



## 产品概述

FM15L 系列是专业的 12~15 节可充电磷酸铁锂电池保护芯片，具有高集成度的特点。FM15L 通过检测各节电池的电压、充放电电流以及环境温度等信息实现电池过充、过放、放电过电流、短路、充电过电流、温度保护等保护功能，通过外置电容来调节过充、过放、过电流保护延时。

## 特点

(1) 各节电池的高精度电压检测功能:

- 过充电检测电压 3.85V 精度±25 mV (+25°C)  
精度±40 mV (-40°C至+85°C)
- 过充电恢复电压 3.75V 精度±50 mV
- 过放电检测电压 2.00V 精度±80 mV
- 过放电恢复电压 2.50V 精度±100 mV

(2) 3 段放电过电流检测功能:

- 过电流检测电压 1 0.10 V 精度±15 mV
- 过电流检测电压 2 0.4 V
- 短路检测电压 0.8 V

(3) 充电过电流检测功能:

- 充电过电流检测电压 -0.05V

(4) 可应用于 12~15 节电池组;

(5) 延时外置可调;

- 通过改变外接电容大小设置过充电、过放电、过电流 1、过电流 2 检测延迟时间

(6) 可通过外部信号控制充电、放电状态;

(7) 充、放电控制端子最高输出电压 12 V;

(8) 温度保护功能;

(9) 断线保护功能;

(10) 低功耗;

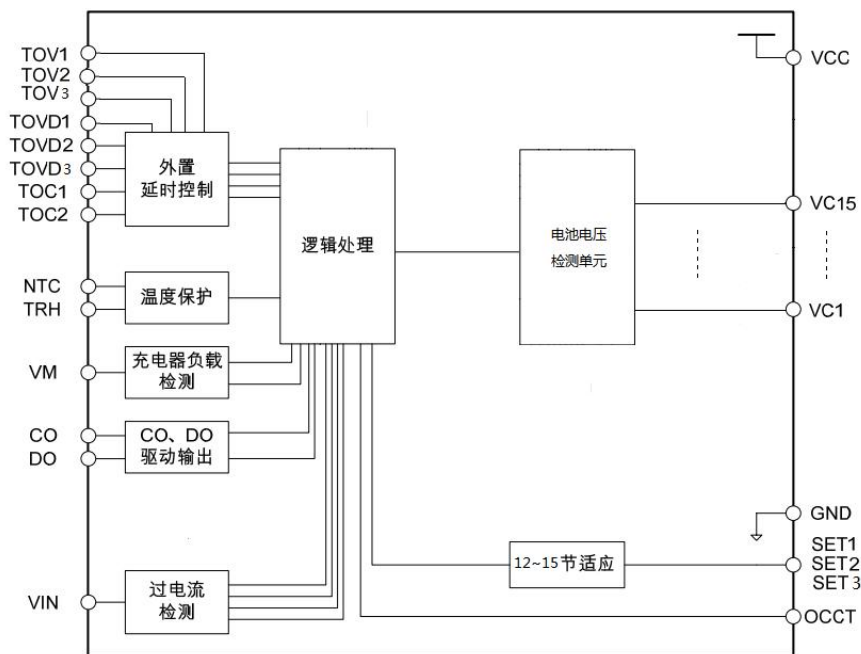
- 工作时(带温度保护) 25 μA 典型值
- 工作时(无温度保护) 15 μA 典型值
- 休眠时 6 μA 典型值

## 应用

- 电动工具
- 电动自行车
- UPS 后备电源
- 封装形式: QFN-48L(7\*7\*0.85)



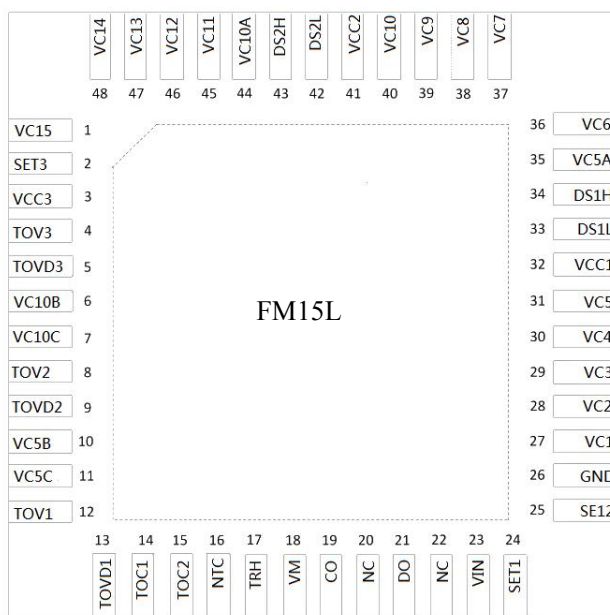
## 功能框图



## 产品参数

型号	过充电检测电压 $V_{DET1}$	过充电解除电压 $V_{REL1}$	过放电检测电压 $V_{DET2}$	过放电解除电压 $V_{REL2}$	放电过流 1 检测电压 $V_{OC1}$	放电过流 2 检测电压 $V_{OC2}$	短路检测电压 $V_{SHORT}$	充电过流检测电压 $V_{OVCC}$
FM15L	3.850V	3.75	2.0	2.5	0.100V	0.400V	0.800V	-0.050V

## 管脚图



QFN-48L(7\*7\*0.85)



#### 功能说明

序号	名称	描述	序号	名称	描述
1	VC15	电池 15 的正电压连接端子	25	SET2	12~15 节应用选择端子
2	SET3	12~15 节应用选择端子	26	GND	电源地
3	VCC3	芯片的电源, 电池 15 的正电压连接端子	27	VC1	电池 1 的正电压、电池 2 的负电压连接端子
4	TOV3	接电容, 用于控制 11~15 节过充电检测延时	28	VC2	电池 2 的正电压、电池 3 的负电压连接端子
5	TOVD3	接电容, 用于控制 11~15 节过放电检测延时	29	VC3	电池 3 的正电压、电池 4 的负电压连接端子
6	VC10B	接电池 10 的正电压	30	VC4	电池 4 的正电压、电池 5 的负电压连接端子
7	VC10C	接电池 10 的正电压	31	VC5	电池 5 的正电压连接端子
8	TOV2	接电容, 用于控制 6~10 节过充电检测延时	32	VCC1	电池 5 的正电压连接端子
9	TOVD2	接电容, 用于控制 6~10 节过放电检测延时	33	DS1L	1~5 节级联输入端子
10	VC5B	接电池 5 的正电压	34	DS1H	6~10 节级联输出端子
11	VC5C	接电池 5 的正电压	35	VC5A	电池 5 的正电压连接端子
12	TOV1	接电容, 用于控制 1~5 节过充电检测延时	36	VC6	电池 6 的正电压、电池 7 的负电压连接端子
13	TOVD1	接电容, 用于控制 1~5 节过放电检测延时	37	VC7	电池 7 的正电压、电池 8 的负电压连接端子
14	TOC1	接电容, 用于控制过流 1 检测延时	38	VC8	电池 8 的正电压、电池 9 的负电压连接端子
15	TOC2	接电容, 用于控制过流 2 检测延时	39	VC9	电池 9 的正电压、电池 10 的负电压连接端子
16	NTC	接负温度系数热敏电阻, 用于温度检测	40	VC10	电池 10 的正电压连接端子
17	TRH	接电阻, 用于调节高温保护温度	41	VCC2	电池 10 的正电压连接端子
18	VM	过电流保护锁定、充电器及负载检测端子	42	DS2L	6~10 节级联输入端子
19	CO	充电控制 MOS 栅极连接端子, 高电平与高阻态输出, 最高 12V	43	DS2H	11~15 节级联输出端子
20	NC	无连接	44	VC10A	电池 10 的正电压连接端子
21	DO	放电控制 MOS 栅极连接端子, CMOS 输出, 最高 12V	45	VC11	电池 11 的正电压、电池 12 的负电压连接端子
22	NC	无连接	46	VC12	电池 12 的正电压、电池 13 的负电压连接端子
23	VIN	放电过电流及充电过电流检测端子	47	VC13	电池 13 的正电压、电池 14 的负电压连接端子
24	SET1	12~15 节应用选择端子	48	VC14	电池 14 的正电压、电池 15 的负电压连接端子

#### 绝对最大额定值

项目	符号	适用端子	绝对最大额定值	单位
电源电压	VCC	-	GND-0.3 ~ GND+30	V
各节电池电压	VCELL	Vcell1~Vcell10	GND-0.3 ~ GND+6	V
VM 输入端子电压	VM	VM	GND-20~ GND+30	V
DO 输出端子电压	VDO	DO	GND-0.3~ VCC+0.3	V
CO 输出端子电压	VCO	CO	GND-20 ~ VCC+0.3	V
工作环境温度	TA	-	-40 ~ 85	°C
贮存温度	TSTG	-	-40~ 125	°C

注意: 绝对最大额定值是指无论在任何条件下都不能超过的额定值。一旦超过此额定值, 有可能造成产品劣化等物理性损伤。



电气特性 (除特殊说明外:  $T_A=25^{\circ}\text{C}$ )

项目	符号	测试条件*1	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压	VCC	-	5	-	30	V
正常功耗	I <sub>VCC</sub>	V1~V15=3.5V	-	-	25	uA
休眠功耗	I <sub>STB</sub>	V1~V15=2.0V	-	-	10	uA
过充电	保护阈值	V <sub>DET1</sub> V1~V14=3.5V V15=3.5→4.4V	V <sub>DET1</sub> -0.025	V <sub>DET1</sub>	V <sub>DET1</sub> +0.025	V
	保护延时	T <sub>OV</sub> V1~V14=3.5V COV=0.1μF, V15=3.5V→4.4V	0.5	1.0	1.5	S
	解除阈值	V <sub>REL1</sub> V1~V14=3.5V V15=4.4V→3.5V	V <sub>REL1</sub> -0.05	V <sub>REL1</sub>	V <sub>REL1</sub> +0.05	V
	解除延时	T <sub>REL1</sub> V1~V14=3.5V V15=4.4V→3.5V	10	20	30	ms
	温度系数 1	K <sub>U1</sub> Ta= -40°C to 85°C	-0.6	0	0.6	mV/°C
过放电	保护阈值	V <sub>DET2</sub> V1~V14=3.5V V15=3.5V→2.0V	V <sub>DET2</sub> -0.08	V <sub>DET2</sub>	V <sub>DET2</sub> +0.08	V
	保护延时	T <sub>OVD</sub> V1~V14=3.5V COVD=0.1μF V15=3.5V→2.0V	0.5	1.0	1.5	s
	解除阈值	V <sub>REL2</sub> V1~V14=3.5V V15=2.0V→3.5V	V <sub>REL2</sub> -0.10	V <sub>REL2</sub>	V <sub>REL2</sub> +0.10	V
	解除延时	T <sub>REL2</sub> V1~V14=3.5V V15=2.0V→3.5V	10	20	30	ms
放电过流 1	保护阈值	V <sub>OC1</sub> V1~V15=3.5V VIN=0V→0.12V	V <sub>OC1</sub> *85%	V <sub>OC1</sub>	V <sub>OC1</sub> *115%	V
	保护延时	T <sub>OC1</sub> V1~V15=3.5V COC1=0.1μF VIN=0V→0.12V	100	200	300	ms
	解除延时	T <sub>ROC1</sub> V1~V15=3.5V VIN=0V→0.12V→0V	100	200	300	ms
	过流下拉电阻	R <sub>VMS</sub> V1~V15=3.5V VIN=0V→0.12V	100	300	500	kΩ
	温度系数 2	K <sub>U2</sub> Ta= -40°C to 85°C	-0.1	0	0.1	mV/°C
过流 2	保护阈值	V <sub>OC2</sub> V1~V15=3.5V VIN=0V→0.5V	V <sub>OC2</sub> *80%	V <sub>OC2</sub>	V <sub>OC2</sub> *120%	V
	保护延时	T <sub>OC2</sub> V1~V15=3.5V COC2=0.1μF VIN=0V→0.5V	10	20	30	ms
	解除延时	T <sub>ROC2</sub> V1~V15=3.5V VIN=0V→0.5V→0V	100	200	300	ms
短路	保护阈值	V <sub>SHORT</sub> V1~V15=3.5V VIN=0V→1.2V	V <sub>SHORT</sub> *80%	V <sub>SHORT</sub>	V <sub>SHORT</sub> *120%	v
	保护延时	T <sub>SHORT</sub> V1~V15=3.5V VIN=0V→1.2V→0V	100	300	600	us
充电过流	保护阈值	V <sub>OVCC</sub> V1~V15=3.5V VIN=0V→-0.2V	V <sub>OVCC</sub> -0.03	V <sub>OVCC</sub>	V <sub>OVCC</sub> +0.03	V
	保护延时	T <sub>OVCC</sub> V1~V15=3.5V VIN=0V→-0.2V	10	20	30	ms
输出电阻	CO	R <sub>CO</sub> 正常态, Co 为"H" (12V)	3	5	8	KΩ



	DO	R <sub>DO</sub>	正常态, Do 为“H” (12V)	3	5	8	K Ω
			保护态, Do 为“L”	0.20	0.35	0.50	

\*1: 以上测试条件均以锂电参数参考设计, 其他档位参数根据实际电压调整。

## 工作说明

### 1. 过充电

电池充电且  $V_{IN} > V_{OVCC}$  即未发生充电过流时, 只要 VC1、(VC2-VC1).....(VC15-VC14)中任意电压值高过  $V_{DET1}$  并持续了一段时间  $T_{OV}$ , 芯片即认为电池包中出现了过充电状态, CO 由高电平变为高阻态, 被外接电阻下拉至低电平, 将充电控制 MOS 管关断, 停止充电。

满足下面两个条件之一即可解除过充电状态:

- (1) 所有电芯的电压都低于  $V_{REL1}$  并持续  $T_{REL1}$ ;
- (2)  $V_M > 100mV$  (接入负载), 电池电压低于  $V_{DET1}$  并持续  $T_{REL1}$ 。

### 2. 过放电

电池放电且  $V_{IN} < V_{OC1}$  即未发生放电过流时, 只要 VC1、(VC2-VC1).....(VC15-VC14)中任意电压值低于  $V_{DET2}$  并持续了一段时间  $T_{OVD}$ , 芯片即认为电池包中出现了过放电状态, DO 由高电平变为低电平, 将放电控制 MOS 管关断, 停止放电, 此时芯片进入休眠模式。

必须插入充电器才能解除过放电状态 (休眠状态)。

### 3. 放电过电流

在放电时, 放电电流随着负载而变化,  $V_{IN}$  电压随着放电电流的增大而增大。当  $V_{IN}$  电压高于  $V_{OC1}$  并持续一段时间  $T_{OC1}$ , 即认为出现了过电流 1; 当  $V_{IN}$  电压高于  $V_{OC2}$  并持续  $T_{OC2}$ , 即认为出现了过电流 2; 当  $V_{IN}$  电压高于  $V_{SHORT}$  并持续  $T_{SHORT}$ , 即认为出现了短路。三种中任意一种状态出现后, DO 由高电平变为低电平, 关断放电控制 MOS 管停止放电, 同时, 过流锁定端子 VM 端内部下拉电阻  $R_{VMS}$  接入。通常  $V_{OC1} < V_{OC2} < V_{SHORT}$ ,  $T_{OC1} > T_{OC2} > T_{SHORT}$ 。过电流保护时 DO 被锁定为低电平, 断开负载即可解除锁定。

### 4. 延时设置

过充电延时, 过放电延时由下述公式计算 (单位: s):

$$T_{OV} = 10^7 \times C_{OV} \quad T_{OVD} = 10^7 \times C_{OVD}$$

放电过电流 1 延时由下述公式计算 (单位: s):

$$T_{OC1} = 2 \times 10^6 \times C_{OC1}$$

放电过电流 2 延时由下述公式计算 (单位: s):

$$T_{OC2} = 2 \times 10^5 \times C_{OC2}$$

### 5. 充电过电流

在充电时, 如果充电电流过大且  $V_{IN} < V_{OVCC}$  并持续了一段时间  $T_{OVCC}$ , 芯片认为发生了充电过电流状态, CO 被外接电阻下拉至低电平, 充电控制 MOS 管关断, 必须将充电器移除才能解除。

### 6. 断线保护

当芯片检测到管脚 V1~V15 中任意一根或多根与电芯的连线断开, 芯片判断为发生了断线, 即将 CO 输出高阻态, DO 输出低电平, 此保护状态称为断线保护状态。

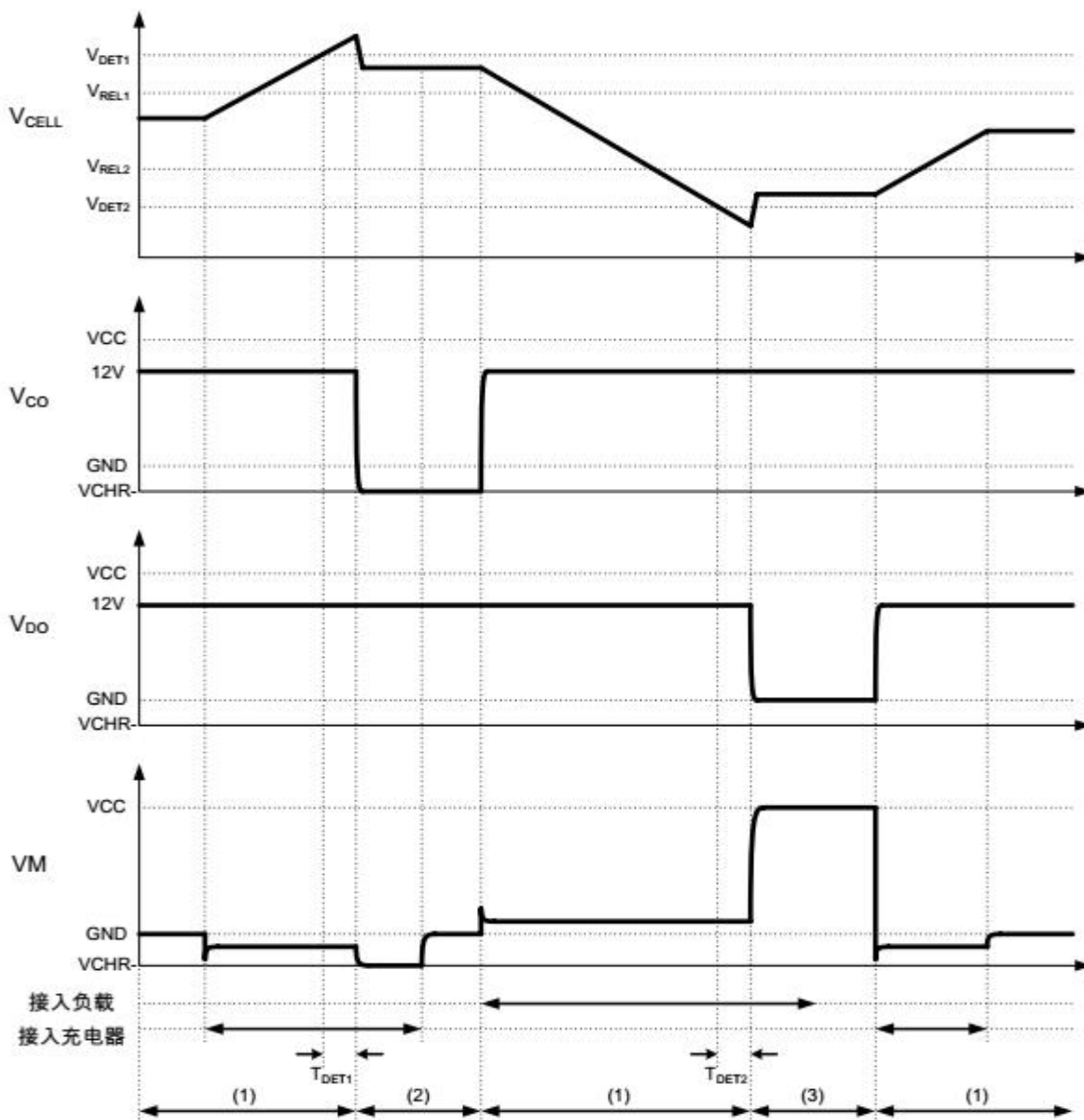
断线保护后, 芯片进入低功耗。当断开的连线重新正确连接后, 芯片退出断线保护状态。

特别注意, 单芯片应用与级联应用时, 均不可将芯片引脚 GND 与电芯的连线断开, 若断开, 芯片无法正常工作, 无法进入断线保护。



### 工作时序图

#### 1. 过充电、过放电保护

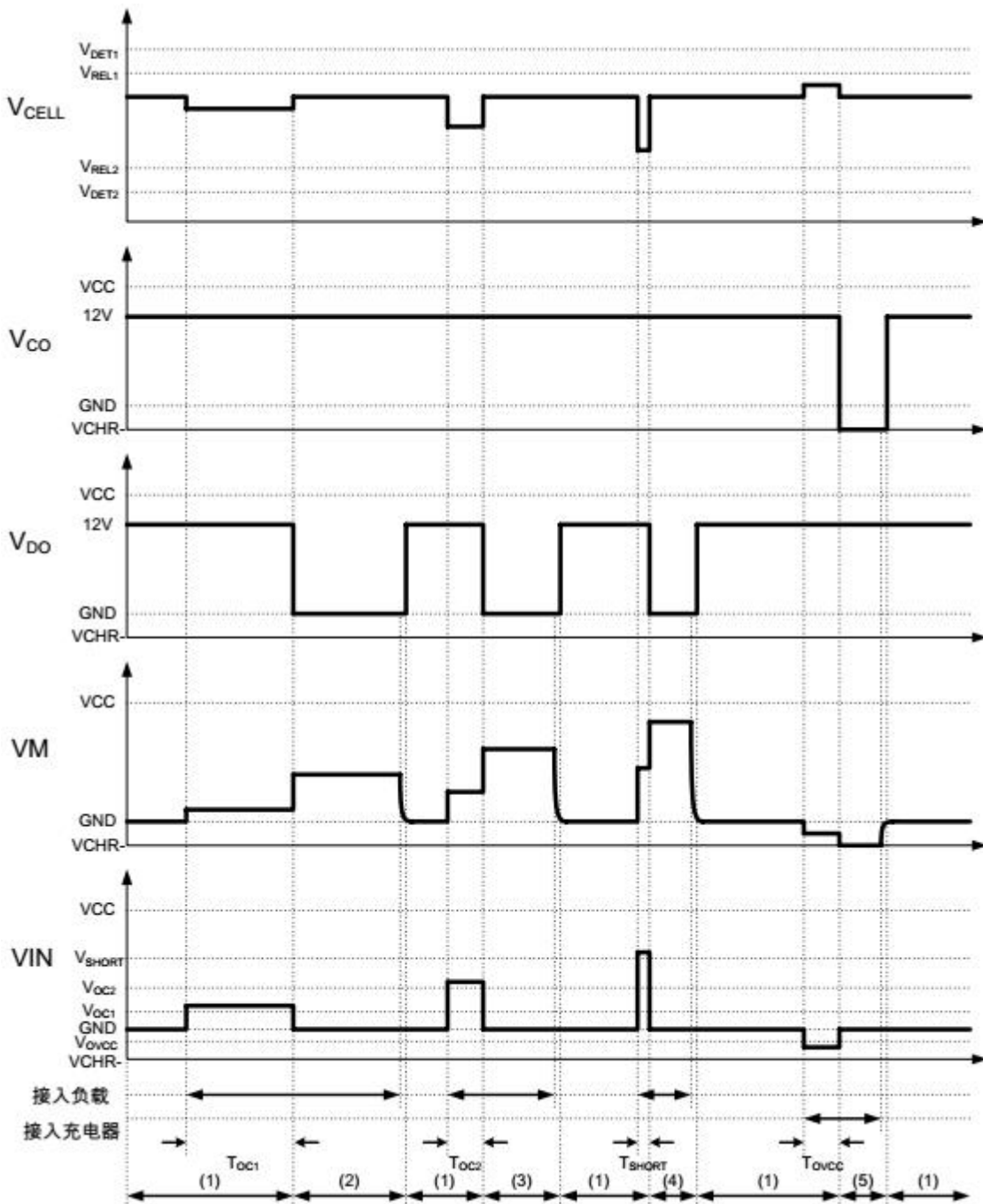


假定为恒流充电, VCHR-为充电器空载时负端电压:

- (1) 通常状态;
  - (2) 过充电保护状态;
- 过放电保护状态。



### 2. 放电过电流、短路、充电过电流保护

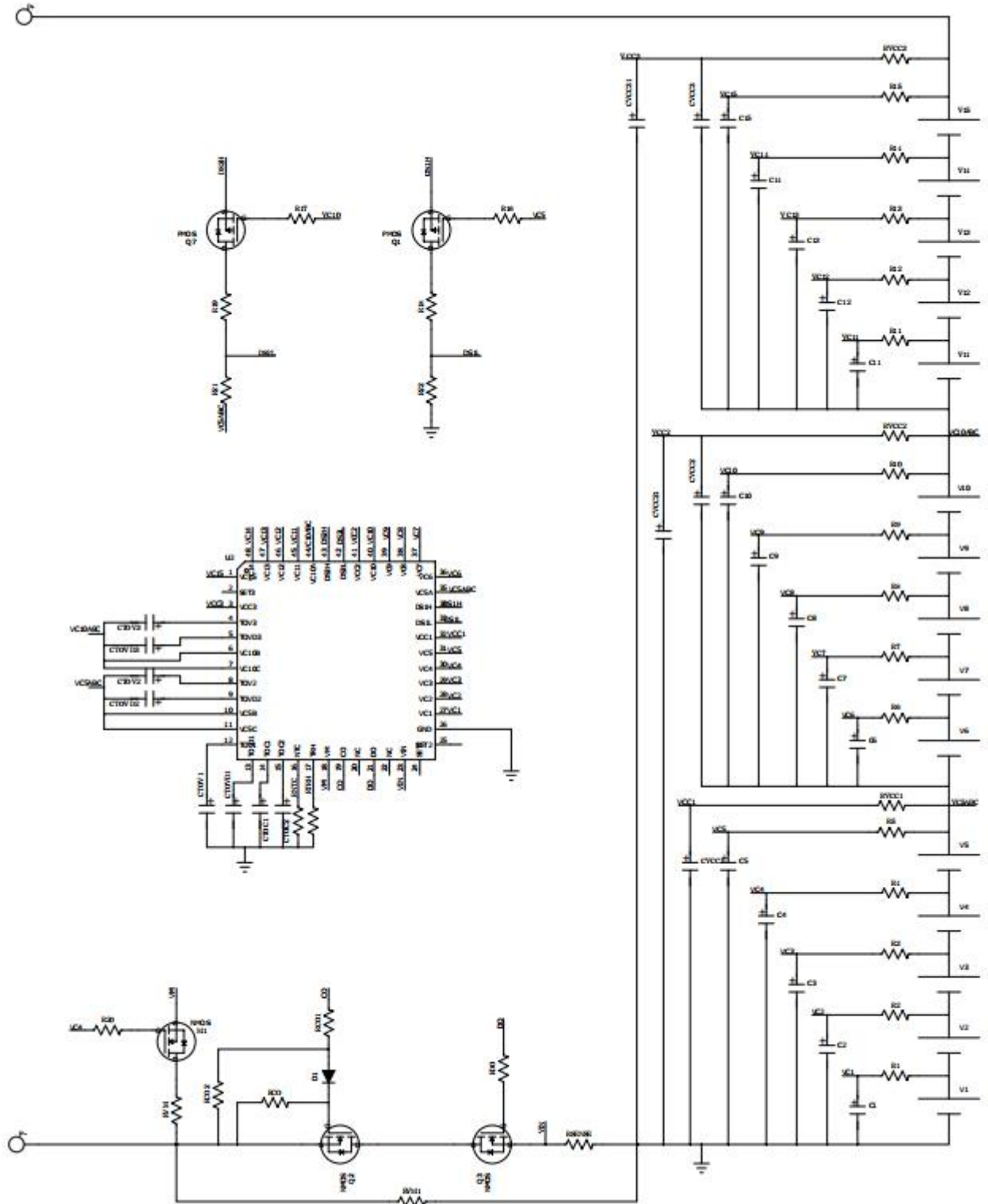


假定为恒流充电, V<sub>CHR-</sub>为充电器空载时负端电压:

- (1) 通常状态;
- (2) 放电过电流 1 保护状态;
- (3) 放电过电流 2 保护状态;
- (4) 短路保护状态;
- (5) 充电过电流保护状态。



应用电路







12~15 串 SET 脚配置表

脚位	15 串	14 串	13 串	12 串
set1	悬空		接 GND VC1, VC2 接 GND	接 GND VC1, VC2 接 GND
set2	悬空	接 VCC1 VC1 接 GND		
set3	悬空			接 VCC3 VC11 接 VC10A

电阻、电容推荐值如下:

器件标号	典型值	范围		单位
R1~R15、R <sub>VCC1</sub> 、R <sub>VCC2</sub> 、 R <sub>VCC3</sub> 、R <sub>VM</sub> 、R20	1000	100~1000		Ω
R16、R17	10	5~15		kΩ
R18、R19	400	100~1000		kΩ
R <sub>VM1</sub> 、R <sub>CO2</sub>	10	1~15		MΩ
R21、R22	5	2~8		MΩ
R <sub>CO</sub>	1	0.1~10		MΩ
R <sub>CO1</sub> 、R <sub>DO</sub>	2	0.1~10		kΩ
R <sub>sense</sub>	5	1~20		mΩ
C <sub>VCC1</sub> 、C <sub>VCC2</sub> 、C <sub>VCC21</sub> 、C <sub>VCC3</sub> 、C <sub>VCC31</sub>	10	10~100		μF
C1~C15	1.0	0.1~10	电容耐 压>100V	μF
C <sub>TOV1</sub> 、C <sub>TOVD1</sub> 、C <sub>TOV2</sub> 、C <sub>TOVD2</sub> 、 C <sub>TOV3</sub> 、C <sub>TOVD3</sub> 、C <sub>OC1</sub> 、C <sub>OC2</sub>	0.1	--		μF

特别注意: MOS 管、二极管的耐压值请务必大于应用时整个电池包总电压, 并留足余量!

## 测试电路

### 1. 正常功耗及休眠功耗

(1) 设定 V1~V15=3.5V, 观察电流表的读数, 流出 GND 的电流即正常功耗。

### 2. 过充电测试

#### 2.1 过充电保护及保护解除阈值

设定 V1~V15=3.5V, 确保 DO、CO 都为“H”。逐渐增大 V4, 维持时间不小于过充电保护延时, 当 CO 由“H”变“L”时的 V15 电压即为过充电保护阈值电压 (V<sub>DET1</sub>); 逐渐减小 V15, 维持时间不小于过充电保护解除延时, 当 CO 重新变为“H”时, V15 电压即为过充电保护解除阈值电压 (V<sub>REL1</sub>)。

#### 2.2 过充电保护及过充电回复延时

(1) 设定 V1~V15=3.5V, 确保 DO、CO 都为“H”。将 V15 骤升至 4.4V, 监控 CO 电压并维持一段时间, CO 由“H”变“L”的时间间隔即为过充电延时。

(2) 设定 V1~V14=3.5V, V15=4.4V, 确保 DO 为“H”, CO 为“L”。将 V15 骤降至 3.5V, 监控 CO 电压并维持一段时间, CO 由“L”变“H”的时间间隔即为过充电回复延时。

### 3. 过放电测试

#### 3.1 过放电保护及过放电保护解除阈值

设定 V1~V15=3.5V, 确保 DO、CO 都为“H”。逐渐减小 V15, 维持时间不小于过放电保护延时, 当 DO 由“H”变为“L”时的 V15 电压即为过放电保护阈值电压 (V<sub>DET2</sub>); 逐渐增大 V15, 维持时间不小于过放电保护解除



延时, 当 DO 重新变为“H”时, V15 电压即为过放电保护解除电压 (VREL2)。

#### 3.2 过放及过放回复延时

- (1) 设定 V1~V15=3.5V, 确保 DO、CO 都为“H”。将 V15 骤降至 2.0V, 监控 DO 电压并维持一段时间, DO 由“H”变为“L”的时间间隔即为过放电延时。
- (2) 设定 V1~V14=3.5V, V15=2.0V, 确保 DO 为“L”, CO 为“H”。将 V15 骤升至 3.5V, 监控 DO 电压并维持一段时间, DO 由“L”变为“H”的时间间隔即为过放电回复延时。

#### 4. 放电过电流及短路测试

##### 4.1 过电流及短路保护阈值

设定 V1~V15=3.5V, VIN=0, 确保 DO、CO 都为“H”。逐渐增大 VIN, 维持时间不小于过电流 1 保护延时, 当 DO 由“H”变为“L”时的 VIN 电压即为过电流 1 保护阈值 (VDET3)。过电流 2 阈值 (VDET4) 及短路阈值 (VSHORT) 的测试需同时根据设定的保护延时长短去判断。

##### 4.2 过电流及过电流回复延时

- (1) 设定 V1~V15=3.5V, VIN=0, 确保 DO、CO 都为“H”。将 VIN 骤然增大至 0.2V, 监控 DO 电压并维持一段时间, DO 由“H”变为“L”的时间间隔即为过电流 1 延时。
- (2) 设定 V1~V15=3.5V, VIN=0, 确保 DO、CO 都为“H”。逐步将 VIN 骤然增大, 即每次增大至的 VIN 电压值比前一次大, 同时监测 DO 由“H”变为“L”的延时, 监测到的第一个比过电流 1 短的延时对应的 VIN 的电压即为过电流 2 阈值, 这个延时即为过电流 2 延时。
- (3) 设定 V1~V15=3.5V, VIN=0, 确保 DO、CO 都为“H”。逐步将 VIN 骤然增大, 即每次增大至的 VIN 电压值比前一次大, 同时监测 DO 由“H”变为“L”的延时, 监测到的第一个比过电流 2 短的延时对应的 VIN 的电压即为短路阈值, 这个延时即为短路延时。
- (4) 设定 V1~V15=3.5V、VIN=0.2V, 确保 DO 为“L”, CO 为“H”。将 VIN 骤然降至 0V, 监控 DO 电压并维持一段时间, DO 由“L”变为“H”的时间间隔即为过电流 1 回复延时。同样的测试方法可以测出过电流 2 回复延时及短路回复延时。

#### 5. 充电过电流测试

##### 5.1 充电过电流保护阈值

设定 V1~V15=3.5V, VIN=0, 确保 DO、CO 都为“H”。逐渐减小 VIN, 维持时间不小于充电过电流保护延时, CO 由“H”变为“L”时 VIN 即为充电过电流保护阈值。

##### 5.2 充电过电流保护延时

设定 V1~V15=3.5V, VIN=0V, 确保 DO、CO 都为“H”。将 VIN 骤然减小至 -0.3V, 监控 CO 电压并维持一段时间, CO 由“H”变为“L”的时间间隔即为充电过电流保护延时。

#### 6. 输入/输出电阻测试

##### 6.1 CO、DO 输出电阻

- (1) CO、DO 为高电平时的输出电阻

设定 V1~V15=3.5V, VCO=12.0V, 开关 K 断开, 确保此时 CO 输出为“H”, 测量 CO 端的电压 VA; 闭合开关 K, V6 从 12V 开始降低, 监测电流表的读数为 IA, 当 IA=50uA 时测得 CO 端的电压 VB,

$$CO \text{ 输出电阻 } RCOH = (VA - VB) / 50 \text{ (M}\Omega\text{)}$$

同样的测试方法可用于测试 DO 输出电阻 RDOH, 只需将测试端子改为 DO 即可。

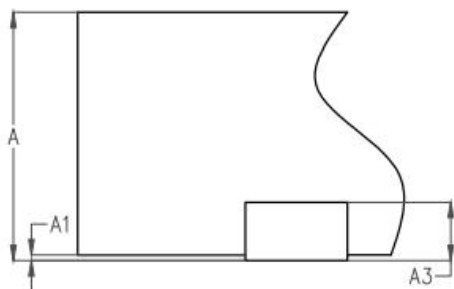
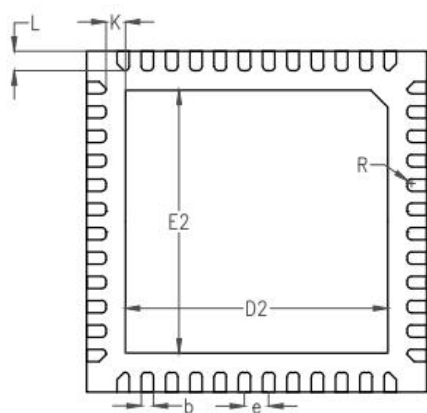
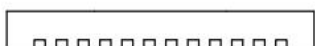
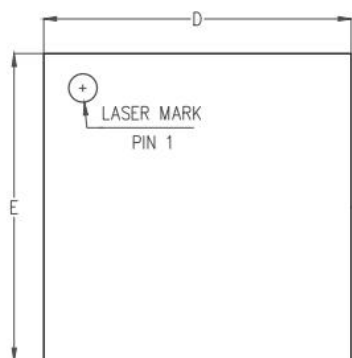
- (2) DO 为低电平时的输出电阻

设定 V1~V15=2.00V、VDO=0.00V, 开关 K 断开, 用电压表测试 DO 端电压, 确保此时 DO 输出为 0V。将开关 K 闭合, 调节 V8 从 0V 开始上升, 同时监测电流表的读数为 IA, 当 IA=-50uA 时测得 DO 电位为 VDO, 则 DO 输出电阻 RDOL=VDO/50 (MΩ)。



#### 封装信息

QFN-48L(7\*7\*0.85)



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	0.83	0.85	0.87
A1	0	0.02	0.05
A2	-		
A3	0.22REF		
b	0.23	0.25	0.27
D	6.80	7.00	7.20
D2	5.30	5.40	5.50
E	6.80	7.00	7.20
E2	5.30	5.40	5.50
e	0.48	0.50	0.52
K	0.40REF		
L	0.38	0.40	0.42
L1	-	-	-
R	0.09	-	-