

高精度内部集成 MOSFET、RC 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
- 内部集成低导通电阻 N-MOSFET
- 内部集成 RC，无需任何外围器件
- 高精度的保护电压（过充/过放）检测
- 高精度过电流（过充/过放）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
- 超小型化的 SOT23-3封装
- MOSFET导通阻抗: $R_{ON} < 55m\Omega$ ($V_{DD}=3.6V$, $I=1A$)
- 芯片过热保护功能
- 不支持充电反接保护

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

应用电路图

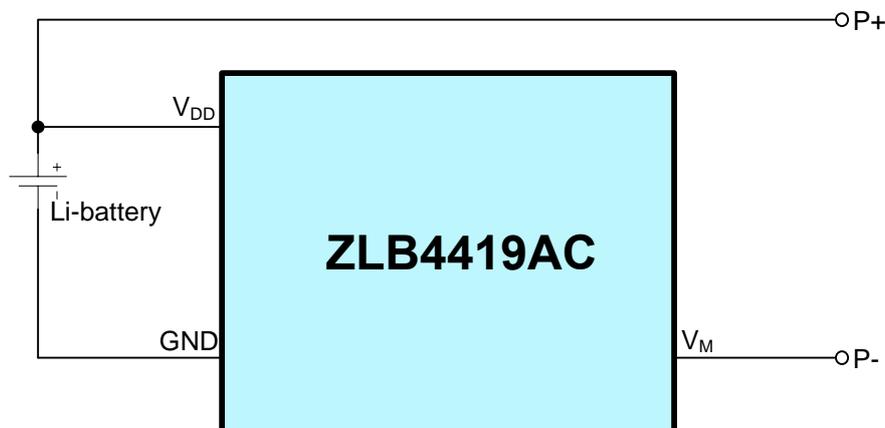


图-1 ZLB4419AC 典型应用电路图

概述

ZLB4419AC电路是一款高精度内部集成 MOSFET 和RC的单节可充电锂电池保护电路，它集高精度过电压充电保护、过电流充电保护、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，ZLB4419AC 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 检测端电压低于过电流放电保护阈值 (V_{EDI})，且芯片温度低于过热保护阈值 (T_{OTP})，此时内部集成 N-MOSFET 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。

ZLB4419AC 通过检测 V_{DD} 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，内部集成 MOSFET 导通变为截止，从而充/放电过程停止。

ZLB4419AC 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，内部集成 MOSFET 由截止变为导通，从而进入正常状态。

ZLB4419AC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。

ZLB4419AC具有小型的SOT23-3封装，内部集成 NMOSFET 和阻容 (RC)，从而使外围无需任何器件，这些特性使得ZLB4419AC非常适合在空间有限的电池电源系统中使用。

[表-2] 电压检测阈值及延迟时间

参数名称	ZLB4419AC	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	$\pm 100\text{mV}$
过电压放电恢复阈值 V_{ODRTYP}	3.000V	$\pm 100\text{mV}$
过电流放电保护电压阈值 V_{EDITYP}	150mV	$\pm 20\text{mV}$
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}	5.0ms	$\pm 30\%$
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

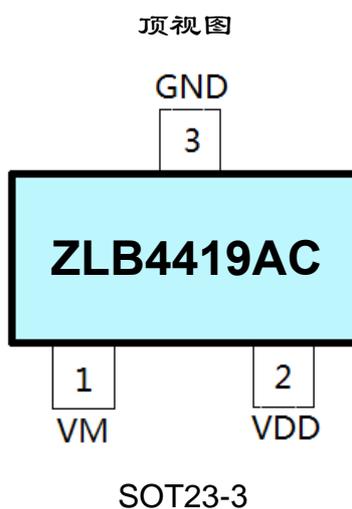


图-2 ZLB4419AC 管脚排列 (不成比例)

引脚描述

[表-3] SOT23-3 封装引脚描述

引脚名称	引脚序号	I/O	引脚功能
V _M	1	I/O	充/放电电流检测输入端，与充电器或负载的负极连接。
V _{DD}	2	POW	电源输入端，与供电电源（电池）的正极相连。
GND	3	POW	电源接地端，与供电电源（电池）的负极连接。

极限参数

供电电源 V _{DD}	-0.3V~+10V	贮存温度	-55℃~125℃
V _M 端允许输入电压	V _{CC} -35V~V _{CC} +0.3V	功耗 P _D (T _A =25℃)	
工作温度 T _A	-40℃~+85℃	SOT23-3 封装 (热阻 θ _{JA} =200℃/W)	525mW
连续导通电流 (T _A =25℃)	3A	焊接温度 (锡焊, 10 秒).....	260℃
脉冲导通电流	20A	ESD 保护 (人体模式)	2kV
结温	150℃		



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_{DD}		◆	1.5		10	V
过电压充电保护阈值 (由低到高)	V_{OC}			$V_{OCTYP}-0.025$	V_{OCTYP}	$V_{OCTYP}+0.025$	V
			◆	$V_{OCTYP}-0.050$	V_{OCTYP}	$V_{OCTYP}+0.050$	V
过电压充电恢复阈值 (由高到低)	V_{OCR}			$V_{OCRTP}-0.050$	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}	$V_{CC}=3.6V \rightarrow 2.0V$		$0.7 \times t_{ODTYP}$	t_{ODTYP}	$1.3 \times t_{ODTYP}$	ms
过电流放电保护电压阈值	V_{EDI}	V_M 至 GND 电压		$V_{EDITYP}-0.020$	V_{EDITYP}	$V_{EDITYP}+0.020$	V
过电流放电保护电流阈值	I_{EDI}	$V_{DD}=3.6V$		2.0	3.0	4.0	A
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
电池短路保护电流阈值	I_{SHORT}			10	20	25	A
电池短路保护延迟时间	t_{SHORT}				7.0	14	μs
内部 MOSFET 导通阻抗	R_{ON}	$V_{DD}=3.6V$, $I=1.0A$			55		m Ω
充电器检测电压	V_{CHG}	$V_{DD}=3.6V$		-0.15	-0.10	-0.05	V
负载检测电压	V_{LOAD}	$V_{DD}=3.6V$		0.05	0.10	0.15	V
V_M 至 V_{CC} 之间的上拉电阻	R_{VMD}	$V_{DD}=1.8V$, $V_M=0V$		100	300	900	k Ω
V_M 至 GND 之间的下拉电阻	R_{VMS}			10	20	30	k Ω
电源电流	I_{DD}	$V_{CC}=3.9V$			2.5	6.0	μA
低功耗模式静态电流	I_{PDWN}	$V_{CC}=2.0V$			0.7	1.0	μA
过热保护温度阈值	T_{OTP}				120		$^\circ C$
过热保护迟滞阈值	T_{HYS}				20		$^\circ C$
0V 充电允许电压阈值 (0V 充电允许型号)	V_{OV_CHG}	Charger Voltage		1.2			V
0V 充电禁止阈值 (0V 充电禁止型号)	V_{OV_INH}	Battery Voltage, $V_M=-2.0V$				1.2	V

功能框图

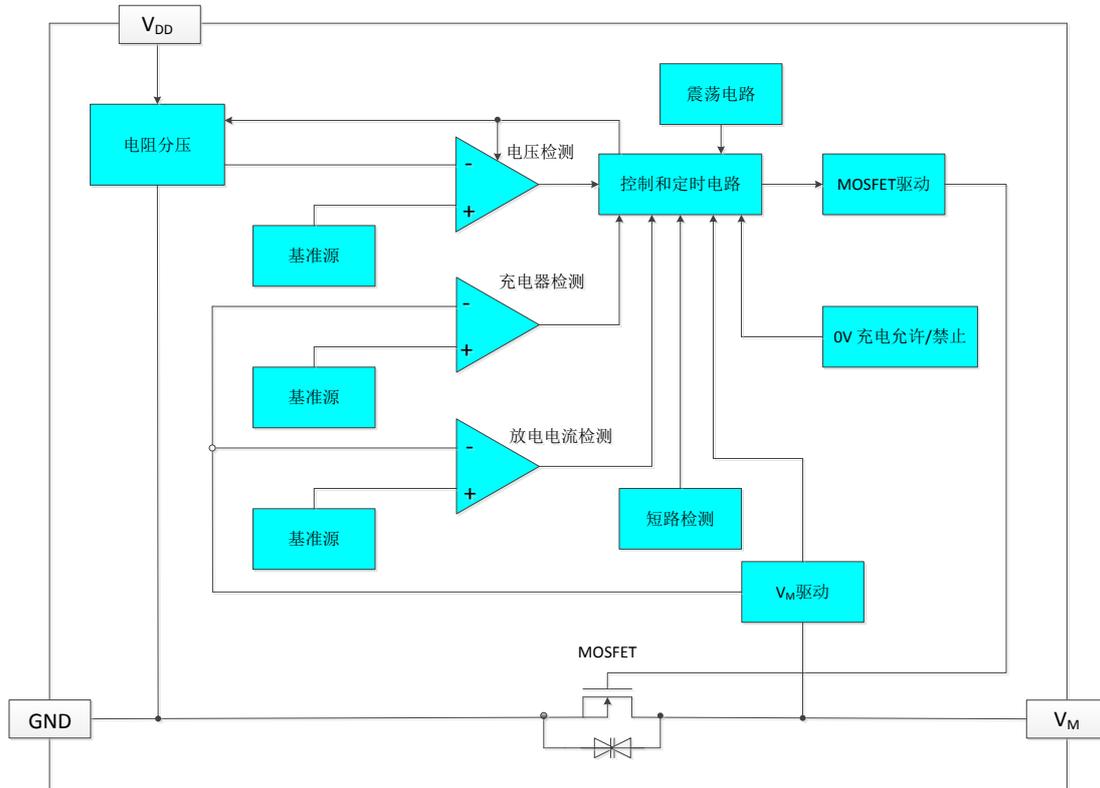


图-3 ZLB4419AC 功能框图

功能描述

ZLB4419AC 是一款高精度内部集成 MOSFET 和 RC 的锂电池保护电路。正常状态下，如果对电池进行充电，则 ZLB4419AC 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，ZLB4419AC 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} 和过电流放电保护阈值 V_{EDI} 之间，其内部 MOSFET 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 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} ，则内部 MOSFET 管断开，充电回路被“切断”，即 ZLB4419AC 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 ZLB4419AC 从过电压充电保护状态恢复到正常状态：1) V_M 端电压高于充电器检测阈值 (V_{CHG}) 但低于负载检测阈值电压 V_{LOAD} 时，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，此时虽然内部 MOSFET 关断，但其体二极管可以提供放电回路），当检测到 V_M 端电压高于负载检测阈值电压 V_{LOAD} 。ZLB4419AC 恢复到正常状态以后，内部 MOSFET 管恢复到导通状态。

ZLB4419AC 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，ZLB4419AC 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，ZLB4419AC 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_{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} ，则内部 MOSFET 管关断，放电回路被“切断”，即 ZLB4419AC 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 端电压(亦即 V_{DD} 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 $0.7\mu A$ 。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 ZLB4419AC也将从过电压放电低功耗保护状态恢复到正常状态;

• 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, 由内部 MOSFET 体二极管提供充电回路), 分为两种情况

1) 充电器使ZLB4419AC电路的 V_M 端电压低于充电器检测阈值 V_{CHG} , 则芯片恢复到正常状态

2) 充电器使ZLB4419AC电路的 V_M 端电压低于电池短路保护阈值 V_{SHORT} 但仍大于充电器检测阈值 V_{CHG} , 则它维持在过电压放电保护状态, 此时内部 MOSFET 还是断开的, 如果 V_{DD} 端电压超过过电压放电恢复阈值 V_{ODR} 时, ZLB4419AC可从过电压放电保护状态恢复到正常状态。

ZLB4419AC恢复到正常状态以后, 内部 MOSFET 管将回到导通状态。

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, ZLB4419AC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_{EDIR} , 则 ZLB4419AC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 ZLB4419AC进入电池短路保护状态。

ZLB4419AC处于过电流放电/电池短路保护状态时, 内部 MOSFET 管关断, 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 V_M 端电压由高降低至低于过电流放电保护电压阈值 V_{EDI} , 且持续时间超过过电流放电恢复延迟时间 t_{EDIR} , 则 ZLB4419AC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, ZLB4419AC可“自恢复”。

ZLB4419AC恢复到正常状态以后, 内部 MOSFET 管回到导通状态。

过热保护状态

• 保护条件

由于功率管集成, 正常状态下, 对电池放电或者充电电流较大, 导致芯片温度超过过热保护温度阈值 T_{OTP} 时, 芯片会进入过热保护状态。过热保护状态下, 电池的放电或充电会被禁止。

• 恢复条件

在过热保护状态下, 当 ZLB4419AC 芯片温度降至低于 $T_{OTP}-T_{HYS}$, 芯片恢复到正常状态。

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ZLB4419AC电路的 V_{DD} 端相对 V_M 端的电压大于 0V 充电允许阈值 V_{ST} 时, 则内部 MOSFET 管的体二极管将可以提供对电池的充电回路, 使其电压升高; 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, ZLB4419AC将回到正常状态, 内部 MOSFET 管回到导通状态, 同时切换 MOSFET 的体二极管方向。

• 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ZLB4419AC电路的 V_{DD} 端电压小于 0V 充电禁止阈值 V_{NOCHG} , 则其内部 MOSFET 管体二极管将不能提供充电回路, 使电池始终处于禁止充电状态。

各状态之间的转换图

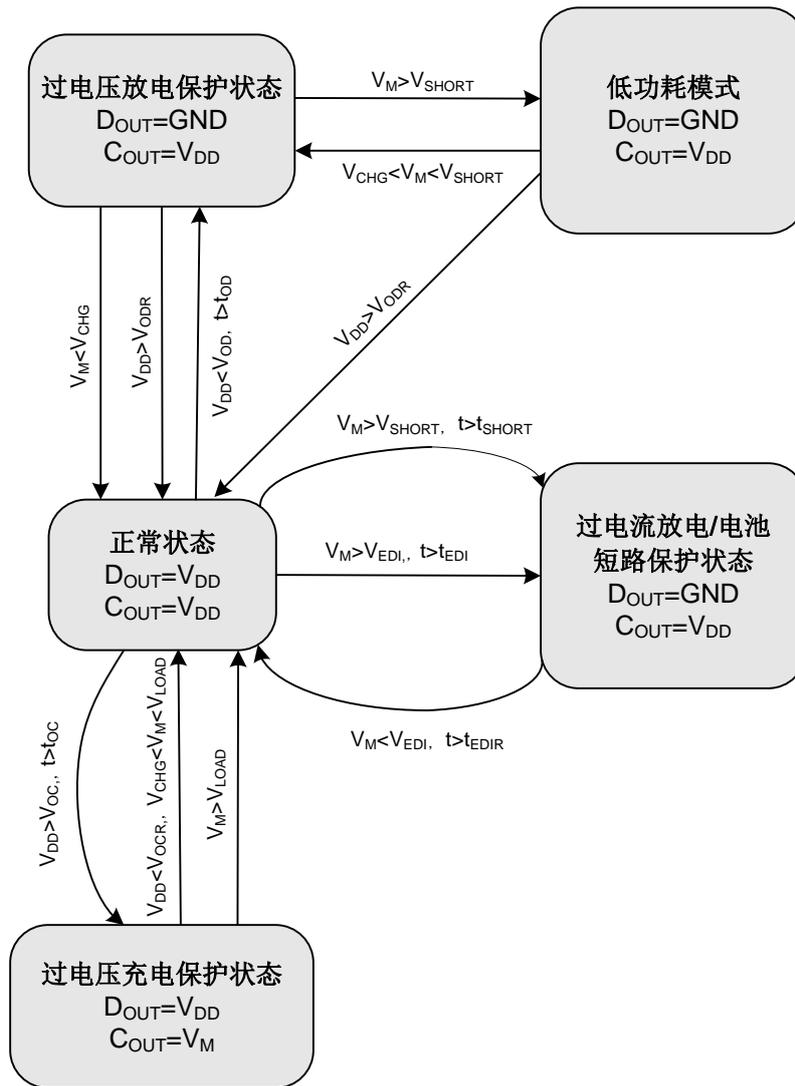


图-4 ZLB4419AC各状态之间的转换图

状态转换波形图

过电压充电保护状态

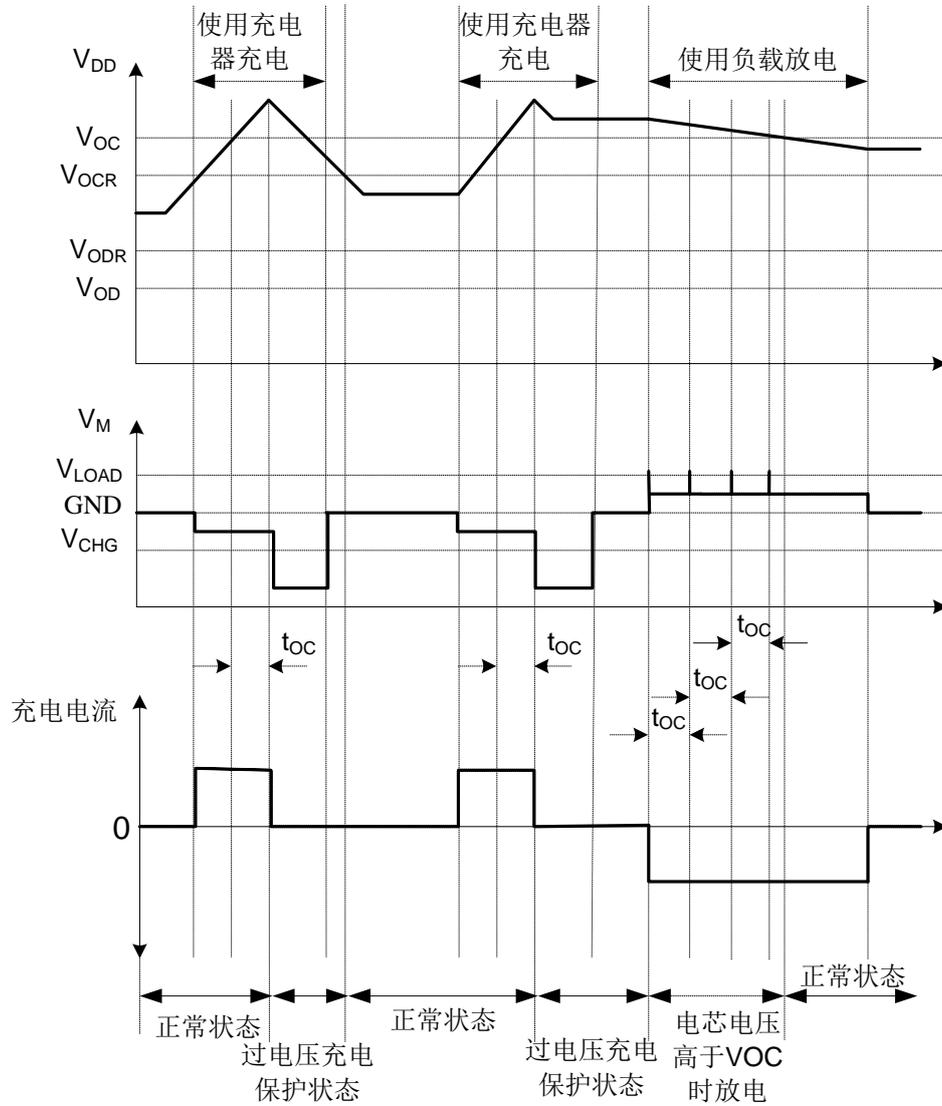


图-5 过电压充电状态各点波形图

过电压放电保护状态

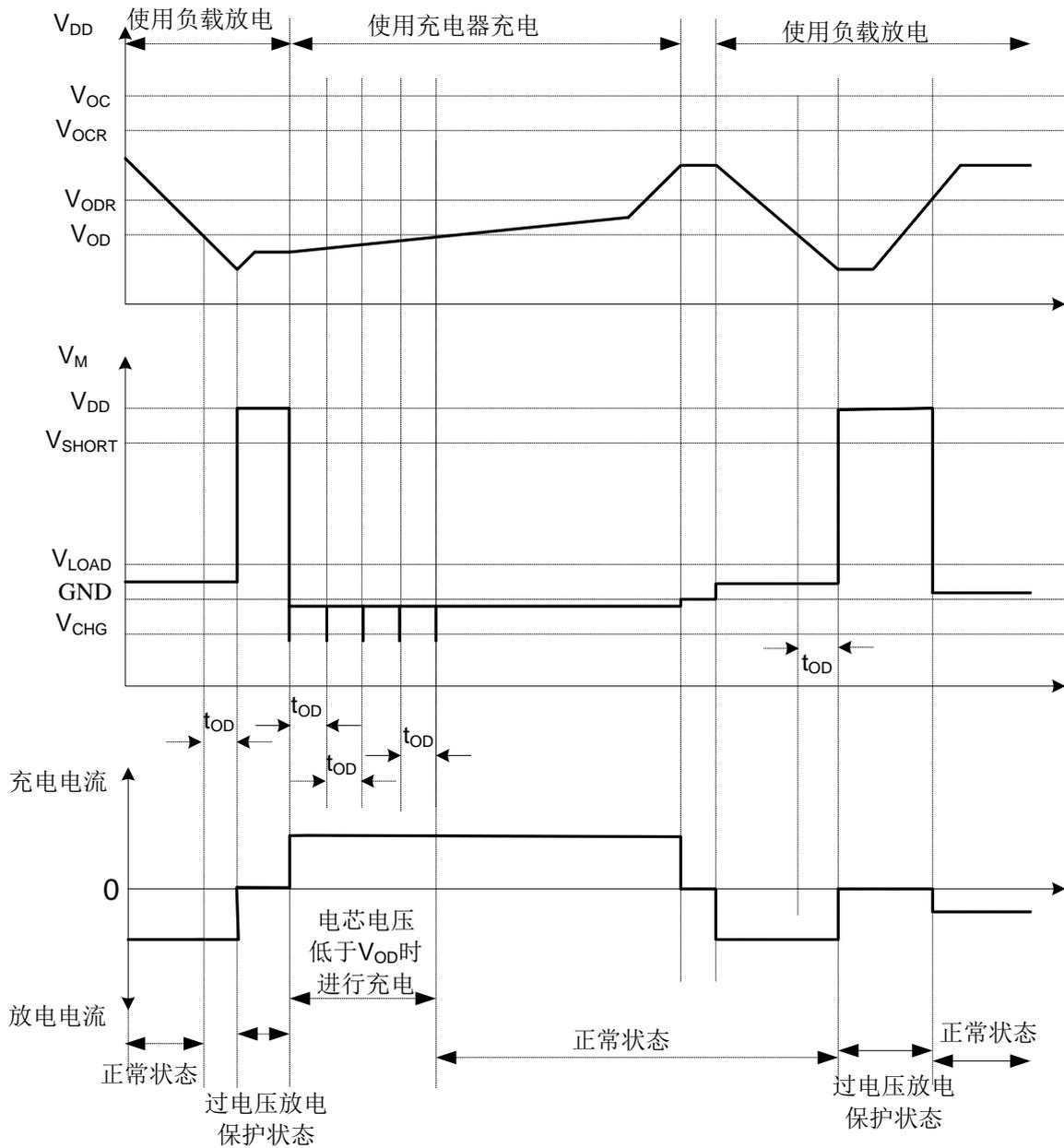


图-6 过电压放电保护状态各点波形图

过电流放电/电池短路保护状态

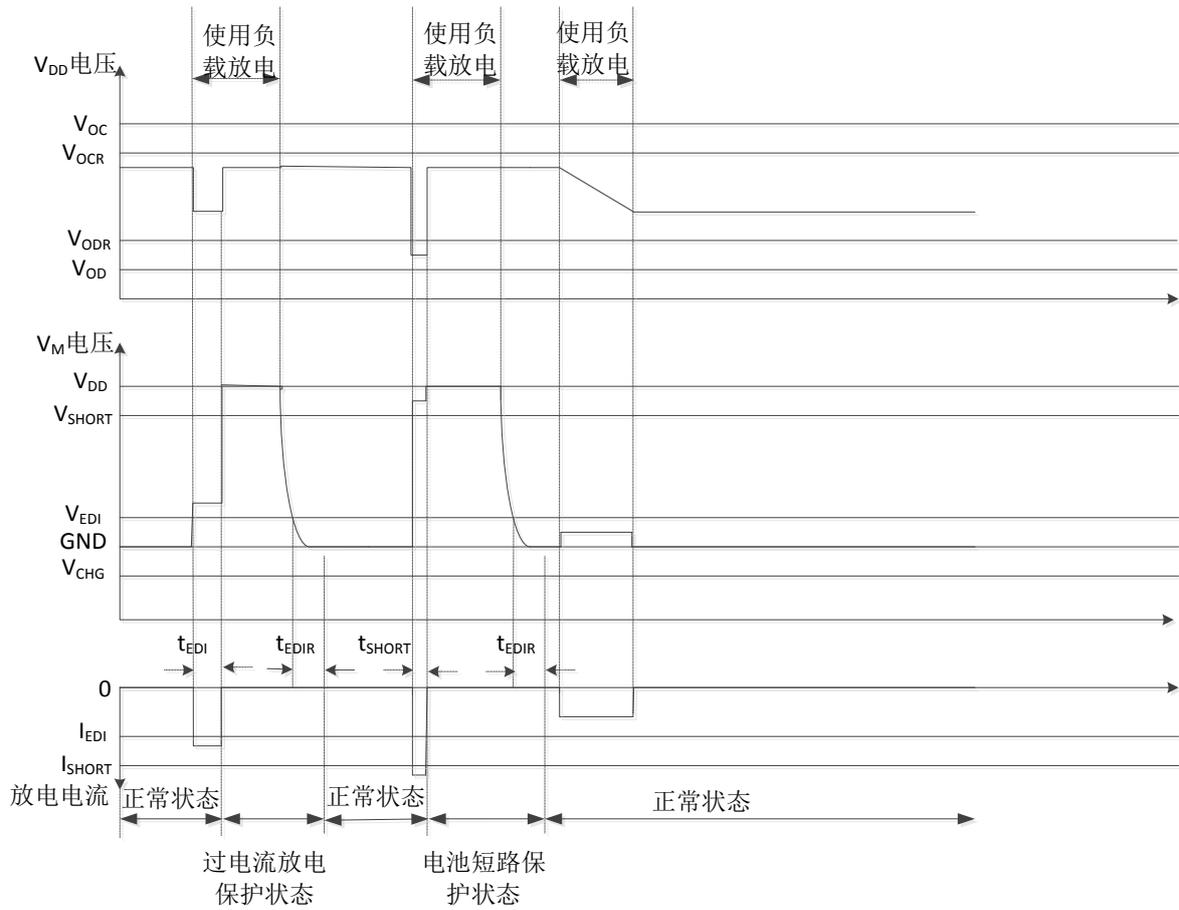
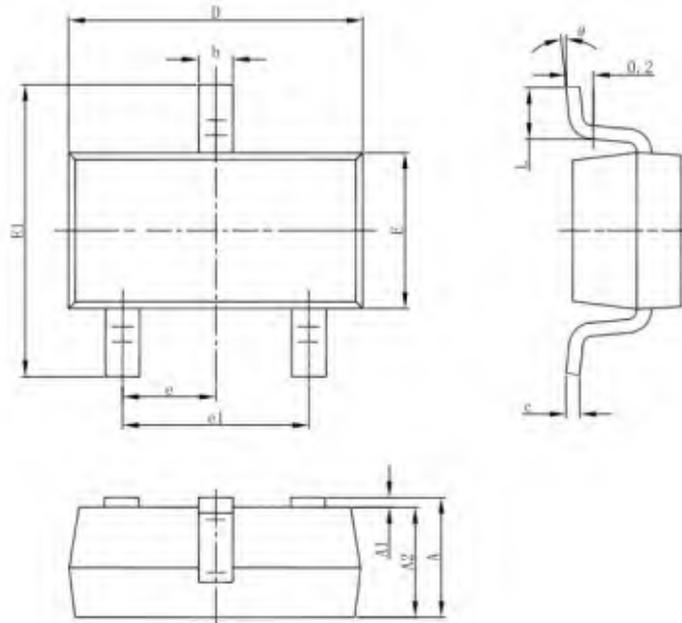


图-6 过电流放电/电池短路保护状态及过电流充电保护状态各点波形图

封装尺寸

SOT23-3L



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.050	1.250	0.041	0.049
A1	0.000	0.100	0.000	0.004
A2	1.050	1.150	0.041	0.045
b	0.300	0.500	0.012	0.020
c	0.100	0.200	0.004	0.008
D	2.820	3.020	0.111	0.119
E	1.500	1.700	0.059	0.067
E1	2.650	2.950	0.104	0.116
e	0.950(BSC)		0.037(BSC)	
e1	1.800	2.000	0.071	0.079
L	0.300	0.600	0.012	0.024
θ	0°	8°	0°	8°