



描述

LC9201D 是一款锂电池充放电管理专用芯片。

充电工作时，可以为 3.7V / 3.2V / 2.4V 锂电池进行充电，电流最高可配置 0.5A。

放电工作时，采用开关频率 1.5MHz 同步降压转换器进行放电，放电电流可以达到 2A。

内部集成欠压保护、短路保护、过温保护功能。

LC9201D 集成充电、充满及短路状态指示。

LC9201D 采用极低功耗技术，放电空载时自耗电仅 6uA。

应用

- ◆ 替代传统 1.5V 干电池

主要特点

- ◆ 集成充电和降压放电管理
LC9201D-3.7V...支持 3.7V 锂电池
LC9201D-3.2V...支持 3.2V 铁锂电池
LC9201D-2.4V...支持 2.4V 钛锂电池
- ◆ 充电电流可配置，可达 500mA
- ◆ 集成充电指示灯
- ◆ 放电电流高至 2A
- ◆ 空载放电仅 6uA
- ◆ 放电效率高至 92%
- ◆ 1.5V 输出可以串联使用
- ◆ 电池低电量输出提示功能
- ◆ 内置欠压保护功能
- ◆ 内置短路保护功能
- ◆ 采用 DFN3*3 8L 封装

典型应用图

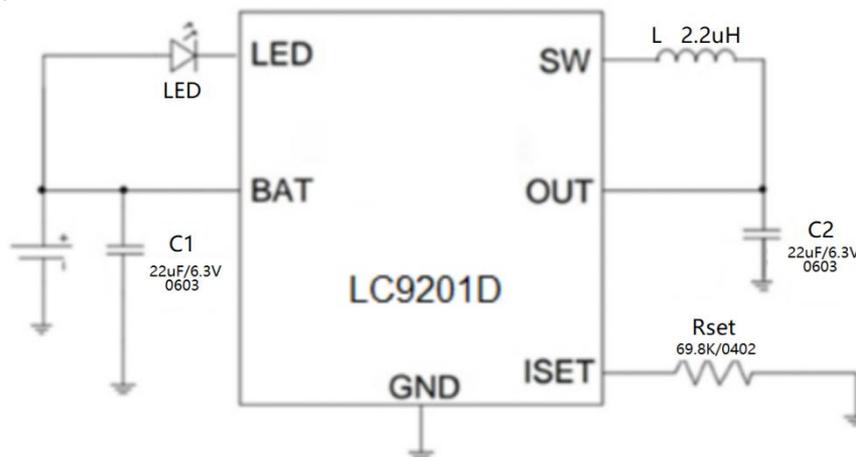
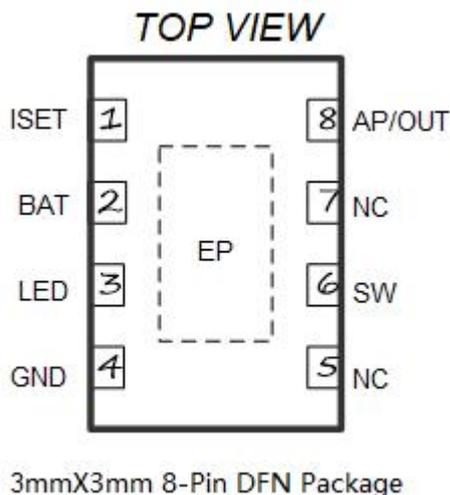


图 1: 典型应用电路



管脚示意图



管脚说明

Pin 序号	Pin 定义	说明
1	ISET	充电电流设置端
2	BAT	充电电流输出端
3	LED	充电状态指示端
4	GND	地
5	NC	悬空
6	SW	功率开关管输出，连接电感
7	NC	悬空
8	V _{AP} /OUT	适配器电压输入 / 1.5V 电池输出

注：为了增强散热能力，建议 5 脚 6 脚连接，7 脚 8 脚连接，EP 与 GND 连接。

极限参数(最大极限值是指超出该工作范围芯片可能会损坏)

符号	参数	最小值	最大值	单位
V _{PIN}	管脚极限电压	-0.3	7	V
T _{OP}	工作温度	-40	85	°C
T _{STG}	储存温度	-65	150	°C
ESD	人体模式 (HBM)		2000	V
	机械模式 (MM)		200	V

电气工作参数(无特殊说明, $V_{IN}=5V$, $T_a=25^{\circ}C$)

参数	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
充电						
适配器输入电压	V_{AP}		4.7	5.2	5.7	V
	OVP	$R_{SET} = 69.8K$		6.5	7.0	V
恒压浮充电压	V_{CV}	3.7V , 充电电流降为 $I_{CHG}/10$ 时	4.15	4.20	4.25	V
		3.2V , 充电电流降为 $I_{CHG}/10$ 时	3.66	3.70	3.74	V
		2.4V , 充电电流降为 $I_{CHG}/10$ 时	2.77	2.80	2.83	V
Recharge 电压	V_{RCHG}	3.7V 锂电池	3.99	4.03	4.07	
		3.2V 铁锂电池	3.51	3.55	3.59	V
		2.4V 钛锂电池	2.63	2.65	2.68	V
充电电流	I_{CHG}	$R_{SET} = 69.8K$	450	500	550	mA
涓流充电电流	I_{TRIKL}	$V_{BAT} < V_{TRIKL}$, $R_{SET} = 69.8K$	40	50	60	mA
涓流充电阈值电压	V_{TRIKL}	$R_{SET} = 69.8K$, V_{BAT} 上升, 3.7V	2.6	2.7	2.8	V
		$R_{SET} = 69.8K$, V_{BAT} 上升, 3.2V	2.3	2.4	2.5	V
		$R_{SET} = 69.8K$, V_{BAT} 上升, 2.4V	1.7	1.8	1.9	V
涓流充电迟滞电压	V_{TRHYS}	$R_{SET} = 69.8K$, 3.7V	150	200	250	mV
		$R_{SET} = 69.8K$, 3.2V	100	130	160	mV
		$R_{SET} = 69.8K$, 2.4V	80	100	120	mV
$V_{CC} - V_{BAT}$ 阈值电压	V_{ASD}	V_{CC} 上升	60	100	140	mV
		V_{CC} 下降	60	100	140	mV
ISET 引脚电压	V_{SET}	$R_{SET} = 69.8K$ 充电时	0.95	1.0	1.05	V
充电过温保护阈值	T_{OTP1}	温度上升此温度开始降低电流		130		$^{\circ}C$
放电						
电池端工作电流	I_Q	Buck 模式 (空载)		6	10	μA
	I_{SD}	UVLO (关断模式)		2	3	μA
输出电压	V_{OUT}	BUCK 模式	1.48		1.55	V
开关频率	f_{SW}	500mA 负载		1.5		MHz
低电量提示输出电压	V_{OUT}	BUCK 模式	1.05	1.1	1.15	V
电池低电量提示电压	V_{BAT_LOW}	3.7V 锂电池	3.10	3.20	3.30	V
		3.2V 铁锂电池	2.40	2.45	2.50	V
		2.4V 钛锂电池	1.75	1.85	1.95	V
低电量提示输入电压迟滞	V_{BAT_LOWHYS}	3.7V 锂电池		150	250	mV
		3.2V 铁锂电池		100	150	mV
		2.4V 钛锂电池		60	100	mV
欠压保护	UVLO	3.7V 锂电池	2.70	2.75	2.8	V
		3.2V 铁锂电池	2.05	2.10	2.15	V
		2.4V 钛锂电池	1.65	1.72	1.80	V



电气工作参数(续)(无特殊说明, $V_{IN}=5V$, $T_a=25^{\circ}C$)

参数	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
欠压保护滞回	UVLO_hys	3.7V 锂电池	200	250	300	mV
		3.2V 铁锂电池	140	170	200	mV
		2.4V 钛锂电池	120	150	180	mV
带载能力	I _{out}		2.0		A	
逐周期峰值限流	I _{LIMIT1}	正常工作状态	3.0			A
逐周期峰值限流	I _{LIMIT2}	$V_{OUT} < 0.4V$	2.0			A
过温保护阈值	T _{OTP2}	温度上升到停止工作		150		°C
过温保护迟滞	T _{OTP-HYS2}	温度下降到重启工作		20		°C
LED电流	LED		4	5	6	mA

功能框图

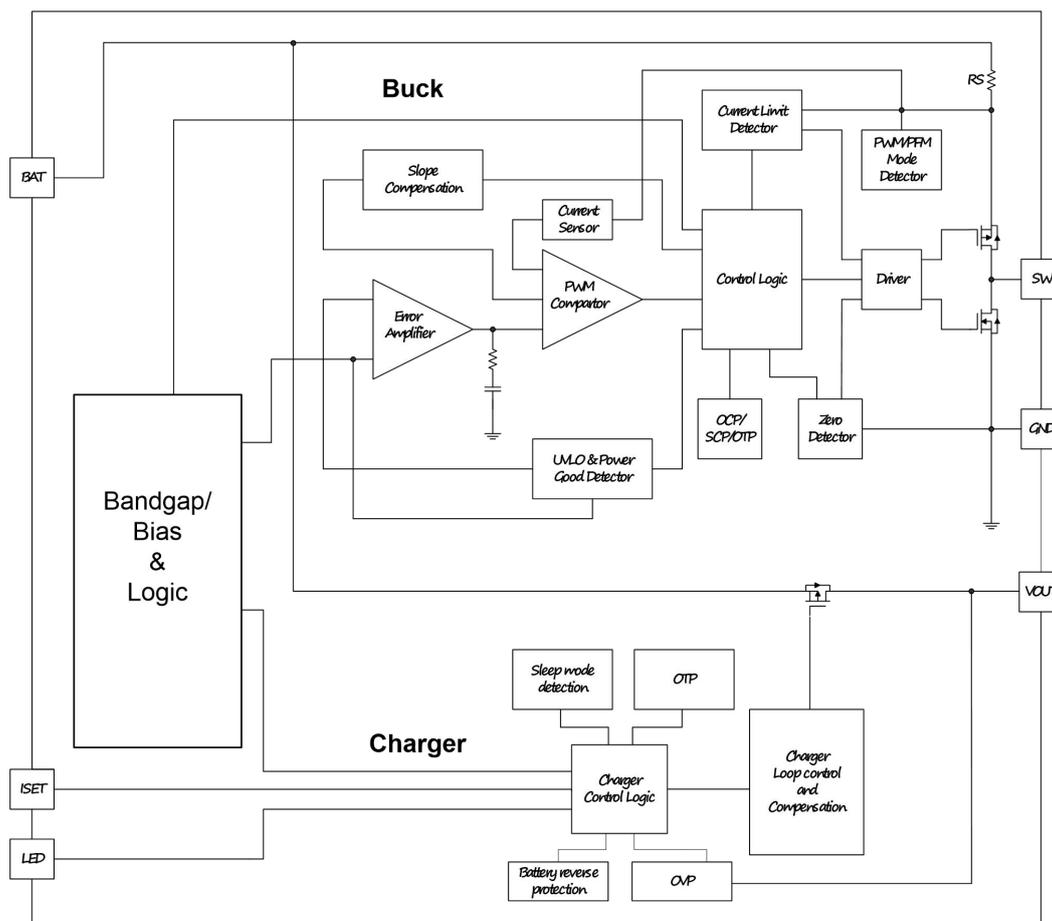
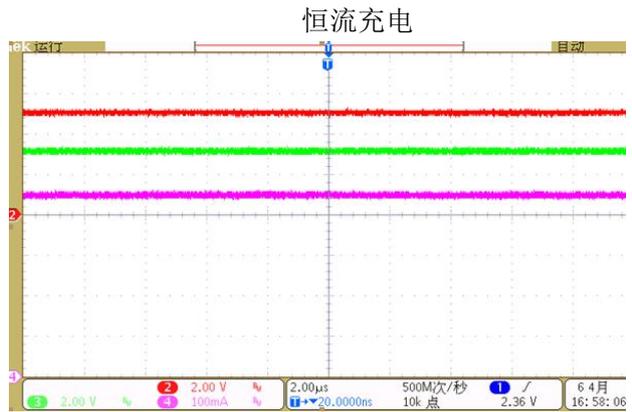
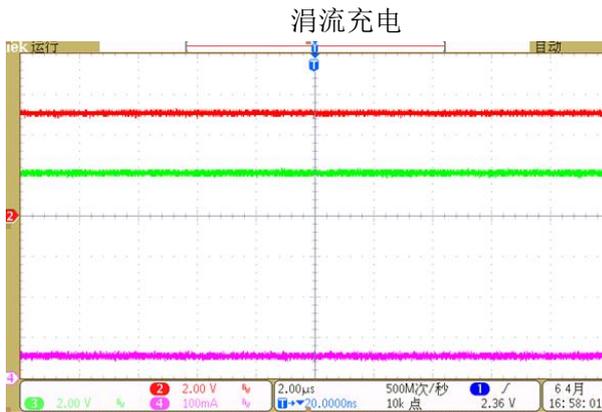
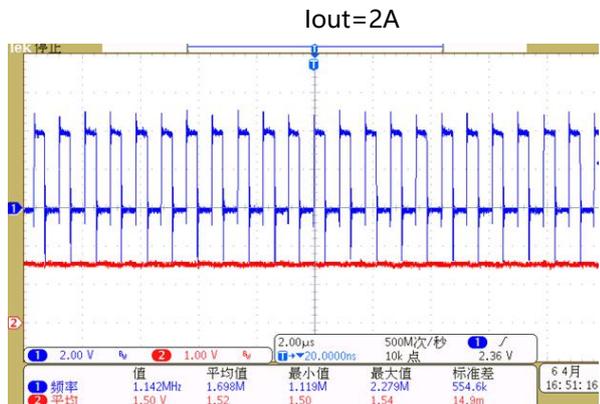
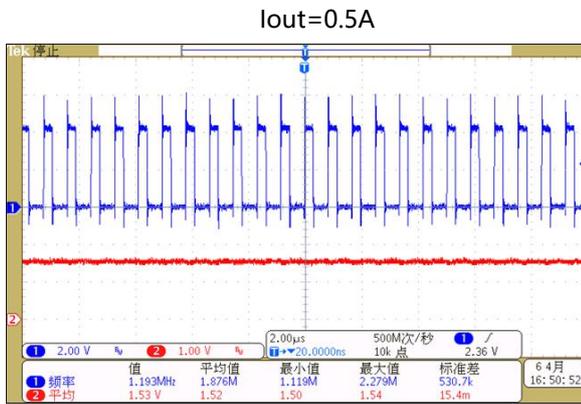
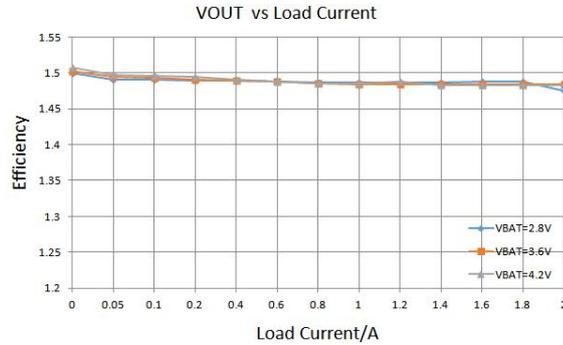
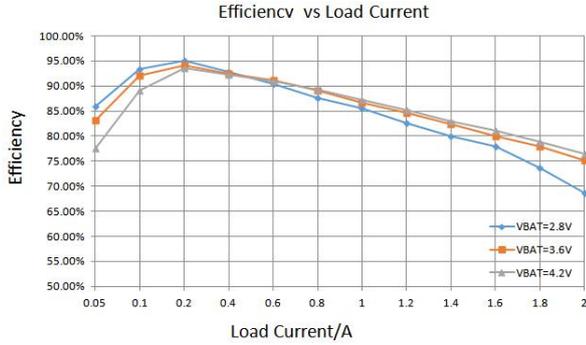


图 2: 功能框图



典型性能特征

(除特别说明外, VIN=5V, V_{BAT}=3.6V, L1=2.2μH, C_B=22μF, C_L=22μF)





应用介绍

工作模式判定

LC9201D 根据 OUT 引脚的电压 V_{OUT} 和 BAT 引脚的电压 V_{BAT} 进行比较, 来判断其工作模式。

当 $V_{OUT} > V_{BAT} + 100\text{mV}$ 时, LC9201D 工作于充电管理模式 (Charge 模式), 其功能是以 OUT 端电压作为工作电源, 对 BAT 端的单节锂电池进行线性充电。

当 $V_{OUT} < V_{BAT}$ 时, LC9201D 工作于放电管理模式 (Buck DC/DC 模式), 其功能是将 BAT 端的单节锂电池电压转变为单节干电池的输出电压 1.5V, 并从 OUT 端输出。放电模式具有低电量提示功能, 当 BAT 端的单节锂电池电压低于 V_{BAT_LOW} 时, 输出电压降低到 1.1V。放电模式轻载时采用极低功耗工作模式, 完全空载时仅消耗静态电流 6 μA , 提高了工作效率。

放电工作模式即 BUCK DC/DC 工作模式

LC9201D 是通过内部 P-MOS 主开关管和 N-MOS 同步整流管来回切换导通/截止和外部电感 (L1)、输出电容 (C2) 来共同实现降压的目的。

在正常状态下, LC9201D 的工作模式为 PWM 模式, 在此模式中工作频率保持恒定。由于 LC9201D 内部有电流型反馈补偿电路, 使芯片不需要外接补偿元件; LC9201D 还采用了前馈电路, 以提高电路的电压瞬态响应性能。在内部波形发生器产生的锯齿波的下降沿, P-MOS 管开启; 当 PWM 比较器翻转或过电压保护条件发生或电流限制条件发生时, P-MOS 管将被关闭, N-MOS 管开启。当 P-MOS 管重新开启或监测到反向电流时, N-MOS 管将被关闭。

如果监测到反向电流且电感最大电流低于 100mA, LC9201D 将进入 PFM 模式, 由此减小轻载时的工作电流。

1)、过电流保护(OCP)

LC9201D 工作于 DC/DC 模式时, 其内部过电流保护电路一直监视通过 P-MOS 管的电流。当此电流大于电流限制值 (I_{LIMIT}) 时, P-MOS 管将被关闭, 防止电感电流进一步增加; 在下一个脉冲, 如果 P-MOS 管电流已经小于电流限制值 (I_{LIMIT}), 芯片将从过电流保护状态恢复到正常工作。但是, 一旦再次发生过电流情况, P-MOS 管会即时被关闭, 并重新进入过电流保护状态。

2)、短路保护

当 OUT 端短路至地时, LC9201D 将进入降频工作模式, 通过降低电路的工作频率, 来大大减少 OUT 端的输入电流, 同时有效的降低电路的发热。

短路故障去除后, 电路会立刻进入正常的 DC/DC 工作模式。

3)、同步整流管

LC9201D 内部提供了一个 N-MOS 同步整流管, 这样, 可以使外部无需额外的肖特基整流二极管, 同时 N-MOS 管的导通压降要低于通常的肖特基整流二极管, 从而提高电路的效率。

4)、过热保护(OTP)

当 LC9201D 电路内部温度超过过热保护阈值 (T_{OTP2}) 时, 电路将关闭 P-MOS 和 N-MOS 管, 禁止输出电压; 当芯片工作温度降至过热保护恢复阈值 ($T_{OTP2} - T_{OTP-HYS2}$) 时, 电路将回到正常工作状态, 下一个周期 P-MOS 将自动开启。



充电管理工作模式

当 OUT 端电压 (V_{OUT}) 大于电池电压 100mV ($V_{OUT} > V_{BAT} + 100mV$) 时, LC9201D 即开始一个充电周期。

如果 BAT 端电压小于涓流充电阈值电压 (V_{TRIKL}), 电池将进入涓流充电状态, 在该状态下, 电池的充电电流为所设定充电电流 (I_{CHG}) 的 1/10, 对电池进行安全预处理。

如果涓流充电可以使电池电压升高至 V_{TRIKL} 之上, 则电池将进入预充电状态, 该状态下电池的充电电流为所设定充电电流的 1/10, 使电池电压提高至安全的水平, 以进行全电流充电。

当涓流充电结束后, 充电器将进入恒定电流充电模式, 给电池提供所设定充电电流。当 BAT 端电压接近充电电压值 (V_{CV}) 时, LC9201D 进入恒定电压充电模式, 充电电流开始下降。当充电电流下降至所设定充电电流的 1/10 时, 电路在 VLED 端给出充电结束信号, 表示电池已经充满。此时, 可以认为一个充电周期结束。

1)、设定充电电流

充电电流是采用一个连接在 PROG 引脚与地之间的电阻器来设定的。设定电阻器和充电电流采用下列公式来计算:

$$I_{CHG} = (V_{SET} / R_{PROG}) \times 35000$$

RPROG (K)	IBAT (mA)
200K	175mA
150K	233mA
120K	292mA
100K	350mA
69.8K	500mA

2)、充电结束

当 BAT 端电压达到恒压浮充电压 (V_{CV}) 后, 充电电流下降至所设定充电电流的 1/10 时, 可以认为一个充电周期结束。

3)、过热保护 (OTP1)

充电模式下, 当 LC9201D 电路内部温度超过过热保护阈值 (T_{OTP1}) 时, 温度上升此温度开始降低电流, 降低电路的功耗, 以保护电路不至于损坏; 当芯片工作温度低于过热保护阈值 (T_{OTP1}) 时, 电路将回到正常的充电状态。

LED 灯状态

LC9201D 提供了一个开漏结构输出 LED 端, 外部通过一个指示灯 (LED) 连接到一个高电平, LED 灯恒流 5mA。电路根据不同的充电状态, 控制 LED 端的输出 (高阻、低电平、方波), 通过外接的 LED 指示对应的充电状态, 如下表所示。

状态	LED灯
充电中	1Hz 闪烁
充满	常亮
充电状态未接电池	高速闪烁
放电	灭
放电短路	10Hz 高速闪烁
放电欠压	1Hz 闪烁 8 次后, 灭



PCB 注意事项

1. 大电流回路，例如:BAT，GND 走线尽量宽，底层可以全部铺地。
2. 供电引脚 BAT 端电容尽量靠近芯片。
3. 电感 L 靠近 SW 管脚；
4. 反馈电阻靠近芯片设置，反馈电阻的地靠近芯片的地。
5. 地设置尽量多的过孔连接到底层，降低地回路阻抗。

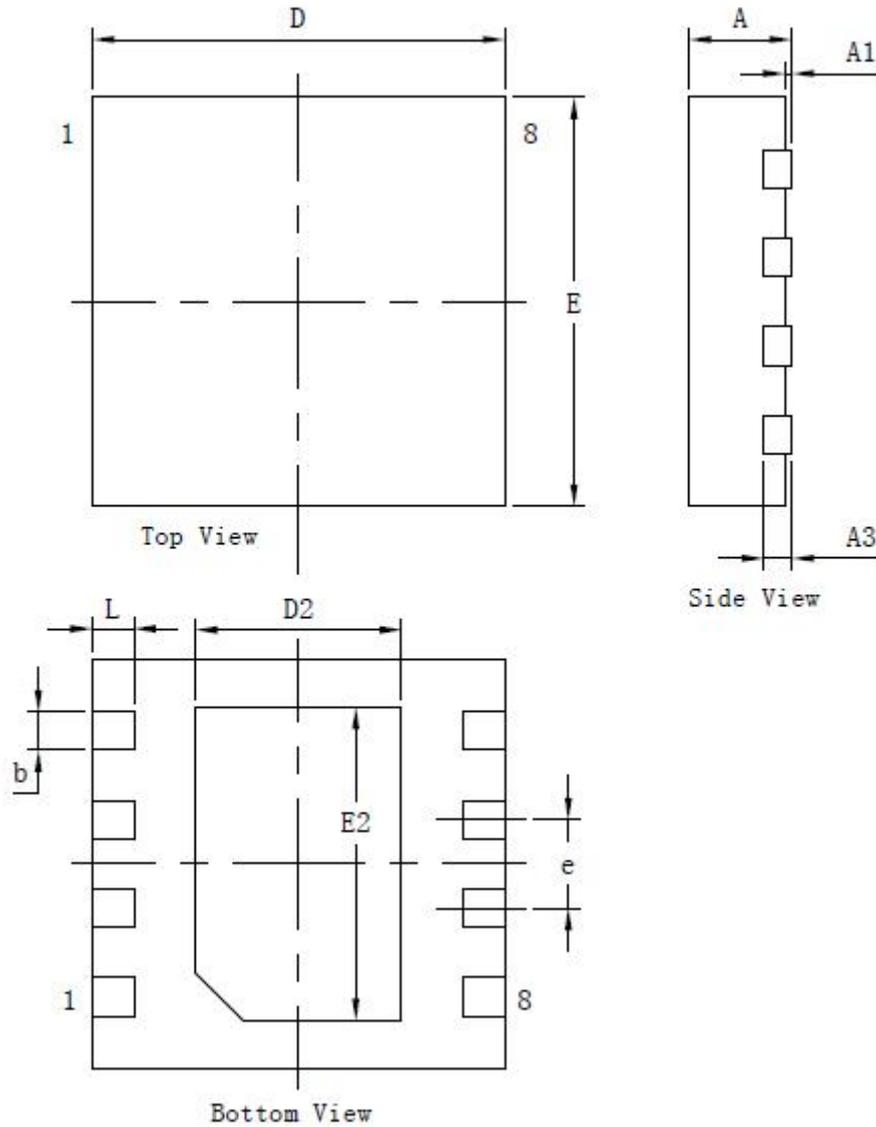
应用注意事项

地线连接到电池，地线尽可能的短。最好小于 3cm。



装外形尺寸图

DFN3X3 8L 封装外形尺寸图



标注 \ 尺寸	最小 (mm)	标准 (mm)	最大 (mm)	标注 \ 尺寸	最小 (mm)	标准 (mm)	最大 (mm)
A	0.70	0.75	0.80	E	2.90	3.00	3.10
A1	-	-	0.05	D2	1.40	1.50	1.60
A3	0.203 REF			E2	2.20	2.30	2.40
b	0.23	0.28	0.33	e	0.65 TYP		
D	2.90	3.00	3.10	L	0.25	0.30	0.35