



MoLi321XS

3S-18S低功耗电池模拟前端保护芯片

1.概述

MoLi321XS是一款适用于 3~18S的超低功耗电池模拟前端保护芯片，其中：

3-10串为型号MoLi3210S；

3-14串为型号MoLi3214S、MoLi3214S-T；

3-16串为型号MoLi3216S；

3-18串为型号MoLi3218S。

芯片集成电压、电流以及温度保护、断线检测功能、低压禁充功能、均衡功能、充电中禁止放电功能，以及小电流唤醒功能；配备UART通讯接口，可以实时读取电压、电流以及温度参数；内置EEPROM可以动态配置保护的阈值以及系统参数。

2.功能及精度(Typ)

- 过压保护：范围：【2.5~4.5V】 步进：5mV 精度：±10mV；
- 欠压保护：范围：【1.0~3.5V】 步进：10mV 精度：±10mV；
- 放电过流保护1：范围：【12~100mV】 步进：4mV
- 放电过流保护2：范围：【40\50\70\80\100\120\150\200mV】；短路保护阈值可配置为OCD2阈值的1.5倍或者2倍。
- 充电过流保护：范围：【3~65mV】 步进：1mV
- 所有电流保护精度：

$ V_{SENSE} = 0\text{mV}$ (0点误差)	精度：≤50uV
$ V_{SENSE} \leq 10\text{mV}$	精度：≤0点误差+2%
$10\text{mV} < V_{SENSE} < 100\text{mV}$	精度：≤5%
- 低压禁充保护：范围：【0.75~2.25V】 步进：250mV 精度：±10mV；
- 均衡开启电压：范围：【2.0~4.5V】 步进：20mV 精度：±10mV；
- 充电高温保护：精度±2℃；
- 充电低温保护：精度±2℃；
- 放电高温保护：精度±2℃；
- 放电低温保护：精度±2℃；
- 芯片内温保护阈值：115℃±10℃
- 充放电状态检测：充放电状态精确检测（充电检测阈值EEPROM固定为1mV，寄存器可配为0.5mv或1mv；放电检测阈值EEPROM固定为2mv，寄存器可配为0.5mV、1mV、1.5V、2mV），精细化保护。
- 支持充放电小电流唤醒MCU的功能。



- MOSFET保护：抑制充放电MOSFET体二极管过热损坏，可靠性高。
- 内置EEPROM，可以擦写500次，用于配置芯片各个保护的参数、串数的选择以及选择更贴切的功能需求。
- UART通讯：支持CRC校验；可读取片上状态信息、电压、电流、温度以及功能配置。
- 内置13-bit Σ - Δ ADC
- 放电过流自恢复以及锁定功能
- 均衡功能：具备压差均衡功能
- 支持乱序上电^①
- CTLD和CTLC可以控制CHG和DSG的使能
- 低边控制驱动
- 断线保护
- 工作电压：范围：【8~80V】
- 工作温度：范围：【-40~85°C】
- 功耗：
Normal：（典型）30 uA
Powerdown：（典型）2.5 uA
- 封装形式：TSSOP28（MoLi3210S、MoLi3214S-T）、LQFP32L（MoLi3214S、MoLi3216S）和LQFP48L（MoLi3218S）

3.应用

- 电动自行车、电动滑板车和电动摩托车
- 平衡车、扫地机器人和无人机
- 电动工具、园艺工具和清洁工具
- 备用电源、通信储能和家庭储能

注①：本芯片支持VC0~VC18的乱序上电功能，生产测试时建议优先接大电流功率线B-。



目录

1. 概述	1
2. 功能及精度(Typ)	1
3. 应用	2
4. 芯片框图	4
5. 管脚排列图	5
6. 状态描述	8
7. 芯片工作模式	8
8. 功能描述	10
9. 存储器和寄存器	19
10. 电气参数	46
11.封装规格	52
12.版本变更	54

4. 芯片框图

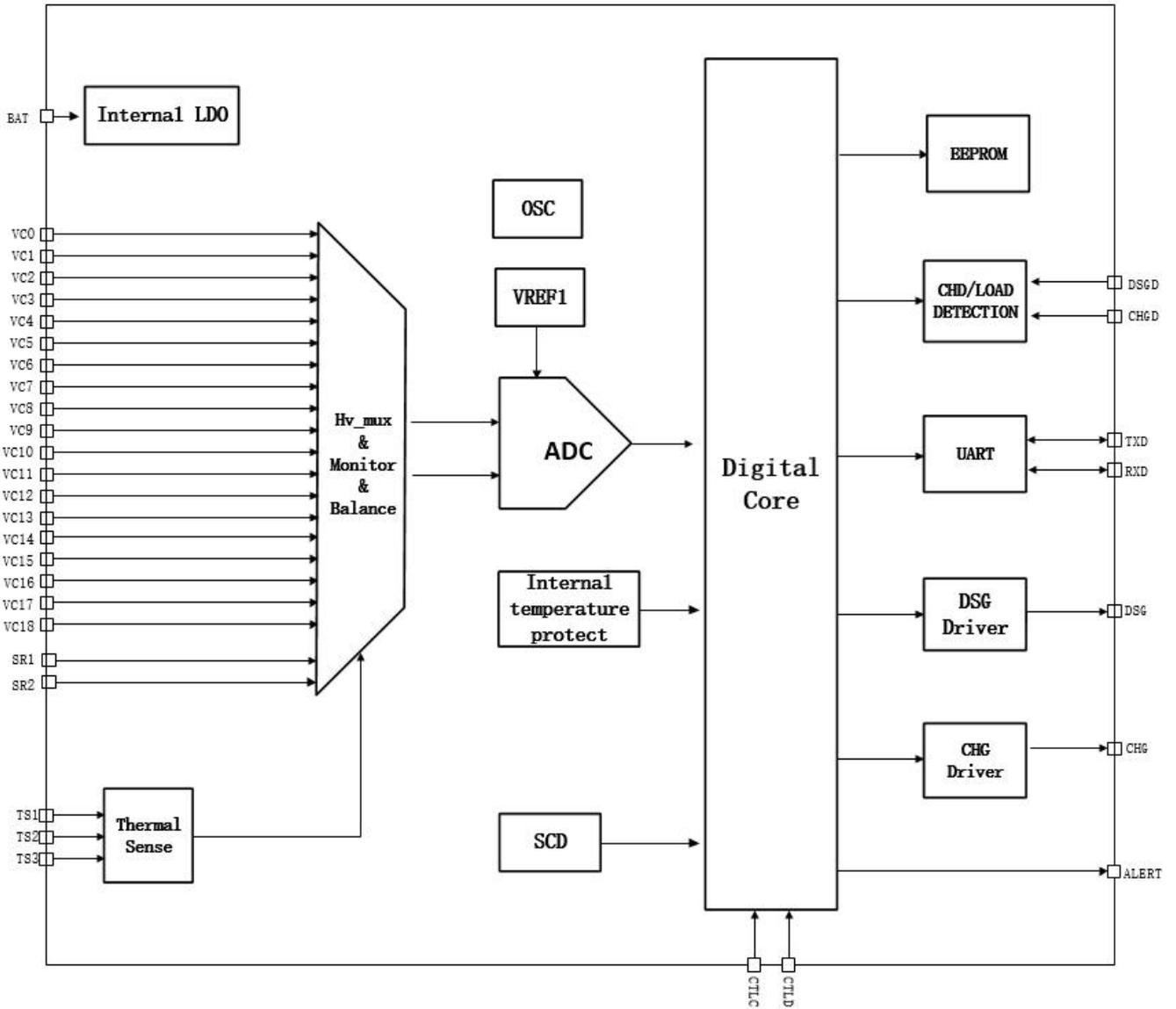
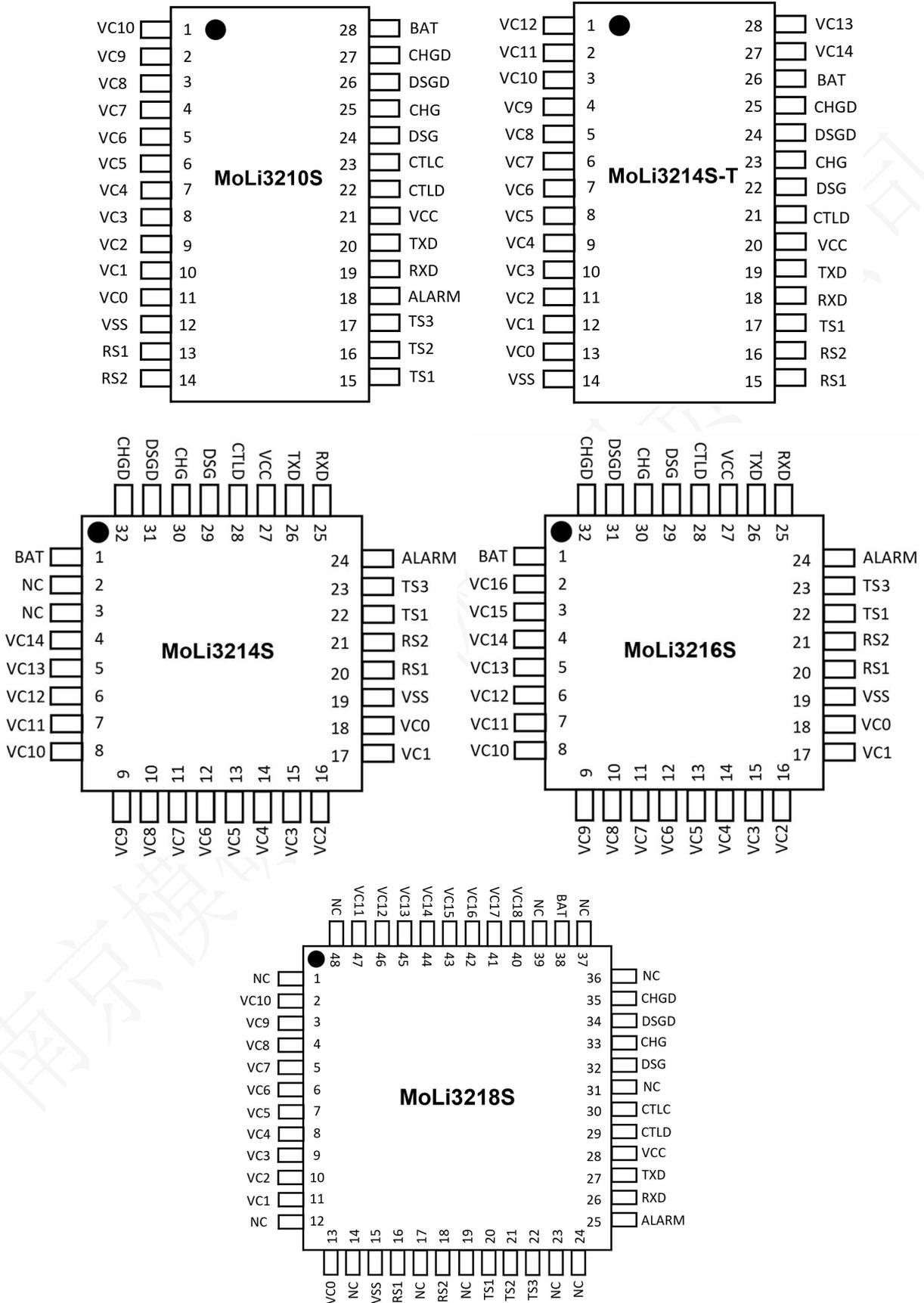


图1 MoLi321XS系统框图



5.管脚排列图





串数配置表 (S:SHORT)

CN<3:0>串数配置	1101	1110	1111	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100		
电芯输入端	3串	4串	5串	6串	7串	8串	9串	10串	11串	12串	13串	14串	15串	16串	17串	18串		
VC18~VC17	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	CELL1 8		
VC17~VC16	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	CELL1 7	CELL1 7	
VC16~VC15	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	CELL1 6	CELL1 6	CELL1 6
VC15~VC14	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	CELL1 5	CELL1 5	CELL1 5
VC14~VC13	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	CELL1 4	CELL1 4	CELL1 4
VC13~VC12	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	CELL1 3	CELL1 3	CELL1 3
VC12~VC11	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	CELL1 2	CELL1 2	CELL1 2
VC11~VC10	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	CELL1 1	CELL1 1	CELL1 1
VC10~VC9	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	CELL1 0	CELL1 0	CELL1 0
VC9~VC8	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	CELL1 9	CELL1 9	CELL1 9
VC8~VC7	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	CELL8	CELL8	CELL8
VC7~VC6	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	CELL7	CELL7	CELL7
VC6~VC5	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	CELL6	CELL6	CELL6
VC5~VC4	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	CELL5	CELL5	CELL5
VC4~VC3	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	CELL4	CELL4	CELL4
VC3~VC2	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	CELL3	CELL3	CELL3
VC2~VC1	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	CELL2	CELL2	CELL2
VC1~VC0	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	CELL1	CELL1	CELL1

管脚描述:

管脚名	MoLi3210S	MoLi3214S-T	MoLi3214S	MoLi3216S	MoLi3218S	描述
BAT	28	26	1	1	38	电池组电源的正极
VC18	-	-	-	-	40	连接第18节电芯正极
VC17	-	-	-	-	41	连接第17节电芯正极
VC16	-	-	-	2	42	连接第16节电芯正极
VC15	-	-	-	3	43	连接第15节电芯正极
VC14	-	27	4	4	44	连接第14节电芯正极
VC13	-	28	5	5	45	连接第13节电芯正极
VC12	-	1	6	6	46	连接第12节电芯正极
VC11	-	2	7	7	47	连接第11节电芯正极
VC10	1	3	8	8	2	连接第10节电芯正极
VC9	2	4	9	9	3	连接第9节电芯正极
VC8	3	5	10	10	4	连接第8节电芯正极
VC7	4	6	11	11	5	连接第7节电芯正极
VC6	5	7	12	12	6	连接第6节电芯正极
VC5	6	8	13	13	7	连接第5节电芯正极



VC4	7	9	14	14	8	连接第4节电芯正极
VC3	8	10	15	15	9	连接第3节电芯正极
VC2	9	11	16	16	10	连接第2节电芯正极
VC1	10	12	17	17	11	连接第1节电芯正极
VC0	11	13	18	18	13	连接第1节电芯负极
VSS	12	14	19	19	15	芯片的地
RS1	13	15	20	20	16	差分采样线
RS2	14	16	21	21	18	差分采样线
TS1	15	17	22	22	20	温度检测管脚
TS2	16	-	-	-	21	温度检测管脚
TS3	17	-	23	23	22	温度检测管脚
ALARM	18	-	24	24	25	信号输出管脚
RXD	19	18	25	25	26	UART串口通讯管脚
TXD	20	19	26	26	27	
VCC	21	20	27	27	28	外接10 μ F滤波电容
CTLD	22	21	28	28	29	DSG驱动使能管脚
CTLC	23	-	-	-	30	CHG驱动使能管脚
DSG	24	22	29	29	32	放电管驱动
CHG	25	23	30	30	33	充电管驱动
DSGD	26	24	31	31	34	负载检测管脚
CHGD	27	25	32	32	35	充电器检测管脚
NC			2, 3		1, 12, 14, 17, 19, 23, 24, 31, 36, 37, 39, 48	未连接



6. 状态描述

V_{SENSE} 电压为RS1-RS2电压差值， V_{SENSE} 充电时为正，放电时为负。

- 满足以下条件后，芯片认为进入充电状态：**CHGING** 置位，否则清除置位。
RS1和RS2间电压差分值大于阈值 V_{CHS} ，并且持续时间大于200ms。
- 满足以下条件后，芯片认为进入放电状态：**DSGING** 置位，否则清除置位。
RS1和RS2间电压差分值小于阈值 $-V_{DHS}$ ，并且持续时间大于200ms。
- 当未满足上述两种条件下，芯片认为处于空闲态。

简述以下动作的具体含义：

检测到充电器插入：	检测到CHGD管脚的电压低于 V_{CHGD} ，即低于1.2V且持续时间大于100ms。
检测到充电器移除：	检测到CHGD管脚的电压高于 V_{CHGD} ，即高于1.2V且持续时间大于100ms。
检测到负载接入：	检测到DSGD管脚的电压高于 V_{DSGD} ，即高于1.2V且持续时间大于100ms。
检测到负载移除：	检测到DSGD管脚的电压低于 V_{DSGD} ，即低于1.2V且持续时间大于100ms。

7. 芯片工作模式

功能/模式	Normal模式	PowerDown模式
电压/电流/温度保护功能	√	X
均衡功能	√	X
EEPROM烧写	√	X
ADC模块	√	X
UART通信模块	√	X
UART唤醒模块	X	√
充电器检测	√	√

注：UART通讯模块在PowerDown模式下，若未检测到通讯状态持续1s，将关闭UART通讯模块，打开UART唤醒模块；当RXD端口检测到下降沿后，唤醒模块将唤醒UART通讯模块。PowerDown下通讯帧格式与Normal下相同，无需针对唤醒做特殊处理。PowerDown下不进行测量只支持通讯。

芯片共有两个工作模式：Normal和Powerdown模式。

✓ 系统BOOT

当发生上电复位、退出 Powerdown 模式、软件复位指令，系统会进入 BOOT过程，该过程中会关闭充放电 MOSFET，禁止 UART 通讯，经过 大约20ms的WarmUp后，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 当触发温度保护，则直接响应温度保护状态；

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

✓ Normal模式

满足以下所有条件芯片工作在Normal模式：CHG和DSG都输出高电平，PD位清除。

- ① 未发生任何电压电流和温度相关的保护；
- ② CTLD和CTLN管脚未使能控制CHG和DSG；
- ③ 未发生断线保护。

✓ Powerdown模式

满足以下所有条件芯片工作在Powerdown模式：CHG输出高阻态，DSG输出低电平；PD置位。

- ① 芯片检测到处于空闲状态（无充电电流和放电电流）；



-
- ②任意一节电芯处于欠压状态并且持续时间大于16s;
 - ③未检测到充电器插入。
- 满足以下条件退出Powerdown模式：PD位清除。
- ①检测到充电器连接（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}

此外，芯片还可以通过命令进入/退出PD状态，即通过配置0x82寄存器的ENTER_PD=1，进入PD，通过配置0x82寄存器的EXIT_PD=1，退出PD。状态跳转后bit位清零。

8.功能描述

8.1.充电过压保护

触发条件:

任意一节电芯电压高于 V_{OV} 并且持续时间大于 t_{OV} 。

执行动作:

- (1) CHG管脚输出由高电平转换为高阻态。
- (2) OV 和 OV_FLG 置位。

恢复条件: 任一条件成立则可恢复

- (1) 配置 CHG_OVR=0 时, 当所有节电芯电压低于 V_{OVR} 并且持续时间大于 t_{OVR} 。
- (2) 配置 CHG_OVR=1 时, 当所有节电芯电压低于 V_{OVR} 并且持续时间大于 t_{OVR} 并且需要检测到充电器移除。

当配置CHG_HYS=1, 若检测到正在处于放电状态下, 则 $V_{OVR}=V_{OV}$, 即过充解除的阈值无迟滞量。

恢复动作:

OV置位清除。

注释:

V_{OV} , t_{OV} , CHG_OVR, CHG_HYS等详细配置, 请查阅寄存器: 0x21,0x22,0x23,0x24,0x25。

8.2.放电欠压保护

触发条件:

任意一节电芯电压低于 V_{UV} 并且持续时间大于 t_{UV} 。

执行动作:

- (1) DSG管脚输出由高电平转换为低电平。
- (2) UV 和 UV_FLG 置位。

恢复条件: 任一条件成立则可恢复

- ①配置 LD_UVR=0 时, 当所有节电芯电压高于 V_{UVR} 并且持续时间大于 t_{UVR} 。
- ②配置 LD_UVR=1 时, 当所有节电芯电压高于 V_{UVR} 并且持续时间大于 t_{UVR} , 并且需要负载移除或者充电器插入; 在此配置下, 欠压后关闭充电管, 直到至少检测一次充电器插入后, 充电管会一直开启。

恢复动作:

UV置位清除。

注释:

V_{UV} , t_{UV} , V_{UVR} , LD_UVR等详细配置, 请查阅寄存器: 0x22,0x26,0x27,0x28。

8.3.放电过流保护

8.3.1.放电过流1:

触发条件:

SR1-SR2电压值小于放电过流1保护阈值 $-V_{OCD1}$, 并且持续时间大于 t_{OCD1} 。

执行动作:

- (1) CHG输出高阻态, DSG输出低电平。
- (2) OCD1 和 OCD1_FLG 置位。

恢复条件:

检测到移除负载或者检测到插入充电器。

恢复动作:

OCD1 置位清除。

注释:

V_{OCD1} , t_{OCD1} 等详细配置, 请查阅寄存器: 0x2a。



8.3.2. 放电过流2:

触发条件:

SR1-SR2电压值小于放电过流2保护阈值 $-V_{OCD2}$, 并且持续时间大于 t_{OCD2} .

执行动作:

- (1) CHG输出高阻态, DSG输出低电平。
- (2) OCD2 和 OCD2_FLG 置位。

恢复条件:

检测到移除负载或者检测到插入充电器。

恢复动作 :

OCD2 置位清除。

注释:

V_{OCD2} , t_{OCD2} 等详细配置, 请查阅寄存器: 0x2b。

8.3.3. 放电过流自恢复和锁定功能

触发条件:

- (1) 配置OCRA=1;
- (2) 发生过流保护1和过流保护2后, 在计时32s后自动恢复, CHG和DSG 都输出高电平。若连续发生4次过流保护, 每两次之间的时间间隔小于50s;
- (3) 整个过程中未检测到负载移除和充电器插入。

执行动作:

- (1) CHG输出高阻态。
- (2) DSG输出低电平。

恢复条件:

检测到移除负载或者检测到插入充电器。

恢复动作 :

解除放电过流锁定。

注释:

OCRA详细配置, 请查阅寄存器: 0x22 。

8.4. 短路保护

触发条件:

当SR1-SR2电压值小于短路保护阈值 $-V_{SC}$, 并且持续时间大于 t_{SC} 。

执行动作:

- (1) CHG输出高阻态, DSG输出低电平。
- (2) SC 和 SC_FLG 置位。

恢复条件:

检测到移除负载。

恢复动作 :

SC清除置位。

注释:

$-V_{SC}$ 可以根据0x28寄存器, 配置为 V_{OCD2} 的2倍或者1.5倍; t_{SC} 配置, 请查阅寄存器: 0x2b。

8.5. 充电过流保护

触发条件:

当SR1-SR2电压值大于保护阈值 V_{OCC} , 并且持续时间大于 t_{OCC} 。

执行动作:

- (1) CHG输出高阻态。
- (2) OCC 和 OCC_FLG 置位。

恢复条件:



检测到移除充电器。

恢复动作：

OCC 清除置位。

注释：

V_{OCC} , t_{OCC} 配置，请查阅寄存器：0x2c。

8.6.温度保护

8.6.1.充电高温保护

触发条件：

(1) 当检测到温度高于充电高温保护阈值 T_{OTC} ,并且持续时间大于 t_{TC}

(2) $CHG_HYS=1$,且芯片未处于放电状态。

或者

(1) 当检测到温度高于充电高温保护阈值 T_{OTC} ,并且持续时间大于 t_{TC}

(2) $CHG_HYS=0$ 。

执行动作：

(1) CHG输出高阻态。

(2) OTC 和 OTC_FLG 置位。

恢复条件：

检测到温度低于充电高温恢复温度 T_{OTCR} , 并且持续时间大于 t_{TR}

恢复动作：

OTC 清除置位。

注释：

T_{OTC} , t_{TC} , T_{OTCR} 配置，请查阅寄存器：0x2d, 0x2e。

8.6.2.充电低温保护

触发条件：

(1) 当检测到温度低于充电低温保护阈值 T_{UTC} ,并且持续时间大于 t_{TC}

(2) $CHG_HYS=1$,芯片未处于放电状态。

或者

(1) 当检测到温度低于充电低温保护阈值 T_{UTC} ,并且持续时间大于 t_{TC}

(2) $CHG_HYS=0$ 。

执行动作：

(1) CHG输出高阻态。

(2) UTC 和 UTC_FLG 置位。

恢复条件：

检测到温度高于充电低温恢复温度 T_{UTCRC} , 并且持续时间大于 t_{TR}

恢复动作：

UTC 清除置位。

注释：

T_{UTC} , t_{TC} , T_{UTCRC} 配置，请查阅寄存器：0x31,0x32。

8.6.3.放电高温保护

触发条件：

检测到温度高于放电高温保护阈值 T_{OTD} ,并且持续时间大于 t_{TD}

执行动作：



- (1) CHG输出高阻态。
- (2) DSG输出低电平。
- (3) OTD 和 OTD_FLG 置位。

恢复条件:

检测到温度低于放电高温恢复温度 T_{OTDR} ，并且持续时间大于 t_{TR}

恢复动作：

OTD 清除置位。

注释:

T_{OTD} , t_{TD} , T_{OTDR} 配置，请查阅寄存器：0x2f,0x30。

8.6.4.放电低温保护

触发条件:

检测到温度低于放电低温保护阈值 T_{UTD} ，并且持续时间大于 t_{TD}

执行动作:

- (1) CHG输出高阻态。
- (2) DSG输出低电平。
- (3) UTD 和 UTD_FLG 置位。

恢复条件:

检测到温度高于放电低温恢复温度 T_{UTDR} ，并且持续时间大于 t_{TR}

恢复动作：

UTD 清除置位。

注释:

T_{UTD} , t_{TD} , T_{UTDR} 配置，请查阅寄存器：0x33,0x34。

8.6.5.芯片内部高温保护

触发条件:

检测到温度高于芯片高温保护阈值 115°C ，并且持续时间大于 2s

执行动作:

- (1) 关闭均衡；
- (2) OTI 和 OTI_FLG 置位。

恢复条件:

检测到温度低于芯片高温恢复温度 95°C ，并且持续时间大于 2s

恢复动作：

OTI 清除置位。

注释:

8.6.6.温度保护特殊设置

使能 TS3 仅响应放电高温保护

当配置 $EOT3=0$ 时，TS3 温度检测点可响应充电高低温保护和放电高低温保护；

当配置 $EOT3=1$ 时，TS3 温度检测点仅响应放电高温保护，通过增加 TS3 引脚串联合适电阻，可实现 TS3 监测 MOSFET 高温保护的的目的。

注：TS3管脚只有MoLi3210S和MoLi3218S芯片支持。

8.7.CHG_HYS刹车反充防护功能

在过充保护或充电温度保护情况下，两轮车如果需要减少刹车反充触发充电保护发生的概率，建议



开启刹车反充防护功能，也即配置CHG_HYS=1。两轮车正常骑行中，如果芯片已经达到过充、充电温度保护阈值，在放电状态下，芯片会退出过充、充电高低温保护，此时如果有急刹车（电机控制器具备刹车反充功能），芯片检测到充电状态（刹车反充），需经相应保护延时后，才会触发过充或充电高低温保护，关闭充电MOS。

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如下：

- 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 $t_{TC} = \text{寄存器TC}[1:0] * 2s + 2s$ ，可通过EEPROM配置；
- ③当系统处于空闲状态时，充电高温/低温保护延时 $t_{TC} = 32s$ 。

当配置CHG_HYS=0时，禁用该功能。

8.8. 低压禁充

触发条件：

- (1)芯片检测到处于过放电压保护状态。
- (2)任意节电芯电压低于低压禁充电压 V_{Lv} ，并且持续时间大于 t_{Lv} （1s）

执行动作：

- CHG输出高阻态；
- LV和LV_FLG置位。

注释：

V_{Lv} 配置请查阅寄存器 0x28

8.9. 断线保护

触发条件：

检测到任意一节电芯连接线断开并且持续时间大于 t_{ow} （ $t_{ow}=8s$ ）

执行动作：

- (1) CHG输出高阻态。
- (2) OW和OW_FLG置位。

恢复条件：

检测到所有节电芯连接线连接并且持续时间大于 t_{owr} 。（typ: 4ms）

恢复动作：

OW清除置位

8.10. 均衡功能

8.10.1. 均衡开启和关闭条件

满足以下所有条件后，符合条件节电芯启动均衡功能：BAL置位。

- ①当BALS=0并且芯片检测到处于充电状态或者BALS=1并且芯片检测到非放电状态；
- ②该节的电压高于均衡开启电压 V_{BAL} ；
- ③该节的电压与电压最低节电芯电压差值大于均衡开启电压 V_{DIFF} ；
- ④以上条件持续时间大于 t_{BAL} 。

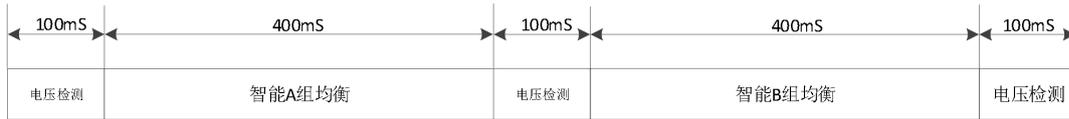
满足以下任意条件后，芯片将立即关闭均衡功能：BAL置位清除。

- ①该节的电压低于均衡开启电压 V_{BAL} ；
- ②该节的电压与电压最低节电芯电压差值未大于均衡开启电压 V_{DIFF} ；
- ③当发生了任意温度保护、任意电流保护、断线保护和检测到处于放电状态或进入Powerdown模式。

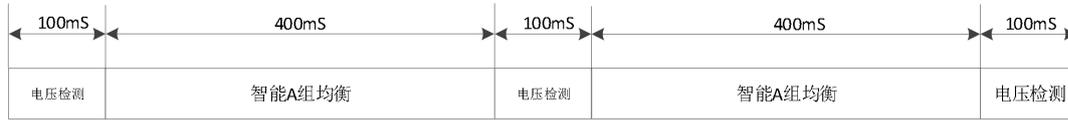
8.10.2. 均衡策略

MoLi321X系列芯片采用智能AB组均衡算法：芯片会判断当前满足均衡开启条件的所有节电芯，选出不相邻节的满足均衡条件的电芯作为A组进行均衡。

剩下的满足均衡条件的电芯作为B组，即与A组相邻且满足均衡条件的电芯作为B组。两组轮循均衡。若剩下的电芯无需均衡，则下一次还是A组均衡。



AB组轮循均衡



A组均衡

8.11.CTLC和CTLD功能

CTLX 管脚用于控制充放电 MOSFET 的输出，CTLC和CTLD分别对应控制充电MOSFET和放电MOSFET。CTLC和CTLD的优先级高于芯片内部保护电路但低于充/放电MOSFET的体二极管保护功能，具体对应关系如下：

CTLX 管脚输入电平	MOSFET状态
高电平 V_{H-CTLX}	CTLD不起作用，由IC内部保护电路决定放电 MOSFET的开启或者关断，芯片置位状态位CTLD CTLC不起作用，由IC内部保护电路决定充电 MOSFET的开启或者关断，芯片置位状态位CTLC
低电平 V_{L-CTLX}	CTLD：关闭放电 MOSFET，清除状态位 CTLD CTLC：关闭充电 MOSFET，清除状态位 CTLC

注释：CTLC功能，仅部分封装有该功能。

8.12.ALARM PIN功能

ALARM管脚用于指示AFE当前的保护状态，工作状态，充电器插入/移除、充放电状态、负载移除、小电流唤醒等发生变化，内部采用OD模式，可以通过ALARM PIN MOD1和ALARM PIN MOD2寄存器选择ALARM管脚支持哪些事件响应。

小电流唤醒功能：

- 1、通过ALARM PIN MOD2寄存器的CHG_WAKE和DSG_WAKE bit位配置选择是充电电流唤醒、放电电流唤醒、或者充放电电流唤醒；
- 2、通过WAKE_CUR寄存器配置WAKE电流阈值；
- 3、在对应电流达到WAKE电流阈值以上时，ALARM管脚被拉低。

8.13.MOSFET保护功能

8.13.1.充电管强制开启

满足以下所有条件后，强制打开充电管：

- ①ENMOS=1
- ②芯片处于过充保护或充电高低温保护或断线保护或CTLC关闭充电MOSFET状态下
- ③芯片检测到处于放电状态。

若检测到退出了放电状态，充电管将重新关闭。

8.13.2.放电管强制开启

满足以下所有条件后，强制打开放电管：

- ①ENMOS=1



- ②芯片处于欠压保护或CTLD关闭放电MOSFET状态下
 - ③芯片检测到处于充电状态。
- 若检测到退出了充电状态，放电管将重新关闭。

8.13.3.欠压强开放电MOS恢复延时

当配置ENMOS=1后，欠压保护状态下检测充电状态，强制开启放电MOS，如果又检测不到充电状态，再返回当前欠压保护状态时，通过SCONF1寄存器ENMOSR位配置是否需要有时延。

启用延时（ENMOSR=1）：启用放电MOS控制延时；在同时使能ENMOS=1时，检测到充电状态后强制开启放电MOS，后续系统没有检测到充电状态且经历过放电保护延时 t_{UV} 后，才关闭放电MOSFET；

禁用延时（ENMOSR=0）：禁用放电MOS控制延时；在同时使能ENMOS=1时，检测到充电状态后强制开启放电MOS，后续系统没有检测到充电状态，立即关闭放电MOSFET。

8.14.充电中禁止放电功能（CCD功能）

分开应用中，充电中禁止放电功能，即理想二极管功能。

满足以下条件，打开放电管关闭充电管：

- ①CCD_EN[1:0]配置为01~11
- ②移除充电器或充电电流小于充电小电流判断阈值

满足以下条件，打开充电管关闭放电管：

- ①CCD_EN[1:0]配置为01~11
- ②插入充电器或充电电流大于充电小电流判断阈值

为了解决充电器接入且电池包充满电时（包含充电器接入，充电MOS开启便会触发occ等异常情况），充电MOS和放电MOS反复开关的现象，需要引入防打嗝机制：

在上述场景下，如果芯片检测到在3s内连续4次开启和关断充电MOS，则持续关断充电MOS，关闭放电MOS（放电MOS关断的机制不变），直至检测到一次充电器从接入状态转变到移除状态，再次从移除状态变成接入状态后，即充电器物理移除再接入后，才能正常响应充电MOS开启，放电MOS关断。其中3s内判断充电MOS开关次数可通过寄存器CCD_RE_CNT配置1~8（默认4次）；

此外，针对硬件板，通过UI设置，芯片还可以配置为开启理想二极管功能，且不影响放电MOS开启或者关断的模式（即CCD_CTRL_DFT_N=1）。

8.15.UART通讯

通信协议：

- 1、UART波特率固定为9600Hz；
- 2、每个数据包括1bit Start位(低电平)，8bit数据位，2bit Stop位(高电平)，无校验位。数据位为LSB模式；

通信帧：

- 1、通信帧包括主机发送的命令帧与芯片发送的返回帧；
 - A、主机发送帧头字节：0xA8，表示主机命令帧开始；
 - B、芯片发送帧头字节：0xA8，表示芯片返回帧开始；
- 2、命令帧格式由帧头、命令字段、地址段、数据长度段、特殊字段、数据段、CRC段组成，不同命令组成格式不一样，详见命令描述；
- 3、返回帧由帧头、命令字段、返回码段、地址段、数据长度段、数据段、CRC段组成，不同命令组成格式不一样，详见命令描述；
- 4、命令帧中的数据长度最大支持31byte；
- 5、当命令帧正确且执行完毕，芯片发送返回帧，返回码为0x5A；
- 6、当发生帧错误时，芯片发送返回帧，返回码为0xFF；
- 7、通信帧的发起由主机决定，主机不能同时进行多条通信帧，即主机发送完命令帧时，应等待接收完返回

帧后（通信帧结束），再发送启动下一条命令帧。

帧错误:

1、错误类型:

- A、命令帧中的命令字段如不是规定的命令字，则产生命令字错误;
 - B、命令帧中的地址段表示访问起始地址，如与命令字所允许访问的地址不一致，则产生地址错误; 写命令时，如起始地址正确，但命令帧中数据段数据所对应的地址错误，也会产生地址错误
 - 读命令时，如起始地址正确，则即使返回帧中数据段数据所对应的地址错误，也不会产生地址错误;
 - A、接收命令帧时，如接收到的Stop为0，则产生Stop错误;
 - B、如命令帧中的特殊字段不是规定的值，则产生特殊字错误;
 - C、命令帧中的CRC段数据如与接收时计算的CRC不一致，则产生CRC错误;
 - D、从主机UART发送命令开始，如500mS内没有结束发送，则产生超时错误;
- 2、当产生上述错误时，芯片立即发送返回帧，且返回码为0xFF，表示发生错误;
- 3、当产生上述错误且芯片发送完成返回帧后，UART模块复位。

写命令:

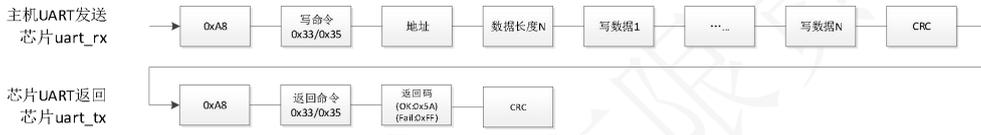


图 8-1 UART写命令

写命令：为防止误写EEPROM，将写命令分为写寄存器与写EEPROM两个命令

- 1、0x33 写Config寄存器（0x20~0x34）;
 - 2、0x35 写EEPROM Config区（0x00~0x14）;
- 如写EEPROM采用连续写（数据长度大于1个）方式，则写数据间隔时间（即UART通信帧的每个Byte的停止位与起始位之间的间隔时间）必须大于11mS;
- 如写EEPROM成功，在主机UART发送完CRC后12mS，芯片UART才发送返回码。

主机写CRC：主机发送的所有数据（包括帧头）的CRC校验码。

芯片返回帧：芯片UART返回“帧头+接收到的命令+返回码+CRC”。

- 芯片返回码：1、0x5A 表示芯片写成功;
- 2、0xFF 表示芯片接收命令失败，或地址错误，或接收Stop错误，或CRC失败。
 - 3、0xA8+0x00（返回命令）+0xFF（返回码）+0x17（CRC）特指芯片接收命令失败。

芯片返回CRC：芯片返回所有数据（包括帧头）的CRC校验码。

读命令:

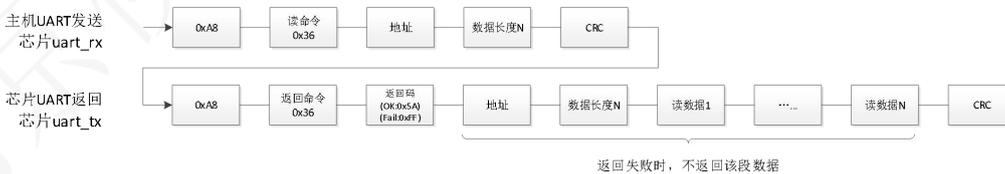


图 8-2 UART读命令

读命令：1、0x36 读Config寄存器（0x20~0x34）、STA寄存器（0x40~0x72）;

返回帧：芯片UART返回“帧头+接收到的读命令+返回码+接收到的首地址+数据长度N+读数据1+...+读数据N的CRC”;

- 芯片返回码：1、0x5A 表示芯片接收命令成功;
- 2、0xFF 表示芯片接收命令失败，或地址错误，或接收Stop错误，或CRC失败。返回失败时，不再返回后面的数据，但会返回CRC校验值。

复位命令:

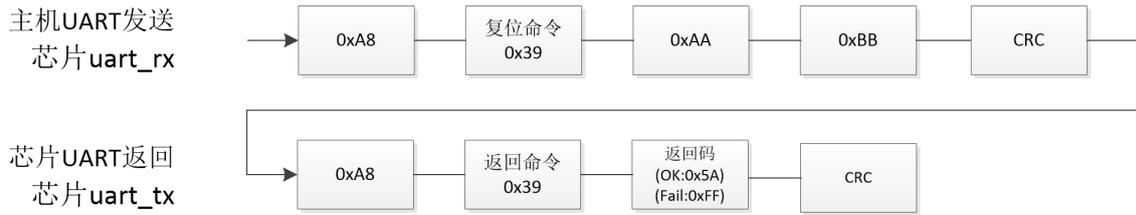


图 8-3 UART复位命令

复位命令：命令0x39+0xAA+0xBB，其中0xAA/0xBB为特殊字段。

EEPROM允许/禁止写命令：

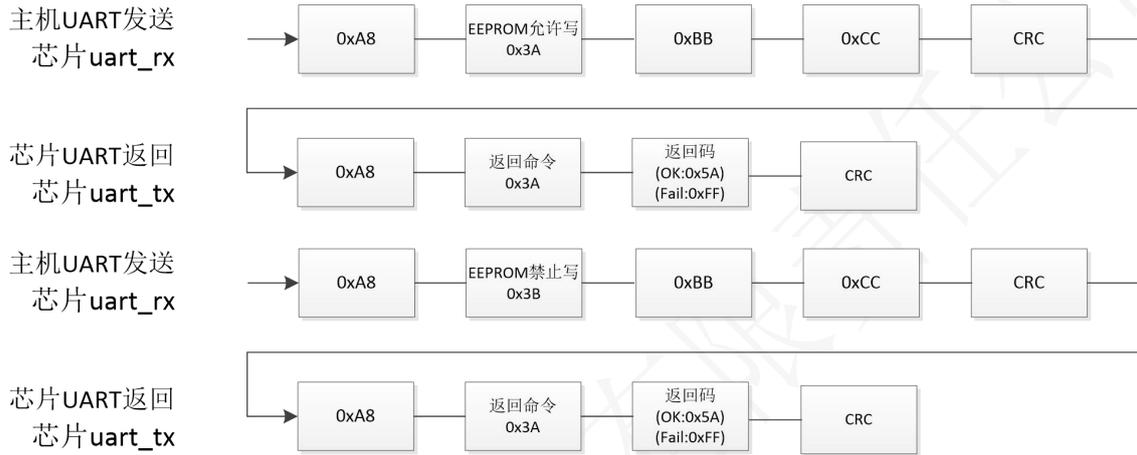


图 8-4 UART EEPROM允许/禁止写命令

EEPROM允许写命令：命令0x3A+0xBB+0xCC，其中0xBB/0xCC为特殊字段。

EEPROM Byte擦除命令：

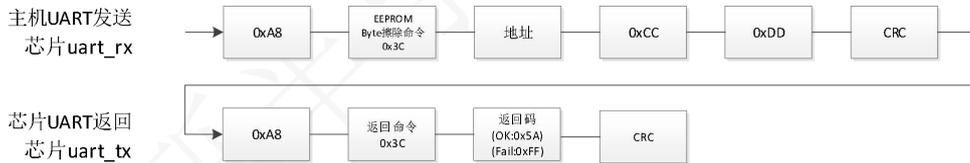


图 8-5 UART EEPROM Byte擦除命令

EEPROM Byte擦除命令：1、命令0x3C+擦除地址（0x00~0x14）+0xCC+0xDD
2、其中0xCC/0xDD为特殊字段。

UART的CRC多项式为 X^8+X^2+X+1 。



9. 存储器和寄存器

9.1. EEPROM

EEPROM的地址为0x00~0x14分别对应RAM地址0x20~0x34。芯片上电后，EEPROM的数据会从地址0x00~0x14按顺序一一对应映射到地址0x20~0x34。

9.2. 寄存器列表简述

功能配置寄存器：

Addr	Name	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0	Default	
0x20	ID	用户设置寄存器								0	
0x21	SCONF1	ENMOSR	CHG_HYS	TC[1:0]		CN[3:0]				0x0C	
0x22	SCONF2	BALS	CHS	OCRA	CHG_OVR	LD_UV_R	EOW	EOT3	ENMOS	0x4D	
0x23	OVR	OVR[7:0]								0x9F	
0x24	OV_CCD	UART_RST_AUTO	CCD_EN[1:0]		OV[3:0]			OVR[8]		0x05	
0x25	OVT_OV	OVT[1:0]		OV[9:4]						0x75	
0x26	UVR	UVR[7:0]								0x96	
0x27	UV	UV[7:0]								0x0E	
0x28	LV_UVT	SCD_TH	LV[2:0]		BALT	UV[8]	UVT[1:0]			0x05	
0x29	BALV	BALV[7:0]								0xBE	
0x2A	BALD_OCD	BALD[0]	OCD1V[4:0]				OCD1T[1:0]			0x25	
0x2B	SCT_OCD2	BALD[1]	SCT[1:0]		OCD2V[2:0]		OCD2T[1:0]			0xD5	
0x2C	OCC	OCCV[5:0]						OCCT[1:0]			0x39
0x2D	OTC	OTC[7:0]								0x96	
0x2E	OTCR	OTCR[7:0]								0xA8	
0x2F	OTD	OTD[7:0]								0x5D	
0x30	OTDR	OTDR[7:0]								0x76	
0x31	UTC	UTC[7:0]								0x78	
0x32	UTCR	UTCR[7:0]								0x61	
0x33	UTD	UTD[7:0]								0xC0	
0x34	UTDR	UTDR[7:0]								0xB1	
NA	CCD_CUR_VCX	CCD_CTRL_DFT_N	HW_CUR_OFFSET[3:0]			VCX_EN	RSV			0x00	

控制寄存器：

Addr	Name	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0	Default
0x80	FUNC_DIS1	DIS_LV	RSV	DIS_SC	DIS_OC_C	DIS_OC_D1	DIS_OC_D2	DIS_UV	DIS_OV	0
0x81	FUNC_DIS2	RSV			DIS_OTI	DIS_OT_D	DIS_UT_D	DIS_OTC	DIS_UT_C	0
0x82	FUNC_DIS3	DIS_BAL	DIS_PD	ENTER_PD	EXIT_PD	FET_OP_EN_HOS_T	DIS_OC_D_CHARGE	DIS_CHG_FET	DIS_DS_G_FET	0
0x83	FUNC_MAS_K1	MASK_LV	MASK_OW	MASK_SC	MASK_OCC	MASK_OCD1	MASK_OCD2	MASK_UV	MASK_OV	0
0x84	FUNC_MAS_K2	RSV				MASK_OTD	MASK_UTD	MASK_OTC	MASK_UTC	0
0x85	ALARM_PIN_EN1	ALARM_EN_LV	ALARM_EN_OW	ALARM_EN_SC	ALARM_EN_OC_C	ALARM_EN_OC_D1	ALARM_EN_OC_D2	ALARM_EN_UV	ALARM_EN_OV	0
0x86	ALARM_PIN_EN2	RSV	ALARM_EN_ST	ALARM_EN	ALARM_EN_OT	ALARM_EN_OT	ALARM_EN_UT	ALARM_EN	ALARM_EN_UT	0x20



			A_CON VERT	RST	I	D	D	OTC	C	
0x87	CELL_OFFSET	CELL_OFFSET[7:0]								0
0x88	ALARM_PIN_EN3	RSV		ALARM_EN_LOAD_RM	ALARM_EN_CHARGE_RM	ALARM_EN_CHARGE_INSERT	ALARM_EN_CHGING	ALARM_EN_DSGING	ALARM_EN_WAKE_CUR	0
0x89	ALARM_PIN_MOD1	ALARM_MOD_LV	ALARM_MOD_OW	ALARM_MOD_SC	ALARM_MOD_OCC	ALARM_MOD_OCD1	ALARM_MOD_OCD2	ALARM_MOD_UV	ALARM_MOD_OV	0
0x8A	ALARM_PIN_MOD2	TX_ALARM	CHG_WAKE	DSG_WAKE	ALARM_MOD_OTI	ALARM_MOD_OTD	ALARM_MOD_UTD	ALARM_MOD_OTC	ALARM_MOD_UTC	0
0x8B	CLK_CONF	RSV	COMM_CLK_DELAY[2:0]			CTRL_ADC_PAT_ACURRENT	ADC_FREQ	REG_CLK_GATE_EN	COMM_CLK_GATE_EN	0xF9
0x8C	CUR_OFFSET	CUR_OFFSET[7:0]								0
0x8D	WAKE_CUR	WAKE_CUR[7:0]								0x1A
0x8E	VCX_DSGING	EN_CR	EN_LR	DSGING_V[1:0]		VCX[3:0]			0x30	
0x8F	CCD_CTRL	RSV	CCD_RE_CNT[2:0]			CCD_CUR[3:0]			0x30	

状态寄存器:

Addr	Name	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0	Default
0x40	BSTATUS1	LV	OW	SC	OCC	OCD1	OCD2	UV	OV	0xXX
0x41	BSTATUS2	RSV		PRO	OTI	OTD	UTD	OTC	UTC	0xXX
0x42	BSTATUS3	BAL	PD	CTLD	CTLC	CHGING	DSGING	CHG_FET	DSG_FET	0xXX
0x43	BFLAG1	LV_FLAG	OW_FLAG	SC_FLAG	OCC_FLAG	OCD1_FLAG	OCD2_FLAG	UV_FLAG	OV_FLAG	0xXX
0x44	BFLAG2	RSV	STATUS_CONVERT_FLAG	RST_FLAG	OTI_FLAG	OTD_FLAG	UTD_FLAG	OTC_FLAG	UTC_FLAG	0xXX

电压、电流、温度采样寄存器:

Addr	Name	BIT15-BIT0	Default
0x46、0x45	ADC_T1	ADC_T1[15:0]	0xXX
0x48、0x47	ADC_T2	ADC_T2[15:0]	0xXX
0x4A、0x49	ADC_T3	ADC_T3[15:0]	0xXX
0x4C、0x4B	ADC_TI	ADC_TI[15:0]	0xXX
0x4E、0x4D	CUR	CUR[15:0]	0xXX
0x50、0x4F	CELL1	CELL1[15:0]	0xXX
0x52、0x51	CELL2	CELL2[15:0]	0xXX
0x54、0x53	CELL3	CELL3[15:0]	0xXX
0x56、0x55	CELL4	CELL4[15:0]	0xXX
0x58、0x57	CELL5	CELL5[15:0]	0xXX
0x5A、0x59	CELL6	CELL6[15:0]	0xXX
0x5C、0x5B	CELL7	CELL7[15:0]	0xXX
0x5E、0x5D	CELL8	CELL8[15:0]	0xXX
0x60、0x5F	CELL9	CELL9[15:0]	0xXX
0x62、0x61	CELL10	CELL10[15:0]	0xXX
0x64、0x63	CELL11	CELL11[15:0]	0xXX
0x66、0x65	CELL12	CELL12[15:0]	0xXX
0x68、0x67	CELL13	CELL13[15:0]	0xXX



0x6A、0x69	CELL14	CELL14[15:0]	0xXX
0x6C、0x6B	CELL15	CELL15[15:0]	0xXX
0x6E、0x6D	CELL16	CELL16[15:0]	0xXX
0x70、0x6F	CELL17	CELL17[15:0]	0xXX
0x72、0x71	CELL18	CELL18[15:0]	0xXX

9.3.寄存器详细说明

9.3.1.CONFIG REG (Addr:0x20~0x34)

9.3.1.1. ID(Addr: 0x20)

Default: 0x00

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

9.3.1.2. SCONF1(Addr: 0x21)

系统配置寄存器 1

Default: 0x0C

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	0	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: ($TC[1:0] * 2S + 2S$)
3:0	CN[3:0]	W/R	0xC	串数配置控制位 CN[3:0] = 0000: 6串电芯应用 CN[3:0] = 0001: 7串电芯应用 CN[3:0] = 0010: 8串电芯应用 CN[3:0] = 0011: 9串电芯应用 CN[3:0] = 0100: 10串电芯应用 CN[3:0] = 0101: 11串电芯应用 CN[3:0] = 0110: 12串电芯应用 CN[3:0] = 0111: 13串电芯应用 CN[3:0] = 1000: 14串电芯应用



				CN[3:0] = 1001: 15串电芯应用 CN[3:0] = 1010: 16串电芯应用 CN[3:0] = 1011: 17串电芯应用 CN[3:0] = 1100: 18串电芯应用 CN[3:0] = 1101: 3串电芯应用 CN[3:0] = 1110: 4串电芯应用 CN[3:0] = 1111: 5串电芯应用
--	--	--	--	--

9.3.1.3. SCONF2(Addr: 0x22)

系统配置寄存器 2

Default: 0x4D

Bit	Field	Type	Default	Description
7	BALS	W/R	0	均衡开启条件控制位 0: 在充电状态判断是否开启均衡 1: 在充电状态或空闲状态判断是否开启均衡
6	CHS	W/R	1	充电状态检测电压设置位 0: 充电状态检测电压 $V_{CHS} = 0.5mV$ 1: 充电状态检测电压 $V_{CHS} = 1mV$
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
4	CHG_OVR	W/R	0	过充电保护恢复条件设置位 0: 过充电保护状态释放无需充电器拔除 1: 过充电保护状态释放需要充电器拔除
3	LD_UVR	W/R	1	过放电保护恢复条件设置位 0: 过放电保护状态释放无需负载释放 1: 过放电保护状态释放需要负载释放
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	EOT3	W/R	0	TS3温度检测点功能设置位 0: TS3具有充电低温保护/充电高温保护/放电低温保护/放电高温保护功能 1: TS3只具有放电高温保护功能
0	ENMOS	W/R	1	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;

9.3.1.4. OVR(Addr: 0x23)

过充恢复配置寄存器

Default: 0x9F



Bit	Field	Type	Default	Description
7:0	OVR[7:0]	W/R	0x9F	过充电恢复电压 V_{OVR} ，计算方式： OVR[8:0]*10mV 配置范围：0~5110mV Default: 4150mV 注：OVR[8]为Addr:0x24寄存器的bit[0]

9.3.1.5. OV_CCD(Addr: 0x24)

过充保护恢复寄存器

Default: 0x05

Bit	Field	Type	Default	Description
7	UART_RST_AU TO	W/R	0	UART模块是否自动复位 0: 自动复位 1: 无自动复位
6:5	CCD_EN[1:0]	W/R	0x0	CCD功能（充电器插入时，放电MOSFET不允许打开） 00: 禁止CCD功能 01~11: 使能CCD功能 当使能CCD功能，充电MOSFET打开时，芯片根据充电小电流阈值判断充电器是否插入。 当CCD_CUR[3]=1时，充电小电流阈值参见CCD_CUR寄存器。 当CCD_CUR[3]=0时，充电小电流阈值： 01: 小电流阈值62.5uV 10: 小电流阈值125uV 11: 小电流阈值250uV ---使用EEPROM配置充电不放电的电流阈值。 如果带MCU，需要更加精细化配置，请配置寄存器CCD_CTRL(Addr:0x8F)。
4:1	OV[3:0]	W/R	0x2	过充电保护电压 V_{OV} ，计算方式：OV[9:0]*5mV 注：OV[9:4]为Addr:0x25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Addr:0x23寄存器

9.3.1.6. OVT_OV(Addr: 0x25)

过充保护寄存器

Default: 0x75

Bit	Field	Type	Default	Description
7:6	OVT[1:0]	W/R	0x1	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	0x35	过充电保护电压 V_{OV} ，计算方式：OV[9:0]*5mV 配置范围：0~5115mV Default: 4250mV 注：OV[3:0]为Addr:0x24寄存器的[4:1]



9.3.1.7. UVR(Addr: 0x26)

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

9.3.1.8. UV(Addr: 0x27)

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Addr:0x28寄存器的bit[1]

9.3.1.9. LV_UVT(Addr: 0x28)

低压禁止充电/过放保护延时寄存器

Default: 0x05

Bit	Field	Type	Default	Description
7	SCD_TH	W/R	0	0: scd是ocd2阈值的2倍； 1: scd是ocd2阈值的1.5倍
6:4	LV[2:0]	W/R	0x0	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]*250mV+500mV 配置范围：750~2250mV
3	BALT	W/R	0	Balance延时设置位 BALT= 0: Balance延时 $t_{BAL} = 0.5S$ BALT= 1: Balance延时 $t_{BAL} = 4S$
2	UV[8]	W/R	1	过放电保护电压 V_{UV} ，计算方式：UV[8:0]*10mV 注：UV[7:0]为Addr:0x27寄存器
1:0	UVT[1:0]	W/R	0x1	过放电保护延时设置位 UVT[1:0] = 00: 过放电保护延时 $t_{UV} = 0.5S$ UVT[1:0] = 01: 过放电保护延时 $t_{UV} = 1S$ UVT[1:0] = 10: 过放电保护延时 $t_{UV} = 2S$ UVT[1:0] = 11: 过放电保护延时 $t_{UV} = 4S$

9.3.1.10. BALV(Addr: 0x29)

均衡开启电压寄存器

Default: 0xBE

Bit	Field	Type	Default	Description
7:0	BALV[7:0]	W/R	0xBE	均衡开启电压 V_{OB} ，计算方式： BALV[7:0]*20mV



配置范围：0~5100mV
Default: 3800mV

9.3.1.11. BALD_OCD1(Addr: 0x2A)

均衡开启压差/放电过流1寄存器

Default: 0x25

Bit	Field	Type	Default	Description
7	BALD[0]	W/R	0	BALD[1:0]中的bit0。另bit1参见寄存器SCT_OCD2 均衡开启压差设置位 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} = 10mV BALD[1:0] = 10: 均衡开启压差 V_{DIFF} = 20mV BALD[1:0] = 11: 均衡开启压差 V_{DIFF} = 30mV
6:2	OCD1V[4:0]	W/R	0x09	放电过流 1保护电压 $VOCD1[4:0]$ 计算方式: $OCD1V[4:0]*4mV+12mV$ 配置范围: 12~100mV Default: 48mV
1:0	OCD1T[1:0]	W/R	0x1	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} = 500mS OCD1T[1:0] = 01: 放电过流 1保护延时 t_{OCD1} = 1S OCD1T[1:0] = 10: 放电过流 1保护延时 t_{OCD1} = 2S OCD1T[1:0] = 11: 放电过流 1保护延时 t_{OCD1} = 4S

注: 放电过流 1保护电压值 $VOCD1=V_{RS2}-V_{RS1}$

9.3.1.12. SCT_OCD2(Addr: 0x2B)

放电过流2/短路寄存器

Default: 0xD5

Bit	Field	Type	Default	Description
7	BALD[1]	W/R	1	BALD[1:0]中的bit1。另bit0参见寄存器 BALD_OCD1
6:5	SCT[1:0]	W/R	0x2	短路保护延时设置位 SCT[1:0] = 00: t_{SC} =50uS SCT[1:0] = 01: t_{SC} =100uS SCT[1:0] = 10: t_{SC} =200uS SCT[1:0] = 11: t_{SC} =400uS
4:2	OCD2V[2:0]	W/R	0x5	放电过流 2保护电压设置位 OCD2V[2:0] = 000: 放电过流 2保护电压 $VOCD2$ = 40mV OCD2V[2:0] = 001: 放电过流 2保护电压 $VOCD2$ = 50mV OCD2V[2:0] = 010: 放电过流 2保护电压 $VOCD2$ = 70mV OCD2V[2:0] = 011: 放电过流 2保护电压 $VOCD2$ = 80mV OCD2V[2:0] = 100: 放电过流 2保护电压 $VOCD2$ = 100mV OCD2V[2:0] = 101: 放电过流 2保护电压



				$V_{OCD2} = 120mV$ OCD2V[2:0] = 110: 放电过流 2保护电压 $V_{OCD2} = 150mV$ OCD2V[2:0] = 111: 放电过流 2保护电压 $V_{OCD2} = 200mV$
1:0	OCD2T[1:0]	W/R	0x1	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 $t_{OCD2} = 50mS$ OCD2T[1:0] = 01: 放电过流 2保护延时 $t_{OCD2} = 100mS$ OCD2T[1:0] = 10: 放电过流 2保护延时 $t_{OCD2} = 200mS$ OCD2T[1:0] = 11: 放电过流 2保护延时 $t_{OCD2} = 500mS$

9.3.1.13. OCC(Addr: 0x2C)

充电过流寄存器

Default: 0x39

Bit	Field	Type	Default	Description
7:2	OCCV[5:0]	W/R	0xE	充电过流保护电压设置位 OCCV[5:0] = 0000: 禁止充电过流保护功能 OCCV[5:0] = 其他: 充电过流保护电压 V_{OCC} , 计算公式: $OCCV[5:0] * 1mV + 2mV$ 配置范围: 3~65mV Default: 16mV
1:0	OCCT[1:0]	W/R	0x1	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 $t_{OCC} = 8S$

9.3.1.14. OTC(Addr: 0x2D)

充电高温保护寄存器

Default: 0x96 50°C

Bit	Field	Type	Default	Description
7:0	OTC[7:0]	W/R	0x96	充电高温保护时热敏电阻阻值阈值, 单位K Ω $\left(\frac{R_T}{R_T + 10} * 512 \right)$ 配置范围: 26~227 (0.5331 K Ω /125°C ~8K Ω /31°C) Default: 150 4.147K Ω /50°C

9.3.1.15. OTCR(Addr: 0x2E)

充电高温保护释放寄存器

Default: 0xA8

Bit	Field	Type	Default	Description
7:0	OTCR[7:0]	W/R	0xA8	充电高温保护释放时热敏电阻阻值阈值, 单位K Ω



				$\left(\frac{R_T}{R_T + 10} * 512\right)$ 配置范围: 26~227 (0.5331 KΩ/125°C ~8KΩ/31°C) Default: 168 4.896KΩ/45°C
--	--	--	--	--

9.3.1.16. OTD(Addr: 0x2F)

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, 单位KΩ $\left(\frac{R_T}{R_T + 10} * 512\right)$ 配置范围: 26~227 (0.5331 KΩ/125°C ~8KΩ/31°C) Default: 93 2.224KΩ/70°C

9.3.1.17. OTDR(Addr: 0x30)

放电高温保护释放寄存器

Default: 0x76 60°C

Bit	Field	Type	Default	Description
7:0	OTDR[7:0]	W/R	0x76	放电高温保护释放时热敏电阻阻值阈值, 单位KΩ $\left(\frac{R_T}{R_T + 10} * 512\right)$ 配置范围: 26~227 (0.5331 KΩ/125°C ~8KΩ/31°C) Default: 118 3.011KΩ/60°C

9.3.1.18. UTC(Addr: 0x31)

充电低温保护寄存器

Default: 0x78

Bit	Field	Type	Default	Description
7:0	UTC[7:0]	W/R	0x78	充电低温保护时热敏电阻阻值阈值, 单位KΩ $\left(\frac{R_T}{R_T + 10} - 0.5\right) * 512$ 配置范围: 12~232 (11KΩ/23°C~204KΩ/-40°C) Default: 120 27.7KΩ/0°C

9.3.1.19. UTCR(Addr: 0x32)

充电低温保护释放寄存器

Default: 0x61

Bit	Field	Type	Default	Description
7:0	UTCR[7:0]	W/R	0x61	充电低温保护时热敏电阻阻值阈值, 单位KΩ $\left(\frac{R_T}{R_T + 10} - 0.5\right) * 512$ 配置范围: 12~232 (11KΩ/23°C~204KΩ/-40°C) Default: 97 22.29KΩ/5°C



9.3.1.20. UTD(Addr: 0x33)

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，单位KΩ $\left(\frac{R_T}{R_T + 10} - 0.5\right) * 512$ 配置范围：12~232 (11KΩ/23℃~204KΩ/-40℃) Default: 192 71.02KΩ/-20℃

9.3.1.21. UTDR(Addr: 0x34)

放电低温保护释放寄存器

Default: 0xB1

Bit	Field	Type	Default	Description
7:0	UTDR[7:0]	W/R	0xB1	放电低温保护释放时热敏电阻阻值阈值，单位KΩ $\left(\frac{R_T}{R_T + 10} - 0.5\right) * 512$ 配置范围：12~232 (11KΩ/23℃~204KΩ/-40℃) Default: 177 55.43KΩ/-15℃

9.3.1.22. CCD_CUR_VCX(Addr: NA)

功能控制寄存器，该寄存器仅适用于硬件保护板，仅通过UI或者烧录器进行写操作。

Default: 0x00

Bit	Field	Type	Default	Description
7	CCD_CTRL_DFT_N	W/R	0	CCD功能下，是否控制DFet 0: 控制 1: 不控制
6:3	HW_CUR_OFFSET[3:0]	W/R	0	硬件板级电流修调值。 $ADJ_Current = \frac{HW_CUR_OFFSET * 16}{256 * R_{SENSE}}$ ， R _{SENSE} 为 Sense 电阻(单位为Ω) 有符号数，[3]=0表示正值，[3]=1表示负值
2	VCX_EN	W/R	0	自耗电补偿控制： 0: 不进行自耗电补偿 1: 自耗电补偿开启
1:0	RSV	R	0	保留

9.3.2. STA REG(Addr:0x40~0x72)

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。

9.3.2.1. BSTATUS1(Addr: 0x40)

实时状态

系统状态寄存器1

Default: 0xFF

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

9.3.2.2. BSTATUS2(Addr: 0x41)

实时状态

系统状态寄存器2

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
7:6	RSV	R	0	保留
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



9.3.2.3. BSTATUS3(Addr: 0x42)

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

9.3.2.4. BFLAG1(Addr: 0x43)

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。

9.3.2.5. BFLAG2(Addr: 0x44)

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	RSV	R	0	保留
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。

9.3.2.6. ADC_T1(Addr: 0x46、0x45)

TS1热敏电阻阻值寄存器_高位 (0x46)

TS1热敏电阻阻值寄存器_低位 (0x45)



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 $RT1 = \left(\frac{ADC_{T1} \times 2}{32768 - ADC_{T1} \times 2} \right) \times 10$, 单位K Ω

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。读此类寄存器时, 只能先读低8bit, 再读高8bit。

9.3.2.7. ADC_T2(Addr: 0x48、0x47)

TS2热敏电阻阻值寄存器_高位(0x48)

TS2热敏电阻阻值寄存器_低位(0x47)

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 $RT2 = \left(\frac{ADC_{T2} \times 2}{32768 - ADC_{T2} \times 2} \right) \times 10$, 单位K Ω

9.3.2.8. ADC_T3(Addr: 0x4A、0x49)

TS3热敏电阻阻值寄存器_高位(0x4A)

TS3热敏电阻阻值寄存器_低位(0x49)

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
15:0	ADC_T3[15:0]	R	X	外部热敏温度电阻阻值RT3的对应值ADC_T3 $RT3 = \left(\frac{ADC_{T3} \times 2}{32768 - ADC_{T3} \times 2} \right) \times 10$, 单位K Ω

9.3.2.9. ADC_TI(Addr: 0x4C、0x4B)

芯片内部温度TI寄存器_高位(0x4C)

芯片内部温度TI寄存器_低位(0x4B)

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
15:0	ADC_TI [15:0]	R	X	当转换完成后, 数据更新为内部温度对应的数值 内部温度TI = TEMPI /47.36 单位 $^{\circ}\text{C}$

9.3.2.10. CUR(Addr: 0x4E、0x4D)

电流寄存器_高位(0x4E)

电流寄存器_低位(0x4D)

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
15:0	CUR[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 $Current = \frac{CUR}{256 \times R_{SENSE}}$, RSENSE为 Sense 电阻 (单位为 Ω)

9.3.2.11. CELL1(Addr: 0x50、0x4F)

CELL1电芯电压寄存器_高位(0x50)



CELL1电芯电压寄存器_低位 (0x4F)

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。 $V_{CELL1} = CELL1 \times \frac{6}{32}$ ，单位mV

9.3.2.12. CELL2(Addr: 0x52、0x51)

CELL2电芯电压寄存器_高位 (0x52)

CELL2电芯电压寄存器_低位 (0x51)

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

9.3.2.13. CELL3(Addr: 0x54、0x53)

CELL3电芯电压寄存器_高位 (0x54)

CELL3电芯电压寄存器_低位 (0x53)

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

9.3.2.14. CELL4(Addr: 0x56、0x55)

CELL4电芯电压寄存器_高位 (0x56)

CELL4电芯电压寄存器_低位 (0x55)

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

9.3.2.15. CELL5(Addr: 0x58、0x57)

CELL5电芯电压寄存器_高位 (0x58)

CELL5电芯电压寄存器_低位 (0x57)

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

9.3.2.16. CELL6(Addr: 0x5A、0x59)

CELL6电芯电压寄存器_高位 (0x5A)

CELL6电芯电压寄存器_低位 (0x59)

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

9.3.2.17. CELL7(Addr: 0x5C、0x5B)

CELL7电芯电压寄存器_高位 (0x5C)

CELL7电芯电压寄存器_低位 (0x5B)

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
15:0	CELL7[15:0]	R	X	[15]为符号位，表示电压正负。 电芯 7电压对应的数值

9.3.2.18. CELL8(Addr: 0x5E、0x5D)

CELL8电芯电压寄存器_高位 (0x5E)

CELL8电芯电压寄存器_低位 (0x5D)

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
15:0	CELL8[15:0]	R	X	[15]为符号位，表示电压正负。 电芯 8电压对应的数值

9.3.2.19. CELL9(Addr: 0x60、0x5F)

CELL9电芯电压寄存器_高位 (0x60)

CELL9电芯电压寄存器_低位 (0x5F)

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
15:0	CELL9[15:0]	R	X	[15]为符号位，表示电压正负。 电芯 9电压对应的数值

9.3.2.20. CELL10(Addr: 0x62、0x61)

CELL10电芯电压寄存器_高位 (0x62)

CELL10电芯电压寄存器_低位 (0x61)

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
15:0	CELL10[15:0]	R	X	[15]为符号位，表示电压正负。 电芯 10电压对应的数值

9.3.2.21. CELL11(Addr: 0x64、0x63)

CELL11电芯电压寄存器_高位 (0x64)

CELL11电芯电压寄存器_低位 (0x63)

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
15:0	CELL11[15:0]	R	X	[15]为符号位，表示电压正负。 电芯 11电压对应的数值

9.3.2.22. CELL12(Addr: 0x66、0x65)

CELL12电芯电压寄存器_高位 (0x66)



CELL12电芯电压寄存器_低位 (0x65)

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
15:0	CELL12[15:0]	R	X	[15]为符号位，表示电压正负。 电芯 12电压对应的数值

9.3.2.23. CELL13(Addr: 0x68、0x67)

CELL13电芯电压寄存器_高位 (0x68)

CELL13电芯电压寄存器_低位 (0x67)

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
15:0	CELL13[15:0]	R	X	[15]为符号位，表示电压正负。 电芯 13电压对应的数值

9.3.2.24. CELL14(Addr: 0x6A、0x69)

CELL14电芯电压寄存器_高位 (0x6A)

CELL14电芯电压寄存器_低位 (0x69)

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
15:0	CELL14[15:0]	R	X	[15]为符号位，表示电压正负。 电芯 14电压对应的数值

9.3.2.25. CELL15(Addr: 0x6C、0x6B)

CELL15电芯电压寄存器_高位 (0x6C)

CELL15电芯电压寄存器_低位 (0x6B)

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
15:0	CELL15[15:0]	R	X	[15]为符号位，表示电压正负。 电芯 15电压对应的数值

9.3.2.26. CELL16(Addr: 0x6E、0x6D)

CELL16电芯电压寄存器_高位 (0x6E)

CELL16电芯电压寄存器_低位 (0x6D)

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
15:0	CELL16[15:0]	R	X	[15]为符号位，表示电压正负。 电芯 16电压对应的数值

9.3.2.27. CELL17(Addr: 0x70、0x6F)

CELL17电芯电压寄存器_高位 (0x70)

CELL17电芯电压寄存器_低位 (0x6F)

Default: 0xXX



Bit	Field	Type	Default	Description
15:0	CELL17[15:0]	R	X	[15]为符号位，表示电压正负。 电芯 17电压对应的数值

9.3.2.28. CELL18(Addr: 0x72、0x71)

CELL18电芯电压寄存器_高位 (0x72)

CELL18电芯电压寄存器_低位 (0x71)

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
15:0	CELL18[15:0]	R	X	[15]为符号位，表示电压正负。 电芯 18电压对应的数值

9.3.2.29. BSTATUS_EXT (Addr: 0x73)

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
7:6	RSV	R	X	保留
6:5	LOAD_RM[1:0]	R	X	负载移除状态位 10: 负载未移除 11: 负载移除 00/01: 负载状态未知 此寄存器的显示必须是在放电MOS关闭的情况下读值有效
4:3	CHARGE_INSERT[1:0]	R	X	充电器插入状态位 10: 充电器移除 01: 充电器插入 00/11: 充电器状态未知 此寄存器的显示必须是在充电MOS关闭的情况下读值有效
2:0	RSV	R	X	保留

9.3.2.30. BFLAG_EXT (Addr: 0x74)

Default: 0xXX

Bit	Field	Type	Default	Description
7:5	RSV	R	0	保留
5	LOAD_RM_FLAG	R	X	负载移除状态标志位 1: 发生过负载移除 (LOAD_RM[1:0]=11) 0: 未发生过负载移除
4	CHARGE_RM_FLAG	R	X	充电器移除状态标志位 1: 发生过充电器移除 (CHARGE_INSERT[1:0]=10) 0: 未发生过充电器移除
3	CHARGE_INSERT_FLAG	R	X	充电器插入状态标志位 1: 发生过充电器插入 (CHARGE_INSERT[1:0]=01) 0: 未发生过充电器插入
2	CHGING_FLAG	R	X	充电状态标志位 1: 发生过充电 0: 未发生过充电



1	DSGING_FLAG	R	X	放电状态标志位 1: 发生过放电 0: 未发生过放电
0	WAKE_CUR_FL AG	R	X	唤醒电流标志位 1: 电流达到过唤醒电流阈值 0: 电流未达到过唤醒电流阈值

9.3.2.31. CHIP_VERSION(Addr: 0x7D~0x7F)

Default: 0x3218DA

Bit	Field	Type	Default	Description
23:0	CHIP_VERSION	R	0x3218DA	芯片版本寄存器

9.3.3. CTRL REG(Addr:0x80~0x8F)

9.3.3.1. FUNC 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

9.3.3.2. FUNC 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

9.3.3.3. FUNC 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	EXIT_PD	W	0	使能Powerdown->Normal状态转换 0: 无操作 1: Powerdown直接跳转至Normal状态
3	FET_OPEN_HOST	W/R	0	HOST控制充放电MOSFET开启 0: 发生fault, DIS_CHG_FET、DIS_DSG_FET不会改变, fault清除后, 自动打开MOSFET 1: 发生fault, DIS_CHG_FET、DIS_DSG_FET置1, fault清除后, HOST将DIS_CHG_FET、DIS_DSG_FET改配为0后才能打开MOSFET
2	DIS_OCD_CHARGE	W/R	0	充电器插入是否作为解除OCD1、OCD2 Fault的条件 0: 作为解除OCD1、OCD2 Fault条件 1: 不作为解除OCD1、OCD2 Fault条件
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



9.3.3.4. FAULTMASK1(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

9.3.3.5. FAULTMASK2(Addr:0x84)

MOSFET开关屏蔽寄存器2

Default: 0x00

Bit	Field	Type	Default	Description
7:4	RSV	R	0	保留
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



9.3.3.6. ALARM PINEN1(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: LV事件不触发ALARM管脚电平转换 1: 使能, 当发生LV Alert/Fault事件时, ALARM管脚为低电平
6	ALARM_EN_OW	W/R	0	断线保护时ALARM PIN状态 0: OW事件不触发ALARM管脚电平转换 1: 使能, 当发生OW Alert/Fault事件时, ALARM管脚为低电平
5	ALARM_EN_SC	W/R	0	短路保护时ALARM PIN状态 0: SC事件不触发ALARM管脚电平转换 1: 使能, 当发生SC Alert/Fault事件时, ALARM管脚为低电平
4	ALARM_EN_OCC	W/R	0	充电过流保护时ALARM PIN状态 0: OCC事件不触发ALARM管脚电平转换 1: 使能, 当发生OCC Alert/Fault事件时, ALARM管脚为低电平
3	ALARM_EN_OCD1	W/R	0	放电过流 1保护时ALARM PIN状态 0: OCD1事件不触发ALARM管脚电平转换 1: 使能, 当发生OCD1 Alert/Fault事件时, ALARM管脚为低电平
2	ALARM_EN_OCD2	W/R	0	放电过流 2保护时ALARM PIN状态 0: OCD2事件不触发ALARM管脚电平转换 1: 使能, 当发生OCD2 Alert/Fault事件时, ALARM管脚为低电平
1	ALARM_EN_UV	W/R	0	欠压保护时ALARM PIN状态 0: UV事件不触发ALARM管脚电平转换 1: 使能, 当发生UV Alert/Fault事件时, ALARM管脚为低电平
0	ALARM_EN_OV	W/R	0	过压保护时ALARM PIN状态 0: OV事件不触发ALARM管脚电平转换 1: 使能, 当发生OV Alert/Fault事件时, ALARM管脚为低电平

注: Fault事件表示保护事件发生, ALERT事件只是单次触发而迟滞时间还未到。例: UV Fault触发ALARM PIN表示触发了欠压保护条件时触发ALARM PIN为低电平; UV Alert触发ALARM PIN表示芯片检测到一次欠压就会触发ALARM PIN为低电平而不管是否到达迟滞时间。

9.3.3.7. ALARM PIN EN2(Addr:0x86)

ALARM PIN使能寄存器2

Default: 0x20

Bit	Field	Type	Default	Description
7	RSV	R	0	保留
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: 状态变化不触发ALARM管脚电平转换



				1: 使能, 当发生状态变化时, ALARM管脚为低电平
5	ALARM_EN_RST	W/R	1	系统复位时ALARM PIN状态 0: 状态变化事件不触发ALARM管脚电平转换 1: 使能, 当发生复位时, ALARM管脚为低电平
4	ALARM_EN_OTI	W/R	0	内部高温保护时ALARM PIN状态 0: OTI事件不触发ALARM管脚电平转换 1: 使能, 当发生Alert/Fault事件时, ALARM管脚为低电平
3	ALARM_EN_OTD	W/R	0	放电高温保护时ALARM PIN状态 0: OTD事件不触发ALARM管脚电平转换 1: 使能, 当发生Alert/Fault事件时, ALARM管脚为低电平
2	ALARM_EN_UTD	W/R	0	放电低温保护时ALARM PIN状态 0: UTD事件不触发ALARM管脚电平转换 1: 使能, 当发生Alert/Fault事件时, ALARM管脚为低电平
1	ALARM_EN_OTC	W/R	0	充电高温保护时ALARM PIN状态 0: OTC事件不触发ALARM管脚电平转换 1: 使能, 当发生Alert/Fault事件时, ALARM管脚为低电平
0	ALARM_EN_UTC	W/R	0	充电低温保护时ALARM PIN状态 0: UTC事件不触发ALARM管脚电平转换 1: 使能, 当发生Alert/Fault事件时, ALARM管脚为低电平

注: Fault事件表示保护事件发生, ALERT事件只是单次触发而迟滞时间还未到。例: UV Fault触发ALARM PIN表示触发了欠压保护条件时触发ALARM PIN为低电平; UV Alert触发ALARM PIN表示芯片检测到一次欠压就会触发ALARM PIN为低电平而不管是否到达迟滞时间。

9.3.3.8. CELL_OFFSET(Addr: 0x87)

电压Offset寄存器

Default: 0x00

Bit	Field	Type	Default	Description
7:0	CELL_OFFSET[7:0]	W/R	0x0	CELL_OFFSET[7]为符号位 电压调校参数, 调校电流值为: $ADJ_Cell = \frac{CELL_OFFSET * 6 * 4}{32}$; 配置范围: -128(-96mV)~127(95.25mV) Step: 750uV Default: 0

9.3.3.9. ALARM PIN EN3(Addr:0x88)

ALARM PIN使能寄存器3

Default: 0x00

Bit	Field	Type	Default	Description
7:6	RSV	R	0	保留
5	ALARM_EN_LOAD_RM	W/R	0	负载移除时ALARM PIN状态 0: 负载移除事件不触发ALARM管脚电平转换 1: 使能, 当检测到负载移除事件时, ALARM管



				脚为低电平
4	ALARM_EN_CHARGE_RM	W/R	0	充电器移除时ALARM PIN状态 0: 充电器移除事件不触发ALARM管脚电平转换 1: 使能, 当检测到充电器移除时, ALARM管脚为低电平
3	ALARM_EN_CHARGE_INSERT	W/R	0	充电器插入时ALARM PIN状态 0: 充电器插入事件不触发ALARM管脚电平转换 1: 使能, 当检测到充电器插入时, ALARM管脚为低电平
2	ALARM_EN_CHarging	W/R	0	发生充电时ALARM PIN状态 0: 充电事件不触发ALARM管脚电平转换 1: 使能, 当有充电状态时, ALARM管脚为低电平
1	ALARM_EN_DSGING	W/R	0	发生放电时ALARM PIN状态 0: 放电事件不触发ALARM管脚电平转换 1: 使能, 当有放电状态时, ALARM管脚为低电平
0	ALARM_EN_WAKE_CUR	W/R	0	唤醒电流达到阈值时ALARM PIN状态 0: 小电流事件不触发ALARM管脚电平转换 1: 使能, 当检测到小电流唤醒时, ALARM管脚为低电平

Host可根据应用需求, 使用该寄存器屏蔽不需要的功能。

Host可根据应用需求, 使用该寄存器屏蔽某些保护对FET的关断控制, 此时芯片内保护功能除不控制FET外, 其余电路正常工作 (如产生Alert、Fault、状态寄存器)。

9.3.3.10. ALARM PIN MOD1(Addr:0x89)

ALARM PIN模式寄存器1

Default: 0x00

Bit	Field	Type	Default	Description
7	ALARM_MOD_LV	W/R	0	0: LV Fault触发ALARM PIN 1: LV Alert触发ALARM PIN
6	ALARM_MOD_OW	W/R	0	0: 断线 Fault触发ALARM PIN 1: 断线 Alert触发ALARM PIN
5	ALARM_MOD_SC	W/R	0	0: 短路 Fault触发ALARM PIN 1: 短路 Alert触发ALARM PIN
4	ALARM_MOD_OCC	W/R	0	0: 充电过流 Fault触发ALARM PIN 1: 充电过流 Alert触发ALARM PIN
3	ALARM_MOD_OC D1	W/R	0	0: 放电过流 1 Fault触发ALARM PIN 1: 放电过流 1 Alert触发ALARM PIN
2	ALARM_MOD_OC D2	W/R	0	0: 放电过流 2 Fault触发ALARM PIN 1: 放电过流 2 Alert触发ALARM PIN
1	ALARM_MOD_UV	W/R	0	0: 欠压 Fault触发ALARM PIN 1: 欠压 Alert触发ALARM PIN
0	ALARM_MOD_OV	W/R	0	0: 过压 Fault触发ALARM PIN 1: 过压 Alert触发ALARM PIN

注: Fault事件表示保护事件发生, ALERT事件只是单次触发而迟滞时间还未到。例: UV Fault触发ALARM PIN表示触发了欠压保护条件时触发ALARM PIN为低电平; UV Alert触发ALARM PIN表示芯片检测到一次欠压就会触发ALARM PIN为低电平而不管是否到达迟滞时间。



9.3.3.11. ALARM PIN MOD2(Addr:0x8A)

ALARM PIN模式寄存器2

Default: 0x00

Bit	Field	Type	Default	Description
7	TX_ALARM	W/R	0	无UART通信期间，UART_TX管脚是否与ALARM管脚关联 0: 不关联 1: 关联（无UART通讯期间，此时UART_TX管脚和ALARM管脚功能相同）
6	CHG_WAKE	W/R	0	0: 充电电流不唤醒 1: 充电电流唤醒，触发时ALARM PIN为低电平
5	DSG_WAKE	W/R	0	0: 放电电流不唤醒 1: 放电电流唤醒，触发时ALARM PIN为低电平
4	ALARM_MOD_OTI	W/R	0	0: 内部高温 Fault触发ALARM PIN 1: 内部高温 Alert触发ALARM PIN
3	ALARM_MOD_OTD	W/R	0	0: 放电高温 Fault触发ALARM PIN 1: 放电高温 Alert触发ALARM PIN
2	ALARM_MOD_UTD	W/R	0	0: 放电低温 Fault触发ALARM PIN 1: 放电低温 Alert触发ALARM PIN
1	ALARM_MOD_OTC	W/R	0	0: 充电高温 Fault触发ALARM PIN 1: 充电高温 Alert触发ALARM PIN
0	ALARM_MOD_UTC	W/R	0	0: 充电低温 Fault触发ALARM PIN 1: 充电低温 Alert触发ALARM PIN

注：Fault事件表示保护事件发生，ALERT事件只是单次触发而迟滞时间还未到。例：UV Fault触发ALARM PIN表示触发了欠压保护条件时触发ALARM PIN为低电平；UV Alert触发ALARM PIN表示芯片检测到一次欠压就会触发ALARM PIN为低电平而不管是否到达迟滞时间。

9.3.3.12. CLK CONF(Addr:0x8B)

时钟门控使能寄存器

Default: 0xF9

Bit	Field	Type	Default	Description
7	RSV	W/R	1	保留
6:4	COMM_CLK_DELAY	W/R	0x7	UART访问结束后，通信时钟延续时间为COMM_CLK_DELAY*5mS+2.5mS 0: 延续2.5mS 1: 延续7.5mS 2: 延续12.5mS 7: 延续37.5mS
3	CTRL_ADC_PATACURRENT	W/R	1	ADC电流控制 1: default电流; 0: 增加电流
2	ADC_FREQ	W/R	0	ADC、ADC_CIC频率: 0: 38.4KHz, 电压OSR=32, 电流OSR=128 1: 76.8KHz, 电压OSR=64, 电流OSR=256
1	REG_CLK_GATE_EN	W/R	0	寄存器分区时钟门控使能 0: 禁止 1: 使能
0	COMM_CLK_GATE_EN	W/R	1	通信时钟门控使能 0: 禁止



1: 使能

9.3.3.13. CUR_OFFSET(Addr:0x8C)

电流Offset寄存器--板级offset校准使用，需要MCU配置该寄存器，仅适用于软件板。

Default: 0x00

Bit	Field	Type	Default	Description
7:0	CUR_OFFSET[7:0]	W/R	0x00	<p>CUR_OFFSET[7]为符号位，电流调校参数，计算公式为： $CUR_OFFSET = \frac{ADJ_Current * R_{SENSE} * 256}{4}$ R_{SENSE}为 Sense 电阻(单位为Ω)， ADJ_Current=目标值-测量值，为当前板级电流offset（单位：mA）。</p> <p>当R_{SENSE}=1mΩ时，板级电流offset配置范围： -127(-1.98A)~127(1.98A)，Step: 15mA</p>

例：如需消除R_{SENSE}=1mΩ时，电流0点时实测为100mA，ADJ_Current = 0-100 = -100mA，则：

$$CUR_OFFSET = \frac{ADJ_Current * R_{SENSE} * 256}{4} = \frac{(-100) * 0.001 * 256}{4} = -6.4, \text{取值} -6.$$

(说明：总的板级offset=HW_CUR_OFFSET+CUR_OFFSET。)

9.3.3.14. WAKE_CUR(Addr:0x8D)

WAKE电流阈值寄存器

Default: 0x1A

Bit	Field	Type	Default	Description
7:0	WAKE_CUR[7:0]	W/R	0x1A	<p>Wake Current = $\frac{WAKE_CUR}{256 * R_{SENSE}}$, R_{SENSE}为 Sense 电阻(单位为Ω) R_{SENSE}=1mΩ时： 配置范围：0(0A)~255(996mA) Step: 3.9mA</p>

如需设置 唤醒电流电阻电压 > |±100uV|，则

CHG_WAKE = 1

DSG_WAKE = 1

$$\frac{V_{SENSE}}{V_{REF}} = \frac{WAKE_CUR}{2^{15}} \rightarrow \frac{100\mu V}{128mV} = \frac{WAKE_CUR}{2^{15}} \rightarrow WAKE_CUR = 26$$

范围：0 (0V) ~255 (996uV)，Step: 3.9uV

9.3.3.15. VCX_DSGING_V(Addr:0x8E)

CELL自耗电电流自补偿_放电状态电压寄存器

Default: 0x30

Bit	Field	Type	Default	Description
7	EN_CR	W/R	0	<p>充电器状态检测使能 0: 不检测 1: 检测充电器状态</p>
6	EN_LR	W/R	0	<p>负载状态检测使能 0: 不检测 1: 检测负载状态</p>
5:4	DSGING_V[1:0]	W/R	0x3	放电状态电压值V _{DSGING}



				00: VDSGING=500uV 01: VDSGING=1000uV 10: VDSGING=1500uV 11: VDSGING=2000uV
3:0	VCX[3:0]	W/R	0x0	TBD, 默认为0

注：配置EN_CR=1之前必须保证CFET已关闭，否则存在检测错误的可能；特别注意发生了fault已经关闭CFET，DIS_CHG_FET=0且FET_OPEN_HOST=0时，配置EN_CR检测充电器状态完成后直接退出了fault，打开了CFET，此时EN_CR=1，仍会继续检测充电器状态，可能导致充电器状态检测错误。
配置EN_LR同理，必须保证DFET已经关闭。

9.3.3.16. CCD_CTRL(Addr:0x8F)

CCD功能控制寄存器

Default: 0x30

Bit	Field	Type	Default	Description
7	RSV	R	0	保留
6:4	CCD_RE_CNT	W/R	0x3	CCD功能使能时，充电电流变小至充电小电流阈值内，充电MOSFET会关闭，如此会检测到充电器插入，从而又打开充电MOSFET，形成打嗝现象。多次打嗝后，芯片会一直关闭充电MOSFET。 0: 打嗝1次 1: 打嗝2次 7: 打嗝8次
3:0	CCD_CUR[3:0]	W/R	0x0	CCD功能时，充电小电流阈值 0***: 小电流阈值使用CCD_EN[1:0]定义的值 1000: 小电流阈值31.25uV 1001: 小电流阈值62.5uV 1010: 小电流阈值125uV 1011: 小电流阈值3250uV 1100: 小电流阈值375uV 1101: 小电流阈值500uV 1110: 小电流阈值625uV 其它: 小电流阈值31.25uV --针对软件板使用，MCU配置寄存器，档位精细化控制。



10. 电气参数

10.1. 极限电气参数

极限电气参数		最小值	最大值	单位
供电管脚	VBAT	VSS-0.3	90	V
输入管脚	RS1, RS2	VSS-0.3	6	V
	VC0, TS1, TS2, TS3, CTLC, CTLD	VSS-0.3	6	V
	VC1~VC18	VSS-0.3	90	V
	CHGD, DSGD	VSS - 0.3	VBAT + 0.3	V
	RXD	VSS - 0.3	6	V
输出管脚	VCC	VSS - 0.3	6	V
	ALARM	VSS - 0.3	6	V
	DSG	VSS - 0.3	20	V
	CHG	VBAT-80	20	V
	TXD	VSS - 0.3	6	V
工作温度范围		-40	125	°C
存储温度范围		-40	125	°C

10.2. 推荐工作电压

推荐工作电压		最小值	最大值	单位
引脚输入电压	VBAT	VSS-0.3	80	V
	RS1, RS2	VSS-0.3	5	V
	VC0, TS1, TS2, TS3, CTLC, CTLD	VSS-0.3	5	V
	VC1~VC18	VSS-0.3	80	V
	CHGD, DSGD	VSS - 0.3	VBAT + 0.3	V
	ALARM	VSS - 0.3	5	V
	RXD, TXD	VSS - 0.3	5	V
工作温度范围		-40	85	°C
存储温度范围		-40	125	°C
ESD等级			参数值	单位
V(ESD)等级	静电放电	HBM 模式	±1	KV
		CDM 模式	±500	V

10.3. 电气参数 (25°C)

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 _{BAT}	工作电压	8		80	V	
I _{Normal}	Normal模式电流		25	40	uA	V _{BAT} =60V, UART无通讯, 25°C
				45	uA	V _{BAT} =60V, UART无通讯, -40~85°C
I _{PD}	PowerDown电流		2	3.5	uA	V _{BAT} =60V, 25°C
				5	uA	V _{BAT} =60V, -40~85°C



t_{PD}	PowerDown允许延时		16		s	
VCC	VCC输出电压	4.7	5	5.2	V	$8 \leq V_{BAT} \leq 80V$ $0 \leq I_{LOAD} \leq 5mA$ VCC最大带载5mA。
V_{OH}	TXD 数字输出逻辑高电平	VCC-0.7	-	-	V	$I_{OH} = -5mA$
V_{OL}	TXD 数字输出逻辑低电平	-	-	GND+0.6	V	$I_{OL} = 10mA$
V_{IH}	RXD 数字输入逻辑高电平	2.4	-	-	V	
V_{IL}	RXD 数字输入逻辑低电平	-	-	0.45	V	
V_{H-CTLD}	CTLD 高电平	2.4	-	-	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}
$V_{H-CTL C}$	CTL C 高电平	2.4	-	-	V	高电平: CTL C 引脚电平高于 $V_{H-CTL C}$
$V_{L-CTL C}$	CTL C 低电平	-	-	0.45	V	低电平: CTL C 引脚电平低于 $V_{L-CTL C}$

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	14	V	$T_A = -40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ $V_{BAT} > 13V$, 外接 $1M\Omega$ 电阻到地
		$V_{BAT}-2.5$	$V_{BAT}-0.5$	-	V	$T_A = -40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ $8V < V_{BAT} \leq 13V$, 外接 $1M\Omega$ 电阻到地
t_{CGH}	CHG 上拉时间	-	250	350	us	$C_{LOAD} = 50nF$, 串联电阻为 $1k\Omega$, V_{CHG} 由 10%升高到 90%, $T_A = -40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$
t_{DGH}	DSG 下拉时间	-	150	200	us	$C_{LOAD} = 50nF$, 串联电阻为 $1k\Omega$, V_{DSG} 由 90%降低到 10%, $T_A = -40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$
t_{DGL}	DSG 上拉时间	-	250	350	us	$C_{LOAD} = 50nF$, 串联电阻为 $1k\Omega$, V_{DSG} 由 10%升高到 90%, $T_A = -40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$

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	-	2000	-	uV	
V_{DHSA}	放电状态检测电压精度	-200	-	200	uV	$T_A = -40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$
V_{CHS}	充电状态检测电压	500	-	1000	uV	寄存器 CHS 可配置
V_{CHSA}	充电状态检测电压精度	-200	-	200	uV	$T_A = -40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$



电压采集						
参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
V _{V_{VCN}}	输入电压范围	0	-	5	V	
t _{V_{VCN}}	转换时间	-	3.5	-	ms	单节电芯转换时间
V _{ACC}	绝对精度	-10	-	10	mV	V _{V_{VCN}} = 1.0V~4.5V, T _A = 25°C
		-15	-	15	mV	V _{V_{VCN}} = 1.0V~4.5V, T _A = -10°C~60°C
		-30	-	30	mV	V _{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	-100	-	100	mV	
I _{ACC}	绝对精度	-	-	50	uV	V _{SNESE} = 0mV, 0点误差, 含板级校准
		0点误差	-	0点误差+2%		V _{SNESE} ≤ 10mV, T _A = -40°C~85°C
		-	-	5%		10mV < V _{SNESE} ≤ 100mV, T _A = -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
V _{CHGD}	充电器检测电平	1.05	1.2	1.35	V	T _A = -40°C~85°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	0.35	0.5	0.7	uA	T _A = -40°C~85°C开启充电器检测后, CHGD 管脚开启上拉电流
V _{D_{DSGD}}	负载检测电平	1.05	1.2	1.35	V	T _A = -40°C~85°C DSGD 管脚电压低于 V _{D_{DSGD}} 判为负载拔除 DSGD 管脚电压高于 V _{D_{DSGD}} 判为负载连接
R _{D_{DSGD}}	DSGD 内部下拉电阻	500	900	1300	KΩ	T _A = -40°C~85°C VBAT = 60V, DSGD 管脚外接 3V 电源
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	
过充电保护						
参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
V _{OV}	过充电保护电压	2.5	-	4.5	V	寄存器 OV 可配置
V _{OVR}	过充电恢复电压	2.5	-	4.5	V	寄存器OVR 可配置当CHG_HYS=1 且系统处于充电状态时, V _{OVR} =V _{OV}
V _{O_{VA}}	过充电保护/恢复电压精度	-10	-	10	mV	T _A = 25°C
		-15	-	15	mV	T _A = -10°C~60°C
		-30	-	30	mV	T _A = -40°C~85°C
t _{OV}	过充电保护延时	0.2	-	4	s	寄存器 OVT 可配置
t _{O_{VA}}	过充电保护延时精度	6ms-T _{OV} *3%	-	100ms(无均衡) 300ms(有均衡)	ms	-
t _{OVR}	过充电恢复	-	200	-	ms	无均衡发生



	复延时	-	1	-	s	有均衡发生
过放电保护						
参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
V _{UV}	过放电保护电压	1	-	3.5	V	寄存器 UV 可配置
V _{UVR}	过放电恢复电压	1	-	3.5	V	寄存器 UVR 可配置
V _{UVA}	过放电保护/恢复电压精度	-10	-	10	mV	T _A = 25°C
		-15	-	15	mV	T _A = -10°C~60°C
		-30	-	30	mV	T _A = -40°C~85°C
t _{UV}	过放电保护延时	0.5	-	4	s	寄存器 UVT 可配置
t _{UVA}	过放电保护延时精度	6ms-T _{UV} *3%	-	100ms(无均衡) 300ms(有均衡)	ms	-
t _{UVR}	过放电恢复延时	-	200	-	ms	无均衡发生
		-	1	-	s	有均衡发生
低电压禁止充电						
参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
V _{LV}	低电压禁止充电电压	0.75	-	2.25	V	寄存器 LV 可配置
V _{LVA}	低电压禁止充电电压精度	-10	-	10	mV	T _A = 25°C
		-15	-	15	mV	T _A = -10°C~60°C
		-30	-	30	mV	T _A = -40°C~85°C
t _{LV}	低电压禁止充电延时		1		S	-
均衡						
参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
V _{OB}	均衡开启电压	2	-	4.5	V	寄存器 BALV 可配置
V _{OBA}	均衡开启电压精度	-10	-	10	mV	T _A = 25°C
		-15	-	15	mV	T _A = -10°C~60°C
		-30	-	30	mV	T _A = -40°C~85°C
V _{DIFF}	均衡开启电压差值	20	-	50	mV	寄存器 BALD 可配置
R _{BAL}	均衡内阻	-	250	400	Ω	T _A = -40°C~85°C, 电芯电压等于V _{OB} +100mV
t _{BAL}	均衡进入延时	0.5		4	s	寄存器 BALT
t _{BALA}	均衡进入延时精度	0	-	0.5	s	
T _{BALANCE}	均衡开启时间	-	200	-	ms	
过流保护						
参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
V _{OCD1}	放电过流1保护电压	12	-	100	mV	寄存器 OCD1V 可配置 OCD1V[4:0]*4+12
V _{OCD1A}	放电过流	-0.5		0.5	mV	T _A = -40°C~85°C, V _{OCD1} < 50mV



	1 保护电压精度	-1		1	mV	$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{OCD1}} \geq 50\text{mV}$
t_{OCD1}	放电过流 1 保护延时	0.5	-	4	s	寄存器 OCD1T 可配置
t_{OCD1A}	放电过流 1 保护延时精度	$16\text{ms} - T_{\text{OCD1}} * 3\%$	-	50ms	ms	
V_{OCD2}	放电过流 2 保护电压	40	-	200	mV	寄存器 OCD2V 可配置
V_{OCD2A}	放电过流 2 保护电压精度	-10	-	10	mV	$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{OCD2}} < 100\text{mV}$
		$-10\% * V_{\text{OCD2}}$		$10\% * V_{\text{OCD2}}$	mV	$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{OCD2}} \geq 100\text{mV}$
t_{OCD2}	放电过流 2 保护延时	50	-	500	ms	寄存器 OCD2T 可配置
t_{OCD2A}	放电过流 2 保护延时精度	0	-	$T_{\text{OCD2}} * 3\%$	ms	
V_{SC}	短路保护电压	-	$2 * V_{\text{OCD2}}$ $1.5 * V_{\text{OCD2}}$	-	mV	SCD_TH寄存器可配
V_{SCA}	短路保护电压精度	-10	-	10	mV	$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{SC}} < 100\text{mV}$
		$-10\% * V_{\text{SC}}$		$10\% * V_{\text{SC}}$	mV	$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{SC}} \geq 100\text{mV}$
t_{SC}	短路保护延时	50	-	400	us	寄存器 SCT 可配置 (50/100/200/400)
t_{SCA}	短路保护延时精度	0	-	64	us	
V_{OCC}	充电过流保护电压	3	-	65	mV	寄存器 OCCV 可配置
V_{OCCA}	充电过流保护电压精度	-0.1		0.1	mV	$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{OCC}} < 10\text{mV}$
		-0.5		0.5	mV	$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$, $10\text{mV} \leq V_{\text{OCC}} < 50\text{mV}$
		-1		1	mV	$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{OCC}} \geq 50\text{mV}$
t_{OCC}	充电过流保护延时	0.1	-	8	s	寄存器 OCCT 可配置
t_{OCCA}	充电过流保护延时精度	$16\text{ms} - T_{\text{OCC}} * 3\%$	-	50ms	ms	
温度保护						
参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
T_{OTC}	充电高温保护温度	40	-	70	$^{\circ}\text{C}$	可设置寄存器OTC, 1 $^{\circ}\text{C}$ 一档
T_{UTC}	充电低温保护温度	-20	-	10	$^{\circ}\text{C}$	可设置寄存器UTC, 1 $^{\circ}\text{C}$ 一档
T_{OTD}	放电高温保护温度	45	-	80	$^{\circ}\text{C}$	可设置寄存器OTD, 1 $^{\circ}\text{C}$ 一档
T_{UTD}	放电低温保护温度	-40	-	10	$^{\circ}\text{C}$	可设置寄存器UTD, 1 $^{\circ}\text{C}$ 一档
T_{OTCR}	充电高温恢复温度	35	-	70	$^{\circ}\text{C}$	可设置寄存器 OTCR, 1 $^{\circ}\text{C}$ 一档
T_{UTCR}	充电低温恢复温度	-20	-	15	$^{\circ}\text{C}$	可设置寄存器UTCR, 1 $^{\circ}\text{C}$ 一档
T_{OTDR}	放电高温恢复温度	40	-	80	$^{\circ}\text{C}$	可设置寄存器 OTDR, 1 $^{\circ}\text{C}$ 一档

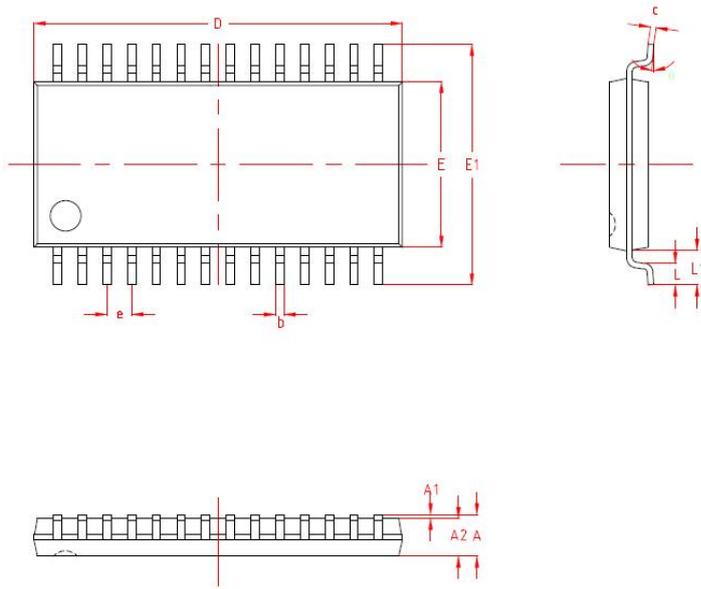


T _{UTDR}	放电低温恢复温度	-40	-	15	°C	可设置寄存器UTDR, 1°C 一档
T _{OA}	外部温度保护精度	-	-	±2	°C	T _A = 25°C
		-	-	±3	°C	T _A = -20°C~70°C
		-	-	±4	°C	T _A = -40°C~85°C
T _{OTI}	内部高温保护温度	105	115	125	°C	
T _{OTIR}	内部高温恢复温度	85	95	105	°C	
t _{TC}	充电温度保护延时	-	2	-	s	当CHG_HYS=0 时
		2	-	8	s	当CHG_HYS=1 且系统处于充电状态时寄存器TC[1:0]可配置
		-	32	-	s	当CHG_HYS=1 且系统处于空闲状态时
t _{TD}	放电温度保护延时	-	2	-	s	
t _{TR}	温度保护恢复延时	-	2	-	s	
t _{TI}	芯片内部高温保护延时	-	2	-	s	
t _{TIR}	芯片内部高温保护恢复延时	-	2	-	s	
断线保护						
参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
t _{OW}	断线保护触发时间	-	8	-	s	触发时间: 8s; 无均衡发生
t _{OWR}	断线保护恢复时间		4		s	固定4S, 不可配置



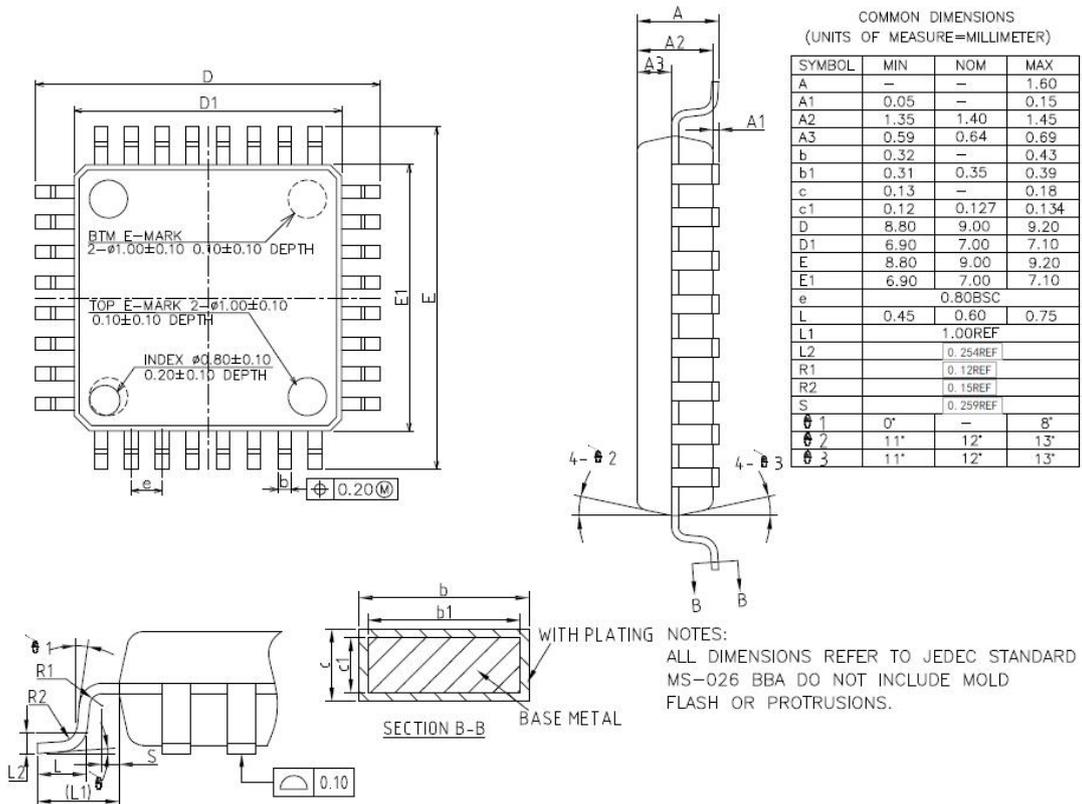
11.封装规格

11.1.TSSOP28



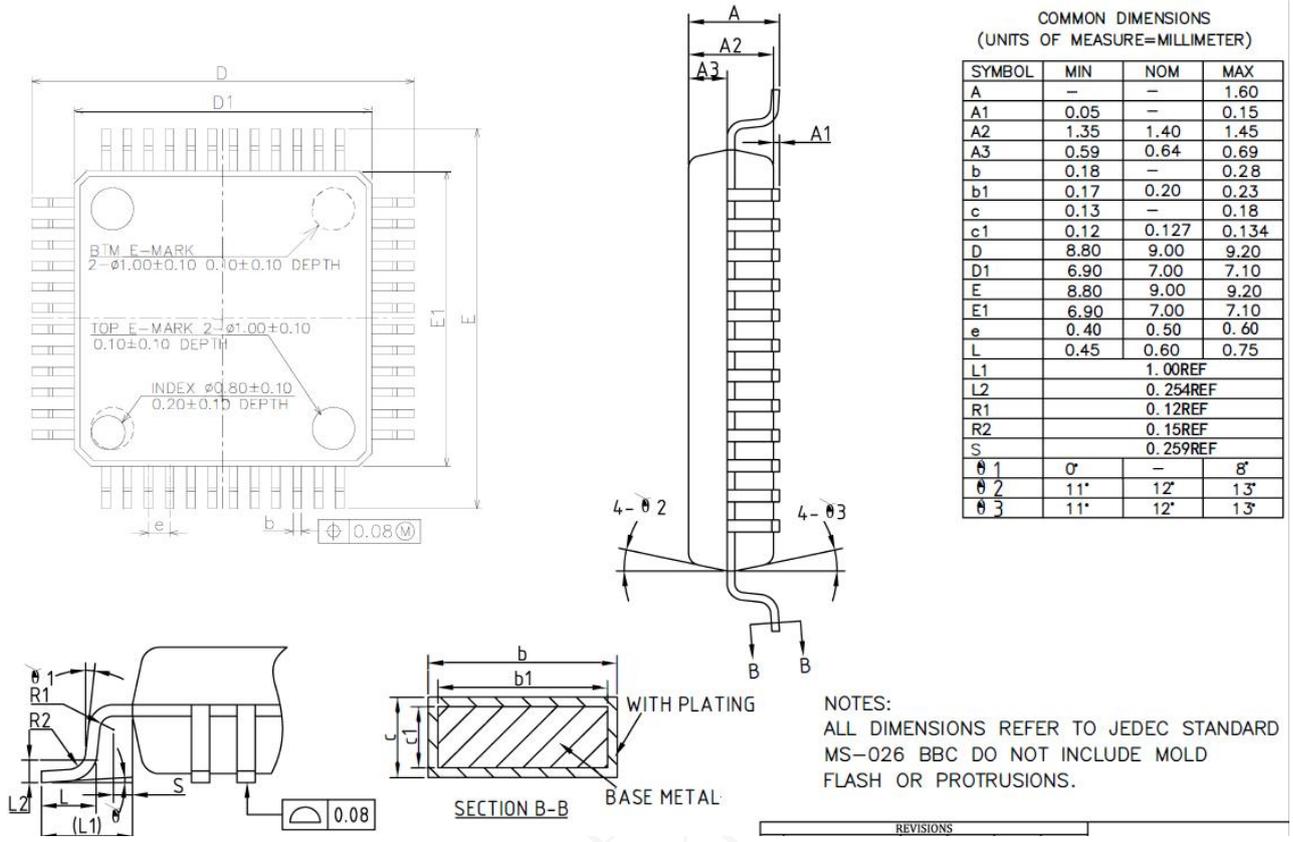
机械尺寸/mm Dimensions			
字符 SYMBOL	最小值 MIN	典型值 NOMINAL	最大值 MAX
A	-	-	1.20
A1	0.05	-	0.15
A2	0.80	0.90	1.00
b	0.19	-	0.30
c	0.14	-	0.18
D	9.60	9.70	9.80
E	4.30	4.40	4.50
E1	6.25	6.40	6.55
e	0.65 BSC		
L1	1.00REF		
L	0.45	0.60	0.75
θ	0°	-	8°

11.2.LQFP32L





11.3.LQFP48L



南京模碁半导体



12. 版本变更

日期	版本	修改项目	编写
2024/11/06	V0.9	增加MoLi3214S-T封装信息, 电气参数更新	-
2024/11/11	V0.10	电气参数OCD1更新	-
2024/11/20	V1.0	修改部分参数和文字描述错误, 正式对外版本	-
2024/11/20	V1.1	增加CCD功能描述	-
2024/11/20	V1.2	修改芯片内温计算公式	-
2025/02/08	V1.3	修改寄存器说明 0x24/0x2A/0x2B/0x82/0x87/0x8E	-
2025/03/20	V1.4	增加ALERT和FAULT状态说明	-
2025/08/20	V2.0	电流精度说明	
2025/10/20	V2.1	MoLi3214S和MoLi3216S的TS3管脚单独拉出来	