平, VOUT-作为负载地使用。在芯片关机或者工作异常状态 (诸如短路保护等), SHUTDOWN 端将下拉为低电平, 功率通路实现彻底关断。

SHUTDOWN 端不使用时请保持悬空, 禁止接到 GND 或者 VBATT 端。

配合 SHUTDOWN 功能使用的外置 NMOS 管, 需要甚小的导通电阻 RDSON, 以确保较高的负载效率和理想的短路保护功能。

升压工作时, 如果检测到 VIN 有大于 1.6V 的电压, 则认为进入充电模式, SHUTDOWN 立即拉低, 输出通路关闭。当 VIN 移除之后, 需要重新按键才恢复升压工作。

升压启动后, 如果检测到输出负载电流很小 (小于 20mA), 而且维持这个状态超过 16S, 芯片认为是空载状态, 自动进入待机模式, 此时静态功耗几乎为 0。

● 温度保护

LN1001 内置温度补偿电路, 当内部温度达到 100℃, 最大充电电流或者最大输出电流随着温度上



芯片还带有电池温度检测功能，此功能通过 NTC 端来实现。VBATT 接分压电阻 RT1 和 RT2，在 NTC 端接一个负温度系数的 10K Ω 热敏电阻 RNTC (MF103F338F)，RT1 和 RT2 要根据电池的温度监测范围和热敏电阻的电阻值来确定。

应用信息





8	C2	22uF	1
9	C3	47uF	1
10	C4	1uF	1
11	N1	MOSFET N, LN2312	1
12	D5	50mA 高亮 LED	1
13	D1~D4	LED 灯 (红/蓝/绿)	1
14	RL1	限流电阻, 100Ω	1
15	RL2	限流电阻, 330Ω	1
16	BUTTON1	BUTTON , K1	1

● 元器件的选择:

1. 升压电路输出电容 C3 的选择。输出电容的选择决定于输出电压纹波。在大多数场合, 要使用低 ESR 电容, 如陶瓷和聚合物电解电容。如果使用高 ESR 电容, 就需要仔细查看转换器频率补偿, 并且在输出电路端可能需要加一额外电容。

2. 电感 LB、LC 材质/值的选择。因为电感值影响输入和输出纹波电压和电流, 所以电感的选择是感性电压转换器设计的关键。等效串联电阻值低的电感, 其功率转换效率最佳。要对电感饱和电流额定值进行选择, 使其大于电路的稳态电感电流峰值。

3. 升压转换器要选快速正向压降低的肖特基整流二极管, 使其功耗低并且效率高。肖特基二极管平均电流额定值应大于电路最大输出电流。

4. MOSFET N 尽量选用内阻小, 开关速度快的, 使其功耗低并且效率高, 并且做好散热处理。LN2312 为 N 沟道增强型场效应管, $R_{DS(on)}=27\text{mohm}@V_{GS}=3.6\text{V}$, 可满足使用条件。

5. 温度保护分压电阻 RT1/RT2 的选择

VBATT 接分压电阻 RT1 和 RT2, 在 NTC 端接一个负温度系数的 10KΩ 热敏电阻 RNTC (MF103F338F), RT1 和 RT2 要根据电池的温度监测范围和热敏电阻的电阻值来确定。

假设设定的电池温度范围为 $T_L \sim T_H$, ($T_L < T_H$); 负温度系数的热敏电阻 (NTC), R_{TL} 为其在温度 T_L 时的阻值, R_{TH} 为其在温度 T_H 时的阻值, $R_{TL} > R_{TH}$ 。

$$\text{在温度 } T_L \text{ 时, NTC 端的电压 } V_{TL} \text{ 为: } V_{TL} = V_{IN} \times \frac{RT2 // R_{TL}}{RT1 + RT2 // R_{TL}};$$

$$\text{在温度 } T_H \text{ 时, NTC 端电压 } V_{TH} \text{ 为: } V_{TH} = V_{IN} \times \frac{RT2 // R_{TH}}{RT1 + RT2 // R_{TH}};$$

$$\text{由 } V_{TL} = \frac{2}{3}V_{IN} \quad V_{TH} = \frac{1}{3}V_{IN} \quad \text{, 得 } RT1 = \frac{3 \times R_{TL} \times R_{TH}}{2 \times (R_{TL} - R_{TH})}, \quad RT2 = \frac{3 \times R_{TL} \times R_{TH}}{R_{TL} - 2 \times R_{TH}}$$

同理, 如果电池采用正温度系数 (PTC) 的热敏电阻, 则 $R_{TH} > R_{TL}$, 在 RT1 和 RT2 的公式中, 将 R_{TL} 和 R_{TH} 对调即可。

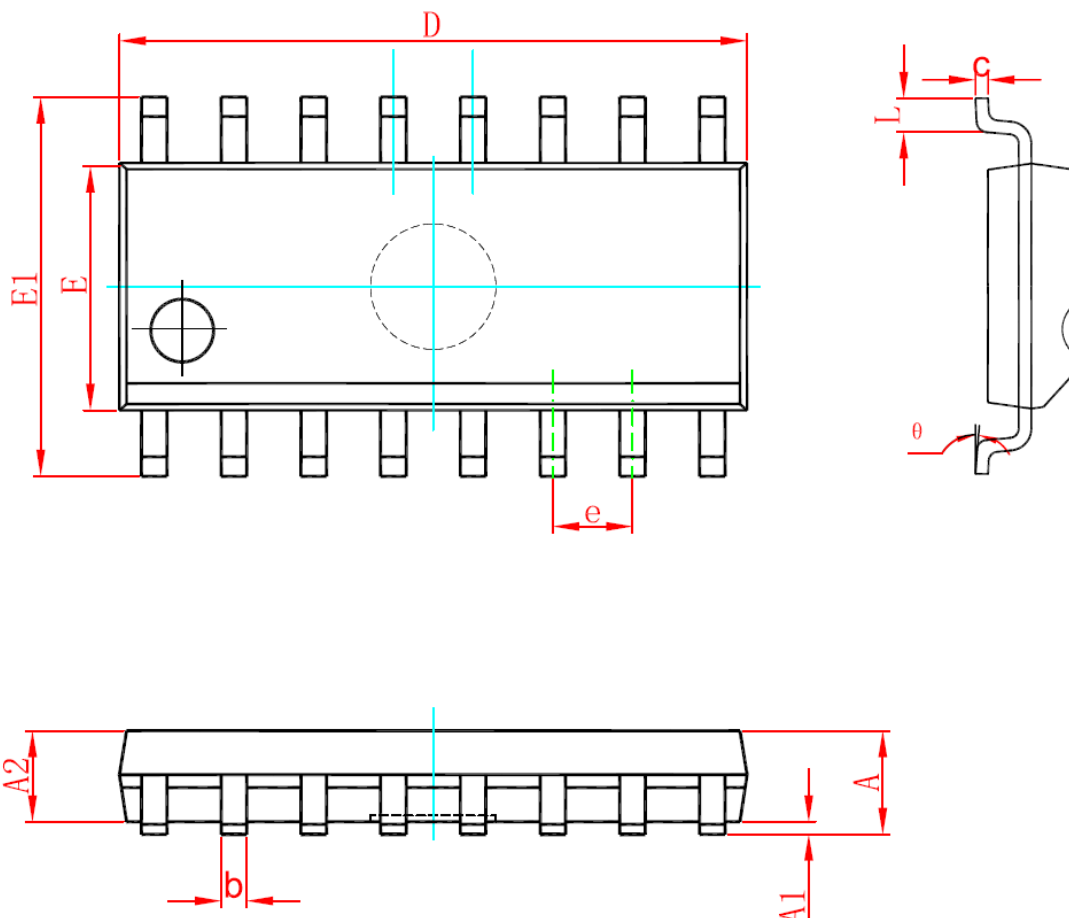
从上面的推导中可以看出, 待设定的温度范围与电源电压 V_{IN} 无关, 仅与 RT1、RT2、 R_{TL} 、 R_{TH} 有关; 其中 R_{TL} 、 R_{TH} 可通过查阅相关的电池手册或通过实验测试得到。

在实际应用中, 若只关注某一端的温度特性, 比如过热保护, 则 RT2 可以不用, 而只用 RT1 即可。RT1 的推导也变得十分简单, 在此不再赘述。

举例说明: 选取 NTC 电阻 10K, $RT1=2.54\text{K}$, $RT2=5.32\text{K}$ 。可实现 -20 到 60 度范围的温度检测功能。

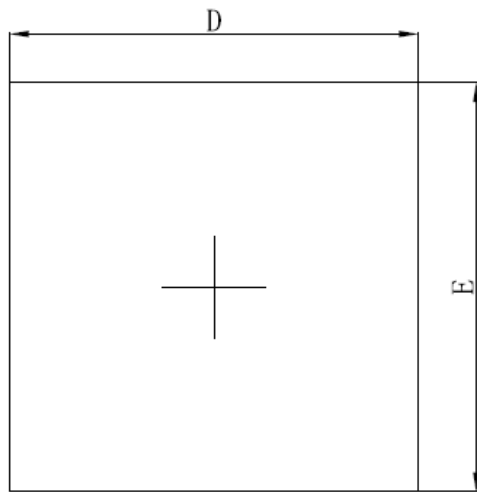
封装信息

SOP16 PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS

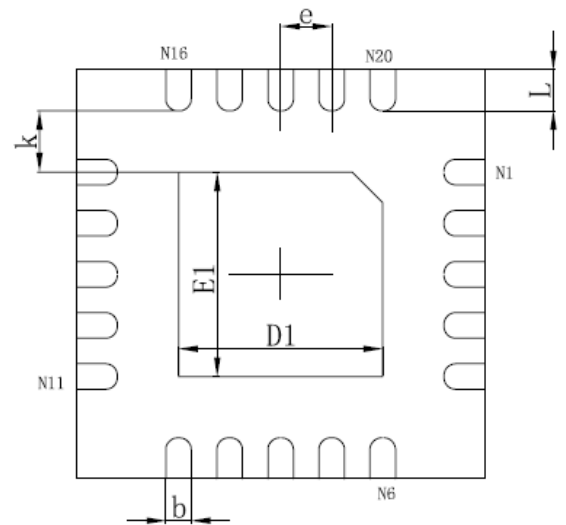


Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.100	0.250	0.004	0.010
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.007	0.010
D	9.800	10.200	0.386	0.402
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
e	1.270 (BSC)		0.050 (BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°

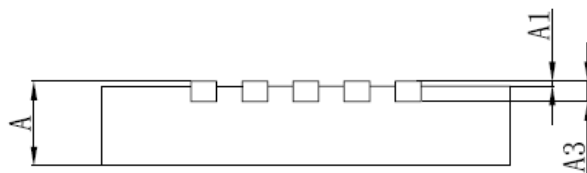
QFN4*4-20L PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS



Top View



Bottom View



Side View



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	0.700/0.800	0.800/0.900	0.028/0.031	0.031/0.035
A1	0.000	0.050	0.000	0.002
A3	0.203REF.		0.008REF.	
D	3.900	4.100	0.154	0.161
E	3.900	4.100	0.154	0.161
D1	1.900	2.100	0.075	0.083
E1	1.900	2.100	0.075	0.083
k	0.200MIN.		0.008MIN.	
b	0.180	0.300	0.007	0.012
e	0.500TYP.		0.020TYP.	
L	0.300	0.500	0.012	0.020