

高精度两节锂电池保护电路

特点

- 两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
- 高精度过电流充电/放电保护检测
- 低供电电流
- 在低功耗模式，不接充电器情况下，可自动恢复状态
- 电池短路保护
- 可选择多种型号的检测电压和延迟时间
- 缩短延迟时间测试功能
- 0V 电池充电功能
- 极少的外围元器件
- 超小型化的 SOT23-6 封装

应用

- 两节锂电池的充电、放电保护电路
- 电话机电池或其它两节锂电池高精度保护器

概述

VA7022 是一款基于 CMOS 的双节可充电锂电池保护电路，它集高精度过电压充电保护、过电压放电保

护、过电流充电保护、过电流放电保护、电池短路保护等性能于一身。

正常状态下，VA7022 由电池供电。当两节电池电压 (V_{BATU}/V_{BATD}) 都在过电压充电保护阈值 ($V_{OCU/D}$) 和过电压放电保护阈值 ($V_{ODU/D}$) 之间，且其 V_M 检测端电压在过电流充电保护阈值 (V_{ECI}) 和过电流放电保护阈值 (V_{EDI}) 之间，此时 VA7022 的 C_{OUT} 端和 D_{OUT} 端都输出高电平，分别使外接充电控制 N-MOSFET 管 Q1 和放电控制 N-MOSFET 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。

VA7022 通过检测两个电池电压来进行过充/放电保护。当充/放电保护条件发生时， C_{OUT}/D_{OUT} 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。

VA7022 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， C_{OUT}/D_{OUT} 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。

VA7022 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。

当 V_M 小于 -5V， V_{DD} 从 0V 升高至正常值时，芯片将进入快速检测模式，缩短延迟时间，并禁止过电流充电保护功能。过电压充电检测和过电压放电检测延迟时间会缩短到将近 1ms，这能有效地缩短保护电路 PCB 的检测时间。当 V_M 升高至 0V 以上时，芯片将退出快速检测模式。

典型应用电路

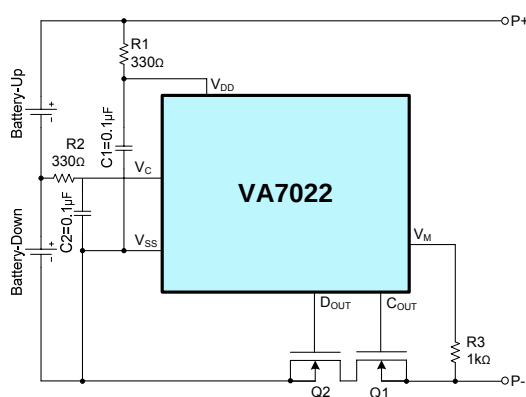


图-1 VA7022 典型应用电路

订购信息

[表-1] 产品名称

型号	封装形式	管脚数目	打印标记
VA7022	SOT23-6	6	VA7022

[表-2] 电压检测阈值及延迟时间

参数名称	VA7022	精度范围
过电压充电保护阈值 V_{OCUTYP}/V_{OCDTYP}	4.350V	$\pm 25\text{mV}$
过电压充电恢复阈值 $V_{OCRUTYP}/V_{OCRDTYP}$	4.150V	$\pm 50\text{mV}$
过电压放电保护阈值 V_{ODUTYP}/V_{ODDTYP}	2.300V	$\pm 80\text{mV}$
过电压放电恢复阈值 $V_{ODRUTYP}/V_{ODRDTYP}$	3.000V	$\pm 100\text{mV}$
过电流放电保护阈值 V_{EDITYP}	0.200V	$\pm 30\text{mV}$
过电流充电保护阈值 V_{ECITYP}	-0.200V	$\pm 30\text{mV}$
过电压充电保护延迟时间 t_{OCTYP}	1s	$\pm 30\%$
过电压放电保护延迟时间 t_{ODTYP}	128ms	$\pm 30\%$
过电流放电保护延迟时间 t_{EDITYP}	12ms	$\pm 30\%$
过电流充电保护延迟时间 t_{ECITYP}	8ms	$\pm 30\%$
0V 充电功能	允许	
低功耗模式	允许	

管脚排列

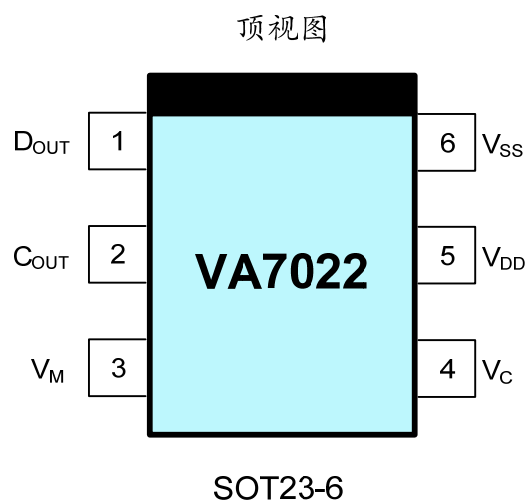


图-2 VA7022 管脚排列（不成比例）

引脚描述

[表-3] 引脚描述

引脚名称	引脚序号	I/O	引脚功能
D _{OUT}	1	O	放电控制输出端 与外部放电控制 N-MOSFET 管 Q2 的栅极 (G 极) 相连。
C _{OUT}	2	O	充电控制输出端 与外部充电控制 N-MOSFET 管 Q1 的栅极 (G 极) 相连。
V _M	3	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-MOSFET 管 Q1 的源极 (S 极) 相连, 从而检测充/放电电流在两个 N-MOSFET 管 (Q1 和 Q2) 上形成的压降。
V _C	4	I	两节电池的中间输入端 与两节电池的连接点相连。
V _{DD}	5	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 0.1μF 的瓷片电容去藕。
V _{SS}	6	POW	电源接地端 与供电电源 (电池) 的负极相连。

极限参数

供电电源 V _{DD}	-0.3V~+12V	贮存温度	-65℃~150℃
V _M 、C _{OUT} 端允许输入电压	V _{DD} -30V~V _{DD} +0.3V	功耗 P _D (T _A =25℃)	
V _C 、D _{OUT} 端允许输入电压	-0.3V~V _{DD} +0.3V	SOT23-6 封装 (热阻 θ _{JA} =200℃/W)	625mW
工作温度 T _A	-40℃~+85℃	焊接温度 (锡焊, 10 秒)	260℃
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

(除非特别说明, 典型值的测试条件为: $R_1=R_2=330\Omega$, $T_A=25^\circ\text{C}$ 。)

[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
0V 电池充电开启电压	V_{0CHA}	$V_{BATU/D}=0V$, 升高 ($V_{DD}-V_M$)	1.2			V
过电压充电保护阈值	$V_{OCU/D}$		$V_{OCUTYP}/$ $V_{OCDTYP}-0.025$	$V_{OCUTYP}/$ V_{OCDTYP}	$V_{OCUTYP}/$ $V_{OCDTYP}+0.025$	V
过电压充电恢复阈值	$V_{OCRU/D}$		$V_{OCRUTYP}/$ $V_{OCRDTYP}-0.050$	$V_{OCRUTYP}/$ $V_{OCRDTYP}$	$V_{OCRUTYP}/$ $V_{OCRDTYP}+0.050$	V
过电压充电保护延迟时间	T_{OC}	$V_{BATU/D}=3.5V \rightarrow 4.5V$ $V_{BATD/U}=3.5V$	0.7	1	1.3	s
过电压充电恢复延迟时间	T_{OCR}	$V_{BATU/D}=4.5V \rightarrow 3.5V$ $V_{BATD/U}=3.5V$	11	16	21	ms
过电压放电保护阈值	$V_{ODU/D}$		$V_{ODUTYP}/$ $V_{ODDTYP}-0.080$	$V_{ODUTYP}/$ V_{ODDTYP}	$V_{ODUTYP}/$ $V_{ODDTYP}+0.080$	V
过电压放电恢复阈值	$V_{ODRU/D}$		$V_{ODRUTYP}/$ $V_{ODRDTYP}-0.100$	$V_{ODRUTYP}/$ $V_{ODRDTYP}$	$V_{ODRUTYP}/$ $V_{ODRDTYP}+0.100$	V
过电压放电保护延迟时间	T_{OD}	$V_{BATU/D}=3.5V \rightarrow 2.2V$ $V_{BATD/U}=3.5V$	89	128	167	ms
过电压放电恢复延迟时间	T_{ODR}	$V_{BATU/D}=2.2V \rightarrow 3.5V$ $V_{BATD/U}=3.5V$	0.7	1.2	1.7	ms
过电流放电保护阈值	V_{EDI}	$V_{BATU}=V_{BATD}=3.6V$	0.170	0.200	0.230	V
过电流放电保护延迟时间	T_{EDI}	$V_{BATU}=V_{BATD}=3.5V$; $V_M=0 \rightarrow 0.5V$	8	12	16	ms
过电流放电恢复延迟时间	T_{EDIR}	$V_{BATU}=V_{BATD}=3.5V$; $V_M=0.5 \rightarrow 0V$	0.7	1.2	1.7	ms
过电流充电保护阈值	V_{ECI}	$V_{BATU}=V_{BATD}=3.6V$	-0.230	-0.200	-0.170	V
过电流充电保护延迟时间	T_{ECI}	$V_{BATU}=V_{BATD}=3.5V$; $V_M=0 \rightarrow -0.5V$	5	8	11	ms
过电流充电恢复延迟时间	T_{ECIR}	$V_{BATU}=V_{BATD}=3.5V$; $V_M=-0.5 \rightarrow 0V$	0.7	1.2	1.7	ms
电池短路保护阈值	V_{SHORT}	$V_{BATU}=V_{BATD}=3.5V$	0.8	1.2	1.6	V
电池短路保护延迟时间	T_{SHORT}	$V_{BATU}=V_{BATD}=3.5V$; $V_M=0 \rightarrow 7.0V$	150	300	500	us
V_M 至 V_{SS} 之间的下拉电阻	R_{VMS}	$V_{DD}=7.0V$; $V_M=1V$		10		K Ω
V_M 至 V_{DD} 之间的上拉电阻	R_{VMD}	$V_{BATU}=V_{BATD}=2V$, $V_M=0V$		360		K Ω
C_{OUT} 输出低电平	V_{COL}	$I_O=10\mu A$; $V_{BATU}=V_{BATD}=4.5V$		0.5	0.7	V
C_{OUT} 输出高电平	V_{COH}	$I_O=-50\mu A$; $V_{BATU}=V_{BATD}=3.9V$	7.4	7.6		V
D_{OUT} 输出低电平	V_{DOL}	$I_O=10\mu A$; $V_{BATU}=V_{BATD}=2.0V$		0.4	0.6	V
D_{OUT} 输出高电平	V_{DOH}	$I_O=-50\mu A$; $V_{BATU}=V_{BATD}=3.9V$	7.4	7.6		V
电源电流	I_{DD}	$V_{BATU}=V_{BATD}=3.9V$, $V_M=0V$		4.5	8.0	μA
待机电流	I_S	$V_{BATU}=V_{BATD}=2.0V$		2.1		μA

功能框图

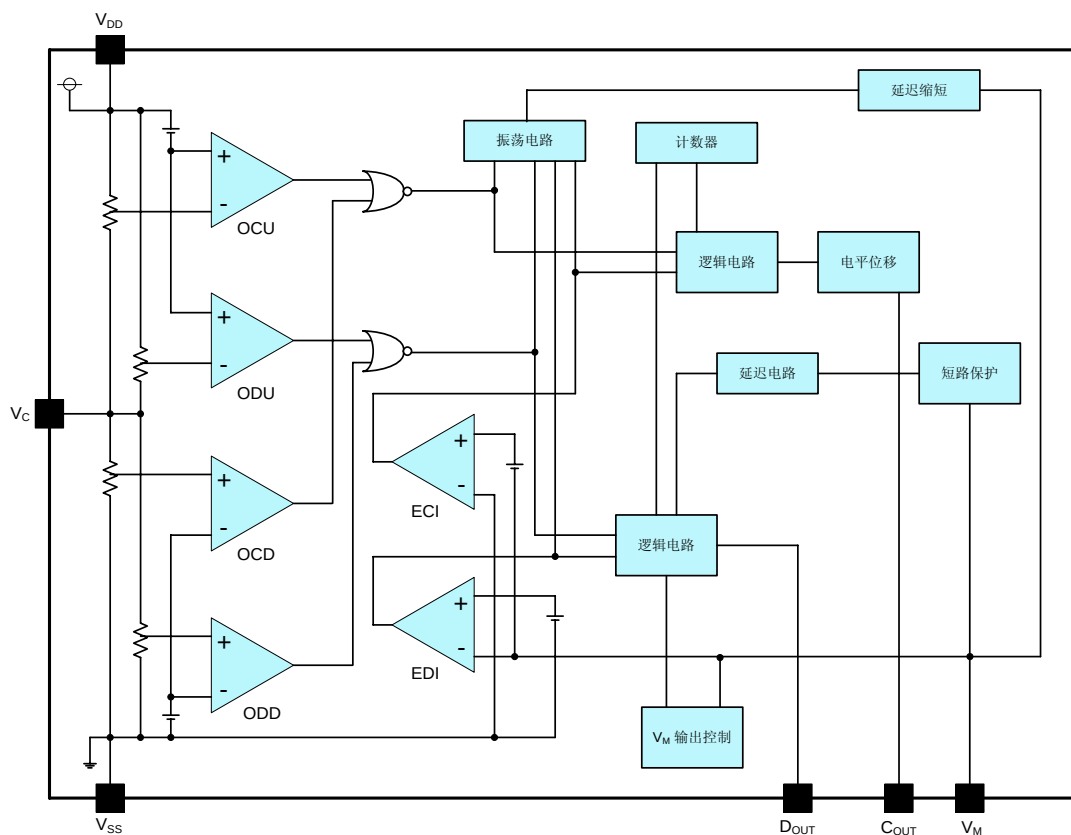


图-3 VA7022 功能框图

功能描述

VA7022 是一款高精度的两节锂电池保护电路。正常状态下，可以对电池进行充电或放电。VA7022 一直检测两个电池电压以及 V_M 端和 V_{SS} 端的电压差，当某个电压超出正常阈值范围时，充电控制端 C_{OUT} 或放电控制端 D_{OUT} 由高电平转为低电平，从而使外接充电/放电控制 N-MOSFET 管 Q1 或 Q2 关闭，充电/放电回路被“切断”，即 VA7022 进入相应的保护状态。VA7022 支持以下 4 种保护模式。

- 过电压充电保护状态 (OC)
- 过电压放电保护 (OD)/ 低功耗状态 (PDWN)
- 过电流放电保护(EDI)/ 电池短路保护状态 (Short)
- 过电流充电保护(ECI)

当 VA7022 在某一保护状态时，如果满足一定条件，即恢复到正常状态。下面对各状态进行详细描述。

正常状态

在正常状态下，VA7022 由电池供电。当两节电池电压 (V_{BATU}/V_{BATD}) 都在过电压充电保护阈值 ($V_{OCU/D}$) 和过电压放电保护阈值 ($V_{ODU/D}$) 之间，且其 V_M 检测端电压在过电流充电保护阈值 (V_{ECI}) 和过电流放电保护

阈值 (V_{EDI}) 之间，此时 VA7022 的 C_{OUT} 端和 D_{OUT} 端都输出高电平，分别使外接充电控制 N-MOSFET 管 Q1 和放电控制 N-MOSFET 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。

过电压充电保护状态 (OC)

• 保护条件

正常状态下，对电池进行充电，如果使任何一个电池电压 (V_{BATU}/V_{BATD}) 超过过电压充电保护阈值 ($V_{OCU/D}$)，且持续时间超过过电压充电保护延迟时间 (t_{OC})，则 VA7022 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-MOSFET 管 Q1 关闭，充电回路被“切断”，即 VA7022 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 VA7022 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”使电池电压 (V_{BATU}/V_{BATD}) 低于过电压充电恢复阈值 ($V_{OCRU/D}$)， V_M 端电压低于过电流放电保护阈值 (V_{EDI})，且持续时间超过过电压充电恢复延迟时间 (t_{OCR})；

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),当电池电压(V_{BATU}/V_{BATD})低于过电压充电保护阈值(V_{OCUD}), V_M 端电压高于过电流放电保护阈值(V_{EDI}),且持续时间超过过电压充电恢复延迟时间(t_{OCR})。(在Q1 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)。

VA7022 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-MOSFET管Q1 回到导通状态。

过电压放电保护/低功耗状态(OD/PDWN)

• 保护条件

正常状态下,如果电池放电使任何一个电池电压(V_{BATU}/V_{BATD})低于过电压放电保护阈值(V_{ODUD}),且持续时间超过过电压放电保护延迟时间(t_{OD}),则VA7022 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-MOSFET管Q2 关闭,放电回路被“切断”,即VA7022 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 2.1 μ 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 V_M 端电压低于电池短路保护阈值(V_{SHORT}),则VA7022 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,Q2 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VA7022 又将回到低功耗模式;只有继续对电池充电,当两个电池电压(V_{BATU}/V_{BATD})都大于过电压放电保护阈值(V_{ODUD})时,VA7022 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”,可能会使两个电池电压(V_{BATU}/V_{BATD})超过过电压放电恢复阈值(V_{ODRUD}),且持续时间超过过电压放电恢复延迟时间(t_{ODR}),此时VA7022 也将从过电压放电保护状态或低功耗模式恢复到正常状态。

VA7022 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-MOSFET管Q2 回到导通状态。

过电流放电/电池短路保护状态(EDI)

• 保护条件

正常状态下,VA7022 通过负载对电池放电, 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}),低于电池短路保护阈值(V_{SHORT}),且持续时间超过过电流放电保护延迟时间(t_{EDI}),则VA7022 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VA7022 进入电池短路保护状态。

VA7022 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-MOSFET管Q2 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VA7022 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,VA7022 即可“自恢复”。

VA7022 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-MOSFET管Q2 回到导通状态。

过电流充电保护状态(ECI)

• 保护条件

正常状态下,使用充电器对电池进行充电, V_M 端电压将随充电电流的增加而降低。如果充电电流增加使 V_M 端电压低于过电流充电保护阈值(V_{ECI}),且持续时间超过过电流充电保护延迟时间(t_{ECI}),则VA7022 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-MOSFET管Q1 关闭,充电回路被“切断”,即VA7022 进入过电流充电保护状态。

• 恢复条件

在过电流充电保护状态,如果取消充电器,则 V_M 端电压将会升高,当它大于过电流充电保护阈值(V_{ECI}),且持续时间超过过电流充电恢复延迟时间(t_{ECIR}),VA7022 将恢复到正常状态。

VA7022 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-MOSFET管Q1 回到导通状态。

延迟时间缩短测试功能

当 V_M 小于-5V, V_{DD} 从0V升高至正常值时,芯片将进入快速检测模式,缩短延迟时间,并禁止过电流充电保护功能。过电压充电检测和过电压放电检测延迟时间会缩短到将近 1ms,这可以有效地缩短保护电路PCB的检测时间。当 V_M 升高至 0V以上时,芯片将退出快速检测模式。

0V 电池充电

VA7022 的 0V电池充电功能可以对电压为 0V的电池进行再充电。如果使用充电器对电池充电,使 V_{DD} 端相对 V_M 端的电压大于 0V充电阈值(V_{0CHA})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-MOSFET管Q1 导通,则通过放电控制N-MOSFET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;当电池电压升高致使 V_{DD} 端电压超过过电压放电保护阈值(V_{ODUD})时,VA7022 将回到正常状态,同时放电控制端 C_{OUT} 输出高电平,使外接放电控制N-MOSFET, Q2 处于导通状态。

状态转换波形图

过电压充电保护和过电流充电保护状态

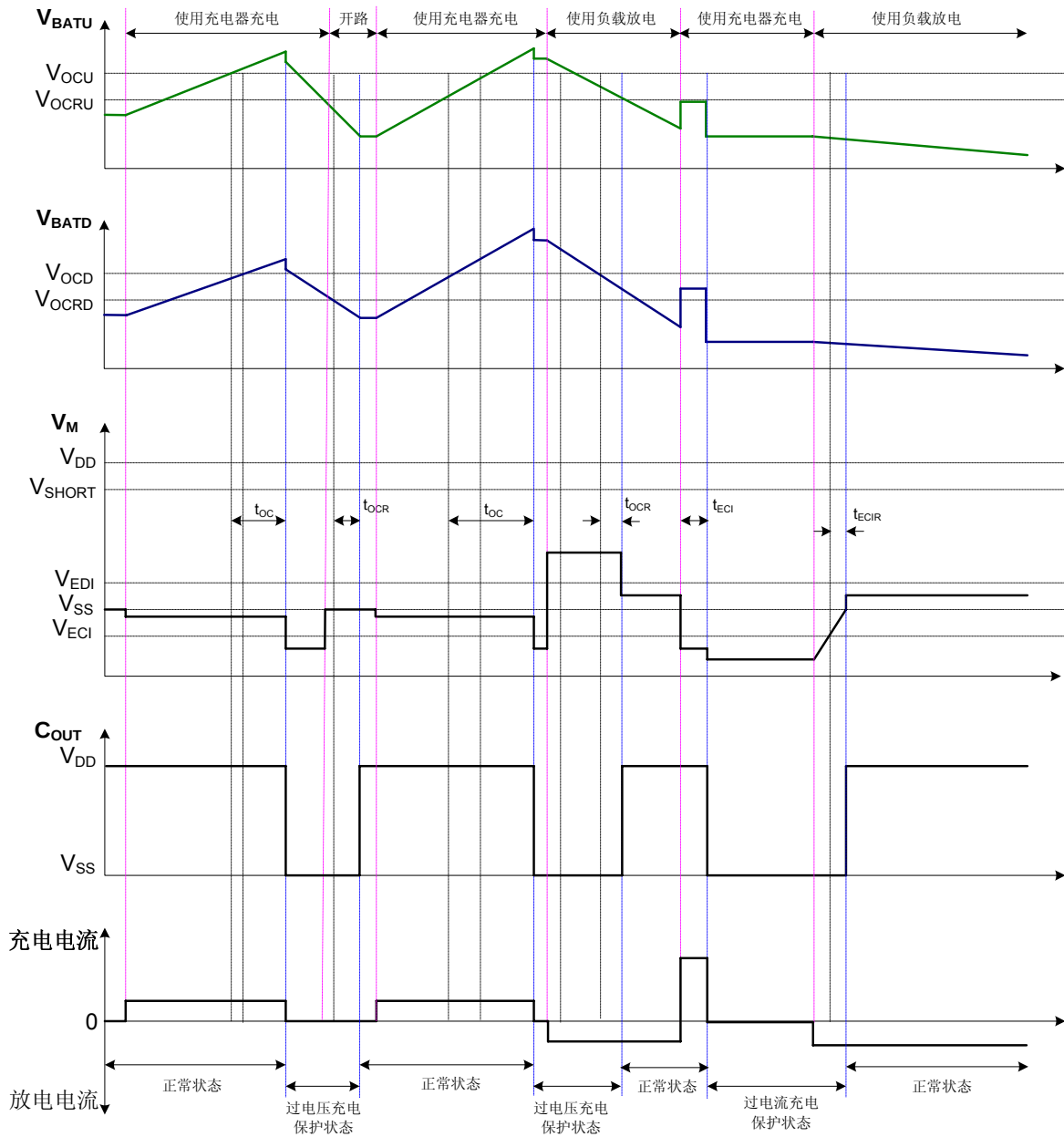


图-5 过电压充电和过电流充电保护状态各点波形图

过电压放电/过电流放电/电池短路保护状态

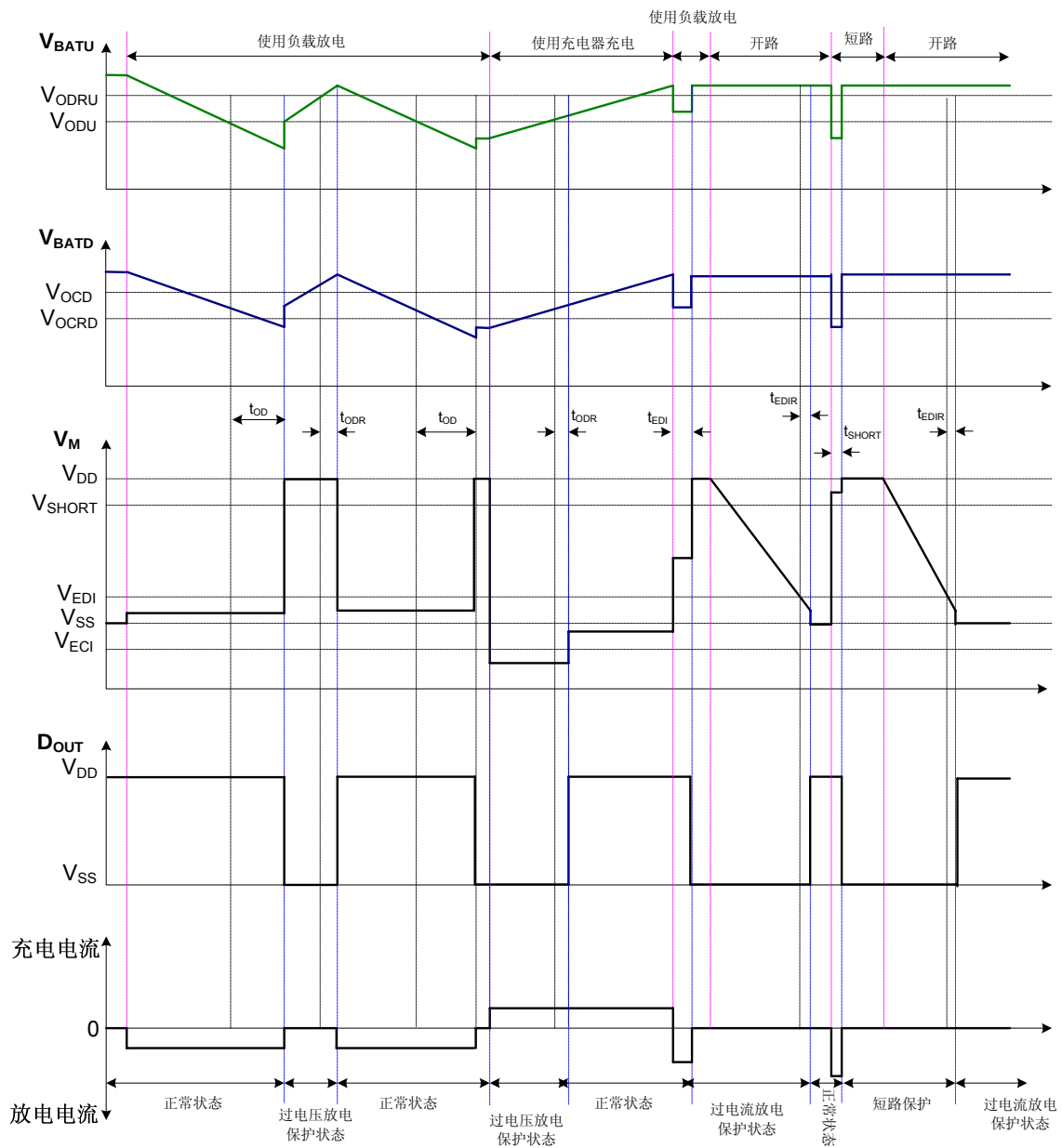


图-6 过电压放电/过电流放电/电池短路保护状态各点波形图

应用中的几个问题

R1、R2 和 R3 的确定

R1 和 R2 用于稳定芯片的供电电压，推荐分别使用 330Ω 的电阻。如果 R1 和 R2 太大，芯片的导通电流会导致检测电压上升，使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 VA7022 电路的 V_{DD} 端与 V_{SS} 端电压超过极限值，导致电路损坏，因此 R1 和 R2 也不宜太小，一般控制在 100Ω 至 470Ω 之间。

在充电器反接或连接充电电压高于极限值的充电

器时，R3 起限制电流的作用。如果 R3 太小，由于充电器的反接在芯片内部流入容许功耗以上的电流，有导致芯片损坏的危险。R3 连接过大电阻，当连接高电压充电器时，有可能导致不能切断充电电流的情况发生。因此，R3 应控制在 $1k\Omega$ 至 $4k\Omega$ 之间。

C1 和 C2 的确定

C1 和 C2 有稳定 V_{DD} 电压的作用，尽量选用大于或等于 $0.01\mu F$ 的电容。

封装尺寸

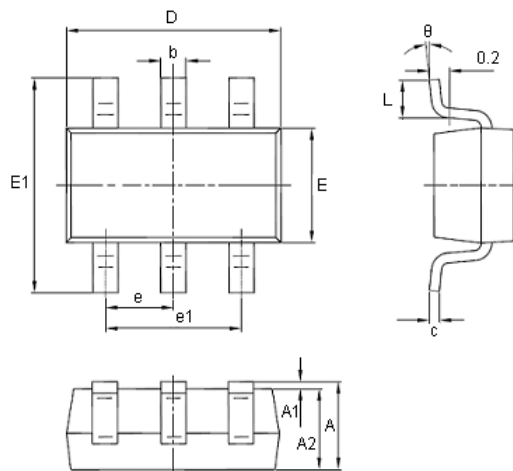


图-7 SOT23-6 封装外形尺寸图

[表-5] 图-7 的尺寸（单位：毫米）

符号	最小值	最大值
A	1.050	1.250
A1	0.000	0.100
A2	1.050	1.150
b	0.300	0.500
c	0.100	0.200
D	2.280	3.020
E	1.500	1.700
E1	2.650	2.950
e	0.950 (BSC)	
e1	1.800	2.000
L	0.300	0.600
θ	0°	8°

重要声明

- 无锡中星微电子有限公司保留不发布通知而对该产品和服务随时进行修正、更改、补充、改进和其它变动的权利。用户敬请在购买产品之前获取最新的相关信息并核实该信息是最近的和完整的。所有产品在定单确认后将遵从无锡中星微电子有限公司的销售条款和条例进行销售。
 - 本资料内容未经无锡中星微电子有限公司许可，严禁以其他目的加以转载或复制等。
 - 对于未经销售部门咨询使用本产品而发生的损失，无锡中星微电子有限公司不承担其责任。
-

无锡总公司

无锡新区太湖国际科技园清源路530大厦A区10层 214135

电话: 86- 510-81816000

传真: 86- 510-81816935

网址: www.vimicro.com

北京分公司

北京市海淀区学院路35号世宁大厦16层 100191

电话: 86-10-68948888

传真: 86-10-68944075

上海分公司

上海市浦东新区张江高科碧波路690号 张江微电子港2号楼101室 201203

电话: 86-21-50807000

传真: 86-21-50807611

深圳分公司

深圳市高新技术产业园南区T2栋B区4楼 518057

电话: 86-755-26719818

传真: 86-755-26719539

美国子公司

19447 Pauma Valley Drive, Porter Ranch , CA, 91326 USA

电话: 1-650-966-1882

传真: 1-650-966-1885