

DW01E 用户手册 V1.1

1 产品简介

DW01E 是为单节锂离子电池供电系统（例如手机电池包）而设计的专用芯片，用来防止锂离子电池因为过充电、过放电和（或）过流造成损坏或寿命减少。超小型的封装和较少的外部元件需求，使 DW01E 可以完美的集成到有限的电池包空间中去。精确的过充电保护电压确保了安全并充足的充电。低功耗设计使芯片在电池工作及储存期间静态功耗极低。

1.1 产品特性

（1）高精度电压检测电路

- | | | |
|------------|-------|----------|
| ● 过充电检测电压 | 4.40V | 精度±50mV |
| ● 过充电释放电压 | 4.10V | 精度±50mV |
| ● 过放电检测电压 | 2.80V | 精度±100mV |
| ● 过放电释放电压 | 3.00V | 精度±100mV |
| ● 放电过流检测电压 | 175mV | 精度±35mV |
| ● 负载短路检测电压 | 0.80V | 精度±300mV |

（2）各延迟时间由内部电路设置（不需要外接电容）

- | | |
|---------------|-----------|
| ● 过充电检测延迟时间 | 典型值 70ms |
| ● 过放电检测延迟时间 | 典型值 35ms |
| ● 放电过流电检测延迟时间 | 典型值 6ms |
| ● 充电过流电检测延迟时间 | 典型值 6ms |
| ● 负载短路检测延迟时间 | 典型值 350us |

（3）休眠功能：可以选择“有”或者“无”（详见产品目录）

（4）过放电恢复功能：可以选择“有”或者“无”（详见产品目录）

（5）低功耗电流

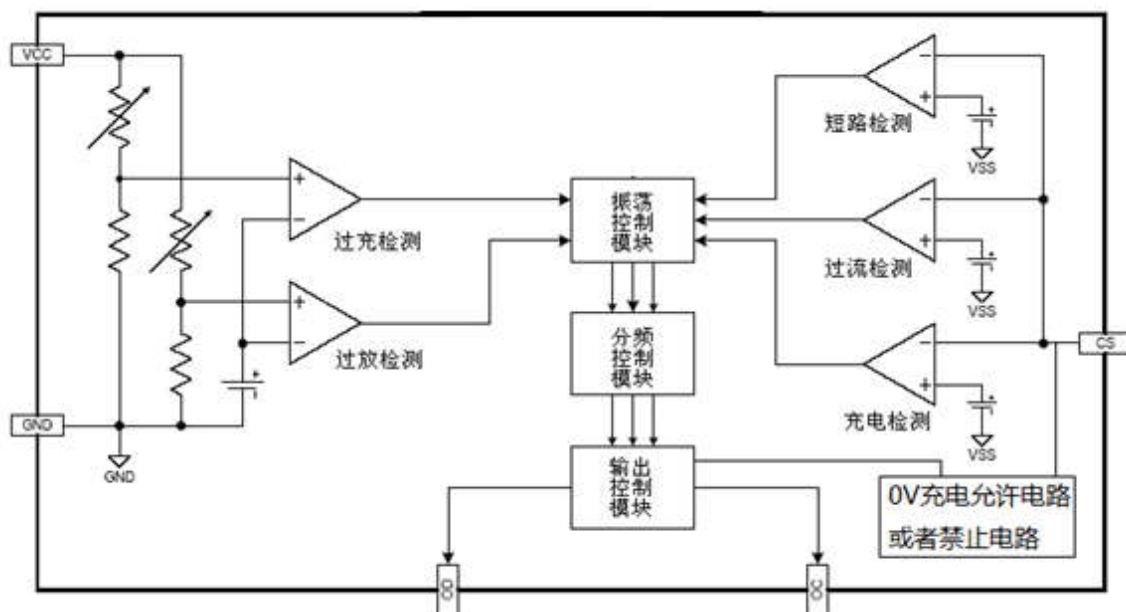
- | | |
|-----------|-------------------------------|
| ● 工作模式 | 典型值 3.0uA，最大值 6.0uA（VCC=3.9V） |
| ● 休眠模式 | 典型值 0.1uA（VCC=2.0V） |
| ● 过放自恢复模式 | 典型值 2.0uA（VCC=2.0V） |

（6）向 0V 电池充电功能：可以选择“允许”或者“禁止”（详见产品目录）

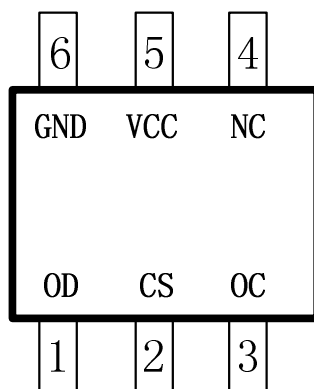
（7）工作温度范围：-40℃~+85℃

（8）小型封装：SOT23-6

1.2 系统框图



1.3 引脚排列



1.4 引脚说明

编号	引脚名	方向	功能描述
1	OD	0	连接 MOSFET 的栅端，用于过放电保护的控制
2	CS	I	电流检测及充电器检测
3	OC	0	连接 MOSFET 的栅端，用于过充电保护的控制
4	NC	-	-
5	VCC	-	通过一个电阻（R1）接电源
6	GND	-	地

1.5 产品目录

参数 型号	过充电 检测电压	过充电 释放电压	过放电 检测电压	过放电 释放电压	过流保护 电压	向 0V 电池 充电功能	其它功能
	VOC _P	VOC _R	VOD _P	VOD _R	VOI ₁	V _{OV}	—
DW01E	4.40V	4.10V	2.80V	3.00V	175mV	允许	有过放自恢复功能

2 功能详述

2.1 正常工作状态

此 IC 持续侦测连接在 VCC 和 GND 之间的电池电压，以及 CS 与 GND 之间的电压差，来控制充电和放电。当电池电压在过放电检测电压 (VODP) 以上并在过充电检测电压 (VOCP) 以下，且 CS 端子电压在充电器检测电压 (VCH) 以上并在放电过流检测电压 (VOI1) 以下时，IC 的 OC 和 OD 端子都输出高电平，使充电控制用 MOSFET 和放电控制用 MOSFET 同时导通，这个状态称为正常工作状态。此状态下，充电和放电都可以自由进行。

注意：初次连接电芯时，会有不能放电的可能性，此时短接 CS 端子和 GND 端子，或者连接充电器，就能恢复到正常工作状态。

2.2 过充电保护

当电池电压高于过充电保护电压 (VOCP) 并超过过充电延时时间 (TOC) 周期，充电动作将通过关断充电控制 MOSFET 被禁止。过充电延时时间默认为 70ms。过充电保护将在以下两种情况下解除：

- (1) 电池通过自放电，电压下降到低于过充电释放电压 (VOCR)。
- (2) 电池电压下降到低于过充电保护电压 (VOCP) 且连接了一个负载。

当电池电压高于 VOCP，即便在一个负载被连接的情况下，过充保护也不会释放。

2.3 过放电保护及休眠状态。

有过放自恢复功能的型号

正常工作状态下的电池，在放电过程中，当电池电压降低到过放电检测电压 (VODP) 以下，并且这种状态持续的时候超过放电检测延迟时间 (TOD) 以上时，DW01E 系列 IC 会关闭放电控制用的 MOSFET (OD 端子)，停止放电，这个状态称为过放电状态。

过放电状态的释放，有以下三种方法：

- (1) 连接充电器，若 CS 端电压低于充电器检测电压 (VCH)，当电池电压高于过放电检测电压 (VODP) 时，过放电状态释放，恢复到正常工作状态。
- (2) 连接充电器，若 CS 端电压高于充电器检测电压 (VCH)，当电池电压高于过放电释放电压 (VODR) 时，过放电状态释放，恢复到正常工作状态。
- (3) 没有连接充电器时，如果电池电压自恢复到高于过放电释放电压 (VODR) 时，过放电状态释放，恢复到正常工作状态，即有过放自恢复功能。

2.4 过流保护

在普通模式下，DW01E 通过检测 CS 脚的电压连续监测放电电流。如果 CS 脚的电压高于过流保护电压并超过过流延时周期，过流保护电路启动且放电动作将通过关断放电控制 MOSFET 被禁止。当负载卸掉且 BATT+ 和 BATT- 出现高阻，过流保护解除并且将恢复到普通模式。

DW01E 根据不同的过流检测级别提供两种过流保护等级 (0.175V 与 0.80V) 和两种过流延时 (TOI1 与 TOI2)。

2.5 过充电后的负载检测

过充电后的负载检测靠检测 CS 脚的电压来实现。当过充电后一个负载连接到电池包，放电电流流过 MOSFET 的寄生二极管在 CS 和 GND 之间形成一个二极管电压降。如果 CS 脚电压高于负载检测临界电压 (VLD)，负载就被检测到。

2.6 过放电后充电器的检测

当过放电发生时，放电控制 MOS 管关闭从而放电过程被禁止。但是，通过 MOSFET 的寄生二极管的充电过程是允许的。一旦充电器与电池包连接，DW01E 立即打开所有的时序和监测电路。如果 CS 和 GND 之间的电压低于充电器检测临界电压 (VCH)，充电过程就被检测到。

2.7 向 0V 电池充电功能（允许）

此功能用于对已经自放电到 0V 的电池进行再充电。当连接在电池正极 (BATT+) 和电池负极 (BATT-) 之间的充电器电压高于“向 0V 电池充电的充电器起始电压 (V0V)”时，充电控制用 MOSFET 的门极固定为 VCC 端子的电压，由于充电器电压使 MOSFET 的门极和源极之间的电压差高于其导通电压，充电控制用 MOSFET 导致 (OC 端)，开始充电。这时放电控制用 MOSFET 仍然是关断的，充电电流通过其内部寄生二极管流过。当电池电压高于过放电检测电压 (VODP) 时，DW01E 系列 IC 进入正常工作状态。

注意：

- (1) 某些完全自放电后的电池，不允许被再次充电，这是由锂电池的特性决定的。请咨询电池供应商，确认所购买的电池是否具备“允许向 0V 电池充电”的功能，还是“禁止向 0V 电池充电”的功能。
- (2) “允许向 0V 电池充电功能”比“充电过流检测功能”优先级更高。因此使用“允许向 0V 电池充电”功能的 IC，在电池电压较低的时候会强制充电。电池电压低于过放电检测电压 (VODP) 以下时，不能进行充电过流状态的检测。

2.8 外部控制 MOSFET 的选择

因为过流保护电压是预先设定的，过流检测的临界电流值决定于放电控制 MOSFET 的导通电阻。外部控制 MOSFET 的导通电阻可以用等式计算：

$R_{ON} = V_{OIX} / (2 \cdot I_T)$ (I_T 是过流临界电流)。例如，如果过流临界电流 I_T 被设计为 3A，外部控制 MOSFET 的导通电阻是就必须是 $25m\Omega$ 。用户应该注意 MOSFET 的导通电阻会随着温度变化而变化。它也随着栅源电压变化而变化 (MOSFET 的导通电阻随着栅源电压下降而上升)。一旦 MOSFET 的导通电阻变化，过流临界电流将相应变化。

2.9 向 0V 电池充电功能（禁止）

当连接内部短路的电池 (0V 电池) 时，禁止向 0V 电池充电的功能会阻止对它再充电。当电池电压低于“0V 电池充电禁止的电池电压 (V0IN)”时，充电控制用 MOSFET 的门极固定为 BATT- 电压，禁止充电。当电池高于“0V 电池充电禁止的电池电压 (V0IN)”时，可以充电。

注意：

- (1) 某些完全自放电后的电池，不允许被再次充电，这是由锂电池的特性决定的。请咨询电池供应商，确认所购买的电池是否具备“允许向 0V 电池充电”的功能，还是“禁止向 0V 电池充电”的功能。

2.10 外部控制 MOSFET 的选择

因为过流保护电压是预先设定的，过流检测的临界电流值决定于放电控制 MOSFET 的导通电阻。外部控制 MOSFET 的导通电阻可以用等式计算：

$R_{ON} = VO_{IX} / (2 * I_T)$ (I_T 是过流临界电流)。例如，如果过流临界电流 I_T 被设计为 3A，外部控制 MOSFET 的导通电阻是就必须是 25 mΩ。用户应该注意 MOSFET 的导通电阻会随着温度变化而变化。它也随着栅源电压变化而变化（MOSFET 的导通电阻随着栅源电压下降而上升）。一旦 MOSFET 的导通电阻变化，过流临界电流将相应变化。

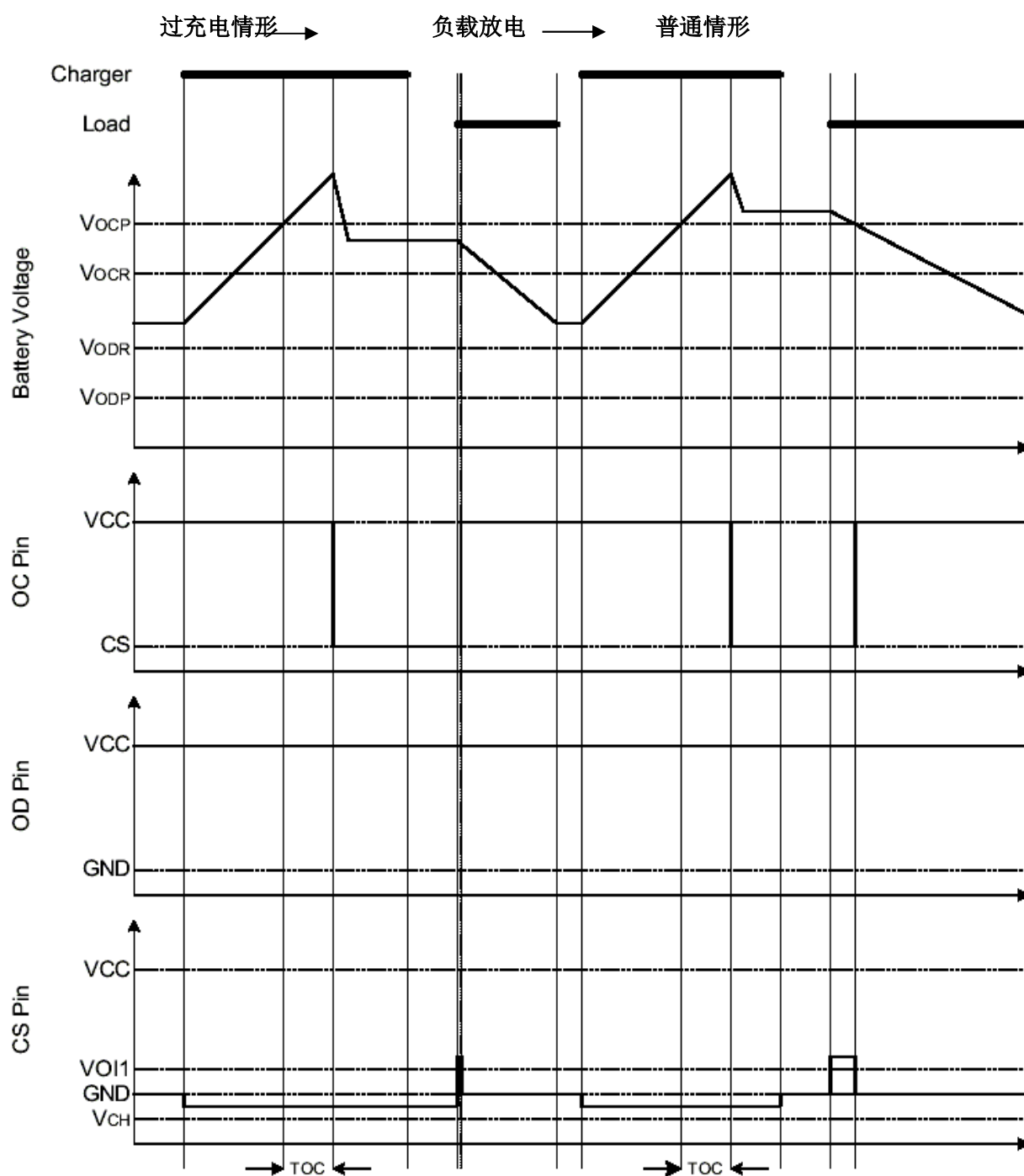
2.11 抑制充电器的纹波和扰动

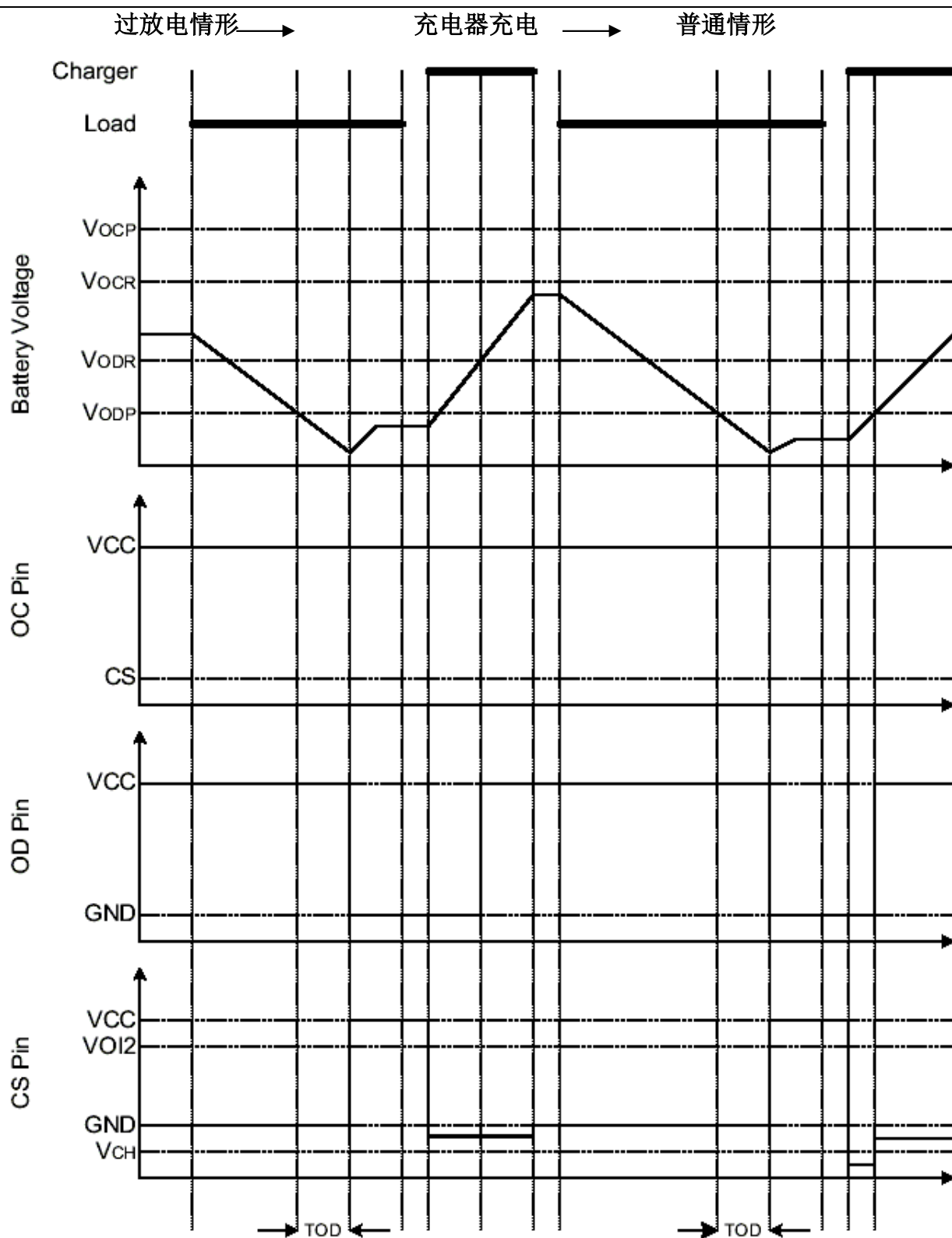
为了抑制充电器的纹波和扰动，建议连接 R1、C1 到 VCC 脚。

2.12 CS 脚的保护

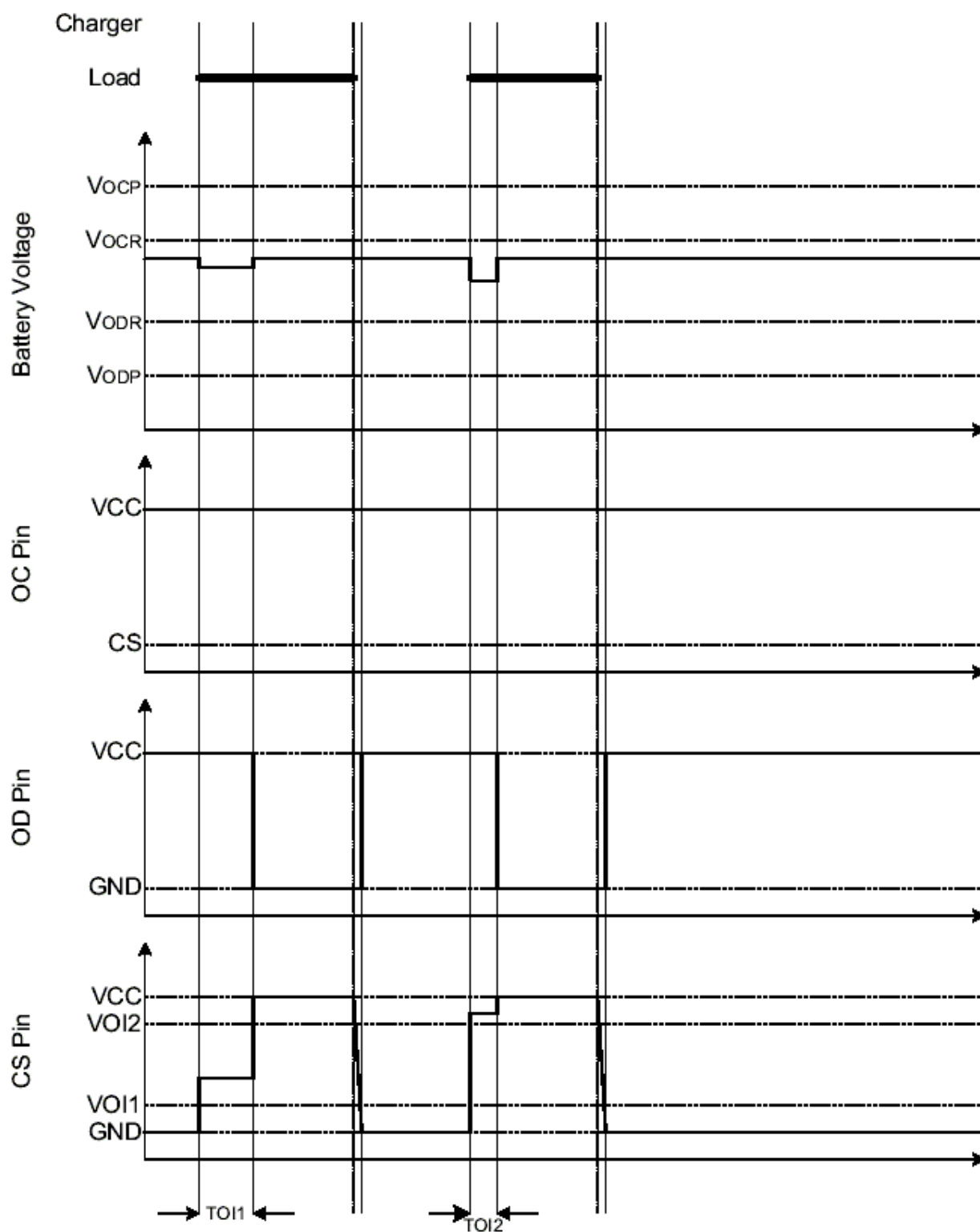
在过放电情况下连接充电器时，R2 可用于防止芯片 CS 脚的 LATCH-UP 现象，同时 R2 也被用来在充电器被反接时起保护作用。

2.13 时序图





过流情形 —> 普通情形



3 电路特性参数（所有测试均在 25℃，除非特殊说明）

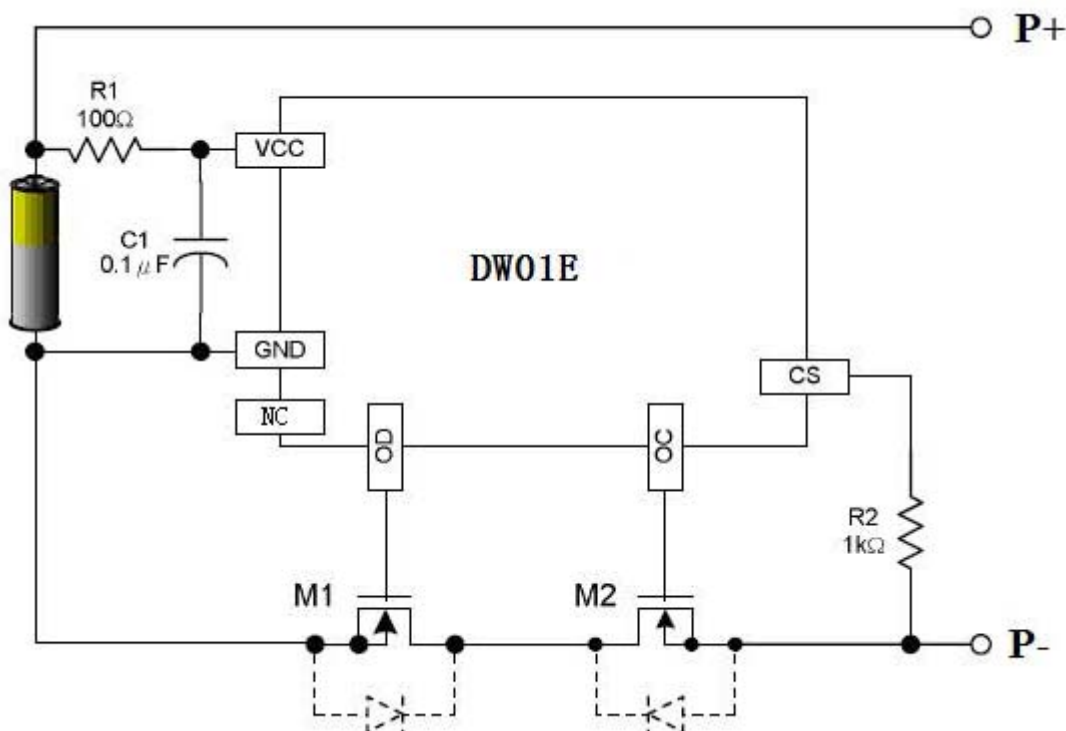
3.1 极限特性参数

参数	符号	范围	单位
VCC 与 GND 输入电压	VCC	GND-0.3~GND+10	V
OC 输出引脚电压	VOC	VCC-14~VCC+0.3	V
OD 输出引脚电压	VOD	GND-0.3~VCC+0.3	V
CS 输出引脚电压	VCS	VCC-14~VCC+0.3	V
工作温度范围	TOP	-40~+85	℃
储存温度范围	TST	-40~+125	℃

3.2 直流特性参数

参数	测试条件	符号	最小值	典型值	最大值	单位
工作电压	VCC	VCC	2	3.6	5	V
工作电流	VCC=3.9V	ICC	1.8	3.0	6.0	uA
过放自恢复电流	VCC=2.0V	I _{OD}		2.0	3.0	uA
过充保护电压		V _{OC_P}	4.35	4.40	4.45	V
过充释放电压		V _{OC_R}	4.05	4.10	4.15	V
过放保护电压		V _{OD_P}	2.70	2.80	2.90	V
过放释放电压		V _{OD_R}	2.90	3.00	3.10	V
过流保护电压		V _{OI1}	140	175	210	mV
短路保护电压	VCC=3.6V	V _{OI2}	0.50	0.80	1.10	V
过充延迟时间		T _{OC}		70	200	ms
过放延迟时间	VCC=3.6V to 2.0V	T _{OD}		35	100	ms
过流延迟时间	VCC=3.6V	T _{OI1}		6	20	ms
短路延迟时间	VCC=3.6V	T _{OI2}		350	700	us
负载检测电压		V _{LD}	0.14	0.175	0.21	V
充电器检测电压		V _{CH}	-1.2	-0.7	-0.2	V
OD 引脚输出高电平		V _{ODH}	VCC-0.1	VCC-0.02		V
OD 引脚输出低电平		V _{ODL}		0.1	0.5	V
OC 引脚输出高电平		V _{OCH}	VCC-0.1	VCC-0.02		V
OC 引脚输出低电平		V _{OCL}		0.1	0.5	V
CS-VCC 间内部电阻	VCC=1.8V, VCS=0V	R _{CSU}	100	200	600	KΩ
CS-GND 间内部电阻	VCC=3.5V, VCS=1.0V	R _{CS_D}	50	100	200	KΩ
CS-OC 间内部电阻		R _{CSOC}	2	4	8	MΩ
充电器起始电压 (允许向 0V 电池充电)	允许向 0V 电池充功能	V _{OV}	1.2	-	-	V

4 典型应用



单节锂离子电池保护电路图

标记	名称	用途	最小值	典型值	最大值	备注
R1	电阻	限流、稳定 VCC、加强 ESD	100 Ω	100 Ω	200 Ω	(1)
R2	电阻	限流	1K Ω	1K Ω	2K Ω	(2)
C1	电容	滤波、稳定 VCC	0.01uF	0.1uF	1.0uF	(3)
M1	N-MOSFET	放电控制	-	-	-	(4)
M2	N-MOSFET	充电控制	-	-	-	(5)

(1)、R1 连接过大电阻，由于耗电流会在 R1 上产生压降，影响检测电压精度。当充电器反接时，电流从充电器流向 IC，若 R1 过大可能导致 VCC-GND 端子间电压超过绝对最大额定值的情况发生。

(2)、R2 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。

(3)、C1 有稳定 VCC 电压的作用，请不要连接 0.01uF 以下的电容。

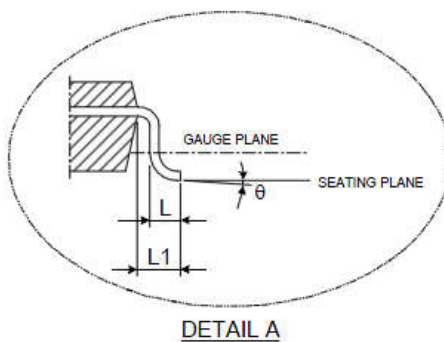
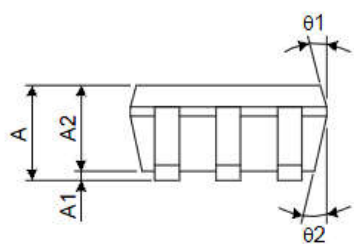
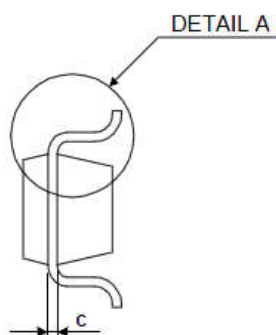
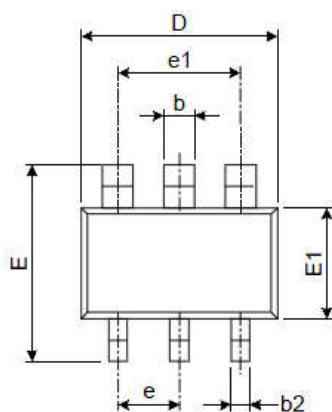
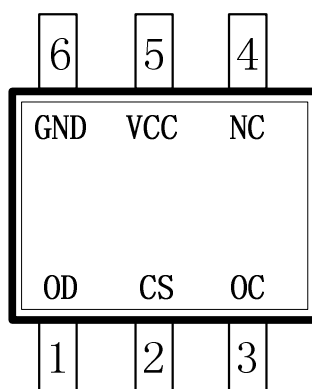
(4)、使用 MOSFET 的阈值电压在过放电检测电压以上时，可能导致在过放电保护之前停止放电。

(5)、门极和源极之间耐压在充电器电压以下时，N-MOSFET 有可能被损坏。

5 封装尺寸

封装类型: SOT-23-6

温度范围: $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$



Unit : mm

SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.
A	1.05	-	1.35
A1	0.05	-	0.15
A2	1.00	1.10	1.20
b	0.40	-	0.55
b2	0.25	-	0.40
c	0.08	-	0.20
D	2.70	2.90	3.00
E	2.60	2.80	3.00
E1	1.50	1.60	1.70
L	0.35	0.45	0.55
L1	0.60 REF.		
e	0.95 BSC.		
e1	1.90 BSC.		
θ	0°	5°	10°
θ1	3°	5°	7°
θ2	6°	8°	10°