

产品概述

PT1616系列是专业的 6 节可充电电池保护芯片，具有高集成度的特点。PT1616通过检测各节的电压、充放电电流以及环境温度等信息实现电池过充、过放、放电过电流、短路、充电过电流、温度保护等保护功能，通过外置电容来调节过充、过放、过电流保护延时。

特点

(1) 各节电池的高精度电压检测功能:

- | | | |
|-----------|-------|---|
| ➤ 过充电检测电压 | 4.25V | 精度±25 mV (+25℃)
精度±40 mV (-40℃至+85℃) |
| ➤ 过充电恢复电压 | 4.10V | 精度±80 mV |
| ➤ 过放电检测电压 | 2.80V | 精度±80 mV |
| ➤ 过放电恢复电压 | 3.00V | 精度±100 mV |

(2) 3 段放电过电流检测功能:

- 过电流检测电压 1 0.10 V 精度±15 mV
- 过电流检测电压 2 0.4 V
- 短路检测电压 0.8 V

(3) 充电过电流检测功能:

- 充电过电流检测电压 -0.05 V

(4) 可应用于 6 节电池组;

(5) 延时外置可调:

- 通过改变外接电容大小设置过充电、过放电、过电流 1、过电流 2 检测延迟时间

(6) 可通过外部信号控制充电、放电状态;

(7) 充、放电控制端子最高输出电压 12 V;

(8) 温度保护功能:

(9) 断线保护功能:

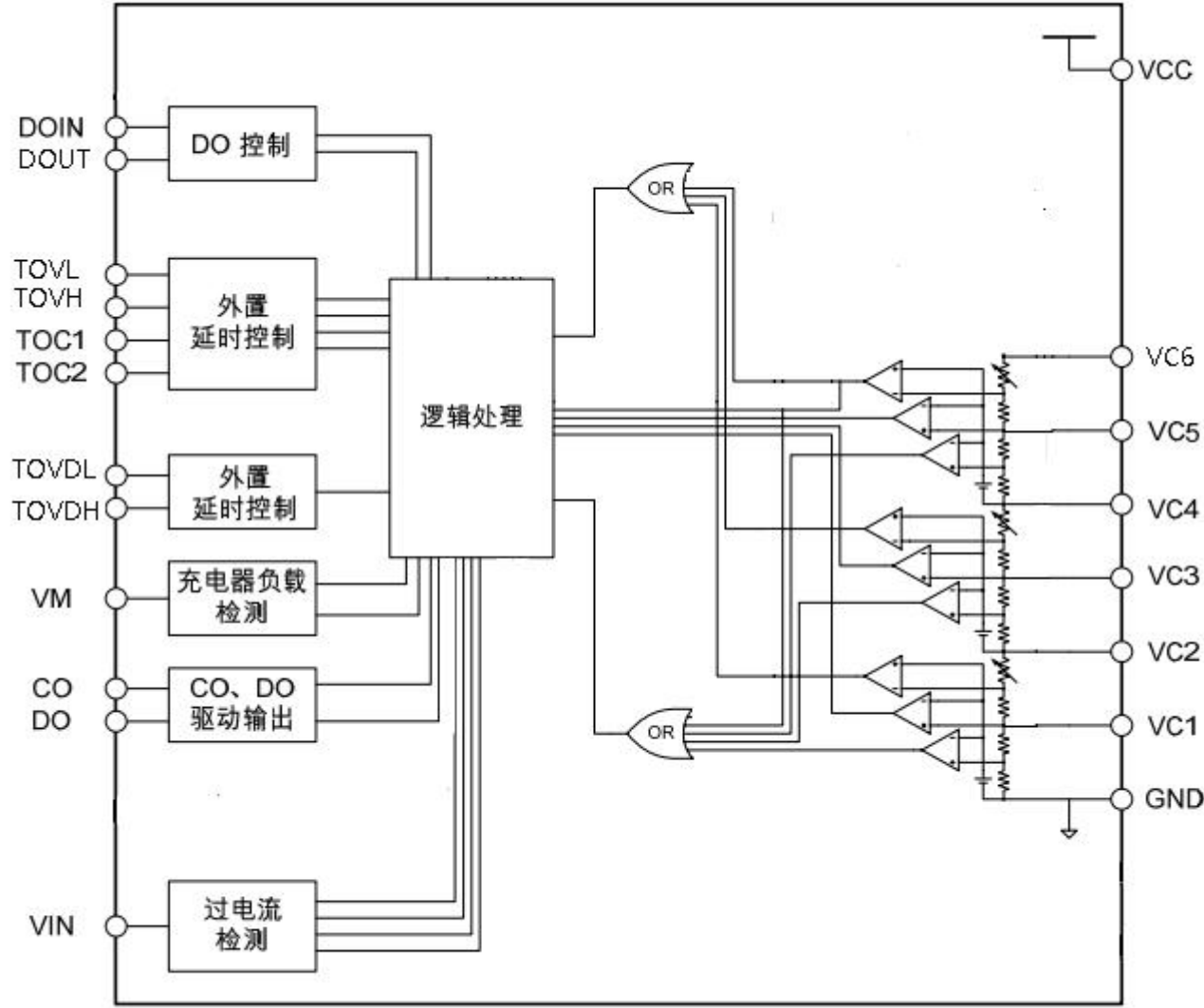
(10) 低功耗:

- 工作时（带温度保护） 25 μ A 典型值
- 工作时（无温度保护） 15 μ A 典型值
- 休眠时 6 μ A 典型值

应用

- 电动工具
- 电动自行车
- **UPS 后备电源**
- 封装形式: **SSOP-24(e=0.635mm)**

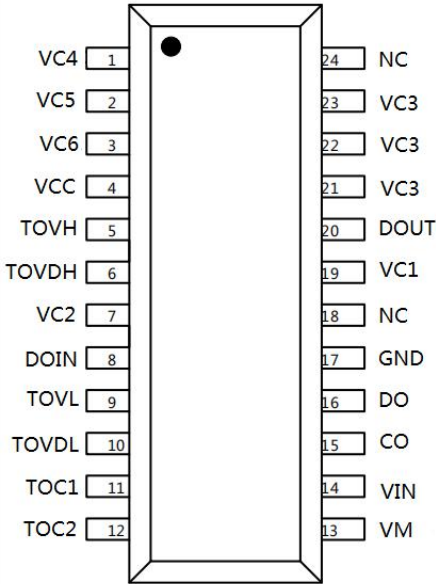
功能框图



产品参数

型号	过充电 检测电 压 V_{DET1}	过充电 解除电 压 V_{REL1}	过放电 检测电 压 V_{DET2}	过放电 解除电 压 V_{REL2}	放电过 流 1 检 测电压 V_{OC1}	放电过 流 2 检 测电压 V_{OC2}	短路检 测电压 V_{SHORT}	充电过 流检测 电压 V_{OVCC}
HM8256A	4.250V	4.100V	2.800V	3.000V	0.100V	0.400V	0.800V	-0.050V

引脚定义及说明

			引脚号	名称	描述
 <p>SSOP-24</p>			1	VC4	电池 4 的正电压、电池 5 的负电压连接端子
			2	VC5	电池 5 的正电压、电池 6 的负电压连接端子
			3	VC6	电池 6 的正电压连接端子
			4	VCC	芯片的电源、电池 6 的正电压连接端子
			5	TOVH	接电容，用于控制 4~6 节过充电检测延时
			6	TOVDH	接电容，用于控制 4~6 节过放电检测延时
			7	VC2	电池 2 的正电压、电池 3 的负电压连接端子
			8	DOIN	DO 控制输入端子
			9	TOVL	接电容，用于控制 1~3 节过充电检测延时
			10	TOVDL	接电容，用于控制 1~3 节过放电检测延时
			11	TOC1	接电容，用于控制过电流 1 检测延时
			12	TOC2	接电容，用于控制过电流 2 检测延时
			13	VM	过电流保护锁定、充电器及负载检测端子
			14	VIN	放电过电流及充电过电流检测端子
			15	CO	充电控制 MOS 栅极连接端子，高电平与高阻态输出，最高 12V
			16	DO	放电控制 MOS 栅极连接端子，CMOS 输出，最高 12V
			17	GND	芯片的地、电池 1 的负电压连接端子
			18	NC	
			19	VC1	电池 1 的正电压、电池 2 的负电压连接端子
			20	DOUT	DO 控制输出端子
			21	VC3	电池 3 的正电压、电池 4 的负电压连接端子
			22	VC3	电池 3 的正电压、电池 4 的负电压连接端子
			23	VC3	电池 3 的正电压、电池 4 的负电压连接端子
			24	NC	

绝对最大额定值

项目	符号	适用端子	绝对最大额定值	单位
电源电压	VCC	-	GND-0.3 ~ GND+30	V
各节电池电压	VCELL	Vcell1~Vcell10	GND-0.3 ~ GND+6	V
VM 输入端子电压	VM	VM	GND-20~ GND+30	V
DO 输出端子电压	VDO	DO	GND-0.3~ VCC+0.3	V
CO 输出端子电压	VCO	CO	GND-20 ~ VCC+0.3	V
工作环境温度	TA	-	-40 ~ 85	℃
贮存温度	TSTG	-	-40~ 125	℃

注意：绝对最大额定值是指无论在任何条件下都不能超过的额定值。一旦超过此额定值，有可能造成产品劣化等物理性损伤。

电气特性 (除特殊说明外: $T_A=25^{\circ}\text{C}$)

项目	符号	测试条件*1	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压	VCC	-	5	-	30	V
正常功耗	I _{VCC}	V1~V6=3.5V	-	-	25	uA
休眠功耗	I _{STB}	V1~V6=2.0V	-	-	10	uA
过充电	保护阈值	V _{DET1} V1~V5=3.5V V6=3.5→4.4V	V _{DET1} -0.025	V _{DET1}	V _{DET1} +0.025	V
	保护延时	T _{OV} V1~V5=3.5V COV=0.1μF, V6=3.5V→4.4V	0.5	1.0	1.5	S
	解除阈值	V _{REL1} V1~V5=3.5V V6=4.4V→3.5V	V _{REL1} -0.08	V _{REL1}	V _{REL1} +0.08	V
	解除延时	T _{REL1} V1~V6=3.5V V6=4.4V→3.5V	10	20	30	ms
	温度系数 1	K _{U1} Ta= -40℃ to 85℃	-0.6	0	0.6	mV/℃
过放电	保护阈值	V _{DET2} V1~V5=3.5V V6=3.5V→2.0V	V _{DET2} -0.08	V _{DET2}	V _{DET2} +0.08	V
	保护延时	T _{OVD} V1~V5=3.5V COVD=0.1μF V6=3.5V→2.0V	0.5	1.0	1.5	s
	解除阈值	V _{REL2} V1~V5=3.5V V6=2.0V→3.5V	V _{REL2} -0.10	V _{REL2}	V _{REL2} +0.10	V
	解除延时	T _{REL2} V1~V5=3.5V V6=2.0V→3.5V	10	20	30	ms
放电过流 1	保护阈值	V _{OC1} V1~V6=3.5V VIN=0V→0.12V	V _{OC1} *85%	V _{OC1}	V _{OC1} *115%	V
	保护延时	T _{OC1} V1~V6=3.5V COC1=0.1μF VIN=0V→0.12V	100	200	300	ms
	解除延时	T _{ROC1} V1~V6=3.5V VIN=0V→0.12V→0V	100	200	300	ms
	过流下拉电阻	R _{VMS} V1~V6=3.5V VIN=0V→0.12V	100	300	500	kΩ
	温度系数 2	K _{U2} Ta= -40℃ to 85℃	-0.1	0	0.1	mV/℃
过流 2	保护阈值	V _{OC2} V1~V6=3.5V VIN=0V→0.5V	V _{OC2} *80%	V _{OC2}	V _{OC2} *120%	V
	保护延时	T _{OC2} V1~V6=3.5V COC2=0.1μF VIN=0V→0.5V	10	20	30	ms
	解除延时	T _{ROC2} V1~V6=3.5V VIN=0V→0.5V→0V	100	200	300	ms
短路	保护阈值	V _{SHORT} V1~V6=3.5V VIN=0V→1.2V	V _{SHORT} *80%	V _{SHORT}	V _{SHORT} *120%	V
	保护延时	T _{SHORT} V1~V6=3.5V VIN=0V→1.2V→0V	100	200	300	ms
充电过流	保护阈值	V _{OVCC} V1~V6=3.5V VIN=0V→-0.2V	V _{OVCC} -0.03	V _{OVCC}	V _{OVCC} +0.03	V
	保护延时	T _{OVCC} V1~V6=3.5V VIN=0V→-0.2V	10	20	30	ms

输出电阻	CO	R _{CO}	正常态, Co 为"H" (12V)	3	5	8	K Ω
	DO	R _{DO}	正常态, Do 为"H" (12V)	3	5	8	K Ω
			保护态, Do 为"L"	0.20	0.35	0.50	

*1: 以上测试条件均以锂电参数参考设计, 其他档位参数根据实际电压调整。

工作说明

1. 过充电

电池充电且 $V_{IN} > V_{OVCC}$ 即未发生充电过流时, 只要 VC1、(VC2-VC1).....(VC6-VC5)中任意电压值高过 V_{DET1} 并持续了一段时间 T_{OV} , 芯片即认为电池包中出现了过充电状态, CO 由高电平变为高阻态, 被外接电阻下拉至低电平, 将充电控制 MOS 管关断, 停止充电。

满足下面两个条件之一即可解除过充电状态:

- (1) 所有电芯的电压都低于 V_{REL1} 并持续 T_{REL1} ;
- (2) $V_M > 100mV$ (接入负载), 电池电压低于 V_{DET1} 并持续 T_{REL1} 。

2. 过放电

电池放电且 $V_{IN} < V_{OC1}$ 即未发生放电过流时, 只要 VC1、(VC2-VC1).....(VC6-VC5)中任意电压值低于 V_{DET2} 并持续了一段时间 T_{OVD} , 芯片即认为电池包中出现了过放电状态, DO 由高电平变为低电平, 将放电控制 MOS 管关断, 停止放电, 此时芯片进入休眠模式。

满足下面两个条件之一即可解除过放电状态 (休眠状态):

- (1) $V_M = 0$ 且所有电芯的电压都高于 V_{REL2} 并持续 T_{REL2} ;
- (2) $V_M < -100mV$ (接入充电器), 电池电压高于 V_{DET2} 并持续 T_{REL2} 。

3. 放电过电流

在放电时, 放电电流随着负载而变化, V_{IN} 电压随着放电电流的增大而增大。当 V_{IN} 电压高于 V_{OC1} 并持续一段时间 T_{OC1} , 即认为出现了过电流 1; 当 V_{IN} 电压高于 V_{OC2} 并持续 T_{OC2} , 即认为出现了过电流 2; 当 V_{IN} 电压高于 V_{SHORT} 并持续 T_{SHORT} , 即认为出现了短路。三种中任意一种状态出现后, DO 由高电平变为低电平, 关断放电控制 MOS 管停止放电, 同时, 过流锁定端子 V_M 端内部下拉电阻 R_{VMS} 接入。通常 $V_{OC1} < V_{OC2} < V_{SHORT}$, $T_{OC1} > T_{OC2} > T_{SHORT}$ 。过电流保护时 DO 被锁定为低电平, 断开负载即可解除锁定。

4. 延时设置

过充电延时, 过放电延时由下述公式计算 (单位: s):

$$T_{OV} = 10^7 \times C_{OV} \quad T_{OVD} = 10^7 \times C_{OVD}$$

放电过电流 1 延时由下述公式计算 (单位: s):

$$T_{OC1} = 2 \times 10^6 \times C_{OC1}$$

放电过电流 2 延时由下述公式计算 (单位: s):

$$T_{OC2} = 2 \times 10^5 \times C_{OC2}$$

5. 充电过电流

在充电时, 如果充电电流过大且 $V_{IN} < V_{OVCC}$ 并持续了一段时间 T_{OVCC} , 芯片认为发生了充电过电流状态, CO 被外接电阻下拉至低电平, 充电控制 MOS 管关断, 必须将充电器移除才能解除。

6. 断线保护

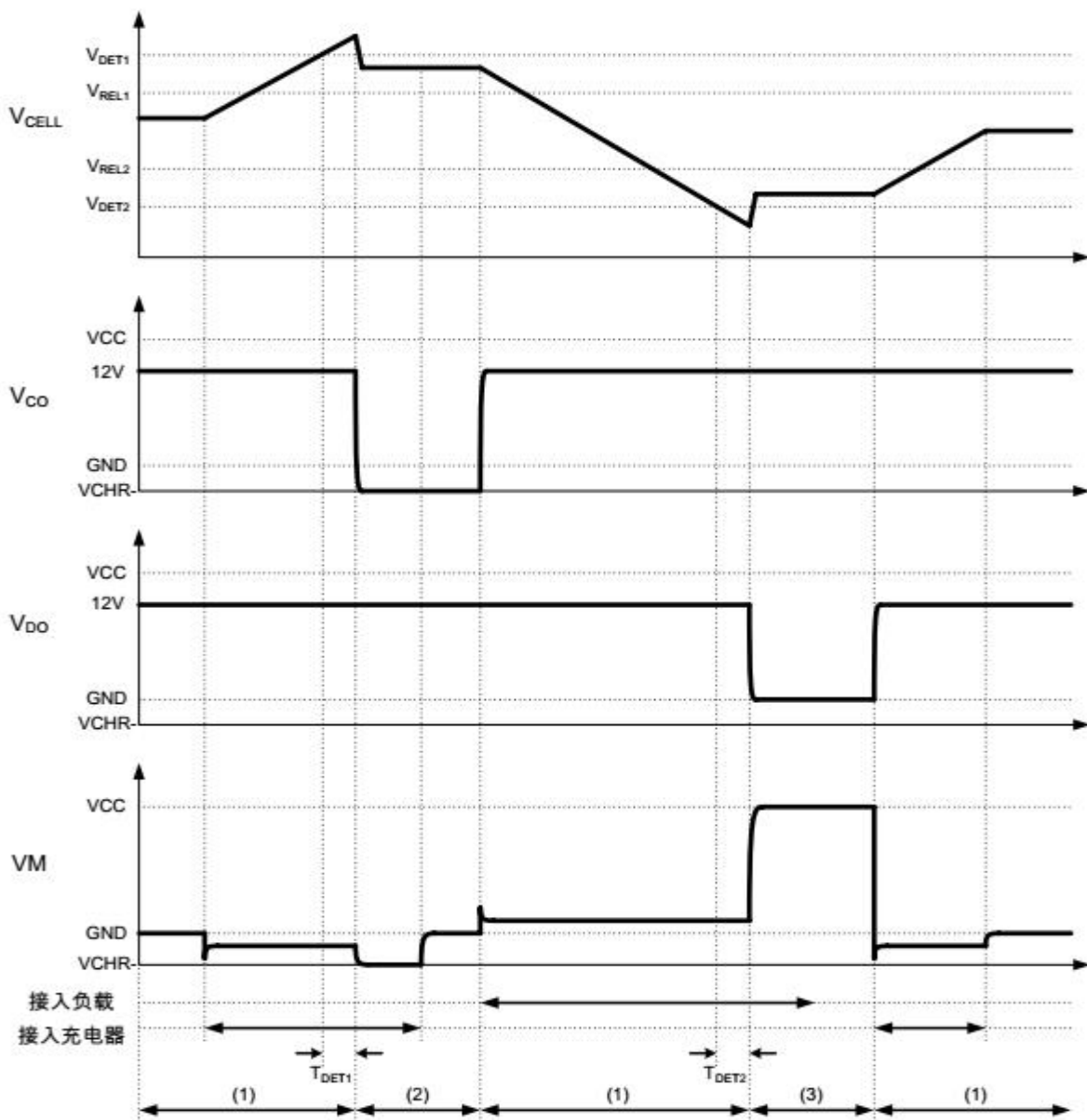
当芯片检测到管脚 V1~V6 中任意一根或多根与电芯的连线断开, 芯片判断为发生了断线, 即将 CO 输出高阻态, DO 输出低电平, 此保护状态称为断线保护状态。

断线保护后, 芯片进入低功耗。当断开的连线重新正确连接后, 芯片退出断线保护状态。

特别注意, 单芯片应用与级联应用时, 均不可将芯片引脚 GND 与电芯的连线断开, 若断开, 芯片无法正常工作, 无法进入断线保护。

工作时序图

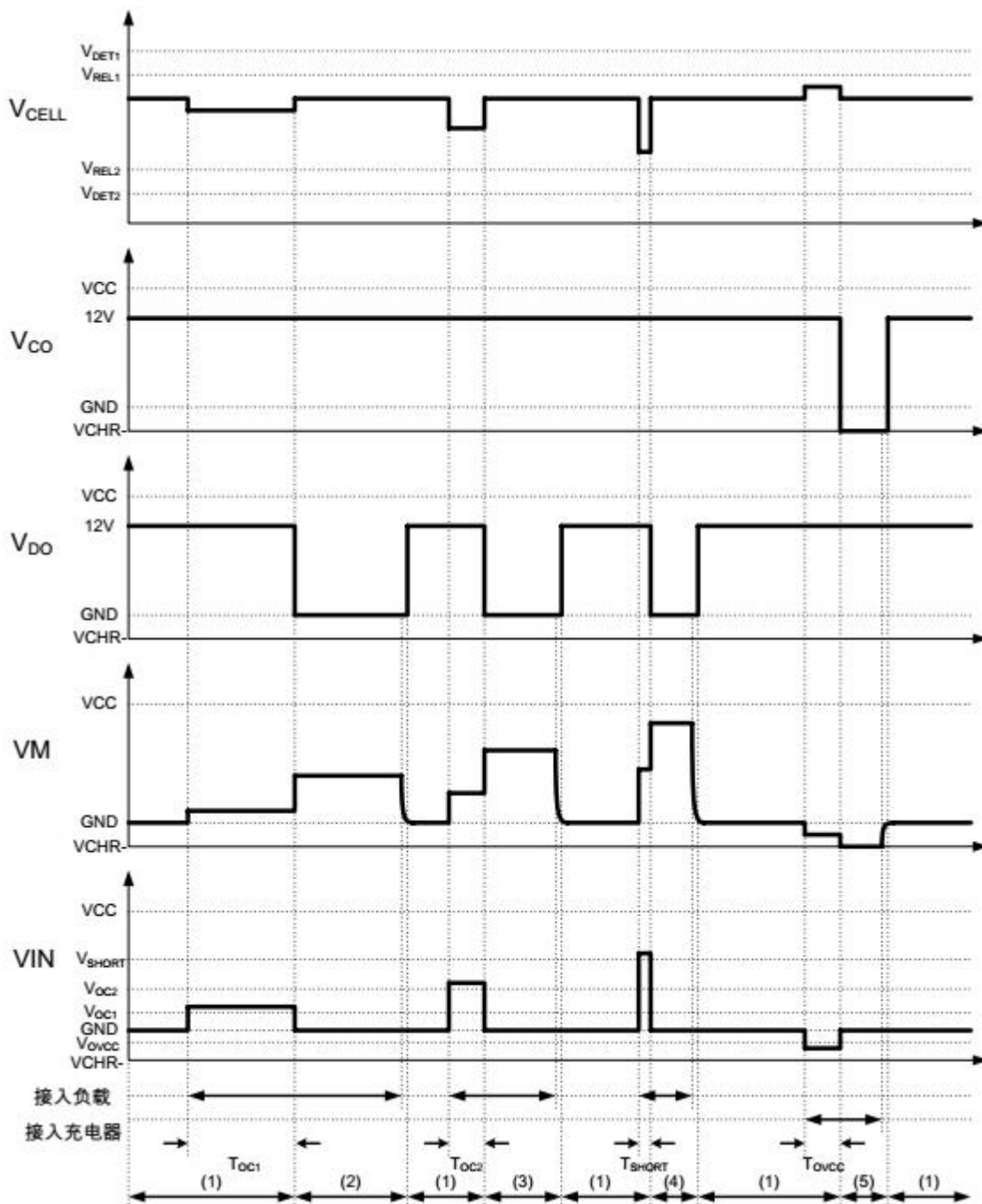
1. 过充电、过放电保护



假定为恒流充电，V_{CHR}-为充电器空载时负端电压：

- (1) 通常状态；
- (2) 过充电保护状态；
- 过放电保护状态。

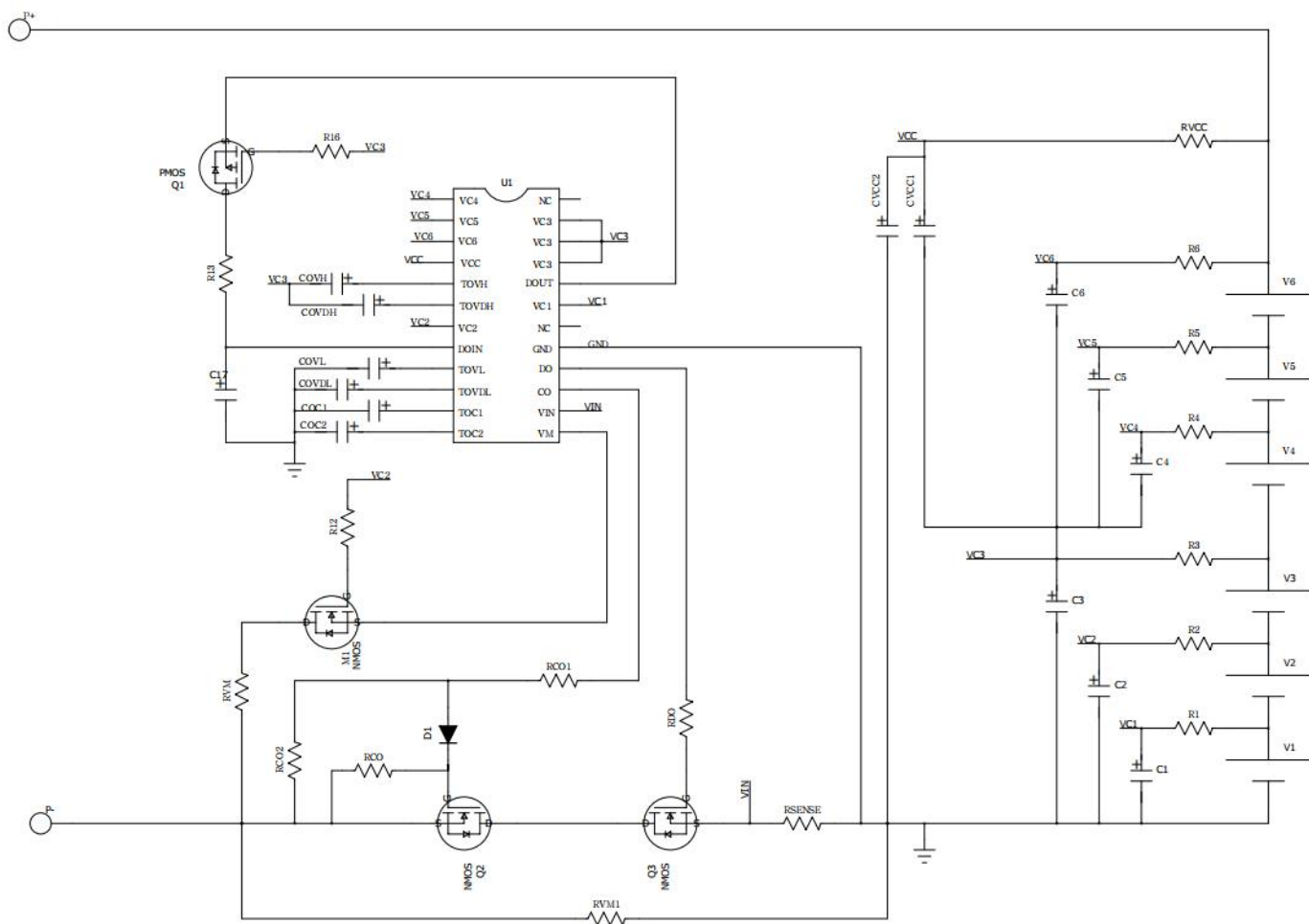
2. 放电过电流、短路、充电过电流保护



假定为恒流充电，V_{CHR-}为充电器空载时负端电压：

- (1) 通常状态；
- (2) 放电过电流 1 保护状态；
- (3) 放电过电流 2 保护状态；
- (4) 短路保护状态；
- (5) 充电过电流保护状态。

应用电路



电阻、电容推荐值如下：

器件标号	典型值	范围	单位
R1~R6、RVCC、RV _M 、R12	1000	100~1000	Ω
R16	10	5~15	kΩ
R13	400	100~1000	kΩ
RV _{M1} 、RCO ₂	10	1~15	MΩ
RCO	1	0.1~10	MΩ
RCO ₁ 、RDO	2	0.1~10	kΩ
Rsense	5	1~20	mΩ
C17	0.01	0.001~0.1	μF
CVCC1、CVCC2	10	10~100	μF
C1~C6	1.0	0.1~10	μF
COVL、COVH、COVDL、COVDH、COC1、COC2	0.1	--	μF

特别注意： MOS 管、二极管的耐压值请务必大于应用时整个电池包总电压，并留足余量！

测试电路

1. 正常功耗及休眠功耗

- (1) 设定 $V1\sim V6=3.5V$ ，观察电流表的读数，流出 GND 的电流即正常功耗。
- (2) 在(1)的基础上，设定 $V1\sim V6=2.0V$ ，观察电流表的读数，流出 GND 的电流即休眠功耗。

2. 过充电测试

2.1 过充电保护及保护解除阈值

- (1) 设定 $V1\sim V6=3.5V$ ，确保 DO、CO 都为“H”。逐渐增大 V6，维持时间不小于过充电保护延时，当 CO 由“H”变“L”时的 V6 电压即为过充电保护阈值电压 (VDET1)；逐渐减小 V6，维持时间不小于过充电保护解除延时，当 CO 重新变为“H”时，V6 电压即为过充电保护解除阈值电压 (VREL1)。

2.2 过充电保护及过充电回复延时

- (2) 设定 $V1\sim V6=3.5V$ ，确保 DO、CO 都为“H”。将 V6 骤升至 4.4V，监控 CO 电压并维持一段时间，CO 由“H”变“L”的时间间隔即为过充电延时。
- (2) 设定 $V1\sim V5=3.5V$ ， $V6=4.4V$ ，确保 DO 为“H”，CO 为“L”。将 V6 骤降至 3.5V，监控 CO 电压并维持一段时间，CO 由“L”变“H”的时间间隔即为过充电回复延时。

3. 过放电测试

3.1 过放电保护及过放电保护解除阈值

设定 $V1\sim V6=3.5V$ ，确保 DO、CO 都为“H”。逐渐减小 V6，维持时间不小于过放电保护延时，当 DO 由“H”变为“L”时的 V6 电压即为过放电保护阈值电压 (VDET2)；逐渐增大 V6，维持时间不小于过放电保护解除延时，当 DO 重新变为“H”时，V6 电压即为过放电保护解除电压 (VREL2)。

3.2 过放及过放回复延时

- (1) 设定 $V1\sim V6=3.5V$ ，确保 DO、CO 都为“H”。将 V6 骤降至 2.0V，监控 DO 电压并维持一段时间，DO 由“H”变为“L”的时间间隔即为过放电延时。
- (2) 设定 $V1\sim V5=3.5V$ ， $V6=2.0V$ ，确保 DO 为“L”，CO 为“H”。将 V6 骤升至 3.5V，监控 DO 电压并维持一段时间，DO 由“L”变为“H”的时间间隔即为过放电回复延时。

4. 放电过电流及短路测试

4.1 过电流及短路保护阈值

设定 $V1\sim V6=3.5V$ ， $VIN=0$ ，确保 DO、CO 都为“H”。逐渐增大 VIN，维持时间不小于过电流 1 保护延时，当 DO 由“H”变为“L”时的 VIN 电压即为过电流 1 保护阈值 (VDET3)。过电流 2 阈值 (VDET4) 及短路阈值 (VSHORT) 的测试需同时根据设定的保护延时长短去判断。

4.2 过电流及过电流回复延时

- (1) 设定 $V1\sim V6=3.5V$ ， $VIN=0$ ，确保 DO、CO 都为“H”。将 VIN 骤然增大至 0.2V，监控 DO 电压并维持一段时间，DO 由“H”变为“L”的时间间隔即为过电流 1 延时。
- (2) 设定 $V1\sim V6=3.5V$ ， $VIN=0$ ，确保 DO、CO 都为“H”。逐步将 VIN 骤然增大，即每次增大至的 VIN 电压值比前一次大，同时监测 DO 由“H”变为“L”的延时，监测到的第一个比过电流 1 短的延时对应的 VIN 的电压即为过电流 2 阈值，这个延时即为过电流 2 延时。
- (3) 设定 $V1\sim V6=3.5V$ ， $VIN=0$ ，确保 DO、CO 都为“H”。逐步将 VIN 骤然增大，即每次增大至的 VIN 电压值比前一次大，同时监测 DO 由“H”变为“L”的延时，监测到的第一个比过电流 2 短的延时对应的 VIN 的电压即为短路阈值，这个延时即为短路延时。

- (4) 设定 $V1 \sim V6 = 3.5V$ 、 $VIN = 0.2V$ ，确保 DO 为“L”，CO 为“H”。将 VIN 骤然降至 0V，监控 DO 电压并维持一段时间，DO 由“L”变为“H”的时间间隔即为过电流 1 回复延时。同样的测试方法可以测出过电流 2 回复延时及短路回复延时。

5. 充电过电流测试

5.1 充电过电流保护阈值

设定 $V1 \sim V6 = 3.5V$ ， $VIN = 0$ ，确保 DO、CO 都为“H”。逐渐减小 VIN，维持时间不小于充电过电流保护延时，Co 由“H”变为“L”时 VIN 即为充电过电流保护阈值。

5.2 充电过电流保护延时

设定 $V1 \sim V6 = 3.5V$ ， $VIN = 0V$ ，确保 DO、CO 都为“H”。将 VIN 骤然减小至 -0.3V，监控 CO 电压并维持一段时间，CO 由“H”变为“L”的时间间隔即为充电过电流保护延时。

6. 输入/输出电阻测试

6.1 CO、DO 输出电阻

(1) CO、DO 为高电平时的输出电阻

设定 $V1 \sim V6 = 3.5V$ ， $V6 = 12.0V$ ，开关 K 断开，确保此时 CO 输出为“H”，测量 CO 端的电压 VA；闭合开关 K，V6 从 12V 开始降低，监测电流表的读数为 IA，当 $IA = 50\mu A$ 时测得 CO 端的电压 VB，

CO 输出电阻 $RCOH = (VA - VB)/50 (M\Omega)$

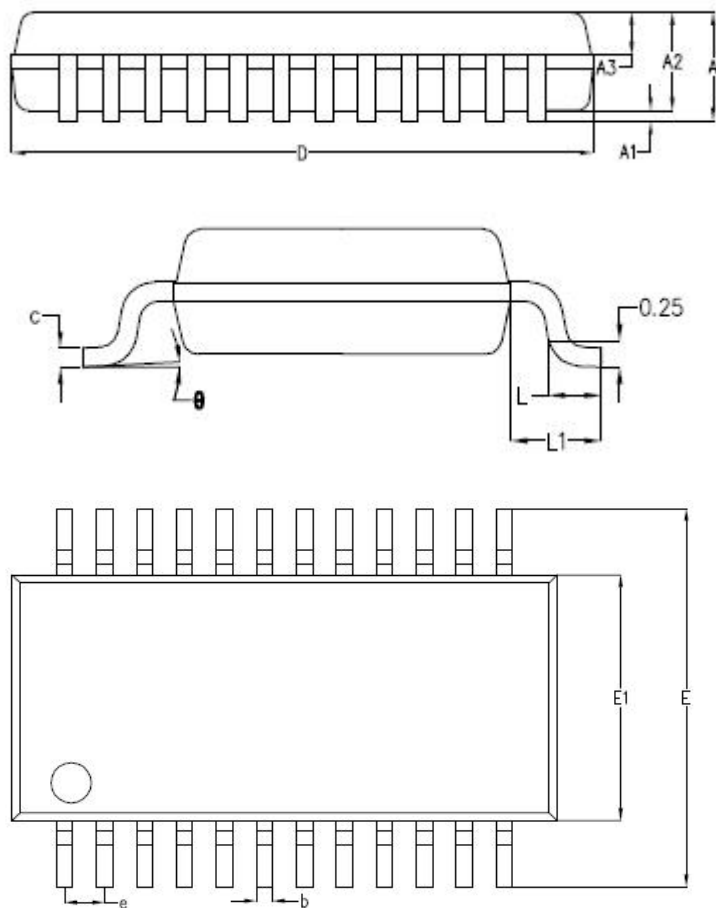
同样的测试方法可用于测试 DO 输出电阻 RDOH，只需将测试端子改为 DO 即可。

(2) DO 为低电平时的输出电阻

设定 $V1 \sim V6 = 2.00V$ 、 $V8 = 0.00V$ ，开关 K 断开，用电压表测试 DO 端电压，确保此时 DO 输出为 0V。将开关 K 闭合，调节 V8 从 0V 开始上升，同时监测电流表的读数为 IA，当 $IA = -50\mu A$ 时测得 DO 电位为 VDO，则 DO 输出电阻 $RDOL = VDO/50 (M\Omega)$ 。

封装信息

➤ SSOP-24 (0.635)



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	–	1.60	1.65
A1	–	0.15	0.20
A2	1.40	1.45	1.50
A3	0.60	0.65	0.70
b	0.22	0.25	0.30
c	0.17	0.22	0.25
D	8.55	8.65	8.75
E	5.90	6.00	6.10
E1	3.80	3.90	4.00
e	0.635BSC		
L	0.57	0.60	0.65
L1	1.05BSC		
θ	0°	3°	6°