

内部集成 RC、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
- 高精度的过电压充电保护电压检测 $4.400V \pm 25mV$
- 高精度的过放保护电压检测
- 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 (无需任何外围器件)
- 小型化的 SOT23-6 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
- 其它锂电池高精度保护器

概述

HM5462MR 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，HM5462MR 的 V_{CC} 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阈值 (V_{CHG}) 和过电流放电保护阈值 (V_{EDI}) 之间，此时分别使内置充电控制 N-MOSFET 管 M1 和放电控制 N-MOSFET 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。

HM5462MR 通过检测 V_{CC} 或 V_M 端电压来进行过充/放电保护。当充/放电保护条件发生时，内置 MOSFET M1/M2 由导通变为截止，从而充/放电过程停止。

HM5462MR 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 MOSFET M1/M2 由截止变为导通，从而进入正常状态。

HM5462MR 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。

HM5462MR 内部集成了所有的阻容 (RC) 器件，以及充放电控制 MOSFET 的内置，使其外部无需任何器件。HM5462MR 采用小型的 SOT23-6 封装。这些特性使得 HM5462MR 非常适合在空间有限的电池电源系统中使用。

应用电路图

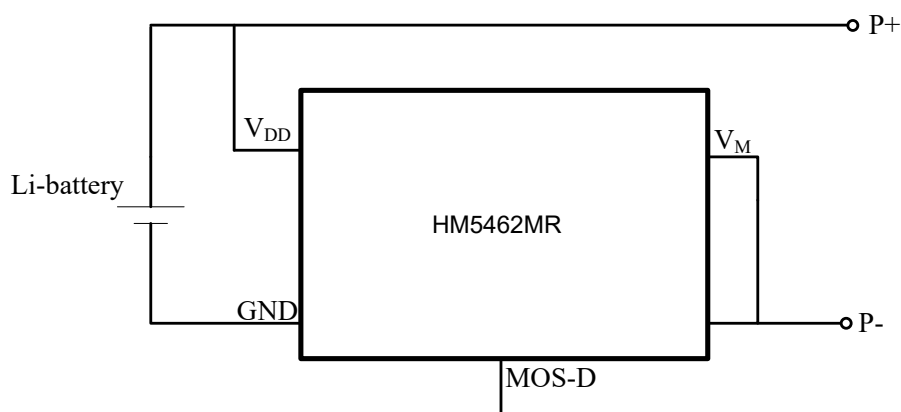


图-1 PT11GTÜ 典型应用电路图

订购信息

[表-1] 产品名称

型号	封装形式	管脚数目	打印标记
HM5462MR	SOT23-6	6	1621

[表-2] 电压检测阈值及延迟时间

参数名称	PT11GTÜ	精度范围
过电压充电保护阈值 V_{OCTYP}	4.400V	$\pm 25mV$
过电压充电恢复阈值 V_{OCRTYP}	4.200V	$\pm 50mV$
过电压放电保护阈值 V_{ODTYP}	2.500V	$\pm 50mV$
过电压放电恢复阈值 V_{ODRTYP}	2.900V	$\pm 50mV$
过电流放电保护阈值 V_{EDITYP}	0.150V	$\pm 20mV$
过电压充电保护延迟时间 t_{OCTYP}	110ms	$\pm 30\%$
过电压放电保护延迟时间 t_{ODTYP}	55ms	$\pm 30\%$
过电流放电保护延迟时间 t_{EDITYP}	7.0ms	$\pm 30\%$
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

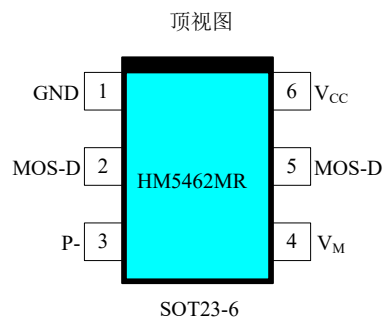


图-2 PT11GTÜ 管脚排列 (不成比例)

引脚描述

[表-3] SOT23-6 封装引脚描述

引脚名称	引脚序号	I/O	引脚功能
GND	1	GND	内部放电 MOSFET 的 Source 端，与电池的负极连接。
P-	3	I/O	内部充电 MOSFET 的 Source 端，与充电器或负载的负极连接。
V _M	4	I	放电电流和充电器检测输入端，与内部充电控制 N-MOS 管 M1 的源极 (V _M 极) 相连。
V _{CC}	6	POW	电源输入端，与供电电源 (电池) 的正极相连。
MOS-D	2, 5	--	MOSFET 共漏连接端。

极限参数

供电电源 V _{CC}	-0.3V~+10V	结温.....	150℃
V _M 端允许输入电压.....	V _{CC} -20V~V _{CC} +0.3V	贮存温度.....	-55℃~125℃
工作温度 T _A	-40℃~+85℃	功耗 P _D (T _A =25℃)	
漏源极耐压.....	20V	SOT23-6 封装 (热阻 θ _{JA} =200℃/W).....	625mW
连续漏极电流 (T _A =25℃).....	4.5A	焊接温度 (锡焊, 10 秒).....	260℃
脉冲漏极电流.....	25A	ESD 保护 (人体模式).....	2kV



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: $V_{CC} = 3.6V$, $T_A = 25^\circ C$ 。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}			$V_{OC\text{TYP}}-0.025$	$V_{OC\text{TYP}}$	$V_{OC\text{TYP}}+0.025$	V
			◆	$V_{OC\text{TYP}}-0.080$	$V_{OC\text{TYP}}$	$V_{OC\text{TYP}}+0.080$	V
过电压充电恢复阈值 (由高到低)	V_{OCR}			$V_{OCR\text{TYP}}-0.050$	$V_{OCR\text{TYP}}$	$V_{OCR\text{TYP}}+0.050$	V
			◆	$V_{OCR\text{TYP}}-0.080$	$V_{OCR\text{TYP}}$	$V_{OCR\text{TYP}}+0.080$	V
过电压充电保护延迟时间	t_{OC}	$V_{CC}=3.6V \rightarrow 4.4V$		$0.7 \times t_{OC\text{TYP}}$	$t_{OC\text{TYP}}$	$1.3 \times t_{OC\text{TYP}}$	ms
过电压放电保护阈值 (由高到低)	V_{OD}			$V_{OD\text{TYP}}-0.050$	$V_{OD\text{TYP}}$	$V_{OD\text{TYP}}+0.050$	V
			◆	$V_{OD\text{TYP}}-0.105$	$V_{OD\text{TYP}}$	$V_{OD\text{TYP}}+0.105$	V
过电压放电恢复阈值 (由低到高)	V_{ODR}			$V_{ODR\text{TYP}}-0.050$	$V_{ODR\text{TYP}}$	$V_{ODR\text{TYP}}+0.050$	V
			◆	$V_{ODR\text{TYP}}-0.105$	$V_{ODR\text{TYP}}$	$V_{ODR\text{TYP}}+0.105$	V
过电压放电保护延迟时间	t_{OD}	$V_{CC}=3.6V \rightarrow 2.4V$		$0.7 \times t_{OD\text{TYP}}$	$t_{OD\text{TYP}}$	$1.3 \times t_{OD\text{TYP}}$	ms
过电流放电保护阈值	V_{EDI}			$V_{EDI\text{TYP}}-0.020$	$V_{EDI\text{TYP}}$	$V_{EDI\text{TYP}}+0.020$	V
过电流放电保护延迟时间	t_{EDI}			$0.7 \times t_{EDI\text{TYP}}$	$t_{EDI\text{TYP}}$	$1.3 \times t_{EDI\text{TYP}}$	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}			0.82	1.25	1.75	V
电池短路保护延迟时间	t_{SHORT}			200	300	450	μs
充电器检测电压	V_{CHG}	$V_{CC}=3.0V$		-0.27	-0.5	-0.86	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	BV_{DS}	$V_{GS}=0$, $I_D=250\mu A$		19.5			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 (GND 至 V_M)	$R_{SS(ON)}$	$V_{GS}=3.7V$, $I_O=1A$			45	50	m Ω
		$V_{GS}=2.7V$, $I_O=1A$			55	60	m Ω
漏-源极漏电流	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

功能框图

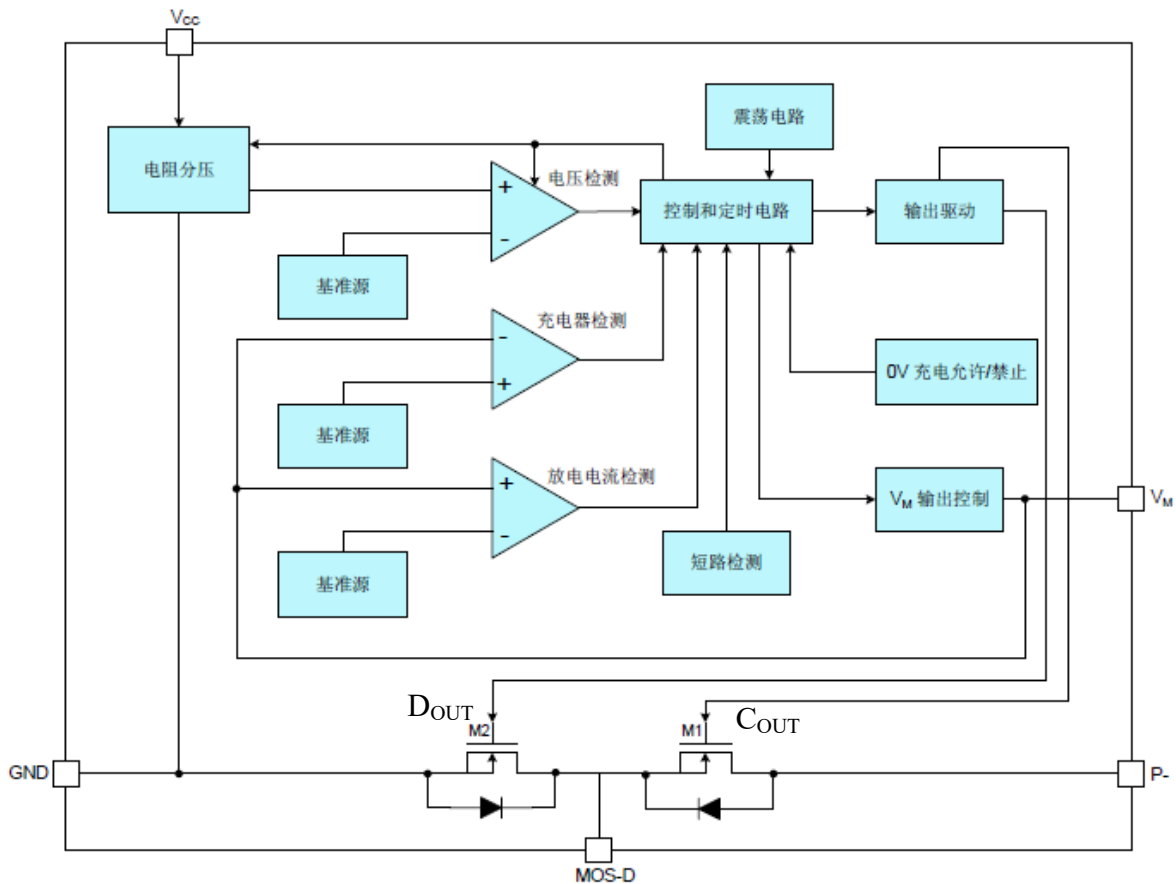


图-3 HM5462MR 功能框图

功能描述

HM5462MR是一款高精度的内置 MOSFET 锂电池保护电路。正常状态下，如果对电池进行充电，则HM5462MR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 1 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，HM5462MR由电池供电，其 V_{CC} 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} 和过电流放电保护阈值 V_{EDI} 之间，充电控制 N-MOSFET 管 M1 和放电控制 N-MOSFET 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_{CC} 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} ，则内置充电控制 N-MOSFET 管 M1 断开，充电回路被“切断”，即HM5462MR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HM5462MR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_{CC} 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 断开，但由于其体内二极管的存在，使放电回路仍然存在），当 V_{CC} 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 GND 端高一个二极管的导通压降）。

HM5462MR 恢复到正常状态以后，外接充电控制 N-MOSFET 管 M1 回到导通状态。

HM5462MR 进入过电压充电保护状态以后，如果外部仍接有充电器，致使 V_M 端电压低于充电器检测电压阈值

(V_{CHG})，则即使电池电压降低至过电压充电恢复阈值 (V_{OCR}) 以下，PT111GTÜ也不会从过电压充电保护状态恢复到正常状态。此时，只有去掉充电器，PT111GTÜ才可能恢复到正常状态。

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_{CC} 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} ，内置放电控制 N-MOSFET 管 M2 断开，放电回路被“切断”，即 PT111GTÜ 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_{CC} 。

在过电压放电保护状态下， V_M 端（通过 R_{VMD} 上拉至 V_{CC} 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_{CC} 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 PT111GTÜ 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 M2 还是断开的。如果此时停止充电，由于 V_M 端仍被 R_{VMD} 上拉到 V_{CC} ，大于电池短路保护阈值 V_{SHORT} ，因此 PT111GTÜ 又将回到低功耗模式；只有继续对电池充电，当 V_{CC} 端电压大于过电压放电保护阈值 V_{OD} 时，PT111GTÜ 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_{CC} 端电压超过过电压放电恢复阈值 V_{ODR} ，此时 PT111GTÜ 也将从过电压放电保护状态恢复到正常状态；

PT111GTÜ 恢复到正常状态以后，内置放电控制 N-MOSFET 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，PT111GTÜ 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 PT111GTÜ 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 PT111GTÜ 进入电池短路保护状态。

PT111GTÜ 处于过电流放电/电池短路保护状态时，内置放电控制 N-MOSFET 管 M2 断开，放电回路被“切断”；同时， V_M 端将通过内部电阻 R_{VMS} 连接到 GND，放电负载取消后， V_M 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 P-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 PT111GTÜ 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，PT111GTÜ 即可“自恢复”。

PT111GTÜ 恢复到正常状态以后，内置放电控制 N-MOSFET 管 M2 回到导通状态。

充电器检测功能

PT111GTÜ 处于过电压放电保护状态下，如果外部接有充电器，致使 P-端电压低于充电器检测电压 (V_{CHG})，则只要 PT111GTÜ 的 V_{CC} 电压大于 V_{OD} ，PT111GTÜ 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_{CC} 电压必须大于 V_{ODR} ，PT111GTÜ 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 PT111GTÜ 电路的 V_{CC} 端相对 V_M 端的电压大于 0V 充电允许阈值 V_{ST} 时，其充电控制端 N-MOSFET 管 M1 将被连接到 V_{CC} 端。若该电压能够使内置充电控制 N-MOSFET 管 M1 导通，则通过放电控制 N-MOSFET 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_{CC} 端电压超过过电压放电保护阈值 V_{OD} 时，PT111GTÜ 将回到正常状态，内置放电控制 N-MOSFET 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 PT111GTÜ 电路的 V_{CC} 端电压小于 0V 充电禁止阈值 V_{NOCHG} ，则其充电控制端 N-MOSFET 管 M1 将被短接到 V_M 端，使外接充电控制 N-MOSFET 管始终处于断开状态。

各状态之间的转换图*

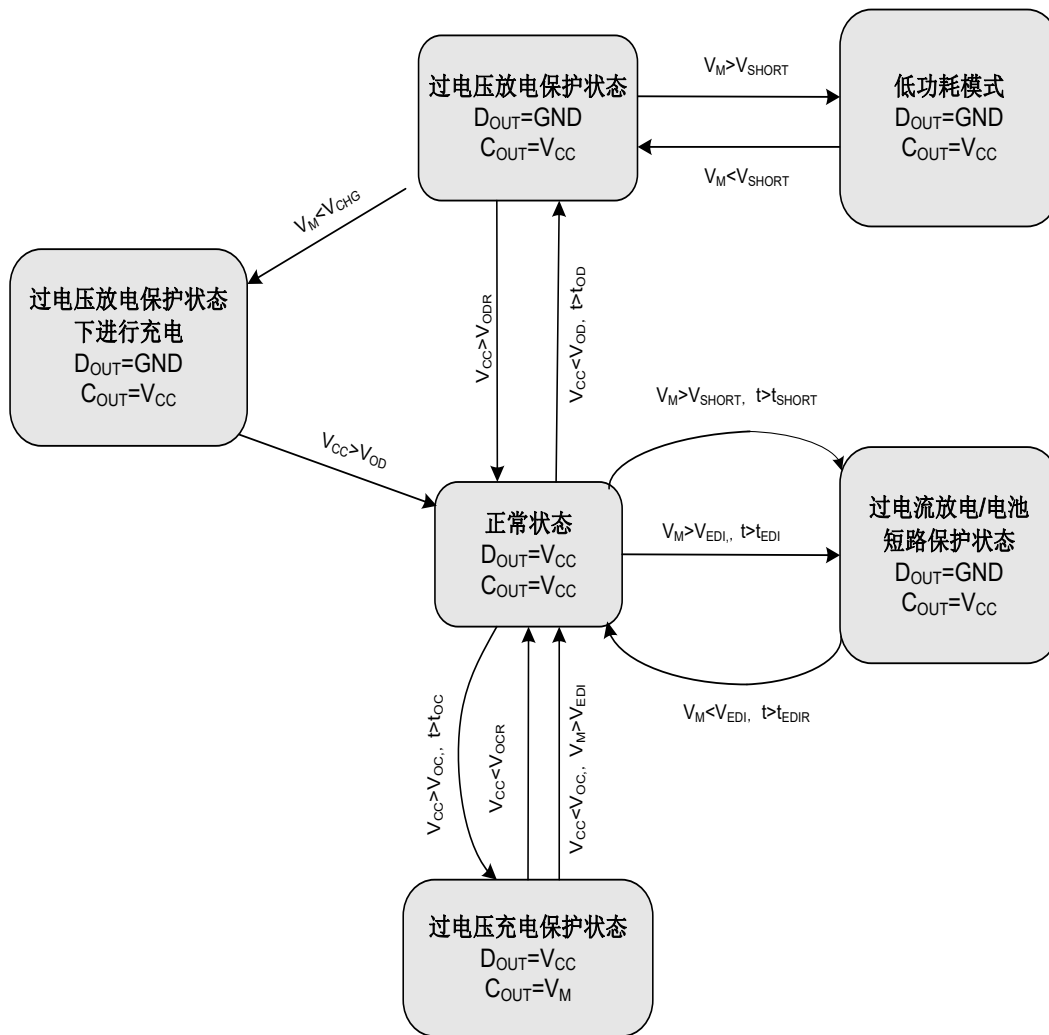


图4 PT111GTU 各状态之间的转换图



注：图中 C_{OUT} 、 D_{OUT} 信号为PT111GTU电路内部MOSFET的控制信号，可参考“图3- PT111GTU功能框”。

下文中 C_{OUT} 、 D_{OUT} 表示相同的意义。

状态转换波形图

过电压充电保护和过电压放电保护状态

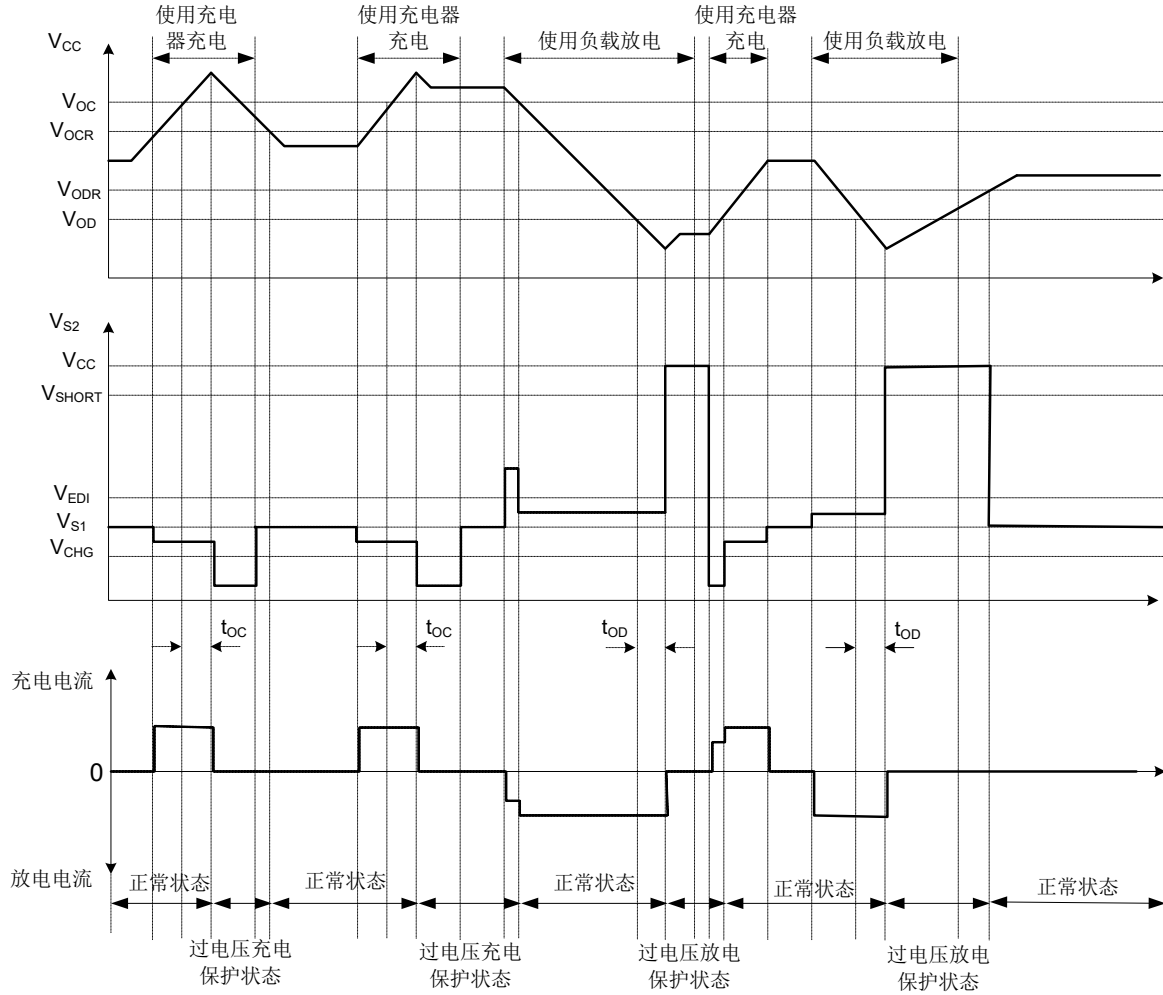


图-5 过电压充电和过电压放电保护状态各点波形图

过电流放电/电池短路保护状态

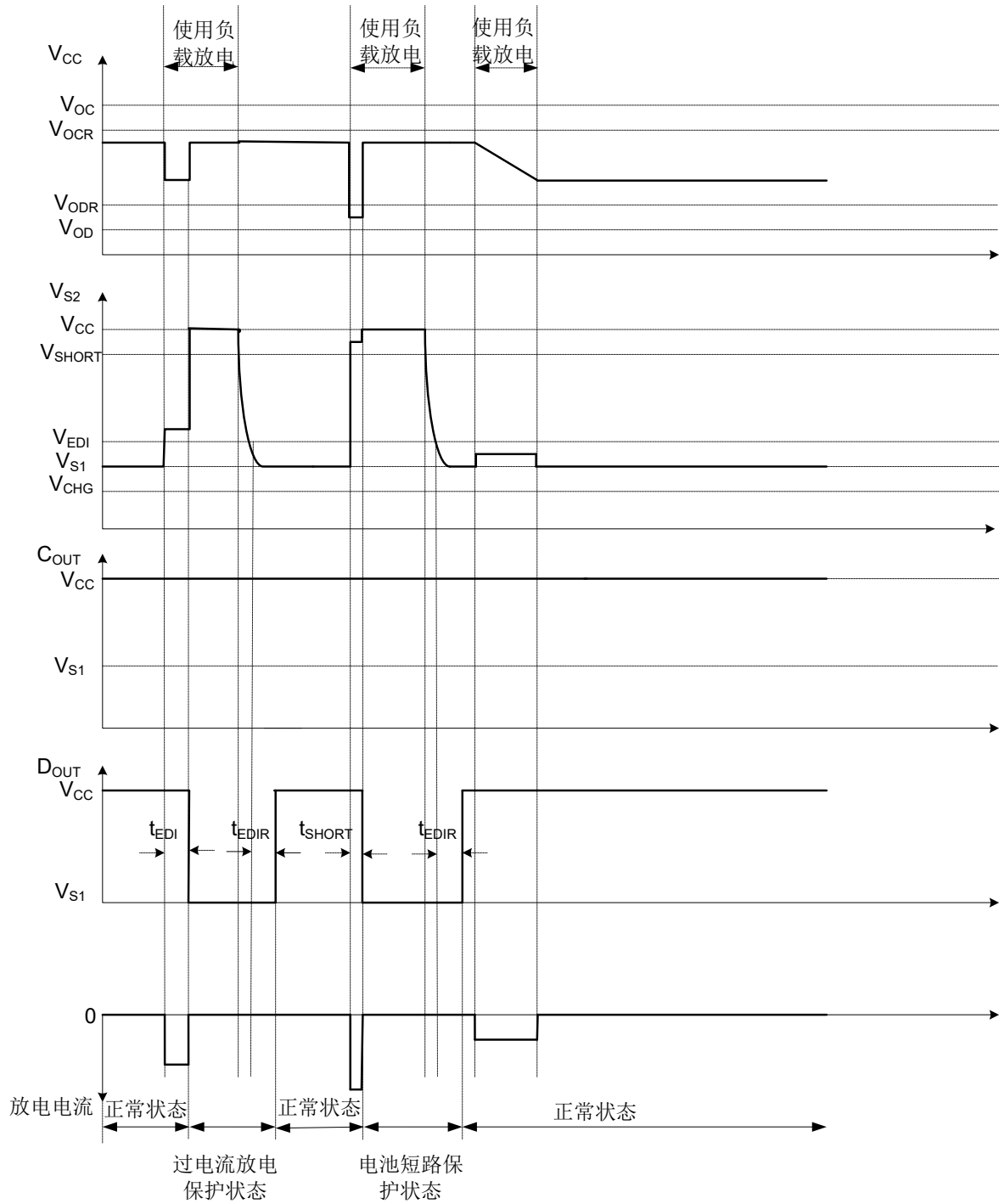
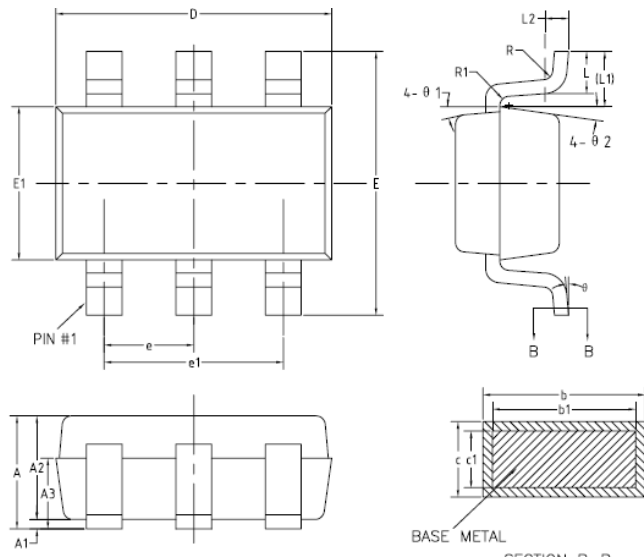


图-6 过电流放电/电池短路保护状态及过电流充电保护状态各点波形图

封装尺寸

COMMON DIMENSIONS
 (UNITS OF MEASURE=MILLIMETER)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX
A	—	—	1.45
A1	0	—	0.15
A2	0.90	1.15	1.30
A3	0.60	0.65	0.70
b	0.39	—	0.49
b1	0.35	0.40	0.45
c	0.08	—	0.22
c1	0.08	0.13	0.20
D	2.80	2.90	3.00
E	2.60	2.80	3.00
E1	1.50	1.60	1.70
e	0.85	0.95	1.05
e1	1.80	1.90	2.00
L	0.35	0.45	0.60
L1		0.60REF	
L2		0.25BSC	
R	0.10	—	—
R1	0.10	—	0.25
θ	0°	—	8°
θ 1	7°	9°	11°
θ 2	8°	10°	12°



NOTES:
 ALL DIMENSIONS REFER TO JEDEC STANDARD MO-178 C
 DO NOT INCLUDE MOLD FLASH OR PROTRUSIONS.

图-7 SOT23-6 封装外形尺寸图