

高精度内置 MOSFET 锂电池保护电路

特点

- 单节锂离子或锂聚合物电池的理想保护电路
- 内置低导通电阻 N-MOSFET
- 高精度的保护电压（过充/过放）检测
- 高精度过电流放电保护检测
- 电池短路保护
- 可选择多种型号的检测电压和延迟时间
- 可选择不同型号 0V-电池充电允许/禁止
- 带有自动恢复功能的低功耗模式
- 内部集成 RC、内置 MOSFET
- 超小型化的 DFN6L 封装
- MOSFET: $R_{SS(on)} < 50m\Omega$ ($V_{GS}=3.7V$, $I_D=1A$)

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

概述

HM5452 系列电路是一款高精度的单节可充电锂电池的内置 MOSFET 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，HM5452 的 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，且其 V_M 检测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，此时 HM5452 分别使内置 N-MOS 管 M1 和放电控制 N-MOS 管 M2 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。

HM5452 通过检测 V_{DD} 或 V_M 端电压（相对于 V_{SS} 端）来进行过充/放电保护。当充/放电保护条件发生时，内置 M1/M2 由导通变为截止，从而充/放电过程停止。

HM5452 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 M1/M2 由截止变为导通，从而进入正常状态。

HM5452 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。

HM5452 是 DFN6L 封装，内部集成 RC、内置 MOSFET，特别适合在空间有限的电池电源系统中使用。

功能框图

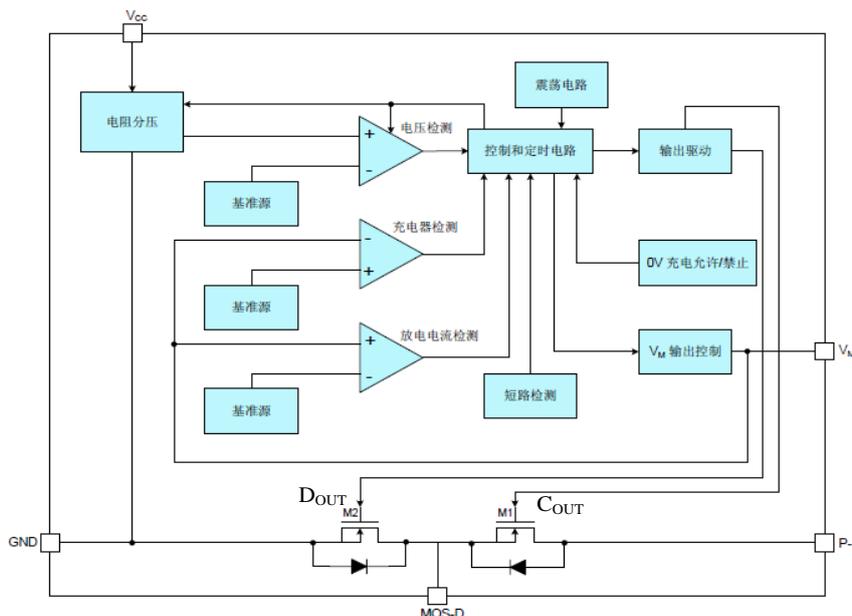


图-1 HM5452 功能框图

订购信息

[表-1] 产品名称

型号	封装形式	管脚数目	打印标记
HM5452	DFN6-L	6	1523

[表-2] 电压检测阈值及延迟时间

参数名称	HM5452	精度范围
过电压充电保护阈值 V_{OCTYP}	4.300V	$\pm 50\text{mV}$
过电压充电恢复阈值 V_{OCRTYP}	4.100V	$\pm 50\text{mV}$
过电压放电保护阈值 V_{ODTYP}	2.500V	$\pm 75\text{mV}$
过电压放电恢复阈值 V_{ODRTYP}	2.900V	$\pm 75\text{mV}$
过电流放电保护阈值 V_{EDITYP}	0.150V	$\pm 20\text{mV}$
过电流充电保护阈值 V_{ECITYP}	-0.150V	$\pm 20\text{mV}$
过电压充电保护延迟时间 t_{OCTYP}	80ms	$\pm 30\%$
过电压放电保护延迟时间 t_{ODTYP}	40ms	$\pm 30\%$
过电流放电保护延迟时间 t_{EDITYP}	7.0ms	$\pm 30\%$
过电流充电保护延迟时间 t_{ECITYP}	10ms	$\pm 30\%$
0V 充电功能	允许	
低功耗模式	允许	
自动恢复功能	允许	

管脚排列

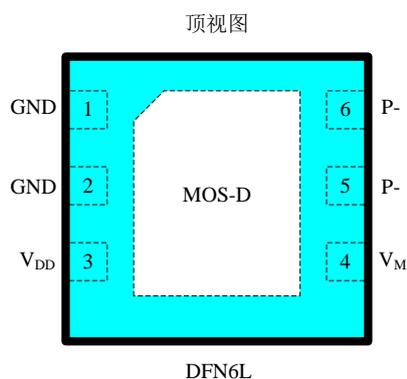


图-2 HM5452 管脚排列 (不成比例)

引脚描述

[表-3] 引脚描述

引脚名称	引脚序号	I/O	引脚功能
GND	1, 2	POW	电源接地端，与供电电源（电池）的负极相连。
V _{DD}	3	POW	电源输入端，与供电电源（电池）的正极连接。
V _M	4	I	充/放电电流检测输入端
P-	5, 6	I/O	与充电器或负载的负极连接。
MOS-D	Expose Pad	O	两个 MOSFET 的共漏连接端。

极限参数

供电电源 V _{DD}	-0.3V~+10V	贮存温度	-55°C~125°C
V _M 端允许输入电压	V _{DD} -35V~V _{DD} +0.3V	功耗 P _D (T _A =25°C)	
工作温度 T _A	-40°C~+85°C	DFN6L 封装 (热阻 θ _{JA} =80°C/W)	1.5W
漏-源极耐压	20V	焊接温度 (锡焊, 10 秒)	260°C
连续漏极电流 (T _A =25°C)	4.5A	ESD 保护 (人体模式)	2kV
脉冲漏极电流	25A		
结温	150°C		



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: $V_{DD} = 3.6V$, $T_A = 25^\circ C$ 。标注“◆”的工作温度为: $-40^\circ C \leq T_A \leq 85^\circ C$)

[表-4] 电气参数

参数名称	符号	测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
供电电源	V_{CC}		◆	1.5		10	V
过电压充电保护阈值 (由低到高)	V_{OC}			$V_{OCTYP}-0.050$	V_{OCTYP}	$V_{OCTYP}+0.050$	V
			◆	$V_{OCTYP}-0.080$	V_{OCTYP}	$V_{OCTYP}+0.080$	V
过电压充电恢复阈值 (由高到低)	V_{OCR}	$R1=100\Omega$ (note)		$V_{OCRTP}-0.050$	V_{OCRTP}	$V_{OCRTP}+0.050$	V
			◆	$V_{OCRTP}-0.080$	V_{OCRTP}	$V_{OCRTP}+0.080$	V
过电压充电保护延迟时间	t_{OC}	$V_{CC}=3.6V \rightarrow 4.4V$		$0.7 \times t_{OCTYP}$	t_{OCTYP}	$1.3 \times t_{OCTYP}$	ms
过电压放电保护阈值 (由高到低)	V_{OD}			$V_{ODTYP}-0.075$	V_{ODTYP}	$V_{ODTYP}+0.075$	V
			◆	$V_{ODTYP}-0.105$	V_{ODTYP}	$V_{ODTYP}+0.105$	V
过电压放电恢复阈值 (由低到高)	V_{ODR}			$V_{ODRTYP}-0.075$	V_{ODRTYP}	$V_{ODRTYP}+0.075$	V
			◆	$V_{ODRTYP}-0.105$	V_{ODRTYP}	$V_{ODRTYP}+0.105$	V
过电压放电保护延迟时间	t_{OD}	$V_{CC}=3.6V \rightarrow 2.4V$		$0.7 \times t_{ODTYP}$	t_{ODTYP}	$1.3 \times t_{ODTYP}$	ms
过电流放电保护阈值	V_{EDI}			$V_{EDITYP}-0.020$	V_{EDITYP}	$V_{EDITYP}+0.020$	V
过电流放电保护延迟时间	t_{EDI}			$0.7 \times t_{EDITYP}$	T_{EDITYP}	$1.3 \times t_{EDITYP}$	ms
过电流放电恢复延迟时间	t_{EDIR}			1.20	1.80	2.40	ms
电池短路保护阈值	V_{SHORT}	Voltage of V_M		0.7	1	1.3	V
电池短路保护延迟时间	t_{SHORT}			20	50	100	μs
过电流充电保护阈值	V_{ECI}			$V_{ECITYP}-0.020$	V_{ECITYP}	$V_{ECITYP}+0.020$	
充电器检测电压	$V_{CHG}=V_{ECI}$	$V_{CC}=3.0V$		$V_{ECITYP}-0.020$	V_{ECITYP}	$V_{ECITYP}-0.020$	V
V_M 至 V_{CC} 之间的上拉电阻	R_{VMD}	$V_{CC}=1.8V$, $V_M=0V$		100	300	900	k Ω
V_M 至 GND 之间的下拉电阻	R_{VMS}			15	30	45	k Ω
电源电流	I_{CC}	$V_{CC}=3.9V$			2.0	6.0	μA
低功耗模式静态电流	I_{PDWN}	$V_{CC}=2.0V$			0.7	1.0	μA
0V 充电允许电压阈值 (0V 充电允许型号)	V_{0V_CHG}	Charger Voltage		1.2			V
0V 充电禁止阈值 (0V 充电禁止型号)	V_{0V_INH}	Battery Voltage, $V_M=-2.0V$				1.2	V
N-MOSFET							
漏-源极击穿电压 (MOS-D 至 P- / MOS-D 至 GND)	BV_{DS}	$V_{GS}=0, I_D=250\mu A$		20			V
击穿电压温度系数	$\Delta BV_{DS} / \Delta T_j$	Reference to $25^\circ C, I_D=1mA$			0.1		V/ $^\circ C$
静态源-源极通态电阻 (P-至 GND)	$R_{SS(ON)}$	$V_{GS}=3.7V, I_O=1A$			38	50	m Ω
		$V_{GS}=2.7V, I_O=1A$			42	60	m Ω
漏-源极漏电流 (MOS-D 至 P- / MOS-D 至 GND)	I_{DS}	$V_{DS}=16V, V_{GS}=0V$ $T_j=25^\circ C$				1	μA
		$V_{DS}=16V, V_{GS}=0V$ $T_j=70^\circ C$				25	μA



注: 1. 除非特别注明, 所有电压值均相对于 V_{SS} 而言
2. 参见应用线路图-3。

功能描述

HM5452 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 HM5452 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。

正常状态

在正常状态下，HM5452 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， V_M 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， C_{OUT} 端和 D_{OUT} 端都输出高电平，外接充电控制 N-MOS 管 M1 和放电控制 N-MOS 管 M2 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 V_{DD} 端电压升高超过过电压充电保护阈值 V_{OC} ，且持续时间超过过电压充电保护延迟时间 t_{OC} ，则 HM5452 将使充电控制端 C_{OUT} 由高电平转为 V_M 端电平（低电平），从而使外接充电控制 N-MOS 管 M1 关闭，充电回路被“切断”，即 HM5452 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 HM5452 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 V_{DD} 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 M1 关闭，但由于其体内二极管的存在，使放电回路仍然存在），当 V_{DD} 端电压低于过电压充电保护阈值 V_{OC} ，且 V_M 端电压高于过电流放电保护阈值 V_{EDI} （在 M1 导通以前， V_M 端电压将比 V_{SS} 端高一个二极管的导通压降）。

HM5452 恢复到正常状态以后，充电控制端 C_{OUT} 将输出高电平，使外接充电控制 N-MOS 管 M1 回到导通状态。

HM5452 进入过电压充电保护状态后，如果外部一直接有充电器，致使 V_M 电压小于充电器检测电压 (V_{CHG})，那么即使当其 V_{DD} 降至 V_{OCR} 以下，HM5452 也不会恢复到正常状态。此时必须去掉充电器，HM5452 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 V_{DD} 端电压降低至过电压放电保护阈值 V_{OD} ，且持续时间超过过电压放电保护延迟时间 t_{OD} ，则 HM5452 将使放电控制端 D_{OUT} 由高电平转为 V_{SS} 端电平（低电平），从而使外接放电控制 N-MOS 管 M2 关闭，放电回路被“切断”，即 HM5452

进入过电压放电保护状态。同时， V_M 端电压将通过内部电阻 R_{VMD} 被上拉到 V_{DD} 。

在过电压放电保护状态下， V_M 端（亦即 V_{DD} 端）电压总是高于电池短路保护阈值 V_{SHORT} ，满足此条件后，电路会进入“省电”的低功耗模式。此时， V_{DD} 端的电流将低于 $0.7\mu A$ 。

• 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 M2 体内二极管的存在，此时的充电回路也是存在的），使 HM5452 电路的 V_M 端电压低于电池短路保护阈值 V_{SHORT} ，则它将恢复到过电压放电保护状态，此时，放电控制端 D_{OUT} 仍为低电平，M2 还是关闭的。如果此时停止充电，由于 V_M 端仍被 R_{VMD} 上拉到 V_{DD} ，大于电池短路保护阈值 V_{SHORT} ，因此 HM5452 又将回到低功耗模式；只有继续对电池充电，当 V_{DD} 端电压大于过电压放电保护阈值 V_{OD} 时，HM5452 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 V_{DD} 端电压超过过电压放电恢复阈值 V_{ODR} ，此时 HM5452 也将从过电压放电保护状态恢复到正常状态；

HM5452 恢复到正常状态以后，放电控制端 D_{OUT} 将输出高电平，使外接放电控制 N-MOS 管 M2 回到导通状态。

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，HM5452 电路的 V_M 端电压将随放电电流的增加而升高。如果放电电流增加使 V_M 端电压超过过电流放电保护阈值 V_{EDI} ，且持续时间超过过电流放电保护延迟时间 t_{EDI} ，则 HM5452 进入过电流放电保护状态；如果放电电流进一步增加使 V_M 端电压超过电池短路保护阈值 V_{SHORT} ，且持续时间超过短路延迟时间 t_{SHORT} ，则 HM5452 进入电池短路保护状态。

HM5452 处于过电流放电/电池短路保护状态时， D_{OUT} 端将由高电平转为 V_{SS} 端电平，从而使外接放电控制 N-MOS 管 M2 关闭，放电回路被“切断”；同时， V_M 端将通过内部电阻 R_{VMS} 连接到 V_{SS} ，放电负载取消后， V_M 端电平即变为 V_{SS} 端电平。

• 恢复条件

在过电流放电/电池短路保护状态下，当 V_M 端电压由高降低至低于过电流放电保护阈值 V_{EDI} ，且持续时间超过过电流放电恢复延迟时间 t_{EDIR} ，则 HM5452 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，HM5452 即可“自恢复”。

HM5452 恢复到正常状态以后，放电控制端 D_{OUT} 将输出高电平，使外接放电控制 N-MOS 管 M2 回到导通状态。

充电器检测

HM5452 处于过电压放电保护状态下，如果外部接有充电器，致使 V_M 端电压低于充电器检测电压 (V_{CHG})，则只要 HM5452 的 V_{DD} 电压大于 V_{OD} ，HM5452 即可恢复到正常状态；如果充电器电压不能使 V_M 端电压低于 V_{CHG} ，则 V_{DD} 电压必须大于 V_{ODR} ，HM5452 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 HM5452 电路的 V_{DD} 端相对 V_M 端的电压

大于 0V 充电允许阈值 V_{0V_CHG} 时，其充电控制端 C_{OUT} 将被连接到 V_{DD} 端。若该电压能够使外接充电控制 N-MOS 管 M1 导通，则通过放电控制 N-MOS 管 M2 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 V_{DD} 端电压超过过电压放电保护阈值 V_{OD} 时，HM5452 将回到正常状态，同时放电控制端 D_{OUT} 输出高电平，使外接放电控制 N-MOS 管处于导通状态。

• 0V 电池充电禁止

对于 0V 电池充电禁止的电路，如果电池电压低至使 HM5452 电路的 V_{DD} 端电压小于 0V 充电禁止阈值 V_{NOCHG} ，则其充电控制端 C_{OUT} 将被短接到 V_M 端，使外接充电控制 N-MOS 管始终处于关闭状态。

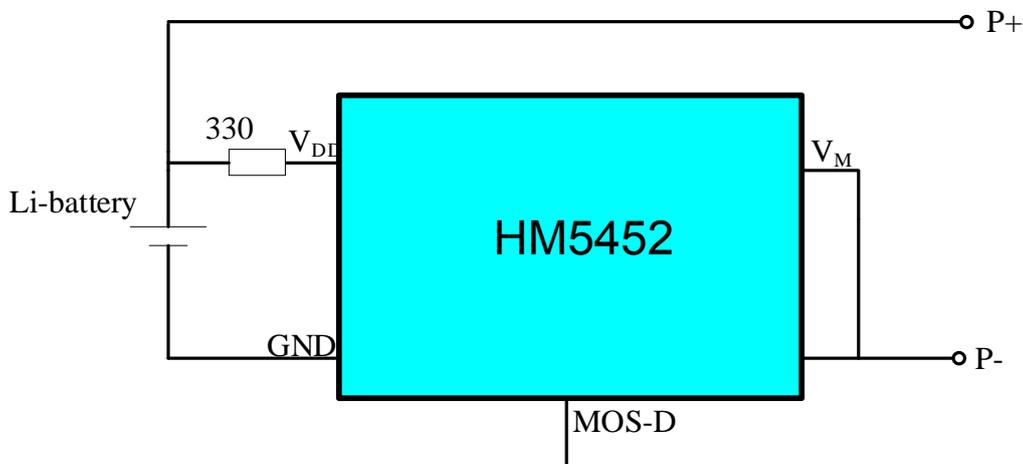


图-3.1 HM5452 典型应用电路图

各状态之间的转换图

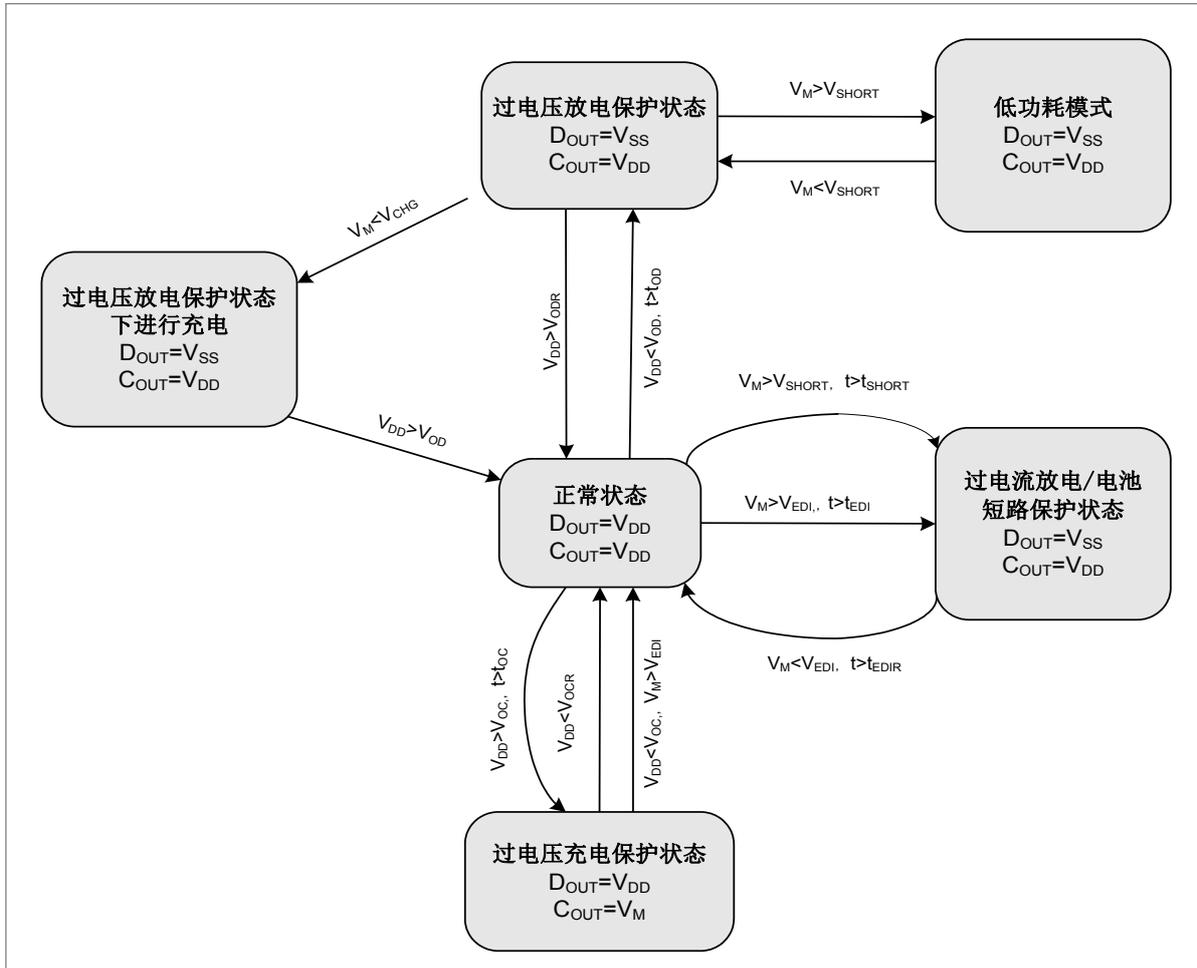


图-4 HM5452 各状态之间的转换图

状态转换波形图

过电压充电保护和过电压放电保护状态

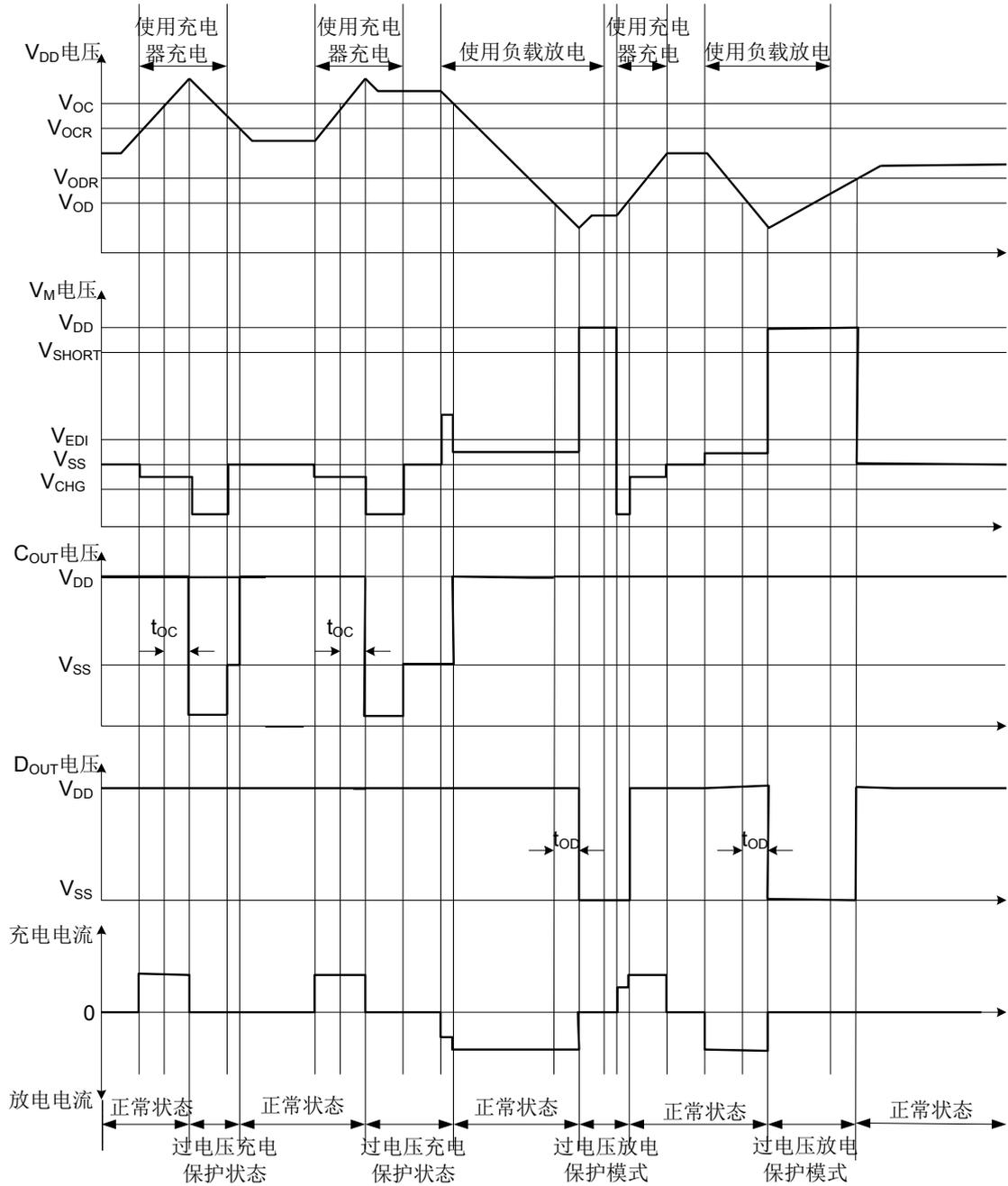


图-5 过电压充电和过电压放电保护状态各点波形图

过电流放电/电池短路保护状态

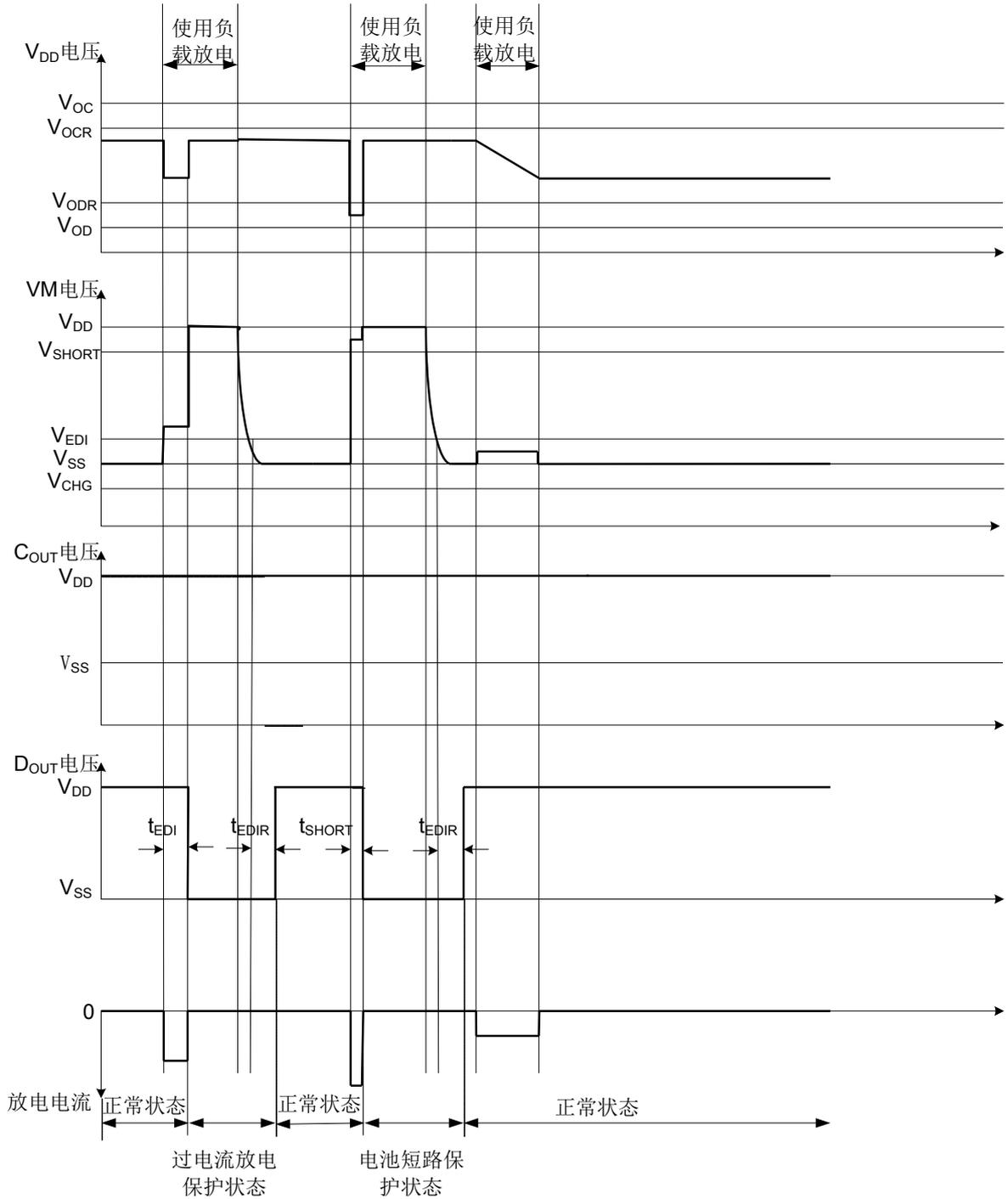


图-6 过电流放电/电池短路保护状态各点波形图

封装尺寸

DFNWB2×3-6L-C(P0.50T0.75) PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS

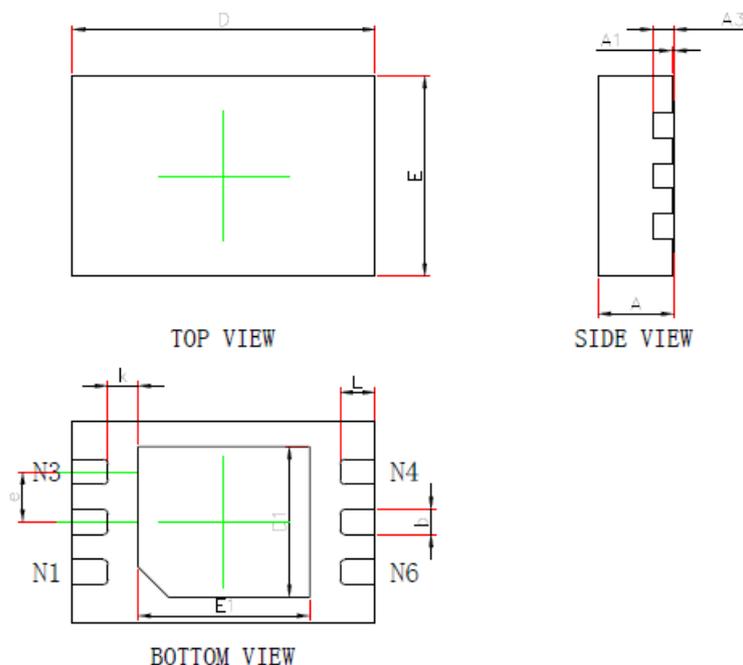


图-7 DFN6L 封装外形尺寸图

[表-5] 图-7 的尺寸

Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
A	0.700	0.800	0.028	0.031
A1	0.000	0.050	0.000	0.002
A3	0.203REF.		0.008REF.	
D	2.950	3.050	0.116	0.120
E	1.950	2.050	0.077	0.081
D1	1.400	1.600	0.055	0.063
E1	1.600	1.800	0.063	0.071
b	0.200	0.300	0.008	0.012
e	0.500TYP.		0.020TYP.	
k	0.200MIN.		0.008MIN.	
L	0.300	0.400	0.012	0.016

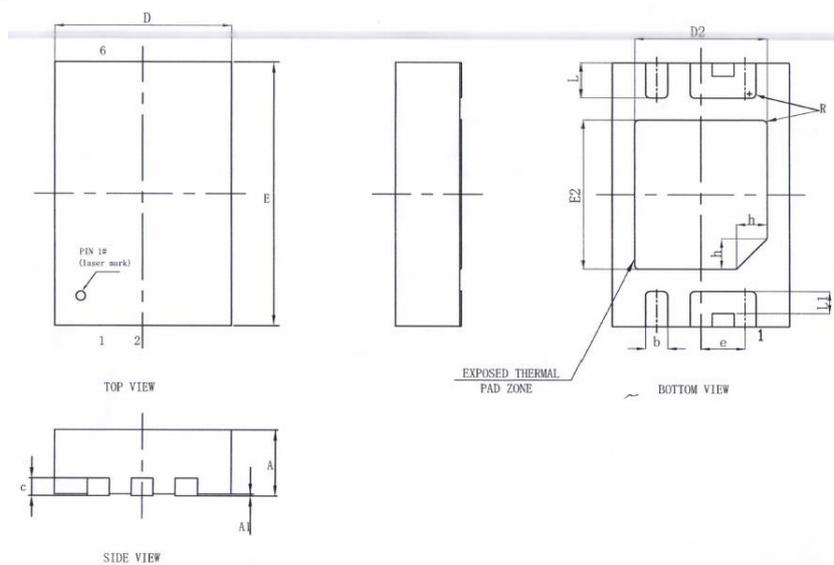


图-8 DFN6L 封装外形尺寸图

[表-6] 图-8 的尺寸

SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	0.70	0.75	0.80
A1	0.00	0.02	0.05
b	0.20	0.25	0.30
c	0.18	0.20	0.25
D	1.95	2.00	2.05
D2	1.45	1.50	1.55
e	0.50BSC		
E	2.95	3.00	3.05
E2	1.65	1.70	1.75
L	0.35	0.40	0.45
L1	0.20	0.25	0.30
h	0.30	0.35	0.40
R	0.05REF		
载体尺寸 (mil)	67X75		