



BYD Microelectronics Co., Ltd.

# BM309 系列

## 3/4 节锂电保护 IC

### 概述

BM309 系列是专业的锂离子或锂聚合物包保护芯片，它具有高集成度的特点，适用于笔记本电脑，电动工具，电动自行车以及 UPS 后备电源等。

BM309 通过检测电池的电压，充放电电流以及环境温度等信息给电池提供过充、过放、过流、短路、异常充电、过热等保护功能。为适应不同应用场合，它还提供了一种简单的内外置可选的方法来调节过流保护阈值和过热保护阈值。

BM309 提供了电池容量的平衡功能，消除电池包中各节电池由于充放电不均造成的容量差异，使其高效地工作并因此延长了寿命。

芯片中内置的扩展模块辅以必要的外围电路就可以实现将数个 BM309 级联对更多节的电池包进行保护，使用 BM309 系列进行此项应用时，推荐的电池包节数为 6-20 节。

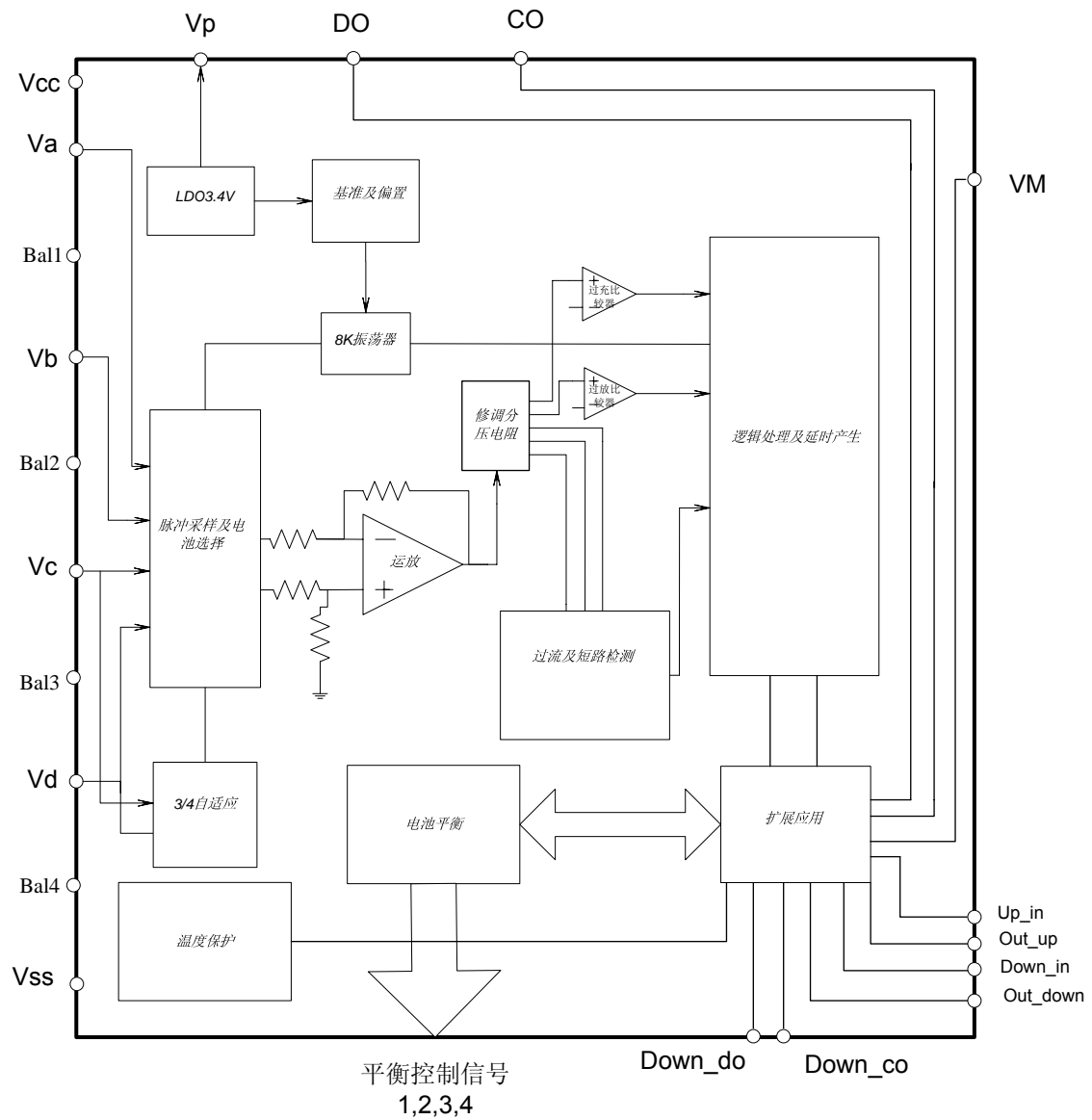
### 特点

- 支持 3/4 节锂离子或锂聚合物包或是扩展应用时 6-20 节电池包的保护
- 3/4 节自适应（不用添加任何外围电路）
- 内置的保护功能包括：
  - 过充
  - 过放
  - 过流
  - 短路
  - 异常充电
  - 过热
- 能通过外置放电回路进行电池包中各节电池容量的平衡
- 支持各种形式的充放电回路
- 能通过外置电阻调节过流保护的阈值电流
- 低功耗
- 封装形式：TSSOP24

### 应用

- 笔记本电脑
- 电动工具
- UPS 后备电源
- 电动自行车

## 模块图





产品选择指南

· 产品名

BM309XXXX

· 产品名说明

第一个 X 代表过充检测阈值电压（Vdet1）

第二个 X 代表过放检测阈值电压（Vdet2）

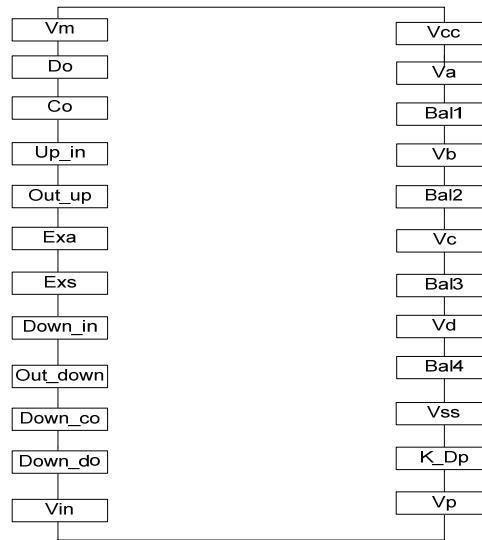
第三个 X 代表过流 1 检测阈值电压（Vdet3）

第四个 X 代表版本的其他信息

产品名	Vdet1	Vdet2	Vdet3	Vbal1	Vbal2	封装形式
BM309MHFA	4.300±0.050V	2.500±0.100V	(Vcc-0.20)±0.030V	3.980±0.100V	2.750±0.100V	TSSOP24
BM309LHFA	4.275±0.050V	2.490±0.100V	(Vcc-0.20)±0.030V	3.970±0.100V	2.740±0.100V	TSSOP24



## 引脚排布图

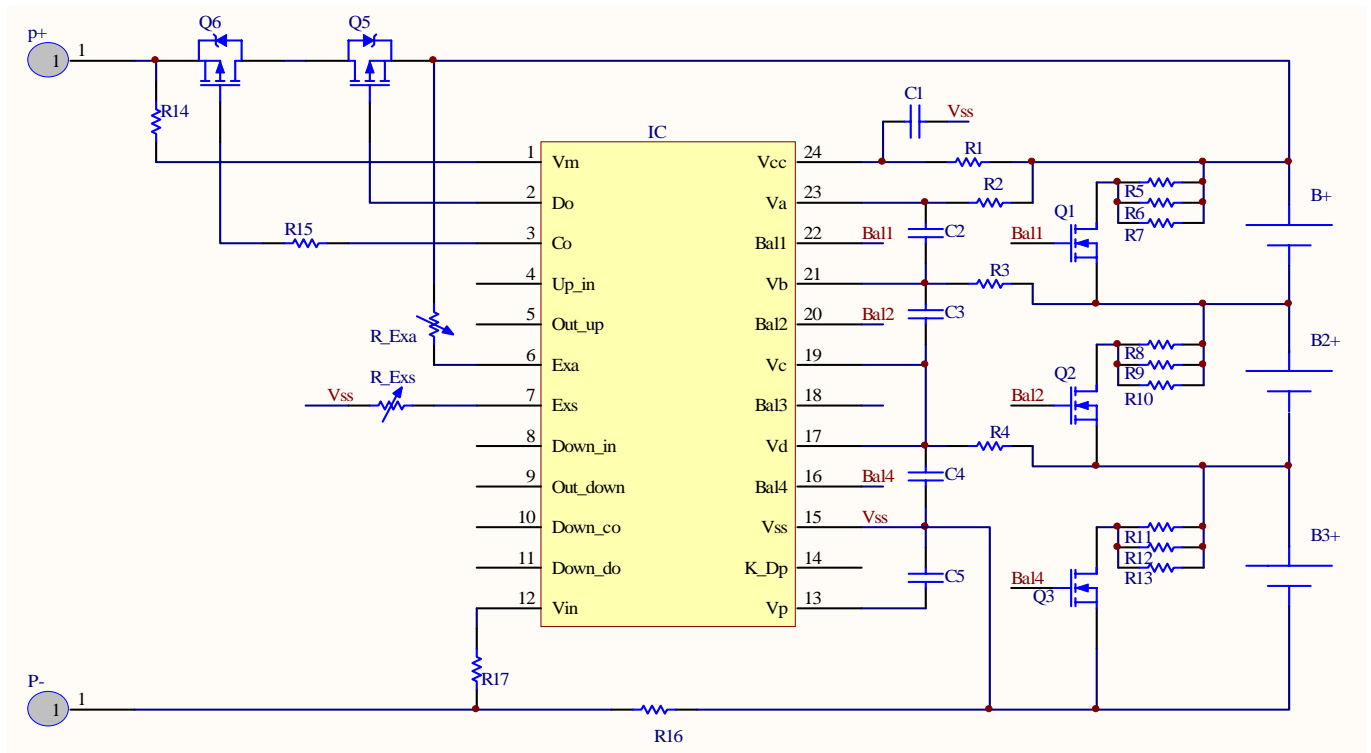


## 引脚描述:

名称	引脚号	输入/输出	描述
Vm	1	I	电压检测端子
Do	2	O	放电功率 MOS 管控制端子
Co	3	O	充电功率 MOS 管控制端子
Up_in	4	I	扩展应用时芯片间平衡信号传输端子 1
Out_up	5	O	扩展应用时芯片间平衡信号传输端子 3
Exa	6	I	接 Vcc 的过流阈值调整端子
Exs	7	I	接 Vss 的过流阈值调整端子
Down_in	8	I	扩展应用时芯片间平衡信号传输端子 2
Out_down	9	O	扩展应用时芯片间平衡信号传输端子 4
Down_co	10	I	扩展应用时下面芯片的充电控制端子
Down_do	11	I	扩展应用时下面芯片的放电控制端子
Vin	12	I	放电电流检测端子
Vp	13	Power	LDO 输出端子
K_Dp	14	I	扩展及修调端子
Vss	15	Ground	芯片地端子
Bal4	16	O	电芯 4 的平衡控制端子
Vd	17	I	电芯 4 的正端
Bal3	18	O	电芯 3 的平衡控制端子
Vc	19	I	电芯 3 的正端
Bal2	20	O	电芯 2 的平衡控制端子
Vb	21	I	电芯 2 的正端
Bal1	22	O	电芯 1 的平衡控制端子
Va	23	I	电芯 1 的正端
Vcc	24	Power	芯片供电端子

## 应用电路

## · 单个芯片应用



3 芯电池包应用电路图(TSSOP24 封装)

电阻、电容的推荐值如下:

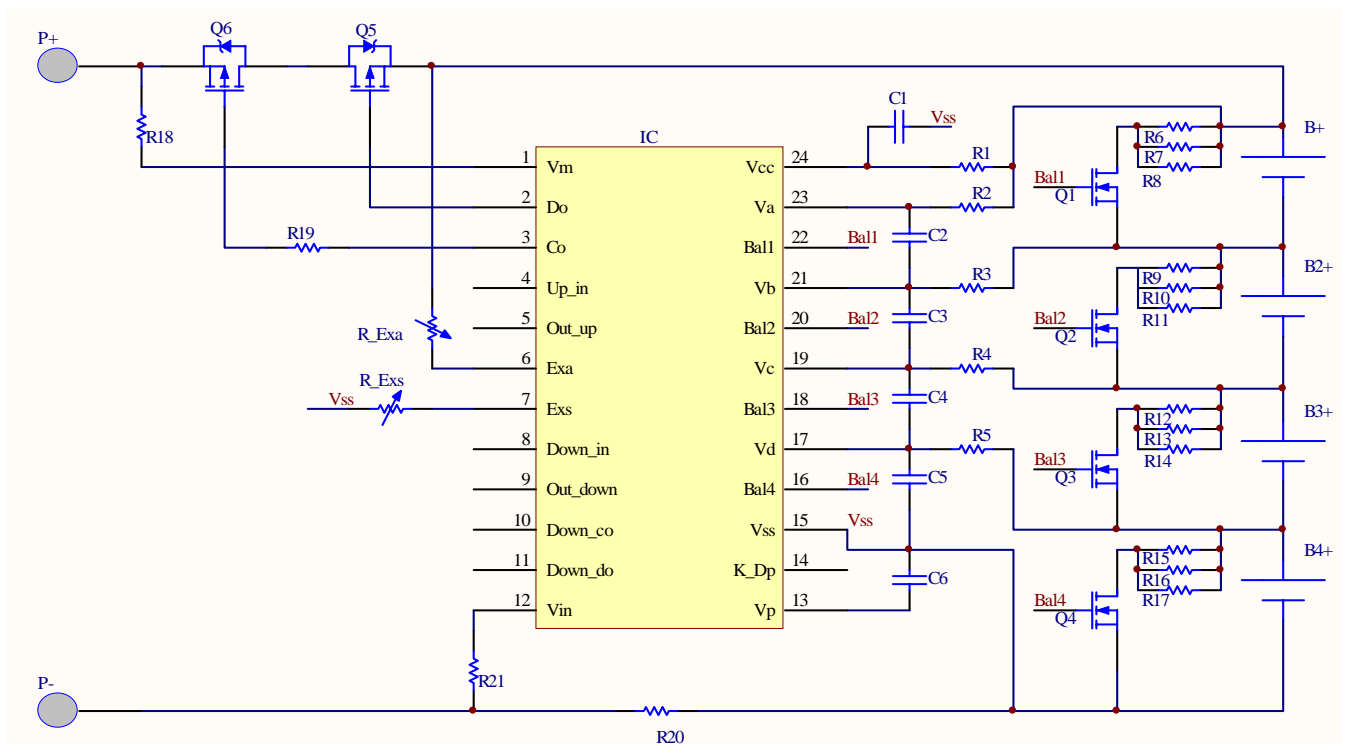
器件标号	典型值	范围	单位
R1	100	100~1000	$\Omega$
R2、R3、R4	200	100~1000	$\Omega$
R5、R6、R7	100	10~	$\Omega$
R8、R9、R10	100	10~	$\Omega$
R11、R12、R13	100	10~	$\Omega$
R14	2	1~10	K $\Omega$
R15	200	10~1000	K $\Omega$
R_Exa	60	10~100	K $\Omega$
R_Exs	80	70~85	K $\Omega$
R16	—	0~100	m $\Omega$
R17	4.7	2~10	K $\Omega$
C1、C2、C3、 C4、C5	0.1	0.01~2.2	$\mu$ F

注意: (1)引脚 Down\_co, Down\_do 可以用来控制 Co 和 Do, 控制优先权高于保护功能。

(2)Vin 端子所实现的过流检测与 VM 端实现的过流 1 检测的优先级相同, 故可只选其中一种方式实现过流 1 保护。

(3)R17 不可忽略。

(4)此表格电阻、电容标号仅适用于 3 芯电池包应用电路图。



4 芯电池包应用电路图(TSSOP24 封装)

电容、电阻推荐值如下：

器件标号	典型值	范围	单位
R1	100	100~1000	$\Omega$
R2、R3、R4、R5	200	100~1000	$\Omega$
R6、R7、R8	100	10~	$\Omega$
R9、R10、R11	100	10~	$\Omega$
R12、R13、R14	100	10~	$\Omega$
R15、R16、R17	100	10~	$\Omega$
R18	2	1~10	K $\Omega$
R19	200	10~10001	K $\Omega$
R_Exa	60	10~100	K $\Omega$
R_Exs	80	70~85	K $\Omega$
R20	—	0~100	m $\Omega$
R21	4.7	2~10K	K $\Omega$
C1、C2、C3、C4、C5、C6	0.1	0.01~2.2	$\mu$ F

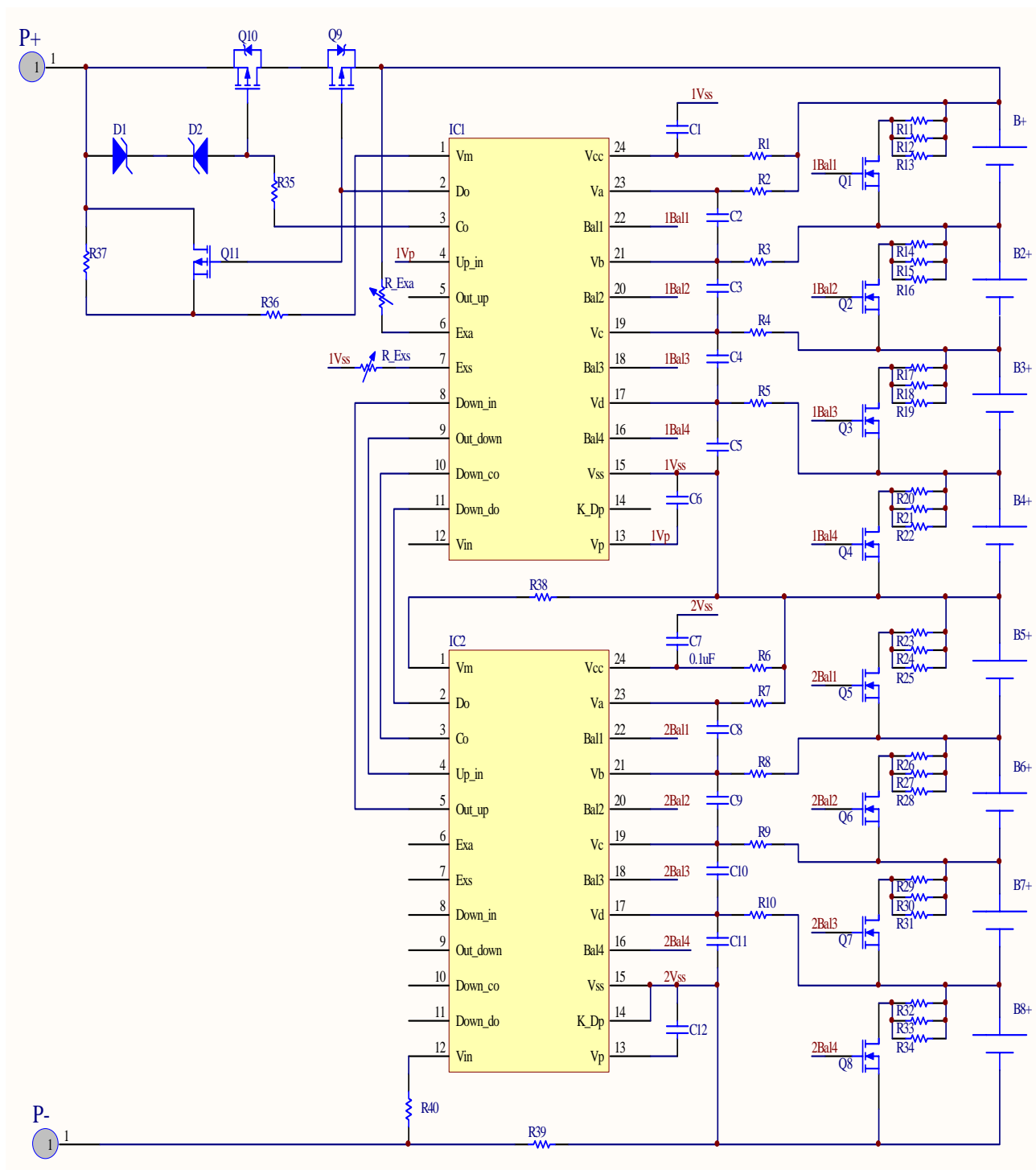
注意：(1)引脚 Down\_co，Down\_do 可以用来控制 Co 和 Do，控制优先级高于保护功能。

(2)Vin 端子所实现的过流检测与 VM 端实现的过流 1 检测的优先级相同，故可只选其中一种方式实现过流 1 保护。

(3)R21 不可忽略。

(4)此表格电阻、电容标号仅适用于 4 芯电池包应用电路图。

## 扩展应用时



8 芯电池包应用电路（TSSOP24 封装）



电阻、电容的推荐值如下：

器件标号	典型值	范围	单位
R1、R6	100	100~1000	$\Omega$
R2、R3、R4、R5	200	100~1000	$\Omega$
R7、R8、R9、R10	200	100~1000	$\Omega$
R11、R12、R13	100	10~	$\Omega$
R14、R15、R16	100	10~	$\Omega$
R17、R18、R19	100	10~	$\Omega$
R20、R21、R22	100	10~	$\Omega$
R23、R24、R25	100	10~	$\Omega$
R26、R27、R28	100	10~	$\Omega$
R29、R30、R31	100	10~	$\Omega$
R32、R33、R34	100	10~	$\Omega$
R35	200	10~1000	K $\Omega$
R36	2	1~10	K $\Omega$
R37	1	0.5~2	M $\Omega$
R_Exa	60	10~100	K $\Omega$
R_Exs	80	70~85	K $\Omega$
R38	2	1~10	K $\Omega$
R39	—	0~100	m $\Omega$
R40	4.7	2~10	K $\Omega$
C1、C2、C3、 C4、C5、C6 C7、C8、C9、 C10、C11、C12	0.1	0.01~2.2	$\mu$ F

- 注意：**(1)最上面一节 IC 的 CO 端电阻 R35 和 VM 端电阻 R36 的比例需要注意，推荐 R35: R36=100: 1 的比例； D1 和 D2 稳压二极管是 P-MOSFET 的保护装置，推荐其反向击穿电压为 18V。
- (2)引脚 Down\_co, Down\_do 可以用来控制 Co 和 Do, 控制优先权高于保护功能。
- (3)Vin 端子所实现的过流检测与 VM 端实现的过流 1 检测的优先级相同，故可只选其中一种方式实现过流 1 保护。
- (4)R40 不可忽略。
- (5)此表格电阻、电容标号仅适用于 8 芯电池包应用电路图。





## 绝对最大额定值

符号	描述	范围	单位
Vcc	电源电压	5.5-40	V
V_charger (Vm)	充电器输入电压	最大值 Vcc+20	V
Vpins (Co)	Co 引脚的高低电平	Vss-0.3~Vcc+20	V
Vpins (Do)	Do 引脚的高低电平	Vss-0.3~Vcc+0.3	V
Topr	工作环境温度	-40~85	℃
Tstg	存储温度	-40~125	℃

注意：Vcc 端子的输入电源电压不可低于 5.5V，当低于 5.5V 时将不能保证芯片正常工作。

电气特性<sup>1\*</sup> (25℃)(T<sub>OPT</sub>=25℃除特殊说明外)

供电端 (测试电路 1)						
符号	描述	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V <sub>cc</sub>	供电电压		5.5	—	40	V
V <sub>p</sub>		V <sub>1</sub> =V <sub>2</sub> =V <sub>3</sub> =V <sub>4</sub> =3.70V	3.0	3.4	3.7	V
I <sub>ope</sub>	供电电流	V <sub>1</sub> =V <sub>2</sub> =V <sub>3</sub> =V <sub>4</sub> =3.70V	—	40	70	uA
I <sub>standby</sub>		V <sub>1</sub> =V <sub>2</sub> =V <sub>3</sub> =V <sub>4</sub> =2.20V	—	10	15	uA

过充及过放保护 (测试电路 2)						
符号	描述	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V <sub>det1</sub> <sup>2*</sup>	过充保护阈值	V <sub>2</sub> =V <sub>3</sub> =V <sub>4</sub> =3.70V, V <sub>1</sub> =3.70V→4.40V	V <sub>det1</sub> -0.050	V <sub>det1</sub>	V <sub>det1</sub> +0.050	V
T <sub>det1</sub>	过充保护延时	V <sub>2</sub> =V <sub>3</sub> =V <sub>4</sub> =3.70V, V <sub>1</sub> =3.70V→4.40V	0.6	1.2	2.4	s
T <sub>reset</sub>	过充重置延时	V <sub>2</sub> =V <sub>3</sub> =V <sub>4</sub> =3.70V, V <sub>1</sub> =3.70V→4.40V→3.70V	8	15	30	ms
V <sub>rel1</sub> <sup>3*</sup>	过充保护解除阈值	V <sub>2</sub> =V <sub>3</sub> =V <sub>4</sub> =3.70V, V <sub>1</sub> =4.40V→3.70V	V <sub>DET1</sub> -0.300	V <sub>DET1</sub> -0.200	V <sub>DET1</sub> -0.100	V
T <sub>rel1</sub>	过充保护解除延时	V <sub>2</sub> =V <sub>3</sub> =V <sub>4</sub> =3.70V, V <sub>1</sub> =4.40V→3.70V	12	21	40	ms
V <sub>det2</sub> <sup>2*</sup>	过放保护阈值	V <sub>2</sub> =V <sub>3</sub> =V <sub>4</sub> =3.70V, V <sub>1</sub> =3.30V→2.20V	V <sub>det2</sub> -0.100	V <sub>det2</sub>	V <sub>det2</sub> +0.100	V
T <sub>det2</sub>	过放保护延时	V <sub>2</sub> =V <sub>3</sub> =V <sub>4</sub> =3.70V, V <sub>1</sub> =3.30V→2.20V	18	36	72	ms
V <sub>rel2</sub> <sup>3*</sup>	过放保护解除阈值	V <sub>2</sub> =V <sub>3</sub> =V <sub>4</sub> =3.70V, V <sub>1</sub> =2.20V→3.30V	V <sub>DET2</sub> +0.300	V <sub>DET2</sub> +0.500	V <sub>DET2</sub> +0.700	V
T <sub>rel2</sub>	过放保护解除延时	V <sub>2</sub> =V <sub>3</sub> =V <sub>4</sub> =3.70V, V <sub>1</sub> =2.20V→3.30V	2	6	12	ms



## 过流，短路及异常充电保护（测试电路 3）

符号	描述	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
Vdet3 <sup>4*</sup>	过流 1 保护阈值	V1=V2=V3=V4=3.70V	Vcc-0.170	Vcc-0.200	Vcc-0.230	V
Tdet3	过流 1 保护延时	V1=V2=V3=V4=3.70V	13	27	54	ms
Vdet4 <sup>4*</sup>	过流 2 保护阈值	V1=V2=V3=V4=3.70V	Vcc-0.500	Vcc-0.600	Vcc-0.700	V
Tdet4	过流 2 保护延时	V1=V2=V3=V4=3.70V	5	9	18	ms
Vshort	短路保护阈值	V1=V2=V3=V4=3.70V	Vcc-1.200	Vcc-1.800	Vcc-2.400	V
Tshort	短路保护延时	V1=V2=V3=V4=3.70V			0.4	ms
Trex	过流及短路保护解除延时	V1=V2=V3=V4=3.70V	2	4	8	ms
Vab	异常充电保护阈值	V1=V2=V3=V4=3.70V	Vcc+0.170	Vcc+0.200	Vcc+0.230	V
Tab	异常充电保护延时	V1=V2=V3=V4=3.70V	9	18	36	ms
Vcha	充电器检测阈值	V1=V2=V3=3.70V V4=2.20V	Vcc+0.170	Vcc+0.200	Vcc+0.230	V
Vin <sup>5*</sup>	放电电流检测阈值	V1=V2=V3=V4=3.70V	0.190	0.220	0.250	V

## 平衡功能（测试电路 4）

符号	描述	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
Vbal1	平衡启动阈值电压 1	V2=V3=V4=3.70V V1=3.70V→4.20V	Vbal1-0.100	Vbal1	Vbal1+0.100	V
Vbal2	平衡启动阈值电压 2	V2=V3=V4=3.70V V1=3.70V→2.60V	Vbal2-0.100	Vbal2	Vbal2+0.100	V

## 内置过热保护

符号	描述	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
Tot	过热保护阈值	V1=V2=V3=V4=3.70V	105	115	125	°C
Totr	过热保护解除阈值	V1=V2=V3=V4=3.70V	85	95	105	°C



输出驱动能力（测试电路 5、6、7、8）

符号	描述	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
RCo	Co 输出电阻	正常态, Co 为“L”	0.8	1.5	2.2	KΩ
		保护态, Co 为“H”	0.8	1.5	2.2	KΩ
RDo	Do 输出电阻	正常态, Do 为“L”	0.8	1.5	2.2	KΩ
		保护态, Do 为“H”	0.8	1.5	2.2	KΩ
RBal1	Bal1 输出电阻	启动态, “H”	1.3	2.7	4.1	KΩ
		关断态, “L”	1.5	3.0	4.5	KΩ
RBal2	Bal2 输出电阻	启动态, “H”	1.5	3.0	4.5	KΩ
		关断态, “L”	1.0	2.0	3.0	KΩ
RBal3	Bal3 输出电阻	启动态, “H”	1.5	3.0	4.5	KΩ
		关断态, “L”	1.0	2.0	3.0	KΩ
RBal4	Bal4 输出电阻	启动态, “H”	0.9	1.7	2.5	KΩ
		关断态, “L”	0.4	0.7	1.0	KΩ
Idrive	Vp 端子电流驱动能力	V1=V2=V3=V4=3.70V	200	400	600	uA
RVMC	Vm 和 Vcc 之间电阻	V1=V2=V3=V4=3.70V	200	500	1000	KΩ
RVMS	Vm 和 Vss 之间电阻	V1=V2=V3=V4=2.20V	200	400	800	KΩ
Down_co	扩展应用时下面芯片的充电控制端子输入	V1=V2=V3=V4=3.70V	500	900	2000	nA
Down_do	扩展应用时下面芯片的放电控制端子	V1=V2=V3=V4=3.70V	500	900	2000	nA
Down_in	扩展应用时芯片间平衡信号传输端子 2	V1=V2=V3=V4=3.70V	40	80	200	nA
Out_down	扩展应用时芯片间平衡信号传输端子 4	V1=V2=V3=V4=3.70V	10	20	30	KΩ
Up_in	扩展应用时芯片间平衡信号传输端子 1	V1=V2=V3=V4=3.70V	40	80	200	nA
Out_up	扩展应用时芯片间平衡信号传输端子 3	V1=V2=V3=V4=3.70V	12	24	36	KΩ
K_Dp	扩展及修调端子	V1=V2=V3=V4=3.70V	—	1.6	2	uA

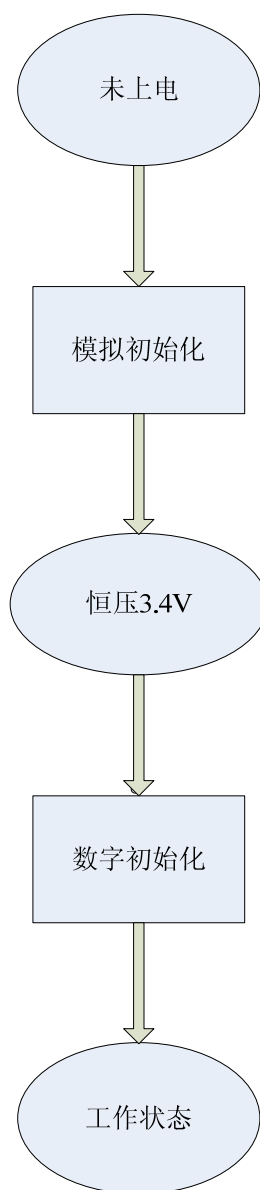
针对以上表格说明：

- 1\* 此温度电气特性都是设计保证值，并非实际测试值。
- 2\* 见“选择指南”部分。
- 3\* vDET1 和 vDET2 是过充电和过放电阈值电压实际测量值。
- 4\* Vdet3 和 Vdet4 是在 R\_Exa=60 KΩ, R\_Exs=80 KΩ 条件下的设计保证值。
- 5\* Vin 端子是在 P-与 B-之间接感应电阻进行过电流 1 检测。

## 功能描述

### BM309 上电时序

下图是 BM309 系列的上电时序。当给 Vcc 加上电压后，偏置和基准电路首先启动，随后是 3.4V 的 LDO，输出方波频率为 8KHz 的振荡器开始工作并初始化数字电路部分，采样电路采样电池的信息并作相关的处理，最后 BM309 稳定地工作。



## 电池保护

### 1. 过充

在电池充电时,  $V_{det3} < V_m < V_{ab}$ , 只要  $(V_a - V_b)$ 、 $(V_b - V_c)$ 、 $(V_c - V_d)$  或  $V_d$  中有一个值高过  $V_{det1}$  并持续了一段时间  $T_{det1}$ , BM309 即认为电池包中出现了过充, 将充电控制 MOS 管关断停止充电。如果在  $T_{det1}$  时间内, 全部电芯的电压低于  $V_{det1}$  的时间超过了  $T_{reset}$ , 则关于  $T_{det1}$  的计时将会清零, 否则这种电池电压的下降就会被认为是无足轻重的干扰并被忽略。

满足下面两个条件之一即可解除过充:

- (1) 所有电芯的电压都低于  $V_{rel1}$  并持续  $T_{rel1}$ 。
- (2)  $V_m < V_{det3}$ , 电池电压低于  $V_{det1}$ 。

在单个 IC 或扩展以后的过充功能测试中, 必须保证  $V_m > V_{det3}$ , 否则会出现异常现象。

### 2. 过放

在电池放电时,  $V_{det3} < V_m < V_{ab}$ , 只要  $(V_a - V_b)$ 、 $(V_b - V_c)$ 、 $(V_c - V_d)$  或  $V_d$  中有一个值低于  $V_{det2}$  并持续了一段时间  $T_{det2}$ , BM309 即认为电池包中出现了过放, 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:

- (1) 接上充电器后,  $V_m$  电压高于充电器检测电压  $V_{cha}$ , 电池电压充至  $V_{det2}$  并持续  $T_{rel2}$ 。
- (2)  $V_{det3} < V_m < V_{ab}$ , 且所有电芯的电压都高于  $V_{rel2}$ , 并持续  $T_{rel2}$  时间后。

以上两个条件只要其中之一满足就解除过放, 打开放电控制 MOS 管。

在单个 IC 或扩展以后的过充功能测试中, 必须保证  $V_m < V_{cha}$ , 否则会出现异常现象。

### 3. 过流

在放电时, 放电电流随着负载而变化,  $V_m$  电压随着放电电流的增大而减小。一旦  $V_m$  电位低于  $V_{det3}$  并持续  $T_{det3}$ , 即认为出现了过流 1,  $Do$  端变为高电平, 关断放电控制 MOS 管。只要  $V_m$  电位高于  $V_{det3}$  且持续  $T_{rex}$ , 过流 1 保护就被解除, 回到正常态。

在放电时, 放电电流随着负载而变化,  $V_m$  电压随着放电电流的增大而减小。一旦  $V_m$  电位低于  $V_{det4}$  并持续  $T_{det4}$ , 即认为出现了过流 2,  $Do$  端变为高电平, 关断放电控制 MOS 管。只要  $V_m$  电位高于  $V_{det3}$  且持续  $T_{rex}$ , 过流 2 保护就被解除, 回到正常态。过流 2 保护阈值  $V_{det4}$  要低于  $V_{det3}$ , 且对应的延时  $T_{det4}$  要短于  $T_{det3}$ 。

另一种检测放电电流的方法是在  $V_{in}$  和  $V_{ss}$  间接入一个感应电阻, 其保护动作的优先级及对应的延时和  $V_m$  端的过流 1 相同。 $V_{in}$  端过流检测的阈值电压是 0.2V, 通过选择感应电阻的大小可以选择需要保护的放电回路电流。

### 4. 短路

短路保护功能和过流保护功能原理相同, 但是保护阈值要远远低于过流保护阈值  $V_{det3}$ 、 $V_{det4}$ , 且对应的延时也要短很多。当电路短路时,  $V_m$  迅速下降, 一旦  $V_m < V_{short}$ ,  $Do$  立刻变为高电平, 关断放电控制 MOS 管。短路保护解除条件和过流保护类似, 短路峰值电流与  $V_{short}$  及充放电控制 MOS 管的导通内阻有关, 遵循欧姆定律。

### 5. 异常充电及充电器检测

和过流及短路保护不同的是, 异常充电检测的是充电电流而非放电电流。在充电时, 如果充电电流过大,  $V_m > V_{ab}$  并持续了一段时间  $T_{ab}$ , 充电控制 MOS 管将被关断停止充电。需要指出的是, 对于过放的

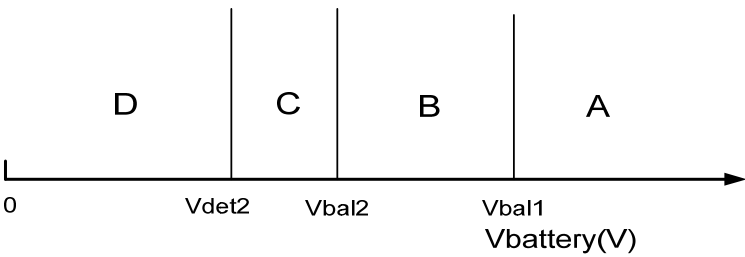


电池，异常充电不起作用，但仍然检测  $V_m$  的电位以确定过放解除的电压是  $V_{det2}$  还是  $V_{rel2}$ 。异常充电及充电器检测解除的条件也和过流类似，即  $V_m$  的电位低于  $V_{ab}$ 。

外置平衡

电池容量平衡功能是用来平衡电池组中各节电池的容量的。在 BM309 系列中，当 $(V_a-V_b)$ 、 $(V_b-V_c)$ 、 $(V_c-V_d)$  以及  $V_d$  都在 A、B 或 C 区或至少一节电池的电压在 D 区，外置放电回路将不会开启，否则四个放电回路将至少有一路开启。如果四节电池的电压分布在 A、B、C 中两个区时，高电压区电池的外置放电回路将开启。如果 A、B、C 三个区中都有电池电压的分布，则处在 A 区、B 区的电池将开启放电平衡回路。

在充电时，如果四节中电压最高的一节进入过充保护态且其平衡放电回路是开启的，充电控制 MOS 管关断，外置的放电回路将使该节电池电压回到过充解除阈值电压  $V_{rel1}$ ，充电器检测功能失效一段时间，打开充电控制 MOS 管继续充电。这样经过充足的时间后，一个充电过程就可将所有的电池电压全部充至 A 区，消除各节电池由于充放电不均衡引起的失配。



注：D 区是过放区。  
 $V_{bal1}$ ,  $V_{bal2}$  是平衡启动的两个电压阈值。

过流保护阈值调节

BM309 系列通过  $R_{Exa}$  及  $R_{Exs}$  来调节过流保护阈值，不同的电阻值对应不同的调节后的过流保护阈值， $R_{Exs}=80K$ 。阻值小的电阻可以获得精度很高的调节值但功耗会很大，阻值大的电阻可以降低功耗但精度却不理想。

设计值		实际值		
$V_{cc}-V_{det3}$	$V_{cc}-V_{det4}$	$R_{Exa}$ (ohms)	$V_{cc}-V_{det3}$	精度
0.10V	0.30V	30K	0.102V	±15%
0.15V	0.45V	45K	0.151V	±15%
0.20V	0.60V	60K	0.200V	±15%
0.25V	0.75V	75K	0.247V	±15%
0.30V	0.90V	90K	0.294V	±15%
0.35V	1.05V	105K	0.340V	±15%
0.40V	1.20V	120K	0.385V	±15%
0.45V	1.35V	135K	0.430V	±15%
0.50V	1.80V	150K	0.475V	±15%



过流保护阈值调整计算公式： $V_{det3} \approx V_{cc} - \frac{0.8}{3} \times \frac{R_{Exa}}{R_{Exs}}$ ,  $V_{det4} = V_{cc} - 3(V_{cc} - V_{det3})$

## 功率管的驱动控制

在 BM309 系列的应用电路上，两个 P 型的功率 MOS 管用作充放电电流的开关管。Do 和 Co 都是 CMOS 输出。在 BM309 芯片驱动级使用多级缓冲器提高 Do、Co 的驱动能力。

应用电路中的两个功率 P 管串联仅仅是一种形式的充放电回路，BM309 系列支持各种形式的回路。

## 3/4 节自适应

BM309 系列既可用于 3 芯的电池包，又可用于 4 芯的电池包（参看应用图）。在 3 芯应用时，将 Vc 和 Vd 短接，内部电路能自动识别并作相应的处理。

## 扩展应用

正如本说明书前面提到的，数个 BM309 级联可应用于更多节电池的保护，这是由于芯片内置了扩展应用的模块。

扩展应用时，每一个 IC 都可以获得自身的 Do、Co 信息并传输给其他的 IC。以应用图中 7 节应用为例，下面 IC 的 Do、Co 信号通过 Down\_do、Down\_co 传送给上面的 IC，上面的 IC 接收到该信号后结合自身的控制信号综合处理后传送给最终的放电，充电控制 MOS 管。每一个 IC 获得的异常状态都被认为整个系统出了异常状态。很明显，最顶端的 IC 状态的异于其它的 IC，端子 K\_Dp 就是用来表述这个差异的。K\_Dp 悬空时，对应 IC 的输出是 CMOS 电平；K\_Dp 接地电位时，对应 Do 和 Co 的输出是“L”和“X”（高阻态）。

扩展应用时，各 IC 的平衡信号通过 Down\_in、Up\_in、Out\_down、Out\_up 等端子进行传输，这样每一个 IC 都知道其它所有 IC 的平衡信息并决定自身的组平衡是否打开。上传和下传的回路形成一个封闭环路。

扩展应用时，休眠模式将不再起作用。过放发生后，仅仅是放电回路关断而芯片不会进入低功耗的休眠模式。

K\_Dp 端子内置了一个对电源的恒流源，其输出为 1.6uA

Down\_do、Down\_co 端子内置了一个对电源的恒流源，其输出为 0.8uA

Down\_in、Up\_in、端子内置了一个对电源的恒流源，其输出为 80nA

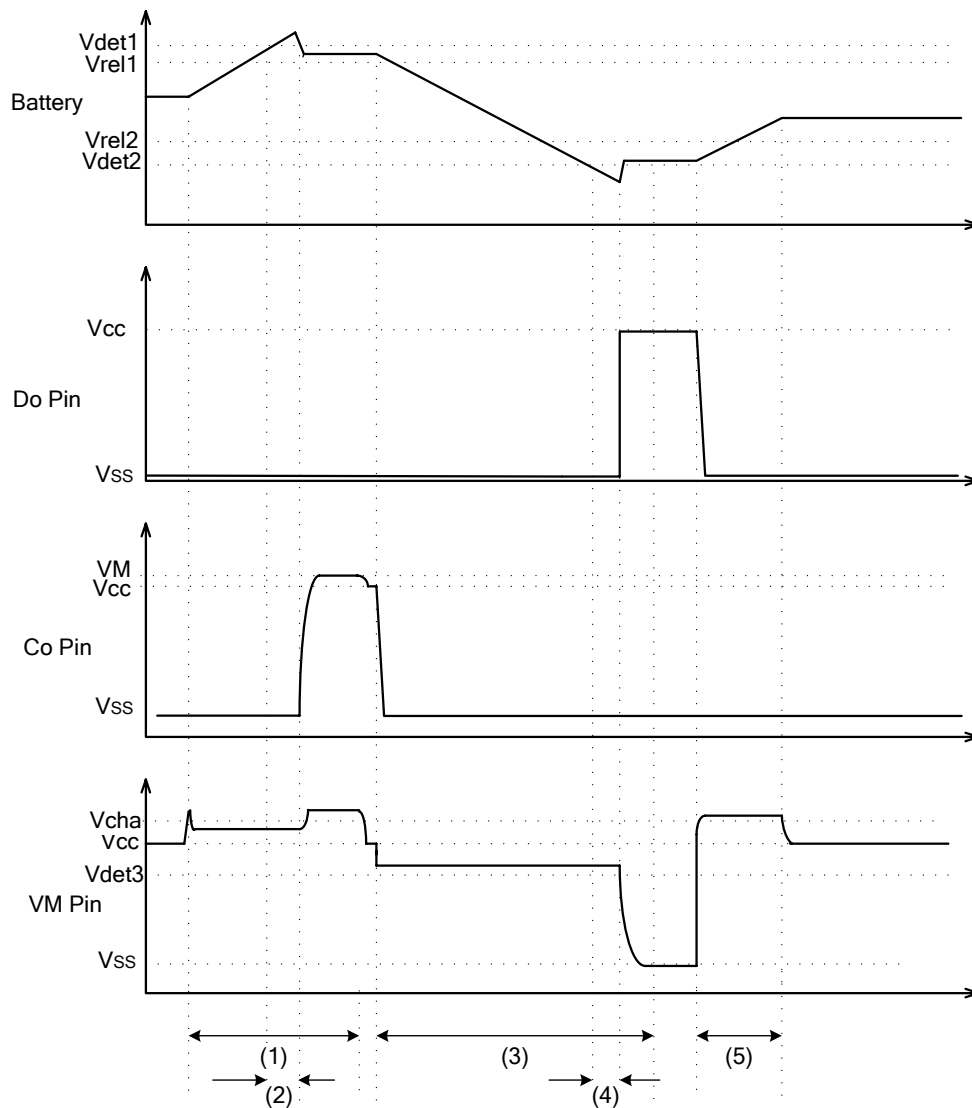
Out\_down 端子是 PMOS 开漏输出，其输出电阻为 20K

Out\_up 端子是 NMOS 开漏输出，其输出电阻为 24K



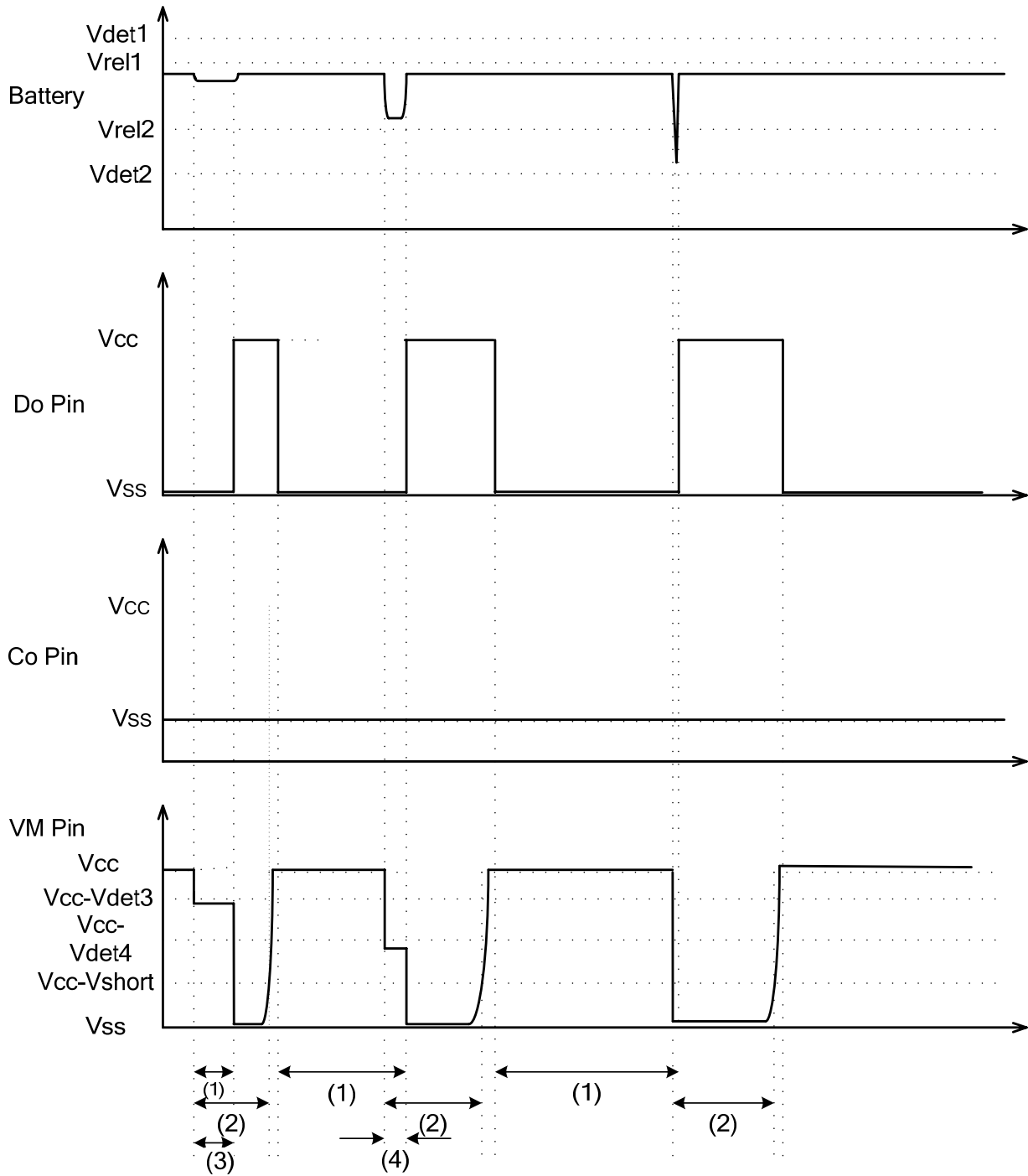
## 工作时序图

### · 过充及过放检测



- (1)接充电器
- (2)过充保护延时( $T_{det1}$ )
- (3)接负载
- (4)过放保护延时( $T_{det2}$ )
- (5)正常充电

· 过流及短路保护



- (1) 正常情况
- (2) 接负载
- (3) 过流 1 保护延时 ( $T_{det3}$ )
- (4) 过流 2 保护延时 ( $T_{det4}$ )

## 测试电路

### 1. 正常功耗及休眠功耗

#### 测试电路 1

(1) 设定  $V1=V2=V3=V4=3.70V$ ，开关 K1 导通，最终流到  $V_{ss}$  的电流即正常功耗。

(2) 设定  $V1=V2=V3=V4=3.70V$ ，K1 导通；然后设定  $V1=V2=V3=V4=2.20V$ ，K1 关断，最终流到  $V_{ss}$  的电流即休眠功耗。

### 2. 过充保护阈值及过充保护解除阈值

#### 测试电路 2

设定  $V1=V2=V3=V4=3.70V$ ，确保 Do、Co 都为“L”。逐渐增加 V1，维持时间不小于过充保护延时，当 Co 由“L”变“H”时的 V1 电压即为过充保护阈值电压。减小 V1，当 Co 重新变为“L”时，V1 即为过充保护解除阈值电压。

### 3. 过放保护阈值(Vdet2)及过放保护解除阈值(Vrel2)

#### 测试电路 2

设定  $V2=V3=V4=3.70V$ ，确保 Do、Co 都为“L”。逐渐减小 V1，维持时间不小于过放保护延时，当 Do 由“L”变为“H”时的 V1 电压即为过放保护阈值电压。增大 V1，当 Do 重新变为“L”时，V1 即为过放保护解除电压。

### 4. 平衡启动阈值(Vbal1、Vbal2)

#### 测试电路 4

(1) 设定  $V1=V2=V3=V4=3.70V$ ，确保 Bal4 为 0V，Bal3 为 3.70V，逐渐增大 V4，维持时间不小于一个采样周期时间，当 Bal4 由 0V 电压变为 V4 电压时的 V4 电压即为平衡启动阈值电压 (Vbal1)。

(2) 设定  $V1=V2=V3=V4=3.70V$ ，确保 Bal4 为 0V，Bal3 为 3.70V，逐渐减小 V4，维持时间不小于一个采样周期时间，当 Bal3 由 V4 电压变为  $V4+3.70V$  电压时的 V4 电压即为平衡启动阈值电压 (Vbal2)。

### 5. 过流(Vin、Vdet3、Vdet4)及短路保护阈值(Vshort)

#### 测试电路 3

(1) 设定  $V1=V2=V3=V4=3.70V$ 、 $V5=14.80V$ 、 $V6=0$ 、KI 导通、K2 导通、 $R_{Exa}=60K\Omega$ 、 $R_{Exs}=80K\Omega$ ，确保 Do、Co 都为“L”。逐渐减小 V5，维持时间不小于过流保护 1 延时，当 Do 由“L”变为“H”时的 V5 即为过流 1 保护阈值。增大 V5 即可解除过流 1 保护状态。同样的测试方法可以测出 Vdet4 及 Vshort，但 V5 改变的幅度应更大。

(2) 设定  $V1=V2=V3=V4=3.70V$ 、 $V5=14.80V$ 、 $V6=0$ 、KI 关断、K2 关断，确保 Do、Co 都为“L”。逐渐增大 V6，维持时间不小于过流保护延时，当 Do 由“L”变为“H”时，V6 即为 Vin 端过电流检测阈值。

### 6. 充电器检测阈值电压(Vcha)及异常充电保护阈值

#### 测试电路 3

(1) 设定  $V1=V2=V3=3.70V$ 、 $V4=2.20V$ 、 $V5=13.30V$ 、 $V6=0$ 、KI 关断、K2 关断，芯片进入过放保护状态。逐渐增加 V4 直到  $V_{det2} < V4 < V_{rel2}$ 。逐渐增大 V5，Do 由“H”变为“L”时，V5 即为充电器检测阈值电压。

(2) 设定  $V1=V2=V3=V4=3.70V$ 、 $V5=14.80V$ 、 $V6=0$ 、KI 关断、K2 关断，确保 Do、Co 都为“L”。逐渐增大 V5，维持时间不小于异常充电保护延时，Co 由“L”变为“H”时 V5 即为异常充电保护阈值。

### 7. 延时参数

#### (1) 过充延时

##### 测试电路 2

设定  $V1=V2=V3=V4=3.70V$ ，确保 Do、Co 都为“L”。将 V1 骤升至 4.40V，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延时。

## (2) 过放延时

### 测试电路 2

设定  $V1=V2=V3=V4=3.70V$ ，确保 Do、Co 都为“L”。将 V1 骤降至 2.20V，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延时。

## (3) 过流延时

### 测试电路 3

设定  $V1=V2=V3=V4=3.70V$ 、 $V5=14.80V$ 、K1 导通、K2 导通，确保 Do、Co 都为“L”。将 V5 骤减至 14V，监控 Do 电压并维持一段时间，当 Do 由“L”变为“H”的时间间隔即为过流延时。增大 V5 即可解除过流 1 保护状态。同样的测试方法可以测出过流 2 及短路电流延时，但 V5 改变的幅度应更大，对应的延时时间更短。

## 8. 输入/输出端子驱动电阻测试

### 8.1 Co、Do 输出电阻

#### 测试电路 5

- (1) 设定  $V1=V2=V3=V4=3.70V$ 、 $V5=0V$ 、 $V6=0V$ 、K1 导通，从 0V 开始逐渐增大 V6，当  $A2=50\mu A$  时的 V6 值即为 Co 低电压。
- (2) 设定  $V1=V2=V3=V4=4.40V$ 、 $V5=0V$ 、 $V6=17.60V$ 、K1 导通，从 17.60V 开始逐渐减小 V6，当  $A2=-50\mu A$  时的 V6 值即为 Co 高电压。
- (3) 设定  $V1=V2=V3=V4=3.70V$ 、 $V5=0V$ 、 $V6=0V$ 、K2 导通，从 0V 开始逐渐增大 V5，当  $A1=50\mu A$  时的 V5 值即为 Do 低电压。
- (4) 设定  $V1=V2=V3=V4=2.20V$ 、 $V5=0V$ 、 $V6=8.80V$ 、K2 导通，从 8.80V 开始逐渐减小 V5，当  $A2=-50\mu A$  时的 V5 值即为 Do 高电压。

### 8.2 Vm 端电阻

#### 测试电路 6

测试起始条件：设定  $V1=V2=V3=V4=3.70V$ 、 $V5=14.80V$ ，确保 Do、Co 都为“L”。

- (1) 设定  $V1=V2=V3=V4=3.70V$ 、 $V5=12.10V$ ，此时  $(14.80-V5)/I5$  为  $V_{CC}-V_m$  间内部电阻  $R_{VMC}$ 。
- (2) 设定  $V1=V2=V3=V4=2.20V$ 、 $V5=3.70V$ ，此时  $V5/I5$  为  $V_{SS}-V_m$  内部电阻  $R_{VMS}$ 。

### 8.3 平衡端子 Bal1、Bal2、Bal3、Bal4 输出电阻

#### 测试电路 7

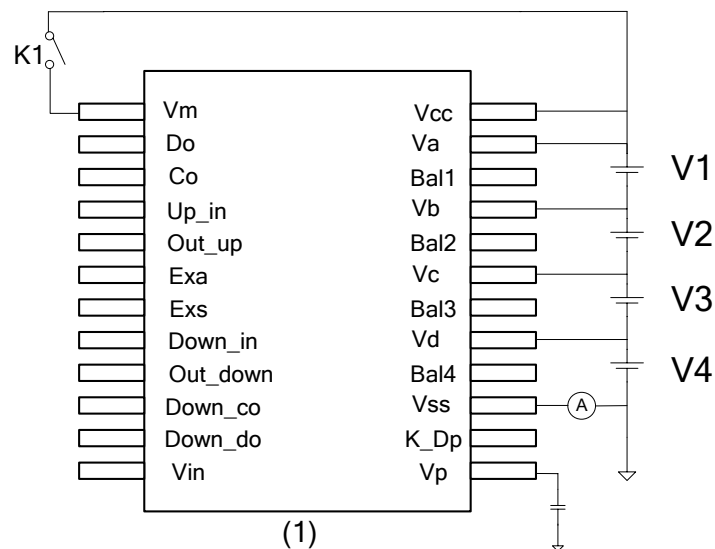
- (1) 设定  $V1=4.20V$ 、 $V2=V3=V4=3.70V$ 、 $V5=15.30V$ 、K1 导通，K2、K3、K4 关断，从 15.30V 开始逐渐减小 V5，当  $A=-50\mu A$  时的 V5 值即为 Bal1 高电压。
- (2) 设定  $V1=V2=V3=V4=3.70V$ 、 $V5=11.10V$ 、K1 导通，K2、K3、K4 关断，从 11.10V 开始逐渐增大 V5，当  $A=50\mu A$  时的 V5 值即为 Bal1 低电压。
- (3) 设定  $V2=4.20V$ 、 $V1=V3=V4=3.70V$ 、 $V5=11.60V$ 、K2 导通，K1、K3、K4 关断，从 11.60V 开始逐渐减小 V5，当  $A=-50\mu A$  时的 V5 值即为 Bal2 高电压。
- (4) 设定  $V1=V2=V3=V4=3.70V$ 、 $V5=7.40V$ 、K2 导通，K1、K3、K4 关断，从 7.40V 开始逐渐增大 V5，当  $A=50\mu A$  时的 V5 值即为 Bal2 低电压。
- (5) 设定  $V3=4.20V$ 、 $V1=V2=V4=3.70V$ 、 $V5=7.90V$ 、K3 导通，K1、K2、K4 关断，从 7.90V 开始逐渐减小 V5，当  $A=-50\mu A$  时的 V5 值即为 Bal3 高电压。
- (6) 设定  $V1=V2=V3=V4=3.70V$ 、 $V5=3.70V$ 、K3 导通，K1、K2、K4 关断，从 3.70V 开始逐渐增大 V5，当  $A=50\mu A$  时的 V5 值即为 Bal3 低电压。
- (7) 设定  $V4=4.20V$ 、 $V1=V2=V3=3.70V$ 、 $V5=4.20V$ 、K4 导通，K1、K2、K3 关断，从 4.20V 开始逐渐减小 V5，当  $A=-50\mu A$  时的 V5 值即为 Bal4 高电压。

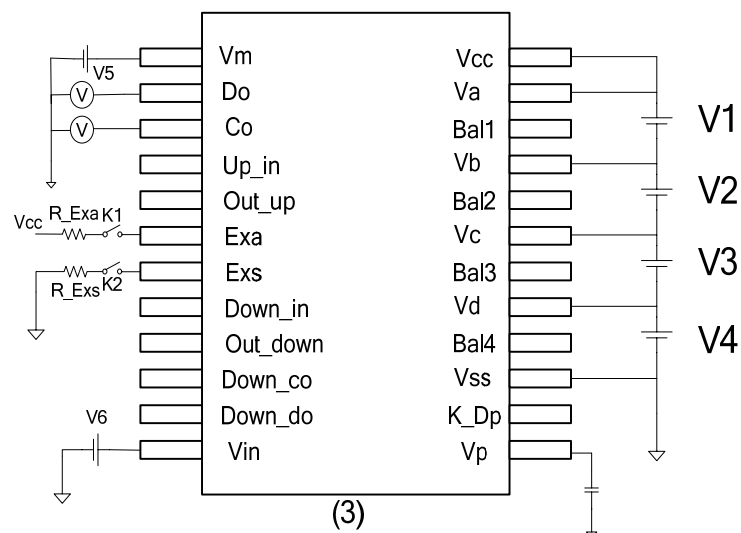
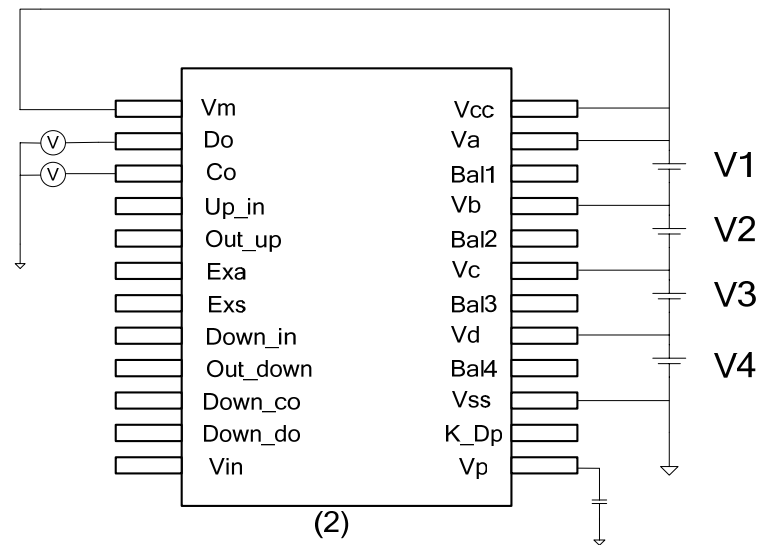
- (8) 设定  $V1=V2=V3=V4=3.70V$ 、 $V5=0V$ 、 $K4$  导通， $K1$ 、 $K2$ 、 $K3$  关断，从  $0V$  开始逐渐增大  $V5$ ，当  $A=50\mu A$  时的  $V5$  值即为  $Bal4$  低电压。

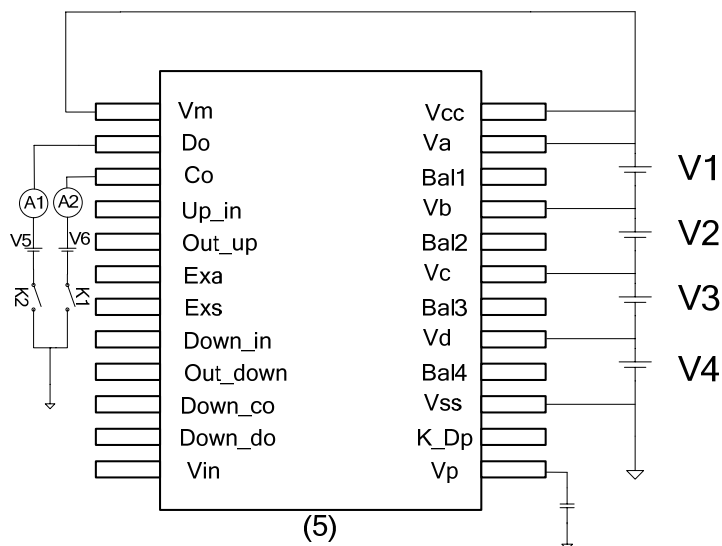
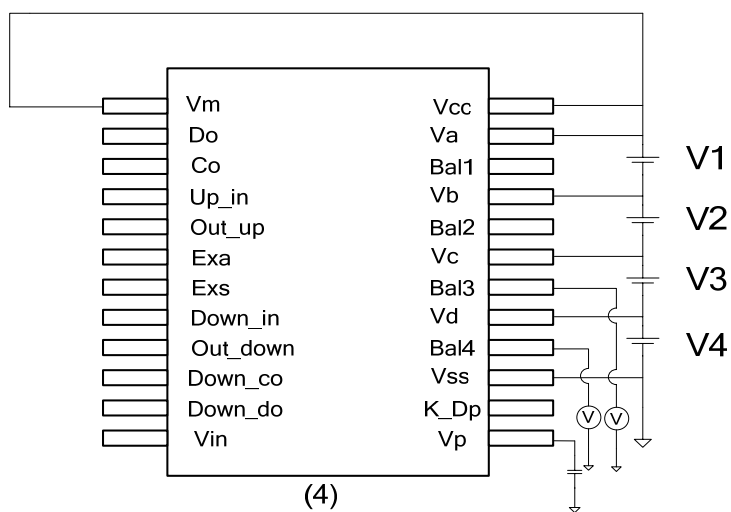
#### 8.4 扩展相关端子

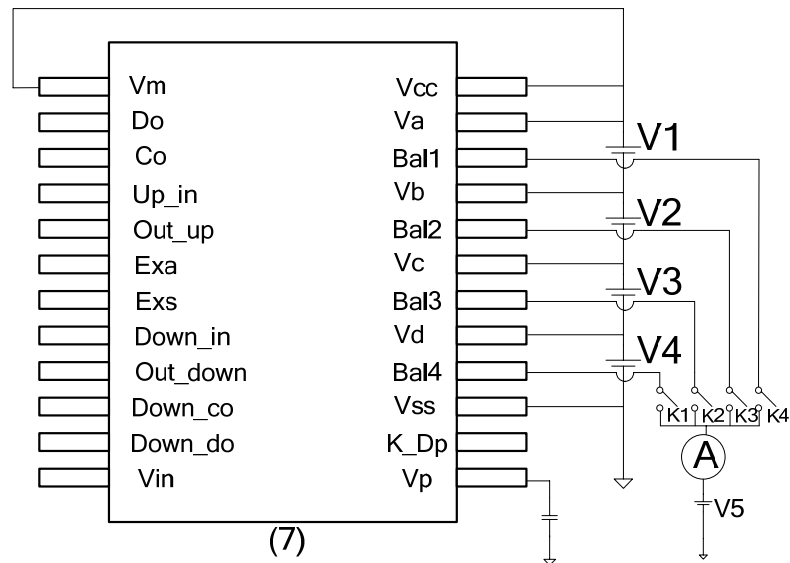
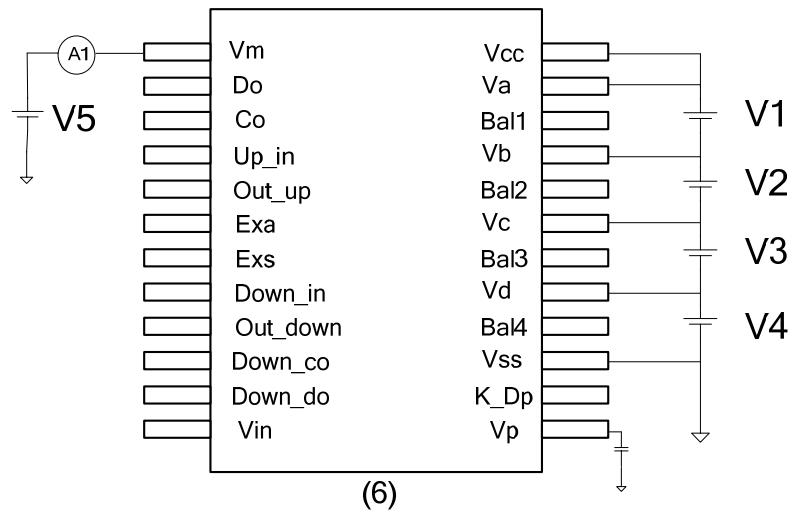
##### 测定电路 8

- (1) 设定  $V1=V2=V3=V4=3.70V$ 、 $V5=1.00V$ 、 $K1$  导通， $K2$ 、 $K3$ 、 $K4$ 、 $K5$ 、 $K6$ 、 $K7$  关断，电流表  $A1$  的读数即为  $K\_Dp$  的驱动输出电流。
- (2) 设定  $V1=V2=V3=V4=3.70V$ 、 $V7=1.00V$ 、 $K4$  导通， $K1$ 、 $K2$ 、 $K3$ 、 $K5$ 、 $K6$ 、 $K7$  关断，电流表  $A2$  的读数即为  $Up\_in$  的驱动输出电流。
- (3) 设定  $V1=V2=V3=V4=3.70V$ 、 $V7=1.00V$ 、 $K5$  导通， $K1$ 、 $K2$ 、 $K3$ 、 $K4$ 、 $K6$ 、 $K7$  关断，电流表  $A2$  的读数即为  $Down\_in$  的驱动输出电流。
- (4) 设定  $V1=V2=V3=V4=3.70V$ 、 $V7=1.00V$ 、 $K6$  导通， $K1$ 、 $K2$ 、 $K3$ 、 $K4$ 、 $K5$ 、 $K7$  关断，电流表  $A2$  的读数即为  $Down\_co$  的驱动输出电流。
- (5) 设定  $V1=V2=V3=V4=3.70V$ 、 $V7=1.00V$ 、 $K7$  导通， $K1$ 、 $K2$ 、 $K3$ 、 $K4$ 、 $K5$ 、 $K6$  关断，电流表  $A2$  的读数即为  $Down\_do$  的驱动输出电流。
- (6) 设定  $V1=V2=V3=V4=3.70V$ 、 $V6=0V$ 、 $K2$  导通， $K1$ 、 $K3$ 、 $K4$ 、 $K5$ 、 $K6$ 、 $K7$  关断，从  $0V$  开始逐渐增大  $V6$ ，当电流表  $A3=50\mu A$  时的  $V6$  值即为  $Out\_up$  的低电压。
- (7) 设定  $V1=V2=V3=V4=3.70V$ 、 $V6=3.40V$ 、 $K3$  导通， $K1$ 、 $K2$ 、 $K4$ 、 $K5$ 、 $K6$ 、 $K7$  关断，从  $3.40V$  开始逐渐减小  $V6$ ，当电流表  $A3=-50\mu A$  时的  $V6$  值即为  $Out\_down$  的高电压。

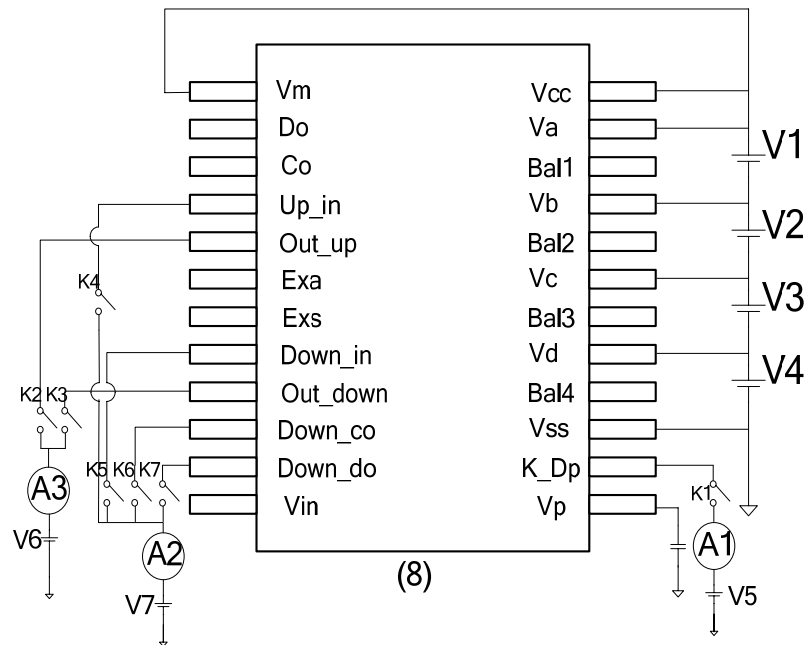






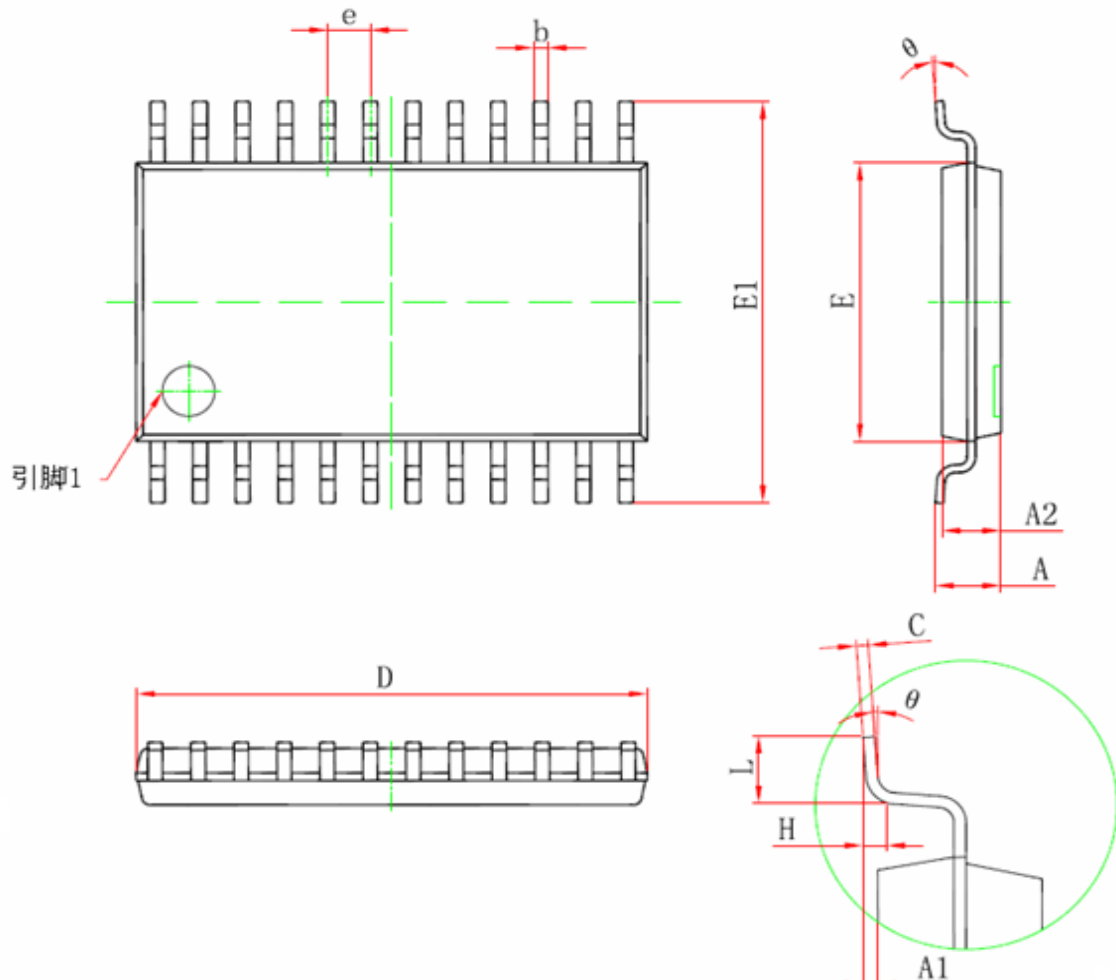






## 封装示意图及参数

封装形式: TSSOP24



符号	尺寸 (单位: 毫米)		尺寸 (单位: 英寸)	
	最小值	最大值	最小值	最大值
D	7.700	7.900	0.303	0.311
E	4.300	4.500	0.169	0.177
b	0.190	0.300	0.007	0.012
e	0.090	0.200	0.004	0.008
E1	6.250	6.550	0.246	0.258
A		1.100		0.043
A2	0.800	1.000	0.031	0.039
A1	0.020	0.150	0.001	0.006
e	0.65 (BSC)		0.026 (BSC)	
L	0.500	0.700	0.02	0.028
H	0.25 (TYP)		0.01 (TYP)	
$\theta$	1°	7°	1°	7°



- 本资料内容，随产品的改进，可能会有未经预告之修改，比亚迪微电子有限公司拥有优先修改权。
- 尽管本公司一向致力于提高产品质量和可靠性，但是半导体产品有可能按某种概率发生故障或错误工作，为防止因故障或错误工作而产生人身事故，火灾事故，社会性损害等，请充分留意冗余设计、火灾蔓延对策设计、防止错误动作设计等安全设计。
- 本资料内容未经本公司许可，严禁以其他目的加以转载及复制等。