



≡HWD2011≡

单个锂离子电池充放电保护单片集成电路

概 述

HWD2011 系列集成电路是单个锂离子电池充放电保护单片集成电路,它能够通过精确控制充、放电压及对充放电流的限制,从而能有效的保护锂离子电池并延长其使用寿命。它能与锂电芯一起集成,通过内部充电和放电的控制,并对放电电流进行限制,使电池放电完毕后保持低电流状态。从而达到对锂电芯过充过放电的保护作用。保证了锂电池的安全使用。

HWD2011 主要有以下几个方面的特点:

- 内部充放电控制;
- 放电电流限制;
- 电池放电完毕后保持低电流状态;
- 用于单个锂电池;
- 封装小,容易与电池集成;
- 内部集成度高,外围电路小;

芯片各管脚额定值:

项目	符号	数值	单位
电源电压 (管脚 5 到管脚 2)	V_{SS}	-0.3 到 12	V
输入电压 (管脚 5 到管脚 4)	V_{cs}	$V_{DD} = -18$ 到 $+0.3$	V
输出电压 (管脚 1 到管脚 4)	V_{oc}	$V_{DD} = -18$ 到 $+0.3$	V
	V_{od}	$Gnd = -0.3$ 到 $V_{DD} = +0.3$	V
功耗	P_D	150	mW
结温	T_J	-40 到 85	°C
储存温度	T_{stg}	-55 到 125	°C

表 1 各管脚额定值

单个锂离子电池充放电保护单片集成电路

电特性：（若无其它规定, $T_A=25^\circ\text{C}$ ）

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
I_{CC}	输入电流	$V_{CC}=3.5\text{V}$		7	11	μA
I_{PD}	静态电流	$V_{CC}=2.3\text{V}$		0.4	1.0	μA
V_{DET1}	过充检测点电压	HWD2011A	4.30	4.35	4.40	V
		HWD2011B	4.25	4.30	4.35	V
		HWD2011C	4.20	4.25	4.30	V
V_{DR1}	过充检测恢复点电压	$V_{CC}=2.3\text{V}$	-0.45	-0.3		V
V_{HYS}	过充回滞电压		150	200	250	mV
T_{DET1}	过充输出延迟时间	$V_{CC} = V_{DET1}+0.1 - V_{DET1}-0.1\text{V}$	50	75	100	ms
V_{DTE2}	过放检测点电压	充电结束边缘电压	2.337	2.400	2.563	V
V_{DR2}	过放恢复点电压		2.6	2.9	3.2	V
T_{VDET2}	过放输出延迟时间	$V_{CC}=2.5\text{V}-2.3\text{V}$	50	75	100	ms
V_{DET3}	过流检测电压	充电开始‘CS’管脚的边缘电压	0.17	0.20	0.23	V
T_{VDET3}	过流检测延迟时间	$V_{CC}=3.5\text{V}, V_{CS}=(0.2-1\text{V})$	9	13	17	ms
		$V_{CC}=3.5\text{V}, V_{CS}>1\text{V}$	150	300	450	μs
V_{ol2}	OD管脚低电平输出			0.2	0.5	V
V_{oh2}	OD管脚高电平输出		3.4	3.7		V

表2 电特性

HWD2011 的逻辑功能框图

图 1 是 HWD2011 的逻辑功能框图。

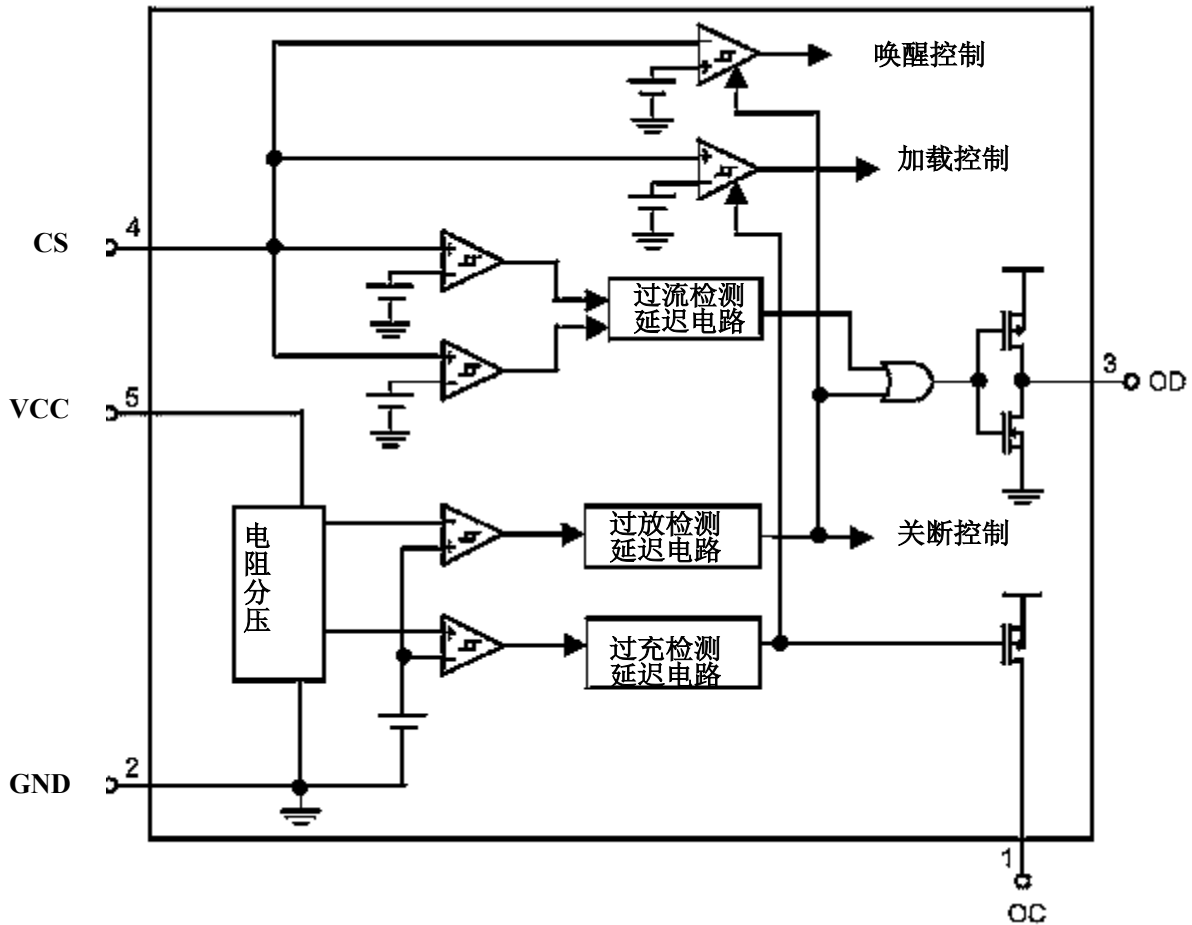


图 1 HWD2011 逻辑功能图

管脚描述:

各个引脚的功能如下:

- OD : 放电控制输出端
- CS : 电流检测端
- OC : 充电控制输出端
- Vcc : 电源 (电池) 电压 “+” 端
- Gnd : 地端 (电池) 电压 “-” 端

单个锂离子电池充放电保护单片集成电路

下图是 HWD2011 的外引线排列图（图 2）：

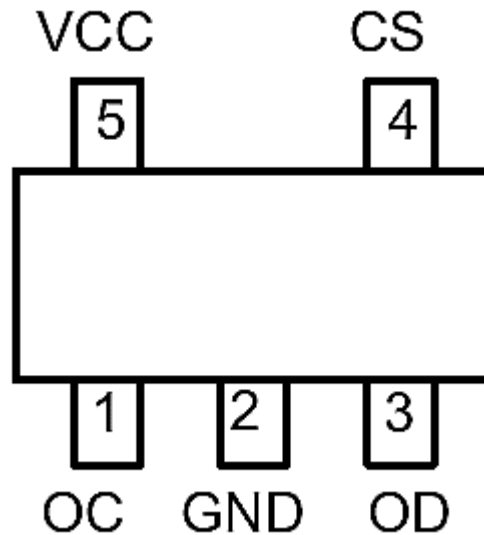


图 2 引线排列图

HWD2011 工作原理

过充检测：

V_{DET1} 检测 V_{CC} 输入的过充电压，当 V_{CC} 从低电压增大到超过充电极限电压 V_{DET1} 时， V_{DET1} 产生一个高电平，这个高电平使得 C_{OUT} 输出变为高电平，关断外部充电控制 PMOS 晶体管，充电结束。

充电结束以后，有两种情况可以重置 V_{DET1} ，使 C_{OUT} 的输出变为高电平，恢复电池的充电过程。

第一种情况是当 V_{CC} 降低到小于过放释放电压 V_{REL1} ，系统恢复充电。第二种情况是当 V_{CC} 在 V_{DET1} 与 V_{REL1} 之间，断开电池与充电器，再次接上负载（电池）时， C_{OUT} 会恢复高电平，开始充电过程。

当 V_{CC} 大于 V_{DET1} （过充时），充电系统通过外部充电控制晶体管（PMOS）的寄生二极管对电池进行充电，当 V_{CC} 减小到小于 V_{DET1} 时，由于寄生电流的持续作用， C_{OUT} 将变为低电平。

V_{SS} 和 C_i 脚之间外接电容，外界电容产生延迟使充电控制 PMOS 管在 V_{CC} 大于 V_{DET1} 的瞬间到延迟结束这一段时间一直处于关断状态。如果在延迟时间内， V_{CC} 从大于 V_{DET1} 降低到小于 V_{DET1} ， V_{DET1} 不会输出低电平关断外部 PMOS 管。



≡HWD2011≡

单个锂离子电池充放电保护单片集成电路

外部延迟的计算公式如下：

$$t_{V_{DET1}}[\text{sec}] = (C_3[\text{F}] \times (V_{CC}[\text{V}] - 0.7) / (0.48 \times 10^{-6}))$$

电平位移利用 CMOS 缓冲器把 C_{OUT} 脚的高电平提升到 V_{CC}，把低电平下拉到 CS 电位。

过放电压检测：

V_{D2} 检测 V_{CC} 输入的过放电压，当 V_{CC} 的电压下降到小于过放极限电压 V_{DET2} 时，V_{D2} 产生一个低电平，这个低电平使得 D_{OUT} 输出变为高电平，关断外部放电控制 PMOS 晶体管，放电结束。

如果 V_{CC} 保持低电平而且小于 V_{DET2}，系统将通过外部放电控制 PMOS 晶体管的寄生二极管对电池进行放电，当 V_{CC} 的电平逐渐升高到大于 V_{DET2} 时，D_{OUT} 变为低电平，电池放电将由外部放电控制 PMOS 晶体管控制。

当另接一个电池到放（充）电器上，V_{CC} 大于 V_{DET2} 时，V_{D2} 以及 D_{OUT} 管脚立即恢复高电位。

当给电压等于 0 伏的电压充电时，充电器将允许进行“强充”，即充电的电压大于最大的 0 伏充电电压 V_{ST}，1.2 伏。

另外，V_{D2} 后接内部延迟，在内部延迟时间内，如果 V_{CC} 从小于 V_{DET2} 增加到大于 V_{DET2}，V_{D2} 不会输出低电平管断外部 PMOS 管，在 V_{CC}=2.4 伏时，t_{VDET2}=10ms。

V_{D2} 检测到过放后，源电流将减小到 0.3um，V_{CC}=2.0 V，此时，只有充电检测工作。

D_{OUT} 管脚输出的低电平为 V_{CC}，低电平为 V_{SS}。

过流检测：

在正常情况下，HWD2011 电路中，检测 CS 端的电压是否超过过流检测电压，当 CS 端的电压高于过流检测电压的时候，同时超过了过流延迟时间 T_{VDET3} 时，过流保护电路开始运作，通过关断放电输出端的 MOSFET 管来达到过流保护的目。

当电池两端的电阻达到 20M 欧姆时（例如取出电池时）恢复过流保护。HWD2011 集成电路拥有 2 个比较器（1.0V、0.2V），和两个延迟时间，分别对应相应的检测情况。

过充负载检测：

过充电后负载检测功能是通过检测 CS 管脚电压实现的。一旦过充后负载连接到电池盒上，放电电流将流过寄生 MOSFET M2 二极管，而且二极管上的电压将降至 CS 管脚和地（GND）之间。如果 CS 管脚上的电压高于负载检测阈值电压，负载会被连接到电池盒上。

过放后断电：

当过放发生时，HWD2011 将进入关断模式，关上所有的时序发生器和检测电路从而把静态电流减小到 0.4 μA（V_{CC}=2.3V）。同时，CS 管脚通过一个高阻值电阻连接到 V_{CC} 上去。

单个锂离子电池充放电保护单片集成电路

过放后充电检测:

当过放发生时，放电控制 MOSFET M1 关闭，从而就避免了过放。然而，充电依旧通过附加二极管 M1。一旦充电装置连接到电池盒上，HWD2011 将打开所有的计时发生器和检测电路。只有 CS 和地之间的电压低于充电检测阈值电压时 (V_{CH2}) 时，充电才能发生。

外部控制 MOSFET 管的选择:

因为过电流保护电压是预置的，过电流检测电阈值电流是由放电控制 MOSFET M1 的开启电阻决定的。外部控制 MOSFET 管的开启电阻可由以下公式得到： $R_{ON} = V_{DET3} / (2 * I_T)$ (I_T 是过流阈值电流)。比如，如果过流阈值电流 I_T 为 3A，外部控制 MOSFET 管的开启电阻一定是 33 千欧。用户应该注意到由于温度对集成电路的影响 MOSFET 的开启电阻随温度的不同而变化。它一般随栅源之间的电压而变化。(MOSFET 管的开启电阻随源栅间电压的减小而增大)。当外部 MOSFET 管的开启电阻变化时，过流阈值电流将相应的发生变化。从抑制电路自激方面来讲，建议把 R1, C1 连接到 Vcc 管脚。

典型电路应用:

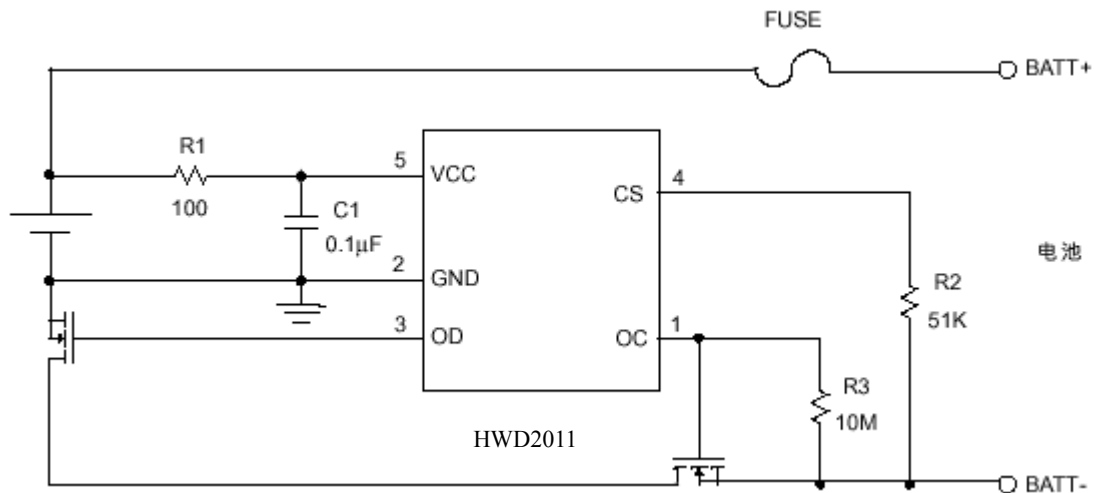


图 3 锂电池保护电路典型应用

测试电路:

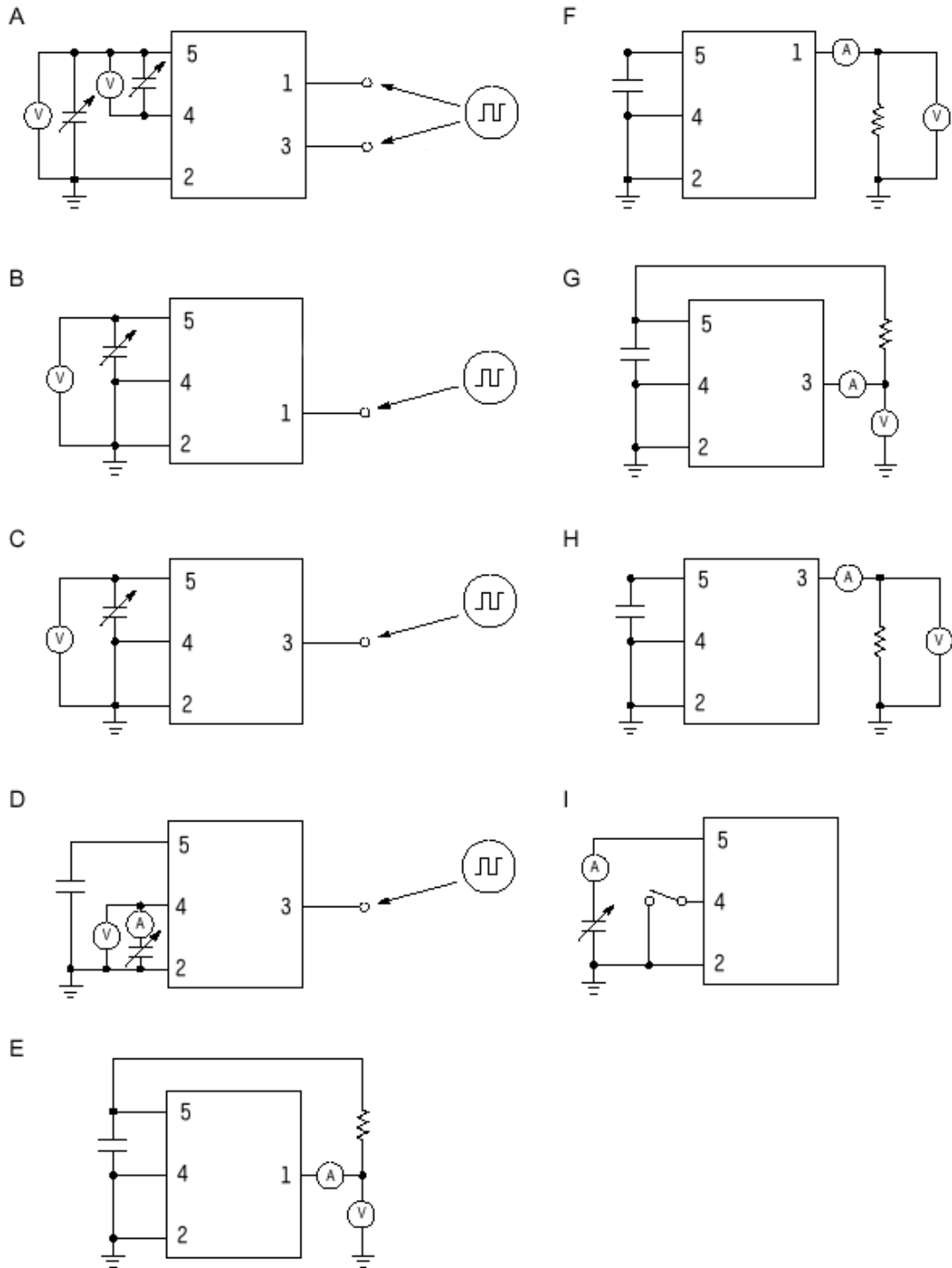


图 4(a) 测试电路

单个锂离子电池充放电保护单片集成电路

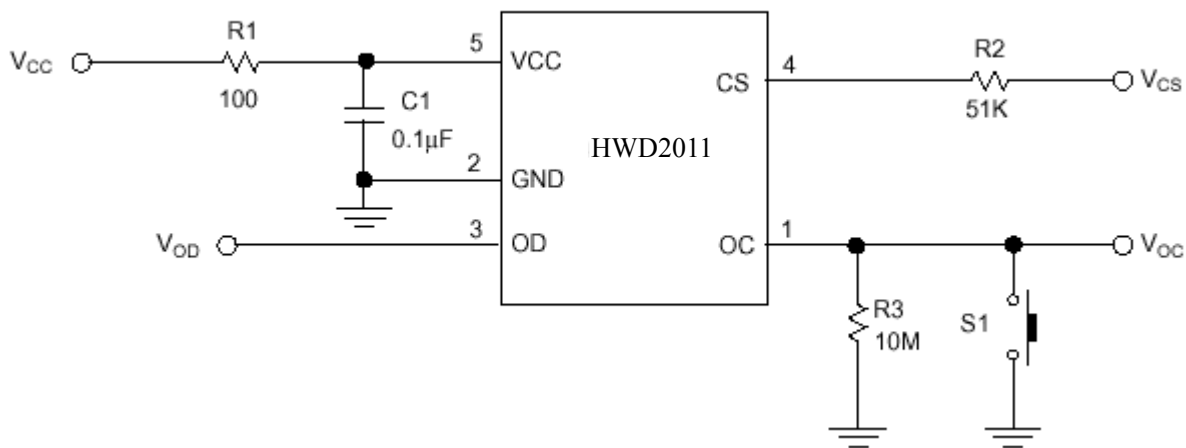


图 4(b) 测试电路

测试参数	I_{CC}	I_{PD}	V_{DET1}	V_{DR1}	T_{DET1}	V_{DTE2}
测试电路	I	I	B	B	B	C
测试参数	V_{DR2}	T_{VDET2}	V_{DET3}	T_{VDET3}	V_{ol2}	V_{oh2}
测试电路	C	C	D	D	F	H

产品类型:

产品类型	检测过充电电压点 (V)	封装	工作温度范围
HWD2011ACV	4.35	SOT - 25	-20 °C ~80 °C
HWD2011BCV	4.30	SOT - 25	-20 °C ~80 °C
HWD2011CCV	4.25	SOT - 25	-20 °C ~80 °C

单个锂离子电池充放电保护单片集成电路

封装:

本产品采用 SOT-25 封装

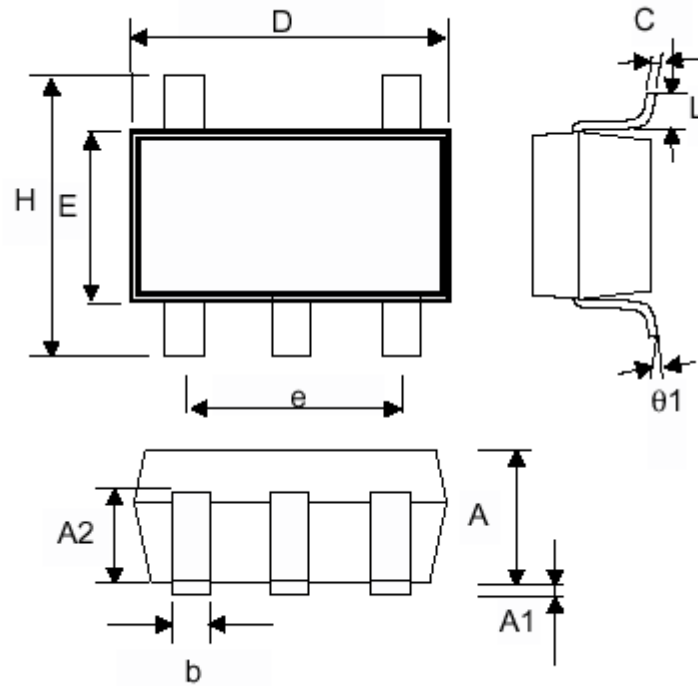


图 5 封装 (SOT - 25)

符号	最大值	最小值
A	1.00	1.30
A1	—	0.10
A2	0.70	0.90
b	0.35	0.50
C	0.10	0.25
D	2.70	3.10
E	1.40	1.80
e	1.90	
H	2.60	3.00
L	0.37	—
θ1	1°	9°

单个锂离子电池充放电保护单片集成电路

图 6 封装尺寸 (单位: 毫米)

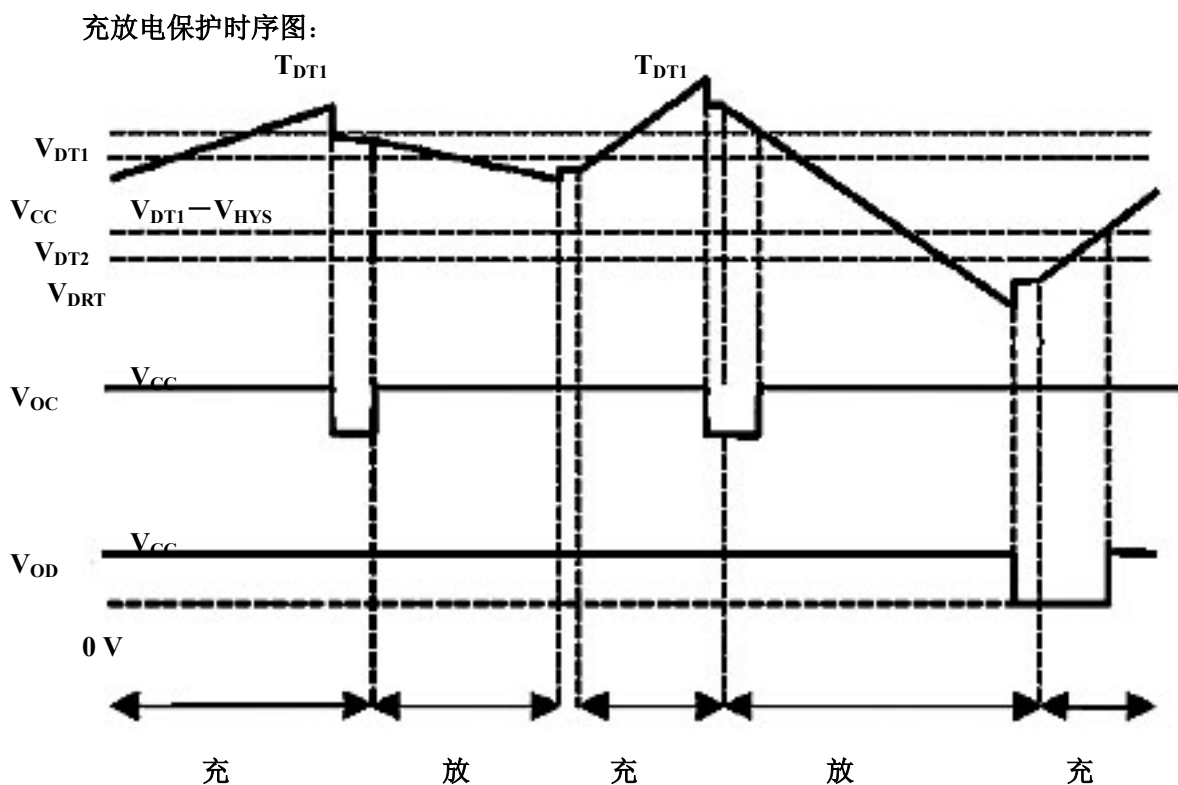


图 6 充放电时序图

过流保护时序图 (*为 $V_{CC}=3.5V$, $V_{CS}>1V$ 时):

单个锂离子电池充放电保护单片集成电路

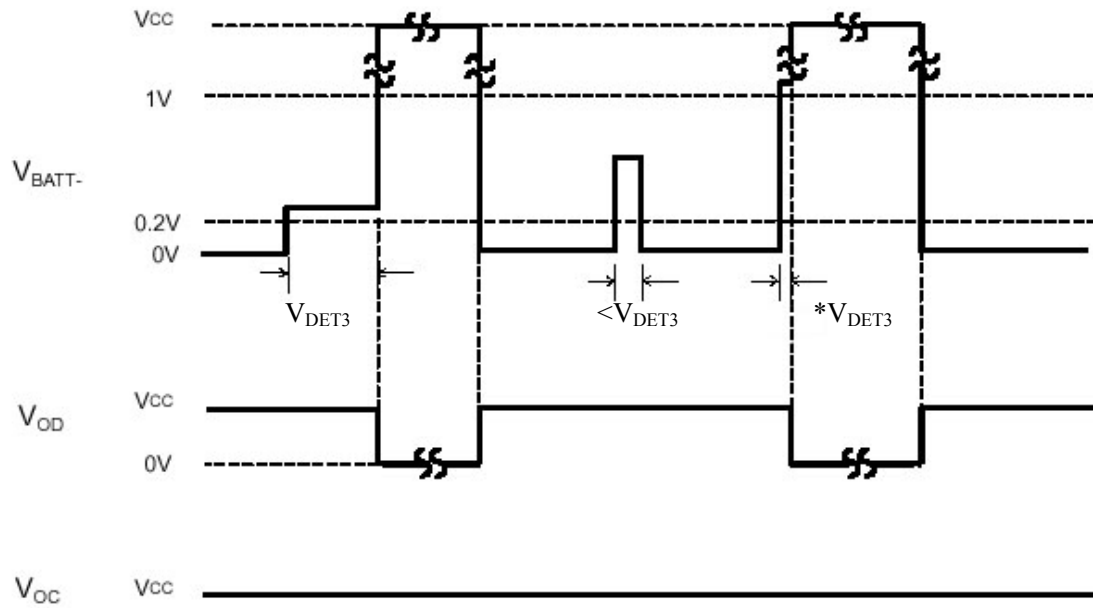


图 7 过流保护时序图