

10~16 串锂离子/聚合物电池保护器

1 特性

- **高精度电压检测:**
 - ◇ 过充电保护电压 $V_{OVN}(N=1\sim 16)$: 3.50V~4.60V
进阶单位为 10mV, 精度为 $\pm 25\text{mV}$
 - ◇ 过充电解除电压 $V_{OVRN}(N=1\sim 16)$: 3.30V~4.60V^{note1}
精度为 $\pm 35\text{mV}$
 - ◇ 过放电保护电压 $V_{UVN}(N=1\sim 16)$: 2.00V~3.20V
进阶单位为 10mV, 精度为 $\pm 50\text{mV}$
 - ◇ 过放电解除电压 $V_{UVRN}(N=1\sim 16)$: 2.00V~3.40V^{note2}
精度为 $\pm 75\text{mV}$
- **3 段放电过流检测功能:**
 - ◇ 放电过流 1 保护电压 V_{DOC1} : 0.025V~0.400V
进阶单位为 5mV, 精度为 $\pm 10\text{mV}$
 - ◇ 放电过流 2 保护电压 V_{DOC2} : 0.04V~0.80V
进阶单位为 10mV, 精度为 $\pm 20\text{mV}$
 - ◇ 放电短路保护电压 V_{SC} : 0.08V~1.60V
进阶单位为 20mV, 精度为 $\pm 40\text{mV}$
- **充电过流检测功能:**
 - ◇ 充电过流保护电压 V_{COC} : -0.020V~-0.300V
进阶单位为 5mV, 精度为 $\pm 15\text{mV}$
- **内置各种延时 (过充电、过放电、过流、过温)**
- **电池 NTC 温度保护**
- **独立充电 (CO) 和放电 (DO) FET 驱动器且钳位 CO 和 DO 最高电压到 12V**
- **支持分口应用**

- **支持 10~16 串应用**
- **VDD 宽工作电压范围: 5V~80 V**
- **静态电流: 20 μA (正常模式)
3 μA (休眠模式)**
- **支持断线检测 (OW)**
- **耗尽电池 0V 允许充电**
- **充放电状态检测**
- **休眠功能可选**
- **可通过外部控制 CTLD 控制 DO, 支持 PWM 输入控制 DO**
- **宽工作温度范围: -40°C ~ +85°C**
- **封装: TSSOP30 封装**

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, 电动自行车, 电动平衡车等**

3 简介

IP3281 是一款低功耗电池组保护器, 用于 10~16 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。

note1: 过充电迟滞电压的大小等于 0.05V~0.4V 之间以 50mV 为间隔的某一选定值; (过充电迟滞电压 = 过充电保护电压 - 过充电解除电压)

note2: 过放电迟滞电压的大小等于 0.1V~0.7V 之间以 100mV 为间隔的某一选定值; (过放电迟滞电压 = 过放电解除电压 - 过放电保护电压)

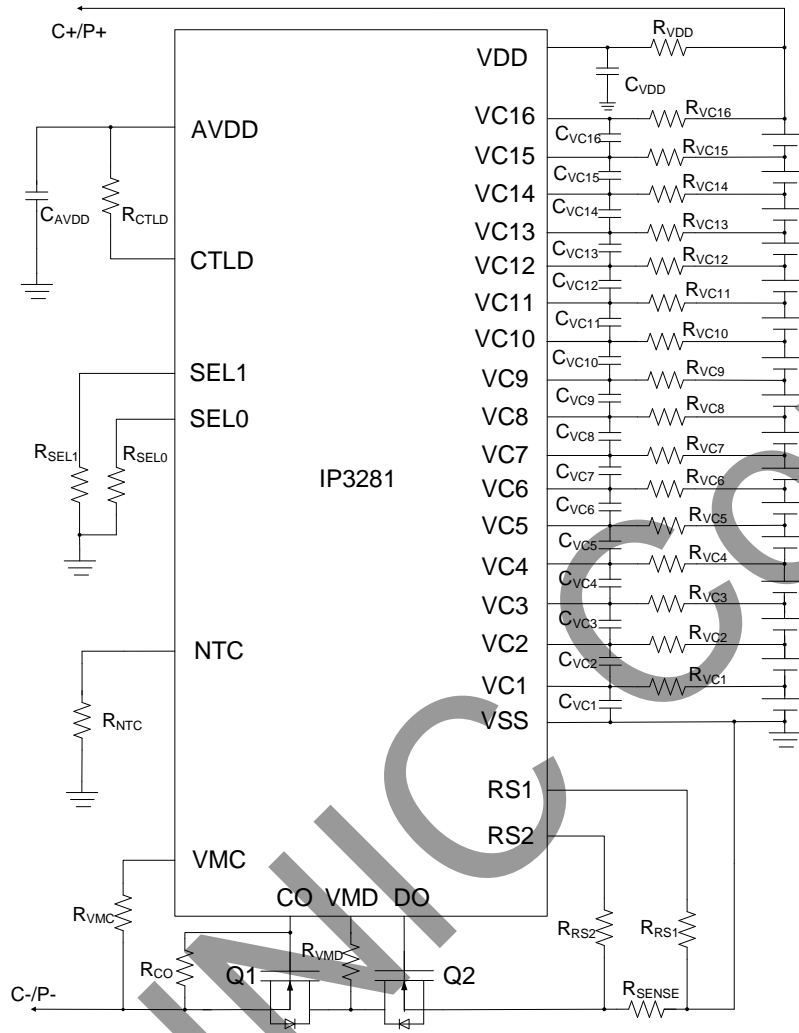


图 1 IP3281 简化应用电路

目录

1 特性.....	1
2 应用.....	1
3 简介.....	1
4 修改记录	4
5 引脚定义	5
6 极限参数	6
7 推荐工作条件	6
8 型号名称结构和型号列表	7
9 电气特性	8
10 功能描述	10
10.1 系统框图.....	10
10.2 概述.....	11
10.3 过充电状态	11
10.4 过放电状态	11
10.5 放电过流状态	12
10.6 充电过流状态	12
10.7 控制逻辑 CTLD	12
10.8 允许向 0V 电池充电.....	12
10.9 断线检测 (OW)	12
10.10 充放电状态检测.....	12
10.11 NTC 状态	13
10.12 节数选择.....	14
11 工作时序图.....	15
11.1 过充电保护、过放电保护	15
11.2 放电过流保护	16
11.3 放电过流解除条件	17
11.4 充电过流保护	18
11.5 NTC 检测时序图.....	19
12 典型应用原理图	20
12.1 16 节同口	20
12.2 13 节同口	21
12.3 10 节同口	22
12.4 16 节半分口.....	23
12.5 16 节全分口.....	24
12.6 16 节同口, 带 CO 防护电路和 DO 加速电路.....	25
13 封装信息.....	27
14 IC 丝印说明.....	28
15 责任及版权声明	29

4 修改记录

备注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同。

初版 V1.00（2024 年 6 月）

页码

- 初版释放.....

V1.01（2024 年 7 月）

- 删除延时选项表和功能选项表，增加型号列表.....P7
- 修改电气特性中的延时和温度参数.....P8,P9
- 修改功能描述.....P10~P13
- 修改典型应用原理图.....P19~P23
- 修改 BOM 表.....P24

V1.02（2024 年 8 月）

- 修改特性描述.....P1
- 增加型号.....P7
- 修改电气特性.....P8,P9
- 修改功能描述.....P10~13
- 增加典型应用原理图并修改 BOM 表.....P23~P25

5 引脚定义

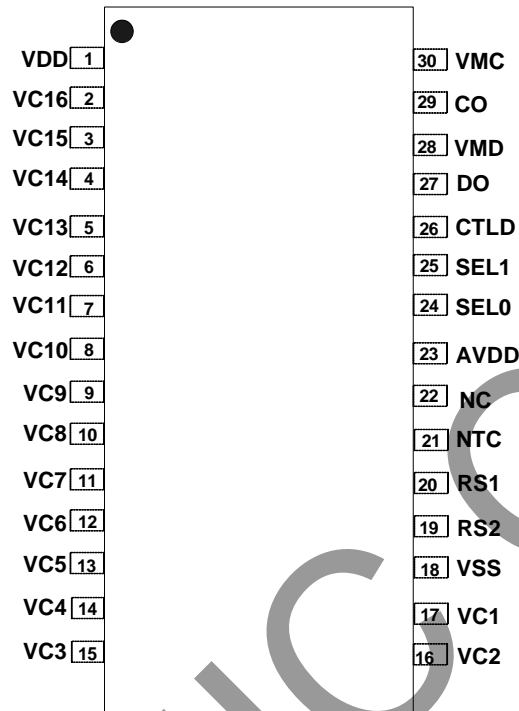


图 2 IP3281 TSSOP30 引脚图

引脚编号	引脚名字	功能描述
1	VDD	正电源输入端子、连接最高串电池的正电压
2	VC16	电池 16 的正电压连接端子
3	VC15	电池 16 的负电压、电池 15 的正电压连接端子
4	VC14	电池 15 的负电压、电池 14 的正电压连接端子
5	VC13	电池 14 的负电压、电池 13 的正电压连接端子
6	VC12	电池 13 的负电压、电池 12 的正电压连接端子
7	VC11	电池 12 的负电压、电池 11 的正电压连接端子
8	VC10	电池 11 的负电压、电池 10 的正电压连接端子
9	VC9	电池 10 的负电压、电池 9 的正电压连接端子
10	VC8	电池 9 的负电压、电池 8 的正电压连接端子
11	VC7	电池 8 的负电压、电池 7 的正电压连接端子
12	VC6	电池 7 的负电压、电池 6 的正电压连接端子
13	VC5	电池 6 的负电压、电池 5 的正电压连接端子
14	VC4	电池 5 的负电压、电池 4 的正电压连接端子
15	VC3	电池 4 的负电压、电池 3 的正电压连接端子
16	VC2	电池 3 的负电压、电池 2 的正电压连接端子
17	VC1	电池 2 的负电压、电池 1 的正电压连接端子
18	VSS	负电源输入端子、电池 1 的负电压连接端子
19	RS2	电流检测引脚 2，电流采集端正端
20	RS1	电流检测引脚 1，电流采集端负端
21	NTC	温度检测引脚，连接热敏电阻

22	NC	必须浮空
23	AVDD	外接 1 μ F 滤波电容, 5V 电压输出, 不作为外部供电电源用
24	SEL0	节数选择引脚
25	SEL1	
26	CTLD	放电控制端子
27	DO	放电控制开关门极驱动
28	VMD	负载检测引脚
29	CO	充电控制开关门极驱动
30	VMC	充电器检测引脚

6 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 ~ 85	V
VC16 ~ VC1, CTLD	VC16 ~ VC1, CTLD to VSS	VSS-0.3 ~ VDD+0.3	V
SEL0, SEL1, NTC, AVDD, RS1, RS2 引脚	SEL0, SEL1, NTC, AVDD, RS1, RS2 to VSS	VSS-0.3 ~ 6	V
DO, VMD 对地范围	DO, VMD to VSS	VSS-0.3 ~ VDD+0.3	V
CO, VMC 对 VDD 引脚	CO, VMC to VDD	-85 to 0.3	V
存储温度范围	T _{STG}	-55 ~ 125	°C
热阻 (结温到环境)	θ_{JA}	85	°C/W
人体模型 (HBM)	ESD	1.5	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。

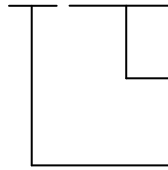
7 推荐工作条件

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压	VDD	5	--	80	V
单节电池电压	VC16 ~ VC1	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。

8 型号名称结构和型号列表

IP3281X XX



具体型号代号
 代号范围从AA~ZZ
 A代表10/12/14/16节应用
 B代表11/13/15/16节应用

表 1 型号列表

型号名	V _{OV}	V _{OVR}	V _{UV}	V _{UVR}	V _{DOC1}	V _{DOC2}	V _{SC}	V _{COC}	休眠使能	温度保护阈值组合 ^{*1}
IP3281AAA	4.25V	4.15V	2.70V	3.00V	0.100V	0.20V	0.50V	-0.05V	不使能	(1)
IP3281AAB	4.25V	4.15V	2.70V	3.00V	0.050V	0.10V	0.20V	-0.02V	不使能	(2)
IP3281AAC	3.75V	3.55V	2.30V	2.70V	0.050V	0.10V	0.20V	-0.02V	不使能	(2)
IP3281BAA	4.25V	4.15V	2.70V	3.00V	0.100V	0.20V	0.50V	-0.05V	不使能	(1)

*1: 参考表 2 获取关于温度阈值的细节。

备注: 需要上述规格以外的产品时, 请与本公司业务部联系。

表 2 温度阈值组合表

温度保护阈值	T _{OTC} /°C	T _{OTCR} /°C	T _{UTC} /°C	T _{UTCRCR} /°C	T _{OTD} /°C	T _{OTDR} /°C	T _{UTD} /°C	T _{UTCDCR} /°C	放电低温保护
(1)	50	40	0	5	65	55	-	-	不使能
(2)	50	40	-5	0	70	60	-	-	不使能

9 电气特性

除特别说明，在 $T_A=25^\circ\text{C}$ 条件下测试， $V_{DD}=56\text{V}$ ，CTL 拉高到 AVDD。

参数	符号	测试条件	范围			单位
			最小值	典型值	最大值	
功耗						
静态电流 (VDD 电流)	$I_{\text{OPE}}^{*\text{note3}}$	$V_{DD}=V_{C16}=56\text{V}$, $V_{C6}-V_{C15}=V_{C15}-V_{C14}=\dots$ $=V_{C2}-V_{C1}=V_{C1}=3.5\text{V}$	-	20	25	μA
休眠电流 (VDD 电流)	I_{PDN}	Power down 模式, $V_{DD}=6\text{V}$	-	3	5	μA
CO 驱动耗电	I_{CO}	正常状态, $R_{\text{CO}}=1\text{M}\Omega$	-	12	-	μA
CO 防护电路耗电	I_{PRT}	正常状态, $R_{\text{CO1}}=1\text{M}\Omega$, $R_{\text{CO2}}=3\text{M}\Omega$	-	4	-	μA
电压阈值						
过充电保护电压阈值 (N=1 ~ 16)	V_{OVN}	$T_A=25^\circ\text{C}$	$V_{\text{OVN}}-0.025$	V_{OVN}	$V_{\text{OVN}}+0.025$	V
		$T_A=-20^\circ\text{C} \sim +60^\circ\text{C}$	$V_{\text{OVN}}-0.035$		$V_{\text{OVN}}+0.035$	
		$T_A=-40^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$	$V_{\text{OVN}}-0.050$		$V_{\text{OVN}}+0.050$	
过充电解除电压阈值 (N=1 ~ 16)	$V_{\text{OVRN}} \neq V_{\text{OVRN}}$	$T_A=25^\circ\text{C}$	$V_{\text{OVRN}}-0.025$	V_{OVRN}	$V_{\text{OVRN}}+0.025$	V
		$T_A=-20^\circ\text{C} \sim +60^\circ\text{C}$	$V_{\text{OVRN}}-0.035$		$V_{\text{OVRN}}+0.035$	
		$T_A=-40^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$	$V_{\text{OVRN}}-0.050$		$V_{\text{OVRN}}+0.050$	
	$V_{\text{OVRN}} = V_{\text{OVRN}}$	$T_A=25^\circ\text{C}$	$V_{\text{OVRN}}-0.025$	V_{OVRN}	$V_{\text{OVRN}}+0.025$	V
		$T_A=-20^\circ\text{C} \sim +60^\circ\text{C}$	$V_{\text{OVRN}}-0.035$		$V_{\text{OVRN}}+0.035$	
		$T_A=-40^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$	$V_{\text{OVRN}}-0.050$		$V_{\text{OVRN}}+0.050$	
过放电保护电压阈值 (N=1 ~ 16)	V_{UVN}	$T_A=25^\circ\text{C}$	$V_{\text{UVN}}-0.025$	V_{UVN}	$V_{\text{UVN}}+0.025$	V
		$T_A=-20^\circ\text{C} \sim +60^\circ\text{C}$	$V_{\text{UVN}}-0.040$		$V_{\text{UVN}}+0.040$	
		$T_A=-40^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$	$V_{\text{UVN}}-0.050$		$V_{\text{UVN}}+0.050$	
过放电解除电压阈值 (N=1 ~ 16)	$V_{\text{UVRN}} \neq V_{\text{UVRN}}$	$T_A=25^\circ\text{C}$	$V_{\text{UVRN}}-0.035$	V_{UVRN}	$V_{\text{UVRN}}+0.035$	V
		$T_A=-20^\circ\text{C} \sim +60^\circ\text{C}$	$V_{\text{UVRN}}-0.050$		$V_{\text{UVRN}}+0.050$	
		$T_A=-40^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$	$V_{\text{UVRN}}-0.060$		$V_{\text{UVRN}}+0.060$	
	$V_{\text{UVRN}} = V_{\text{UVRN}}$	$T_A=25^\circ\text{C}$	$V_{\text{UVRN}}-0.025$	V_{UVRN}	$V_{\text{UVRN}}+0.025$	V
		$T_A=-20^\circ\text{C} \sim +60^\circ\text{C}$	$V_{\text{UVRN}}-0.040$		$V_{\text{UVRN}}+0.040$	
		$T_A=-40^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$	$V_{\text{UVRN}}-0.050$		$V_{\text{UVRN}}+0.050$	
放电过流 1 保护电压阈值	V_{DOC1}	$T_A=25^\circ\text{C}$	$V_{\text{DOC1}}-10$	V_{DOC1}	$V_{\text{DOC1}}+10$	mV
		$T_A=-20^\circ\text{C} \sim +60^\circ\text{C}$	$V_{\text{DOC1}}-15$		$V_{\text{DOC1}}+15$	
		$T_A=-40^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$	$V_{\text{DOC1}}-20$		$V_{\text{DOC1}}+20$	
放电过流 2 保护电压阈值	V_{DOC2}	$T_A=25^\circ\text{C}$	$V_{\text{DOC2}}-10$	V_{DOC2}	$V_{\text{DOC2}}+10$	mV
		$T_A=-20^\circ\text{C} \sim +60^\circ\text{C}$	$V_{\text{DOC2}}-20$		$V_{\text{DOC2}}+20$	
		$T_A=-40^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$	$V_{\text{DOC2}}-30$		$V_{\text{DOC2}}+30$	
放电短路保护电压阈值	V_{SC}	$T_A=25^\circ\text{C}$	$V_{\text{SC}}-40$	V_{SC}	$V_{\text{SC}}+40$	mV
放电过流解除电压阈值	V_{DOCR}	VMD threshold	1.1	1.2	1.3	V
充电过流保护电压阈值	V_{COC}	$T_A=25^\circ\text{C}$	$V_{\text{COC}}-15$	V_{COC}	$V_{\text{COC}}+15$	mV
		$T_A=-20^\circ\text{C} \sim +60^\circ\text{C}$	$V_{\text{COC}}-20$		$V_{\text{COC}}+17$	
		$T_A=-40^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$	$V_{\text{COC}}-25$		$V_{\text{COC}}+19$	
检测延时						
过充电保护延时	t_{OV}	-	$t_{\text{OV}} \times 0.8$	1000	$t_{\text{OV}} \times 1.3$	ms

过放电保护延时	t_{UV}	-	$t_{UV} \times 0.8$	1000	$t_{UV} \times 1.3$	ms
放电过流 1 保护延时	t_{DOC1}	-	$t_{DOC1} \times 0.8$	1000	$t_{DOC1} \times 1.3$	ms
放电过流 2 保护延时	t_{DOC2}	-	$t_{DOC2} \times 0.8$	64	$t_{DOC2} \times 1.3$	ms
放电短路保护延时	t_{SC}	-	$t_{SC} \times 0.8$	260	$t_{SC} \times 1.3$	μs
充电过流保护延时	t_{COC}	-	$t_{COC} \times 0.8$	64	$t_{COC} \times 1.3$	ms
休眠模式延时	t_{PD}	-	$t_{PD} \times 0.8$	8	$t_{PD} \times 1.3$	s
断线检测延时	t_{OW_DELAYN}	-	$t_{OW_DELAYN} \times 0.8$	1	$t_{OW_DELAYN} \times 1.3$	s
OTD, OTC, UTD, UTC 保护和恢复延时	t_{NTC_FAULT}	-	1.5	3	5	s
0V 充电						
0V 电池允许充电充电器电压阈值	V_{0CHA}	0V 允许充电	0.5	1.1	1.7	V
CTL 阈值						
CTLD 端子电压"H"	V_{CTLDH}	-	$V_{CTLDH} - 0.3$	3.5	$V_{CTLDH} + 0.3$	V
CTLD 端子电压"L"	V_{CTLDL}	-	$V_{CTLDL} - 0.3$	1.5	$V_{CTLDL} + 0.3$	V
CTLD 下拉电流	I_{CTLD}	-	-	0.2	0.3	μA
内部电阻						
VMC-VDD 电阻	R_{VMD}	$T_A = 25^\circ C$	0.5	1	1.5	M Ω
VMD-VSS 电阻	R_{VMS}	$T_A = 25^\circ C$	10	20	30	k Ω
输出电阻						
CO-VDD 电阻	R_{COD}^{*note4}	$T_A = 25^\circ C$	-	10	-	k Ω
DO-VDD 电阻	R_{DOD}^{*note4}	$T_A = 25^\circ C$	-	20	-	k Ω
DO-VSS 电阻	R_{DOS}^{*note4}	$T_A = 25^\circ C$	-	1	-	k Ω
充放电状态检测阈值						
放电状态检测电压阈值	$V_{dis_status_th}$	RS2-RS1	-	3	-	mV
放电状态检测迟滞	$V_{dis_status_hys}$	RS2-RS1	-	1	-	mV
充电状态检测电压阈值	$V_{chg_status_th}$	RS2-RS1	-	-3	-	mV
充电状态检测迟滞	$V_{chg_status_hys}$	RS2-RS1	-	-1	-	mV
NTC 温度保护阈值						
NTC 充电过温保护温度	T_{OTC}	NTC: 103AT	$T_{OTC} - 3$	T_{OTC}	$T_{OTC} + 3$	$^\circ C$
	T_{OTCR}	NTC: 103AT	$T_{OTCR} - 3$	T_{OTCR}	$T_{OTCR} + 3$	$^\circ C$
NTC 放电过温保护温度	T_{OTD}	NTC: 103AT	$T_{OTD} - 3$	T_{OTD}	$T_{OTD} + 3$	$^\circ C$
	T_{OTDR}	NTC: 103AT	$T_{OTDR} - 3$	T_{OTDR}	$T_{OTDR} + 3$	$^\circ C$
NTC 充电低温保护温度	T_{UTC}	NTC: 103AT	$T_{UTC} - 3$	T_{UTC}	$T_{UTC} + 3$	$^\circ C$
	T_{UTCRC}	NTC: 103AT	$T_{UTCRC} - 3$	T_{UTCRC}	$T_{UTCRC} + 3$	$^\circ C$
NTC 放电低温保护温度	T_{UTD}	NTC: 103AT	$T_{UTD} - 3$	T_{UTD}	$T_{UTD} + 3$	$^\circ C$
	T_{UTDR}	NTC: 103AT	$T_{UTDR} - 3$	T_{UTDR}	$T_{UTDR} + 3$	$^\circ C$

note3: 静态电流不包含 CO MOSFETs 的驱动耗电, 不包含外部 CO 防护电路的耗电。

note4: 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。

10 功能描述

10.1 系统框图

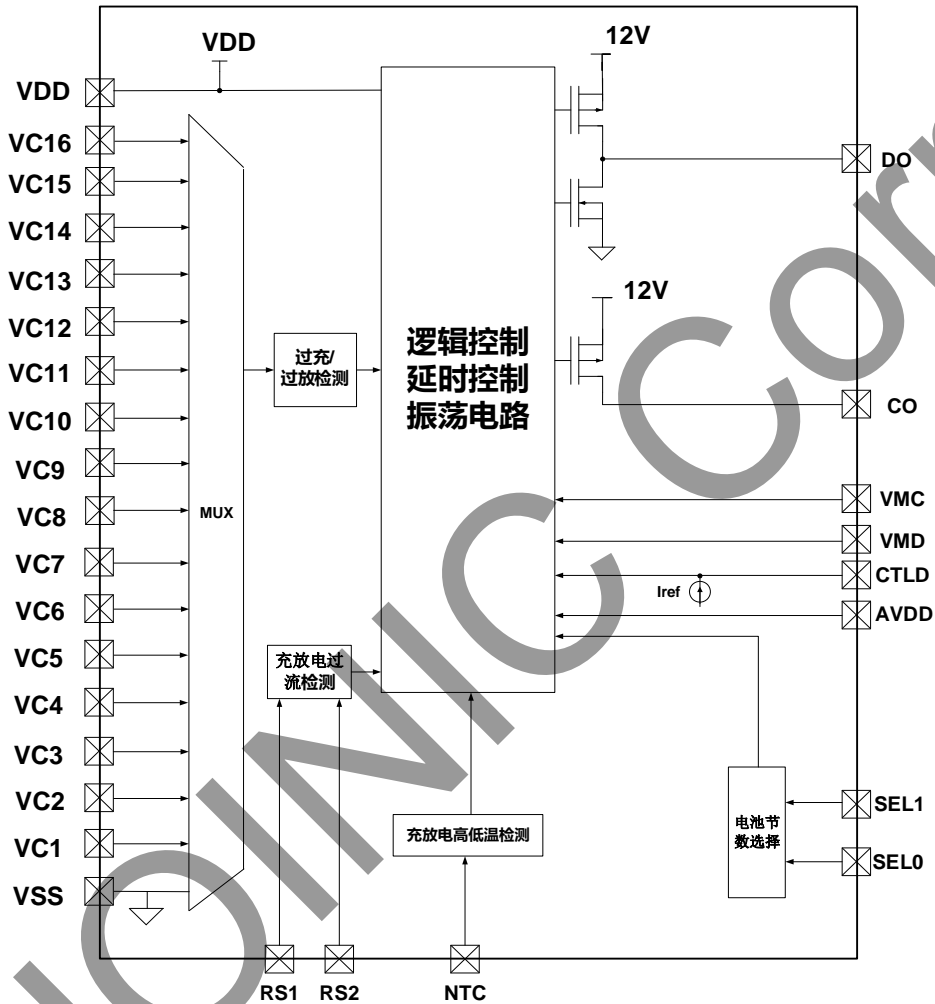


图 3 内部结构框图

10.2 概述

IP3281 是一款低功耗电池组保护器，用于 10~16 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，保护功能包括过充电、过放电、过流等检测和保护。保护阈值和延时均为出厂编程设定，有多种配置可供选用。

10.3 过充电状态

任何一节电池电压高于过充电保护电压 (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。此时，CO 端子输出高阻状态，充电控制开关 (Q1) 变为 OFF，并停止充电。

过充电状态在满足下述条件之一时会被解除：

(1) 当适配器检测端子 (VMC) 电压在低于 0.35V (典型值) 的情况下，当所有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) 当适配器检测端子 (VMC) 电压在 0.35V (典型值) 以上的情况下，当所有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。

注：如果状态检测到为放电状态，即使在过充电状态，也会打开 CO 放电。

过充电解除延时内部固定为 128ms。

10.4 过放电状态

任何一个电池电压低于过放电保护电压 (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，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。在过放电状态下，VMC 端子会被上拉。

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 VMC 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的消耗电流 3 μ A。通过连接充电器，使 VMC 端子电压降低到 1.5 V (典型值) 以下，可以解除休眠功能。

休眠模式下，过放电状态解除条件：

(1) 在不连接充电器，VMC 端子电压 ≥ 1.5 V (典型值) 的情况下，即使所有电池电压在过放电解除电压 (V_{UVRN}) 以上也维持过放电状态。

(2) 在连接充电器，0V (典型值) $<$ VMC 端子电压 < 1.5 V (典型值) 的情况下，所有电池电压在过放电解除电压 (V_{UVRN}) 以上，解除过放电状态。

(3) 在连接充电器，VMC 端子电压 ≤ 0 V (典型值) 的情况下，所有电池电压在过放电保护电压 (V_{UVN}) 以上，解除过放电状态。

无休眠功能：

在过放电状态下，即使 VMC 端子间的电压大于 3.5V (典型值)，休眠功能也不工作。

过放电状态在满足下述条件之一时会被解除：

(1) 在不连接充电器，VMC 端子电压 ≥ 0 V (典型值) 的情况下，所有电池电压在过放电解除电压 (V_{UVRN}) 以上，解除过放电状态。

(2) 在连接充电器，VMC 端子电压 < 0 V (典型值) 的情况下，所有电池电压在过放电保护电压 (V_{UVN}) 以上，解除过放电状态。

过放电解除延时内部固定为 128ms。

10.5 放电过流状态

电池处于放电状态时，电流检测端子RS2-RS1电压会随着放电电流的增大而增大，当RS2-RS1端子电压上升到放电过流1保护电压 (V_{DOC1}) 以上，并持续了放电过流1保护延时 (t_{DOC1}) 以上的情况下，会进入放电过流1状态；当RS2-RS1端子电压上升到放电过流保护2电压 (V_{DOC2}) 以上，并持续了放电过流2保护延时 (t_{DOC2}) 以上的情况下，会进入放电过流2状态；当RS2-RS1端子电压上升到放电短路保护电压 (V_{SC}) 以上，并持续了放电短路保护延时 (t_{SC}) 以上的情况下，会进入放电短路状态；上述3种状态任意一种状态出现后，会关闭放电控制开关 (Q2) 而停止放电，并停止放电。在放电过流状态下，VMD端子被 R_{VMS} 下拉到VSS。

在连接着负载的期间，VMD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VMD端子电压恢复回VSS端子电压。当VMD端子电压降低到 V_{DOCR} 以下时，即可解除放电过流状态。

放电过流解除延时内部固定为128ms。

10.6 充电过流状态

当充电电流达到设定值以上，即RS2-RS1电压降到充电过流保护电压 (V_{COC}) 以下时，若这种状态持续保持在充电过流保护延时 (t_{COC}) 以上的情况下，CO端子将输出高阻而被外围拉低，这种状态称为充电过流状态。充电过流状态下，充电控制开关 (Q1) 变为OFF，停止充电。断开与充电器的连接或者外部加负载，VMC端子电压上升到0.35V (典型值) 以上时，既可解除充电过流状态。在过放电状态下，充电过流检测无效。

充电过流解除延时内部固定为64ms。

10.7 控制逻辑 CTLD

CTLD控制逻辑为低有效，CTLD端子电压在"L" (V_{CTLDL}) 以下，会关闭放电控制开关 (Q2) 而停止放电，这种状态称为放电禁止状态。反之，当CTLD端子电压在"H" (V_{CTLDH}) 以上，则放电控开关 (Q2) 的开通和关闭由锂电保护的电压电流检测来决定。

当CTLD浮空时，内部为下拉电阻拉低。

可以通过CTLD控制DO的输出，如果CTLD输入为PWM，则DO也输出为PWM。

10.8 允许向 0V 电池充电

当已被连接的电池电压因自身放电，在为0V的状态下可进行充电的功能。充电器电压在 V_{0CHA} 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。

10.9 断线检测 (OW)

在发生断线时，检测到任何一节电池电压 VCx 断线，且维持延时 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、过放和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，芯片可能先触发过充电或过放电保护。

10.10 充放电状态检测

IP3281 集成充电放电状态比较器。当检测到RS2-RS1电压低于典型值-3mV时，为充电状态，迟滞退

出充电状态典型值为-2mV；当 RS2-RS1 电压高于典型值 3mV 时，为放电状态，退出迟滞放电状态典型值为 2mV；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、低温和过充电保护后，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 RS2-RS1 电压高于放电状态阈值 $V_{dis_status_th}$ ，在 1ms 延时之后会快速开启充电管，以保护充电 MOSFET 的体二极管。

当过放电保护后，如果充电状态检测到 RS2-RS1 电压低于充电状态阈值 $V_{chg_status_th}$ ，在 1ms 延时之后快速开启放电管，以保护放电 MOSFET 的体二极管。

当 CTLD 为低时，即使检测到放电状态，仍然关断 DO，保证只充电不放电的状态。

10.11 NTC 状态

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 NTC 端子检测电压达到内部保护阈值电压，且维持 t_{NTC_FAULT} 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的保护。温度保护精度均为 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 。

IP3281推荐NTC电阻的型号为：103AT，B=3435。

充电过温保护状态（OTC）

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

满足下面条件之一，退出充电过温，打开充电控制开关（Q1）：

（1）检测到温度低于充电过温释放温度 T_{OTCR} 且维持典型值 3s 的延时。

（2）退出充电，开始放电，当充放电状态检测判断为放电状态，延时 1ms 开启充电控制开关（Q1），保护放电体二极管不被放电大电流损坏。

充电低温保护状态（UTC）

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 t_{NTC_FAULT} ，则进入充电低温保护状态，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）检测到温度高于充电低温释放温度 $T_{UTC R}$ 且维持典型值 3s 的延时。

（2）退出充电，开始放电，当充放电状态检测判断为放电状态，维持延时 1ms 开启充电控制开关（Q1），保护放电体二极管不被放电大电流损坏。

放电过温保护状态（OTD）

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

如果检测到温度低于放电过温释放温度 T_{OTDR} 且维持典型值 3s 的延时，就退出放电过温保护状态，打开放电控制开关（Q2）。

放电低温保护状态（UTD）

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 t_{NTC_FAULT} ，则进入放电低温保护状态，关闭放电控制开关（Q2）。

如果检测到温度高于放电低温释放温度 T_{UTDR} 且维持典型值 3s 的延时，就退出放电低温保护状态，打开放电控制开关（Q2）。

如不使用温度保护功能，将 NTC 端子对 VSS 接 10k Ω 电阻即可。

10.12 节数选择

IP3281 节数选择由内部和外部引脚 SEL0、SEL1 共同设定，IP3281AXX 为 10/12/14/16 节应用，IP3281BXX 为 11/13/15/16 节应用，对应关系如下（“0”为 L，拉到地；“1”为 H，浮空或拉到 AVDD，浮空内部上拉到 AVDD）：

表 3 节数选择表

型号	SEL1	SEL0	节数	应用
IP3281AXX	0	0	16	
	0	1	14	VC16、VC15、VC14 短接
	1	0	12	VC16、VC15、VC14、VC13、VC12 短接
	1	1	10	VC16、VC15、VC14、VC13、VC12、VC11、VC10 短接
IP3281BXX	0	0	16	
	0	1	15	VC16、VC15 短接
	1	0	13	VC16、VC15、VC14、VC13 短接
	1	1	11	VC16、VC15、VC14、VC13、VC12、VC11 短接

11 工作时序图

11.1 过充电保护、过放电保护

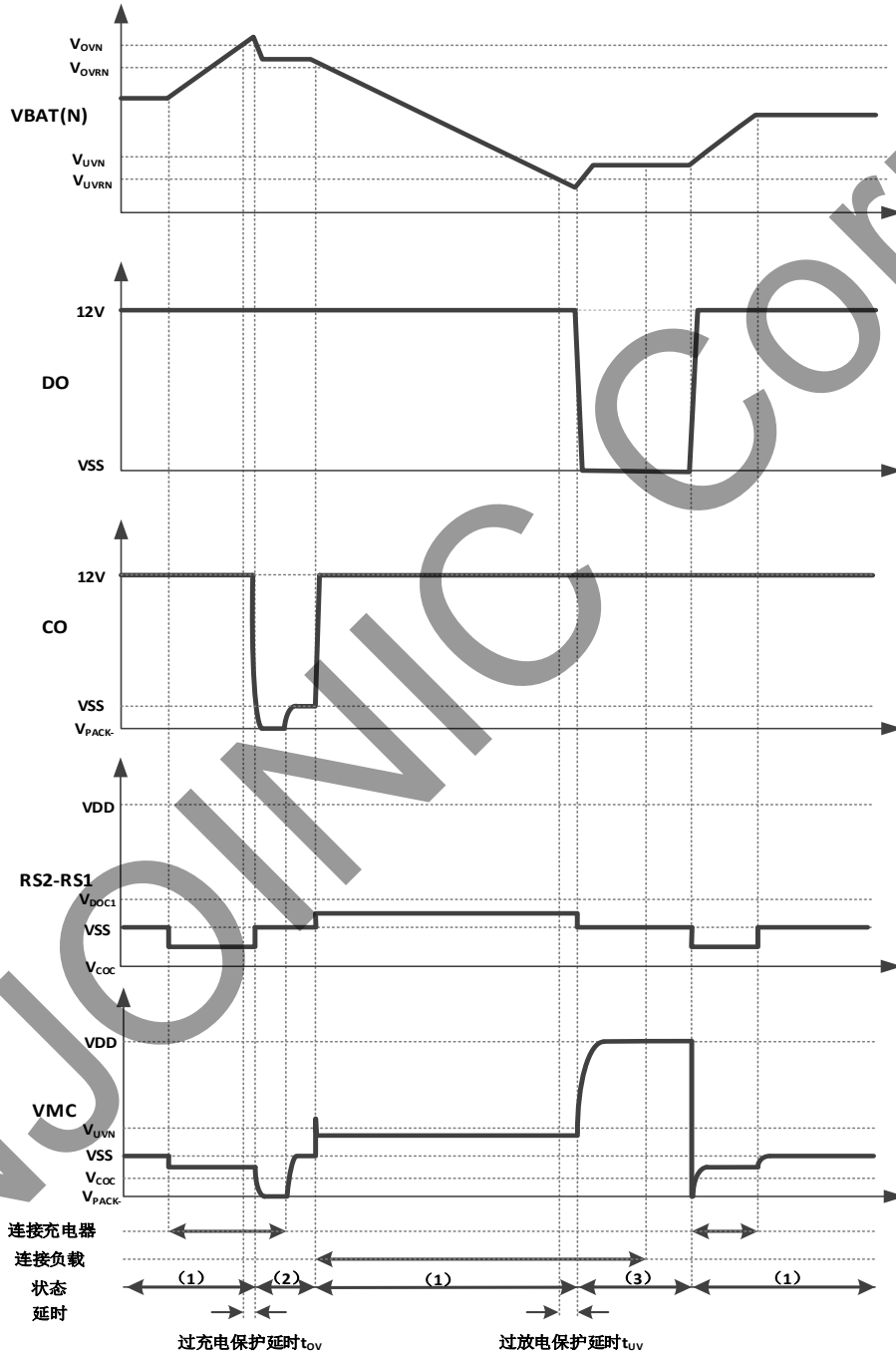


图 4 过充电、过放电保护工作时序图

备注：
 (1) 正常状态
 (2) 过充电状态
 (3) 过放电状态

11.2 放电过流保护

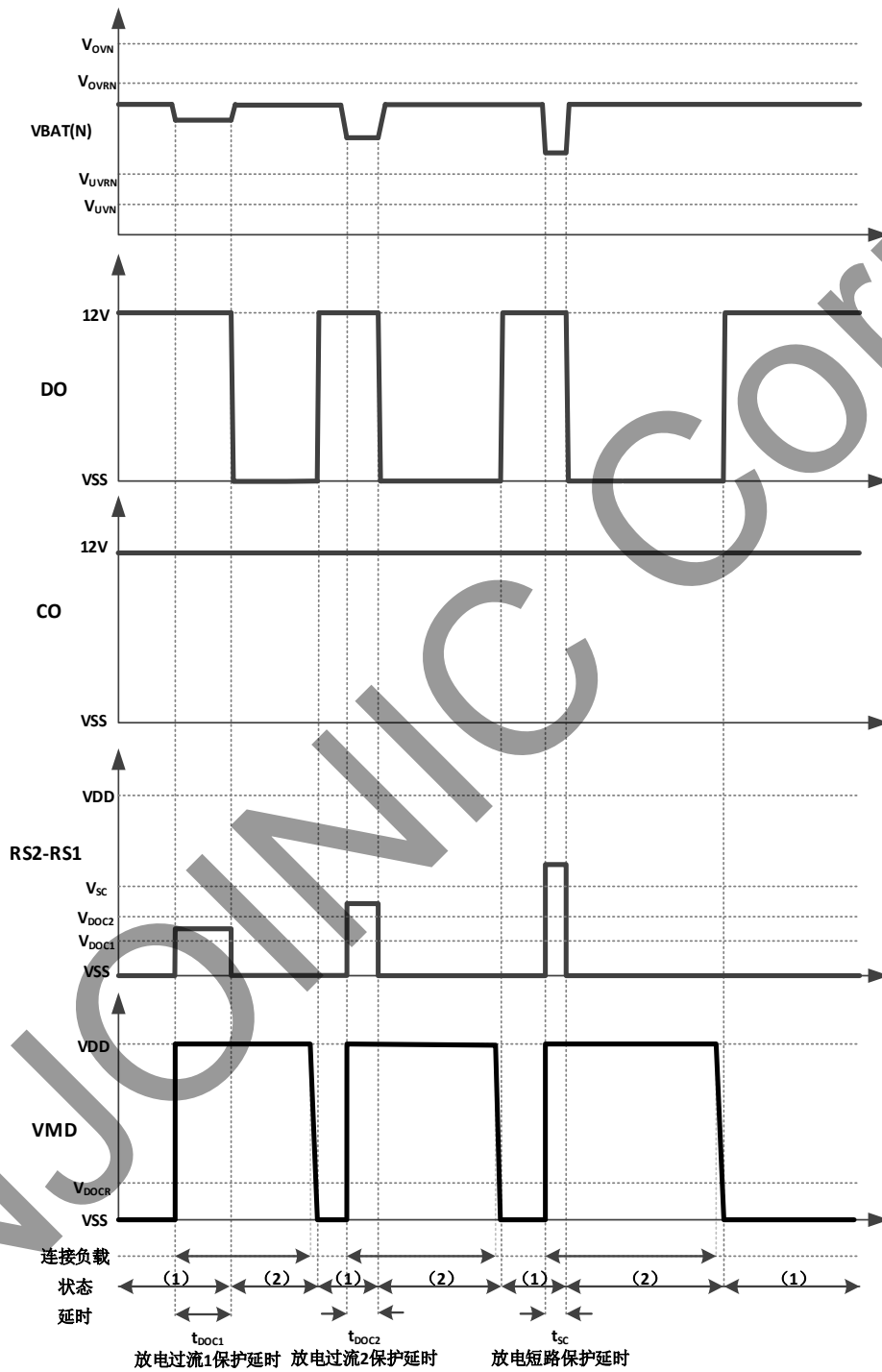


图5 放电过流保护工作时序图

备注： (1) 正常状态
(2) 放电过流状态

11.3 放电过流解除条件

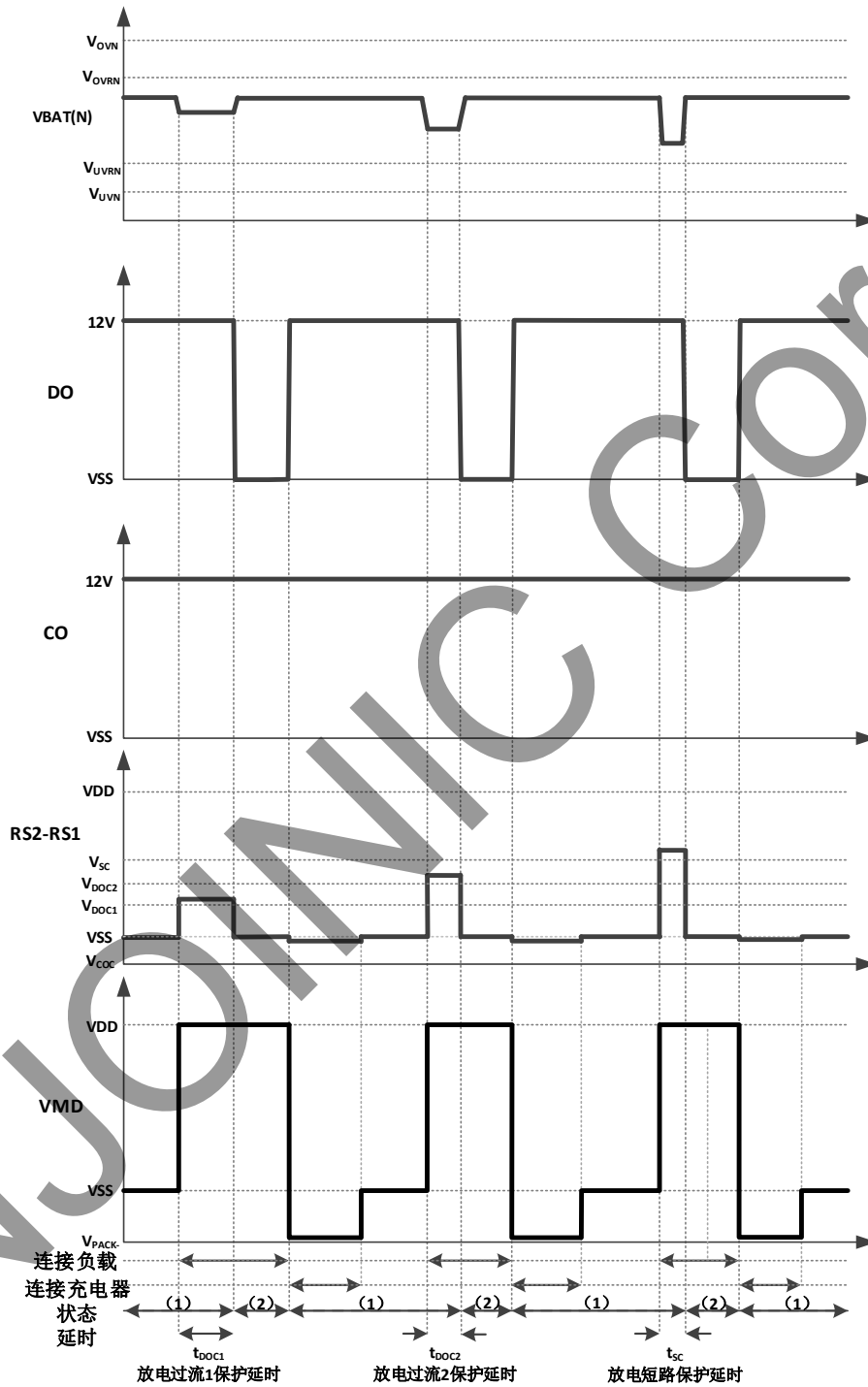


图6 放电过流解除工作时序图

备注： (1) 正常状态
 (2) 放电过流状态

11.4 充电过流保护

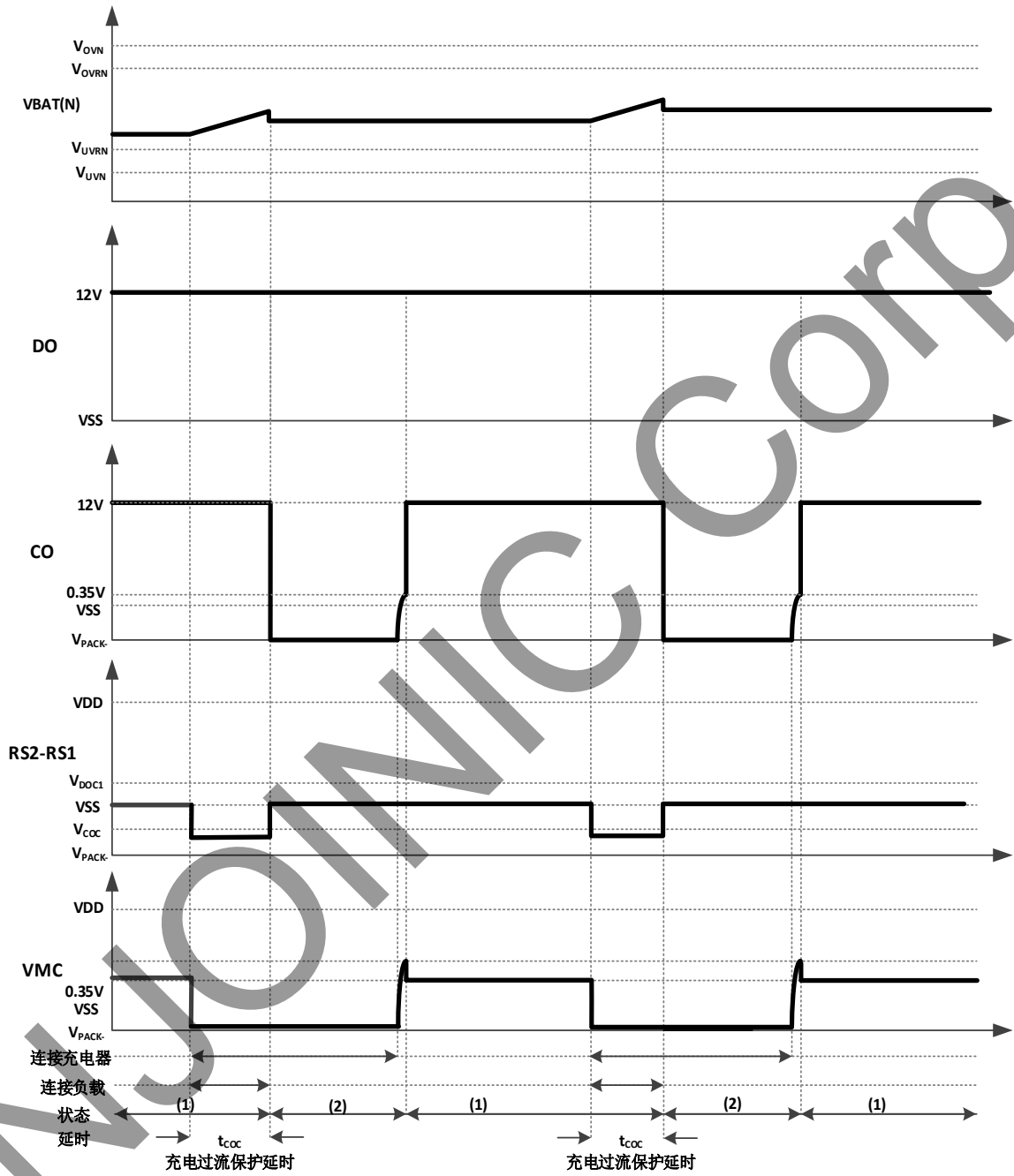


图7 充电过流保护工作时序图

备注： (1) 正常状态
 (2) 充电过流状态

11.5 NTC 检测时序图

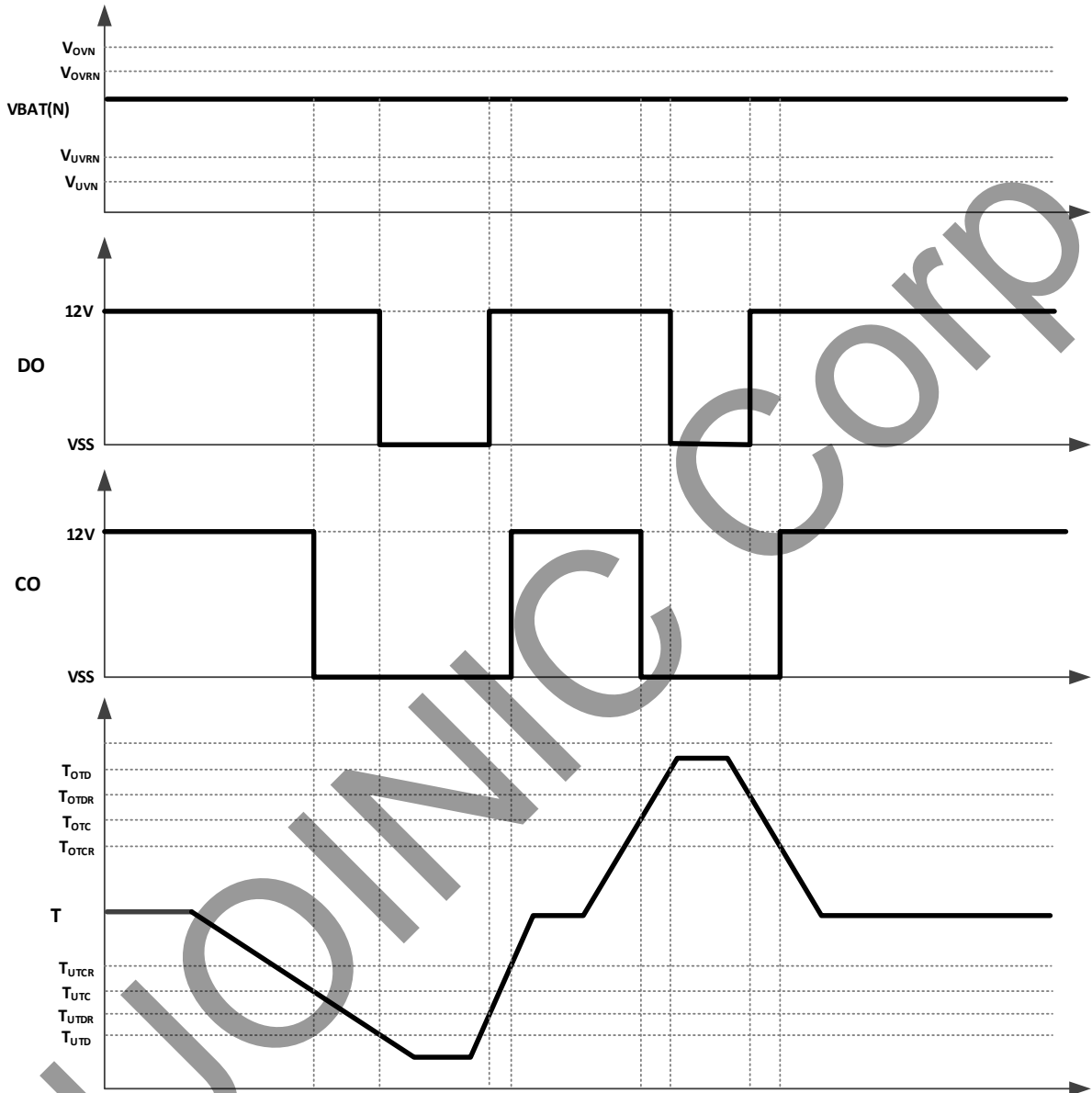


图 8 NTC 高低温保护工作时序图

12 典型应用原理图

12.1 16 节同口

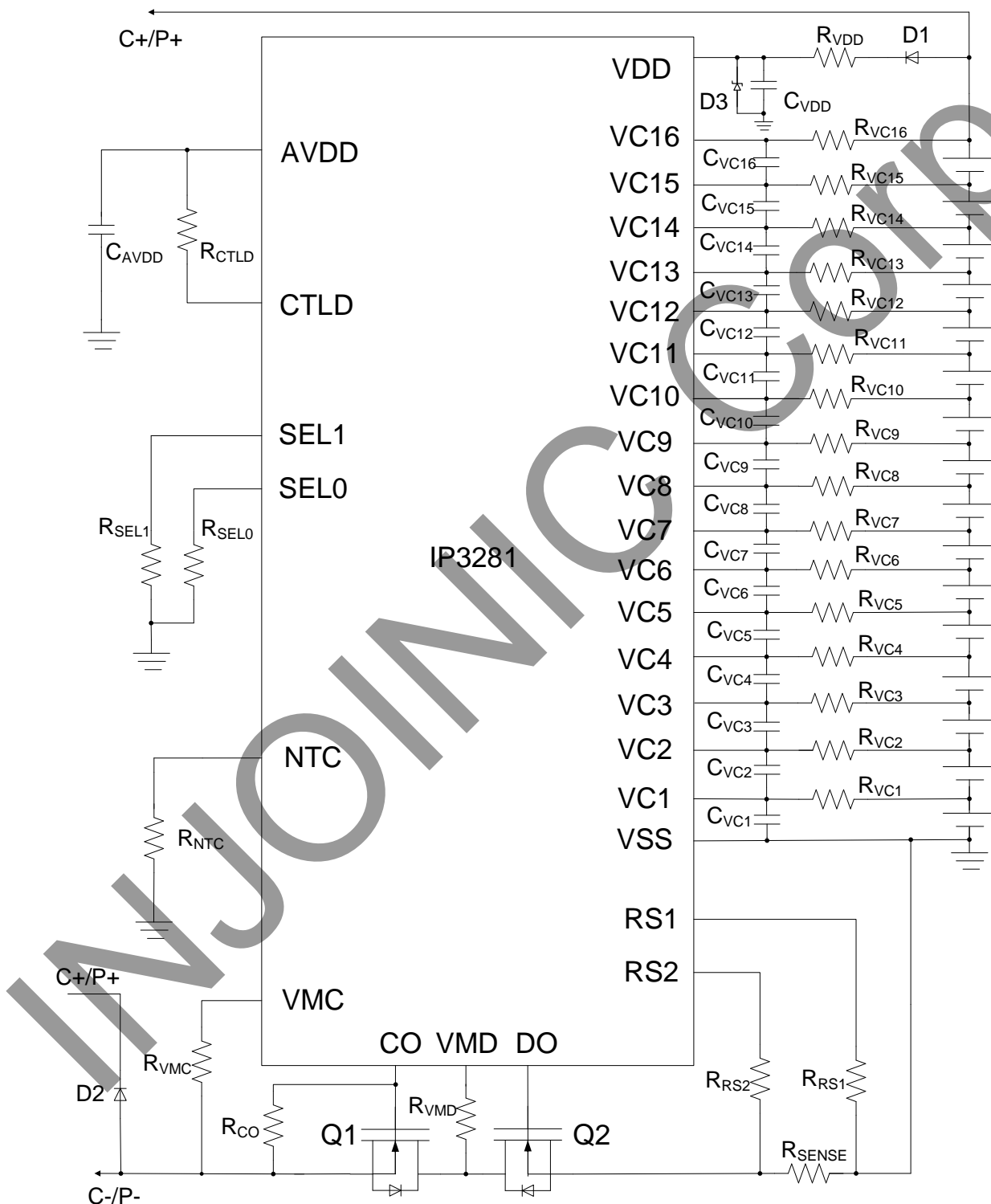


图9 典型应用原理图1 (16 节同口)

12.2 13 节同口

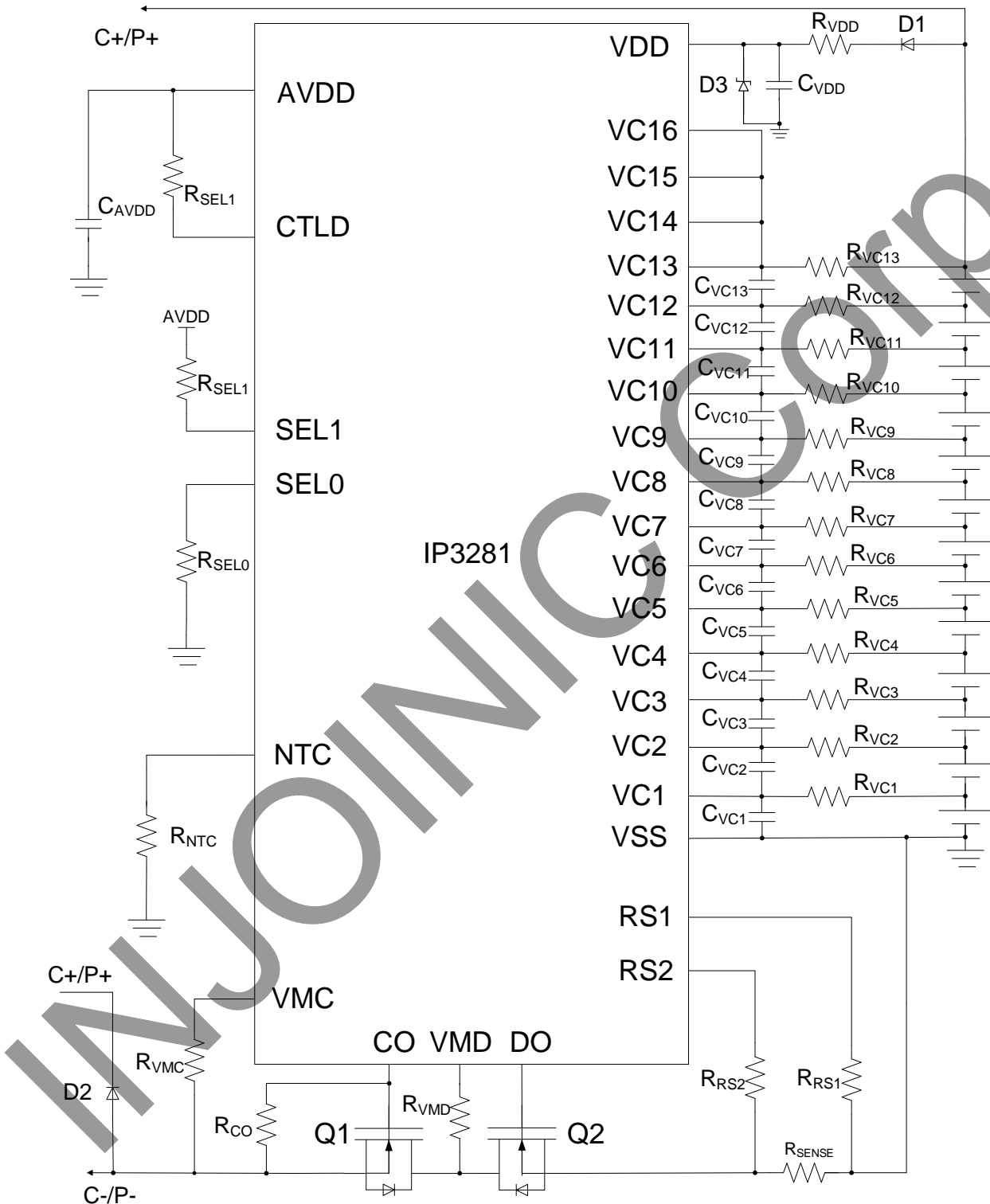


图 10 典型应用原理图 2 (13 节同口)

12.4 16 节半分口

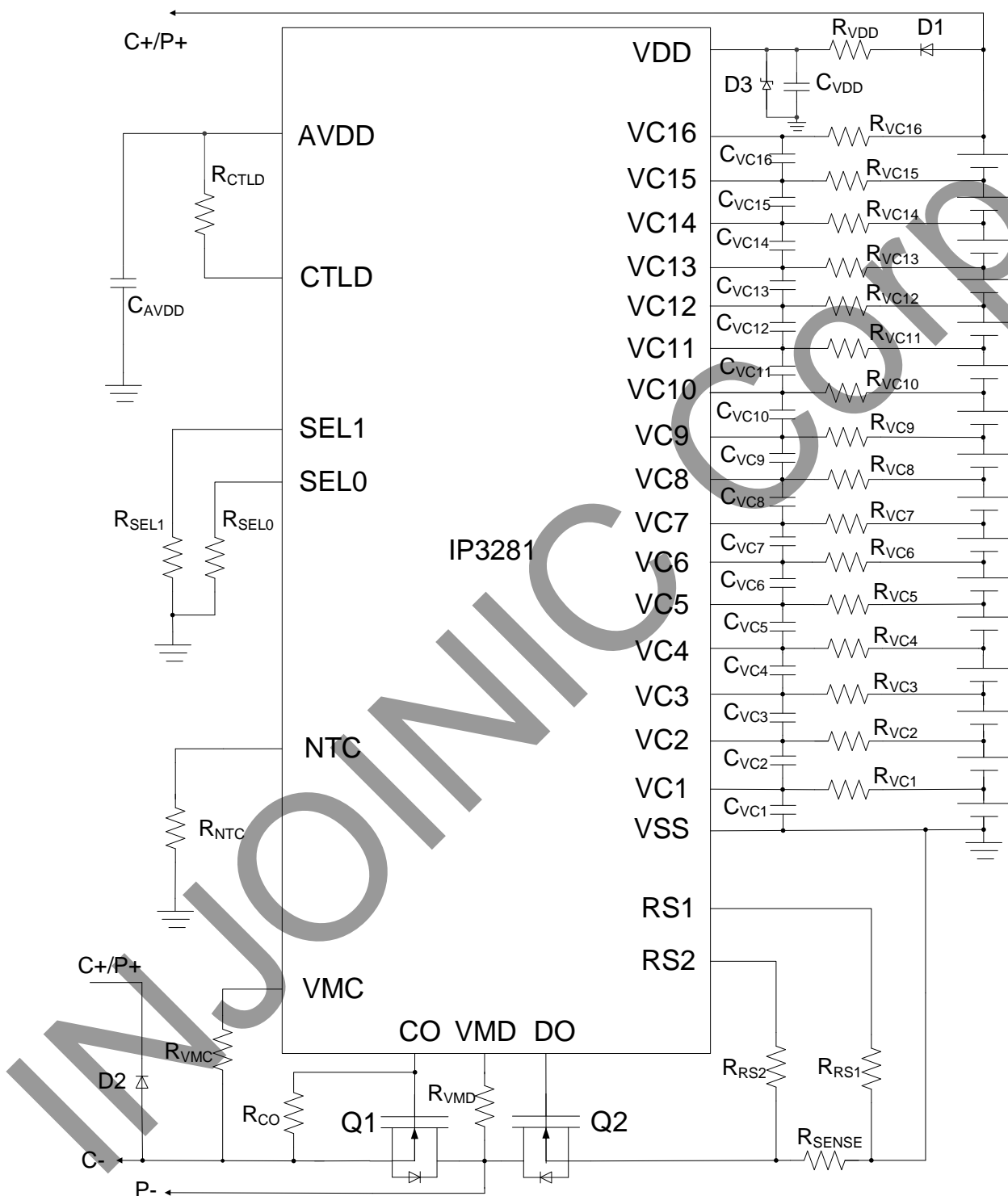


图 12 典型应用原理图 4 (16 节半分口)

注：半分口应用不支持边充边放。

12.5 16 节全分口

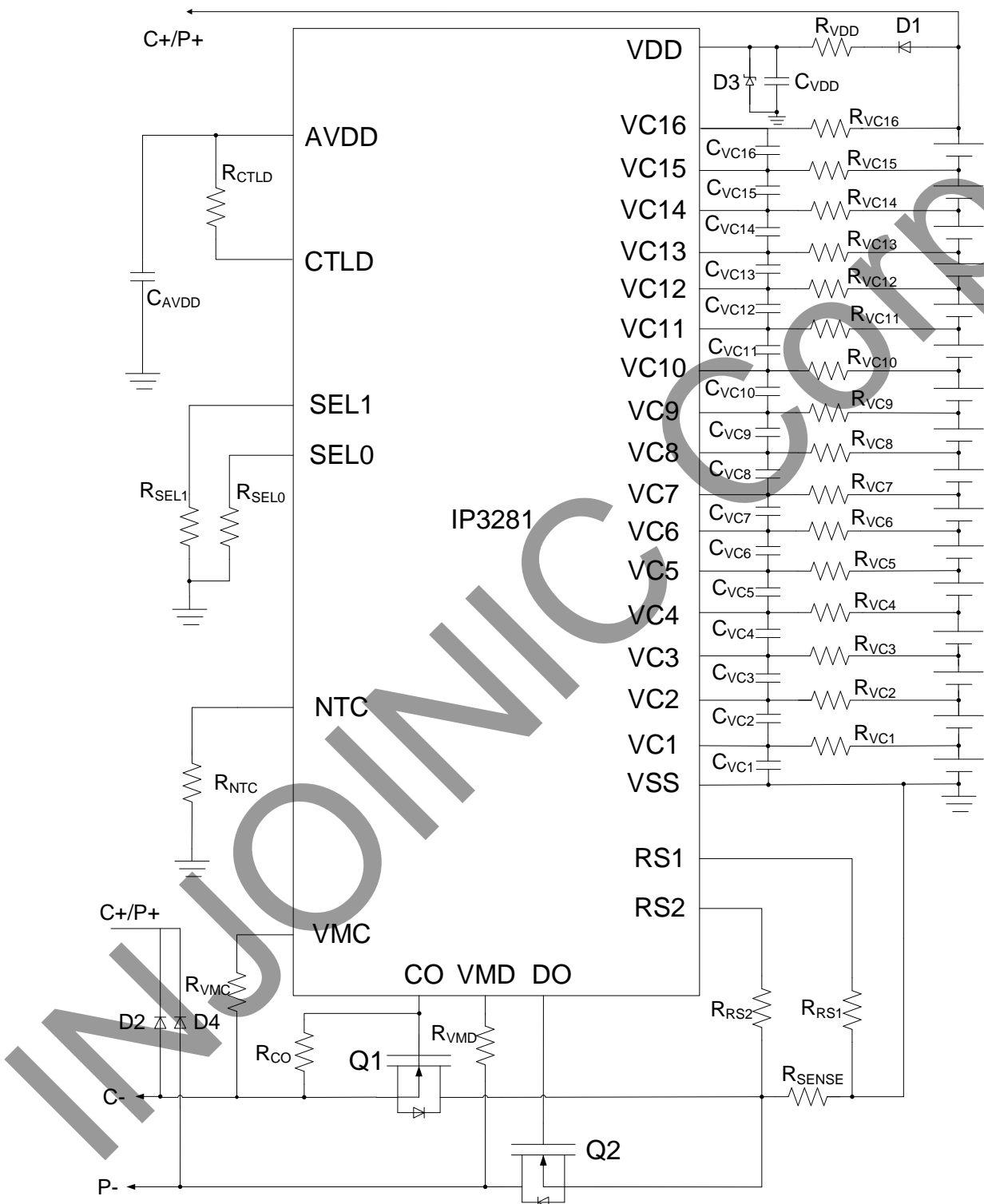


图 13 典型应用原理图 5 (16 节全分口)

注：全分口应用不支持边充边放。

12.6 16 节同口，带 CO 防护电路和 DO 加速电路

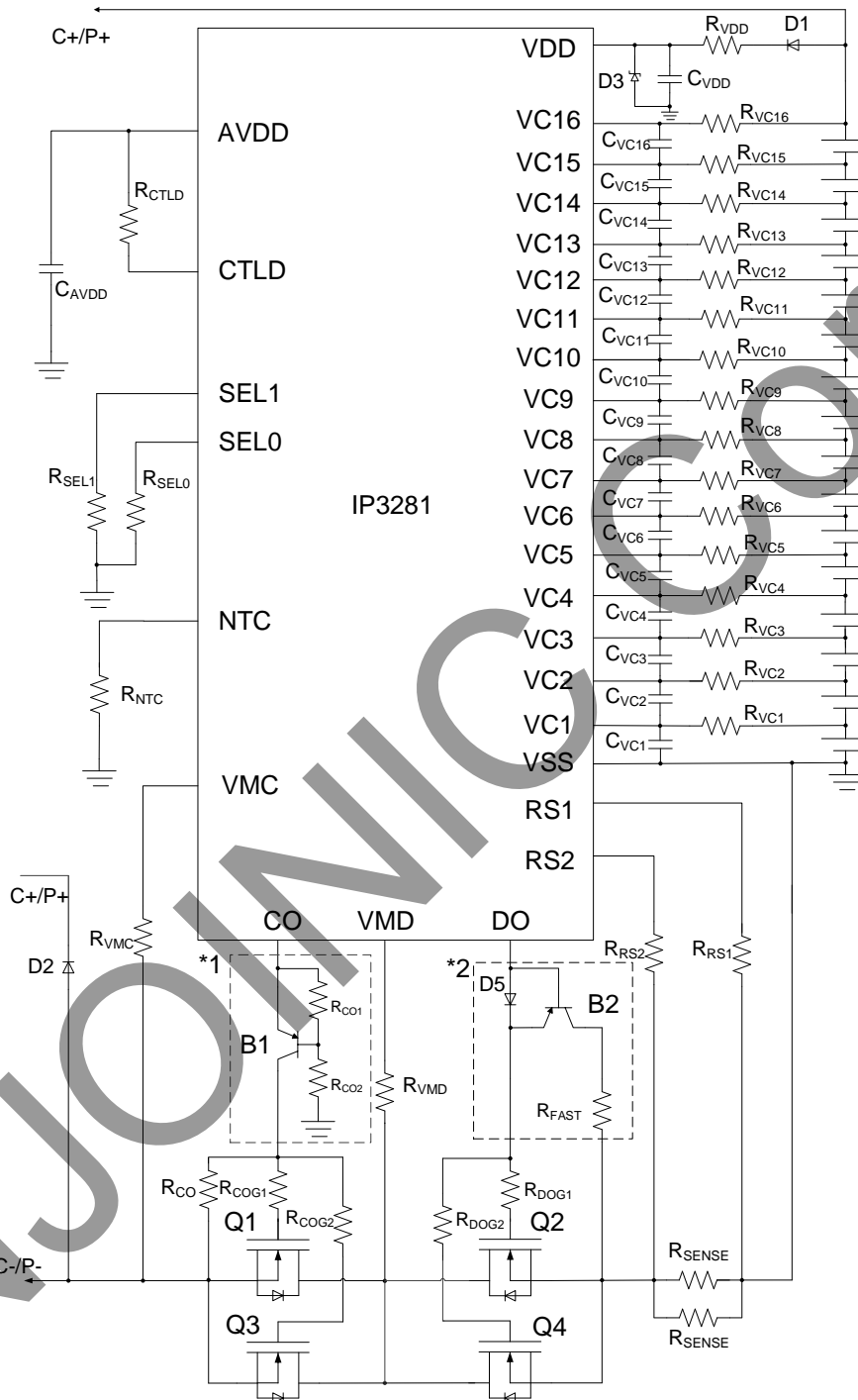


图 14 典型应用原理图 6 (16 节同口，有 CO 防护电路和 DO 加速电路)

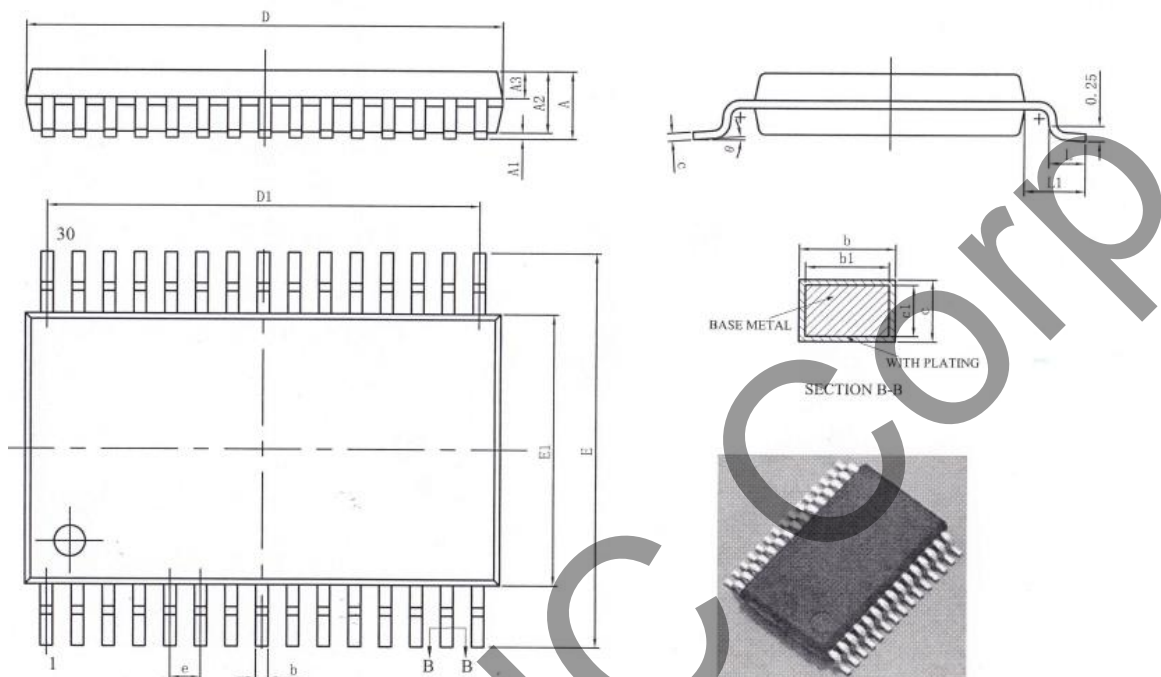
- 注：1.若 P-有可能出现较大负压，则需要加上防护电路，即*1 框起来的电路部分；
 2.若需要加快放电 MOS 的关断速度，可以加上 DO 加速电路，即*2 框起来的电路部分，改变 R_{FAST} 阻值可以改变 DO 的关断速度；
 3.需要走大电流，可采用多个 MOS 并联，并且在每个 MOS 的 G 级串联 47 欧姆电阻，避免功率 MOS 关闭速度不一致；

表 4 典型应用原理图推荐参数

符号	元器件	功能	典型值
C_{VDD}	电容	滤波	1 μ F
$C_{VCN}(N=1 \sim 16)$	电容	滤波	1 μ F
R_{VDD}	电阻	RC 滤波和限流	1k Ω
$R_{VCN}(N=1 \sim 16)$	电阻	RC 滤波和限流	1k Ω
Q2/Q4	MOSFET	放电保护	依据实际需求选型
Q1/Q3	MOSFET	充电保护	
R_{SENSE}	电流检测功率电阻	高精度电流检测	可依实际过流值决定
R_{VMC}	电阻	限流	10k Ω
R_{VMD}	电阻	限流	10k Ω
R_{COG1}/R_{COG2}	电阻	限流	47 Ω
R_{DOG1}/R_{DOG2}	电阻	限流	47 Ω
R_{RS1}, R_{RS2}	电阻	RC 滤波和限流	100 Ω
R_{NTC}	NTC 电阻	温度检测	10k Ω (103AT, B=3435)
R_{SEL0}, R_{SEL1}	电阻	上下拉电阻	10k Ω
R_{CTLD}	电阻	上下拉电阻	10k Ω
R_{CO}	电阻	MOSFET R_{GS}	1M Ω
R_{CO1}	电阻	防护电路	1M Ω
R_{CO2}	电阻	防护电路	3M Ω
B1	PNP	防护电路	MMBT5401
R_{FAST}	电阻	加速放电电路	2k Ω
D5	二极管	加速放电电路	
B2	PNP	加速放电电路	MMBT5401
C_{AVDD}	电容	滤波	1 μ F
D1	肖特基二极管	保护	
D2	肖特基二极管	保护	
D3	稳压管	保护	80V
D4	肖特基二极管	保护	

注：1. 器件选型时需要考虑其耐压是否足够；
 2. 上述参数有可能不经预告而作更改，请及时联系获取最新版规格书。

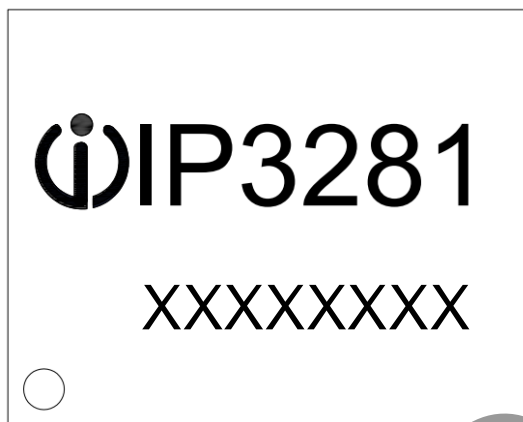
13 封装信息





SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	—	—	1.20
A1	0.05	—	0.15
A2	0.80	1.00	1.05
A3	0.39	0.44	0.49
b	0.18	—	0.27
b1	0.17	0.20	0.23
c	0.13	—	0.18
c1	0.12	0.13	0.14
D	7.70	7.80	7.90
D1	6.90	7.00	7.10
E	6.20	6.40	6.60
E1	4.30	4.40	4.50
e	0.50BSC		
L	0.45	0.60	0.75
L1	1.00BSC		
θ	0	—	8°

图 15 IP3281 TSSOP30 封装外形尺寸图

14 IC 丝印说明



说明:

- | | | |
|----|---|--------------|
| 1、 |  | ——英集芯标志 |
| 2、 | IP3281 | ——产品型号 |
| 3、 | XXXXXXXX | ——生产批号 |
| 4、 |  | ——Pin 1脚位置标识 |

注：定制型号最终丝印请与市场人员确认

图 16 IP3281 IC 丝印说明

15 责任及版权声明

英集芯科技股份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。

英集芯科技股份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，但他们将独立负责满足与其产品及在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。