



MoLi3004 3-4S 锂离子电芯

硬件保护芯片

目 录

概 述.....	1
功能介绍.....	1
应用领域.....	1
量产选型表.....	2
管脚排列图.....	3
芯片功能框图.....	4
典型应用框图.....	4
功能描述.....	5
1. 正常状态.....	5
2. 充电过压保护.....	5
3. 放电欠压保护.....	5
4. 休眠状态.....	5
5. 充电过流保护.....	5
6. 放电过流保护.....	6
7. 延时设置.....	6
8. 状态检测功能.....	6
9. 温度保护.....	6
10. 电池均衡功能.....	7
11. 低压禁充功能.....	7
12. 串数设置.....	8
13. 负载锁定功能.....	8
14. MOS 保护.....	8
绝对最大和额定工作参数.....	10
电气参数和保护参数描述.....	10
封 装.....	12
版本变更.....	13

➤ 概 述

MoLi3004 是一款适用于 3~4S 锂离子电池保护芯片，通过集成高精度电压、电流和温度检测和延时电路，为电池提供全面的保护，保障电池的使用安全，延长电池的使用寿命。

➤ 功能介绍

● 充电过压保护：

➤ 范围：【3.650V；3.850V；4.150V ~ 4.400V】

➤ 精度：±25mV

➤ 步进：25mV

➤ 迟滞：【0 ~ 400mV】，步进 100mV

● 放电欠压保护：

➤ 范围：【2.200V ~ 2.800V】

➤ 精度：±30mV

➤ 步进：100mV

➤ 迟滞：【200mV ~ 500mV】，步进 100mV

● 充电过流保护：

范围：【-0.005V ~ -0.080V】，精度：±5mV，步进：5mV

● 放电过流保护：

✓ 放电过流检测 1：范围：【0.050V ~ 0.100V】，精度：±5mV，步进：50mV

✓ 放电过流检测 2：范围：【0.100V ~ 0.200V】，精度：±10mV，步进：100mV

✓ 短路保护检测：范围：【200mV；400mV】，精度：±20mV

● 温度保护：充电高温、充电低温；放电高温、放电低温四个温度保护，阈值通过外部电阻灵活设置

● 延时时间：放电过流 1、放电过流 2 和放电欠压 3 个保护延时通过外部电容灵活设置

● 电池均衡：内部均衡和外部均衡延长电池组寿命

● 低压禁充：防止电池组滥用，保障电池组安全

● 状态检测：充放电状态精确检测，精细化保护

● MOS 保护：抑制充放电 MOS 体二极管的过热，可靠性高

● 休眠功能：

✓ 正常状态：（典型）15 uA

✓ 休眠状态：（典型）5 uA

● 封装形式：SSOP16

➤ 应用领域



电动工具



清洁电器



消费电子



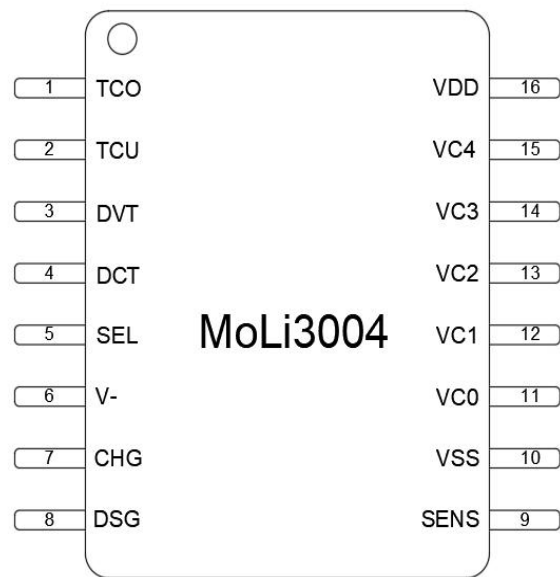
储能系统



➤ 量产选型表

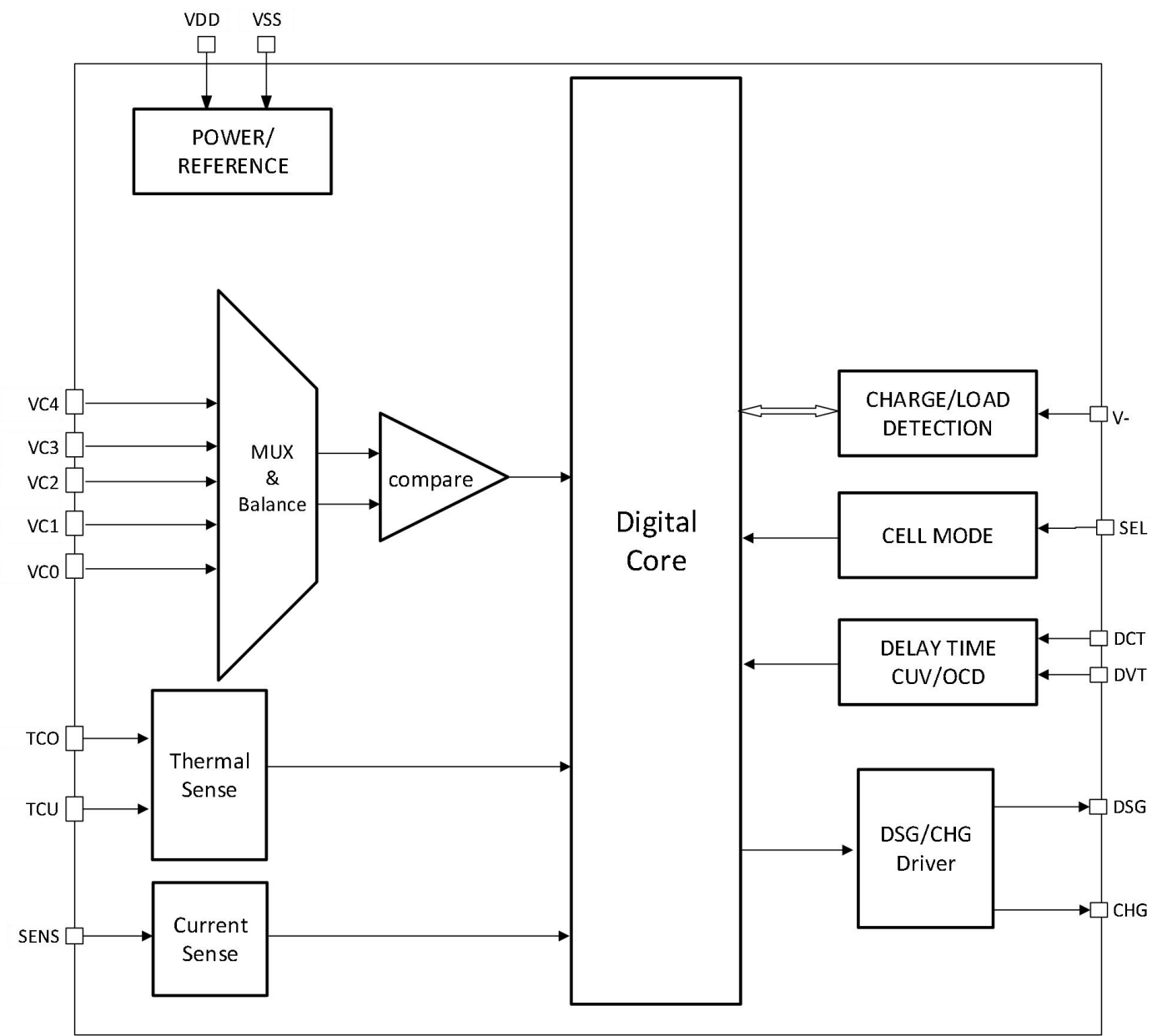
类别	充电					放电					温保
产品 型号	过压 保护	过压 恢复	均衡 电压	低压 禁充	充电 过流	过放 保护	过放 恢复	放电 过流 1	放电 过流 2	放电 短路	温度 保护
MoLi3004 -AABN	4.200 V	4.100V	4.075 V	1.5V	-0.020V	2.800 V	3.000V	0.050 V	0.100 V	0.200 V	全温度
MoLi3004 -ABBN	4.250 V	4.150V	4.125 V	1.5V	-0.020V	2.800 V	3.000V	0.050 V	0.100 V	0.200 V	全温度
MoLi3004 -ACBN	4.250 V	4.150V	4.125 V	1.5V	-0.050V	2.700 V	3.000V	0.100 V	0.200 V	0.400 V	全温度
MoLi3004 -ADBN	4.250 V	4.150V	4.125 V	1.5V	-0.050V	2.800 V	3.000V	0.100 V	0.200 V	0.400 V	全温度
MoLi3004 -AEBN	4.200 V	4.100V	4.075 V	1.5V	-0.050V	2.800 V	3.000V	0.100 V	0.200 V	0.400 V	全温度
MoLi3004 -AFBN	4.250 V	4.150V	4.125 V	1.5V	-0.025V	2.700 V	3.000V	0.050 V	0.100 V	0.200 V	全温度
MoLi3004 -AGBN	4.400V	4.300V	4.125 V	1.5V	-0.050V	2.800 V	3.000V	0.100 V	0.200 V	0.400 V	全温度
MoLi3004 -AHBN	4.250 V	4.150V	4.125 V	1.5V	-0.050V	2.500V	2.700V	0.100 V	0.200 V	0.400 V	全温度
MoLi3004 -AIBN ⁽²⁾	4.175 V	4.075V	无均衡	1.5V	-0.05V	2.700 V	3.000V	0.100 V	0.200 V	0.400 V	全温度
MoLi3004 -BABN	3.650V	3.55V	3.525V	1.5V	-0.050V	2.500V	2.700V	0.100 V	0.200 V	0.400 V	全温度
MoLi3004 -BBBN	3.850V	3.750V	3.525V	1.5V	-0.050V	2.500V	2.700V	0.100 V	0.200 V	0.400 V	全温度
MoLi3004 -BCBN	3.850V	3.750V	3.525V	1.5V	-0.050V	2.200V	2.700V	0.100 V	0.200 V	0.400 V	全温度
MoLi3004 -BDBN	3.650 V	3.550V	3.525 V	1.5V	-0.050V	2.200 V	2.700V	0.100 V	0.200 V	0.400 V	全温度
MoLi3004 -BEBN ⁽²⁾	3.650V	3.55V	3.525V	1.5V	-0.050V	2.500V	2.700V	0.100 V	0.200 V	0.400 V	全温度
注： (1) 型号后缀说明： 第1位：A 表示三元，B表示磷酸铁锂等 第2位：A-Z 表示产品参数和规格编码 第3位：O表示断线版本；B表示带均衡版本 (2) 该芯片支持低压充电（单节1.5V，芯片供电电压>6V时）											

➤ 管脚排列图

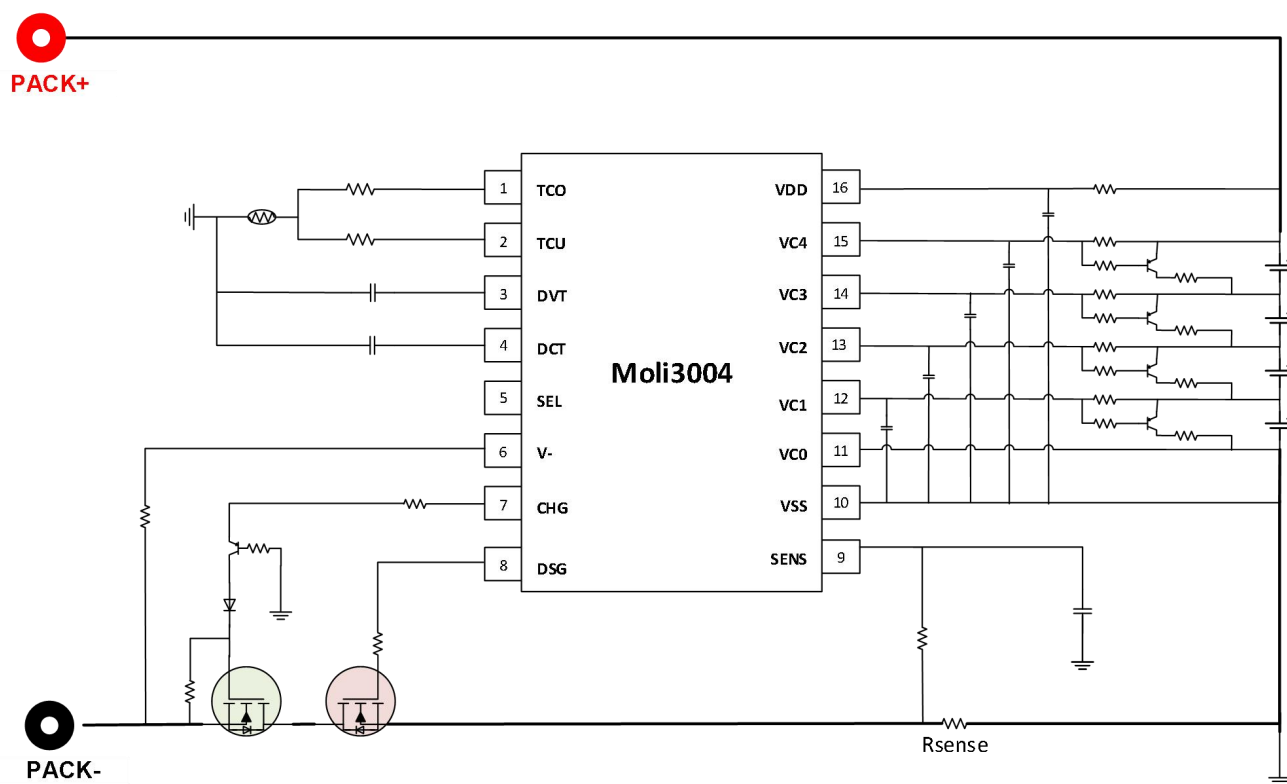


序号	管脚	描述
1	TCO	充电高温和放电高温温度设置电阻
2	TCU	充电低温和放电低温温度设置电阻
3	DVT	欠压延时时间设置电容
4	DCT	过流1，过流2延时时间设置电容
5	SEL	SEL决定电池包适用电芯串数
6	V-	充电器和负载检测管脚
7	CHG	充电MOSFET驱动管脚
8	DSG	放电MOSFET驱动管脚
9	SENS	充放电过流检测管脚
10	VSS	芯片的地，连接电池组最低电位
11	VC0	连接第一节电芯负极
12	VC1	连接第一节电芯正极，第二节电芯负极
13	VC2	连接第二节电芯正极，第三节电芯负极
14	VC3	连接第三节电芯正极，第四节电芯负极
15	VC4	连接第四节电芯正极，第五节电芯负极
16	VDD	芯片的电源，连接电池组最高电位

➤ 芯片功能框图



典型应用框图





➤ 功能描述

1. 正常状态

电池无充电过压和放电欠压保护，无充放电过流和短路保护，无温度保护等保护，MoLi3004处于正常工作状态。

2. 充电过压保护

检测机制：任意一节电芯电压超过充电过压保护电压（ V_{COV} ），并且状态持续超过充电过压保护延时（ t_{COV} ），MoLi3004 进入过压保护状态，

执行操作：CHG 管脚输出高阻态，充电 MOSFET 截止。

恢复机制：在满足以下任意条件的情况下，充电过压保护状态恢复：

A. V- 端检测到充电器未移除，电芯电压低于充电过压恢复电压（ V_{COVR} ）且超过充电过压恢复延时（ t_{COVR} ）；

B. V- 端检测到充电器移除，电芯电压低于充电过压保护电压（ V_{COV} ）且持续超过充电过压恢复延时（ t_{COVR} ）；

3. 放电欠压保护

检测机制：任意一节电芯电压低于放电欠压保护电压（ V_{DUV} ），并且状态持续超过放电欠压保护延时（ t_{DUV} ）。MoLi3004 进入欠压保护状态，

执行操作：DSG 管脚输出低电平，放电 MOSFET 截止。

恢复机制：在满足以下任意条件的情况下，放电欠压保护状态恢复：

A. 检测到外部未连接充电器且无负载情况下，所有电芯电压超过放电欠压恢复电压（ V_{DUVR} ）且持续超过放电欠压恢复延时（ t_{DUVR} ）

B. 检测到外部有连接充电器，所有电芯电压超过放电欠压保护电压（ V_{DUV} ）且持续超过放电欠压恢复延时（ t_{DUVR} ）

4. 休眠状态

检测机制：MoLi3004 进入放电欠压保护状态后，并持续超过休眠延时时间（ t_{PL} ），则 MoLi3004 会进入到休眠状态。

执行操作：放电 MOSFET 维持截止状态。

恢复机制：休眠状态恢复条件：

A. 放电欠压保护状态恢复；

B. 检测到外部有连接充电器；

5. 充电过流保护



检测机制：在充电过程中，监控充电电流，**SENS** 管脚将采集在电流检测电阻的压降小于充电过流检测阈值 (V_{COC}) 并持续超过充电过流延时时间(t_{COC})，**MoLi3004** 进入充电过流保护状态，

执行操作：**CHG** 管脚输出高阻态，**DSG** 管脚输出低电平，充放电 **MOSFET** 都截止。

恢复机制：充电过流保护恢复条件：

检测到充电器移除，且超过充电过流恢复延时(t_{COCR})。

6. 放电过流保护

检测机制：在放电过程中，**SENS** 端将采集检流电阻的压降，监控回路放电电流。若超过设定的放电过流保护 **1**，放电过流保护 **2** 的电压，短路保护电压(V_{DOC1} ， V_{DOC2} ， V_{SHT})并持续超过对应延时时间(t_{DOC1} ， t_{DOC2} ， t_{SHT})，**MoLi3004** 进入放电过流保护。

执行操作：**DSG** 管脚输出低电平，放电 **MOSFE** 截止；放电过流保护 **2** 的延时时间小于放电过流保护 **1** 的延时时间，短路保护延时时间最短。

恢复机制：放电过流保护恢复条件：

检测到负载移除，且持续超过过流恢复延时(t_{DOCR})。

7. 延时设置

MoLi3004 有两个管脚 **DVT**，**DCT** 外接电容设定延迟时间，求通过调节外接电容，实现所需要的延迟时间。

A. **DVT** 外接电容设置放电欠压延迟时间，

B. **DCT** 外接电容设置放电过流 **1**、放电过流 **2** 延迟时间。

8. 状态检测功能

MoLi3004会对充放电状态进行检测：**SENS**检测的电流为有符号值，充电为负值，放电为正值。

A. 当**SENS**检测的电流大于 V_{DSING} 时，**MoLi3004**处于放电状态；

B. 当**SENS**检测的电流小于 V_{CHING} 时，**MoLi3004**处于充电状态；

C. 否则**MoLi3004**处于静置状态。

9. 温度保护

MoLi3004 两个管脚 **TCO**，**TCU** 分别对应充放电高温电阻 R_{CO} 和充放电低温电阻 R_{CU} 进行温度保护参数设置，并且连接 **NTC** 选用 **103AT**， $B=3435K$ ，常温 $10k\Omega@25^{\circ}C$ 热敏电阻对外部电芯的温度进行判断：

● **高温保护：**充放电高温保护温度由电阻 R_{CO} 决定，首先查看对应 **NTC** 的 **R-T** 表；若设置 $50^{\circ}C$ 为充电高温保护触发温度，那么 R_{CO} 选用 $50^{\circ}C$ 下 **NTC** 电阻阻值的 **10** 倍即 **41.56K**；当充电高温的触发温度决定后，放电高温的触发温度为充电高温触发温度加 $20^{\circ}C$ ，即放电高温保护温度为 $70^{\circ}C$ 。



● **低温保护：**充放电低温保护温度由电阻 R_{cu} 决定，若设置 0°C 为充电低温保护触发温度，那么 R_{cu} 选用 0°C 下 NTC 电阻阻值的 10 倍即 **276.2K**；当充电低温的触发温度决定后，放电低温的触发温度为充电低温触发温度减去 **15**，即放电低温保护温度为 **-15°C** ；R-T 部分表如下：

温度($^{\circ}\text{C}$)	$R_{nor}(\text{k}\Omega)$
-5	34.52
0	27.62
50	4.156
55	3.536

A. 充电温度保护：

检测机制：在充电状态，若检测到温度高于充电高温保护电压 (T_{co}) 或低于充电低温保护电压 (T_{cu})，持续超过对应保护延时 (t_{co}) 和 (t_{cu})，进入充电温度保护状态。

执行操作：CHG 管脚输出高阻态，充电 MOSFET 截止；

恢复机制：温度保护恢复条件：电芯温度恢复正常范围内，并且持续时间超过温度保护恢复延时时间。

B. 放电温度保护：

检测机制：在放电状态，若检测到温度高于放电高温保护电压 (T_{do}) 或低于放电低温保护电压 (T_{du})，持续超过对应保护延时 (t_{do}) 和 (t_{du})，进入放电温度保护状态。

执行操作：CHG 管脚输出高阻态，DSG 管脚输出低电平；充放电 MOSFET 截止；

恢复机制：温度保护恢复条件：电芯温度恢复正常范围内，并且持续时间超过温度保护恢复延时时间。

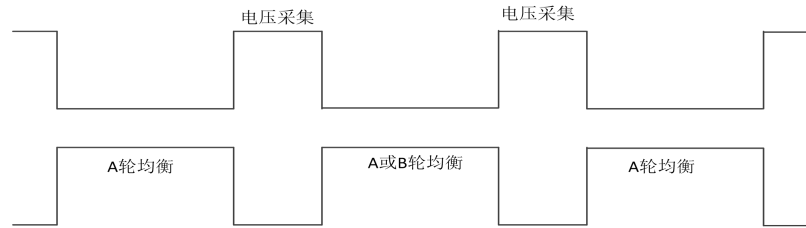
如果有放电高温负载锁定功能，还需要去除负载才能实现恢复。

10. 电池均衡功能

MoLi3004 内置均衡电路，任意电芯电压值超过电芯均衡电压 (V_{BL}) 时，并且满足均衡开启条件，对应的 V_n 管脚输出高电平，内部均衡电路的 MOSFET 导通。可通过外部电路调节均衡电流大小。

电池均衡采用相邻 AB 轮策略：

- 1、如所需均衡的电芯均不相邻，则这些电芯在 **A** 轮中进行均衡，且每轮均衡均为 **A** 轮；
- 2、如所需均衡的电芯存在相邻，则部分电芯在 **A** 轮中进行均衡，剩余电芯在 **B** 轮中进行均衡，**AB** 轮循。



均衡时序图

当满足下面任意条件时均衡停止：

- A. 所有电芯电压低于均衡检测电压（ V_{BL} ）
- B. 所有电芯电压高于均衡检测电压（ V_{BL} ）
- C. 除充电过压保护状态以外，其他保护全部禁止均衡。

11. 低压禁充功能

MoLi3004 低压禁充功能可选：

具有低压禁充功能版本：

检测机制：在检测到任意节电芯电压低于(V_{VL})，持续时间超过（ t_{VL} ），

执行操作：CHG 管脚输出高阻态，充电 MOSFET 截止，停止充电。

恢复机制：当所有电芯电压高于(V_{VL})时，低压禁充状态恢复。

12. 串数

设置通过设置 SEL 管脚的输入电平（SEL 内部上拉），设置芯片对应不同串数的工作状态。

PIN	3 S	4 S
SEL	VSS+10K	VDD/NC

13. 负载锁定功能

MoLi3004有负载锁定功能。当芯片进入以下保护状态后，进入负载锁定态。

检测包括功能：

保护状态	充电过压	放电欠压	充电过流	放电过流	放电高温
负载锁定	否	是	否	是	可选

恢复机制：

当异常状态恢复后，V-端检测到 电压低于负载检测电压（ V_{LOAD} ），并且持续时间超过负载检测延时（ t_{MLOAD} ），负载锁定恢复。



14. MOS保护

检测机制：在同口或者半分口的应用中，如果其中一个**MOS**关断，则充电/放电电流流过关断的**MOS**的体二极管。在这种情况下，如果电流很大，场效应管严重受热，可能会损坏。

执行操作：MoLi3004利用**SENS**引脚监测充放电状态，从而保护被关闭的**MOS** 的体二极管，进而保护**MOS**。

恢复机制：解除充放电状态后恢复，之后再检测芯片的保护状态是否存在，从而判读是否打开对应 **MOS**。

➤ 绝对最大和额定工作参数

绝对最大额定值		最小值	最大值		单位
引脚输入电压	VDD,V-,SEL	VSS-0.3	VSS+40		V
引脚输入电压	TCO,TCU,DVT,DCT,SENS	VSS-0.3	VSS+6		V
引脚输入电压	VC0,VC1,VC2,VC3,VC4,CHG,DSG	VSS-0.3	VDD+0.3		V
工作温度范围		-40	85		°C
存储温度范围		-40	125		°C
额定工作电压	项目	最小值	典型值	最大值	单位
VDD 输入电压	VDD	4	-	18	V
VCx 输入电压	VCn-VCn-1 (n=1-4)	0	-	5	V
引脚输入电压	V _{DVT} ,V _{DCT} , V _{TCO} ,V _{TCU}	0	-	5	V

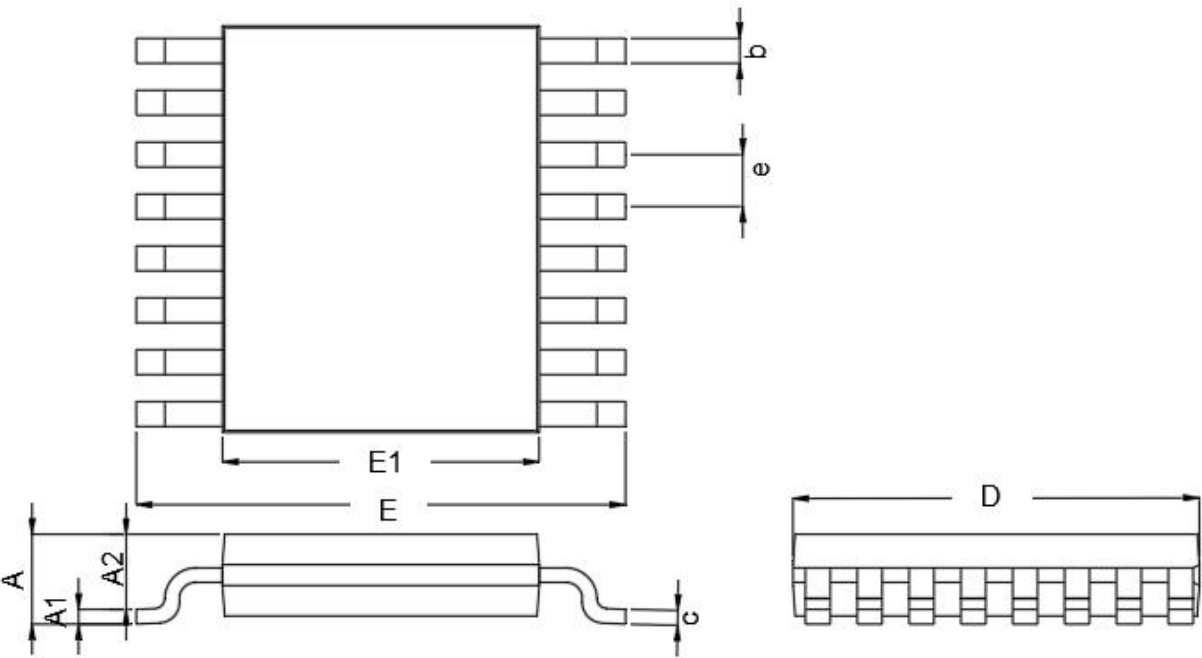
➤ 电气参数和保护参数描述(25°C)

功能		参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
充电保护	充电过压	过压电压	V _{COV}		V _{COV} -0.025	V _{COV}	V _{COV} +0.025	V
		过压延时	t _{COV}		0.5	1	1.5	s
		过压恢复电压	V _{COVR}		V _{COVR} -0.025	V _{COVR}	V _{COVR} +0.025	V
		过压恢复延时	t _{COVR}		85	100	155	ms
	充电过流	保护电压	V _{COC}		V _{COC} -0.005	V _{COC}	V _{COC} +0.005	V
		保护延时	t _{COC}		30/300	50/500	70/700	ms
		保护恢复延时	t _{COCR}		43	60	85	ms
放电保护	放电欠压	欠压电压	V _{DUV}		V _{DUV} -0.03	V _{DUV}	V _{DUV} +0.03	V
		欠压延时	t _{DUV}	DVT接0.1μF电容控制	0.5	1	1.5	s
		欠压恢复电压	V _{DUVR}		V _{DUVR} -0.03	V _{DUVR}	V _{DUVR} +0.03	V
		欠压恢复延时	t _{DUVR}		200	250	300	ms
	过流1	保护阈值	V _{DOC1}		V _{DOC1} -0.005	V _{DOC1}	V _{DOC1} +0.005	V
		保护延时	t _{DOC1}	DCT接0.1μF电容控制	0.5	1	1.5	s
	过流2	保护阈值	V _{DOC2}		V _{DOC2} -0.010	V _{DOC2}	V _{DOC2} +0.010	V
		保护延时	t _{DOC2}	DCT接0.1μF电容控制	50	100	150	ms
	短路	短路阈值	V _{SHT}		V _{SHT} -0.020	V _{SHT}	V _{SHT} +0.020	V
		保护延时	t _{SHT}	SENS管脚未接电容	200	250	300	μs
	过流和短路保护恢复延时		t _{DOCR}		55	60	75	ms
高温保护	充电	保护温度	T _{CO}		T _{CO} -3	T _{CO}	T _{CO} +3	℃
		保护延时	t _{CO}		1	2	3	s
		恢复温度	T _{COR}	T _{COR} = T _{CO} -10	T _{COR} -3	T _{COR}	T _{COR} +3	℃
		恢复延时	t _{COR}		1	2	3	s
	放电	保护温度	T _{DO}	T _{DO} =T _{CO} +20	T _{DO} -3	T _{DO}	T _{DO} +3	℃
		保护延时	t _{DO}		1	2	3	s
		恢复温度	T _{DOR}	T _{DOR} = T _{DO} -10	T _{DOR} -3	T _{DOR}	T _{DOR} +3	℃



		恢复延时	t_{DOR}		1	2	3	s
低温保护	充电	保护温度	T_{CU}		$T_{CU} - 3$	T_{CU}	$T_{CU} + 3$	$^{\circ}C$
		保护延时	t_{CU}		1	2	3	s
		恢复温度	T_{CUR}	$T_{CUR} = T_{CU} + 10$	$T_{CUR} - 3$	T_{CUR}	$T_{CUR} + 3$	$^{\circ}C$
		恢复延时	t_{CUR}		1	2	3	s
	放电	保护温度	T_{DU}	$T_{DU} = T_{CU} - 15$	$T_{DU} - 3$	T_{DU}	$T_{DU} + 3$	$^{\circ}C$
		保护延时	t_{DU}		1	2	3	s
		恢复温度	T_{DUR}	$T_{DUR} = T_{DU} + 10$	$T_{DUR} - 3$	T_{DUR}	$T_{DUR} + 3$	$^{\circ}C$
		恢复延时	t_{DUR}		1	2	3	s
其他保护	均衡	均衡开启电压	V_{BL}		$V_{BL} - 0.025$	V_{BL}	$V_{BL} + 0.025$	V
		均衡开启延时	t_{BL}		14	-	49	ms
	低压禁充	禁充电压	V_{VL}	可选	-	1/1.5	-	V
		禁充延时	t_{VL}		500	600	700	ms
		禁充恢复延时	t_{VL}		100	150	200	ms
状态监测	充放电状态检测	放电状态判断电压	V_{DSING}	V_{SENS} 到大于 V_{DSING}	2	4	6	mv
		充电状态检测电压	V_{CHING}	V_{SENS} 到小于 V_{CHING}	-2	-4	-6	mv
		放电状态检测延时	t_{DSING}	V_{SENS} 到大于 V_{DSING}	5	6	7	ms
		充电状态检测延时	t_{CHING}	V_{SENS} 到小于 V_{CHING}	5	6	7	ms
	PACK 状态检测	负载锁定检测电压	V_{LOAD}		-	1	-	V
		负载锁定恢复延时	t_{MLOAD}		5	10	15	ms
		充电器移除检测电压	V_{MCHER}	V - 未连接电阻	-	250	-	mV
MOS 驱动	充电 MOS 驱动	CHG 逻辑高电平	V_{CHG}	$VDD \geq 12V$	9	12	13	V
		CHG 逻辑高电平	V_{CHG}	$VDD < 12V$	$VDD - 1.2$	$VDD - 0.7$	$VDD - 0.3$	V
		CHG 逻辑高阻态	-	-	-	-	-	V
		CHG 驱动能力	V_{CHG}		3.5 600	5 800	6.5 1000	k Ω Ω
	放电 MOS 驱动	DSG 逻辑高电平	V_{DSG}	$VDD \geq 12V$	9	12	13	V
		DSG 逻辑高电平	V_{DSG}	$VDD < 12V$	$VDD - 1.2$	$VDD - 0.7$	$VDD - 0.3$	V
		DSG 逻辑低电平	V_{DSG}		VSS	-	$VSS + 0.3$	V
		DSG 驱动能力	V_{DSG}		3.5 600	5 800	6.5 1000	k Ω Ω
功耗		正常工作电流	I_{DD}	$VCn = 3.7V (n=1-4)$	-	15	-	μA
		休眠工作电流	I_{DDSLP}	$VCn = 2.0V (n=1-4)$	-	5	-	μA
		进入休眠延时	t_{PL}		18	20	22	s

➤ 封 装



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	—	—	1.75
A1	0.10	0.15	0.25
A2	1.30	1.40	1.50
b	0.23	—	0.31
c	0.20	—	0.24
D	4.90	4.95	5.00
E	5.80	6.00	6.20
E1	3.80	3.90	4.00
e	0.635BSC		