

## 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,  
MOSFET:  $R_{SS(ON)}=30m\Omega(V_{GS}=3.7V, I_D=1A)$
- 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 VEDI  $0.2V\pm 20mV$
- 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)
- 超小型化的 DFN6L 封装

### 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

PA1833 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, PA1833 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 PA1833 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。

PA1833 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。

PA1833 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。

PA1833 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。

PA1833 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

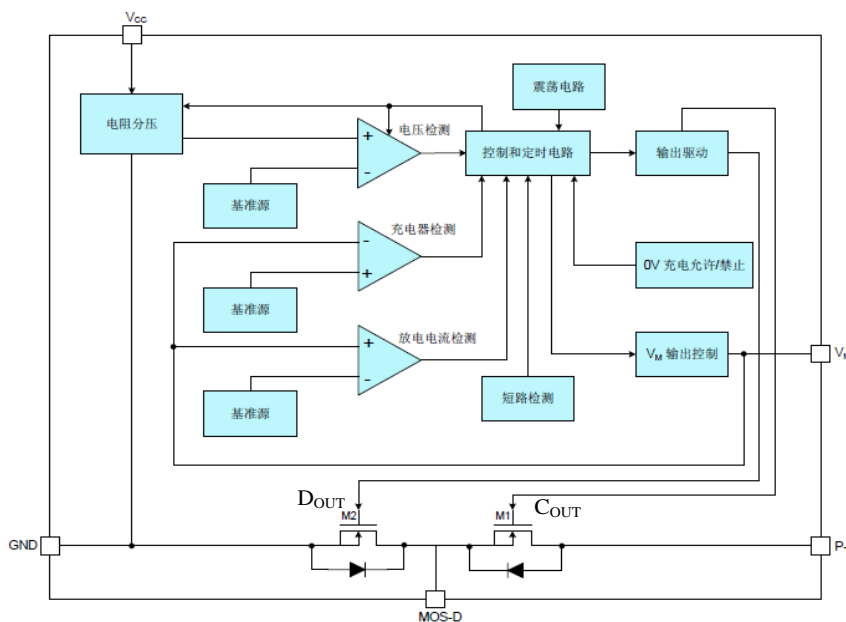


图-1 PA1833 功能框图

## 订购信息

[表-1] 产品名称

型号	封装形式	管脚数目	打印标记
PA1833	DFN6-L	6	1833

[表-2] 电压检测阈值及延迟时间

参数名称	PA1833	精度范围
过电压充电保护阈值 $V_{OCTYP}$	4.400V	$\pm 25\text{mV}$
过电压充电恢复阈值 $V_{OCRTYP}$	4.200V	$\pm 50\text{mV}$
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 $V_{EDITYP}$	0.200V	$\pm 20\text{mV}$
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

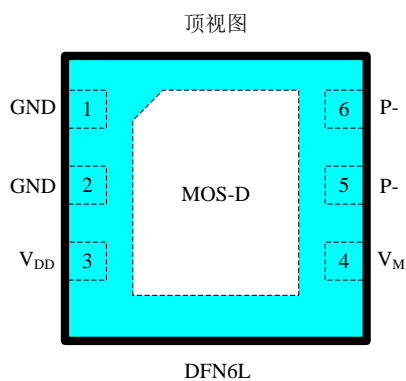


图-2 PA1833 管脚排列 (不成比例)

## 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 <sub>DD</sub>	3	POW	电源输入端，与供电电源（电池）的正极连接。
V <sub>M</sub>	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 <sub>DD</sub> .....	-0.3V~+10V	贮存温度 .....	-55°C~125°C
V <sub>M</sub> 端允许输入电压 .....	V <sub>DD</sub> -20V~V <sub>DD</sub> +0.3V	功耗 P <sub>D</sub> (T <sub>A</sub> =25°C)	
工作温度 T <sub>A</sub> .....	-40°C~+85°C	DFN6L 封装 (热阻 θ <sub>JA</sub> =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 <sub>A</sub> =25°C) .....	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

(除非特别说明, 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)	$V_{OC}$			$V_{OC\text{TYP}}-0.025$	$V_{OC\text{TYP}}$	$V_{OC\text{TYP}}+0.025$	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)	$V_{OD}$			$V_{OD\text{TYP}}-0.075$	$V_{OD\text{TYP}}$	$V_{OD\text{TYP}}+0.075$	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)	$V_{ODR}$			$V_{ODR\text{TYP}}-0.075$	$V_{ODR\text{TYP}}$	$V_{ODR\text{TYP}}+0.075$	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	$V_{SHORT}$	Voltage of $V_M$		0.82	1.36	1.75	V
电池短路保护延迟时间	$t_{SHORT}$			200	300	450	$\mu s$
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 $\Omega$
$V_M$ 至 $GND$ 之间的下拉电阻	$R_{VMS}$			15	30	45	k $\Omega$
电源电流	$I_{CC}$	$V_{CC}=3.9V$			2.0	6.0	$\mu A$
低功耗模式静态电流	$I_{PDWN}$	$V_{CC}=2.0V$			0.7	1.0	$\mu A$
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
<b>N-MOSFET</b>							
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)	$R_{SS(ON)}$	$V_{GS}=3.7V, I_O=1A$			30	40	m $\Omega$
		$V_{GS}=2.7V, I_O=1A$			35	50	m $\Omega$
连续漏电流	$I_{DS}$	$T_j=25^\circ C$				5	A
漏-源极漏电流 (MOS-D 至 P- / MOS-D 至 GND)	$I_{DSS}$	$V_{DS}=19V, V_{GS}=0V$ $T_j=25^\circ C$				1	$\mu A$



注: 1. 除非特别说明, 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

PA1833 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 PA1833 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，PA1833 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 PA1833 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 PA1833 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 PA1833 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）。

PA1833 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。

PA1833 进入过电压充电保护状态后，如果外部一直有充电器，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，PA1833 也不会恢复到正常状态。此时必须去掉充电器，PA1833 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 PA1833 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 PA1833 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 PA1833 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 PA1833 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，PA1833 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 PA1833 也将从过电压放电保护状态恢复到正常状态；

PA1833 恢复到正常状态以后，放电控制端  $D_{OUT}$  将输出高电平，使外接充电控制 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，PA1833 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 PA1833 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 PA1833 进入电池短路保护状态。

PA1833 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 PA1833 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，PA1833 即可“自恢复”。

PA1833 恢复到正常状态以后，放电控制端  $D_{OUT}$  将输出高电平，使外接充电控制 N-MOS 管 M2 回到导通状态。

### 充电器检测

PA1833 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 PA1833 的  $V_{DD}$  电压大于  $V_{OD}$ ，PA1833 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  $V_{ODR}$ ，PA1833 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 PA1833 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，PA1833 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 PA1833 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。

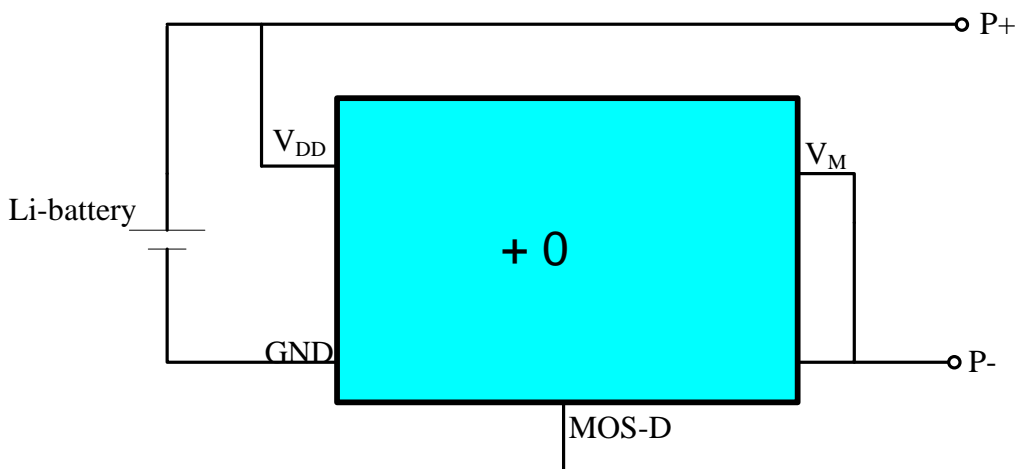


图-3 PA1833 典型应用电路图

各状态之间的转换图

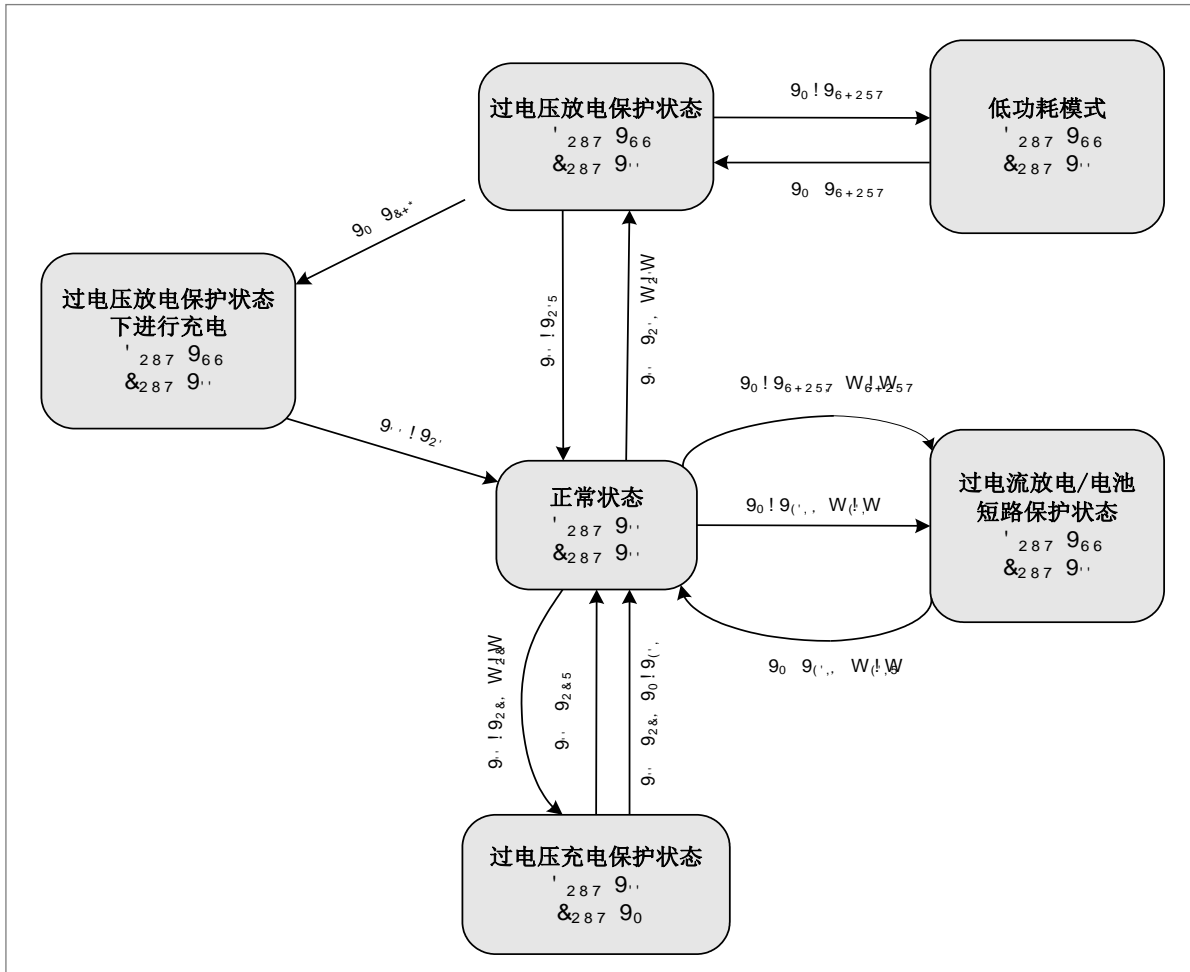


图-4 PA1833 各状态之间的转换图

## 状态转换波形图

过电压充电保护和过电压放电保护状态

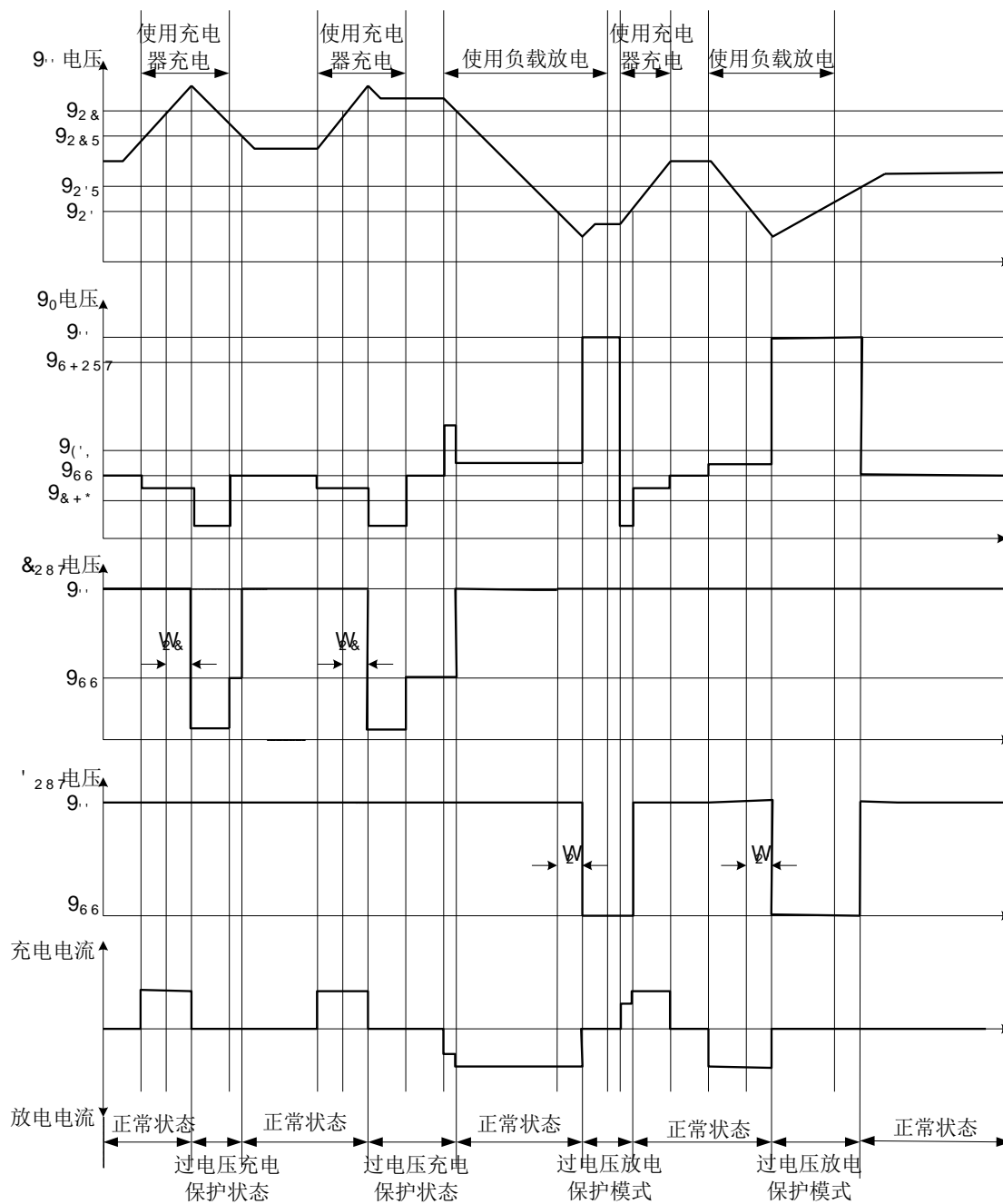


图-5 过电压充电和过电压放电保护状态各点波形图



过电流放电/电池短路保护状态

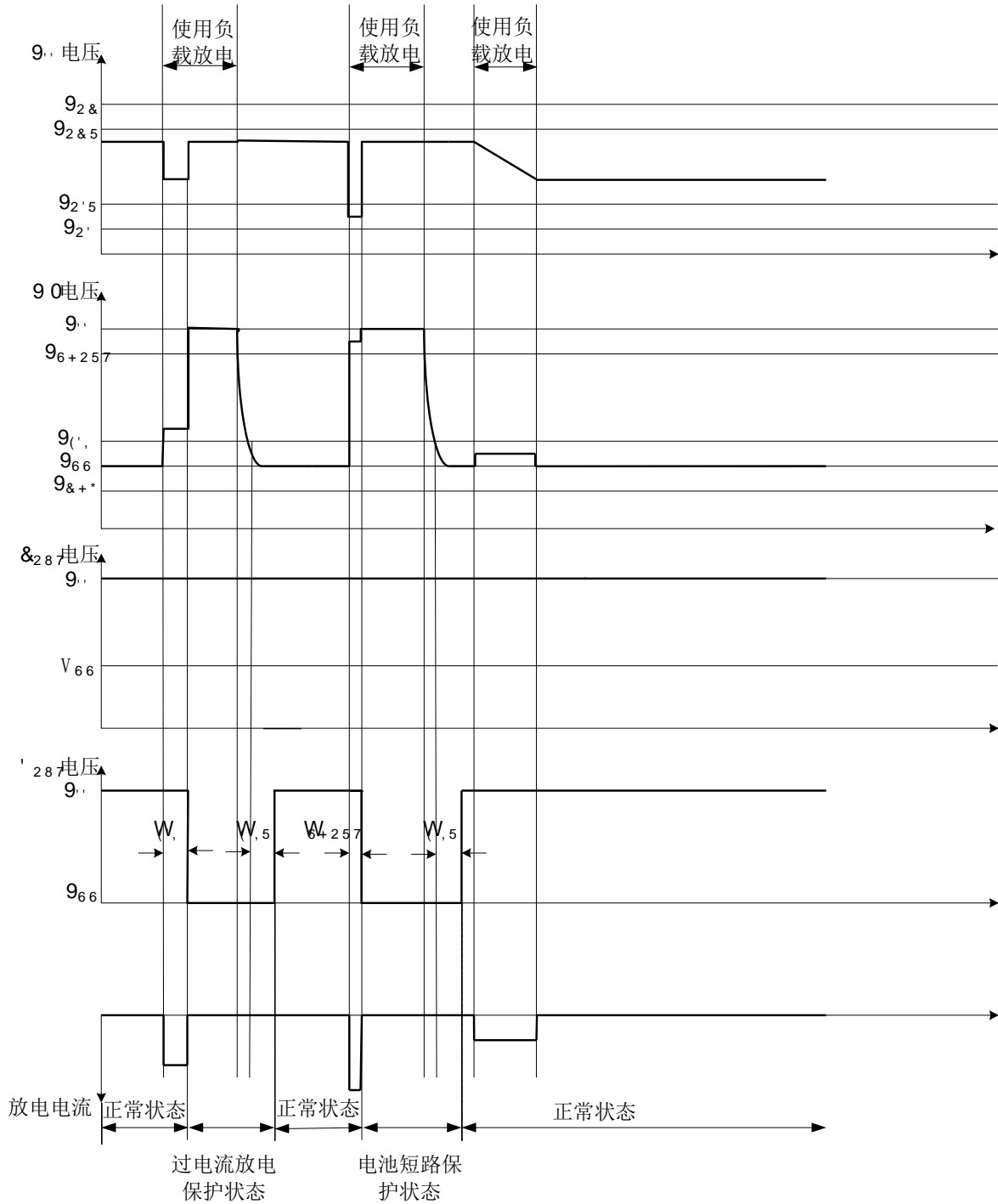


图-6 过电流放电/电池短路保护状态各点波形图

封装尺寸

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

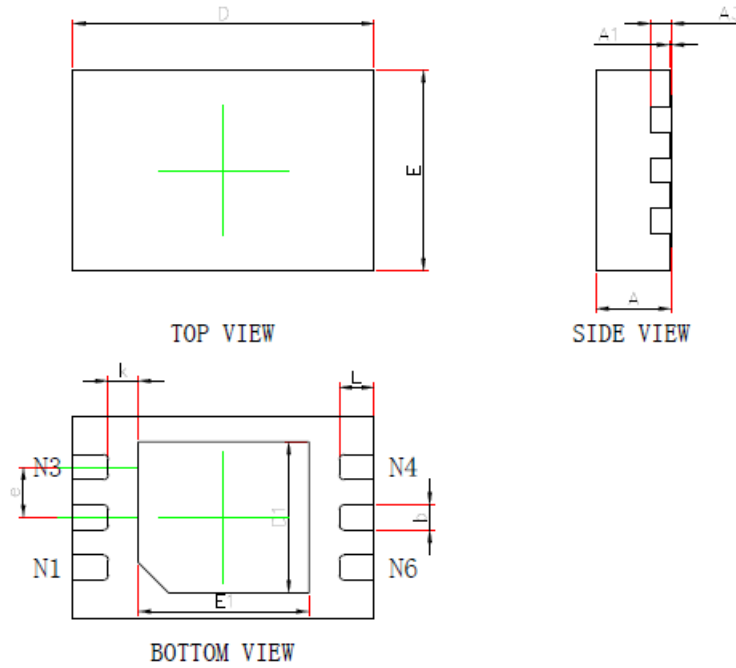


图-7 DFN6L 封装外形尺寸图

[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