



## 概述

FM1633 系列电路是一款高精度的单节内置 MOSFET 可充电锂电池的保护电路，它集高精度过电压充电保护、过电压放电保护、过电流放电保护等性能于一身。

正常状态下，FM1633 的 VDD 端电压在过电压充电保护阈值（VOC）和过电压放电保护阈值（VOD）之间，且其 VM 检测端电压在充电器检测电压（VCHG）与过电流放电保护阈值（VEDI）之间，此时 FM1633 使内置 N-MOS 管导通。这时，既可以使用充电器对电池充电，也可以通过负载使电池放电。

FM1633 通过检测 VDD 或 VM 端电压（相对于 GND 端）来进行过充/放电保护。当充/放电保护条件发生时，内置 N-MOS 由导通变为截止，从而充/放电过程停止。

FM1633 对每种保护状态都有相应的恢复条件，当恢复条件满足以后，内置 N-MOS 由截止变为导通，从而进入正常状态。

FM1633 对每种保护/恢复条件都设置了一定的延迟时间，只有在保护/恢复条件持续到相应的时间以后，才进行相应的保护/恢复。如果保护/恢复条件在相应的延迟时间以前消除，则不进入保护/恢复状态。

FM1633 工作时功耗非常低，采用非常小的 DFN-6L 的封装，使得该芯片非常适合应用于空间限制小的可充电电池组应用。

## 特性

- 单节锂离子或锂聚合物电池的理想保护电路
- 内置低导通内阻 N-MOSFET
- 高精度的过充电保护电压检测  $4.275V \pm 25mV$
- 高精度的过放保护电压检测  $2.425V \pm 75mV$
- 高精度过电流放电保护检测
- 电池短路保护
- 有 0V 充电
- 带有过充、过放自动恢复功能
- 超小型化的 DFN-6L (2\*2) 封装
- MOSFET:RSS(on)<26mΩ (VGS=3.8V,ID=1A)

## 产品应用

- 锂电池的充电、放电保护电路
- 电话机电池或其它锂电池高精度保护器

## 订购信息

型号	封装形式	管脚数目	打印标记
FM1633	DFN-6L (2*2)	6	FM1633

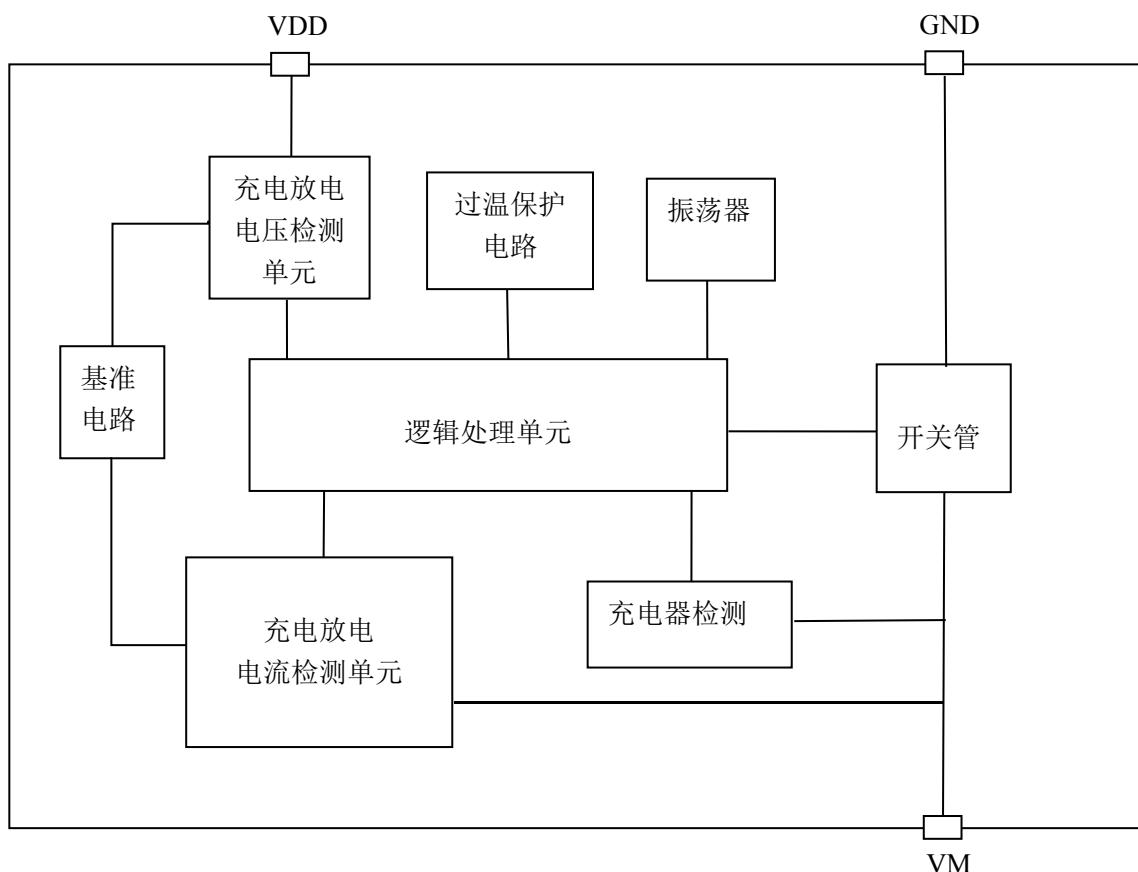


#### 引脚示意图及说明

引脚示意图		序号	引脚名称	说明
VDD	1	1	VDD	电源输入端, 与供电电源(电池)的正极连接。
GND	2	2、3	GND	与供电电源(电池)的负极相连。
GND	3	4、5、6	VM	与充电器或负载的负极连接。

DFN-6L (2\*2)

#### 功能框图





#### 极限参数

参数	符号	数值	单位
VDD 供电电源	VDD	-0.3~+10	V
VM 端允许输入电压.	VM	VDD-6~VDD+0.3	V
工作温度	T <sub>A</sub>	-40~+85	°C
结温		125	°C
贮存温度		-55~125	°C
功耗	PD (T <sub>A</sub> =25°C)	500	mW
封装热阻	θ <sub>JA</sub>	250	°C/W
焊接温度 (锡焊, 10 秒)		260	°C
防静电保护(人体模式)	ESD	4	kV

**注:** 超出所列的极限参数可能导致器件的永久性损坏。以上给出的仅仅是极限范围, 在这样的极限条件下工作, 器件的技术指标将得不到保证, 长期在这种条件下还会影响器件的可靠性。

**电气参数**(除非特别注明, 典型值的测试条件为: VDD = 3.6V, T<sub>A</sub> = 25°C。标注“■”的工作温度为: -40°C≤T<sub>A</sub>≤85°C)

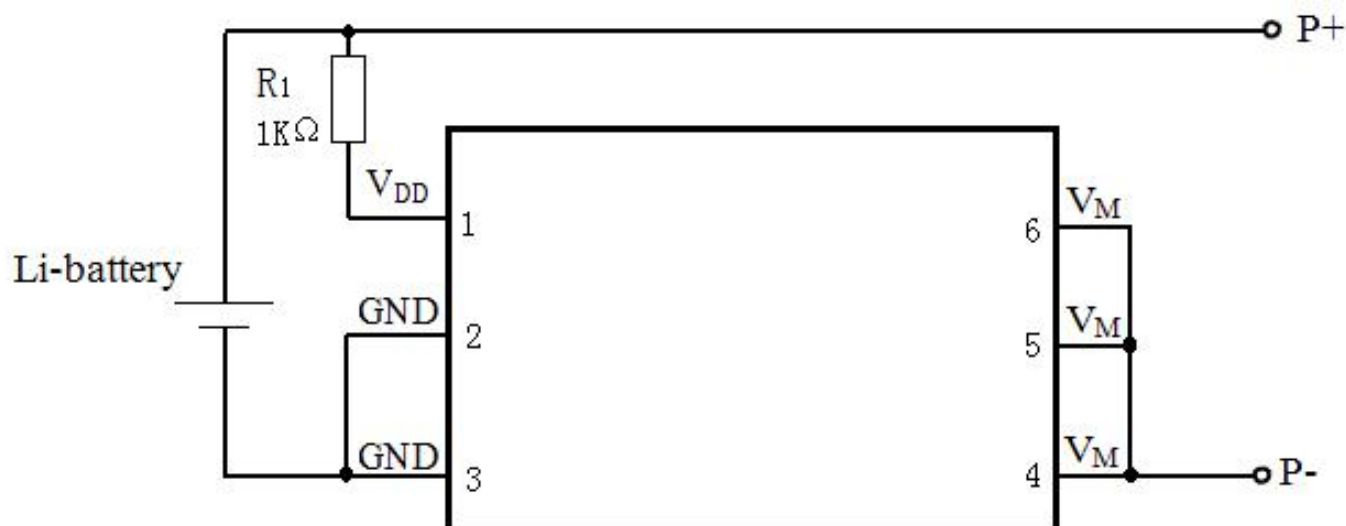
参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>工作电压</b>						
工作电压	V <sub>DD</sub>	--	1.5	--	10	V
<b>电流消耗</b>						
工作电流	I <sub>DD</sub>	VDD=3.7V	--	3.0	6.0	uA
<b>检测电压</b>						
过充电检测电压	V <sub>OCP</sub>	--	4.25	4.275	4.3	V
过充电释放电压	V <sub>OCR</sub>	--	4.025	4.075	4.125	V
过放电检测电压	V <sub>ODP</sub>	--	2.35	2.425	2.50	V
过放电释放电压	V <sub>ODR</sub>	--	2.775	2.825	2.875	V
过放电流检测电压	V <sub>OI</sub>	--	0.12	0.15	0.18	V
过充电流检测电压	V <sub>CI</sub>	--	-0.12	-0.15	-0.18	V
短路电流检测电压	V <sub>SHORT</sub>	VDD=3.6V	0.82	1.36	1.75	V
<b>迟延时间</b>						
过充电检测迟延时间	T <sub>OC</sub>	VDD=3.6V~4.4V	60	110	160	ms
过放电检测迟延时间	T <sub>OD</sub>	VDD=3.6V~2.0V	30	55	85	ms
过电流检测迟延时间	T <sub>OI</sub>	VDD=3.6V	4	7	11	ms
短路电流检测迟延时间	T <sub>SHORT</sub>	VDD=3.6V	200	400	600	us
<b>其他</b>						
MOS 管导通阻抗	R <sub>DS(on)</sub>	V <sub>GS</sub> = 3.7V, I <sub>D</sub> = 1.0A	--	20	26	mΩ



持续带载电流				6.2		A
过温保护				140		°C
过温保护恢复				110		°C
充电器电压 (0V 充电)	--	--	1.2	--	--	V

- 注: 1. 除非特别注明, 所有电压值均相对于 GND 而言  
2. 参见应用线路图

### 典型应用电路图





## 功能描述

FM1633 是一款高精度的锂电池保护电路。正常状态下, 如果对电池进行充电, 则 FM1633 可能会进入过电压充电保护状态; 同时, 满足一定条件后, 又会恢复到正常状态。如果对电池放电, 则可能会进入过电压放电保护状态或过电流放电保护状态; 同时, 满足一定条件后, 也会恢复到正常状态。

### 正常状态

在正常状态下, FM1633 由电池供电, 其 VDD 端电压在过电压充电保护阈值 VOC 和过电压放电保护阈值 VOD 之间, VM 端电压在充电器检测电压 (VCHG) 与过电流放电保护阈值 (VEDI) 之间, 内置 N-MOS 管导通。此时, 既可以使用充电器对电池充电, 也可以通过负载使电池放电。

### 过电压充电保护状态

#### ➤ 保护条件

正常状态下, 对电池进行充电, 如果使 VDD 端电压升高超过过电压充电保护阈值 VOC, 且持续时间超过过电压充电保护延迟时间 tOC, 则 FM1633 将使内置 N-MOS 管关闭, 充电回路被“切断”, 即 FM1633 进入过电压充电保护状态。

#### ➤ 恢复条件

有以下两种条件可以使 FM1633 从过电压充电保护状态恢复到正常状态:

1) 电池由于“自放电”使 VDD 端电压低于过电压充电恢复阈值  $V_{OCR}$ ;

2) 通过负载使电池放电 (注意, 此时虽然内置 N-MOS 管关闭, 但由于其体内二极管的存在, 使放电回路仍然存在), 当 VDD 端电压低于过电压充电保护阈值  $V_{OC}$ , 且 VM 端电压高于过电流放电保护阈值  $V_{EDI}$  (在内置 N-MOS 管导通以前, VM 端电压将比 GND 端高一个二极管的导通压降)。

FM1633 恢复到正常状态以后, 内置 N-MOS 管回到导通状态。

### 过电压放电保护/低功耗状态

#### ➤ 保护条件

正常状态下, 如果电池放电使 VDD 端电压降低至过电压放电保护阈值 VOD, 且持续时间超过过电压放电保护延迟时间 tOD, 则 FM1633 内置 N-MOS 管关闭, 放电回路被“切断”, 即 FM1633 进入过电压放电保护状态。同时, VM 端电压将通过内部电阻 RVMD 被上拉到 VDD。

#### ➤ 恢复条件

当充电器连接上, 并且 VM 电压低于充电器检测电压 VCHG 时, 电池电压升高到过电压放电保护阈值 VOD 以上时, FM1633 内置 N-MOS 管导通, 芯片进入正常模式。如果 VM 电压不低于充电器检测电压 VCHG, 那么电池电压升高到过电压放电恢复阈值 VODR 以上时, FM1633 内置 N-MOS 管导通, 芯片进入正常模式。

### 过电流放电/负载短路保护状态

#### ➤ 保护条件

正常状态下, 通过负载对电池放电, FM1633 电路的 VM 端电压将随放电电流的增加而升高。如果放电电流增加使 VM 端电压超过过电流放电保护阈值 VEDI, 且持续时间超过过电流放电保护延迟时间 tEDI, 则 FM1633 进入过电流放电保护状态; 如果放电电流进一步增加使 VM 端电压超过电池短路保护阈值 VSHORT, 且持续时间超过短路延迟时间 tshort, 则 FM1633 进入电池短路保护状态。



FM1633 处于过电流放电/负载电池短路保护状态时， 内置 N-MOS 管关闭，放电回路被“切断”；同时， VM 端将通过内部电阻 RVMS 连接到 GND，放电负载取消后， VM 端电平即变为 GND 端电平。

## ➤ 恢复条件

在过电流放电/电池短路保护状态下，当 VM 端电压由高降低至低于过电流放电保护阈值 VEDI，且持续时间超过过电流放电恢复延迟时间 tEDIR，则 FM1633 可恢复到正常状态。因此，在过电流放电/电池短路保护状态下，当所有的放电负载取消后，FM1633 即可“自恢复”。

FM1633 恢复到正常状态以后，内置 N-MOS 回到导通状态。

## 0V 电池充电

### ➤ 0V 电池充电允许

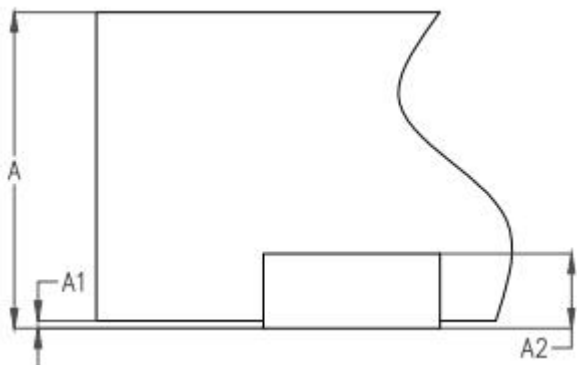
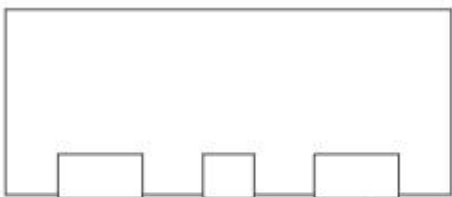
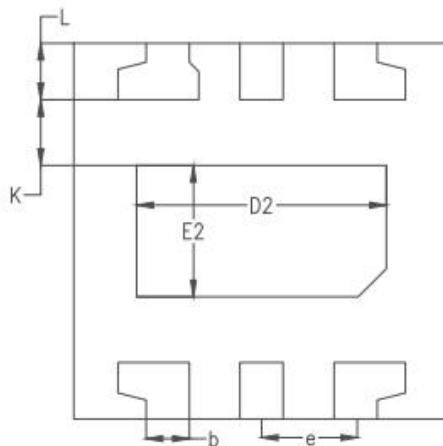
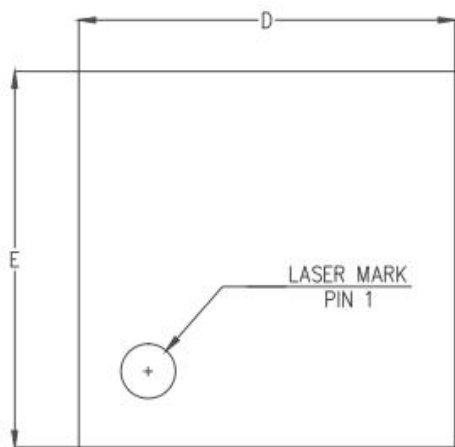
对于 0V 电池充电允许的电路，如果使用充电器对电池充电，使 FM1633 电路的 VDD 端相对 VM 端的电压大于 0V 充电允许阈值 V0V\_CHG 时，则通过内置 N-MOS 管的体内二极管可以形成一个充电回路，使电池电压升高；当电池电压升高至使 VDD 端电压超过过电压放电保护阈值 VOD 时，FM1633 将回到正常状态，同时内置 N-MOS 回到导通状态。

注：当电池第一次接上保护电路时，可能不会进入正常模式，此时无法放电。如果产生这种现象，使 VM 管脚电压等于 GND 电压（将 VM 与 GND 短接）或连接充电器，就可以进入正常模式。



#### 封装信息

➤ DFN-6L (2\*2)



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	0.45	0.50	0.55
A1	0	0.02	0.05
A2	0.127REF.		
b	0.18	0.23	0.28
D	1.95	2.00	2.05
D2	1.28	1.33	1.38
E	1.95	2.00	2.05
E2	0.65	0.70	0.75
e	0.45	0.50	0.55
K	0.35REF.		
L	0.25	0.30	0.35