



芯海科技  
CHIPSEA

股票代码:688595

# CBMX56X

## 应用手册 (Technical Reference)

V0.1 版本

涉密等级: 公开



芯海科技(深圳)股份有限公司

W [www.chipsea.com](http://www.chipsea.com)

Q +86-0755-8616 9257

M [sales@chipsea.com](mailto:sales@chipsea.com)

P 518000

## 版本历史

历史版本	修改内容	日期
V0.1	初始版本	2023-07-31

# 目 录

版本历史.....	2
<b>1. 绪论.....</b>	<b>5</b>
<b>2. 基本测量系统.....</b>	<b>6</b>
2.1 简介.....	6
2.2 电流采集.....	6
2.3 电压.....	6
2.4 温度.....	6
2.4.1 内部温度.....	6
2.4.2 电池温度.....	6
<b>3. 工作模式.....</b>	<b>7</b>
3.1 简介.....	7
3.2 正常模式.....	7
3.3 睡眠模式.....	7
<b>4. 电池电量.....</b>	<b>8</b>
4.1 电量计模式.....	8
4.2 电量估算.....	9
4.3 电量计参数适配 APG.....	10
<b>5. 电量计安全.....</b>	<b>12</b>
5.1 描述.....	12
5.2 SHA-256 认证.....	12
5.2.1 安全密钥.....	12
5.2.2 认证流程.....	12
5.3 安全模式.....	12
5.3.1 电量计三层安全模式的访问控制.....	12
5.3.2 三层安全模式之间切换方法.....	12
5.3.3 如何读取安全密码.....	13
5.3.4 如何修改安全密码.....	13
<b>6. 通信命令.....</b>	<b>14</b>
6.1 通用寄存器列表.....	14
6.1.1 0x00/01 ManufacturerAccess().....	15
6.1.2 0x0A/0B BatteryStatus.....	15
6.1.3 0x6E InterruptStatus.....	15
6.2 Command id 列表.....	16
6.2.1 0x0001 DeviceType.....	17
6.2.2 0x0002 FirmwareVersion.....	17
6.2.3 0x0003 HardwareVersion.....	17
6.2.4 0x0006 ChemID.....	17
6.2.5 0x0012 Device Reset.....	17
6.2.6 0x0021 Gauging.....	17
6.2.7 0x0023 Lifetime Data Collection.....	17
6.2.8 0x0028 Lifetime Data Reset.....	17
6.2.9 0x002D CALIBRATION Mode.....	17
6.2.10 0x002E Lifetime Data Flush.....	17
6.2.11 0x0030 Seal Device.....	17
6.2.12 0x0035 Security Keys.....	18
6.2.13 0x0037 Authentication Key.....	18
6.2.14 0x0041Device Reset.....	18

6.2.15	0x004A Device Name.....	18
6.2.16	0x004B Device Chem.....	18
6.2.17	0x004C Manufacturer Name.....	18
6.2.18	0x004D Manufacture Date.....	18
6.2.19	0x004E Serial Number.....	18
6.2.20	0x0054 OperationStatus.....	18
6.2.21	0x0056 GaugingStatus.....	19
6.2.22	0x0057 ManufacturingStatus.....	19
<b>7.</b>	<b>高级充电算法.....</b>	<b>20</b>
7.1	简介.....	20
7.2	充电温度范围.....	20
7.3	充电电压范围.....	20
7.4	充电电流.....	20
7.5	充电电压.....	21
7.6	正常充电截止.....	21
7.7	配置寄存器.....	21
7.8	配置参数值.....	23
<b>8.</b>	<b>免责声明和版权公告.....</b>	<b>25</b>

## 1. 绪论

CBMX56X 为单节电池组应用提供了一个功能丰富的电量计解决方案。

该电量计具有的功能包括：

- 高度集成的单串锂电池电量计解决方案
- 拥有自主知识产权的精确预测锂电池可用电量的算法
- 工作模式：
  - 正常模式
  - 睡眠模式
  - 深度睡眠模式
  - 关断模式 ( $CE \leq VIL$ )
- 支持JEITA协议
  - 提供建议充电电流
  - 提供建议充电电压
- 生命周期数据记录
- 支持两线制I<sup>2</sup>C接口
  - 通信速率支持标准模式100KHz
  - 通信速率支持快速模式400KHz
- 硬件支持单线SWC接口
- SHA-256认证
- 超紧凑封装：
  - WLCSP12 / 2.0475mm \* 1.6375mm \* 0.5mm

## 2. 基本测量系统

### 2.1 简介

CBMX56X 电量计包含一个用于电流测量的集成模数转换器 (CCADC) 和一个用于测量电池电压和温度的二阶  $\Delta \Sigma$  ADC (VADC)。

### 2.2 电流采集

电量计中的 CCADC 通过以下方式测量电池的充/放电量，测量 SRP 和 SRN 引脚之间的检流电阻上的压降。这个 16 位的 CCADC 测量从 -0.10 V 到 0.10 V 的电压信号，分辨率为  $3.74\mu\text{V}$ 。当  $V_{SR} = V(\text{SRP}) - V(\text{SRN})$  为正时，电量计判断为充电；当  $V_{SR} = V(\text{SRP}) - V(\text{SRN})$  为负时，电量计判断为放电。

这个数据通过 CC Gain 进行缩放并转换为 mA，并通过寄存器指令 0x0C 读取。电量计使用这些信息进行测量和生命周期数据记录功能。在正常和休眠模式下，电量计持续监测测量的电流，并对数字信号进行积分。

比如读电流指令：0xAA 0x0C 0xAB 0xE8 0x03。

注：0x03E8 是 1000，单位是 mA，即采样电阻两端的电流是 1000mA。

### 2.3 电压

在正常模式下，电量计中的 VADC 以 1 秒的时间间隔测量电池电压，而在睡眠模式下以 Voltage Time（单位：秒）的间隔测量。该数值通过 Cell Gain 缩放并转换为 mV，可通过寄存器指令 0x08 读取。电量计使用这些信息计算和生命周期记录。

比如读电压指令：0xAA 0x08 0xAB 0xDB 0x0E。

注：0x0EDB 是 3800，单位是 mV，即是 VBAT 的电压是 3.8V。

### 2.4 温度

#### 2.4.1 内部温度

电量计中的 VADC 在正常模式下以 1 秒的间隔测量内部温度，在睡眠模式下以 Voltage Time（单位：秒）的间隔测量。这个数据被转换为 0.1K（开尔文）并通过寄存器指令 0x28 读取。内部温度可用于测量和生命周期数据记录功能。

比如读内部温度指令：0xAA 0x28 0xAB 0x84 0x0B。

注：温度是用的开尔文温度，0x0B84 是 2948，也就是 294.8K。

换算方法是摄氏度+273.1=开尔文温度，换成°C就是 21.7°C。

#### 2.4.2 电池温度

电量计中的 VADC 通过外部热敏电阻测量电池温度，在正常模式下间隔 1 秒，在睡眠模式下间隔电压时间为 2 秒。如果温度启用[TS1]=1，该数据将使用电池温度模型中的参数转换为 0.1K（开尔文），并通过寄存器指令 0x06 读取。电池温度可用于测量和寿命数据记录功能。

电池温度的测量需要一个外部的 10-k $\Omega$ 负温度系数 (NTC) 热敏电阻，如 Semitec 103AT-2，连接在 VSS 和 TS 引脚之间。

比如读内部温度指令：0xAA 0x28 0xAB 0x9B 0x0B。

注：温度是用的开尔文温度，0x0B9B 是 2971，也就是 297.1K。

换算方法是摄氏度+273.1=开尔文温度，换成°C就是 24.0°C。

### 3. 工作模式

#### 3.1 简介

为了提高电池寿命，CBMX56X 支持几种工作模式，以在操作过程中尽量减少运行时的功耗。

#### 3.2 正常模式

在正常模式下，电量计每隔 1 秒就采集一次电压、电流和温度的读数，执行电量计算，并将这些数据按照逻辑操作进行保存。采集、读数计算、更新数据，并以 1 秒的间隔进行循环。循环间隙，电量计处于低功耗状态。

#### 3.3 睡眠模式

当睡眠条件得到满足时，电量计进入睡眠模式并定期唤醒，以降低功耗。如果满足任何退出睡眠的条件，电量计就会返回到正常模式。

状态	条件	动作
启用	$ \text{Current}()  \leq \text{Sleep Current}$	电量计进入睡眠模式。
退出	$ \text{Current}()  > \text{Sleep Current}$	返回到正常模式

睡眠的配置选项在以下数据闪存中。

类别	子类	名称	类型	最小	最大	默认	单位	说明
电源	睡眠	睡眠电流	I2	0	32767	15	mA	进入睡眠模式的 $ \text{Current}() $ 阈值
电源	睡眠	电压时间	U1	1	20	5	s	睡眠模式下的电压采样周期

## 4. 电池电量

### 4.1 电量计模式

电量计模式与电池电流大小与方向强相关，相应模式跳转流程如下图。

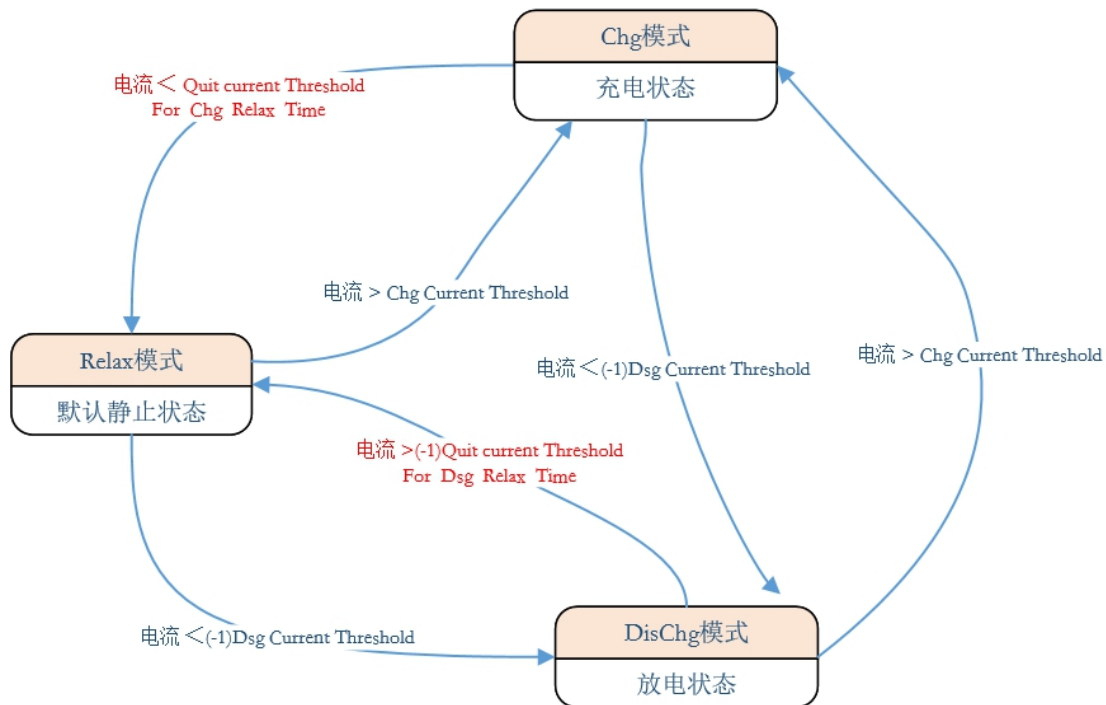


图 1 电量计的操作模式

如上图，默认状态，BMS 处于 Relax 模式，当电流 $>$  Chg Current Threshold 时，跳转进入 Chg 模式；当电流 $<(-1)$ Dsg Current Threshold,跳转进入 DisChg 模式；当 BMS 处于 Chg 模式时，如果监测到电流 $<(-1)$ Dsg Current Threshold, 立即跳转进入 DisChg 模式；当 BMS 处于 DisChg 模式时，如果监测到电流 $>$  Chg Current Threshold, 立即跳转进入 Chg 模式；

模式跳转特殊之处在于 DisChg 模式或者 Chg 模式跳转回 Relax 模式时，除了需满足电流大小条件外，还需要满足持续时间条件才允许跳转回 Relax 模式。

图中提到的电量计模式配置选项在 DataMemory 区域中具体描述如下。

范围	寄存器名称	读写属性	字节	类型	默认值	单位	描述
电池状态	Dsg Current Threshold	RW	2	int16	60	mA	进入放电状态阈值
	Chg Current Threshold	RW	2	int16	75	mA	进入充电状态阈值
	Quit current Threshold	RW	2	int16	40	mA	进入静止状态阈值
	Dsg Relax Time	RW	1	uint8	60	s	放电到静止持续时间
	Chg Relax Time	RW	1	uint8	60	s	充电到静止持续时间



模式跳转时序举例如下：

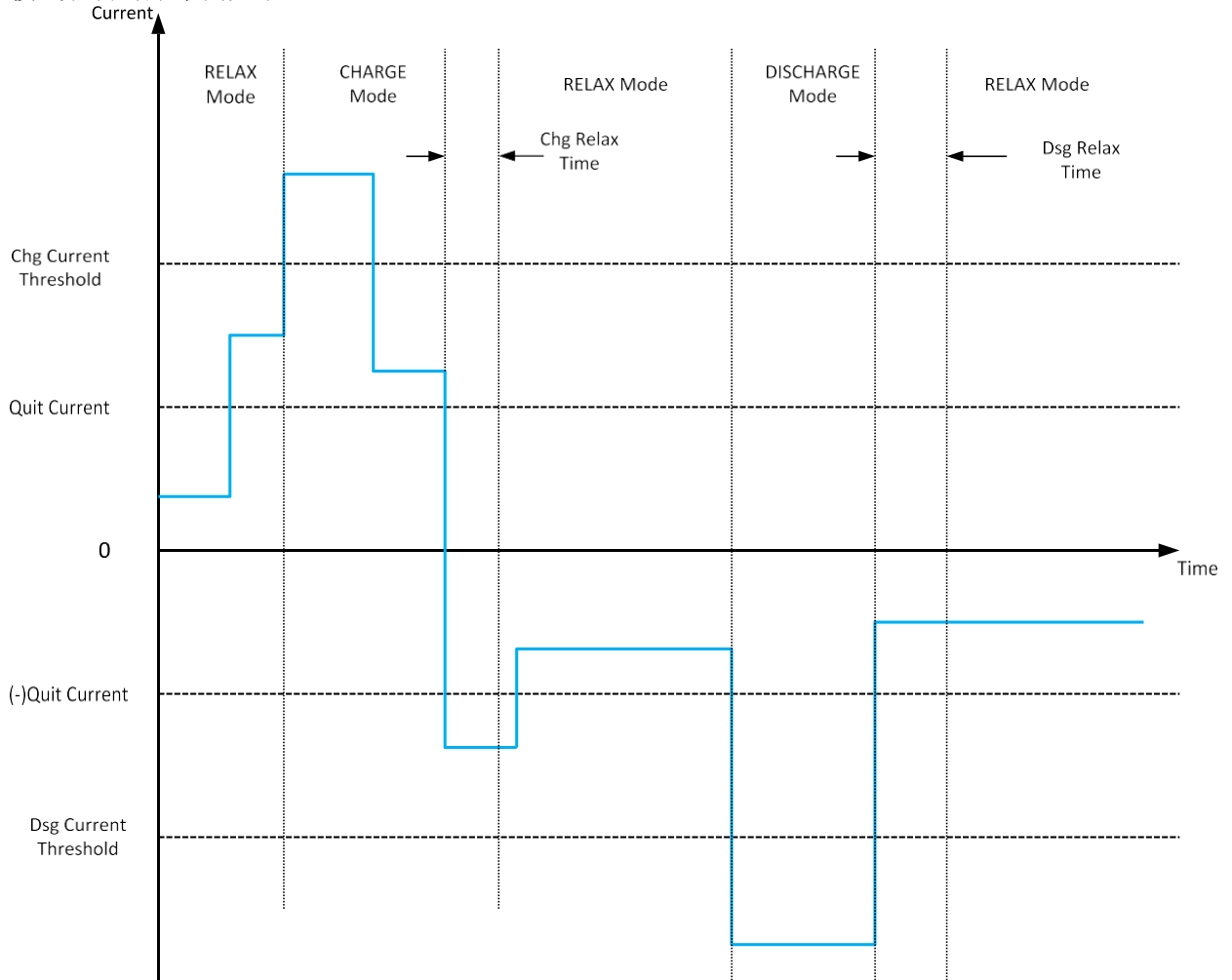
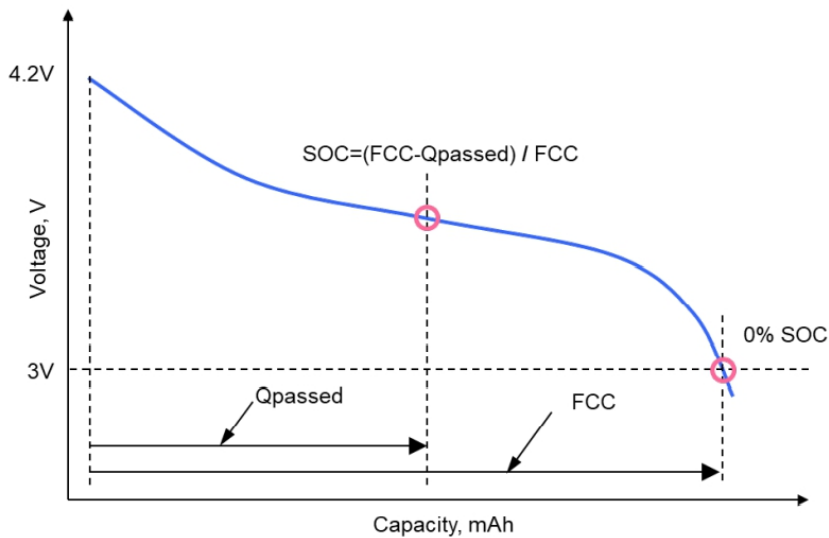


图 2 电量计操作模式示例

## 4.2 电量估算

估算锂离子电池的剩余可用电量需要实时采集电池的电流、电压、温度等参数。通过电量计电池模型，考虑温度、老化和不同负载条件，实时估算出电池不同状态下的剩余电量。主要方法如下：



库仑是电荷量的单位，所以在放电过程中，库仑计数器通过对电池电流积分可得累计放出电量  $Q_{passed}$ ，即：

$$Q_{passed} = \int i dt$$

则剩余电荷量 RM 为：

$$RM = FCC - Q_{passed} = FCC - \int i dt$$

电池电量百分比 SOC 为：

$$SOC = \frac{RM}{FCC} * 100\%$$

如上公式可知，通过库仑计电流累积存在测量误差累积等弱点，衍生出综合考虑电池电压、OCV、阻抗、温度、电池老化等多维度模型参数校准的方式，更换电芯时需要同步更新相应参数，用户可按要求对电芯进行简单充放电测试，导入芯海科技提供的 APG 工具进行电芯参数文件生成获取。

### 4.3 电量计参数适配APG

如上节所述，更换一款新电芯时需要按指定步骤对电芯进行充放电参数学习，以便更好的自动获取电池参数，主要充放电学习步骤如下：

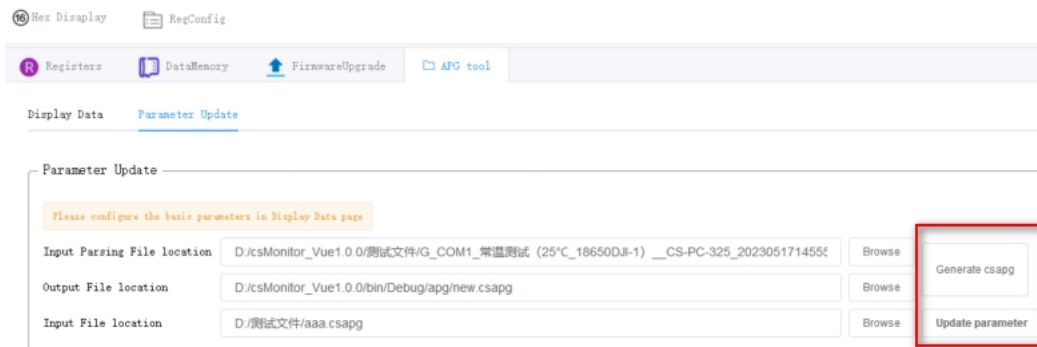
对用户来说，原则应该设计尽量简单的电芯数据的采集过程，取不同倍率充放电采集过程举例如下(以某款 5Ah 电芯为例，括号内备注根据实际情况进行调整)：

- 1.恒流恒压充电， 0.5C (2.5A) 充电电流， 充电截止电压 (4.5V) 满充截止电流(0.2A)；
- 2.静置 60min；
- 3.恒流 0.5C (2.5A) 放电， 放出设计容量的 1/2 (2.5Ah)；
- 4.静置 20min；
- 5.恒流 0.5C (2.5A) 放电到截止电压 (3.0V) ；
- 6.静置 60min；
- 7.恒流恒压充电， 0.2C (1A) 充电电流， 充电截止电压 (4.5V) ， 满充截止电流(0.2A)；
- 8.静置 60min；
- 9.恒流放电， 0.2C (1A) 放电电流， 放电截止电压 (3.0V) ；

如上步骤测试，同步全程记录时间、电池电压、电池电流、电池温度等数据，保存的数据格式如下图所示：

	A	B	C	D
1	reg_time	Voltage	Current	Temp
2	0	4365.8	0	25
3	1	4366.4	0	25
4	2	4366.4	0	25
5	3	4366.4	0	25
6	4	4366.4	0	25
7	5	4366.4	0	25
8	6	4366.4	0	25
9	7	4366.4	0	25
10	8	4366.4	0	25
11	9	4366.4	0	25
12	10	4366.4	0	24.9
13	11	4366.4	0	24.8
14	12	4366.4	0	24.8
15	13	4365.8	0	24.8
16	15	4366.4	0	24.7
17	16	4366.4	0	24.7
18	17	4366.4	0	24.8

通过参数适配工具 APG 自动生成参数文件如下，参数配置文件自动生成完成后可下载到芯片内或者单独生成可烧录 bin 文件，具体 APG 使用方法详见相关说明文档：



## 5. 电量计安全

### 5.1 描述

为了电池安全和信息安全，电量计设有三层安全模式：SEALED(加锁),UNSEALED(解锁), FULL ACCESS(全访问)。在不同安全模式下切换需要不同的安全密码。该电量计还支持与主机系统的 SHA-256 HMAC 认证。此外，生命周期数据受访问密钥的保护。

### 5.2 SHA-256认证

CBMX56X 使用 SHA-256 进行认证。

主机处理器系统生成 32 字节的随机数，以安全密钥作为 SHA-256 的密钥生成 HMAC 值。

#### 5.2.1 安全密钥.

安全密钥存储在 CBMX56X 的安全存储器中，出厂后只允许修改一次。

#### 5.2.2 认证流程

认证过程按以下描述的步骤：

1. 主机写入 0x00 到 0x3E。
2. 主机写入 0x00 到 0x3F。
3. 将 32 字节的随机数块，写入地址 0x40-0x5F。
4. 将校验和((1)、(2)和(3))写到地址 0x60。
5. 把长度 0x24 写到地址 0x61。
6. 在步骤(5)之后，电量计将使用 SHA-256 计算 HMAC。等待 200 毫秒。(60 毫秒是认证所需的时间，但会增加额外的余量)。
7. MACData()读取包含使用 SHA-256 计算的 HMAC 结果。
8. OperationStatusB()的[AUTH] = 1。

### 5.3 安全模式

出厂时，电量计处于 FULL ACCESS(全访问)模式。基于产品中电量计的数据安全，电量计应在出厂后，通过将 MAC SEALED(加锁)指令 0x0030 发送至电量计，设置为 SEALED(加锁)模式。在电量计被设为 SEALED(加锁)模式后，任何电量计复位都会导致电量计进入 SEALED(加锁)模式。关于如何返回到其他访问模式的说明，请参见以下章节。

对于安全模式的访问密钥，电量计出厂时是默认的。组装厂应使用 MAC 0x0035 将密钥改为其专有密钥。

#### 5.3.1 电量计三层安全模式的访问控制

不同安全模式下电量计的信息访问权限不同，FULL ACCESS mode 权限最大，UNSEALED mode 次之，SEALED mode 访问权限最小。

FULL ACCESS(全访问)模式下，所有 SBS 命令(Command)可以访问、所有 DataMemory 参数可以读写（可以导出导入 GG 文件）、CHEM ID 可以烧录、固件(FW) 可以烧录或导出。

UNSEALED(解锁)模式下，标准 SBS 命令(Command)可以访问、部分扩展命令(Extended Command)不能使用、Data Memory 参数可以读写（可以导出导入 csapg 文件）、CHEM ID 可以烧录、固件 (FW) 不能烧录或导出。

SEALED(加锁)模式下，标准 SBS 命令(Command)可以访问、部分扩展命令(Extended Command)不能使用、Data Memory 参数不能读写（不能导出导入 csapg 文件）、CHEM ID 不可以烧录、固件(FW) 不能烧录或导出。

#### 5.3.2 三层安全模式之间切换方法

电量计有一个密钥访问方案，用于在 SEALED(加锁)、UNSEALED(解锁)和 FULL ACCESS(全访问)模式之间转换。每次转换都需要通过 AltManufacturerAccess()命令向电量计发送一组独特的两个密钥。这

些密钥必须连续发送，并且不向 AltManufacturerAccess() 寄存器写入其他数据。Seal Device 命令指示电量计限制对寄存器、功能和数据闪存空间的访问，并设置 [SEC1][SEC0] 标志。在 SEALED(加锁)模式下，标准寄存器信息可以被访问。扩展的 MAC 命令功能和数据闪存不能访问。

### 5.3.2.1 从FULL ACCESS or UNSEALED 进入SEALED

发送 Seal Command 即可进入 SEALED mode。以 CBMX56X 为例，往 ManufacturerAccess() 发送 Seal Command 0x0030 即可让 CBMX56X 进入 SEALED(加锁)模式。通过检查 OperationStatus()[SEC1, SEC0] = 1,1. 可以判断电量计处于 SEALED(加锁)模式。

如果该电量计的固件曾经 SEALED(加锁)过，那么在 FULL ACCESS or UNSEALED 模式下发送复位命令或导出固件后都会使得电量计 SEALED(加锁)，自动进入 SEALED(加锁)模式。

### 5.3.2.2 从SEALED 进入UNSEALED

从 SEALED 进入 UNSEALED，实现电量计扩展对标准和扩展寄存器以及数据闪存空间的访问权限，并清除 [SEC1][SEC0] 标志。在 UNSEALED 模式下，所有的数据、标准和扩展寄存器以及 DF 都有读/写权限。UNSEALED(解锁)是一个两步命令，通过向 AltManufacturerAccess()(MAC) 写入 UNSEALED(解锁)密钥的第一个字，然后再向 AltManufacturerAccess() 写入 UNSEALED(解锁)密钥的第二个字来执行。在 FULL ACCESS(全访问)模式下，可以通过 MAC SecurityKey() 命令读取和修改 UNSEALED(解锁)密钥。要回到 SEALED(加锁)模式，要么需要硬件复位，要么需要通过 MAC Seal Device() 命令从 FULL ACCESS(全访问)或 UNSEALED(解锁)转到 SEALED(加锁)。

从 SEALED 进入 UNSEALED 需要往 ManufacturerAccess() 发送两个字的 UNSEAL KEY 密码。默认 UNSEAL KEY 第一个字是 0x1234，第二字是 0x5678。先发送第一个字，接着在 4 秒内发第二字，中间不能有其它命令读写电量计。通过检查旗标 OperationStatus()[SEC1, SEC0] = 1,0. 可以判断电量计处于 UNSEALED(解锁)模式。

### 5.3.2.3 从UNSEALED 进入FULL ACCESS

UNSEALED(解锁)到 FULL ACCESS(全访问)，实现电量计允许对所有标准和扩展寄存器以及数据闪存进行 FULL ACCESS(全访问)。电量计在出厂时就是 FULL ACCESS(全访问)模式。在 FULL ACCESS(全访问)模式下，UNSEALED(解锁)到 FULL ACCESS(全访问)的密钥可以通过 MAC 命令 SecurityKey() 读取和改变。使用 AltManufacturerAccess() 命令，将 FULL ACCESS(全访问)密钥的第一个 word 写入 AltManufacturerAccess()，然后将 FULL ACCESS(全访问)密钥的第二个 word 写入 AltManufacturerAccess()，即可从 UNSEALED(解锁)变为 FULL ACCESS(全访问)。

从 UNSEALED 进入 FULL ACCESS 需要往 ManufacturerAccess() 发送两个字的 FULL ACCESS KEY 密码。默认 FULL ACCESS KEY 第一个字是 0x1234，第二字是 0x5678。先发送第一个字，接着在 4 秒内发第二字，中间不能有其它命令读写电量计。通过检查旗标 OperationStatus()[SEC1, SEC0] = 0,1. 可以判断电量计处于 FULL ACCESS(全访问)模式。

### 5.3.3 如何读取安全密码

对于 CBMX56X 等电量计，其安全密码可以直接在 CSmonitor>> DataMemory >> SafteyConfig 里读取和修改。

在 UNSEALED(解锁)模式下用 ManufacturerAccess() 0x0035 命令读取安全密码(Security Keys)。

### 5.3.4 如何修改安全密码

在 UNSEALED(解锁)模式下用 ManufacturerAccess() 0x0035 命令修改安全密码(Security Keys)。下面举例把 CBMX56X 默认 UNSEAL KEY 密码 0x1234, 0x5678 修改为 0x0414, 0x3672，保留 FULL ACCESS KEY (默认 0x1234, 0x5678) 不变。

## 6. 通信命令

### 6.1 通用寄存器列表

CBMX56X 提供一套标准 IIC 通信协议命令，用户可以按照协议说明设置和获取相应寄存器的值。数据采用小端模式存储，低地址存低字节数据。

名称	地址 (LSB/MSB)	属性	说明
ManufacturerAccess()	0x00/0x01	R/W	Command命令接口
AtRate()	0x02/0x03	R/W	设定的计算倍率
AtRateTimeToEmpty()	0x04/0x05	R/W	设定倍率放空时间
Temperature()	0x06/0x07	R	NTC温度，单位0.1K
Voltage()	0x08/0x09	R	电压，单位mV
BatteryStatus()	0x0A/0x0B	R	电池状态
Current()	0x0C/0x0D	R	电流，单位mA
RemainingCapacity()	0x10/0x11	R	剩余容量
FullChargeCapacity()	0x12/0x13	R	满充容量
AverageCurrent()	0x14/0x15	R	平均电流
AverageTimeToEmpty()	0x16/0x17	R	平均电池放空时间
AverageTimeToFull()	0x18/0x19	R	平均电池满充时间
AveragePower()	0x22/0x23	R	平均功率，单位mW
InternalTemperature()	0x28/0x29	R	芯片内部温度，单位0.1K
CycleCount()	0x2A/0x2B	R	循环次数
RelativeStateOfCharge()	0x2C/0x2D	R	容量百分比
StateOfHealth()	0x2E/0x2F	R	健康状态
ChargingVoltage()	0x30/0x31	R	充电电压
ChargingCurrent()	0x32/0x33	R	充电电流
TerminateVoltage()	0x34/0x35	R/W	放电截止电压
TimeStampUpper()	0x36/0x37	R	时间戳高16bit
TimeStampLower()	0x38/0x39	R	时间戳低16bit
DesignCapacity()	0x3C/0x3D	R	设计容量
AltManufacturerAccess()	0x3E/0x3F		Command命令接口
MACData()	0x40/0x5F	R/W	Command数据接口
MACDataSum()	0x60	R/W	Command数据校验位
MACDataLen()	0x61	R/W	Command数据长度
VoltHiSetThreshold()	0x62/0x63	R/W	电压过高报警触发值
VoltHiClearThreshold()	0x64/0x65	R/W	电压过高报警清除值
VoltLoSetThreshold()	0x66/0x67	R/W	电压过低报警触发值
VoltLoClearThreshold()	0x68/0x69	R/W	电压过低报警清除值
TempHiSetThreshold()	0x6A	R/W	温度过高报警触发值
TempHiClearThreshold()	0x6B	R/W	温度过高报警清除值
TempLoSetThreshold()	0x6C	R/W	温度过低报警触发值
TempLoClearThreshold()	0x6D	R/W	温度过低报警清除值
InterruptStatus()	0x6E	R	中断状态



**6.1.1 0x00/01 ManufacturerAccess()**

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
RSVD	FAS	SS	RSVD	RSVD	RSVD	Check Sum Valid	RSVD
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD

Bits	描述	
Bit14-13	FAS SS	0, 0 = Full Access 0, 1 = Reserved 1, 0 = Unsealed 1, 1 = Sealed
Bit9	Check Sum Valid	0 = Flash 写禁止 1 = Flash 写使能

**6.1.2 0x0A/0B BatteryStatus**

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RCA	RSVD
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
INIT	DSG	FC	FD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD

Bits	描述	
Bit9	RCA	Remaining Capacity Alarm 0 = 无告警 1 = 有告警
Bit7	INIT	0 = 初始化完成 1 = 初始化未完成
Bit6	DSG	0 = 电池充电状态 1 = 电池放电状态
Bit5	FC	0 = 电池未满充 1 = 电池满充
Bit4	FD	0 = 电池未放干 1 = 电池放干

**6.1.3 0x6E InterruptStatus**

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
RSVD	RSVD	RSVD	SOC_DELTA	TEMP_LO	TEMP_HI	VOLT_LO	VOLT_HI

Bits	描述	
Bit4	SOC_DELTA	0 = 无中断 1 = 中断置位
Bit3	TEMP_LO	0 = 无中断 1 = 低温中断置位
Bit2	TEMP_HI	0 = 无中断 1 = 过温中断置位
Bit1	VOLT_LO	0 = 无中断 1 = 欠压中断置位
Bit0	VOLT_HI	0 = 无中断 1 = 过压中断置位

## 6.2 Command id列表

Command id	描述	属性	说明
0x0001	DeviceType	R	
0x0002	FirmwareVersion	R	
0x0003	HardwareVersion	R	
0x0006	ChemID	R	
0x0008	StaticChemDFSignature	R	
0x0009	AllDFSignature	R	
0x0012	Reset	W	
0x0021	Gauging (IT Enable)	W	
0x0023	LifetimeDataCollection	W	
0x0028	LifetimeDataReset	W	
0x002D	CalibrationMode	W	
0x002E	LifetimeDataFlush	W	
0x0030	SealDevice	W	
0x0035	SecurityKeys	R/W	
0x0041	Reset	W	
0x0044	SetDeepSleep	W	
0x0045	ClearDeepSleep	W	
0x004A	Device Name	R/W	
0x004B	Device Chem	R/W	
0x004C	Manufacturer Name	R/W	
0x004D	Manufacture Date	R/W	
0x004E	Serial Number	R/W	
0x0054	OperationStatus	R	
0x0055	ChargingStatus	R	
0x0056	GaugingStatus	R	
0x0057	ManufacturingStatus	R	
0x0070	ManufacturerInfo	R/W	
0x0071	DAStatus1	R	
0x0072	DAStatus2	R	
0x0073	ITStatus1	R	
0x0074	ITStatus2	R	
0x0075	ITStatus3	R	
0x0077	FCC_SOH	R	
0x0078	Filtered Capacity	R	
0x007A	ManufacturerInfoB	R/W	
0x007B	ManufacturerInfoC	R/W	
0x00B0	ChargingVoltageOverride	R/W	
0x01yy	DFAccessRowAddress	R/W	
0x0F00	ROMMode	W	
0xF080	ExitCalibrationOutput	R/W	
0xF081	OutputCCandADCforCalibration	R/W	



**6.2.1 0x0001 DeviceType**

使用条件	描述
0x0001写入AltManufacturerAccess	从MACData()获取 DeviceType

**6.2.2 0x0002 FirmwareVersion**

使用条件	描述
0x0002写入AltManufacturerAccess	从MACData()获取 FirmwareVersion

**6.2.3 0x0003 HardwareVersion**

使用条件	描述
0x0003写入AltManufacturerAccess	从MACData()获取 HardwareVersion

**6.2.4 0x0006 ChemID**

使用条件	描述
0x0006写入AltManufacturerAccess	从MACData()获取 ChemID

**6.2.5 0x0012 Device Reset**

使用条件	描述
0x0012写入AltManufacturerAccess	复位芯片

**6.2.6 0x0021 Gauging**

使用条件	描述
0x0021写入 AltManufacturerAccess	ManufacturingStatus[GAUGE_EN] = 0 未使能电量计 ManufacturingStatus[GAUGE_EN] = 1 使能电量计

**6.2.7 0x0023 Lifetime Data Collection**

使用条件	描述
0x0023写入 AltManufacturerAccess	ManufacturingStatus[LF_EN] = 0 未使能 ManufacturingStatus[LF_EN] = 1 使能生命周期数据收集

**6.2.8 0x0028 Lifetime Data Reset**

使用条件	描述
0x0028写入 AltManufacturerAccess	清空flash中的生命周期参数

**6.2.9 0x002D CALIBRATION Mode**

使用条件	描述
0x002D写入 AltManufacturerAccess	ManufacturingStatus[CAL_EN] = 0 未使能校准 ManufacturingStatus[CAL_EN] = 1 使能校准, 使能后 0xF081 再写入AltManufacturerAccess(), 可以从MACData获取电压 电流值

**6.2.10 0x002E Lifetime Data Flush**

使用条件	描述
0x002E写入 AltManufacturerAccess	将ram中的生命周期参数写入flash中保存

**6.2.11 0x0030 Seal Device**

使用条件	描述
OperationStatusA()[SEC1,SEC0] = 0,1 or 1,0时 0x0030写入 AltManufacturerAccess	OperationStatusA()[SEC1,SEC0] = 1,1 处于Sealed状态

### 6.2.12 0x0035 Security Keys

用于读取和更改 Unseal, Full Access 密钥, 0x0035 写入 AltManufacturerAccess, 可以从 MACData() 获取 Security Keys。

### 6.2.13 0x0037 Authentication Key

使用条件	描述
OperationStatusA()[SEC1,SEC0] = 0,1时 0x0037写入 AltManufacturerAccess 新密钥写入 MACData()	更改Authentication Key

### 6.2.14 0x0041 Device Reset

使用条件	描述
0x0041写入 AltManufacturerAccess	复位芯片

### 6.2.15 0x004A Device Name

使用条件	描述
0x004A写入 AltManufacturerAccess	从MACData()获取 Device Name

### 6.2.16 0x004B Device Chem

使用条件	描述
0x004B写入 AltManufacturerAccess	从MACData()获取 Device Chem

### 6.2.17 0x004C Manufacturer Name

使用条件	描述
0x004C写入 AltManufacturerAccess	从MACData()获取 Device Chem

### 6.2.18 0x004D Manufacture Date

使用条件	描述
0x004D写入 AltManufacturerAccess	从MACData()获取生产日期

### 6.2.19 0x004E Serial Number

使用条件	描述
0x004E写入 AltManufacturerAccess	从MACData()获取pack Serial Number

### 6.2.20 0x0054 OperationStatus

使用条件	描述
0x0054写入 AltManufacturerAccess	从MACData()获取OperationStatusA() 两个字节

OperationStatusA()说明

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
SLEEP	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	SEC1	SEC0
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
RSVD	DP_SLP	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD

Bits	描述	
Bit15	SLEEP	0 = 非SLEEP模式 1 = SLEEP模式
Bit9 8	SEC1 SEC0	0 0 = 保留 0 1 = Full Access 1 0 = Unsealed 1 1 = Sealed

Bits	描述	
Bit6	DP_SLP	0 = 非DEEP SLEEP模式 1 = DEEP SLEEP模式

### 6.2.21 0x0056 GaugingStatus

使用条件	描述
0x0056写入 AltManufacturerAccess	从MACData()获取GaugingStatus

GaugingStatus 说明

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
RSVD	DSG	RSVD	RSVD	TC	TD	FC	FD

Bits	描述	
Bit6	DSG	0 = 充电状态 1 = 非充电状态
Bit3	TC	0 = 其他 1 = 暂停充电状态
Bit2	TD	0 = 其他 1 = 暂停放电状态
Bit1	FC	0 = 非满充状态 1 = 电池满充状态
Bit0	FD	0 = 非满放状态 1 = 电池满放状态

### 6.2.22 0x0057 ManufacturingStatus

使用条件	描述
0x0057写入 AltManufacturerAccess	从MACData()获取ManufacturingStatus()

ManufacturingStatus() 说明

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
CAL_EN	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
RSVD	RSVD	LF_EN	RSVD	GAUGE_EN	RSVD	RSVD	RSVD

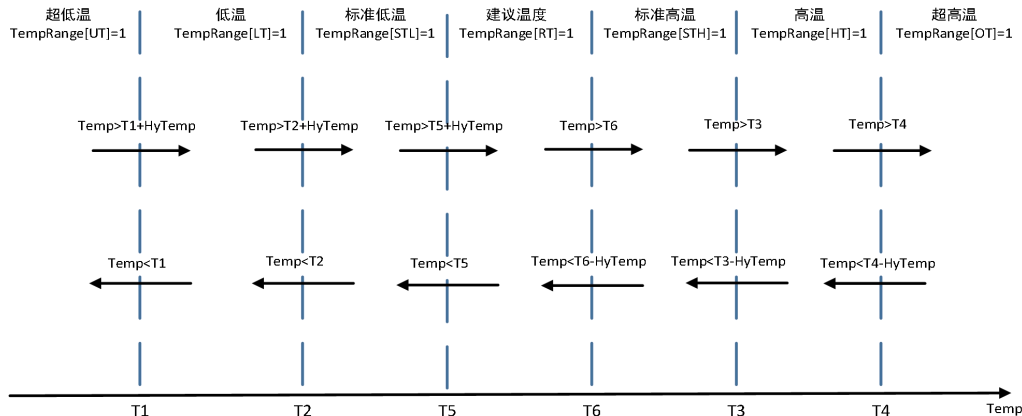
Bits	描述	
Bit15	CAL_EN	0 = 校准未使能 1 = 校准使能
Bit5	LF_EN	0 = 未使能 1 = 生命周期数据采集使能
Bit3	GAUGE_EN	0 = 未使能 1 = 电量计使能

## 7. 高级充电算法

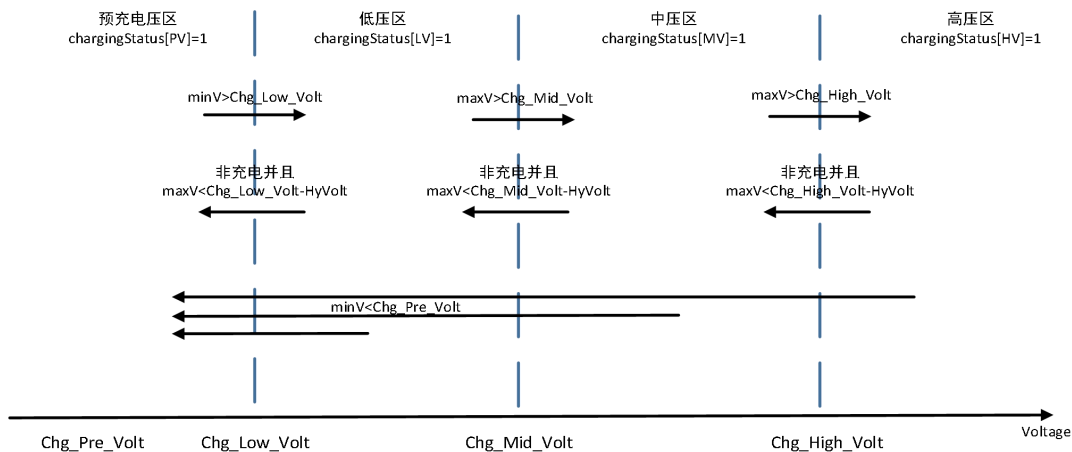
### 7.1 简介

CBMX56X 产品支持 JEITA 充电协议，可以根据划分的充电温度和电压，输出建议的充电电流值 `chargingCurrent` 和充电电压值 `chargingVoltage` 以及满充标志位 `FC`。其中充电温度划分为 6 个温度点 7 个温度区域。充电电压划分为 4 个电压点，4 个电压区域。

### 7.2 充电温度范围



### 7.3 充电电压范围



### 7.4 充电电流

充电电流的大小和温度范围以及电压范围有关。具体充电电流策略如下表，其中优先级自上向下：

温度范围	电压范围	执行动作
UT or OT	Any	ChargingCurrent=0
Any	PV	ChargingCurrent=Chg_Pre_I
LT	LV	ChargingCurrent=Chg_LTLV_I
	MV	ChargingCurrent=Chg_LTMV_I
	HV	ChargingCurrent=Chg_LTHV_I
STL	LV	ChargingCurrent=Chg_STLLV_I
	MV	ChargingCurrent=Chg_STLMV_I
	HV	ChargingCurrent=Chg_STLHV_I

温度范围	电压范围	执行动作
STH	LV	ChargingCurrent=Chg_STHLV_I
	MV	ChargingCurrent=Chg_STHMV_I
	HV	ChargingCurrent=Chg_STHHV_I
RT	LV	ChargingCurrent=Chg_RTLV_I
	MV	ChargingCurrent=Chg_RTMV_I
	HV	ChargingCurrent=Chg_RTHV_I
HT	LV	ChargingCurrent=Chg_HTLV_I
	MV	ChargingCurrent=Chg_HTMV_I
	HV	ChargingCurrent=Chg_HTHV_I

## 7.5 充电电压

充电电压的大小和温度范围有关。具体充电电压策略如下表，其中优先级自上向下：

温度范围	执行动作
UT or OT	ChargingVoltage=0
LT	ChargingVoltage=Chg_LT_ChgVolt
STL	ChargingVoltage=Chg_STL_ChgVolt
STH	ChargingVoltage=Chg_STH_ChgVolt
RT	ChargingVoltage=Chg_RT_ChgVolt
HT	ChargingVoltage=Chg_HT_ChgVolt

## 7.6 正常充电截止

正常充电满充后截止的判断方法，要求满足以下条件：

条件	执行动作
连续两个40s分别满足以下四个条件	BatteryStatus[FC]=1
1、充电状态	
2、(Voltage+Chg_Term_Voltage)>=充电电压	
3、累积充电容量大于1500mAs	
4、电流均值小于Chg_Term_Taper_Current	BatteryStatus[FC]=0
非充电状态	

## 7.7 配置寄存器

TempRange 寄存器：

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
RSVD	OT	HT	STH	RT	STL	LT	UT

**OT(Bit6):**超高温区间状态

1 = 是

0 = 否

**HT(Bit5):**高温区间状态

1 = 是

0 = 否

**STH(Bit4):**标准高温区间状态

1 = 是

0 = 否

**RT(Bit3):**推荐温度区间状态

1 = 是

0 = 否

**STL(Bit2):**标准低温区间状态

1 = 是

0 = 否

**LT(Bit1):**低温区间状态

1 = 是

0 = 否

**UT(Bit0):**超低温区间状态

1 = 是

0 = 否

BatteryStatus 寄存器:

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
OCA	TCA	RSVD	OTA	TDA	RSVD	RCA	RTA
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
INIT	DSG	FC	FD	IDLE	RSVD	RSVD	RSVD

**OCA(Bit15):**充电完成

1 = 是

0 = 否

**TCA(Bit14):**终止充电报警

1 = 是

0 = 否

**OTA(Bit12):**过温报警

1 = 是

0 = 否

**TDA(Bit11):**终止放电报警

1 = 是

0 = 否

**RCA(Bit9):**剩余容量报警

1 = 是

0 = 否

**RTA(Bit8):**剩余时间报警

1 = 是

0 = 否

**INIT(Bit7):**电芯初始化状态

1 = 是

0 = 否

**DSG(Bit6):**电芯放电状态

1 = 是

0 = 否

**FC(Bit5):**电芯充满状态

1 = 是

0 = 否

**FD(Bit4):**电量耗尽状态

1 = 是

0 = 否

**IDLE(Bit3):**电芯空闲状态

1 = 是

0 = 否

ChargingStatus 寄存器:

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
RSVD	RSVD	FST_CHG	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
RSVD	RSVD	VCT	RSVD	HV	MV	LV	PV

**FST\_CHG(Bit13):**快充模式

1 = 是

0 = 否

**VCT(Bit5):**充电终止

1 = 是

0 = 否

**HV(Bit3):**高电压区间

1 = 是

0 = 否

**MV(Bit2):**中电压区间

1 = 是

0 = 否

**LV(Bit1):**低电压区间

1 = 是

0 = 否

**PV(Bit0):**预充电电压区间

1 = 是

0 = 否

## 7.8 配置参数值

范围	寄存器名称	读写属性	字节数	类型	默认值	单位	描述
电池状态	Dsg Current Threshold	RW	2	int16	60	mA	进入放电状态阈值
	Chg Current Threshold	RW	2	int16	75	mA	进入充电状态阈值
不同温度充电电压	Chg_LT_ChgVolt	RW	2	uint16	4400	mV	低温充电电压
	Chg_STL_ChgVolt	RW	2	uint16	4400	mV	标准低温充电电压
	Chg_RT_ChgVolt	RW	2	uint16	4400	mV	推荐温度充电电压
	Chg_STH_ChgVolt	RW	2	uint16	4400	mV	标准高温充电电压
	Chg_HT_ChgVolt	RW	2	uint16	4100	mV	高温充电电压
电池温度	Chg_T1_Temperature	RW	2	uint16	0	0.1degC	T1温度点
	Chg_T2_Temperature	RW	2	uint16	120	0.1degC	T2温度点
	Chg_T5_Temperature	RW	2	uint16	200	0.1degC	T5温度点
	Chg_T6_Temperature	RW	2	uint16	250	0.1degC	T6温度点
	Chg_T3_Temperature	RW	2	uint16	300	0.1degC	T3温度点
	Chg_T4_Temperature	RW	2	uint16	550	0.1degC	T4温度点
	Hysteresis_Temperature	RW	2	uint16	10	0.1degC	迟滞温度
电池电压阈值	Chg_Pre_Volt	RW	2	uint16	2500	mV	预充电电压点
	Chg_Low_Volt	RW	2	uint16	2900	mV	低电压点
	Chg_Mid_Volt	RW	2	uint16	3600	mV	中电压点
	Chg_High_Volt	RW	2	uint16	4000	mV	高电压点
	Hysteresis_Volt	RW	2	uint16	0	mV	迟滞电压
不同温度和电压的充电电流	Chg_LTLV_I	RW	2	uint16	132	mA	低温低压充电电流
	Chg_LTMV_I	RW	2	uint16	352	mA	低温中压充电电流
	Chg_LTHV_I	RW	2	uint16	264	mA	低温高压充电电流
	Chg_STLLV_I	RW	2	uint16	1980	mA	标准低温低压充电

范围	寄存器名称	读写属性	字节数	类型	默认值	单位	描述
							电流
	Chg_STLMV_I	RW	2	uint16	4004	mA	标准低温中压充电电流
	Chg_STLHV_I	RW	2	uint16	2992	mA	标准低温高压充电电流
	Chg_RTLV_I	RW	2	uint16	2508	mA	推荐温度低压充电电流
	Chg_RTMV_I	RW	2	uint16	4488	mA	推荐温度中压充电电流
	Chg_RTHV_I	RW	2	uint16	3520	mA	推荐温度高压充电电流
	Chg_STHLV_I	RW	2	uint16	1980	mA	标准高温低压充电电流
	Chg_STH MV_I	RW	2	uint16	4004	mA	标准高温中压充电电流
	Chg_STHHV_I	RW	2	uint16	2992	mA	标准高温高压充电电流
	Chg_HTLV_I	RW	2	uint16	1012	mA	高温低压充电电流
	Chg_HTMV_I	RW	2	uint16	1980	mA	高温中压充电电流
	Chg_HTHV_I	RW	2	uint16	1496	mA	高压充电电流
	Chg_Pre_I	RW	2	uint16	88	mA	预充电流
充电截止 阈值	Chg_Term_Taper_Current	RW	2	int16	250	mA	充电末端渐变小电流
	Chg_Term_Voltage	RW	2	int16	75	mV	充电末端电压超出值



## 8. 免责声明和版权公告



芯海科技  
CHIPSEA

股票代码:688595

### 免责声明和版权公告

本文档中的信息，包括供参考的 URL 地址，如有变更，恕不另行通知。

本文档可能引用了第三方的信息，所有引用的信息均为“按现状”提供，芯海科技不对信息的准确性、真实性做任何保证。

芯海科技不对本文档的内容做任何保证，包括内容的适销性、是否适用于特定用途，也不提供任何其他芯海科技提案、规格书或样品在他处提到的任何保证。

芯海科技不对本文档是否侵犯第三方权利做任何保证，也不对使用本文档内信息导致的任何侵犯知识产权的行为负责。本文档在此未以禁止反言或其他方式授予任何知识产权许可，不管是明示许可还是暗示许可。

文档中提到的所有商标名称、商标和注册商标均属其各自所有者的财产，特此声明。

版权归 © 2023 芯海科技（深圳）股份有限公司，保留所有权利。