



MoLi 3206

3S-6S 低功耗电池模拟前端保护芯片

1. 特点

- 支持 3S 至 6S 电池监测和保护;
- 支持低边 NMOS 驱动;
- 支持电压、电流和温度等保护功能;
- 采集功能
 - 12bit 电压/14bit 电流 Σ - Δ ADC
 - 过充保护精度: $\leq \pm 25\text{mV}$
 - 过放保护精度: $\leq \pm 40\text{mV}$
 - 放电过流 1 保护精度: $\text{typ} 35\text{mV} \pm 1\text{mV}$
 - 放电过流 2 保护精度: $\text{typ} 52\text{mV} \pm 1\text{mV}$
 - 充电过流保护精度: $\text{typ} 6\text{mV} \pm 0.5\text{mV}$ (单 sense 采样电阻, $R_{\text{charge}}=1\text{m}\Omega$) / $\text{typ} 120\text{mV} \pm 5\text{mV}$ (双 sense 采样电阻, $R_{\text{charge}}=20\text{m}\Omega$)
 - 短路保护精度: $120\text{mV} \pm 10\text{mV}$
- 支持宽量程的电流检测: $\pm 200\text{mV}$ 测量范围;
- 支持内部温度测量和 2 个外部温度测量;
- 支持奇偶均衡功能, 以及三串应用的相邻均衡功能;
- 支持断线检测功能
- 功耗 (典型)
 - 正常模式: $30\mu\text{A}$ (typ)
 - Sleep 模式: $< 20\mu\text{A}$ (typ)
 - 低功耗: $2\mu\text{A}$
- 支持电池随机乱序上电;
- 支持单次可编程的 OTP;
- 支持 I2C 通信, 带 CRC 校验;
- TSSOP28L 封装。

2. 应用

- 电动工具、园艺工具
- 无绳吸尘器
- 户外储能电源等



目录

1.	特点	1
2.	应用	1
3.	引脚配置	5
4.	芯片描述	6
4.1.	概述	6
4.2.	功能框图	7
5.	工作模式	8
5.1.	系统 WarmUp	8
5.2.	Normal 模式	8
5.3.	Sleep 模式	8
5.4.	Powerdown 模式	10
5.5.	各模式下模块状态	10
5.6.	快速测试模式:	11
5.7.	充放电状态	11
6.	功能描述	12
6.1.	过充电保护	12
6.2.	过放电保护	13
6.3.	低电压禁止充电	14
6.4.	放电过流 1 保护状态	15
6.5.	放电过流 2 保护状态	16
6.6.	短路保护状态	16
6.7.	充电过流保护状态	17
6.8.	充/放电 MOSFET 保护功能体二极管保护功能	18



6. 9. 断线保护	19
6. 10. 温度保护	19
6. 10. 1. 充电低温保护状态	19
6. 10. 2. 充电高温保护状态	20
6. 10. 3. 放电低温保护状态	21
6. 10. 4. 放电高温保护状态	22
6. 10. 5. 芯片内部高温保护状态	22
6. 11. 均衡功能	23
6. 12. CTLC 和 CTLD 功能	25
6. 13. ALERT 功能	25
6. 14 TS1/TS2 管脚	26
6. 15. I2C 通讯	26
6. 15. 1. I2C 接口协议	26
6. 15. 2. I2C 通讯协议	26
6. 15. 3. I2C CRC	27
6. 15. 4. I2C 错误	27
7. 存储器和寄存器	28
7.1. CONFIG REG (Addr:0x40~0x5A)	28
7.2. STA REG(Addr:0x60~0x7B)	46
7.3. CTRL REG(Addr:0x80~0x87,0x8F)	58
8. 电气特性	67
8. 1. 绝对最大额定值	67
8. 2. 推荐工作范围	68
8.4. 电气参数规格	68
9. 封装信息	74



10.	10.更改记录	74
-----	---------------	----

南京模碁半导体有限责任公司



3. 引脚配置

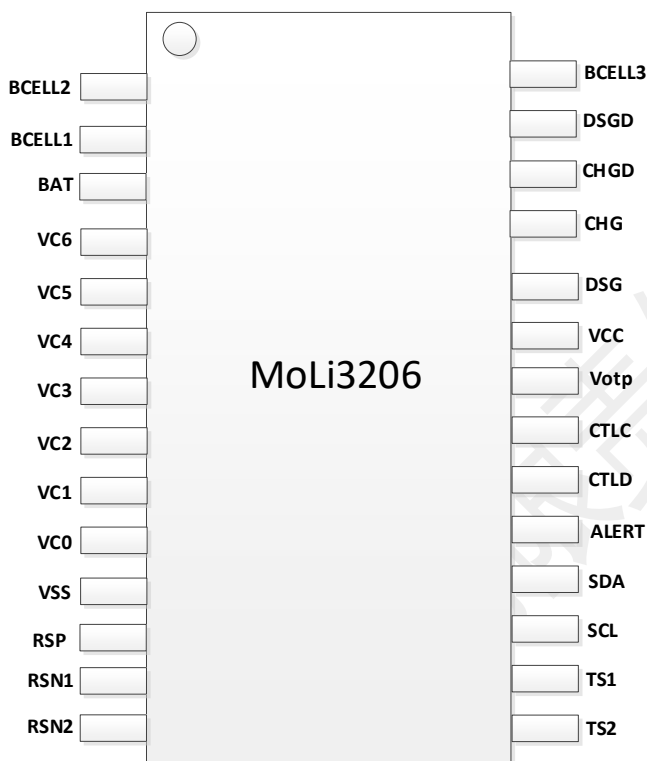


图 3-1: 引脚定义

管脚描述:

Pin	管脚	描述
1	BCELL2	芯片配置为 3cell 时, 对 cell2 的均衡控制, 可实现相邻均衡, 均衡时输出为 VCC, 不均衡时为高阻态。
2	BCELL1	芯片配置为 3cell 时, 对 cell1 的均衡控制, 可实现相邻均衡, 均衡时输出为 VCC, 不均衡时为高阻态。
3	BAT	芯片电源
4	VC6	连接第 6 节电芯正极
5	VC5	连接第 5 节电芯正极
6	VC4	连接第 4 节电芯正极
7	VC3	连接第 3 节电芯正极
8	VC2	连接第 2 节电芯正极



9	VC1	连接第 1 节电芯正极
10	VC0	连接第 1 节电芯负极
11	VSS	芯片地
12	RSP	电流采集正端，接 B-
13	RSN1	电流采集负端 1，双电阻：接放电采样电阻另一端，接 P-；单电阻：充放电采样电阻另一端。
14	RSN2	电流采集负端 2，双电阻：接充电采样电阻另一端，接
15	TS2	温度检测管脚 2
16	TS1	温度检测管脚 1
17	SCL	I2C 时钟
18	SDA	I2C 数据
19	ALERT	中断输出（软件版）；测试模式输入（硬件版），外部电阻下拉到 VSS，当外接 VCC 时，进入测试模式，均衡时间
20	CTLD	DSG 驱动使能管脚
21	CTLC	CHG 驱动使能管脚
22	Votp	OTP 电源，烧写 OTP 时供电 7.2V，芯片正常工作时 Votp 连接到 VCC 管脚
23	VCC	内部电源，该管脚外接 4.7uF+0.1uF 电容到地
24	DSG	放电管驱动
25	CHG	充电管驱动
26	CHGD	充电器检测管脚
27	DSGD	负载检测管脚
28	BCELL3	芯片配置为 3cell 时，对 cell3 的均衡控制，可实现相邻均衡，均衡时输出为 VCC，不均衡时为高阻态

4. 芯片描述

4.1. 概述

MoLi3206 是一款适用于 3S 至 6S 电池的低功耗监控器和保护器，集成电压、电流和温度测量。

MoLi3206 提供的保护功能可自主控制、以及 MCU 控制。



MoLi3206 芯片内含 RAM 寄存器，在初始通电时，MoLi3206 将 OTP 配置加载到寄存器中。

硬件板应用：用户可以在生产线上把配置文件烧写入 OTP。

软件板应用：处理器可以在通电后通过 I2C 初始化寄存器，而不使用 OTP。

MoLi3206 支持 I2C 通信接口，MCU 可以通过 I2C 接口获取电压、温度、电流数据，充电器移除信息，负载移除信息和保护状态。

MoLi3206 可以通过弱电开关（CTLG,CTLD）引脚直接开关 MOSFET。

4. 2. 功能框图

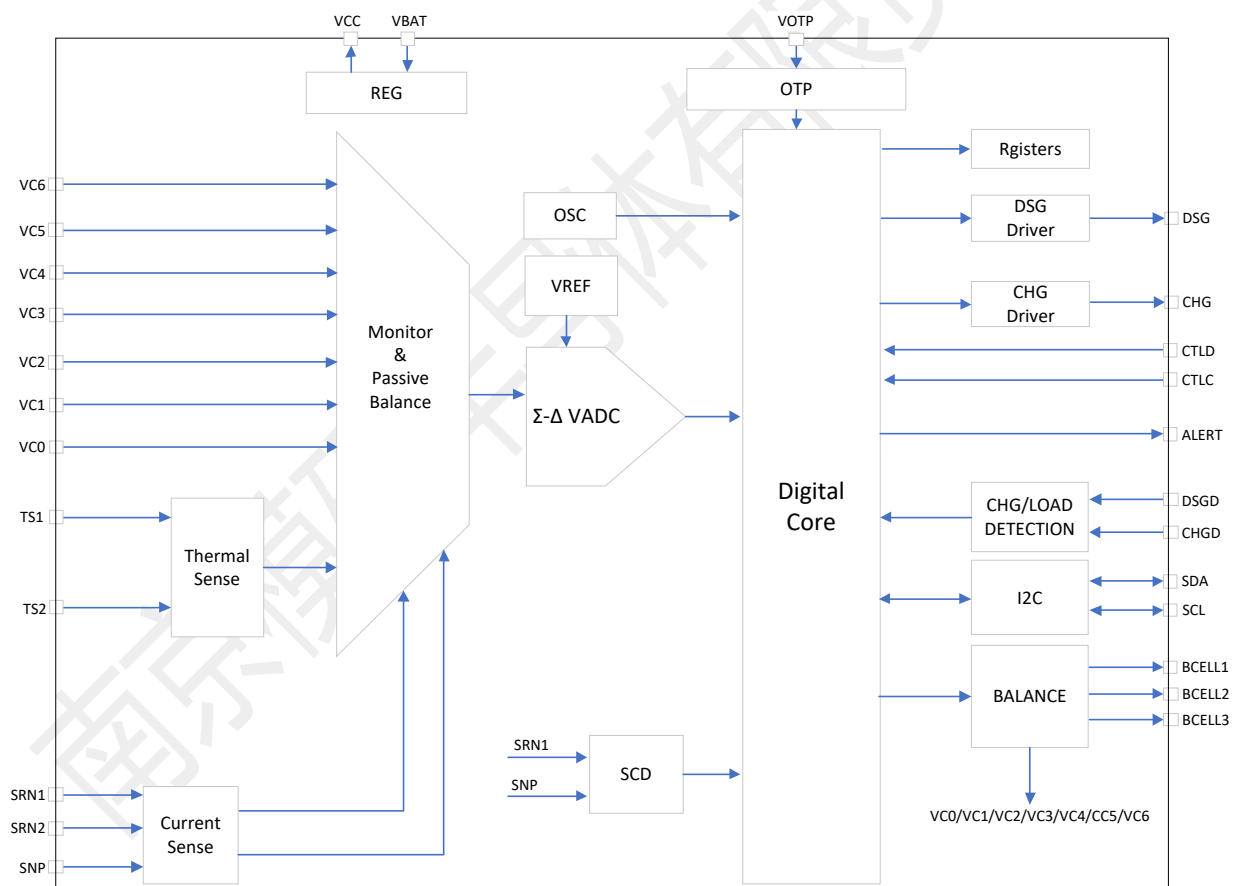


图 4-1：功能框图



5. 工作模式

5.1. 系统 WarmUp

当发生上电复位、退出 Powerdown 模式时，系统会进入 WarmUp 过程，该过程中会关闭充放电 MOSFET，禁止 I2C 通讯，经过 Twarmup 时间后（Twarmup 为模拟电路建立的时间：20ms。）, WarmUp 过程结束。WarmUp 结束后，第一次 ADC 采集（100ms）过程中，充放电 MOSFET 保持关闭。

(1) 当采集到的任意节电芯电压超过过充电保护电压 V_{ov} ，则直接响应过充电保护状态；

(2) 当采集到的任意节电芯电压低于过放电保护电压 V_{uv} ，则直接响应过放电保护状态；

(3) 当采集到过温时，则直接响应温度保护状态；

(4) 若未响应过充电保护或过放电保护或温度保护，第一次采集结束后开启充放电 MOSFET，系统开始正常工作。

芯片正常上电工作后，支持 3 种工作模式：Normal 模式、Sleep 模式、Powerdown 模式。

5.2. Normal 模式

下列条件均满足时，芯片处于 Normal 模式，CHG 输出高电平，DSG 输出高电平，充放电 MOSFET 处于开启状态：

(1) 未发生电压/电流/温度保护

(2) CTLC/CTLD 管脚未控制放电 MOSFET 关闭

(3) 无断线状态发生

5.3. Sleep 模式

一、下列条件均满足时，芯片进入 Sleep 模式：

(1) 系统处于 normal 状态



(2a) 双电阻情况：芯片为处于非充放电状态，即： $RSN2-RSP \geq -V1$ 并且 $RSN1-RSP \leq V2$

(2b) 单电阻情况：芯片为处于非充放电状态，即： $-V1 \leq RSN1-RSP \leq V2$

(V1/V2 阈值可独立配置 200uV/500uV/800uV/1000uV, $|V1| < |V_{CHS}|$, $|V2| < |V_{DHS}|$

V1 default=500uV V2 default=500uV)。

(3) 没有 COV/CUV/LV/OW/OCD1/OCD2/SCD/OTC/OTD/UTC/UTD alert 和 fault 发生。(fault 不可以进入 sleep。alert 退出 sleep, 如果没有产生 fault 重新计数 t_{sleep} 分钟再次进入 sleep, 如果产生 fault 就停留在 normal)。

(4) 状态(3)/(2)/(1)持续时间超过 t_{sleep} 分钟。

(5) t_{sleep} 可配置为 8 分钟和 1 分钟，默认 8 分钟。

二、芯片处于 Sleep 模式时，执行下述动作：

(1) CHG 输出高阻态，DSG 不控制。

(2) 置位 Sleep 状态位，开启充电器检测。

(3) 芯片间歇性测量，间隔 a 个 100ms 然后测量一个周期。(可通过 trim 位 sleep[2:0]配置，000: 关闭 sleep 功能; 001: a=4; 010: a=8; 011: a=16; 100: a=32; 101: a=64; 110: a=128; 111: a=256; default:101)。

备注：芯片在 SLEEP 模式下，测量周期会变长，相应的电压保护延时阈值的误差也会变大，最大误差 a 个 100ms。

三、芯片下列条件满足时，退出 Sleep 模式，清除 Sleep 状态位：

(1) 检测到 $RSN1-RSP > V3$ ($V3=1.5mV$ 测量由比较器实现，实时测量)或 $RSN1-RSP > V2$ ($V2$ 测量由 ADC 实现，间歇性测量) 则退出 Sleep 模式。

(2) 检测到充电器插入 立即退出 Sleep 模式。

(3) 检测到 COV/CUV/LV/OW/OCD1/OCD2/SCD/OTC/OTD/UTC/UTD 触发及恢复的 alert 立即



退出 Sleep 模式。

- (4) 开启均衡后立即退出 Sleep。

5. 4. Powerdown 模式

一、下列条件均满足时，芯片进入 Powerdown 模式：

- (1) 任意节电芯处于过放电保护状态
- (2) 状态(1)持续时间超过 Powerdown 延时 t_{PD}
- (3) 充电器拔除 (CHGD 管脚电压高于 V_{CHGD})

二、芯片处于 Powerdown 模式时，执行下述动作：

- (1) CHG 输出高阻态，DSG 输出低电平，关闭充放电 MOSFET
- (2) 置位 PD 状态位

三、下列条件满足时，芯片退出 Powerdown 模式，清除 PD 状态位：

- (1) 充电器连接 (CHGD 管脚电压低于 V_{CHGD})
- (2) 状态(1)持续时间超过充电器连接延时 t_{CH}

注释：

- (1) Powerdown 延时 $t_{PD}=64s$, $t_{CH}=100ms$, $V_{CHGD}=1.2V$

5. 5. 各模式下模块状态

功能/模式	Normal 模式	Sleep 模式	PowerDown 模式
电压/电流/温度保护功能	√	√	×
均衡功能	√	×	×
OTP 烧写	√	×	×



ADC 模块	√	√	×
I2C 通信模块	√	√	×
I2C 唤醒模块	×	×	√
充电器检测	√	√	√

*注：ADC 模块在 Sleep 模式时是间歇性工作。

5.6. 快速测试模式：

使用场景：由于芯片支持空闲态均衡，在产线进行自动化测试时，测试项 COV，触发的的时候会同时触发均衡功能(均衡功能触发时，保护延时相应也会变大)，某些自动化测试仪表可能会显示测试 FAIL，当出现以上问题的时候，可以使用该测试模式。

配置 testmode_disable=0（默认为 0）。开启 alert 管脚快速测试模式功能：

(1) 当 alert 管脚=VSS，均衡功能和 sleep 功能正常工作；

(2) 当 alert 管脚=VCC，禁止 sleep 功能并且在充电状态和非充电状态下芯片均可以均衡，均衡周期为 200ms（测量 100ms，均衡 100ms）。

配置 testmode_disable=1，则关闭快速测试模式功能，ALERT 管脚上拉，实现告警功能。

5.7. 充放电状态

充电状态检测电压 $V_{CHS}=100\mu V/200\mu V/300\mu V/400\mu V/500\mu V/1000\mu V/1500\mu V/2000\mu V$ ，可按需配置，default=1000 μV 。

放电状态检测电压 $V_{DHS}=100\mu V/200\mu V/300\mu V/400\mu V/500\mu V/1000\mu V/1500\mu V/2000\mu V$ ，可按需配置，default=2000 μV 。

一、下列条件均满足时，系统处于充电状态，置位充电状态位 CHGING，否则清除状态位 CHGING：

(1a) 双电阻电流采样：RSP 与 RSN2 管脚电压满足： $RSN2-RSP \text{ 电压} \leq -V_{CHS}$



(1b) 单电阻电流采样: RSP 与 RSN1 管脚电压满足: $RSN1-RSP \text{ 电压} \leq -V_{CHS}$

(2) 状态(1)持续时间超过 $4 \cdot t_{CYCLE}$ ($t_{CYCLE}=100\text{ms}$)

二、下列条件均满足时, 系统处于放电状态, 置位放电状态位 DSGING, 否则清除状态位 DSGING:

(1a) 双电阻电流采样: RSP 与 RSN1 管脚电压满足: $RSN1-RSP \text{ 电压} \geq V_{DHS}$

(1b) 单电阻电流采样: RSP 与 RSN1 管脚电压满足: $RSN1-RSP \text{ 电压} \geq V_{DHS}$

(2) 状态(1)持续时间超过 $4 \cdot t_{CYCLE}$ ($t_{CYCLE}=100\text{ms}$)

三、当状态位 CHGING 和状态位 DSGING 均为零时, 系统处于空闲状态

6. 功能描述

以下功能 () 都可以通过寄存器使能或者关闭。

6.1. 过充电保护

一、下列条件均满足时, 芯片进入过充电保护状态:

(1) 任意节电芯电压高于过充电保护电压 V_{OV}

(2) 状态(1)持续时间超过过充电保护延时 t_{OV}

二、芯片处于过充电保护状态时, 执行下述动作:

(1) CHG 输出高阻态, 关闭充电 MOSFET

(2) 置位 OV 状态位和 OV_FLG 标志位

三、当配置 $CHG_OVR=0$ 时, 下列条件均满足时, 退出过充电保护状态, 清除 OV 状态位:

(1) 所有电芯电压均低于过充电恢复电压 V_{OVR}

(2) 状态(1)持续时间超过过充电恢复延时 t_{OVR}

四、当配置 $CHG_OVR=1$ 时, 下列条件均满足时, 退出过充电保护状态, 清除 OV 状态位:



(1) 所有电芯电压均低于过充电恢复电压 V_{OVR} 且持续时间超过过充电恢复延时 t_{OVR}

(2) 充电器拔除(CHGD 管脚电压高于 V_{CHGD})且持续时间超过充电器恢复延时 t_{CHR}

五、当配置 $CHG_HYS=0$ 且系统处于放电状态时，按上述恢复机制恢复。当配置 $CHG_HYS=1$ 且系统处于放电状态时，则退出过充电保护迟滞电压为 0，上述退出过充电保护状态中的条件“所有电芯电压均低于过充电恢复电压 V_{OVR} ”变为“所有电芯电压均低于过充电保护电压 V_{OV} ”，其他条件不变。

六、默认值和计算方式：

(1) default 值： $CHG_OVR=0$ $CHG_HYS=0$

(2) V_{OV} 计算方式： $OV[9:0]*5mV$ 配置范围： 0~5115mV； Default： 4200 mV。

(3) V_{OVR} 计算方式： $OVR[8:0]*10mV$ 配置范围： 0~5100mV； Default： 4100mV。

(4) t_{OV} 四档可配： 0.2s、 1s、 2s、 4s； Default： 1s。误差： $100ms+2.5\%*t_{OV}$ （无均衡）；
 $T_{balance}+2.5\%*t_{OV}$ （均衡中）； $T_{balance}=0.4s、1s、3s、29s。$

(5) t_{OVR} 固定 1s。误差： $100ms+2.5\%*t_{OVR}$ （无均衡）； $T_{balance}+2.5\%*t_{OVR}$ （均衡中）； $T_{balance}=0.4s、1s、3s、29s。$

6.2. 过放电保护

一、下列条件均满足时，芯片进入过放电保护状态：

(1) 任意节电芯电压低于过放电保护电压 V_{UV}

(2) 状态(1)持续时间超过过放电保护延时 t_{UV}

二、芯片处于过放电保护状态时，执行下述动作：

(1) DSG 输出低电平，关闭放电 MOSFET

(2) 置位 UV 状态位和 UV_FLG 标志位

三、当配置 $LUVR=0$ （关闭欠压负载锁定功能）时，下列条件均满足时，芯片退出过放电保护状态，清除 UV 状态位：



- (1) 所有电芯电压均高于过放电恢复电压 V_{UVR}
- (2) 状态(1)持续时间超过过放电恢复延时 t_{UVR}

四、当配置 $LUVR=1$ (开启欠压负载锁定功能)，芯片处于过放电保护状态，且未检测到充电器连接时，会关闭充电 MOSFET，当芯片检测到充电器连接过一次时，充电 MOSFET 会一直开启，下列条件均满足时，芯片退出过放电保护状态，清除 UV 状态位：

- (1) 所有电芯电压均高于过放电恢复电压 V_{UVR}
- (2) 状态(1)持续时间超过过放电保护恢复延时 t_{UVR}
- (3) 充电器连接(CHGD 管脚电压低于 V_{CHGD})或负载拔除(DSGD 管脚电压低于 V_{DSGD})

五、默认值和计算方式：

- (1) default 值： $LUVR=0$
- (2) V_{UV} 计算方式： $UV[8:0]*10mV$ 配置范围： $0\sim5110mV$ ； Default： 2700 mV 。
- (3) V_{UVR} 计算方式： $UVR[7:0]*20mV$ 配置范围： $0\sim5100mV$ ； Default： $3000mV$ 。
- (4) t_{UV} 四档可配： $0.5s$ 、 $1s$ 、 $2s$ 、 $4s$ ； Default： $1s$ 。误差： $100ms+2.5\%*t_{UV}$ (无均衡)；
 $T_{balance}+2.5\%*t_{UV}$ (均衡中)； $T_{balance}=0.4s$ 、 $1s$ 、 $3s$ 、 $29s$ 。
- (5) t_{UVR} 固定 $1s$ 。误差： $100ms+2.5\%*t_{UVR}$ (无均衡)； $T_{balance}+2.5\%*t_{UVR}$ (均衡中)； $T_{balance}=0.4s$ 、 $1s$ 、 $3s$ 、 $29s$ 。。

6.3. 低电压禁止充电

一、下列条件均满足时，芯片进入低电压禁止充电状态：

- (1) 系统处于过放电保护状态
- (2) 任意节电芯电压低于低电压禁止充电电压 V_{LV}
- (3) 状态(2)持续时间超过低电压禁止充电延时 t_{LV}



二、芯片处于低电压禁止充电状态时，执行下述动作：

- (1) CHG 输出高阻态，关闭充电 MOSFET
- (2) 置位 LV 状态位和 LV_FLG 标志位

三、默认值和计算方式：

- (1) LV[2:0]=000: 允许电芯低电压充电；default=000。
- (2) 低电压禁止充电电压 $V_{LV}=LV[2:0]*250mV+500mV$ ；配置范围：750~2250mV
- (3) 低电压禁止充电延时 $t_{LV}=1s$ 。误差：100ms。
- (4) 恢复电压= V_{LV} ，恢复延迟=0。

6.4. 放电过流 1 保护状态

一、下列条件均满足时，芯片进入放电过流 1 保护状态：

- (1) RSP-RSN1 的电压值小于放电过流 1 保护电压 V_{OCD1}
- (2) 状态(1)持续时间超过放电过流 1 保护延时 t_{OCD1}

二、芯片处于放电过流 1 保护状态时，执行下述动作：

- (1) CHG 输出高阻态，DSG 输出低电平，关闭充放电 MOSFET
- (2) 置位 OCD1 状态位和 OCD1_FLG 标志位

三、下列条件满足时，芯片退出放电过流 1 保护状态，清除 OCD1 状态位：

- (1) 负载拔除(DSGD 管脚电压低于 V_{DSGD})，且持续时间超过负载恢复延时 t_{LDR}

四、默认值和计算方式：

- (1) $V_{OCD1}[7:0]$ 计算方式：配置范围 0mV~127.5mV，step=0.5mV；default=35mV。
- (2) t_{OCD1} 四档可配：0.5s、1.5s、3s、6s；default=1.45s。误差：100ms+2.5% t_{OCD1} 。
- (3) $t_{LDR}=100ms$ 。



(4) 可通过 OCRA 配置位允许或者关闭放电过流保护定时恢复功能。

6.5. 放电过流 2 保护状态

一、下列条件均满足时，芯片进入放电过流 2 保护状态：

- (1) RSP-RSN1 的电压值小于放电过流 2 保护电压 V_{OCD2}
- (2) 状态(1)持续时间超过放电过流 2 保护延时 t_{OCD2}

二、芯片处于放电过流 2 保护状态时，执行下述动作：

- (1) CHG 输出高阻态，DSG 输出低电平，关闭充放电 MOSFET
- (2) 置位 OCD2 状态位和 OCD2_FLG 标志位

三、下列条件任一满足时，芯片退出放电过流 2 保护状态，清除 OCD2 状态位：

- (1) 负载拔除(DSGD 管脚电压低于 V_{DSGD})，且持续时间超过负载恢复延时 t_{LDR}

四、默认值和计算方式：

- (1) $V_{OCD2}[7:0]$ 计算方式：配置范围 0mV ~ 200mV，step=1mV；default=52mV。
- (2) t_{OCD2} 四档可配：0.2s、0.7s、2s、4s；default=0.7s。误差：100ms。
- (3) t_{LDR} =100ms。
- (4) 可通过 OCRA 配置位允许或者关闭放电过流保护定时恢复功能。

6.6. 短路保护状态

一、下列条件均满足时，芯片进入短路保护状态：

- (1) RSP-RSN1 的电压值小于短路保护电压 V_{SC}
- (2) 状态(1)持续时间超过短路保护延时 t_{SC}



二、芯片处于短路保护状态时，执行下述动作：

- (1) CHG 输出高阻态，DSG 输出低电平，关闭充放电 MOSFET
- (2) 置位 SC 状态位和 SC_FLG 标志位

三、下列条件均满足时，芯片退出短路保护状态，清除 SC 状态位：

- (1) 负载拔除(DSGD 管脚电压低于 V_{DSGD})
- (2) 状态(1)持续时间超过负载恢复延时 t_{LDR}

四、默认值和计算方式：

- (1) $V_{sc}[4:0]$ 计算方式： $V_{sc}[4:0] \times 16\text{mV} + 8\text{mV}$ ；配置范围：8~504mV；default=120mV。
- (2) t_{sc} 四档可配：0.1ms、0.2ms、0.4ms、0.6ms、0.8ms、1ms、1.2ms、1.6ms；default=0.8ms。误差：100us。
- (3) $t_{LDR} = 100\text{ms}$ 。
- (4) 可通过 OCRA 配置位允许或者关闭放电过流保护定时恢复功能。

6.7. 充电过流保护状态

一、下列条件均满足时，芯片进入充电过流保护状态：

- (1a) 双电阻：RSP-RSN2 的电压值大于充电过流保护电压 V_{occ}
- (1b) 单电阻：RSP-RSN1 的电压值大于充电过流保护电压 V_{occ}
- (2) 状态(1)持续时间超过充电过流保护延时 t_{occ}

二、芯片处于充电过流保护状态时，执行下述动作：

- (1) CHG 输出高阻态，关闭充电 MOSFET
- (2) 置位 OCC 状态位和 OCC_FLG 标志位

三、下列条件均满足时，芯片退出充电过流保护状态，清除 OCC 状态位：



- (1) 充电器拔除(CHGD 管脚电压高于 V_{CHGD})
- (2) 状态(1)持续时间超过充电器恢复延时 t_{CHR}

四、默认值和计算方式:

- (1) $V_{OCC}[7:0]$ 计算方式: 配置范围 0mV ~ 255mV, step=1mV; default=120mV。
- (2) t_{OCC} 四档可配: 0.1s、1s、2s、8s; default=1s。误差: 100ms。
- (3) t_{CHR} =100ms。

6.8. 充/放电 MOSFET 保护功能体二极管保护功能

一、配置 ENMOS=1 (使能充/放电 MOSFET 强制开启功能) , default 值: ENMOS=0

当系统处于过充电/充电低温/充电高温/断线保护状态中:

- (1) 若检测到系统处于放电状态, 则开启充电 MOSFET;
- (2) 状态(1)之后, 若未检测到系统处于放电状态, 则重新关闭充电 MOSFET。

二、当 配置 ENMOS=1 和 ENMOSR=0, 系统处于过放电保护状态/CTLD 关闭放电 MOSFET 状态中:

- (1) 若检测到系统处于充电状态, 则开启放电 MOSFET;
- (2) 状态(1)之后, 若未检测到系统处于充电状态, 则重新关闭放电 MOSFET。

三、配置 ENMOS=1 和 ENMOSR=1 (使能放电 MOSFET 强制开启恢复延时功能)

当系统处于过放电保护状态中:

- (1) 若检测到系统处于充电状态, 则开启放电 MOSFET;
- (2) 状态(1)之后, 若未检测到系统处于充电状态且时间超过过放电保护延时 t_{UV} , 则重新关闭放电 MOSFET。



6.9. 断线保护

当配置 OTP 寄存器中 EOW=1 时，使能断线保护功能。default 值：EOW=1

一、使能断线保护功能时，下列条件均满足时，芯片进入断线保护状态

- (1) 检测到某一电芯连接线断开
- (2) 状态(1)持续时间超过断线保护延时 t_{ow}

二、芯片处于断线保护状态时，执行下述动

- (1) CHG 输出高阻态，关闭充电 MOSFET
- (2) 置位 OW 状态位和 OW_FLG 标志位

三、下列条件均满足时，芯片退出断线保护状态，清除 OW 状态位：

- (1) 该节电芯连接线连接
- (2) 状态(1)持续时间超过断线恢复延时 t_{ow}
- (3) t_{ow} 四档可配：0s、2s、4s、8s；default=8s。误差：100ms。

6.10. 温度保护

6.10.1. 充电低温保护状态

一、下列条件均满足时，芯片进入充电低温保护状态：

- (1) 任意温度点温度低于充电低温保护温度 T_{UTC}
- (2) 状态(1)持续时间超过充电温度保护延时 t_{tc}
- (3) 配置 OTP 中 CHG_HYS 位=1 时，且系统未处于放电状态

二、芯片处于充电低温保护状态，执行下述动作：

- (1) CHG 输出高阻态，关闭充电 MOSFET
- (2) 置位 UTC 状态位和 UTC_FLG 标志位

三、下列条件均满足时，芯片退出充电低温保护状态，清除 UTC 状态位：



(1) 所有温度点温度高于充电低温恢复温度 T_{UTC}

(2) 状态(1)持续时间超过温度保护恢复延时 t_{TR}

四、默认值和计算方式：

(1) default 值: $CHG_HYS=0$

(2) T_{UTC} 计算方式: $UTC[7:0]*1k=$ 外部热敏电阻阻值 配置范围: 0~255k ohm ; Default: 27k ohm ($0^{\circ}C$) 。

(3) T_{UTC} 计算方式: $UTC[7:0]*1k=$ 外部热敏电阻阻值 配置范围: 0~255k ohm; Default: 18k ohm ($10^{\circ}C$) 。

(4) $t_{TC}=t_{TR}=2$ s。误差:100ms。

6. 10. 2. 充电高温保护状态

一、下列条件均满足时，芯片进入充电高温保护状态：

(1) 任意温度点温度高于充电高温保护温度 T_{OTC}

(2) 状态(1)持续时间超过充电温度保护延时 t_{TC}

(3) 如果配置 OTP 中 CHG_HYS 位=1 时，且系统未处于放电状态

二、芯片处于充电高温保护状态时，执行下述：

(1) CHG 输出高阻态，关闭充电 MOSFET

(2) 置位 OTC 状态位和 OTC_FLG 标志位

三、下列条件均满足时，芯片退出充电高温保护状态，清除 OTC 状态位：

(1) 所有温度点温度低于充电高温恢复温度 T_{OTCR}

(2) 状态(1)持续时间超过温度保护恢复延时 t_{TR}

四、默认值和计算方式：



(1) default 值: CHG_HYS=0

(2) T_{OTC} 计算方式: $OTC[7:0]/32$ =外部热敏电阻阻值(单位 kohm) 配置范围: 0~8k ohm ;
Default: 4.125k ohm (50°C) 。

(3) T_{OTCR} 计算方式: $OTCR[7:0]/32$ =外部热敏电阻阻值(单位 kohm) 配置范围: 0~8k ohm ;
Default: 5.811k ohm (40°C) 。

(4) $t_{TC}=t_{TR}=2$ s。误差:100ms。

6. 10. 3. 放电低温保护状态

一、下列条件均满足时, 芯片进入放电低温保护状态:

(1) 任意温度点温度低于放电低温保护温度 T_{UTD}

(2) 状态(1)持续时间超过放电温度保护延时 t_{TD}

二、芯片处于放电低温保护状态时, 执行下述动作:

(1) CHG 输出高阻态, DSG 输出低电平, 关闭充放电 MOSFET

(2) 置位 UTD 状态位和 UTD_FLG 标志位

三、下列条件均满足时, 芯片退出放电低温保护状态, 清除 UTD 状态位:

(1) 所有温度点温度高于放电低温恢复温度 T_{UTDR}

(2) 状态(1)持续时间超过温度保护恢复延时 t_{TR}

四、默认值和计算方式:

(1) T_{UTD} 计算方式: $UTD[7:0]*1k$ =外部热敏电阻阻值 配置范围: 0~255k ohm ; Default: 71k ohm (-20°C) 。

(2) T_{UTDR} 计算方式: $UTDR[7:0]*1k$ =外部热敏电阻阻值 配置范围: 0~255k ohm ; Default: 43.67k ohm (-10°C) 。



(3) $t_{TC}=t_{TR}=2\text{ s}$ 。误差:100ms。

6. 10. 4. 放电高温保护状态

一、下列条件均满足时，芯片进入放电高温保护状态：

- (1) 任意温度点温度高于放电高温保护温度 T_{OTD}
- (2) 状态(1)持续时间超过放电温度保护延时 t_{TD}

二、芯片处于放电高温保护状态时，执行下述动作：

- (1) CHG 输出高阻态，DSG 输出低电平，关闭充放电 MOSFET
- (2) 置位 OTD 状态位和 OTD_FLG 标志位

三、下列条件均满足时，芯片退出放电高温保护状态，清除 OTD 状态位：

- (1) 所有温度点温度低于放电高温恢复温度 T_{OTDR}
- (2) 状态(1)持续时间超过温度保护恢复延时 t_{TR}

四、默认值和计算方式：

(1) T_{OTD} 计算方式：OTD[7:0]/32=外部热敏电阻阻值(单位 kohm) 配置范围：0~8k ohm ;
Default: 2.224k ohm (70°C) 。

(2) T_{OTDR} 计算方式：OTDR[7:0]/32=外部热敏电阻阻值(单位 kohm) 配置范围：0~8k ohm;
Default: 3k ohm (60°C) 。

(3) $t_{TC}=t_{TR}=2\text{ s}$ 。误差:100ms。

6. 10. 5. 芯片内部高温保护状态

一、下列条件均满足时，芯片进入芯片内部高温保护状态：

- (1) 芯片内部温度高于芯片内部高温保护温度 T_{OTI}
- (2) 状态(1)持续时间超过内部高温保护延时 t_{TI}



二、芯片处于芯片内部高温保护状态时，执行下述动作：

- (1) 关闭均衡
- (2) 置位 OTI 状态位及 OTI_FLG 标志位

三、下列条件均满足时，芯片退出芯片内部高温保护状态，清除 OTI 状态位：

- (1) 芯片内部温度低于芯片内部高温保护恢复温度 T_{OTIR}
- (2) 状态(1)持续时间超过内部高温保护恢复延时 t_{TIR}

四、默认值和计算方式：

- (1) $T_{OTI}=115^{\circ}\text{C}$
- (2) $T_{OTIR}=95^{\circ}\text{C}$
- (3) $t_{TI}=t_{TIR}=2\text{ s}$ 。误差:100ms。

五、CHG_HYS 特殊设置：

当配置 CHG_HYS=1 时，退出过充电保护、充电高温保护以及充电低温保护功能变化：

- (1) 当系统处于放电状态时，退出过充电迟滞电压为 0，且芯片退出或不响应充电高温/低温保护
- (2) 当系统处于充电状态时，充电高温/低温保护延时 $t_{TC}=\text{寄存器 TC}[1:0]*2\text{s}+2\text{s}$ ，可通过 OTP 配置
- (3) 当系统处于空闲状态时，充电高温/低温保护延时 $t_{TC}=32\text{s}$

6. 11. 均衡功能

一、当电芯均衡未开启时，若下列条件(1)~(4)均满足，则开启对应电芯的均衡，置位均衡状态位 BAL：

- (1) 当配置 BALS[1:0]=00 且系统处于充电状态，或当配置 BALS[1:0]=01 且系统处于充电状态



或空闲状态，或当配置 BALS[1:0]=10 且系统处于充电状态或放电状态，或当配置 BALS[1:0]=11 且系统处于充电状态或空闲状态或放电状态。default 值：BALS[1:0]=11。

- (2) 该节电芯的电压高于均衡开启电压 V_{OB}
- (3) 该节电芯的电压与电芯组最低电压差值大于均衡开启压差 V_{DIFF}
- (4) 状态(1)~(3)持续时间超过均衡进入延时 t_{BAL}

均衡模式 A：当配置 balance_mode=1，复用 VCX 引脚实现均衡功能时：

所有满足开启均衡条件的电芯，会采用奇偶交替的均衡方式，即相邻节电芯不会同时开启均衡。

均衡模式 B：当配置 balance_mode=0，且配置成三节电池时，使用 BCELL1/2/3 独立控制均衡时：

所有满足开启均衡条件的电芯通过 BCELL1/2/3 实现均衡功能，当 BCELL 输出为 VCC，代表对应电池开启均衡，当 BCELL 输出为高阻态，代表对应电池不均衡，可实现相邻均衡。

二、下列条件任一满足时，会关闭该节电芯的均衡，所有电芯退出均衡后，清除 BAL 状态位：

- (1) 该节电芯的电压低于均衡开启电压 V_{OB}
- (2) 该节电芯的电压与电芯组最低电压差值小于均衡开启压差 V_{DIFF}

当系统处于充电低温保护状态/充电高温保护状态/放电低温保护状态/放电高温保护状态/充电过流保护状态/放电过流 1 保护 状态/放电过流 2 保护状态/短路保护状态/断线状态/Powerdown 模式/芯片内部高温保护状态时，会关闭所有电芯的均衡，清除 BAL 状态位。

三、默认值和计算方式：

- (1) V_{OB} 计算方式：BALV[7:0]*20mV 配置范围：0~5100mV；Default：4000 mV。
- (2) V_{DIFF} 四档可配：0,20mV, 30mV, 50mV；default：50mV。
- (3) t_{BAL} 两档可配：0.5s, 4s



(4) 非充电状态均衡时间 4 档可调：0.4s、1s、3s、29s, default=3s。

(5a) 均衡模式 A：均衡时间代表奇数节或偶数节均衡的时间，奇数节均衡-测量-偶数节均衡-测量，如此循环。

(5b) 均衡模式 B：均衡时间代表所有满足条件的电池各自的均衡时长，支持相邻节同时均衡。

(6) 芯片内部均衡内阻 250ohm

(7) 配置 Balance_mode=1 时（默认为 1），实现均衡模式 A；配置 Balance_mode=0 时，实现均衡模式 B；两种均衡模式均衡期间均不测量

四、均衡开启影响

均衡开启后，芯片部分功能状态进退时间会产生变化：

(1) 均衡开启后，发生电芯过充电/低电压禁止充电/过放电保护状态时，此时进入保护延时可能产生最大 $t_{balance}$ 的偏差；

(2) 温度检测延时不受影响；

(3) 电流检测延时不受影响；

6. 12. CTLX 和 CTLD 功能

CTLX 管脚用于控制放电 MOSFET 的输出，CTLX 管脚在芯片内部通过 10MΩ 电阻弱上拉至 VCC，CTLX 和 CTLD 分别对应控制充电 MOSFET 和放电 MOSFET。且优先级高于芯片内部保护电路，具体对应关系如下：

CTLX 管脚输入电平	MOSFET 状态
高电平 V_{H-CTLX}	控制对应 MOSFET，由芯片内部逻辑决定，清除状态位 CTLX
低电平 V_{L-CTLX}	关闭对应 MOSFET，置位状态位 CTLX

6. 13. ALERT 功能



ALERT 管脚有两种应用场景：

- (1) 当 testmode_disable 配置为 0，默认为 0，则芯片进入测试模式，详细使用方法参考章节 5.6.
- (2) 当 testmode_disable 配置为 1，则 ALERT 管脚用来指示告警信息 采用 open-drain 结构，详细告警信息参考寄存器说明。

6. 14 TS1/TS2 管脚

TSX 推荐使用 103AT3435 热敏电阻。

6. 15. I2C 通讯

6. 15. 1. I2C 接口协议

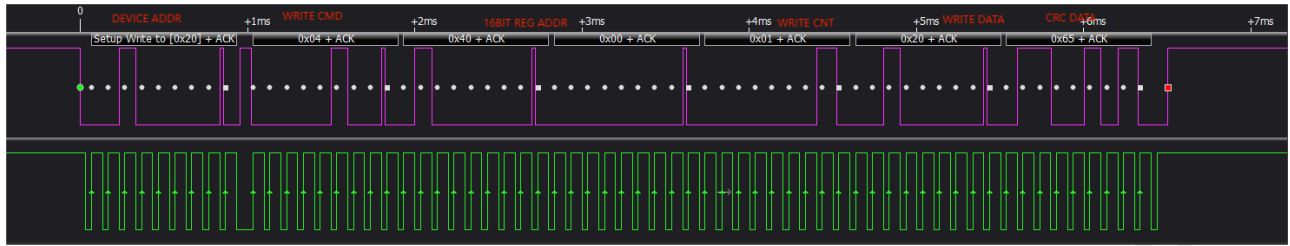
- 1、芯片支持 I2C 标准模式， $200\text{Hz} \leq \text{波特率} \leq 20\text{KHz}$ ；
- 2、I2C Device 地址可通过配置寄存器 I2C_DEVICE_ADDR 进行配置；
- 3、不支持芯片对 SCL 拉低功能。

当芯片处于 PD 状态时，片上时钟 lfo_clk 处于关闭状态，如这时需要通信，需要将 SCL 拉低至少 20mS，然后再将 SCL 拉高，在 500mS 内启动正常的 I2C 通信。

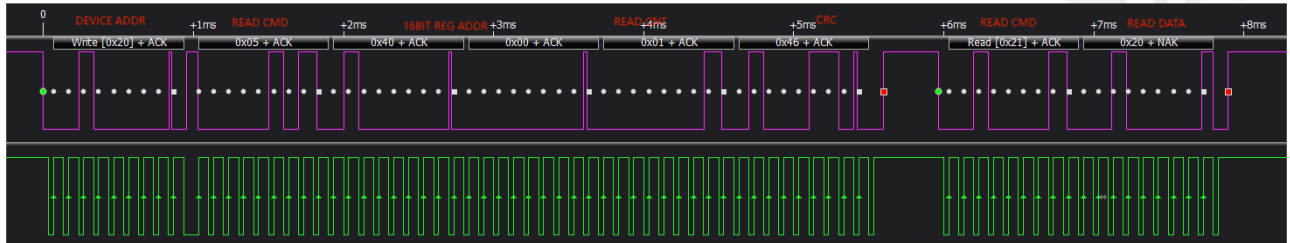
6. 15. 2. I2C 通讯协议

Host 根据自定义通讯协议对芯片全地址空间进行访问：

- 1、读写指令：CMD_WRITE[7:0]:0x04 CMD_READ[7:0]:0x05；
- 2、自定义命令包括访问起始地址、访问数据量；
- 3、支持 CRC 校验，可选；
- 4、I2C 写时序：



5、I2C 读时序:



6. 15. 3. I2C CRC

I2C 执行读写协议时，最后一个 I2C 数据为 CRC Data，CRC Data[7:0]=I2C 各数据（除了 Device 地址）之和，数据仅简单相加，无进位处理；

6. 15. 4. I2C 错误

支持下列几种错误检测。当错误发生后，模块发生复位，以便于重新进行通信。

- 1、Device 错误；
- 2、SCL 无变化时间超过 5mS；
- 3、CRC 错误。



7. 存储器和寄存器

Register_Bank 提供各类 REG 与 OTP 控制，以及提供上电时的 Boot 功能，读取 OTP 存储器覆盖配置寄存器。

表 7.1 地址空间分配

类型	地址范围	备注
CONFIG OTP	0x00~0x1A,0x3F	其中 0x3F 为 CONF_IDENTIFY 仅当 CONF_OTP_ACCESS_EN 为 0x5 或 0xA 时，该区可访问
CONFIG REG	0x40~0x5A	配置寄存器
STA REG	0x60~0x7A	状态寄存器
CTRL REG	0x80~0x87,0x8F	控制寄存器

7.1. CONFIG REG (Addr:0x40~0x5A)

系统上电后，芯片会根据 0x3f 的值（CONF_IDENTIFY，是否为 0x4D），来进行搬移操作，将 OTP 地址 0x00~0x1A 的内容搬移到到 RAM 地址 0x40~0x5A。

7.1.1. ID(Addr: 0x40)

Default: 0x00

Bit	Field	Type	Default	Description
7:0	ID[7:0]	W/R	0	用户设置寄存器

7.1.2. SCONF1(Addr: 0x41)

Default: 0x07



Bit	Field	Type	Default	Description
7	ENMOSR	W/R	0	放电 MOSFET 强制开启恢复延时控制位 0: 过放电保护状态下, 放电 MOSFET 强制开启后, 若无充电状态, 则立即关闭放电 MOSFET 1: 过放电保护状态下, 放电 MOSFET 强制开启后, 若无充电状态, 则延时过放电保护延时后关闭放电 MOSFET
6	CHG_HYS	W/R	0	退出过充电保护及充电高低温保护功能变化控制位 0: 正常响应退出过充电保护及充电高低温保护 1: 放电状态下, 退出过充电保护迟滞电压为 0, 退出或不响应充电高低温保护; 充电状态下, 充电高低温保护延时 $(T_{TC} = \text{寄存器 TC}[1:0] * 2S + 2S)$; 空闲状态下, 充电高低温保护延时 $T_{TC} = 32S$
5:4	TC[1:0]	W/R	00	充电状态下, 充电温度保护延时设置位 (配置 CHG_HYS=1 时) 充电温度保护延时 T_{TC}, 计算方式: $(TC[1:0] * 2S + 2S)$
3	RSV	R	0	保留
2	BALANCE_MODE	W/R	1	均衡模式



				0: 只有 3 节电池时生效, 不分奇偶, 可以相邻节均衡, 均衡电池通过 ba_cell2[3:1] 输出, ba_cell[6:1]保持为 0; 1: 奇偶均衡, 均衡电池编号通过 ba_cell[6:1]输出, ba_cell2[3:1]保持为 0;
1:0	CN[1:0]	W/R	11	串数配置控制位 CN[1:0] = 00: 3 串电芯应用 CN[1:0] = 01: 4 串电芯应用 CN[1:0] = 10: 5 串电芯应用 CN[1:0] = 11: 6 串电芯应用

7.1.3. SCONF2(Addr: 0x42)

系统配置寄存器 1

Default: 0x04

Bit	Field	Type	Default	Description
7	TS1_OFF	W/R	0	关闭 ts1 测量使能 0: 开启 1: 关闭
6	TS2_OFF	W/R	0	关闭 ts2 测量使能 0: 开启 1: 关闭



5	OCRA	W/R	0	放电过流保护自恢复使能位 0: 不允许放电过流保护定时恢复 1: 允许放电过流保护定时恢复 定时恢复时间固定 32s
4	CHG_OVR	W/R	0	过充电保护恢复条件设置位 0: 过充电保护状态恢复无需充电器拔除 1: 过充电保护状态恢复需要充电器拔除
3	LUVR	W/R	0	过放电保护恢复条件设置位 0: 过放电保护状态恢复无需负载释放 1: 过放电保护状态恢复需要负载释放
2	EOW	W/R	1	断线保护使能位 0: 关闭断线保护功能 1: 开启断线保护功能
1	RSV	R	0	保留
0	ENMOS	W/R	0	充/放电 MOSFET 强制开启使能位 0: 关闭充/放电 MOSFET 强制开启功能 1: 开启充/放电 MOSFET 强制开启功能: 当发生过充电保护/充电低温保护/充电高温保护/ 断线保护, 若检测到放电状态, 则开启充电 MOSFET; 当发生过放电保护/CTLD 关闭放电 MOSFET, 若



				检测到充电状态，则开启放电 MOSFET;
--	--	--	--	------------------------------

注：当配置 OCRA=1（允许放电过流保护定时恢复）时，触发放电过流保护后，时间超过放电过流保护自恢复延时 32s，放电过流保护自动恢复。当连续发生 4 次放电过流保护，且相邻两次放电过流保护时间间隔小于 48s，期间未出现负载移除或充电器插入，则自恢复功能失效，只能通过负载移除或充电器插入来退出放电过流保护。

7.1.4. OVR(Addr: 0x43)

系统配置寄存器 2

Default: 0x9A

Bit	Field	Type	Default	Description
7:0	OV[7:0]	W/R	0x9A	过充电恢复电压 V_{OVR} ，计算方式： OV[8:0]*10mV 配置范围：0~5110mV Default: 4100mV 注：OV[8]为 address: 0x44 寄存器的 bit[0]

7.1.5. OV_OWT(Addr: 0x44)

过充保护恢复寄存器

Default: 0x71

Bit	Field	Type	Default	Description
-----	-------	------	---------	-------------



7	RSV	R	0	保留
6:5	OWT[1:0]	W/R	11	断线保护延时设置位 OWT[1:0]=00: 断线保护延时 $T_{ow}=0S$ OWT[1:0]=01: 断线保护延时 $T_{ow}=2S$ OWT[1:0]=10: 断线保护延时 $T_{ow}=4S$ OWT[1:0]=11: 断线保护延时 $T_{ow}=8S$
4:1	OV[3:0]	W/R	0x8	过充电保护电压 V_{ov} , 计算方式: $OV[9:0]*5mV$ 注: OV[9:4]为 address: 0x45 寄存器的 bit[5:0]
0	OVR[8]	W/R	1	过充电恢复电压 V_{OVR} , 计算方式: $OVR[8:0]*10mV$ 注: OVR[7:0]为 address: 0x43 寄存器

7.1.6. OVT_OV(Addr: 0x45)

过充电保护寄存器

Default: 0x74

Bit	Field	Type	Default	Description
7:6	OVT[1:0]	W/R	01	过充电保护延时设置位 OVT[1:0] = 00: 过充电保护延时 $T_{ov}= 0.2S$ OVT[1:0] = 01: 过充电保护延时 $T_{ov} = 1S$ OVT[1:0] = 10: 过充电保护延时 $T_{ov}= 2S$ OVT[1:0] = 11: 过充电保护延时 $T_{ov}= 4S$



5:0	OV[9:4]	W/R	0x34	过充电保护电压 V_{OV}, 计算方式: $OV[9:0]*5mV$ 配置范围: 0~5115mV Default: 4200mV 注: OV[3:0]为 address: 0x44 寄存器的[4:1]
-----	---------	-----	------	--

7.1.7. UVR(Addr: 0x46)

过放保护恢复寄存器

Default: 0x96

Bit	Field	Type	Default	Description
7:0	UVR[7:0]	W/R	0x96	过放电恢复电压 V_{UVR}, 计算方式: $UVR[7:0]*20mV$ 配置范围: 0~5100mV Default: 3000mV

7.1.8. UV(Addr: 0x47)

过放保护寄存器

Default: 0x0E

Bit	Field	Type	Default	Description
7:0	UV[7:0]	W/R	0x0E	过放电保护电压 V_{UV}, 计算方式: $UV[8:0]*10mV$ 配置范围: 0~5110mV Default: 2700mV 注: UV[8]为 address: 0x48 寄存器的 bit[1]



7.1.9. LV_UVT(Addr: 0x48)

低压禁止充电/过放保护延时寄存器

Default: 0x05

Bit	Field	Type	Default t	Description
7	RSV	R	0	保留
6:4	LV[2:0]	W/R	000	低电压禁止充电电压设置位 LV[2:0] = 000: 允许电芯低电压充电 LV[2:0] = 其他: 低电压禁止充电电压 V_{LV} , 计算公式: $LV[2:0] \times 250\text{mV} + 500\text{mV}$ 配置范围: 750~2250mV
3	BALT	W/R	0	Balance 延时设置位 BALT= 0: Balance 延时 $t_{balance} = 0.5\text{S}$ BALT= 1: Balance 延时 $t_{balance} = 4\text{S}$
2	UV[8]	W/R	1	过放电保护电压 V_{UV} , 计算方式: $UV[8:0] \times 10\text{mV}$ 注: UV[7:0]为 address: 0x47 寄存器
1:0	UVT[1:0]	W/R	01	过放电保护延时设置位 UVT[1:0] = 00: 过放电保护延时 $T_{UV} = 0.5\text{S}$ UVT[1:0] = 01: 过放电保护延时 $T_{UV} = 1\text{S}$ UVT[1:0] = 10: 过放电保护延时 $T_{UV} = 2\text{S}$ UVT[1:0] = 11: 过放电保护延时 $T_{UV} = 4\text{S}$



7.1.10. BALV(Addr: 0x49)

均衡开启电压寄存器

Default: 0xC8

Bit	Field	Type	Default	Description
7:0	BALV[7:0]	W/R	0xC8	均衡开启电压 V_{OB} , 计算方式: $BALV[7:0] \times 20mV$ 配置范围: 0~5100mV Default: 4000mV

7.1.11. BAL_OCD (Addr: 0x4A)

均衡开启压差/放电过流 1 寄存器

Default: 0xF5

Bit	Field	Type	Default	Description
7:6	BALS[1:0]	W/R	11	均衡开启条件控制位 00: 在充电状态判断是否开启均衡 01: 在充电状态或空闲状态判断是否开启均衡 10: 在充电状态或放电状态判断是否开启均衡 11: 在充电状态或空闲状态或放电状态判断是否开启均衡
5:4	BALD[1:0]	W/R	11	BALD[1:0] = 00: 均衡开启及退出条件, 不判压差 BALD[1:0] = 01: 均衡开启压差 $V_{DIFF} = 20mV$ BALD[1:0] = 10: 均衡开启压差 $V_{DIFF} = 30mV$ BALD[1:0] = 11: 均衡开启压差 $V_{DIFF} = 50mV$
3:2	OCD2T[1:0]	W/R	01	放电过流 2 保护延时设置位 OCD2T[1:0] = 00: 放电过流 2 保护延时 $T_{OCD2} = 200mS$



				OCD2T[1:0] = 01: 放电过流 2 保护延时 $T_{OCD2} = 700\text{mS}$ OCD2T[1:0] = 10: 放电过流 2 保护延时 $T_{OCD2} = 2\text{S}$ OCD2T[1:0] = 11: 放电过流 2 保护延时 $T_{OCD2} = 4\text{S}$
1:0	OCD1T[1:0]	W/R	01	放电过流 1 保护延时设置位 OCD1T[1:0] = 00: 放电过流 1 保护延时 $T_{OCD1} = 500\text{mS}$ OCD1T[1:0] = 01: 放电过流 1 保护延时 $T_{OCD1} = 1.45\text{S}$ OCD1T[1:0] = 10: 放电过流 1 保护延时 $T_{OCD1} = 3\text{S}$ OCD1T[1:0] = 11: 放电过流 1 保护延时 $T_{OCD1} = 6\text{S}$

注：放电过流 1 保护电压值 $V_{OCD1} = V_{RSP} - V_{RSN1}$

7.1.12. SC (Addr: 0x4B)

放电过流 2/短路寄存器

Default: 0x87

Bit	Field	Type	Default	Description
7:5	SCT[2:0]	W/R	100	短路保护延时设置位，八档可配 SCT[2:0] = 000: 100uS SCT[2:0] = 001: 200uS SCT[2:0] = 010: 400uS SCT[2:0] = 011: 600uS SCT[2:0] = 100: 800uS SCT[2:0] = 101: 1mS SCT[2:0] = 110: 1.2mS



				SCT[2:0] = 111: 1.6mS
4:0	SCV[4:0]	W/R	0x07	短路保护电压 V_{SC} 计算方式: $SCV[4:0] \times 16mV + 8mV$ 配置范围: 8~504mV Default: 120mV

7.1.13. OCC(Addr: 0x4C)

充电过流寄存器

Default: 0xF5

Bit	Field	Type	Default	Description
7:5	DHS	W/R	111	放电状态检测电压设置位 000: 放电状态检测电压 $V_{DHS} = 100\mu V$ 001: 放电状态检测电压 $V_{DHS} = 200\mu V$ 010: 放电状态检测电压 $V_{DHS} = 300\mu V$ 011: 放电状态检测电压 $V_{DHS} = 400\mu V$ 100: 放电状态检测电压 $V_{DHS} = 500\mu V$ 101: 放电状态检测电压 $V_{DHS} = 1000\mu V$ 110: 放电状态检测电压 $V_{DHS} = 1500\mu V$ 111: 放电状态检测电压 $V_{DHS} = 2000\mu V$
4:2	CHS	W/R	101	充电状态检测电压设置位 000: 充电状态检测电压 $V_{CHS} = 100\mu V$ 001: 充电状态检测电压 $V_{CHS} = 200\mu V$ 010: 充电状态检测电压 $V_{CHS} = 300\mu V$ 011: 充电状态检测电压 $V_{CHS} = 400\mu V$



				100: 充电状态检测电压 $V_{CHS} = 500\mu V$ 101: 充电状态检测电压 $V_{CHS} = 1000\mu V$ 110: 充电状态检测电压 $V_{CHS} = 1500\mu V$ 111: 充电状态检测电压 $V_{CHS} = 2000\mu V$
1:0	OCCT[1:0]	W/R	01	充电过流保护延时设置位 OCCT[1:0] = 00: 充电过流保护延时 $T_{OCC} = 100ms$ OCCT[1:0] = 01: 充电过流保护延时 $T_{OCC} = 1S$ OCCT[1:0] = 10: 充电过流保护延时 $T_{OCC} = 2S$ OCCT[1:0] = 11: 充电过流保护延时 $T_{OCC} = 8S$

7.1.14. OTC(Addr: 0x4D)

充电高温保护寄存器

Default: 0x95 50°C

Bit	Field	Type	Default	Description
7:0	OTC[7:0]	W/R	0x95	充电高温保护时热敏电阻阻值阈值代入公式得到寄存器配置值 $\left(\frac{R_T}{R_T + 10} * 512 \right)$ 配置范围: 0~8KΩ (无穷大~31°C) Default: 4.125KΩ (50°C~51°C)

7.1.15. OTCR(Addr: 0x4E)

充电高温保护恢复寄存器

Default: 0xBC



Bit	Field	Type	Default	Description
7:0	OTCR[7:0]	W/R	0xBC	充电高温保护恢复时热敏电阻阻值阈值代入公式得到寄存器配置值 配置范围：0~8KΩ（无穷大~31℃） $\left(\frac{R_T}{R_T + 10} * 512\right)$ Default: 5.811KΩ（40℃）

7.1.16. OTD(Addr: 0x4F)

放电高温保护寄存器

Default: 0x5D

Bit	Field	Type	Default	Description
7:0	OTD[7:0]	W/R	0x5D	放电高温保护时热敏电阻阻值阈值代入公式得到寄存器配置值 $\left(\frac{R_T}{R_T + 10} * 512\right)$ 配置范围：0~8KΩ（无穷大~31℃） Default: 2.224KΩ（70℃~71℃）

7.1.17. OTDR(Addr: 0x50)

放电高温保护恢复寄存器

Default: 0x76 60℃

Bit	Field	Type	Default	Description
7:0	OTDR[7:0]	W/R	0x76	放电高温保护恢复时热敏电阻阻值阈值代入公式得到寄存器配置值



				$\left(\frac{R_T}{R_T + 10} * 512\right)$ 配置范围：0~8KΩ（无穷大~31℃） Default: 3KΩ（60℃~61℃）
--	--	--	--	---

7.1.18. UTC(Addr: 0x51)

充电低温保护寄存器

Default: 0x75

Bit	Field	Type	Default	Description
7:0	UTC[7:0]	W/R	0x75	充电低温保护时热敏电阻阻值阈值代入公式得到寄存器配置值 配置范围：0~255KΩ（无穷大~小于-40℃） $\left(\frac{R_T}{R_T + 10} - 0.5\right) * 512$ Default: 27KΩ（0℃~1℃）

7.1.19. UTCR(Addr: 0x52)

放电高温保护恢复寄存器

Default: 0x49

Bit	Field	Type	Default	Description
7:0	UTCR[7:0]	W/R	0x49	充电低温保护时热敏电阻阻值阈值代入公式得到寄存器配置值 配置范围：0~255KΩ（无穷大~小于-40℃） $\left(\frac{R_T}{R_T + 10} - 0.5\right) * 512$ Default: 18KΩ（10℃）



7.1.20. UTD(Addr: 0x53)

放电低温保护寄存器

Default: 0xC0

Bit	Field	Type	Default	Description
7:0	UTD[7:0]	W/R	0xC0	放电低温保护时热敏电阻阻值阈值代入公式得到寄存器配置值 配置范围: 0~255KΩ (无穷大~小于-40℃) $\left(\frac{R_T}{R_T + 10} - 0.5\right) * 512$ Default: 71KΩ (-20℃~-19℃)

7.1.21. UTDR(Addr: 0x54)

放电低温保护恢复寄存器

Default: 0xA0

Bit	Field	Type	Default	Description
7:0	UTDR[7:0]	W/R	0xA0	放电低温保护恢复时热敏电阻阻值阈值代入公式得到寄存器配置值 配置范围: 0~255KΩ (无穷大~小于-40℃) $\left(\frac{R_T}{R_T + 10} - 0.5\right) * 512$ Default: 43.67KΩ (-10℃)

7.1.22. OCD1V(Addr: 0x55)

放电低温保护恢复寄存器

Default: 0x46



Bit	Field	Type	Default	Description
7:0	OCD1V[7:0]	W/R	0x46	放电过流 1 保护电压 VOCD1[7:0] 计算方式: OCD1V[7:0]*0.5mV 配置范围: 0~127.5mV Default: 35mV

7.1.23. OCD2V(Addr: 0x56)

放电低温保护恢复寄存器

Default: 0x34

Bit	Field	Type	Default	Description
7:0	OCD2V[7:0]	W/R	0x34	放电过流 2 保护电压 VOCD2[7:0] 计算方式: OCD2V[7:0]*1mV 配置范围: 0~200mV Default: 52mV

7.1.24. OCCV(Addr: 0x57)

放电低温保护恢复寄存器

Default: 0x78

Bit	Field	Type	Default	Description
7:0	OCCV[7:0]	W/R	0x78	充电过流保护电压设置位 OCCV[7:0] = 0000: 禁止充电过流保护功能 OCCV[7:0] = 其他: 充电过流保护电压 V_{OCC} , 计



				算公式： $OCCV[7:0] \times 1mV$ 配置范围：0~255mV Default: 120mV
--	--	--	--	--

7.1.25. I2C_CONF(Addr: 0x58)

I2C 配置寄存器

Default: 0x90

Bit	Field	Type	Default	Description
7	I2C_CRC_EN	W/R	1	是否打开 I2C CRC 功能 0: 不打开 1: 打开
6:0	I2C_DEVICE_ADDR	W/R	0x10	I2C Device Address

7.1.26. SLEEP_CONF(Addr: 0x59)

进入 sleep 状态配置寄存器

Default: 0x55

Bit	Field	Type	Default	Description
7	CONF_SLEEP_DELAY	W/R	0	进入 sleep 的 delay 时间 0: 8 分钟



				1: 1 分钟
6:4	SLEEP_A	W/R	101	sleep 模式下, 间隔 a*100ms 测量一次。 00: 不进入 sleep 模式 001: a=4 010: a=8 011: a=16 100: a=32 101: a=64 110: a=128 111: a=256
3:2	SLEEP_V2	W/R	01	放电时, 退出 Sleep 的电流电阻电压阈值 RSN1-RSP $\geq$ V2 00:200uV 01:500uV 10:800uV 11:1000uV
1:0	SLEEP_V1	W/R	01	充电或空闲时, 进入 Sleep 的电流电阻电压阈值 RSN2-RSP $\geq$ -V1 00:200uV 01:500uV 10:800uV 11:1000uV



7.1.27. BAL_CONF(Addr: 0x5A)

非充电状态下均衡时长

Default: 0x02

Bit	Field	Type	Default	Description
7: 2	RSV	R	00	保留
1:0	BALT_NCHGING	W/R	10	非充电状态下均衡时间 00:400ms 01:1s 10:3s 11:29s

7.2. STA REG(Addr:0x60~0x7B)

STA REG 用于存放通过 ADC 采集到的电压值、电流值、温度值，以及系统状态。

7.2.1. BSTATUS1(Addr: 0x60)

实时状态

系统状态寄存器 1

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
7	LV	R	X	低电压禁止充电状态位



				1: 发生低电压禁止充电 0: 未发生低电压禁止充电
6	OW	R	X	断线保护状态位 1: 发生断线保护 0: 未发生断线保护
5	SC	R	X	短路保护状态位 1: 发生短路保护 0: 未发生短路保护
4	OCC	R	X	充电过流保护状态位 1: 发生充电过流保护 0: 未发生充电过流保护
3	OCD1	R	X	放电过流 1 保护状态位 1: 发生放电过流 1 保护 0: 未发生放电过流 1 保护
2	OCD2	R	X	放电过流 2 保护状态位 1: 发生放电过流 2 保护 0: 未发生放电过流 2 保护
1	UV	R	X	欠压保护状态位 1: 发生欠压保护 0: 未发生欠压保护
0	OV	R	X	过压保护状态位 1: 发生过压保护 0: 未发生过压保护

7.2.2. BSTATUS2(Addr: 0x61)



实时状态

系统状态寄存器 2

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
7	RSV	R	0	保留
6	SLEEP	R	X	SLEEP 模式位 1: SLEEP 模式 0: 非 SLEEP 模式
5	PRO	R	X	烧写 EEPROM 状态位 1: 烧写 EEPROM 状态 0: 非烧写 EEPROM 状态
4	OTI	R	X	内部高温保护状态位 1: 发生内部高温保护 0: 未发生内部高温保护
3	OTD	R	X	放电高温保护状态位 1: 发生放电高温保护 0: 未发生放电高温保护
2	UTD	R	X	放电低温保护状态位 1: 发生放电低温保护 0: 未发生放电低温保护
1	OTC	R	X	充电高温保护状态位 1: 发生充电高温保护 0: 未发生充电高温保护



0	UTC	R	X	充电低温保护状态位 1: 发生充电低温保护 0: 未发生充电低温保护
---	-----	---	---	--

7.2.3. BSTATUS3(Addr: 0x62)

实时状态

系统状态寄存器 3

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
7	BAL	R	X	均衡状态位 1: 均衡状态 0: 非均衡状态
6	PD	R	X	Powerdown 模式位 1: Powerdown 模式 0: 非 Powerdown 模式
5	CTLD	R	X	CTLD 状态位 0: CTLD 控制放电 MOS 关闭 1: CTLD 未控制放电 MOS 关闭
4	CTLC	R	X	CTLC 状态位 0: CTLC 控制充电 MOS 关闭 1: CTLC 未控制充电 MOS 关闭
3	CHGING	R	X	充电状态位 1: 充电状态



				0: 非充电状态
2	DSGING	R	X	放电状态位 1: 放电状态 0: 非放电状态
1	CHG_FET	R	X	充电 MOSFET 开关状态位 1: 充电 MOSFET 开启 0: 充电 MOSFET 关闭
0	DSG_FET	R	X	放电 MOSFET 开关状态位 1: 放电 MOSFET 开启 0: 放电 MOSFET 关闭

7.2.4. BFLAG1(Addr: 0x63)

历史状态

系统标志寄存器 1

各 bit 写 1 清零

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
7	LV_FLAG	R	X	低电压禁止充电标志位 1: 发生过低电压禁止充电 0: 未发生过低电压禁止充电
6	OW_FLAG	R	X	断线保护标志位 1: 发生过断线保护 0: 未发生过断线保护
5	SC_FLAG	R	X	短路保护标志位



				1: 发生过短路保护 0: 未发生过短路保护
4	OCC_FLAG	R	X	充电过流保护标志位 1: 发生过充电过流保护 0: 未发生过充电过流保护
3	OCD1_FLAG	R	X	放电过流 1 保护标志位 1: 发生过放电过流 1 保护 0: 未发生过放电过流 1 保护
2	OCD2_FLAG	R	X	放电过流 2 保护标志位 1: 发生过放电过流 2 保护 0: 未发生过放电过流 2 保护
1	UV_FLAG	R	X	欠压保护标志位 1: 发生过欠压保护 0: 未发生过欠压保护
0	OV_FLAG	R	X	过压保护标志位 1: 发生过过压保护 0: 未发生过过压保护

当该寄存器的某信号有效且该信号被 ALARM PIN EN1 寄存器使能，则 ALARM 管脚告警有效。

当主机将某位信号置高时，该位信号清零。

7.2.5. BFLAG2(Addr: 0x64)

历史状态

系统标志寄存器 2

各 bit 写 1 清零



Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
7	SLEEP_FLAG	R	X	Sleep 模式标识位 1: 发生过 Sleep 模式 0: 未发生过 Sleep 模式
6	STA_CONVERT_FLAG	R	X	状态转换标志位 1: 发生过 Normal->PowerDown 或 PowerDown->Normal 的状态转换 0: 未发生过状态转换
5	RST_FLAG	R	X	系统复位标志位 1: 发生过复位 0: 未发生过复位 包括上电复位、UART 复位命令
4	OTI_FLAG	R	X	内部高温保护标志位 1: 发生过内部高温保护 0: 未发生过内部高温保护
3	OTD_FLAG	R	X	放电高温保护标志位 1: 发生过放电高温保护 0: 未发生过放电高温保护
2	UTD_FLAG	R	X	放电低温保护标志位 1: 发生过放电低温保护 0: 未发生过放电低温保护
1	OTC_FLAG	R	X	充电高温保护标志位 1: 发生过充电高温保护



				0: 未发生过充电高温保护
0	UTC_FLAG	R	X	充电低温保护标志位 1: 发生过充电低温保护 0: 未发生过充电低温保护

当该寄存器的某信号有效且该信号被 ALARM PIN EN2 寄存器使能，则 ALARM 管脚告警有效。

当主机将某位信号置高时，该位信号清零。

7.2.6. RD1(Addr: 0x66、0x65)

TS1 热敏电阻阻值寄存器_高位 (0x66)

TS1 热敏电阻阻值寄存器_低位 (0x65)

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
15:0	ADC_T1 [15:0]	R	X	外部热敏温度电阻阻值 RT1 的对应值 ADC_T1 $RT1 = \left(\frac{ADC_{T1} \times \frac{6}{5}}{32768 - ADC_{T1} \times \frac{6}{5}} \right) \times 10$

注：0x45~0x72 寄存器为基于测量项的测量值（16bit），Host 读取此类寄存器时，需同时读取包含该测量项的 2 个寄存器，才能保证所读取的是同一时刻的测量值。

7.2.7. RD2(Addr: 0x68、0x67)

TS2 热敏电阻阻值寄存器_高位 (0x68)

TS2 热敏电阻阻值寄存器_低位 (0x67)

Default: 0xXX



Bit	Field	Type	Default	Description
15:0	ADC_T2 [15:0]	R	X	外部热敏温度电阻阻值 RT2 的对应值 ADC_T2 $RT2 = \left(\frac{ADC_{T2} \times \frac{6}{5}}{32768 - ADC_{T2} \times \frac{6}{5}} \right) \times 10$

7.2.8. TEMPI(Addr: 0x6A、0x69)

芯片内部温度 TI 寄存器_高位 (0x6A)

芯片内部温度 TI 寄存器_低位 (0x69)

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
15:0	ADC_TI [15:0]	R	X	ADC 采样的数值，经过公式计算得到内部温度 $TI = (ADC_TI - 6336 + 117.76 \times TSI_OFFSET[2:0]) / 23.552$ TSI_OFFSET[2:0]为 Addr: 0x7B 地址上的值

7.2.9. CUR_CHG(Addr: 0x6C、0x6B)

放电电流 Sense 电压寄存器_高位 (0x6C)

放电电流 Sense 电压寄存器_低位 (0x6B)

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
-----	-------	------	---------	-------------



15:0	CUR_CHG[15:0]	R	X	CUR[15]为符号位，仅表示电流方向，“1”表示放电方向；“0”表示充电方向 Current= $\frac{CUR_CHG}{128 \times R_{SENSE}}$，R_{SENSE} 为 Sense 电阻(单位为 Ω)
------	---------------	---	---	---

7.2.10. CUR_DSG(Addr: 0x6E、0x6D)

充电电流 Sense 电压寄存器_高位 (0x6E)

充电电流 Sense 电压寄存器_低位 (0x6D)

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
15:0	CUR_DSG[15:0]	R	X	CUR[15]为符号位，仅表示电流方向，“1”表示放电方向；“0”表示充电方向 Current= $\frac{CUR_DSG}{128 \times R_{SENSE}}$，R_{SENSE} 为 Sense 电阻(单位为 Ω)

7.2.11. CELL1(Addr: 0x70、0x6F)

CELL1 电芯电压寄存器_高位 (0x70)

CELL1 电芯电压寄存器_低位 (0x6F)

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
15:0	CELL1[15:0]	R	X	[15]为符号位，表示电压正负。 电芯 1 电压对应的数值。 $V_{CELL1} = CELL1 \times \frac{6}{32}$，后同



7.2.12. CELL2(Addr: 0x72、0x71)

CELL2 电芯电压寄存器_高位 (0x72)

CELL2 电芯电压寄存器_低位 (0x71)

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
15:0	CELL2[15:0]	R	X	[15]为符号位，表示电压正负。 电芯 2 电压对应的数值

7.2.13. CELL3(Addr: 0x74、0x73)

CELL3 电芯电压寄存器_高位 (0x74)

CELL3 电芯电压寄存器_低位 (0x73)

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
15:0	CELL3[15:0]	R	X	[15]为符号位，表示电压正负。 电芯 3 电压对应的数值

7.2.14. CELL4(Addr: 0x76、0x75)

CELL4 电芯电压寄存器_高位 (0x76)

CELL4 电芯电压寄存器_低位 (0x75)

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
15:0	CELL4[15:0]	R	X	[15]为符号位，表示电压正负。



				电芯 4 电压对应的数值
--	--	--	--	--------------

7.2.15. CELL5(Addr: 0x78、0x77)

CELL5 电芯电压寄存器_高位 (0x78)

CELL5 电芯电压寄存器_低位 (0x77)

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
15:0	CELL5[15:0]	R	X	[15]为符号位，表示电压正负。 电芯 5 电压对应的数值

7.2.16. CELL6(Addr: 0x7A、0x79)

CELL6 电芯电压寄存器_高位 (0x7A)

CELL6 电芯电压寄存器_低位 (0x79)

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
15:0	CELL6[15:0]	R	X	[15]为符号位，表示电压正负。 电芯 6 电压对应的数值

7.2.17. CHG_LD_TEST(Addr: 0x7B)

TSL_OFFSET

Default: 0xXX



Bit	Field	Type	Default	Description
7:6	RSV	R	X	保留
5	LOAD_RM	R	X	负载移除状态位 0: 负载未移除 1: 负载移除
4:3	CHARGE	R	X	10: 充电器移除 01: 充电器插入 其他: MOS 打开时无法判断, 不做充电器检测
2:0	TSI_OFFSET	R	X	内部温度修调值

7.3. CTRL REG(Addr:0x80~0x87,0x8F)

7.3.1. DIS1(Addr:0x80)

功能禁止寄存器 1

Default: 0x00

Bit	Field	Type	Default	Description
7	DIS_LV	W/R	0	低电压禁止充电功能是否禁止 0: 使能 1: 禁止
6	RSV	R	0	保留
5	DIS_SC	W/R	0	短路保护功能是否禁止 0: 使能 1: 禁止
4	DIS_OCC	W/R	0	充电过流保护功能是否禁止 0: 使能



				1: 禁止
3	DIS_OCD1	W/R	0	放电过流 1 保护功能是否禁止 0: 使能 1: 禁止
2	DIS_OCD2	W/R	0	放电过流 2 保护功能是否禁止 0: 使能 1: 禁止
1	DIS_UV	W/R	0	欠压保护功能是否禁止 0: 使能 1: 禁止
0	DIS_OV	W/R	0	过压保护功能是否禁止 0: 使能 1: 禁止

7.3.2. DIS2(Addr:0x81)

功能禁止寄存器 2

Default: 0x00

Bit	Field	Type	Default	Description
7:5	RSV	R	0	保留
4	DIS_OTI	W/R	0	内部高温保护功能是否禁止 0: 使能 1: 禁止
3	DIS_OTD	W/R	0	放电高温保护功能是否禁止



				0: 使能 1: 禁止
2	DIS_UTD	W/R	0	放电低温保护功能是否禁止 0: 使能 1: 禁止
1	DIS_OTC	W/R	0	充电高温保护功能是否禁止 0: 使能 1: 禁止
0	DIS_UTC	W/R	0	充电低温保护功能是否禁止 0: 使能 1: 禁止

7.3.3. DIS3(Addr:0x82)

功能禁止寄存器 3

Default: 0x00

Bit	Field	Type	Default	Description
7	DIS_BAL	W/R	0	均衡功能是否禁止 0: 使能 1: 禁止
6	DIS_PD	W/R	0	Normal->Powerdown 状态转换是否禁止 0: 使能 1: 禁止
5	ENTER_PD	W	0	使能 Normal->Powerdown 状态转换



				0: 无操作 1: Normal 直接跳转至 Powerdown 状态
4	RSV	R	0	保留
3	EN_LR	W/R	0	负载检测使能 0: 芯片内部根据 fault 自行控制负载检测使能 1: 打开负载检测
2	EN_CR	W/R	0	充电器检测使能 0: 芯片内部根据 fault 自行控制充电器检测使能 1: 打开充电器检测
1	DIS_CHG_FET	W/R	0	充电 MOSFET 开关是否禁止 0: 使能 1: 禁止打开
0	DIS_DSG_FET	W/R	0	放电 MOSFET 开关是否禁止 0: 使能 1: 禁止打开

7.3.4. FAULT MASK1(Addr:0x83)

MOSFET 开关屏蔽寄存器 1

Default: 0x00

Bit	Field	Type	Default	Description
7	MASK_LV	W/R	0	低电压禁止充电时是否关断 MOSFET 开关 0: 关断 1: 不关断



6	MASK_OW	W/R	0	断线保护时是否关断 MOSFET 开关 0: 关断 1: 不关断
5	MASK_SC	W/R	0	短路保护时是否关断 MOSFET 开关 0: 关断 1: 不关断
4	MASK_OCC	W/R	0	充电过流保护时是否关断 MOSFET 开关 0: 关断 1: 不关断
3	MASK_OCD1	W/R	0	放电过流 1 保护时是否关断 MOSFET 开关 0: 关断 1: 不关断
2	MASK_OCD2	W/R	0	放电过流 2 保护时是否关断 MOSFET 开关 0: 关断 1: 不关断
1	MASK_UV	W/R	0	欠压保护时是否关断 MOSFET 开关 0: 关断 1: 不关断
0	MASK_OV	W/R	0	过压保护时是否关断 MOSFET 开关 0: 关断 1: 不关断

7.3.5. FAULT MASK2(Addr:0x84)

MOSFET 开关屏蔽寄存器 2

Default: 0x00



Bit	Field	Type	Default	Description
7:6	RSV	R	0	保留
5	I2C_MUTI_W_EN	W/R	0	I2C 多 Byte 写操作 0: I2C 写数据量仅允许为 1 1: I2C 写数据量允许多 Byte
4	TESTMODE_DISABLE	W/R	0	TESTMODE_DISABLE=0 且 alert_enable=0, en_testmode=1 时, 均衡固定为充电中均衡, 禁止 sleep。用于硬件版测试。MCU 版本该寄存器固定写 1
3	MASK_OTD	W/R	0	放电高温保护时是否关断 MOSFET 开关 0: 关断 1: 不关断
2	MASK_UTD	W/R	0	放电低温保护时是否关断 MOSFET 开关 0: 关断 1: 不关断
1	MASK_OTC	W/R	0	充电高温保护时是否关断 MOSFET 开关 0: 关断 1: 不关断
0	MASK_UTC	W/R	0	充电低温保护时是否关断 MOSFET 开关 0: 关断 1: 不关断

7.3.6. ALARM PIN EN1(Addr:0x85)

ALARM PIN 使能寄存器 1

Default: 0x00



Bit	Field	Type	Default	Description
7	ALARM_EN_LV	W/R	0	低电压禁止充电时 ALARM PIN 状态 0: 无变化 1: 为高
6	ALARM_EN_OW	W/R	0	断线保护时 ALARM PIN 状态 0: 无变化 1: 为高
5	ALARM_EN_SC	W/R	0	短路保护时 ALARM PIN 状态 0: 无变化 1: 为高
4	ALARM_EN_OCC	W/R	0	充电过流保护时 ALARM PIN 状态 0: 无变化 1: 为高
3	ALARM_EN_OCD1	W/R	0	放电过流 1 保护时 ALARM PIN 状态 0: 无变化 1: 为高
2	ALARM_EN_OCD2	W/R	0	放电过流 2 保护时 ALARM PIN 状态 0: 无变化 1: 为高
1	ALARM_EN_UV	W/R	0	欠压保护时 ALARM PIN 状态 0: 无变化 1: 为高
0	ALARM_EN_OV	W/R	0	过压保护时 ALARM PIN 状态



				0: 无变化 1: 为高
--	--	--	--	-----------------

7.3.7. ALARM PIN EN2(Addr:0x86)

ALARM PIN 使能寄存器 2

Default: 0x00

Bit	Field	Type	Default	Description
7	ALARM_EN_SLEEP	W/R	0	Sleep 模式 0: 无变化 1: 为高
6	ALARM_EN_STA_CONVERT	W/R	0	发生 Normal->PowerDown 或 PowerDown->Normal 状态转换时 ALARM PIN 状态 0: 无变化 1: 为高
5	ALARM_EN_RST	W/R	0	系统复位时 ALARM PIN 状态 0: 无变化 1: 为高
4	ALARM_EN_OTI	W/R	0	内部高温保护时 ALARM PIN 状态 0: 无变化 1: 为高
3	ALARM_EN_OTD	W/R	0	放电高温保护时 ALARM PIN 状态 0: 无变化 1: 为高



2	ALARM_EN_UTD	W/R	0	放电低温保护时 ALARM PIN 状态 0: 无变化 1: 为高
1	ALARM_EN_OTC	W/R	0	充电高温保护时 ALARM PIN 状态 0: 无变化 1: 为高
0	ALARM_EN_UTC	W/R	0	充电低温保护时 ALARM PIN 状态 0: 无变化 1: 为高

7.3.8. CONF OTP ACCESS EN(Addr:0x87)

CONF OTP (OTP_0x0~0x17、0x3F) 访问使能寄存器

Default: 0x00

Bit	Field	Type	Default	Description
7:4	RSV	R	0	保留
3:0	CONF_OTP_ACCESS_EN	W/R	0	CONF OTP 访问使能 4'h5: CONF OTP 可读 4'hA: CONF OTP 可写/可读 Other: CONF OTP 不可读/不可写

CONF_OTP_ACCESS_EN=04'h5 -> otp_ldo_en=1, otp_ldo_w=0;

CONF_OTP_ACCESS_EN=04'hA -> otp_ldo_en=1, otp_ldo_w=1;

CONF_OTP_ACCESS_EN=Other -> otp_ldo_en=0, otp_ldo_w=0;



7.3.9. FUNC RST(Addr:0x88)

复位寄存器，复位所有的配置寄存器。

Default: 0x00

Bit	Field	Type	Default	Description
7:0	RST_CTRL	W/R	0	命令复位信号 8'h55: 复位 Other: 无操作

8. 电气特性

条件：典型值： $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ； $V_{BAT}=22.5\text{ V}$ 。

8.1. 绝对最大额定值

类别	管脚	参数极限范围	单位
电源供电	V_{BAT}	- 0.3 ~ 33	V
	VCC	- 0.3 ~ 5.5	V
模拟采集	VC0	-0.3 ~ 5.5	V
	VC1 - VC6	- 0.3 ~ 33	V
	$VCn - VCn-1, n=1-6$	-0.3 ~ 5.5	V
	T1、T2	- 0.3 ~ 5.5	V
	SRP - SRN1	- 0.3 ~ 2	V
	SRP - SRN2	- 0.3 ~ 2	V
数字接口	SCL、SDA、CTLC、CTLD、ALERT	- 0.3 ~ 5.5	V
系统控制	DSG	- 0.3 ~ 20	V
	CHG	- 0.3 ~ 20	V
	DSGD	- 0.3 ~ $V_{BAT} + 0.3$	V
	CHGD	-0.3 ~ $V_{BAT} + 0.3$	V



	BCELL1/BCELL2/BCELL3	- 0.3 ~ 5.5	V
工作温度		-40 to 85	°C
存储温度		-40 to 150	°C

8.2. 推荐工作范围

类别	管脚	类型	推荐工作范围	单位
电源供电	V_{BAT}	I	6 ~ 30	V
模拟采集	VC0	I	-0.3 ~ 5	V
	VC1 - VC6	I	- 0.3 ~ 30	V
	$VC_n - VC_{n-1}, n=1-6$	I	-0.3 ~ 5	V
	T1、T2	I	0~5	V
	SRP - SRN1	I	- 0.2 ~ 0.2	V
	SRP - SRN2	I	- 0.2 ~ 0.2	V
数字接口	SCL、SDA、CTLC、CTLD、ALERT	I	0 ~ 5	V
系统控制	DSG	O	- 0.3 ~ 13	V
	CHG	O	- 0.3 ~ 13	V
	DSGD	I	0 ~ V_{BAT}	V
	CHGD	I	0 ~ V_{BAT}	V
	BCELL1/BCELL2/BCELL3	O	-0.3 ~ 5	V
工作温度			-40 to 85	°C

8.4. 电气参数规格

工作模式和电流						
参数	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{BAT} 电流	正常模式 I_{NORMAL}	配置为 6cell, $V_{BAT}=22.8V$, 无通讯 (不含驱动电流)			30	μA
	睡眠模式 I_{SLEEP}	配置为 6cell, $V_{BAT}=22.8V$, a=64, 无通讯			20	μA
	关机模式	配置为 6cell, $V_{BAT}=22.8V$, 无通讯			2	μA



	I _{SHUTDOWN}					
--	-----------------------	--	--	--	--	--

数字/模拟端口电平						
参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
V _{OL}	SDA 数字输出逻辑低电平	-	-	VSS+0.2	V	当流入 SDA 引脚电流为 5mA 时
V _{IH}	SDA 数字输入逻辑高电平	2.75	-	-	V	
V _{IL}	SDA 数字输入逻辑低电平	-	-	0.45	V	
V _{H-CTLD}	CTLD 高电平	2.5	-	-	V	高电平: CTLD 引脚电平高于 V _{H-CTLD}
V _{L-CTLD}	CTLD 低电平	-	-	0.45	V	低电平: CTLD 引脚电平低于 V _{L-CTLD}
V _{H-CTL}	CTL 高电平	2.5	-	-	V	高电平: CTL 引脚电平高于 V _{H-CTL}
V _{L-CTL}	CTL 低电平	-	-	0.45	V	低电平: CTL 引脚电平低于 V _{L-CTL}
V _{O_ALERT}	ALERT 数字输出逻辑低电平			VSS+0.15	V	当流入 ALERT 引脚电流为 5mA 时
V _{O_BCELLX}	BCELL1/BCELL2/BCELL3 输出逻辑高电平	VCC-0.5V			V	当从 BCELLX 引脚流出的电流为 1mA 时
充放电状态检测						
参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
V _{DHS}	放电状态检测电压		V2		uV	V2=100uV/200uV/300uV/400uV/500uV/1000uV/1500uV/2000uV, default: 2000uV
V _{DHSA}	放电状态检测电压精度	-200	-	200	uV	TA= -40°C~85°C
V _{CHS}	充电状态检测电压		V1		uV	V1=100uV/200uV/300uV/400uV/500uV/1000uV/1500uV/2000uV, default: 1000uV
V _{CHSA}	充电状态检测电压精度	-200	-	200	uV	TA= -40°C~85°C
负载/充电器检测						
参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件



		值	值			
V_{CHGD}	充电器检测电平	1.05	1.2	1.35	V	$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ 充电器连接: CHGD 管脚电压小于 V_{CHGD} 充电器拔除: CHGD 管脚电压高于 V_{CHGD}
$I_{CHGD-SC}$	CHGD 拉电流	0.3	0.5	0.8	μA	$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ 开启充电器检测后, CHGD 管脚开启上拉电流
V_{DSGD}	负载检测电平	1.05	1.2	1.35	V	$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ DSGD 管脚电压低于 V_{DSGD} , 判为负载拔除 DSGD 管脚电压高于 V_{DSGD} , 判为负载连接
R_{DSGD}	DSGD 内部下拉电阻	500	900	1300	$\text{K}\Omega$	$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$
t_{LDR}	负载释放延时		100		ms	
t_{CHR}	充电器释放延时		100		ms	
t_{CH}	充电器连接延时		100		ms	
MOSFET 驱动能力						
参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
V_{CHGH}/V_{DSGH}	CHG/DSG 高电平	10.5	12	13	V	$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ $V_{BAT} > 13\text{V}$, 外接 $1\text{M}\Omega$ 电阻到地
		$V_{BAT} - 2.5$	$V_{BAT} - 0.5$	-	V	$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ $8\text{V} < V_{BAT} \leq 13\text{V}$, 外接 $1\text{M}\Omega$ 电阻到地
t_{CGH}	CHG 上拉时间	-	250	350	μs	$C_{LOAD} = 50\text{nF}$, 串联电阻为 $1\text{k}\Omega$, V_{CHG} 由 10% 升高到 90%, $T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$
t_{DGH}	DSG 下拉时间	-	150	200	μs	$C_{LOAD} = 50\text{nF}$, 串联电阻为 $1\text{k}\Omega$, V_{DSG} 由 90% 降低到 10%, $T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$
t_{DGL}	DSG 上拉时间	-	250	350	μs	$C_{LOAD} = 50\text{nF}$, 串联电阻为 $1\text{k}\Omega$, V_{DSG} 由 10% 升高到 90%, $T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$
电压采集						
参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
V_{VCN}	输入电压范围	0	-	5	V	



t _{VCN}	转换时间	-		-	ms	单节电芯转换时间
V _{ACC}	绝对精度	-10	-	10	mV	V _{VCN} = 1.0V~4.5V, T _A = 25°C
		-15	-	15	mV	V _{VCN} = 1.0V~4.5V, T _A = -10°C~60°C
		-30	-	30	mV	V _{VCN} = 1.0V~4.5V, T _A = -40°C~85°C
电流采集						
参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
V _{SNESE}	输入电压范围	-200	-	200	mV	
I _{ACC}	绝对精度	-	-	0.5	mV	V _{SNESE} ≤ 10mV, T _A = -40°C~85°C
		-	-	2.5	mV	10mV < V _{SNESE} ≤ 100mV, T _A = -40°C~85°C
		-	-	5	mV	100mV < V _{SNESE} ≤ 200mV, T _A = -40°C~85°C

保护参数					
No	项目		典型值	公差	相关说明
1	过充保护	过充保护电压 (mV)	4200mV	±25mV	可通过寄存器配置 配置范围 5mV ~ 5115mV, step=5mV
2		过充保护延时 (mS)	1000ms	±200mS	可通过寄存器配置 配置范围 0.2s, 1s, 2s, 4s 四档可调
3		过充解除电压 (mV)	4100mV	±25mV	可通过寄存器配置 配置范围 10mV ~ 5110mV, step=10mV
4	过放保护	过放保护电压 (mV)	2700mV	±40mV	可通过寄存器配置 配置范围 10mV ~ 5110mV, step=10mV
5		过放保护延时 (mS)	1000ms	±200mS	可通过寄存器配置 配置范围 0.5s, 1s, 2s, 4s 四档可调
6		过放保护解除电压 (mV)	3000mV	±40mV	可通过寄存器配置 配置范围 20mV ~ 5100mV, step=20mV



7	放电	放电过流保护值 (A)	35mV	±1mV	可通过寄存器配置 配置范围 0.5mV ~ 127.5mV, step=0.5mV
8	过流保护1	放电过流保护延时 (S)	1.5s	±200mS	可通过寄存器配置 配置范围 0.5s, 1.5s, 3s, 6s
9		放电过流解除条件	移除负载+延迟时间		
10	放电	放电过流保护值 (A)	52mV	±1mV	可通过寄存器配置 配置范围 1mV ~ 255mV, step=1mV
11	过流保护2	放电过流保护延时 (S)	0.7s	±150mS	可通过寄存器配置 配置范围 0.2s, 0.7s, 2s, 4s
12		放电过流解除条件	移除负载+延迟时间		
13	充电过流保护	充电过流保护值 (A)	120mV	±0.5/5mV	typ6mV+0.5mV (单 sense 采样电阻, Rcharge=1mQ) /typ120mV+5mV (双 sense 采样电阻, Rcharge=20mQ) 可通过寄存器配置 配置范围 0mV ~ 255mV, step=1mV
14		充电过流保护延时 (S)	1s	±200mS	可通过寄存器配置 配置范围 0.1s, 1s, 2s, 8s
15		充电过流解除条件	电池包从充电器上移除		
16	短路保护	短路保护值 (A)	120mV	±10mV	可通过寄存器配置 配置范围 8mV ~ 504mV, step=16mV
17		短路保护延时 (uS)	800us	±300us	可通过寄存器配置 配置范围 0.1ms、0.2ms、0.4ms、0.6ms、0.8ms、1ms、1.2ms、1.6ms
18		保护解除条件	移除负载+延迟时间		
19	温	充电低温保护	0°C	±5°C	可通过寄存器配置 -40°C ~ 120°C, step 1°C



20	度	充电低温恢复	10°C	±5°C	可通过寄存器配置 -40°C ~ 120°C, step 1°C
21	保护	充电高温保护	50°C	±5°C	可通过寄存器配置 31°C ~ 120°C, step 1°C
22		充电高温恢复	40°C	±5°C	可通过寄存器配置 31°C ~ 120°C, step 1°C
23		放电低温保护	-20°C	±5°C	可通过寄存器配置 -40°C ~ 120°C, step 1°C
24		放电低温恢复	-10°C	±5°C	可通过寄存器配置 -40°C ~ 120°C, step 1°C
25		放电高温保护	70°C	±5°C	可通过寄存器配置 31°C ~ 120°C, step 1°C
26		放电高温恢复	60°C	±5°C	可通过寄存器配置 31°C ~ 120°C, step 1°C
27	均衡	V _{ob}	4000mV	±25mV	可通过寄存器配置 20mV ~ 5100mV, step=20mV
28		V _{DIFF}	50mV	-	可通过寄存器配置 0, 20mV, 30mV, 50mV
29		t _{BAL}	3s	±200mS	可通过寄存器配置 0.4s, 1s, 3s, 29s (非充电均衡)
30		芯片内部均衡电阻	250 Ω	±50%	



9. 封装信息

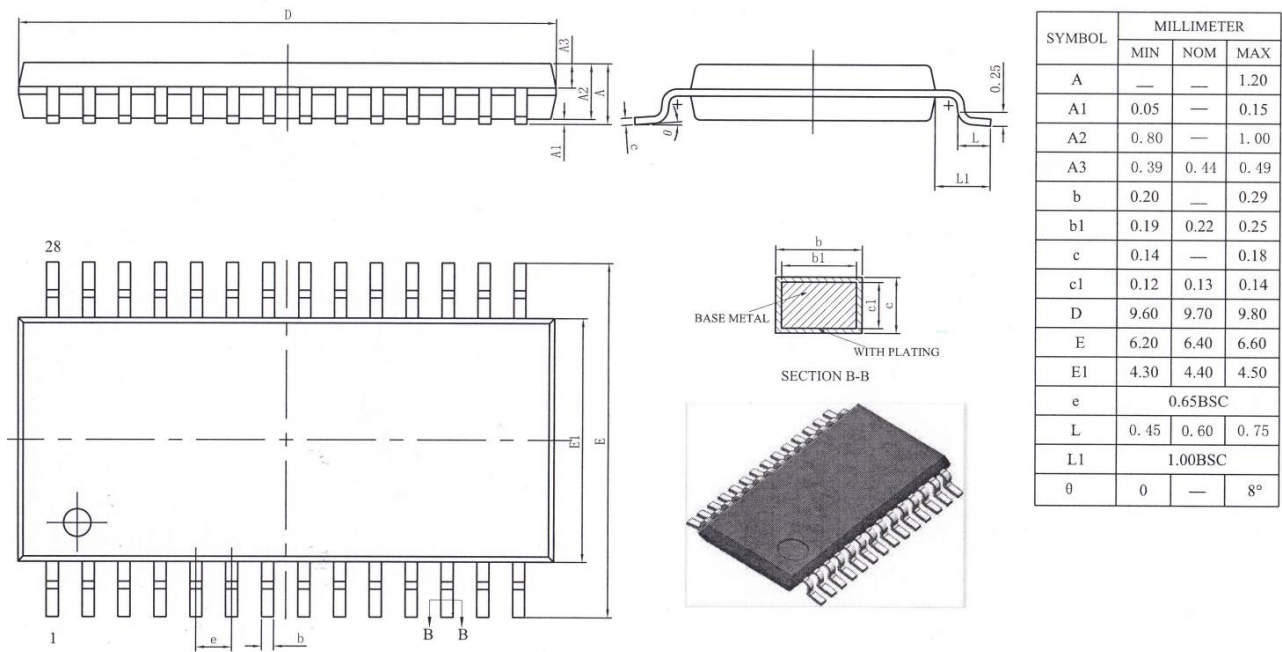


图 10-1 封装信息

10.10.更改记录

版本	描述	日期
V0.1	初版	2023-6-2
V0.2	更新功能描述	2023-11-16
V0.3	更新寄存器描述	2023-11-30
V1.0	定稿，外发版本	2023-01-09