

# FH8228G4

## 单串高精度二合一锂电池保护芯片

### 概述

FH8228G4 系列电路是一款高精度的单节可充电锂电池的过充电和过放电保护电路，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。同时鉴于DFN2\*2-6L的小新型封装，FH8228G4把低内阻的N MOS 也集封在一起。

正常状态下，FH8228G4 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 CS 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 FH8228G4 内部 OC 端和 OD 端都输出高电平，分别使内置充电控制 N MOS 管 Q1 和放电控制 N MOS 管 Q2 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。

FH8228G4 通过检测 VDD 或 CS 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，OC/OD 由高电平变为低电平，使 Q1/Q2 由导通变为截止，从而充/放电过程停止。

FH8228G4 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，OC/OD 由低电平变为高电平，使 Q1/Q2 由截止变为导通，从而进入正常状态。

FH8228G4 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。

#### 备注：

- 1、为方便功能描述，文中标注的OD和OC端全部为IC内部端口，未引出管脚。
- 2、文中描述的Q1和Q2也为IC内部mos管。

### 特点

- 集封了先进的低内阻 N-MOS。
- 单节锂离子或锂聚合物电池的理想保护电路
- 高精度的保护电压（过充/过放）检测
- 在过放电情况下，芯片进入低功耗模式
- 高精度过电流放电保护检测
- 电池短路保护
- 0V 电池充电允许
- 过放自恢复
- 极少的外围元器件
- 超小型化的 DFN2\*2-6L 封装
- 宽范围电源电压VDD :1.5V~10V
- 高耐压内置MOSFET：BV<sub>DSS</sub> (min) 16V

### 应用

- 锂电池的充电、放电保护电路
- 锂电池保护板，移动电源，蓝牙音箱
- 电话机电池或其它锂电池高精度保护器

### 管脚排列

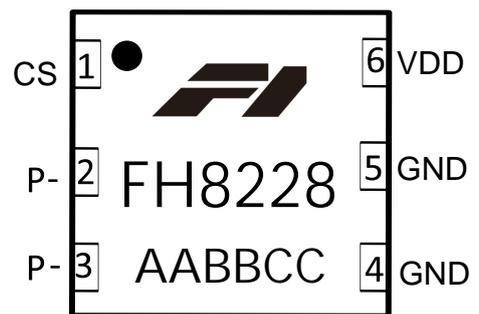


图 1 FH8228G4 管脚排列图  
(不成比例)

#### 丝印说明

- 1、：此图标为鑫飞宏Logo。
- 2、FH8228：产品FH8228G4型号缩写。
- 3、AA：公司内部代码。
- 4、BB：生产年代码。
- 5、CC：生产周代码。

引脚描述 表 2

引脚名称	引脚序号	I/O	引脚功能
CS	1	I	充/放电电流检测输入端； 该引脚通过一个限流电阻（一般为 1KΩ）与外部充电控制 N MOS 管的源极（S 极）相连，从而检测充/放电电流在两个 N MOS 管上形成的压降。
P-	2、3	POW	充电器负极；与被保护电路的负极相连。
GND	4、5	POW	电源接地端；与供电电源（电池）的负极相连。
VDD	6	POW	电源输入端；与供电电源（电池）的正极连接，该引脚需用一个 0.1 μF 的瓷片电容去藕。
MOS-D	IC 底部中间焊盘	O	内置 2 个 mos 管 D 极。

功能框架图

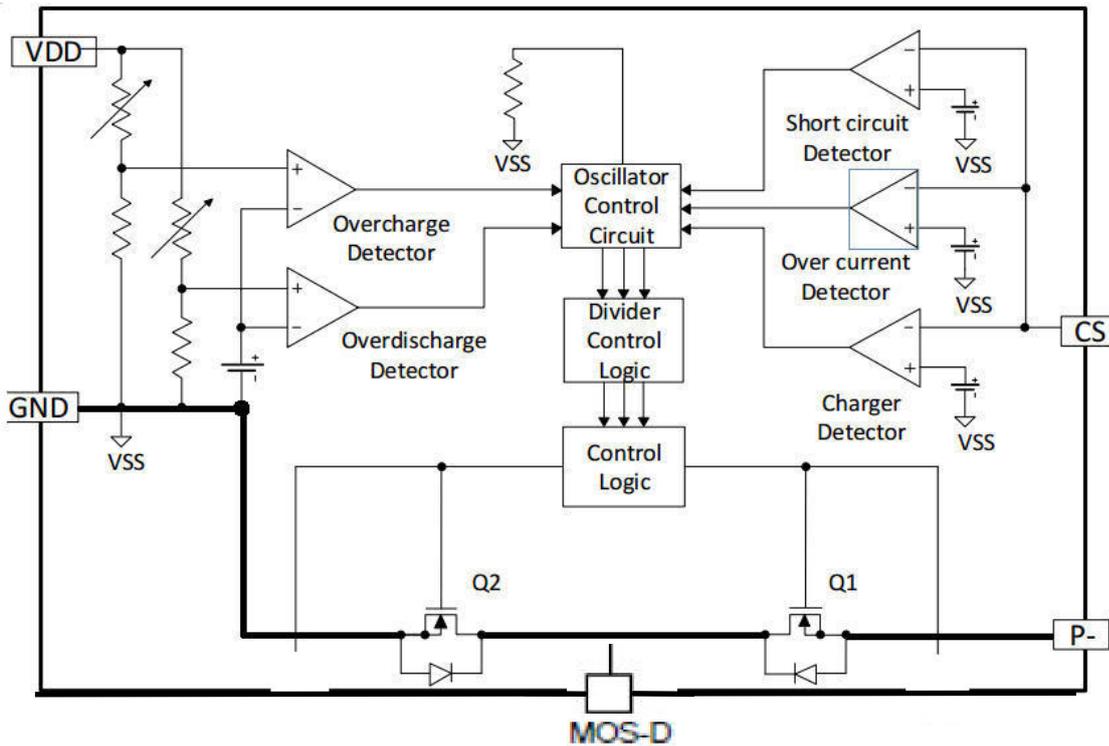


图 2

## 极限参数 表 3

供电电源 VDD	-0.3V~+10V	贮存温度	-45℃~150℃
CS、OC 端允许输入电压	VDD-15V~VDD+0.3V	功耗 PD	TA=25℃
OD 端允许输入电压	-0.3V~VDD+0.3V	DFN2*2-6 封装(热阻 $\theta_{JA}=115^{\circ}\text{C}/\text{W}$ )	1.5W
工作温度 TA	-40℃~+85℃	焊接温度(焊锡, 10 秒)	260℃
结温	150℃	ESD(人体模式-HBM)	2000V



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

表 4 除非特别注明, 典型的测试条件: VDD = 3.6V, TA = 25℃。标注“◆”的工作温度为: 40℃

参数名称	测试条件	符号	最小值	典型值	最大值	单位
供电电源		VDD	1.5	-	10	V
工作电流	VDD=3.6V	I <sub>DD</sub>	1.0	3.0	6.0	μA
低功耗模式静态电流	VDD=2.0V	I <sub>PDWN</sub>	-	0.5	1	μA
过充保护电压		V <sub>OC</sub>	4.25	4.30	4.35	V
过充恢复电压		V <sub>OCR</sub>	4.05	4.10	4.15	V
过放保护电压		V <sub>OD</sub>	2.725	2.80	2.875	V
过放恢复电压		V <sub>ODR</sub>	3.025	3.10	3.175	V
放电过流保护电压		V <sub>EDI</sub>	130	150	170	mV
短路保护电压	VDD=3.6V	V <sub>SHORT</sub>	0.82	1.35	1.75	V
过充保护延时		T <sub>OC</sub>	TOC-50%	110	TOC+50%	ms
过放保护延时	VDD=3.6V to 2.0V	T <sub>OD</sub>	TOD-50%	55	TOD+50%	ms
放电过流保护延时	VDD=3.6V	T <sub>EDI</sub>	TOI1-50%	7	TOI1+50%	ms
短路保护延时	VDD=3.6V	T <sub>SHORT</sub>	200	400	600	μs
充电器检测电压	VDD=3V	V <sub>CHG</sub>	-0.9	-0.5	-0.25	V
V <sub>M</sub> 至V <sub>DD</sub> 之间的上拉电阻	V <sub>DD</sub> =1.8V, V <sub>M</sub> =0V	R <sub>VMD</sub>	100	300	900	kΩ
V <sub>M</sub> 至V <sub>SS</sub> 之间的下拉电阻		R <sub>VMS</sub>	15	30	45	kΩ
C <sub>OUT</sub> 输出低电平下拉电阻				4		MΩ
0V 充电允许电压阈值	充电器电压	V <sub>0V_CHG</sub>	1.2			V
最大持续输出电流	VDD=4.0V	I <sub>CON</sub>	-	2.2	-	A
过流检测电流	VDD=3.6V	I <sub>OC</sub>	2.7	4.0	5.5	A
短路保护电流	VDD=4.0V	I <sub>SHORT</sub>	22	25	28	A
内部MOSFET耐压	V <sub>GS</sub> =0V I <sub>D</sub> 250μA	BV <sub>DSS</sub>	16	18	-	V
内部MOSFET内阻	VDD=3.6V@1A	R <sub>SS(ON)</sub>	34	40	46	mΩ



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

## 功能描述

FH8228G4 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 FH8228G4 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。图 3 示出了其典型应用线路图，图 4 是其状态转换图。下面就各状态进行详细描述。

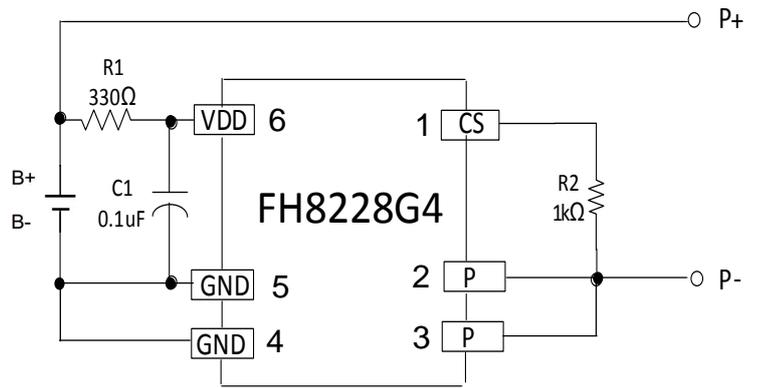


图3-1 FH8228G4 典型应用电路1

器件标识	典型值	参数范围	单位
R <sub>1</sub>	330	100 ~ 500	Ω
R <sub>2</sub>	1	0.5 ~ 1.3	kΩ
C <sub>1</sub>	0.1	0.1~2.2	μF

注意：R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> 不可省略

## 各状态之间的转换图

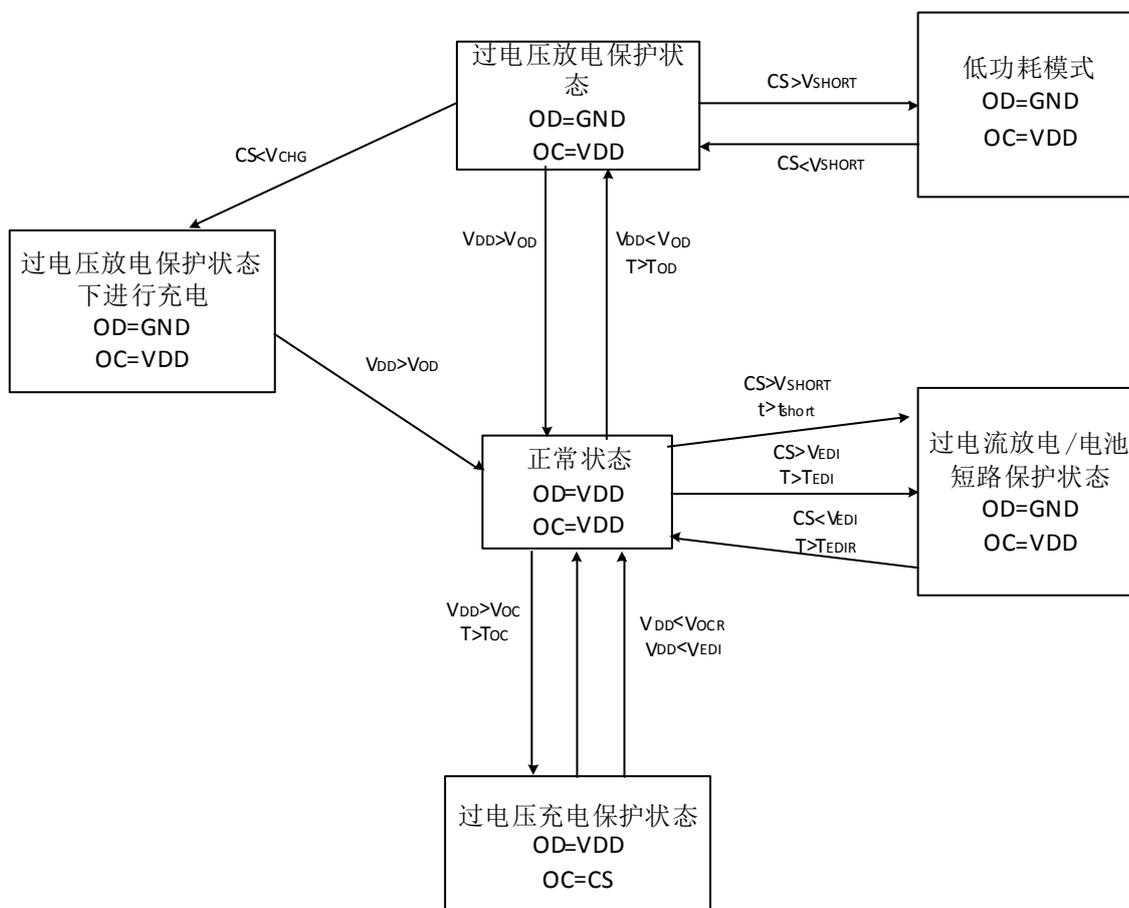


图 4 FH8228G4 各状态之间的转换

## FH8228G4 各状态描述

## 正常状态

在正常状态下，FH8228G4 由电池供电，其  $V_{DD}$  端电压在过电压充电保护阈值  $V_{OC}$  和过电压放电保护阈值  $V_{OD}$  之间， $CS$  端电压在充电器检测电压 ( $V_{CHG}$ ) 与过电流放电保护阈值 ( $V_{EDI}$ ) 之间， $OC$  端和  $OD$  端都输出高电平，内置充电控制 N MOS 管  $Q1$  和放电控制 N MOS 管  $Q2$  均导通。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FH8228G4将使充电控制端OC由高电平转为CS端电平(低电平),从而使内置充电控制N-MOS管Q1关闭,充电回路被“切断”,即FH8228G4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FH8228G4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VOCR;2) 通过负载使电池放电(注意,此时虽然Q1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VOC,且CS端电压高于过电压放电保护阈值VEDI(在Q1导通以前,CS端电压将比GND端高一个二极管的导通压降)。

FH8228G4恢复到正常状态以后,充电控制端OC将输出高电平,使内置充电控制N-MOS管Q1回到导通状态。

FH8228G4进入过电压充电保护装填后,如果外部一直有充电器致使VM电压小于充电器检测电压(VCHG),那么即使VDD降至VOCR以下,FH8228G4也不会恢复到正常状态。此时必须去掉充电器,FH8228G4才会回到正常状态。

## 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FH8228G4将使放电控制端OD由高电平转为GND端电平(低电平),从而使内置放电控制进入过电压放电保护状态。同时,CS端电压将通过内部电阻RVMD被上拉到VDD。

在过电压放电保护状态下,CS端(亦即VDD端)电压总是高于电池短路保护阈值VSHORT,满足此条件后,电路会进入“省电”的低功耗模式。此时,VDD端的电流将低于1 $\mu$ A。

### • 恢复条件

对于处在低功耗模式下电路,如果对电池进行充电(同样,由于Q2体内二极管的存在,此时的充电回路也是存在的),使FH8228G4电路的CS端电压低于电池短路保护阈值VSHORT,则它将恢复到过电压放电保护状态,此时,放电控制端OD仍为低电平,Q2还是关闭的。如果此时停止充电,由于CS端仍被RVMD上拉到VDD,大于电池短路保护阈值VSHORT,因此FH8228G4又将回到低功耗模式;只有继续对电池充电,当VDD端电压大于过电压放电保护阈值VOD时,FH8228G4才可从过电压放电保护状态恢复到正常状态。

如果不使用充电器,由于电池去掉负载后的“自升压”,可能会使VDD端电压超过过电压放电恢复阈值VODR,此时FH8228G4也将从过电压放电保护状态恢复到正常状态;

FH8228G4恢复到正常状态以后,放电控制端OD将输出高电平,使内置充电控制N-MOS管Q2回到导通状态。

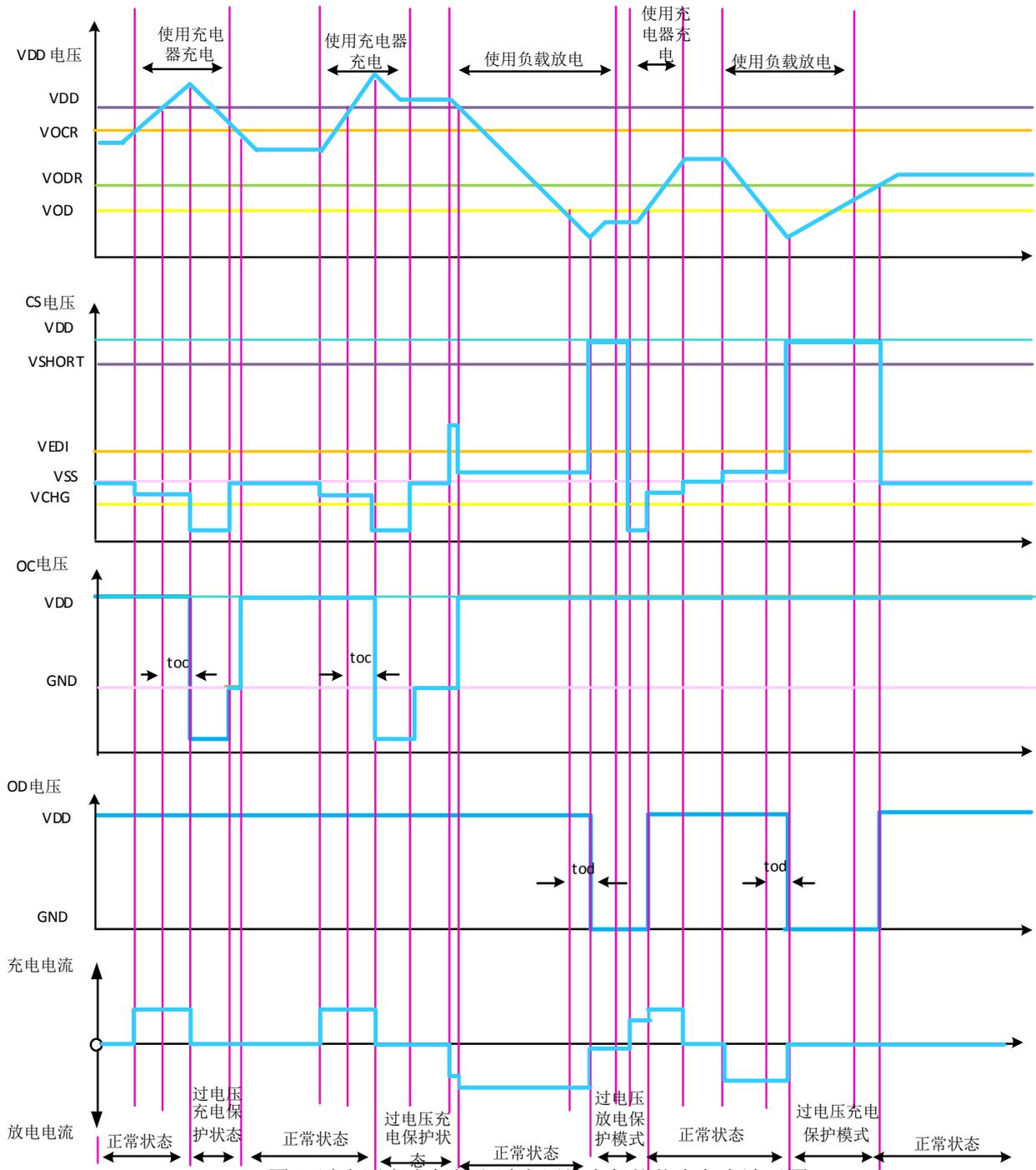


图 5 过电压充电保护和过电压放电保护状态各点波形图

## 过电流放电/电池短路保护状态

- 保护条件

正常状态下,通过负载对电池放电, FH8228G4 电路的 CS 端电压将随放电电流的增加而升高。如果放电电流增加使 CS 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 FH8228G4 进入过电流放电保护状态;如果放电电流进一步增加使 CS 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 FH8228G4 进入电池短路保护状态。

FH8228G4 处于过电流放电/电池短路保护状态时,OD 端将由高电平装维 GND 端电平,从而使内置放电控制 N-MOS 管 Q2 关闭,放电回路被“切断”;同时,CS 端将通过内部电阻 RVMS 连接到 GND,放电负载取消后,CS 端电平为 GND 端电平。

- 恢复条件

在过电流放电/电池短路保护状态下,当 CS 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 FH8228G4 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, FH8228G4 即可“自恢”。

FH8228G4 恢复到正常状态以后,放电控制端 OD 将输出高电平,使内置充电控制 N-MOS 管 Q2 回到导通状态。

## 充电器检测

FH8228G4 处于过电压放电保护状态下,如果外部接有充电器,致使 CS 端电压低于充电器检测电压 (VCHG),则只要 FH8228G4 的 VDD 电压大于 VOD, FH8228G4 即可恢复到正常状态;如果充电器电压不能使 CS 端电压低于 VCHG,则 VDD 电压必须大于 VODR, FH8228G4 才能恢复到正常状态。这就是通常所说的充电器检测功能。

## 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 FH8228G4 电路的 VDD 端相对 CS 端的电压大于 0V 充电允许阈值 V0V\_CHG 时,其充电控制端 OC 将被连接到 VDD 端。若该电压能够使内置充电控制 N-MOS 管 Q1 导通,则通过放电控制 N-MOS 管 Q2 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, FH8228G4 将回到正常状态,同时放电控制端 OD 输出高电平,使内置放电控制 N MOS 管处于导通状态。

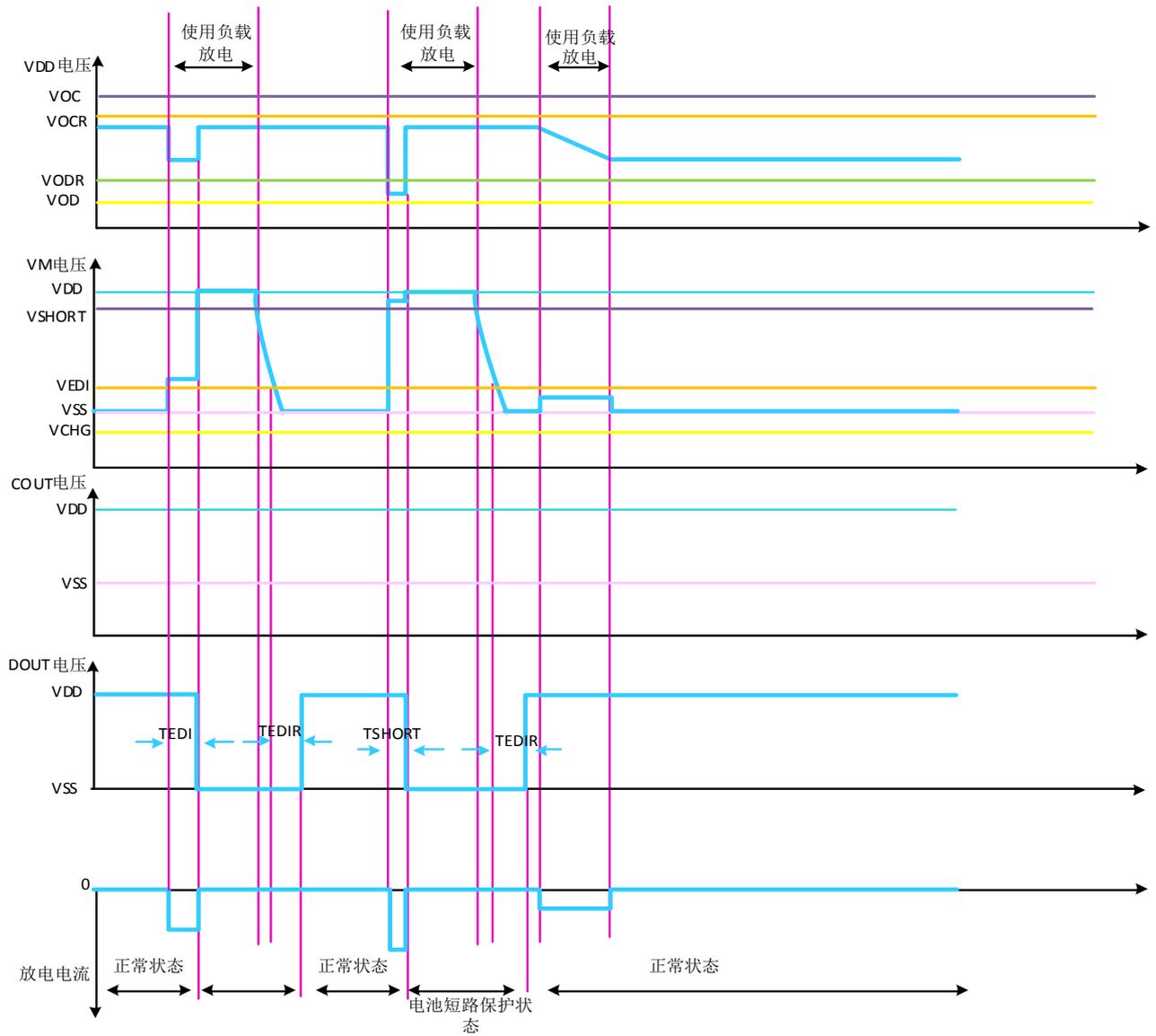


图 6 过电流放电、电池短路保护状态各点波形图

## 应用中的几个问题

### R1 和 R2 的确定

R1 的推荐使用  $330\ \Omega$  的电阻，R2 的推荐使用  $1\text{k}\Omega$  的电阻，要求 R1 的阻值小于 R2。

因为各种检测阈值是对于 FH8228G4 电路 VDD 端电压而言，而 VDD 端通过 R1 与电池连接，如果 R1 太大，将会导致各检测阈值与电池实际电压偏差增加；同时，如果充电器接反，可能会使 FH8228G4 电路的 VDD 端与 GND 端电压超过极限值，导致电路损坏，因此 R1 不宜太大，应控制在  $500\ \Omega$  以内。

R2 不宜太小，当充电器接反或充电器充电电压太高时，它可以作为限流电阻来保护 FH8228G4 电路；同时 R2 亦不能太大，否则当充电器充电电压太高时，充电电流将不能被有效“切断”，因此，R2 应控制在  $500\ \Omega$  至  $1.3\text{k}\Omega$  之间。

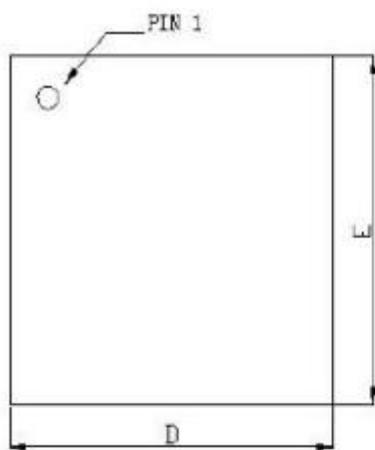
### C1 的确定

C1 与 R1 构成滤波网络，对 VDD 端电压进行去藕。C1 可选择  $0.1\ \mu\text{F}$  的陶瓷电容。

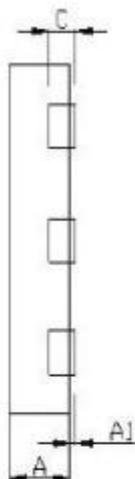
### PCB 布线注意事项

- 1、C1 对 IC 的 VDD 电压滤波，所以 PCB 布线时，C1 尽量靠近 IC 的 VDD 脚，以免降低其滤波效果。
- 2、充放电电流都经过 P- 和 GND 脚形成回路，在对 P- 和 GND 布线时，尽量加大其铜皮宽度，降低单位电流密度，能减少线路损耗及发热。

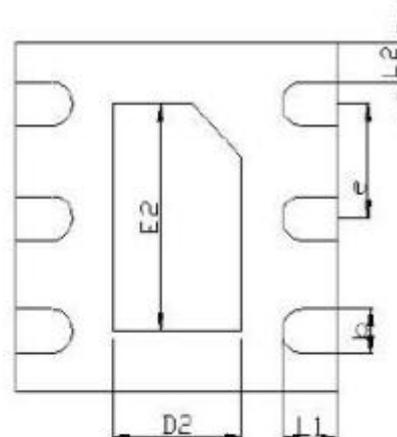
封装尺寸：DFN2\*2-6L



Top view



Side view



Bottom view

Symbol	Millimeters			Inches		
	Min	Nom	Max	Min	Nom	Max
A	0.70	0.75	0.80	0.028	0.030	0.031
A1	0.00	0.02	0.02	0.000	0.001	0.002
b	0.22	0.25	0.28	0.009	0.010	0.011
C	0.20			0.008		
D	1.90	2.00	2.10	0.076	0.080	0.084
D2	0.77	0.80	0.83	0.030	0.032	0.033
E	1.90	2.00	2.10	0.076	0.080	0.084
E2	1.27	1.30	1.33	0.050	0.052	0.053
e	0.650 BSC			0.026		
L1	0.30	0.35	0.40	0.012	0.014	0.016
L2	0.100	0.150	0.200	0.004	0.006	0.008