

2~3 节串联锂离子/聚合物电池保护器

1 特性

- 各节电池的高精度电压保护：
 - ◇ 过充电保护电压 V_{OVN} ($N = 1 \sim 3$): $3.55V \sim 4.6V$
进阶单位为 $10mV$, 精度 $\pm 20mV$
 - ◇ 过充电解除电压 V_{OVRN} ($N = 1 \sim 3$): $3.3V \sim 4.6V$
精度 $\pm 25mV$
 - ◇ 过放电保护电压 V_{UVN} ($N = 1 \sim 3$): $2.0V \sim 3.2V$
进阶单位为 $10mV$, 精度 $\pm 25mV$
 - ◇ 过放电解除电压 V_{UVRN} ($N = 1 \sim 3$): $2.0V \sim 3.4V$
精度 $\pm 35mV$
- **3 段放电过电流保护 (VI 检测) 功能:**
 - ◇ 放电过电流 1 保护电压 V_{DOC1} : $0.010V \sim 0.300V$
进阶单位为 $5mV$, 精度 $\pm 10mV$
 - ◇ 放电过电流 2 保护电压 V_{DOC2} : $0.020V \sim 0.600V$
进阶单位为 $10mV$, 精度为 $\pm 20mV$
 - ◇ 放电短路保护电压 V_{SC} : $0.040V \sim 1.2V$
进阶单位为 $20mV$, 精度为 $\pm 40mV$
- **充电过电流保护功能:**
 - ◇ 充电过电流保护电压 V_{COC} : $-0.01V \sim -0.30V$
进阶单位为 $5mV$, 精度 $\pm 10mV$
- 内置各种延迟时间 (过充电、过放电、过电流) 通过内置电路实现, 不需要外接电容
- 电池 NTC 温度保护
- 独立充电 (CO) 和放电 (DO) FET 驱动器
- 高耐压: 绝对最大额定值 $28V$
- **VDD 宽工作电压范围: $3V \sim 24V$**
- **超低静态电流:** $6.5\mu A$ (正常模式)
 $0.5\mu A$ (休眠模式)
- 断线检测 (OW)
- 耗尽电池 0V 充电: “允许”和“禁止”可选
- 充放电状态检测
- 过放电负载锁定功能可选 (使用该功能必须选择耗尽电池 0V 充电禁止)
- 休眠功能可选
- 充放电可外部控制 CTL 功能可选
- 宽工作温度范围 $-40^{\circ}C \sim +85^{\circ}C$
- 封装: DFN10(0303)

2 应用

- 锂离子可充电电池组
- 锂聚合物可充电电池组
- 电动工具, 电动机器人, 吸尘器, 电动自行车等

3 简介

IP3232 是一款低功耗电池组保护器, 用于 2~3 节串联锂离子/聚合物可充电电池的初级保护的解决方案。该产品集成了聚合物可充电电池安全运行所需的一整套的电压、电流和温度所有检测和保护。保护阈值和延时均为出厂编程设定, 有多种配置可供选用。

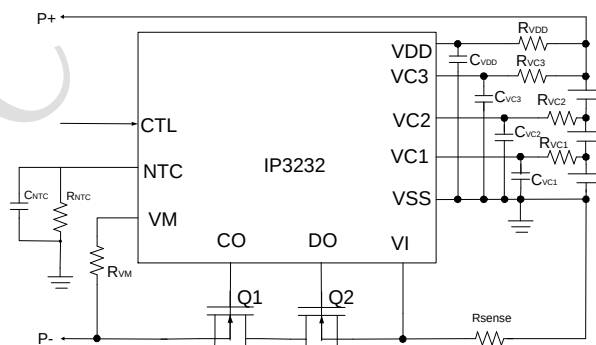


图 1: IP3232 简化应用电路 (3 节, 带 Sense 电阻, VI 检测电流)

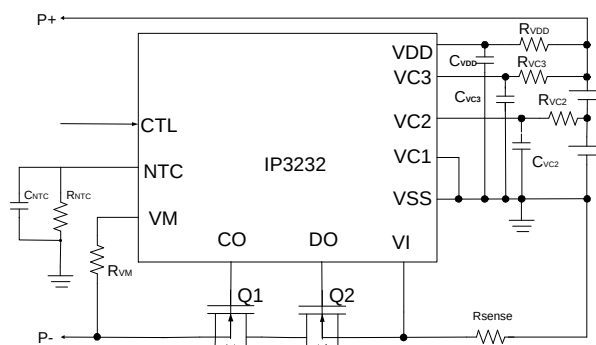


图 2: IP3232 简化应用电路 (2 节, 带 Sense 电阻, VI 检测电流)

4 引脚定义

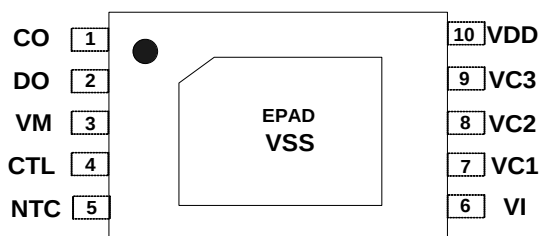


图 3: IP3232 DFN10(0303)引脚图

引脚编号	引脚名字	功能描述
1	CO	充电控制 FET 门极驱动
2	DO	放电控制 FET 门极驱动
3	VM	负载和充电器检测引脚
4	CTL	充放电控制端子
5	NTC	过温/低温检测热电阻连接引脚
6	VI	电流检测引脚
7	VC1	电池 2 的负电压、电池 1 的正电压连接端子
8	VC2	电池 3 的负电压、电池 2 的正电压连接端子
9	VC3	电池 3 的正电压连接端子
10	VDD	正电源输入端子、连接电池 3 的正电压连接端子
EPAD	VSS	负电源输入端子、电池 1 的负电压连接端子

5 极限参数

参数	符号	值	单位
VDD 端口输入电压范围	VDD to VSS	-0.3 ~ 28	V
VC1、VC2、VC3、CTL 引脚	VC1、VC2、VC3、CTL to VSS	VSS-0.3 ~ VDD+0.3	V
NTC、VI 引脚	NTC、VI to VSS	VSS-0.3 ~ 6	V
DO 对地范围	DO to VSS	VSS-0.3 ~ VDD+0.3	V
CO、VM 对 VDD 引脚	CO、VM to VDD	-28 ~ 0.3	V
存储温度范围	Tstg	-55 ~ 125	°C
热阻（结温到环境）	θ_{JA}	120	°C/W
人体模型（HBM）	ESD	2	KV

*高于绝对最大额定值部分所列数值的应力有可能对器件造成永久性的损害，在任何绝对最大额定值条件下暴露的时间过长都有可能影响器件的可靠性和使用寿命。

6 推荐工作条件

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压	VDD	3	--	24	V
单节电池电压	VC1、VC2、VC3	0	--	4.6	V
工作环境温度	T_A	-40	--	85	°C

*超出这些工作条件，器件工作特性不能保证。

7 型号名称结构和型号列表

IP3232 XX

具体型号代号
代号范围从AA~ZZ

表 1: 型号列表

型号列表 1 (1/3)

型号名	过充电保护电压 [V _{OVN}]	过充电解除电压 [V _{OVN}]	过放电保护电压 [V _{UVN}]	过放电解除电压 [V _{UVN}]	放电过流 1 保护电压 [V _{DOC1}]	放电过流 2 保护电压 [V _{DOC2}]	短路保护电压 [V _{SC}]	充电过流保护电压 [V _{COC}]
IP3232AA	4.250V	4.100V	2.700V	3.000V	0.050V	0.100V	0.200V	-0.025V
IP3232AB	4.400V	4.300V	2.700V	3.000V	0.050V	0.100V	0.200V	-0.025V
IP3232AD	4.400V	4.300V	2.700V	3.000V	0.050V	0.100V	0.200V	-0.025V
IP3232AE	4.175V	4.075V	2.800V	3.200V	0.040V	0.080V	0.160V	-0.010V
IP3232AF	4.175V	4.025V	3.000V	3.200V	0.065V	0.130V	0.260V	-0.010V
IP3232AG	4.250V	4.050V	2.750V	3.050V	0.080V	0.120V	0.160V	-0.030V
IP3232AH	4.250V	4.050V	2.750V	3.050V	0.080V	0.120V	0.160V	-0.030V
IP3232AM	4.250V	4.150V	2.700V	3.000V	0.100V	0.200V	0.400V	-0.100V
IP3232AN	4.250V	4.100V	2.800V	2.900V	0.010V	0.020V	1.000V	-0.020V
IP3232AO	4.350V	4.250V	2.700V	3.000V	0.100V	0.200V	0.400V	-0.100V
IP3232AP	4.250V	4.100V	2.700V	3.000V	0.050V	0.100V	0.200V	-0.025V
IP3232AQ	3.650V	3.450V	2.500V	3.000V	0.050V	0.100V	0.200V	-0.025V
IP3232AR	4.400V	4.300V	2.700V	3.000V	0.050V	0.100V	0.200V	-0.025V

型号列表 2 (2/3)

型号名	过充电保护延时 [t _{OV}]	过放电保护延时 [t _{UV}]	放电过流 1 保护延时 [t _{DOC1}]	放电过流 2 保护延时 [t _{DOC2}]	短路保护延时 [t _{SC}]	充电过流保护延时 [t _{COC}]	休眠模式延时 [t _{PD}]
IP3232AA	1.0s	2.0s	256ms	8ms	280μs	8ms	-
IP3232AB	1.0s	2.0s	256ms	8ms	280μs	64ms	-
IP3232AD	1.0s	2.0s	256ms	8ms	280μs	8ms	-
IP3232AE	1.0s	1.0s	1.0s	64ms	280μs	64ms	16s
IP3232AF	2.0s	1.0s	1.0s	32ms	560μs	32ms	16s
IP3232AG	512ms	512ms	64ms	16ms	280μs	32ms	16s
IP3232AH	512ms	512ms	64ms	16ms	280μs	32ms	16s
IP3232AM	1.0s	1.0s	1.0s	64ms	280μs	64ms	1s
IP3232AN	512ms	1.0s	256ms	32ms	280μs	32ms	-
IP3232AO	1.0s	1.0s	1.0s	16ms	280μs	16ms	1s
IP3232AP	1.0s	2.0s	256ms	8ms	280μs	64ms	-
IP3232AQ	1.0s	2.0s	256ms	8ms	280μs	64ms	-
IP3232AR	1.0s	2.0s	256ms	8ms	280μs	64ms	-

型号列表 3 (3/3)

型号名	过放电负载锁定功能	休眠模式	电池节数	CTL 功能	0V 充电功能	温度检测使能	充电高温保护温度[T _{OTC}]	放电高温保护温度[T _{OTD}]
IP3232AA	无	不使能	3 节	不使能	允许	使能	55°C	70°C
IP3232AB	无	不使能	3 节	不使能	允许	使能	55°C	70°C
IP3232AD	无	不使能	3 节	不使能	允许	使能	55°C	70°C
IP3232AE	使能	使能	2 节	使能	禁止	使能	45°C	65°C
IP3232AF	使能	使能	3 节	不使能	禁止	使能	45°C	65°C
IP3232AG	无	使能	2 节	不使能	允许	使能	55°C	70°C
IP3232AH	无	使能	3 节	不使能	允许	使能	55°C	70°C
IP3232AM	无	使能	3 节	使能	允许	使能	55°C	70°C
IP3232AN	无	不使能	2 节	使能	允许	使能	55°C	70°C
IP3232AO	不使能	使能	2 节	不使能	禁止	使能	45°C	65°C
IP3232AP	使能	不使能	3 节	不使能	禁止	使能	55°C	70°C
IP3232AQ	使能	不使能	3 节	不使能	禁止	使能	55°C	70°C
IP3232AR	使能	不使能	3 节	不使能	禁止	使能	55°C	70°C

表 2: 功能选项表

温度检测使能	使能	不使能
过放电负载锁定功能	使能	不使能
过放电休眠（省电）模式选择	使能	不使能
CTL 功能	使能	不使能
电池节数选择	2 节	3 节
0V 充电功能	允许	禁止

8 电气特性

除特别说明， $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 85°C ，典型值在 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 条件下测试， $V_{DD} = 10.5\text{V}$ ， $CTL = 3.5\text{V}$

参数	符号	测试条件	范围			单位
			最小值	典型值	最大值	
VDD 对 VSS 电压			0	-	28	V
VDD 对 VM 电压			0	-	28	V
静态电流	I_Q (input power)	$V_{DD}=V_{C3}=10.5\text{V}, V_{C2}=7\text{V}, V_{C1}=3.5\text{V}$	-	6.5	9	μA
关机电流 (power down)	I_Q (input power)	Shutdown down ($V_{DD}=6\text{V}$)	-	0.5	1	μA
过充电保护电压阈值 (N=1, 2, 3)	V_{OVN}	$T_A=25^{\circ}\text{C}$	$V_{OVN}-0.020$	3.55 ~ 4.6 STEP: 10mV	$V_{OVN}+0.020$	V
		$T_A=-20^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$	$V_{OVN}-0.030$		$V_{OVN}+0.030$	
		$T_A=-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$	$V_{OVN}-0.040$		$V_{OVN}+0.040$	
过充电解除电压阈值 (N=1, 2, 3)	V_{OVRN}	$V_{OVN} \neq V_{OVRN}$	$T_A=25^{\circ}\text{C}$	3.3 ~ 4.6	$V_{OVRN}+0.025$	V
			$T_A=-20^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$		$V_{OVRN}+0.030$	
			$T_A=-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$		$V_{OVRN}+0.040$	
		$V_{OVN} = V_{OVRN}$	$T_A=25^{\circ}\text{C}$	3.55 ~ 4.6	$V_{OVRN}+0.015$	
			$T_A=-20^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$		$V_{OVRN}+0.030$	
			$T_A=-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$		$V_{OVRN}+0.040$	
过放电保护电压阈值 (N=1, 2, 3)	V_{UVN}	$T_A=25^{\circ}\text{C}$	$V_{UVN}-0.025$	2 ~ 3.2 STEP: 10mV	$V_{UVN}+0.025$	V
		$T_A=-20^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$	$V_{UVN}-0.040$		$V_{UVN}+0.040$	
		$T_A=-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$	$V_{UVN}-0.050$		$V_{UVN}+0.050$	
过放电解除电压阈值 (N=1, 2, 3)	V_{UVRN}	$V_{UVN} \neq V_{UVRN}$	$T_A=25^{\circ}\text{C}$	2 ~ 3.4	$V_{UVRN}+0.035$	V
			$T_A=-20^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$		$V_{UVRN}+0.050$	
			$T_A=-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$		$V_{UVRN}+0.060$	
		$V_{UVN} = V_{UVRN}$	$T_A=25^{\circ}\text{C}$	2 ~ 3.4	$V_{UVRN}+0.025$	
			$T_A=-20^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$		$V_{UVRN}+0.040$	
			$T_A=-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$		$V_{UVRN}+0.050$	
0V 电池充电电压	V_{0CHA}	0V 允许充电	0.5	1.1	1.7	V
放电过流 1 保护电压阈值	V_{DOC1}	$T_A=25^{\circ}\text{C}$	$V_{DOC1}-10$	10 ~ 300 STEP: 5mV	$V_{DOC1}+10$	mV
		$T_A=-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$	$V_{DOC1}-15$		$V_{DOC1}+15$	
放电过流 2 保护电压阈值	V_{DOC2}	$T_A=25^{\circ}\text{C}$	$V_{DOC2}-20$	20 ~ 600 STEP: 10mV	$V_{DOC2}+20$	mV
		$T_A=-20^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$	$V_{DOC2}-25$		$V_{DOC2}+25$	
		$T_A=-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$	$V_{DOC2}-30$		$V_{DOC2}+30$	
放电短路保护电压阈值	V_{SC}	$T_A=25^{\circ}\text{C}$	$V_{SC}-40$	40 ~ 1200 STEP: 20mV	$V_{SC}+40$	mV
放电过流保护解除电压阈值	V_{DOCR}	VM threshold	1.1	1.2	1.3	V
充电过流保护电压阈值	V_{COC}	$T_A=25^{\circ}\text{C}$	$V_{COC}-10$	-10 ~ -300 STEP: 5mV	$V_{COC}+10$	mV
		$T_A=-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$	$V_{COC}-15$		$V_{COC}+15$	
过充电保护延时	t_{OV}	-	$t_{OV} \times 0.8$	512 4000	$t_{OV} \times 1.2$	ms
过放电保护延时	t_{UV}	-	$t_{UV} \times 0.8$	256 2000	$t_{UV} \times 1.2$	ms
放电过流 1 保护延时	t_{DOC1}	-	$t_{DOC1} \times 0.8$	8 4000	$t_{DOC1} \times 1.2$	ms

放电过流 2 保护延时	t_{DOC2}	-	$t_{DOC2} \times 0.8$	8 64	$t_{DOC2} \times 1.2$	ms
放电短路保护延时	t_{SC}	-	$t_{SC} \times 0.7$	280 560	$t_{SC} \times 1.3$	μs
充电过流保护延时	t_{COC}	-	$t_{COC} \times 0.8$	8 64	$t_{COC} \times 1.2$	ms
充放电禁止延时	t_{CTL}	-	$t_{CTL} \times 0.8$	4	$t_{CTL} \times 1.2$	ms
CTL 端子电压"H"	V_{CTLH}	-	$V_{CTLH} - 0.3$	3.5	$V_{CTLH} + 0.3$	V
CTL 端子电压"L"	$V_{CTL L}$	-	$V_{CTL L} - 0.3$	1.5	$V_{CTL L} + 0.3$	V
CTL 下拉电流	I_{CTL}	-		0.2	0.3	μA
VM – VDD 电阻	R_{VMD}	$T_a = 25^{\circ}C$	0.6	1.2	1.8	$M\Omega$
VM – VSS 电阻	R_{VMS}	$T_a = 25^{\circ}C$	0.25	0.5	0.75	$M\Omega$
CO – VDD 电阻	R_{COD}	$T_a = 25^{\circ}C$		10		k Ω
CO – VM 电阻	R_{COM}	$T_a = 25^{\circ}C$		10		k Ω
DO – VDD 电阻	R_{DOD}	$T_a = 25^{\circ}C$		10		k Ω
DO – VSS 电阻	R_{DOS}	$T_a = 25^{\circ}C$		0.4		k Ω
放电状态检测电压 阈值	Vdis_status_th	VI	-	2	-	mV
放电状态检测迟滞	Vdis_status_hys	VI	-	1.5	-	mV
充电状态检测电压 阈值	Vchg_status_th	VI	-	-2	-	mV
充电状态检测迟滞	Vchg_status_hys	VI	-	-1.5	-	mV
NTC 充电状态高温 保护	T_{OTC}	NTC temperature rising NTC:103AT	$T_{OTC} - 2$	T_{OTC}	$T_{OTC} + 2$	$^{\circ}C$
	T_{OTCR}	NTC temperature falling NTC:103AT	$T_{OTCR} - 2$	T_{OTCR}	$T_{OTCR} + 2$	$^{\circ}C$
NTC 放电状态高温 保护	T_{OTD}	NTC temperature rising NTC:103AT	$T_{OTD} - 2$	T_{OTD}	$T_{OTD} + 2$	$^{\circ}C$
	T_{OTDR}	NTC temperature falling NTC:103AT	$T_{OTDR} - 2$	T_{OTDR}	$T_{OTDR} + 2$	$^{\circ}C$
NTC 充电状态低温 保护	T_{UTC}	NTC temperature falling NTC:103AT	-2	0	2	$^{\circ}C$
	T_{UTCR}	NTC temperature rising NTC:103AT	8	10	12	$^{\circ}C$
NTC 放电状态低温 保护	T_{UTD}	NTC temperature falling NTC:103AT	-22	-20	-18	$^{\circ}C$
	T_{UTDR}	NTC temperature rising NTC:103AT	-12	-10	-8	$^{\circ}C$
OTD,OTC,UTD,UTC 延迟时间	t_{NTC_FAULT}	-	1.5	3	5	s
断线检测延迟时间	t_{OW_DELAYN}	-	3	4	5	s

Note: DO,CO 端子电阻和充放电 MOSFETs 参数与开关时间相关, 建议根据端子电阻选择 MOSFETs.

9 功能描述

系统框图

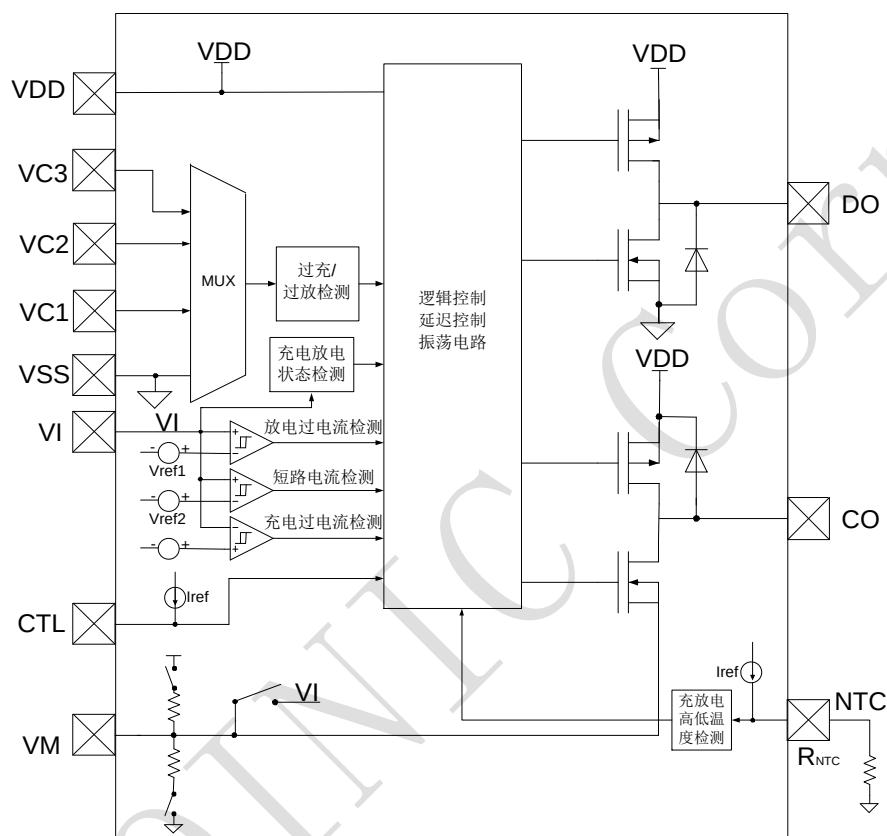


图 4: 内部结构框图

概述

IP3232 是一款低功耗电池组保护器,用于 2~3 节串联锂离子/聚合物可充电电池的初级保护的解决方案。该产品集成了聚合物可充电电池安全运行所需的所有检测和保护,保护功能包括过充、过放电、过流、短路的检测和保护。

过充电状态

任何一节电池电压高于 V_{OVN} ，且这种状态保持在过充电保护延时 (t_{OV}) 以上的情况下，会关闭充电控制开关 (Q1) 而停止充电，这种状态称为过充电状态。

过充电状态在满足下述条件时会被解除：

(1) 在没有负载连接的情况下，当每节电池电压降低到过充电解除电压 (V_{OVRN}) 以下时，即可解除过充电状态。

(2) 在有负载连接的情况下，当过充电电池电压降低到过充电保护电压 (V_{OVN}) 以下时，即可解除过充电状态。

(3) 当电流检测端子 (VI) 检测到放电状态，即使任意节电池电压仍高于 V_{OVN} ，CO 端子也会上拉到 VDD，充电控制开关 (Q1) 开启。

过充电解除延时内部固定为 4ms。

过放电状态

任何一节电池电压低于 V_{UVN} ，且这种状态保持在过放电保护延时 (t_{UV}) 以上的情况下，会关闭放电控制开关 (Q2) 而停止放电，DO 端子电压下拉到 VSS 电位，这种状态称为过放电状态。

过放电状态在满足下述条件时会被解除：

有休眠功能

在过放电状态下，如果 VM 端子的电压大于 3.5V (典型值) 且延时超过 t_{PD} ，休眠功能则开始工作，消耗电流将减少到休眠时消耗电流 500nA。通过连接充电器，可以解除休眠。

(1) 在没有充电器连接的情况下，即使每节电池电压在过放电解除电压 (V_{UVRN}) 以上，也不解除过放电状态。

(2) 在有充电器连接的情况下，当每节电池电压在过放电保护电压 (V_{UVN}) 以上，即可解除过放电状态。

(3) 当电流检测端子 (VI) 检测到充电状态，即使任意一节电池电压仍低于 V_{UVN} ，DO 端子也会上拉到 VDD，放电控制开关 (Q2) 开启。

无休眠功能

(1) 在没有充电器连接的情况下，当每节电池电压在过放电解除电压 (V_{UVRN}) 以上，即可解除过放电状态。

(2) 在有充电器连接的情况下，当每节电池电压在过放电保护电压 (V_{UVN}) 以上，即可解除过放电状态。

(3) 当电流检测端子 (VI) 检测到充电状态，即使任意一节电池电压仍低于 V_{UVN} ，DO 端子也会上拉到 VDD，放电控制开关 (Q2) 开启。

过放电解除延时内部固定为 4ms。

放电过电流状态

放电电流达到设定值以上会导致电流检测端子 (VI) 电压上升到 V_{DOCX} 以上，若这种状态持续保持在放电过电流保护延时 (t_{DOCX}) 以上的情况下，会关闭充电控制开关 (Q1)、放电控制开关 (Q2) 而停止放电，这种状态称为放电过电流状态。

IP3232 有 3 种放电过电流保护电位 (放电过电流 V_{DOC1} 、 V_{DOC2} 以及短路过电流 V_{SC})。对负载短路保护电压 (V_{SC}) 的操作也与对 V_{DOCX} 的操作相同。

在连接着负载的期间，VM 端子电压由于连接着负载而变为 VDD 端子电压。若断开与负载的连接，则 VM 端子电压恢复回 VSS 端子电压。当 VM 端子电压降低到 V_{DOCR} 以下时，即可解除放电过电流状态。

充电过电流状态

当充电电流达到设定值以上，且 V_I 电压降到 V_{COC} 以下时，若这种状态持续保持在充电过电流保护延时 (t_{COC}) 以上的情况下，会关闭充电控制开关 (Q1)、放电控制开关 (Q2) 而停止充电，这种状态称为充电过电流状态。断开与充电器的连接或者外部加负载，即可解除充电过电流状态。在过放电状态下，充电过电流保护无效。

控制逻辑 CTL

当控制逻辑 CTL 端子电压在 CTL 端子电压 "L" (V_{CTL}) 以下，且此状态持续保持在充放电禁止延迟时间 (t_{CTL}) 以上时，会关闭充电控制开关 (Q1) 和放电控制开关 (Q2) 而停止充电和放电。这种状态称为充放电禁止状态。反之，当 CTL 端子电压在 "H" (V_{CTLH}) 以上，则充电控制开关 (Q1) 和放电控制开关 (Q2) 的开通和关闭由锂电保护的电压电流检测来决定。当 CTL 浮空时，内部被下拉电阻拉低。

0V 电池充电

当使能了 0V 电池充电允许功能，即允许向 0V 电池充电。充电器电压在 V_{OCHA} 以上时，充电控制开关 (Q1) 的门极会被固定为 VDD 端子电压。借助于充电器电压，当充电控制开关 (Q1) 的门极和源极间电压达到 MOSFET 的开启阈值电压以上时，充电控制开关 (Q1) 将被导通而开始进行充电。此时，放电控制开关 (Q2) 关闭，充电电流会流经放电控制 FET 的内部寄生二极管而流入。在电池电压变为 V_{UVN} 以上时恢复回通常状态。

当使能了 0V 电池充电禁止功能，当检测到任意一节电池的电压低于 0V 电池禁止充电电压阈值后，禁止给电池充电。

需要注意的是，当 0V 电池充电所使能的功能不同，部分其它功能的状态如下表所示：

表 3：0V 电池充电功能状态表

状态	0V 电池充电允许	0V 电池充电禁止
过放电负载锁定功能	无	有
NTC 保护阈值	NTC 保护阈值组合一	NTC 保护阈值组合二

注：NTC 保护阈值组合一见表 4，NTC 保护阈值组合二见表 5。

断线检测 (OW)

在断线检测时，任何一节电池电压 VCx 断线，且维持延时时间 t_{OW_DELAYN} 以上时，则判断为断线状态，会关闭放电控制开关 (Q2) 和充电控制开关 (Q1)。当每节电池的电压 VCx 都恢复正常时，则断线检测恢复，充电和放电开关恢复条件由过充，过放，过流的对应条件满足与否决定。

t_{OW_DELAYN} 是在检测到断线开始计时，而非实际断线发生开始计时。发生断线后 VCx 上的电压有可能降低较慢，所以 IC 只有在电压下降到断线阈值后，才是开始 t_{OW_DELAYN} 的计时。

充电放电状态检测

IP3232 集成充电放电状态比较器。当检测到 V_I 电压低于 $-2mV$ 时，为充电状态，迟滞为 $-0.5mV$ ；当 V_I 电压高于 $2mV$ 时，为放电状态，迟滞为 $0.5mV$ ；充电状态检测在放电发生保护时开启，放电状态检测在充电发生保护时开启，用于在充放电状态发生变化后快速开启保护管，以保护充放电 MOSFET 的体二极管。

当充电过温、低温和过压保护后，会关闭充电 MOSFETs，如果此时满足放电温度范围，当放电时，如果放电状态检测 V_I 电压高于放电状态阈值 $V_{dis_status_th}$ ，就会快速开启充电管，以保护充电 MOSFET 的体二极管不被损坏。

当过放电保护后，如果充电状态检测到 V_I 电压低于充电状态阈值 $V_{chg_status_th}$ ，之后会快速开启放电管，以保护放电 MOSFET 的体二极管不被损坏。

过放电负载锁定功能

当 IP3232 进入过放电状态后， VM 会被外部负载拉高。如果过放电负载锁定功能使能，当负载存在时，即使电池电压恢复到过放电解除电压以上， DO 端子保持为低。

过放电负载锁定状态在满足下述条件时会被解除：

(1) 断开负载连接， VM 电压降到 $1.2V$ （典型值）阈值以下且超过负载锁定状态解除延迟时间 $64ms$ （典型值）以上，过放电负载锁定状态解除，恢复到过放电状态，此时按正常的过放电解除条件释放 DO 端子。

(2) 连接充电器，且时间超过负载锁定状态解除延迟时间 $64ms$ （典型值）以上，过放电负载锁定状态解除，恢复到过放电状态，此时按正常的过放电解除条件释放 DO 端子。

需要注意的是，如果过放电负载锁定功能和休眠功能同时使能，当进入过放电状态后，如果负载存在的时间超过休眠模式延时（ t_{pd} ），即使电池电压已经恢复到过放电解除电压以上，也会进入休眠模式， DO 端子保持为低。

NTC 温度保护

充放电过程中，电芯温度过高或过低都会给电芯带来损坏，因此需要通过热敏电阻 R_{NTC} 用于感知温度变化，当达到设定的保护温度，且维持一段时间后，就会发生温度保护，将充电或放电 MOS 管关断，实现对电芯充放电高低温度的保护。

充电高温保护迟滞温度和放电高温保护迟滞温度均为 $10^{\circ}C$ 。

充电高温状态

在充电过程中，如果检测到温度高于充电高温保护温度 T_{OTC} ，且维持这种状态一定的延时时间 t_{NTC_FAULT} ，则进入充电过温状态，关闭充电控制开关（ $Q1$ ）。

满足下面条件之一，退出充电过温状态，打开充电控制开关（ $Q1$ ）：

1. 如果检测到温度低于充电高温释放温度 T_{OTCR} 且维持 t_{NTC_FAULT} 的延时时间，则退出充电过温状态，打开充电控制开关（ $Q1$ ）。
2. 退出充电，开始放电。当充放电状态检测判断为放电状态，打开充电控制开关（ $Q1$ ）。

充电低温状态

在充电过程中，如果检测到温度低于充电低温保护温度 T_{UTC} ，且维持这种状态一定的延时时间 t_{NTC_FAULT} ，则进入充电低温状态，关闭充电控制开关（ $Q1$ ）。

满足下面条件之一，退出充电低温状态，打开充电控制开关（ $Q1$ ）：

1. 如果检测到温度高于充电低温释放温度 T_{UTCR} 且维持 t_{NTC_FAULT} 的延时时间，则退出充电低温状态，打开充电控制开关（ $Q1$ ）。
2. 退出充电，开始放电。当充放电状态检测判断为放电状态，打开充电控制开关（ $Q1$ ）。

放电高温状态

在放电过程中，如果检测到温度高于放电高温保护温度 T_{OTD} ，且维持这种状态一定的延时时间 t_{NTC_FAULT} ，则进入放电过温状态，关闭充电控制开关（ $Q1$ ）和放电控制开关（ $Q2$ ）。

满足下面条件，退出放电过温状态，打开放电控制开关（ $Q2$ ）：

如果温度低于放电高温释放温度 T_{OTDR} 且维持 t_{NTC_FAULT} 的延时时间。

放电低温状态

在放电过程中，如果检测到温度低于放电低温保护温度 T_{UTD} ，且维持这种状态一定的延时时间 t_{NTC_FAULT} ，则进入放电低温状态，关闭充电控制开关（ $Q1$ ）和放电控制开关（ $Q2$ ）。

满足下面条件，退出放电低温状态，打开放电控制开关（Q2）：

如果检测到温度高于放电低温释放温度 T_{UTDR} 且维持 t_{NTC_FAULT} 的延时时间。

NTC温度保护使用方法：

- 1) 选择NTC电阻，IP3232推荐NTC电阻的型号为：103AT，B=3435
- 2) 两组保护阈值组合（其中NTC保护阈值组合二有4种保护阈值可选）：

表 4： NTC 保护阈值组合一（0V 充电允许）

保护	温度阈值	NTC电阻（典型值）
充电低温	0°C	27.63kΩ
充电高温	55°C	3.533kΩ
放电低温	-20°C	70.58kΩ
放电高温	70°C	2.217kΩ

表 5： NTC 保护阈值组合二（0V 充电禁止）

保护	温度阈值1	NTC电阻1 （典型值）	温度阈值2	NTC电阻2 （典型值）	温度阈值3	NTC电阻3 （典型值）	温度阈值4	NTC电阻4 （典型值）
充电低温	0°C	27.63kΩ	0°C	27.63kΩ	0°C	27.63kΩ	0°C	27.63kΩ
充电高温	45°C	4.917kΩ	45°C	4.917kΩ	55°C	3.533kΩ	55°C	3.533kΩ
放电低温	-20°C	70.58kΩ	-20°C	70.58kΩ	-20°C	70.58kΩ	-20°C	70.58kΩ
放电高温	65°C	2.579kΩ	70°C	2.217kΩ	65°C	2.579kΩ	70°C	2.217kΩ

- 3) 可通过串并电阻的方式修改最终保护温度，但只要电阻改变，上面四个保护阈值都会随之变化，请谨慎计算选取。

10 工作时序图

过充电保护、过放电保护

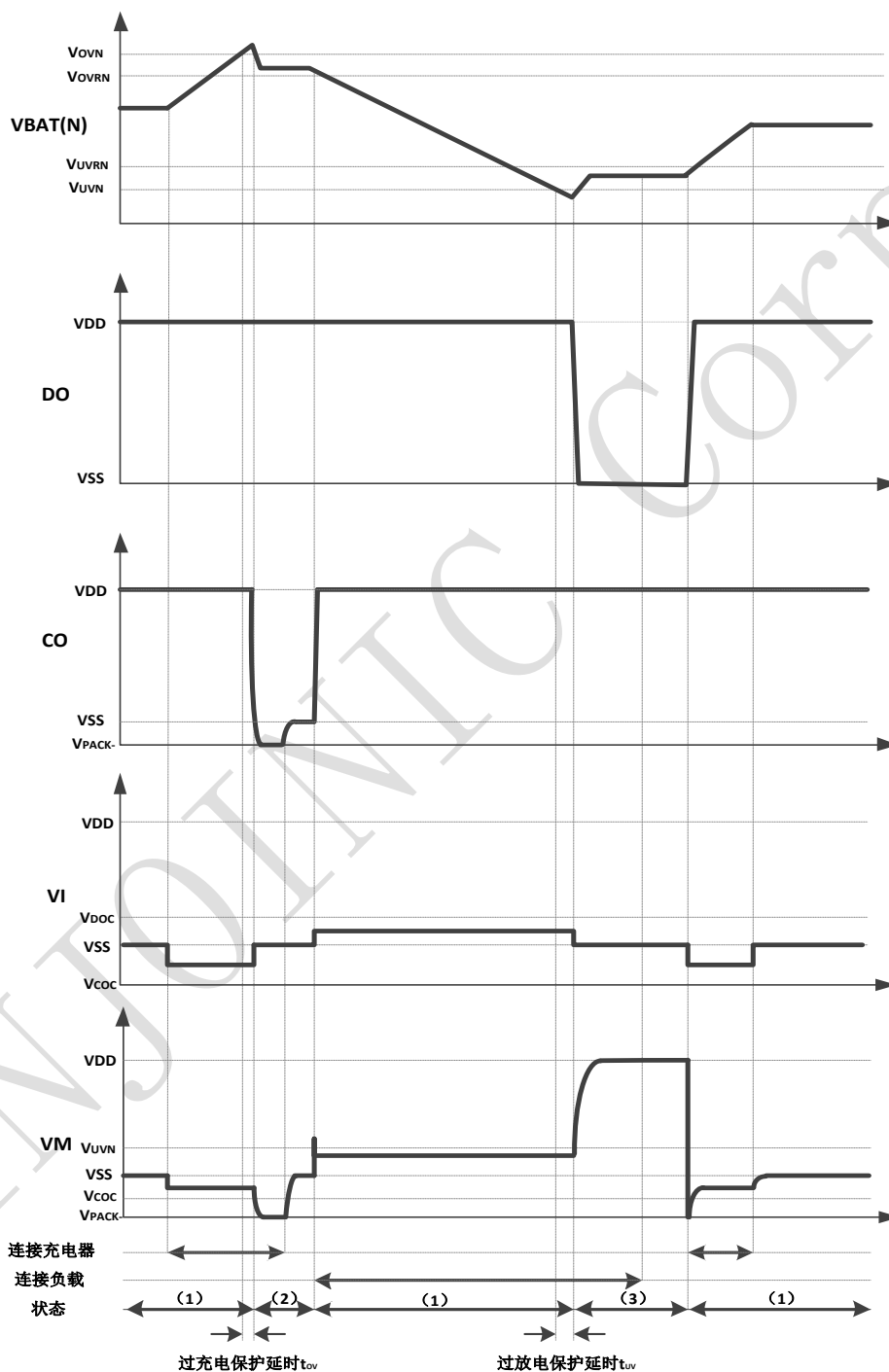


图 5:过充电、过放电工作时序图

备注： (1) 正常状态
(2) 过充电状态
(3) 过放电状态

放电过电流保护

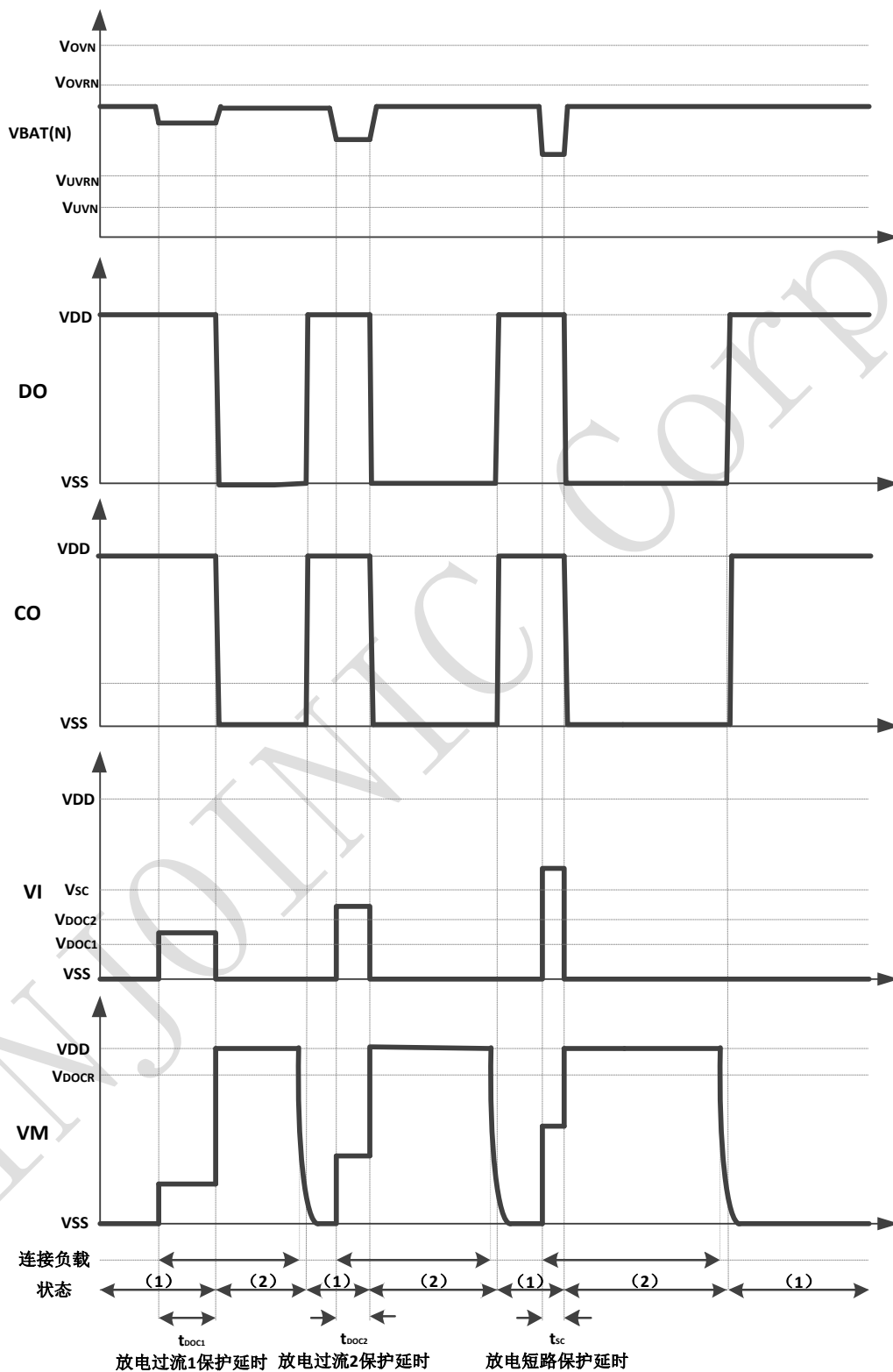


图 6:放电过流保护工作时序图

备注: (1) 正常状态
(2) 放电过电流状态

放电过电流解除条件

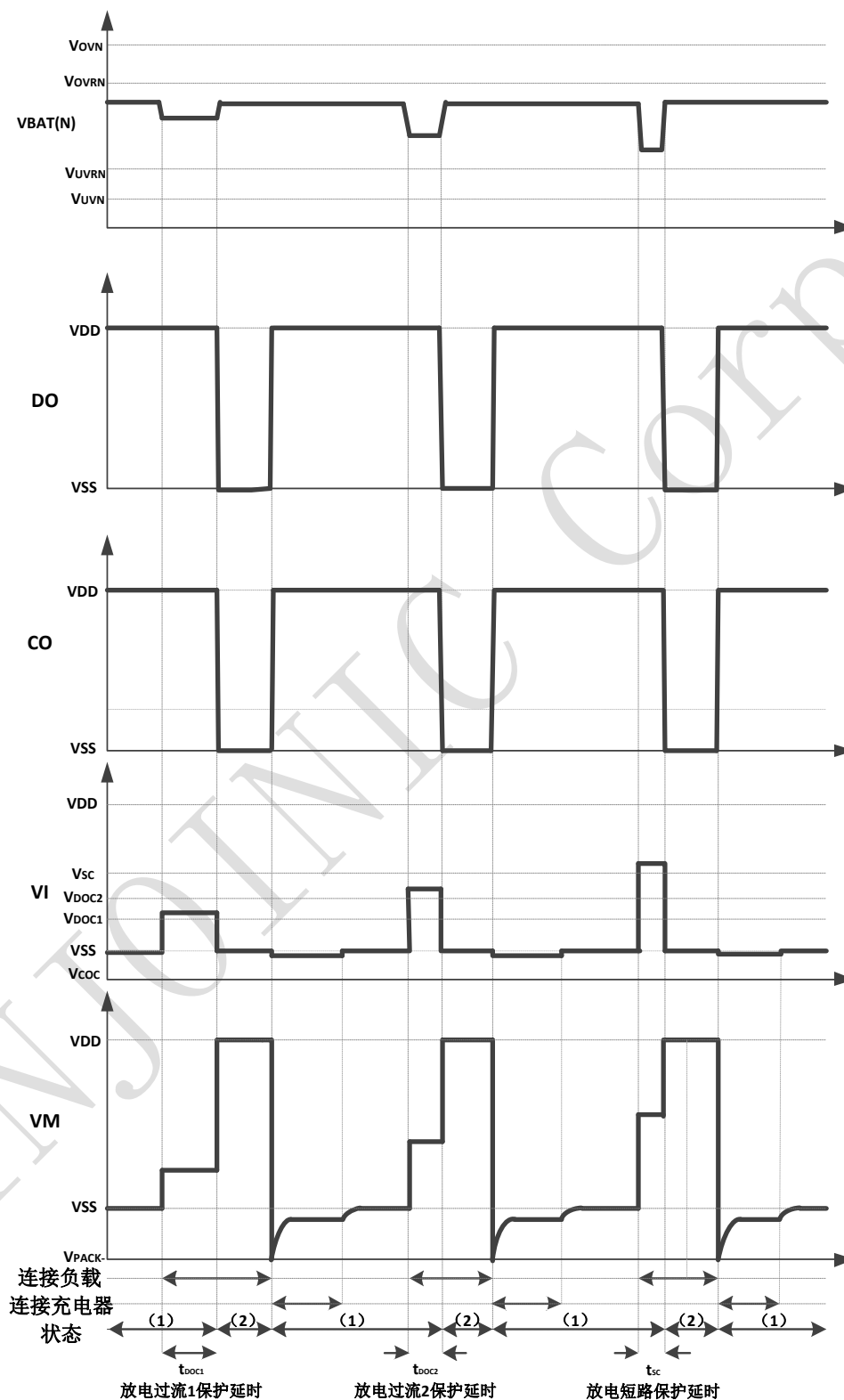


图 7:放电过流保护解除工作时序图

备注: (1) 正常状态
(2) 放电过电流状态

充电过电流保护

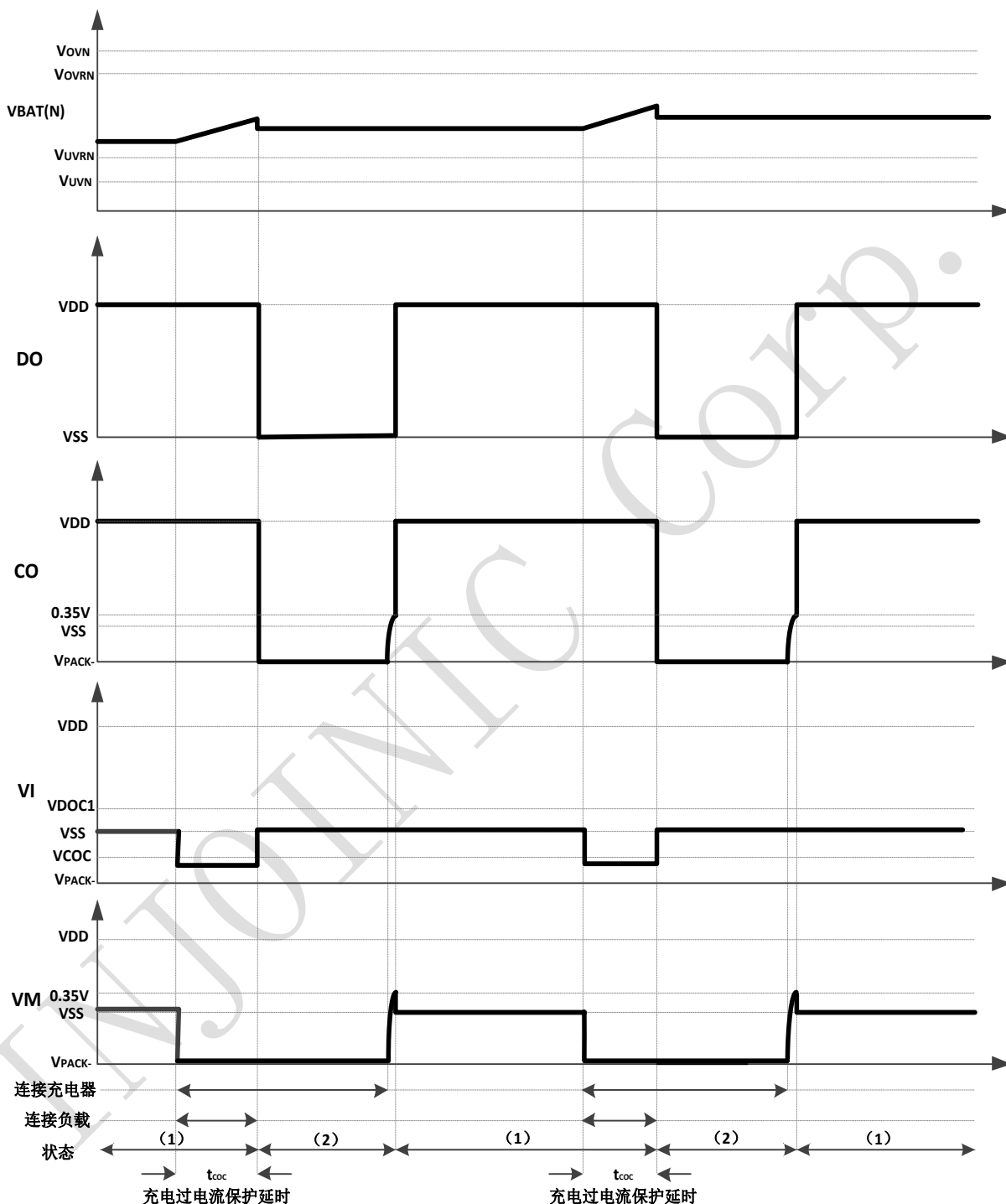


图 8:充电过流保护工作时序图

备注： (1) 正常状态
(2) 充电过电流状态

NTC 检测时序图

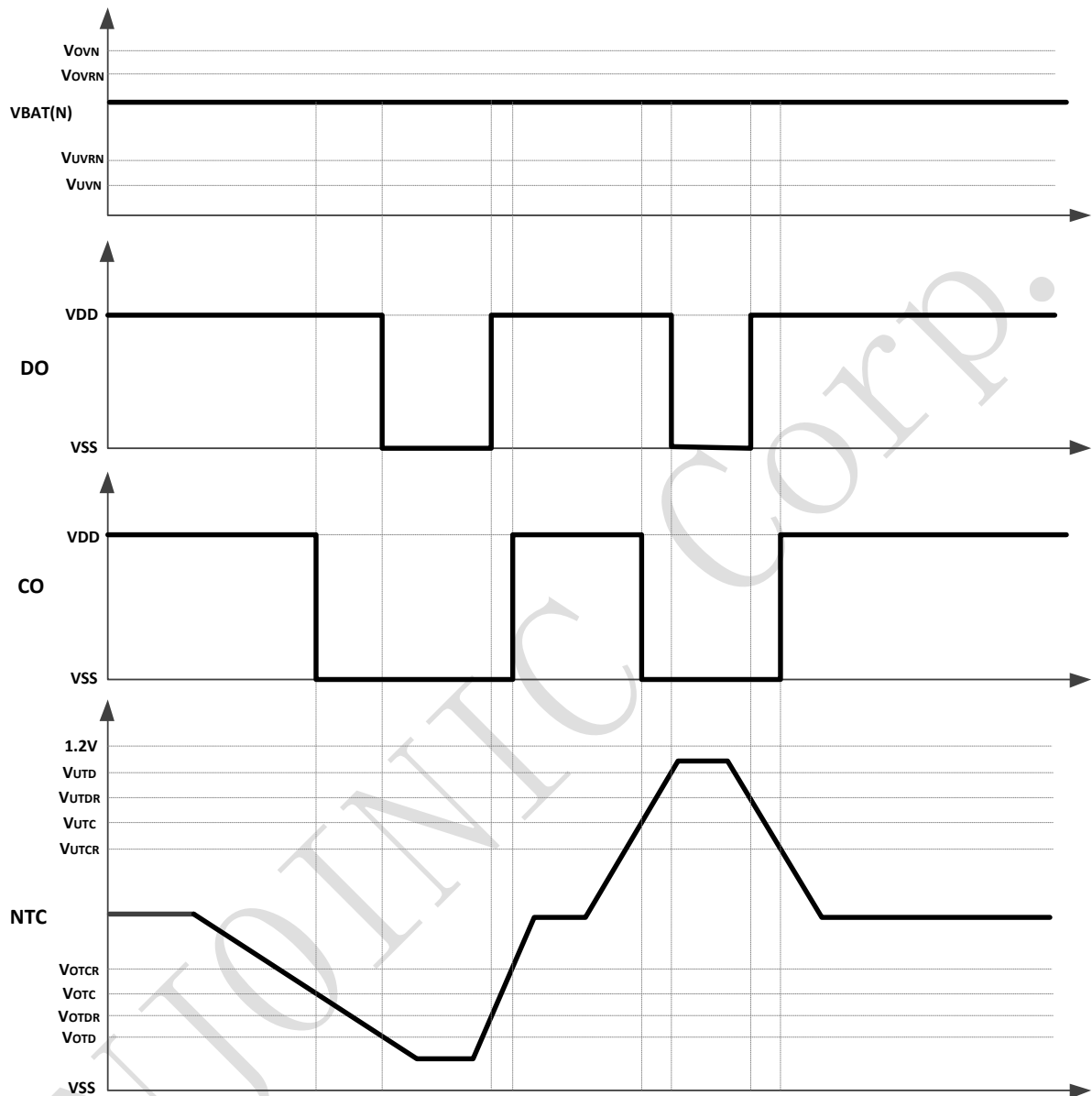


图 9:NTC 高低温保护工作时序图

11 典型应用原理图

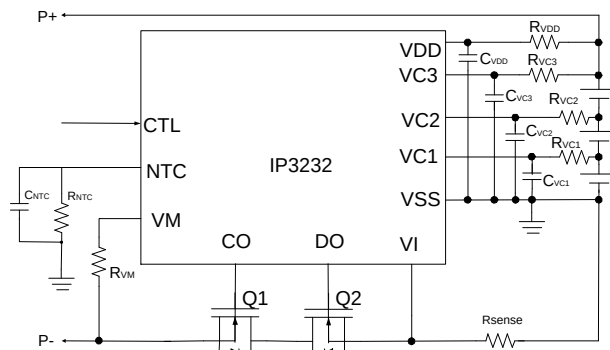


图 10：3 节典型应用原理图

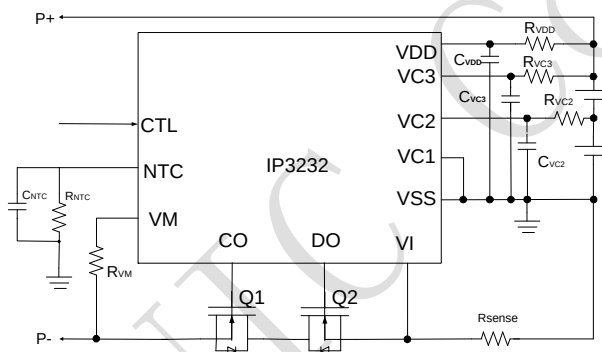
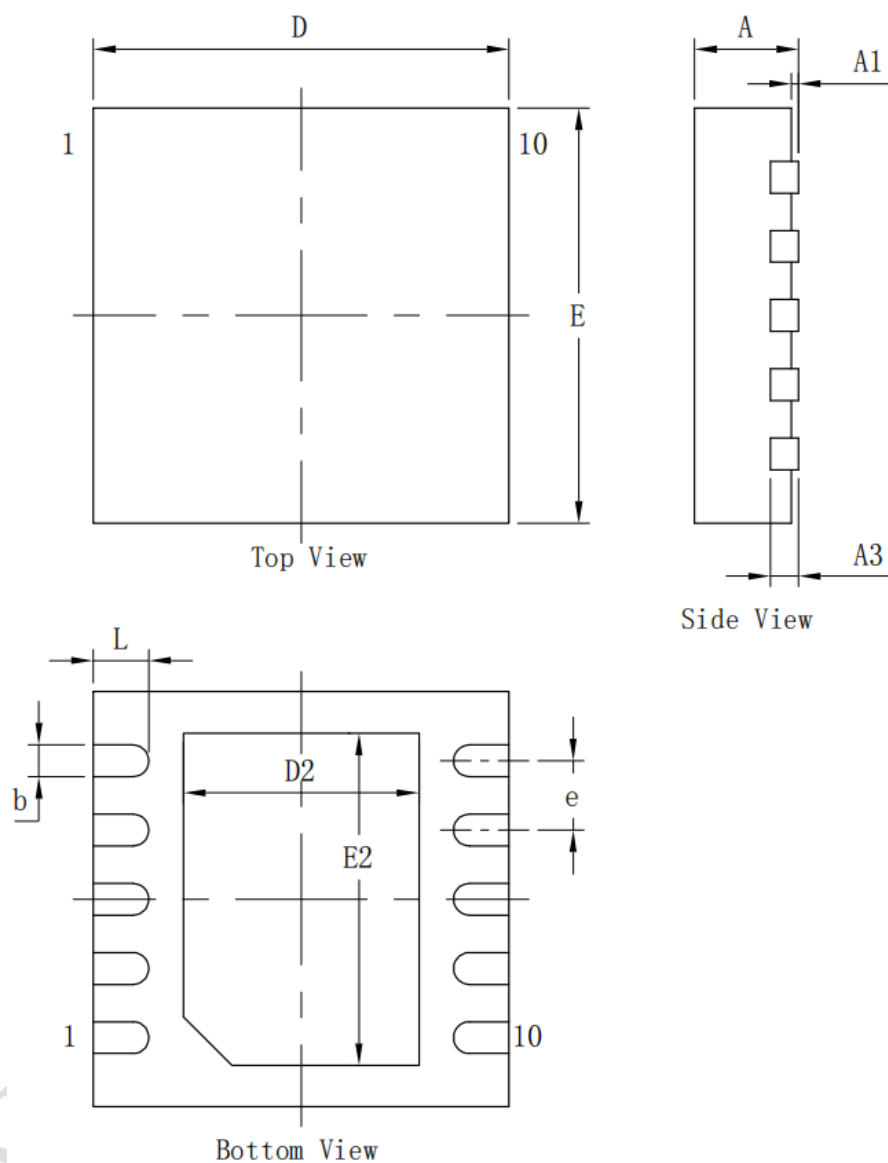


图 11：2 节典型应用原理图

典型应用原理图推荐参数

符号	元器件	功能	典型值
R_{VDD}	电阻	电源 RC 滤波和限流	330Ω
R_{VC3}	电阻	电源 RC 滤波和限流	330Ω
R_{VC2}	电阻	电源 RC 滤波和限流	330Ω
R_{VC1}	电阻	电源 RC 滤波和限流	330Ω
Q1	N MOSFET	充电保护	
Q2	N MOSFET	放电保护	
R_{NTC}	热敏电阻	温度检测	10kΩ (103AT)
C_{VDD}	电容	电源滤波	1μF
C_{VC3}	电容	电源滤波	1μF
C_{VC2}	电容	电源滤波	1μF
C_{VC1}	电容	电源滤波	1μF
C_{NTC}	电容	电源滤波	10nF
R_{VM}	电阻	限流	1kΩ
R_{sense}	电流检测功率电阻	高精度电流检测	2mΩ

12 封装信息



标注 \ 尺寸	最小 (mm)	标准 (mm)	最大 (mm)	标注 \ 尺寸	最小 (mm)	标准 (mm)	最大 (mm)
A	0.70	0.75	0.80	E	2.90	3.00	3.10
A1	—	—	0.05	D2	1.60	1.70	1.80
A3	0.203 REF			E2	2.30	2.40	2.50
b	0.18	0.23	0.28	e	0.50 TYP		
D	2.90	3.00	3.10	L	0.35	0.40	0.45

图 12: IP3232 DFN10(0303)封装外形尺寸图

13 责任及版权声明

英集芯科技有限公司有权对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改，客户在下订单前应获取最新的相关信息，并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的销售条款与条件。

英集芯科技有限公司对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用英集芯的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险，客户应提供充分的设计与操作安全验证。

客户认可并同意，尽管任何应用相关信息或支持仍可能由英集芯提供，但他们将独力负责满足与其产品及其应用中使用英集芯产品相关的所有法律、法规和安全相关要求。客户声明并同意，他们具备制定与实施安全措施所需的全部专业技术和知识，可预见故障的危险后果、监测故障及其后果、降低有可能造成人身伤害的故障的发生机率并采取适当的补救措施。客户将全额赔偿因在此类关键应用中使用任何英集芯产品而对英集芯及其代理造成的任何损失。

对于英集芯的产品手册或数据表，仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。英集芯对此类篡改过的文件不承担任何责任或义务。复制第三方的信息可能需要服从额外的限制条件。

英集芯会不定期更新本文档内容，产品实际参数可能因型号或者其他事项不同有所差异，本文档不作为任何明示或暗示的担保或授权。

在转售英集芯产品时，如果对该产品参数的陈述与英集芯标明的参数相比存在差异或虚假成分，则会失去相关英集芯产品的所有明示或暗示授权，且这是不正当的、欺诈性商业行为。英集芯对任何此类虚假陈述均不承担任何责任或义务。