

BQ27220

Technical Reference Manual



Literature Number: ZHCUAN8A
APRIL 2016 - REVISED NOVEMBER 2022



使用前必读.....	9
1.1 关于本手册.....	9
1.2 本文档中使用的格式约定 :	9
1.3 德州仪器 (TI) 相关文档.....	9
1.4 商标.....	9
1 总体描述	11
1.1 Gas Gauging.....	11
1.1.1 CEDV 电量监测操作概述.....	12
1.1.2 主要电量监测计寄存器.....	12
1.1.3 容量学习 (FCC 更新) 和合格的放电.....	13
1.1.4 放电结束阈值和容量校正.....	13
1.1.5 EDV 放电率和温度补偿.....	14
1.1.6 EDV Age Factor.....	15
1.1.7 自放电.....	15
1.1.8 电池电子负载补偿.....	15
1.1.9 CEDV 配置.....	15
1.1.10 器件复位时的初始电池容量.....	16
1.1.11 电量监测计工作模式.....	16
1.1.12 Qmax.....	17
1.1.13 CEDV 平滑处理.....	17
2 标准数据命令	19
2.1 标准命令.....	19
2.2 Control()/CONTROL_STATUS() : 0x00 和 0x01.....	20
2.2.1 CONTROL_STATUS : 0x0000.....	21
2.2.2 DEVICE_NUMBER : 0x0001.....	21
2.2.3 FW_VERSION : 0x0002.....	21
2.2.4 HW_VERSION : 0x0003.....	22
2.2.5 BOARD_OFFSET : 0x0009.....	22
2.2.6 CC_OFFSET : 0x000A.....	22
2.2.7 CC_OFFSET_SAVE : 0x000B.....	22
2.2.8 OCV_CMD : 0x000C.....	22
2.2.9 BAT_INSERT : 0x000D.....	22
2.2.10 BAT_REMOVE : 0x000E.....	22
2.2.11 SET_SNOOZE : 0x0013.....	22
2.2.12 CLEAR_SNOOZE : 0x0014.....	22
2.2.13 SET_PROFILE_1/2/3/4/5/6 : 0x0015 - 0x001A.....	22
2.2.14 CAL_TOGGLE : 0x002D.....	22
2.2.15 SEALED : 0x0030.....	23
2.2.16 RESET : 0x0041.....	23
2.2.17 OPERATION_STATUS : 0x0054.....	23
2.2.18 GaugingStatus : 0x0056.....	23
2.2.19 EXIT_CAL : 0x0080.....	23
2.2.20 ENTER_CAL : 0x0081.....	23
2.2.21 ENTER_CFG_UPDATE : 0x0090.....	23
2.2.22 EXIT_CFG_UPDATE_REINIT : 0x0091.....	24
2.2.23 EXIT_CFG_UPDATE : 0x0092.....	24
2.2.24 ENTER_ROM : 0x0F00.....	24
2.3 AtRate() : 0x02 和 0x03.....	24

2.4 AtRateTimeToEmpty() : 0x04 和 0x05.....	24
2.5 Temperature() : 0x06 和 0x07.....	24
2.6 Voltage() : 0x08 和 0x09.....	24
2.7 BatteryStatus() : 0x0A 和 0x0B.....	24
2.8 Current() : 0x0C 和 0x0D.....	25
2.9 RemainingCapacity() : 0x10 和 0x11.....	25
2.10 FullChargeCapacity() : 0x12 和 0x13.....	25
2.11 TimeToEmpty() : 0x16 和 0x17.....	25
2.12 TimeToFull() : 0x18 和 0x19.....	25
2.13 StandbyCurrent() : 0x1A 和 0x1B.....	25
2.14 StandbyTimeToEmpty() : 0x1C 和 0x1D.....	26
2.15 MaxLoadCurrent() : 0x1E 和 0x1F.....	26
2.16 MaxLoadTimeToEmpty() : 0x20 和 0x21.....	26
2.17 RawCoulombCount() : 0x22 和 0x23.....	26
2.18 AveragePower() : 0x24 和 0x25.....	26
2.19 InternalTemperature() : 0x28 和 0x29.....	26
2.20 CycleCount() : 0x2A 和 0x2B.....	26
2.21 StateOfCharge() : 0x2C 和 0x2D.....	26
2.22 StateOfHealth() : 0x2E 和 0x2F.....	26
2.23 ChargingVoltage() : 0x30 和 0x31.....	26
2.24 ChargingCurrent() : 0x32 和 0x33.....	26
2.25 BTPDischargeSet() : 0x34 和 0x35.....	27
2.26 BTPChargeSet() : 0x36 和 0x37.....	27
2.27 OperationStatus() : 0x3A 和 0x3B.....	27
2.28 DesignCapacity() : 0x3C 和 0x3D.....	27
2.29 MACData() : 0x40 至 0x5F.....	27
2.30 MACDataSum() : 0x60.....	27
2.31 MACDataLen() : 0x61.....	27
2.32 AnalogCount() : 0x79.....	28
2.33 RawCurrent() : 0x7A 和 0x7B.....	28
2.34 RawVoltage() : 0x7C 和 0x7D.....	28
3 数据存储器接口.....	29
3.1 访问数据存储器.....	29
3.2 器件访问模式.....	29
3.3 密封和解封数据存储器访问.....	29
3.4 数据存储器汇总.....	29
4 功能说明.....	47
4.1 器件配置.....	47
4.1.1 CEDV Smoothing Config 寄存器.....	47
4.1.2 操作配置 A (Operation Config A) 寄存器.....	47
4.1.3 操作配置 B (Operation Config B) 寄存器.....	48
4.2 外部引脚功能.....	48
4.2.1 引脚功能代码 (PFC) 说明.....	48
4.2.2 使用 BIN/TOUT 引脚进行电池存在性检测.....	49
4.2.3 SOC_INT 引脚行为.....	49
4.2.4 使用 BAT_GD 引脚进行电源路径控制.....	50
4.2.5 电池跳变点 (BTP) 中断.....	50
4.2.6 唤醒比较器.....	51
4.2.7 自动校准.....	51
4.3 温度测量.....	51
4.3.1 过热指示.....	51
4.4 充电和充电终止指示.....	52
4.4.1 检测充电终止.....	52
4.4.2 充电禁止.....	52
4.5 功率模式.....	52
4.5.1 NORMAL 模式.....	53

4.5.2 SLEEP 模式.....	53
4.6 CONFIG UPDATE 模式.....	54
4.7 BAT INSERT CHECK 模式.....	54
4.8 应用特定信息.....	54
4.8.1 电池曲线存储和选择.....	54
4.8.2 第一次 OCV 测量.....	54
4.9 附加数据存储参数说明.....	55
4.9.1 校准.....	55
4.9.2 Coulomb Counter Offset.....	55
4.9.3 Board Offset.....	55
4.9.4 Int Temp Offset.....	55
4.9.5 Ext Temp Offset.....	55
4.9.6 电池包 VOffset.....	55
4.9.7 内部温度模型.....	55
4.9.8 Ext a Coef 和 Ext b Coef.....	55
4.9.9 滤波器.....	56
4.9.10 Deadband.....	56
4.9.11 CC Deadband.....	56
4.9.12 SOC 标志配置 A (SOC Flag Config A) 寄存器.....	56
4.9.13 SOC 标志配置 B (SOC Flag Config B) 寄存器.....	57
4.9.14 CEDV Gauging Configuration (CEDV Config) 寄存器.....	58
4.9.15 EMF.....	59
4.9.16 C0.....	59
4.9.17 R0.....	59
4.9.18 T0.....	59
4.9.19 R1.....	59
4.9.20 TC.....	59
4.9.21 C1.....	59
4.9.22 Age Factor.....	59
4.9.23 Fixed EDV0.....	59
4.9.24 Fixed EDV1.....	59
4.9.25 Fixed EDV2.....	59
4.9.26 Battery Low %.....	59
4.9.27 Low Temp Learning.....	59
4.9.28 Overload Current.....	59
4.9.29 Self Discharge Rate.....	59
4.9.30 电子负载.....	59
4.9.31 Near Full.....	59
4.9.32 Reserve Capacity.....	60
4.9.33 充电效率.....	60
4.9.34 放电效率.....	60
4.9.35 Qmax Cell 1 和 Qmax Pack.....	60
4.9.36 Learned Full Charge Capacity.....	60
4.9.37 DOD at EDV2.....	60
4.9.38 Cycle Count.....	60
4.9.39 Design Capacity.....	60
4.9.40 Design Voltage.....	60
4.9.41 Cycle Count %.....	60
4.9.42 Charge Inhibit Temp Low.....	60
4.9.43 Charge Inhibit Temp High.....	61
4.9.44 Temp Hys.....	61
4.9.45 Fast Charge Current.....	61
4.9.46 充电电压.....	61
4.9.47 Taper Current.....	61
4.9.48 Taper Voltage.....	61
4.9.49 SOC Delta.....	61
4.9.50 时钟控制寄存器.....	61
4.9.51 Sleep Current.....	61
4.9.52 偏移校准抑制低温.....	62

4.9.53 偏移校准抑制高温.....	62
4.9.54 Sleep Voltage Time.....	62
4.9.55 Sleep Current Time.....	62
4.9.56 Dsg Current Threshold.....	62
4.9.57 Chg Current Threshold.....	62
4.9.58 Quit Current.....	62
4.9.59 Dsg Relax Time.....	62
4.9.60 Chg Relax Time.....	62
4.9.61 Quit Relax Time.....	62
4.9.62 OT 充电.....	62
4.9.63 OT Chg Recovery.....	63
4.9.64 OT 放电.....	63
4.9.65 OT Dsg Recovery.....	63
4.9.66 初始待机电流.....	63
4.9.67 默认温度.....	63
4.9.68 器件名称.....	63
4.9.69 系统停机设置电压.....	63
4.9.70 系统停机设置电压时间.....	63
4.9.71 系统停机清除电压.....	63
4.9.72 Full Reset Counter.....	63
4.9.73 复位计数器看门狗.....	63
5 通信.....	65
5.1 I ² C 接口.....	65
5.2 I ² C 超时.....	65
5.3 I ² C 命令等待时间.....	65
5.4 I ² C 时钟延展.....	66
6 应用示例.....	67
6.1 数据存储器参数更新示例.....	67
7 开路电压测量背景.....	69
7.1 背景.....	69
7.1.1 OCV 鉴定和计算.....	69
7.1.2 OCV 计算假设.....	69
7.1.3 OCV 时序.....	69
7.2 OCV 时序和 OCV_CMD 使用建议.....	71
7.2.1 ACTIVE 模式 (电量监测计未处于 SLEEP 模式).....	71
7.2.2 SLEEP 模式.....	71
7.2.3 初始 OCV - POR.....	71
8 更新 BQ27220 配置参数.....	73
8.1 电量监测计模式 FlashStream (gm.fs) 文件.....	73
8.1.1 写入命令.....	74
8.1.2 读取和比较命令.....	74
8.1.3 等待命令.....	75
8.1.4 CONFIG UPDATE 模式.....	75
8.2 OTP 模式 FlashStream (ot.fs) 文件.....	75
8.2.1 写入命令.....	76
8.2.2 读取和比较命令.....	77
8.2.3 等待命令.....	77
8.2.4 CONFIG UPDATE 模式.....	77
8.3 编程指令.....	77
8.3.1 使用 gm.fs 文件.....	77
8.3.2 使用 ot.fs 文件.....	78
8.4 用于对 OTP 进行编程的常规设置和软件安装.....	78
8.5 启动 BQStudio 软件.....	79
8.6 加载 .GG 文件.....	80
8.7 确认或更新数据存储器参数.....	81
8.8 保存 .OTFS 文件.....	83
8.9 启动 SmartFlash 软件.....	84

8.10 打开 Ot.fs 文件.....	85
8.11 对 OTP 进行编程.....	86
8.12 确认成功.....	87
A 电池电量监测术语表	89
A.1 术语表.....	90
B 修订历史记录	91

This page intentionally left blank.



1.1 关于本手册

本手册讨论了 BQ27220 器件的模块和外设，以及如何使用它们来构建完整的电池包电量监测计解决方案。有关更多信息，请参阅 *BQ27220 系统侧 CEDV 电量监测计数据表 (SLUSCB7)*。

1.2 本文档中使用的格式约定：

信息类型	格式约定	示例
命令	斜体，带圆括号和不间断空格	<i>RemainingCapacity()</i> 命令
数据存储单元	斜体、粗体，带可间断空格	<i>Design Capacity</i> 数据
寄存器位和标志	方括号和斜体	[TDA] 位
数据存储单元位	方括号、斜体和粗体	[LED1] 位
模式和状态	全部大写	UNSEALED 模式

1.3 德州仪器 (TI) 相关文档

要获取以下任何 TI 文档的副本，请访问 TI 网站 www.ti.com。

1. *BQ27220 系统侧 CEDV 电量监测计数据表 (SLUSCB7)*
2. *使用 BQ275xx 投入生产应用报告 (SLUA449)*
3. *主机系统校准方法应用报告 (SLUA640)*

1.4 商标

MathCAD™ is a trademark of MathSoft, Inc.

所有商标均为其各自所有者的财产。

This page intentionally left blank.



BQ27220 电量监测计采用补偿放电终止电压 (CEDV) 技术, 可精确预测单节串联锂离子充电电池的电池容量和其他运行特性。它可以被系统处理器查询, 以向主机提供电池信息, 例如距离电量耗尽的剩余时间 (TTE)、充电状态 (SOC) 和 SOC 中断信号。

可以通过一系列称为 *标准命令* 的命令来访问相关信息。附加的 *扩展命令集* 可以提供更多功能, 两组命令由通用格式 *Command()* 表示, 可以读取和写入器件控制和状态寄存器中包含的信息及其数据存储器位置。可以使用 I²C 串行通信引擎将命令从系统发送到电量监测计, 并可在应用开发、系统制造或终端设备操作期间执行命令。

电池信息存储在器件的一次性可编程 (OTP) 存储器中。在应用开发期间, 可以访问其中的许多数据存储器位置。一般而言, 在终端设备运行期间无法直接访问这些位置。可以使用配套评估软件通过单个命令来访问这些位置, 也可以通过一系列数据闪存访问命令来访问这些位置。要访问所需的数据存储器位置, 必须知道正确的数据存储器地址。

电量监测计通过监测位于系统 V_{SS} 与电池包端子之间的小值串联检测电阻 (典型值为 5mΩ 至 20mΩ) 上的电压来测量充电和放电活动。当某节电池连接到该器件时, 信息基于电池电流、电池开路电压 (OCV) 和负载条件下的电池电压。

通过使用高精度负温度系数 (NTC) 热敏电阻 (R25 = 10.0kΩ ±1%), 外部温度检测得到了优化。B25/85 = 3435kΩ ± 1% (例如 Semitec NTC 103AT)。或者, 可以将电量监测计配置为使用其内部温度传感器或从主机处理器接收温度数据。电量监测计使用温度来监测电池包环境, 以用于电量监测和电池保护功能。

为了尽可能降低功耗, 电量监测计具有多种电源模式: INITIALIZATION、NORMAL、SLEEP 和 SHUTDOWN。电量监测计会根据特定事件的发生在这些模式之间自动切换, 不过系统处理器可以直接启动其中一些模式。

1.1 Gas Gauging

BQ27220 器件采用补偿放电终止电压 (CEDV) 监测算法, 能够监测最大 32Ah 的容量。

图 1-1 展示了 BQ27220 电量监测计的操作概述。

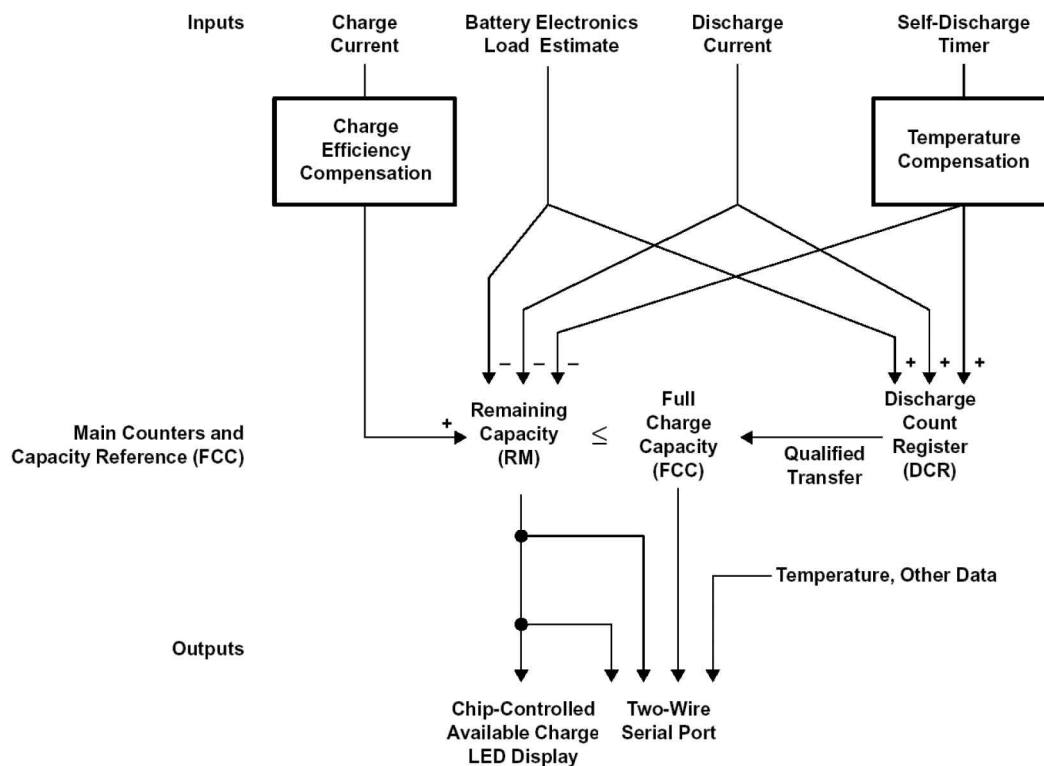


图 1-1. BQ27220 电量监测操作概述

1.1.1 CEDV 电量监测操作概述

BQ27220 器件累积测量的电池充电和放电量并估算电池的自放电。BQ27220 器件可根据电池温度和充电状态对充电电流测量值进行补偿。BQ27220 器件还根据温度调整自放电估算。首次将电池包插入系统时的初始电池充电状态估算可能会显示真实值的系数；系统必须经历充满电和完全放电循环后才能估算正确的充满电容量 (FCC)。

主充电计数器 *RemainingCapacity()* (RM) 表示电池在任何给定时间的可用容量或电量。BQ27220 器件可针对充电、自放电和其他补偿系数来调整 RM。可通过 I²C 接口访问 RM 寄存器中的信息。*FullChargeCapacity()* (FCC) 寄存器表示电池的初始或最后一次测量的完全放电。它用作电池充满电的参考，用于指示相对容量。BQ27220 器件会在电池经历从接近满电量至低电池电量的合格放电后更新 FCC。可以通过 I²C 接口访问 FCC。

放电计数寄存器 (DCR) 是一个跟踪电池放电的内部寄存器。如果电池经历从接近满电量到低电池电量的合格放电，则 BQ27220 器件使用 DCR 来更新 FCC 寄存器。通过这种方式，BQ27220 器件可以了解电池在系统使用条件下的真实放电容量。

1.1.2 主要电量监测寄存器

剩余容量 (RM)

电池剩余容量

RM 表示电池的剩余容量。BQ27220 器件以 mAh 为单位计算 RM。

RM 在充电期间可向上计数至最大值 FCC，在放电和自放电期间可向下计数至最小值 0。除充电和自放电补偿之外，BQ27220 器件还可在三个低电池电压阈值 EDV2、EDV1 和 EDV0 上校准 RM。这为 RM 计数器提供了基于电压的校准。

设计容量 (DC)

用户指定的电池满容量

DC 是用户指定的电池满容量。它可以根据 *Design Capacity mAh* 计算得出，以 mAh 为单位表示。它还表示绝对显示模式的满电量电池基准。

充满电容量 (FCC) 最后一次测量的电池放电容量

FCC 是最后一次测量的电池放电容量。它以 mAh 为单位表示。在初始化时，BQ27220 器件会将 `FullChargeCapacity()` 设置为存储在 **Learned Full Charge Capacity (FCC)** 中的数据闪存值。在后续放电期间，BQ27220 器件使用最后一次测量的电池放电容量更新 `FullChargeCapacity()`。最后一次测量的电池放电基于合格放电发生后 DCR 中的值。更新后，BQ27220 器件会以 mAh 为单位将新的 `FullChargeCapacity()` 值写入数据闪存中的 **Learned Full Charge Capacity**。`FullChargeCapacity()` 表示相对显示模式和相对充电状态计算的充满电电池基准。

放电计数寄存器 (DCR)

DCR 在放电期间向上计数，与 **RM** 无关。DCR 对放电活动、电池负载估算和自放电增量进行计数。如果 **RM** 处于 **Near Full** 中编程的值范围内，则 BQ27220 器件会在放电开始时将 DCR 初始化为 $FCC - RM$ 。如果 **CEDV Gauging Configuration** 中 `[SC] = 1`，则 DCR 初始值 $FCC - RM$ 会减少 $FCC/128$ ，如果 `[SC] = 0`，则不会减少。如果在放电时电池电压达到 EDV2 阈值，则 DCR 停止计数。

1.1.3 容量学习 (FCC 更新) 和合格的放电

如果发生合格的放电，则 BQ27220 器件会使用基于 DCR 中的值的量来更新 FCC。FCC 的新值等于 DCR 值加上可编程 **Near Full** 和低电池电量，如以下公式所示：

$$FCC(\text{新}) = DCR(\text{最终}) = DCR(\text{初始}) + \text{测量的放电至 EDV2} + (FCC \times \text{Battery_Low}\%)$$

其中 $\text{Battery_Low}\% = (\text{数据闪存中的 Battery Low \% 值}) \div 100$

如果在以下条件下载电从 $RM \geq FCC - \text{Near Full}$ 放电至 EDV2 电压阈值，则发生合格的放电：

- 在放电期间没有发生有效充电活动。有效充电定义为向电池充电 10mAh。
- 在放电期间发生的自放电或电池负载估算不超过 256mAh。
- 在放电期间，温度不降至低于在 **Low Temp** 中编程的低温阈值。
- 电池电压在放电期间达到 EDV2 阈值，当 BQ27220 器件检测到 EDV2 时，电压大于或等于 EDV2 阈值减 256mV。
- 当达到 EDV2 时，电流保持 $\geq 3C/32$ 。
- 当达到 EDV2 阈值时，或者如果 **RM** 降至 $\text{Battery_Low}\% \times FCC$ ，不存在过载情况。

当合格的放电开始进行时，BQ27220 器件在 `OperationStatus()` 中设置 `[VDQ] = 1`。如果发生任何不合格的情况，则 BQ27220 器件设置 `[VDQ] = 0`。如果在 **CEDV Gauging Configuration** 中设置了 `[CSYNC]`，则可能会出现与 `[VDQ]` 的状态相关的问题，从而使情况复杂化。启用 `[CSYNC]` 后，会在有效主要充电终止时写入 `RemainingCapacity()`，使其等于 `FullChargeCapacity()`。即使在充电终止时不满足条件 $RM \geq FCC - \text{Near Full}$ ，也会执行该容量同步。

在任何单个更新周期内，FCC 减少的电量不能超过 256mAh，或者增加的电量不能超过 512mAh。如果在 **CEDV Gauging Configuration** 中设置了 `[FCC_LIMIT]`，则 FCC 学习无法超过 **Design Capacity mAh**。BQ27220 器件在更新后的 4s 内将新的 FCC 值保存到数据闪存中。

1.1.4 放电结束阈值和容量校正

BQ27220 器件监测电池的三个低电压阈值：EDV0、EDV1 和 EDV2。

如果 **CEDV Gauging Configuration** 中的 `[EDV_CMP]` 位被清除，则可以在 **Fixed EDV0**、**Fixed EDV1** 和 **Fixed EDV2** 中以 mV 为单位对固定 EDV 阈值进行编程。

如果 **CEDV Gauging Configuration** 中的 `[EDV_CMP]` 位被设置，则会启用自动 EDV 补偿，BQ27220 器件根据数据闪存中所选 CEDV 曲线中存储的值以及电池的当前放电率和温度计算 EDV0、EDV1 和 EDV2 阈值。如果 **CEDV Gauging Configuration** 中的 `[FIXED_EDV0]` 位也被设置，则 EDV0 阈值将被设置为编程的 **Fixed EDV0**，EDV1 和 EDV2 补偿阈值不会低于编程的 **Fixed EDV0**。

如果电流超过 **Overload Current** 阈值，则 BQ27220 器件会禁用 EDV 检测。在电流降至 **Overload Current** 阈值以下之后，BQ27220 器件会恢复 EDV 阈值检测。任何检测到的 EDV 阈值都会应用充电后重置，并且 [VDQ] 会在充电 10mAh 后被清除。

BQ27220 器件使用 EDV 阈值对 RM 寄存器应用基于电压的校正（请参阅表 1-1）。

表 1-1. 基于低电池电压的充电状态

阈值	相对充电状态
EDV0	0%
EDV1	3%
EDV2	Battery Low %

当 $Current \geq C/32$ 时，BQ27220 器件执行基于 EDV 的 RM 调整。如果 $Current < C/32$ ，则不会设置任何 EDV。BQ27220 器件会在其检测到每个阈值时调整 RM。如果在放电时在相应容量之前达到电压阈值，则 BQ27220 器件会将 RM 降至适当的值，如表 1-1 所示。

如果在电压达到相应阈值之前在放电时达到 RM % 水平，则 RM 将保持在该 % 水平，直到达到阈值。仅当 [VDQ] = 1 时才会保持 RM，这表示正在进行有效的学习周期。如果 **Battery Low %** 设置为零，则 EDV1 和 EDV0 校正被禁用。

1.1.5 EDV 放电率和温度补偿

如果启用了 EDV 补偿，则 BQ27220 器件会计算电池电压，以便确定作为电池容量、温度和放电负载的函数的 EDV0、EDV1 和 EDV2 阈值。计算 EDV0、EDV1、EDV2 的一般公式如下：

$$EDV_{0,1,2} = n (EMF \times FBL - |I_{LOAD}| \times R_0 \times FTZ) \quad (1)$$

- EMF 是高于计算得出的最高电池 EDV 阈值的空载电池电压。EMF 在 CEDV 曲线 **EMF** 中以 mV 为单位进行编程。
- I_{LOAD} 是电流放电负载幅度。
- n = 串联电池节数。对于 BQ27220， $n = 1$ 。
- FBL 是根据电池容量和温度调整 EDV 电压以匹配电池空载特性的因子。

$$FBL = f(C_0, C + C_1, T) \quad (2)$$

- C (对于 EDV0、EDV1 和 EDV2 分别为 0%、3% 或 **Battery Low %**) 和 C_0 是与容量相关的 EDV 调整因子。 C_0 在 CEDV 曲线 **C0** 中进行编程。 C_1 是 EDV0 ($RM = 0$) 处所需的剩余电池容量。 C_1 因子存储在 CEDV 曲线 **C1** 中。
- T 是以 °K 为单位的当前温度
- $R_0 \cdot FTZ$ 表示作为温度和容量的函数的电池电阻。

$$FTZ = f(R_1, T_0, C + C_1, TC) \quad (3)$$

- R_0 是存储在 CEDV 曲线 **R0** 中的一阶速率相关性因子。
- T 是当前温度； C 是与 EDV0、EDV1 和 EDV2 相关的电池容量。
- R_1 调节阻抗随电池容量的变化。 R_1 在 CEDV 曲线 **R1** 中进行编程。
- T_0 调节阻抗随电池温度的变化。 T_0 在 CEDV 曲线 **T0** 中进行编程。
- TC 调节低温 ($T < 23^\circ C$) 下的阻抗变化。 TC 在 CEDV 曲线 **TC** 中进行编程。

下图展示了使用锂离子 18650 电池的不同温度和负载的典型补偿值计算得出的 EDV0、EDV1 和 EDV2 阈值与容量之间的关系。不同电池类型和制造商的补偿值差异很大，必须与各个独特的特性完全匹配，才能实现理想性能。

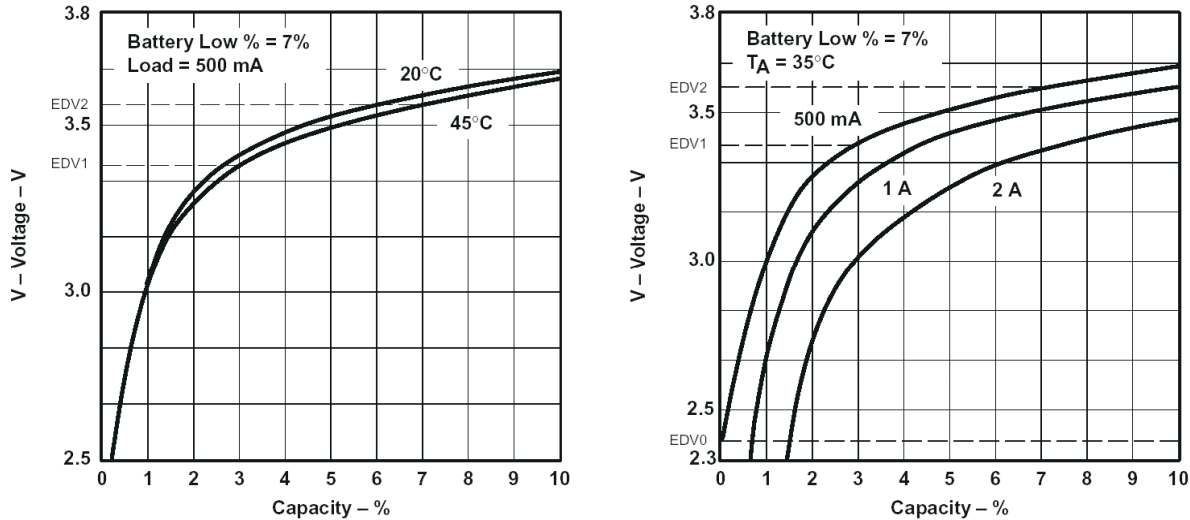


图 1-2. (a) 各种温度下 EDV 计算值与容量之间的关系，(b) 各种负载下 EDV 计算值与容量之间的关系

1.1.6 EDV Age Factor

EDV Age Factor 使 BQ27220 器件能够校正 EDV 检测算法以补偿电池老化。该参数会随着周期数的增加而调节电池阻抗。该新因子用于适应在容量更大和/或老化地电池中观察到的高得多的阻抗。对于大多数应用，默认值零就足够了。不过，对于某些非常特殊的应用，可能需要这种新的老化因子。在这些情况下，必须在环境温度下使用典型放电率在 0、100、200 和 300 周期读取点获取实验数据。将该数据输入到 TI 提供的 MathCAD™ 程序中将产生相应的 **EDV Age factor** 值。有关更多详细信息，请联系 TI 应用支持，网址为 <http://www-k.ext.ti.com/sc/technical-support/email-tech-support.asp?AAP>。

1.1.7 自放电

BQ27220 器件可估算电池的自放电，从而在不活动期间准确测量电池容量。BQ27220 器件在唤醒时每 1/4 秒对 RM 进行一次自放电调整，在 SLEEP 模式下则定期进行自放电调整。周期由 **Sleep Time** 决定。

可按照以下关系通过 8 位值 **Self-Discharge Rate** 对标称自放电率 %PERDAY (每天的百分比) 进行编程：

$$\text{自放电率} = \%PERDAY / 0.0025$$

1.1.8 电池电子负载补偿

BQ27220 器件可配置为始终补偿电池包中存在的恒定负载 (来自电池电子装置)。当充电或放电低于数字滤波器时，BQ27220 器件会持续应用补偿。BQ27220 器件会针对自放电应用补偿。补偿的发生速率由 **Electronics Load** 中存储的值决定。补偿范围为 0 μA - 765 μA，阶跃约为 3 μA。

以 μA 为单位的内部电池电子装置负载估算量和 BEL 按以下方式存储：

$$\text{Electronics Load} = BEL / 3$$

1.1.9 CEDV 配置

各种电量监测功能可通过 **CEDV Gauging Configuration** 寄存器进行配置。

表 1-2. CEDV Gauging Configuration 寄存器

功能	说明
FCC_LIMIT	FCC_LIMIT 位选择 FCC 限制是否可以超过 Design Capacity mAh 。 0 = FCC 学习可以超过 Design Capacity mAh 。 1 = FCC 被限制为 Design Capacity mAh 。

表 1-2. CEDV Gauging Configuration 寄存器 (continued)

功能	说明
SC	SC 位可针对智能充电器或独立充电器启用学习周期优化。 0 = 学习周期针对智能充电器进行优化。 1 = 学习周期针对独立充电器进行优化。
EDV_CMP	EDV_CMP 位决定 BQ27220 器件是否实施自动 EDV 补偿，以根据速率、温度和容量计算 EDV0、EDV1 和 EDV2 阈值。如果该位被清除，则 BQ27220 器件将为 EDV0、EDV1 和 EDV2 使用在数据闪存中编程的固定值。如果该位被设置，则 BQ27220 器件将计算 EDV0、EDV1 和 EDV2。 0 = 禁用 EDV 补偿。 1 = 启用 EDV 补偿。
FIXED_EDV0	FIXED_EDV0 位选择 EDV0 是否总是固定的。 0 = EDV0 根据 [EDV_CMP] 位进行确定。 1 = EDV0 将始终使用 Fixed EDV0 。EDV1 和 EDV2 补偿不会低于 Fixed EDV0 。
CSYNC	CSYNC 位选择在充电终止时是否将 RM 设置为 FCC。 0 = 当达到充电终止时，RM 不会改变。 1 = 当达到充电终止时，RM 将设置为 FCC。

1.1.10 器件复位时的初始电池容量

BQ27220 器件在器件复位时估算电池包的初始容量，电池首次连接到应用电路时会发生该情况。初始 *FullChargeCapacity()* (FCC) 是数据闪存参数 **Learned Full Charge Capacity** 的直接副本。初始 RM 和 RSOC 是使用已编程锂离子化学物质的开路电压 (OCV) 特性 **DOD at EDV2** 和 **Qmax Pack** 进行估算的。这可以提供比较准确的 RM 和 RSOC；不过，要找到准确的 FCC、RM 和 RSOC，需要进行电池容量学习。在电池电量学习期间，将学习并更新 **Learned Full Charge Capacity** 和 **DOD at EDV2**。

对于四个可选电池曲线中的每个曲线，数据闪存 **Learned Full Charge Capacity**、**DOD at EDV2** 和 **Qmax Pack** 以及 CEDV 曲线参数是分别进行存储的。不过，只有一个 OCV 查找表。应根据所有电池曲线的最佳拟合来选择 OCV 表。

数据闪存参数 **Learned Full Charge Capacity** 应初始化为 **Design Capacity mAh**。**DOD at EDV2** 应初始化为 $(1 - \text{Battery_Low\%}) \times 16384$ ，其中 $\text{Battery_Low\%} = \text{Battery Low \%} \div 100$ 。

1.1.11 电量监测计工作模式

每个模式的进入和退出由 **Current Thresholds** 子类中的数据闪存参数进行控制：下面引用的 [DSG] 标志来自 *MAC GaugingStatus()* 子命令，会在 RELAXATION 和 DISCHARGE 模式下被设置。*BatteryStatus()* 中的 [DSG] 标志稍有不同 - 该标志仅在 DISCHARGE 模式下设置，而不在 RELAXATION 模式下设置。

当 *Current()* 低于 **Quit Current** 的时长达 **Chg Relax Time** 时，器件会退出 CHARGE 模式并进入 RELAXATION 模式。当 *Current()* 低于 **(-)Dsg Current Threshold** 时，器件进入 DISCHARGE 模式。当 *Current()* 高于 **(-)Quit Current** 阈值的时长达 **Dsg Relax Time** 时，器件会退出 DISCHARGE 模式并进入 RELAXATION 模式。当 *Current()* 高于 **Chg Current Threshold** 时，器件进入 CHARGE 模式。

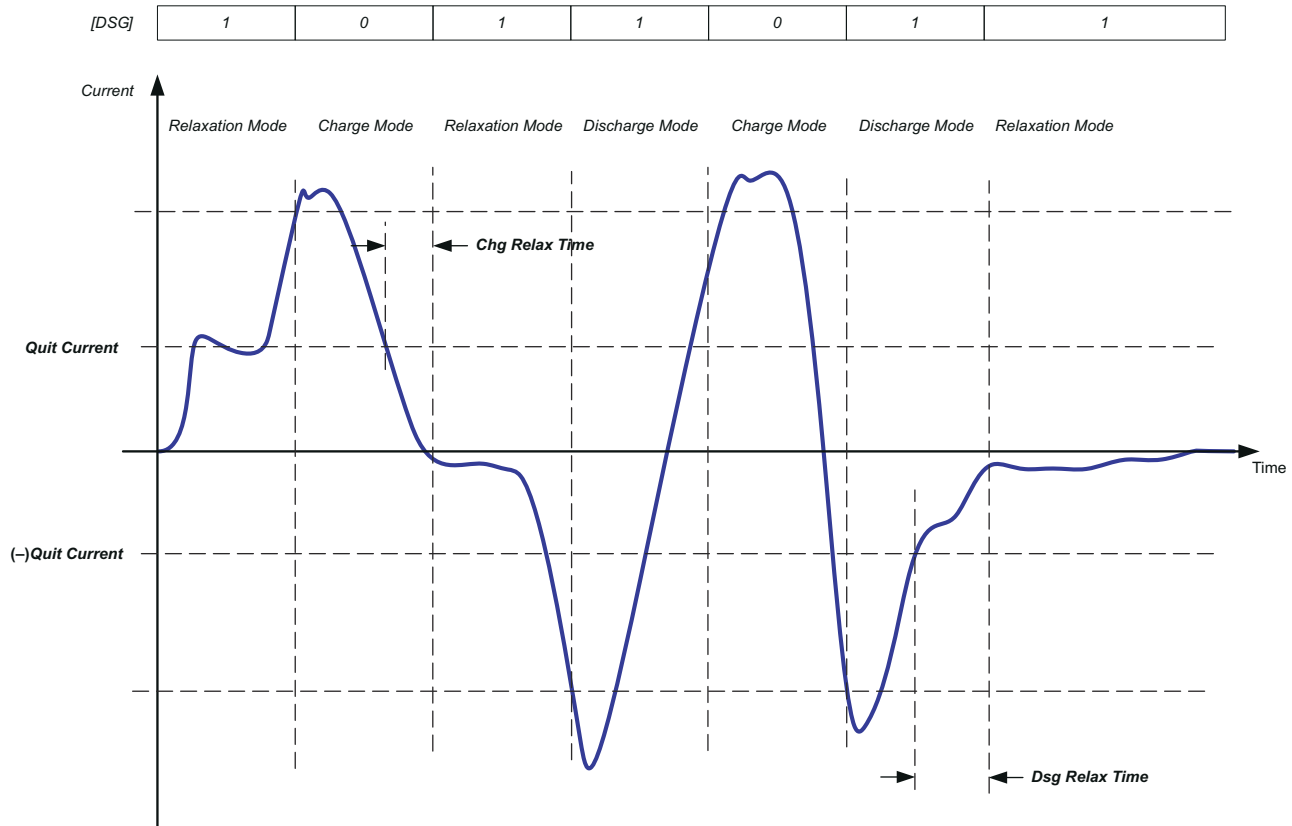


图 1-3. 电量监测计工作模式示例

1.1.12 Qmax

Qmax 用于在器件复位时与电池电压和编程的化学信息相结合来估算初始容量 (RM 和 RSOC)。Qmax Pack 值应取自电池制造商的数据表并乘以并联电池的节数。这也用于 *DesignCapacity()* 函数和 **Design Capacity mAh** 数据闪存值。

1.1.13 CEDV 平滑处理

BQ27220 器件能够在放电期间对 *RemainingCapacity()* 进行平滑处理，以避免在达到 EDV 阈值时 *RelativeStateOfCharge()* 下降。可以通过设置 **Smoothing Config [SMEN] = 1** 并配置 **Smoothing Start Voltage** 和 **Smoothing Delta Voltage** 来启用该功能。

仅当以下所有条件都为真时才会激活平滑处理：

- $Current() < 0$
- $Voltage() < \text{Smoothing Start Voltage}$
- 已达到 EDV2 ($[EDV2] = 1$) 或 $(Voltage() - \text{当前 EDV2 阈值}) < \text{Smoothing Delta Voltage}$ 。
- 前一分钟内的最大 $Voltage()$ 小于当前一分钟内的最大 $Voltage()$ (即“下降速率”大于 0)。
- *RemainingCapacity()* 大于下一个 EDV 点的容量。

当平滑处理处于活动状态时，“下降速率”用于在假设速率恒定 (线性) 的情况下估算到达 EDV 点的时间。然后，该信息用于估算需要施加多大的电流才能使 *RemainingCapacity()* 达到 EDV 点的预期容量。然后，实际电流 $Current()$ 由“平滑处理电流”进行调节。这将加快或减慢 *RemainingCapacity()* 累积，以便在正确的时间达到 EDV 阈值。

只要 *RemainingCapacity()* 累积被主动调节，*OperationStatus()[smth]* 位就会被设置。

只要达到 EDV 阈值，平滑处理就会停用，直到可以计算到达下一个 EDV 阈值的速率。不过，仅当 **Smoothing Config [SMEXT]** 设置为 1 时，才会平滑越过 EDV2 点。

为了改善放电终止时的平滑处理，SME0 配置位提供了额外的灵活性。当 **FIXED_EDV0** 被设置并且计算出的 EDV2/EDV1 低于 EDV0 时，这一点特别有用。在这种情况下，SOC 平滑转到 EDV2，然后转到 EDV1，再转到 EDV0，从而导致 SOC 跳变。如果 SME0 位被设置，则 SOC 直接平滑转到 EDV0，从而平滑转换到空。

表 1-3 展示了可用的平滑处理配置。

表 1-3. 平滑处理配置

SMEN	SMEXT	SME0	说明
0	0	0	不进行平滑处理
0	0	1	不进行平滑处理
0	1	0	不进行平滑处理
0	1	1	不进行平滑处理
1	0	0	平滑转到 EDV2
1	0	1	如果计算出的 EDV2/EDV1 小于 EDV0，则平滑转到 EDV0。
1	1	0	平滑转到 $EDV2 \geq EDV1 \geq EDV0$
1	1	1	如果计算出的 EDV2/EDV1 小于 EDV0，则平滑转到 EDV0。

BQ27220 器件还可以在充电期间增加平滑处理。如果 FCC 在放电周期或后续充电周期中未更新，则无论真实的 RSOC 如何，如果达到有效的充电终止，RSOC 都会同步至 100%。为了在类似情况下提供帮助，该器件启用 SMOOTH EOC_EN 位（默认启用）。

启用后，如果满足以下条件，则 RSOC 值会逐渐增加到 100%，而不是突然跳变：

1. 电池正在充电。
2. 电池电压 > 收尾电压
3. 充电电流正在下降且低于 **EOC Smooth Current** 阈值达 **EOC Smooth Current Time**。



2.1 标准命令

BQ27220 电量监测计使用一系列 2 字节标准命令来支持系统读取和写入电池信息。每条标准命令都有一个相关的命令代码对，如表 2-1 所示。由于每条命令都包含两个字节的的数据，因此必须执行两次连续的 I²C 传输，以启动命令函数并读取或写入相应的两个字节的的数据。表 2-2 *Control()* 命令中介绍了用于传输数据的其他选项。读取和写入权限取决于活动访问模式，即 SEALED 或 UNSEALED。有关详细信息，请参阅节 3.2 器件访问模式。有关 I²C 详细信息，请参阅章节 5 通信。

表 2-1. 标准命令

名称		命令代码	单位	SEALED 访问
<i>Control()/CONTROL_STATUS()</i>	CNTL	0x00 和 0x01	不适用	RW
<i>AtRate()</i>	AR	0x02 和 0x03	mA	RW
<i>AtRateTimeToEmpty()</i>	ARTTE	0x04 和 0x05	分钟	R
<i>Temperature()</i>	TEMP	0x06 和 0x07	0.1°K	RW
<i>Voltage()</i>	VOLT	0x08 和 0x09	mV	R
<i>BatteryStatus()</i>	<i>Flags()</i>	0x0A 和 0x0B	不适用	R
<i>Current()</i>	<i>Current()</i>	0x0C 和 0x0D	mAh	R
<i>RemainingCapacity()</i>	RM	0x10 和 0x11	mAh	R
<i>FullChargeCapacity()</i>	FCC	0x12 和 0x13	mAh	R
<i>AverageCurrent()</i>	AI	0x14 和 0x15	mA	R
<i>TimeToEmpty()</i>	TTE	0x16 和 0x17	分钟	R
<i>TimeToFull()</i>	TTF	0x18 和 0x19	分钟	R
<i>StandbyCurrent()</i>	SI	0x1A 和 0x1B	mA	R
<i>StandbyTimeToEmpty()</i>	STTE	0x1C 和 0x1D	分钟	R
<i>MaxLoadCurrent()</i>	MLI	0x1E 和 0x1F	mA	R
<i>MaxLoadTimeToEmpty()</i>	MLTTE	0x20 和 0x21	min	R
<i>RawCoulombCount()</i>		0x22 和 0x23	mAh	R
<i>AveragePower()</i>	AP	0x24 和 0x25	mW	R
<i>InternalTemperature()</i>	INTTEMP	0x28 和 0x29	0.1°K	R
<i>CycleCount()</i>	CC	0x2A 和 0x2B	数字	R
<i>RelativeStateOfCharge()</i>	SOC	0x2C 和 0x2D	%	R
<i>StateOfHealth()</i>	SOH	0x2E 和 0x2F	%/数字	R
<i>ChargeVoltage()</i>	CV	0x30 和 0x31	mV	R
<i>ChargeCurrent()</i>	CC	0x32 和 0x33	mA	R
<i>BTPDischargeSet()</i>		0x34 和 0x35	mAh	
<i>BTPChargeSet()</i>		0x36 和 0x37	mAh	
<i>OperationStatus()</i>		0x3A 和 0x3B	不适用	R
<i>DesignCapacity()</i>	Design Cap	0x3C 和 0x3D	mAh	R

表 2-1. 标准命令 (continued)

名称	命令代码	单位	SEALED 访问
<i>MACData()</i>	0x40 至 0x5F		
<i>MACDataSum()</i>	0x60		
<i>MACDataLen()</i>	0x61		
<i>AnalogCount()</i>	0x79		
<i>RawCurrent()</i>	0x7A 和 0x7B		
<i>RawVoltage()</i>	0x7C 和 0x7D		
<i>RawIntTemp()</i>	0x7E 和 0x7F		

2.2 Control()/CONTROL_STATUS() : 0x00 和 0x01

发出 *Control()* (制造商访问控制或 MAC) 命令需要一个 2 字节子命令。该子命令指定所需的特定 MAC 功能。*Control()* 命令允许系统在正常运行期间控制电量监测计的特定功能，并在器件处于不同的访问模式时控制其他功能，如表 2-2 所述。在该器件上，*Control()* 命令也可以发送到 *ManufacturerAccessControl()*。任何具有数据响应的子命令都将在 *MACData()* 上读回。

读取 *Control()* 寄存器将始终报告 *CONTROL_STATUS()* 数据字段，但在 *DEVICE_NUMBER()* 和 *FW_VERSION()* 子命令之后除外。在这些子命令之后，*CONTROL_STATUS()* 将在恢复到正常数据响应之前报告一次值 0xFFA5。这是一个标志，用于指示数据响应已移至 *MACData()*。对于读取 *CONTROL_STATUS()* 而言，不再需要向 *Control()* 写入 0x0000，但如果执行了该操作，也没有关系。

当执行需要数据的命令 (例如数据闪存写入) 时，子命令可以被写入 *Control()* 或 *ManufacturerAccessControl()* 寄存器；不过，建议使用 *ManufacturerAccessControl()* 寄存器进行写入，因为这样可以在单个 I²C 事务中执行完整的命令。

表 2-2. Control() MAC 子命令

CNTL/MAC 函数	子命令代码	SEALED 访问?	说明
CONTROL_STATUS	0x0000	是	被电量监测计忽略 (在以前的器件中会启用 <i>CONTROL_STATUS()</i> 读取)
DEVICE_NUMBER	0x0001	是	报告器件类型 (例如：0x0320)
FW_VERSION	0x0002	是	报告固件版本块 (器件、版本、内部版本等)
BOARD_OFFSET	0x0009	是	调用电路板偏移校正
CC_OFFSET	0x000A	是	调用 CC 偏移校正
CC_OFFSET_SAVE	0x000B	是	保存偏移校准过程的结果
OCV_CMD	0x000C	是	请求电量监测计进行 OCV 测量
BAT_INSERT	0x000D	是	当 Operation Config B [BIEnable] 位 = 0 时强制设置 <i>BatteryStatus()[BATTPRES]</i> 位
BAT_REMOVE	0x000E	是	当 Operation Config B [BIEnable] 位 = 0 时强制清除 <i>BatteryStatus()[BATTPRES]</i> 位
SET_SNOOZE	0x0013	是	强制将 <i>CONTROL_STATUS()[SNOOZE]</i> 位设置为 1
CLEAR_SNOOZE	0x0014	是	强制将 <i>CONTROL_STATUS()[SNOOZE]</i> 位设置为 0
SET_PROFILE_1	0x0015	是	选择 CEDV Profile 1
SET_PROFILE_2	0x0016	是	选择 CEDV Profile 2
SET_PROFILE_3	0x0017	是	选择 CEDV Profile 3
SET_PROFILE_4	0x0018	是	选择 CEDV Profile 4
SET_PROFILE_5	0x0019	是	选择 CEDV Profile 5
SET_PROFILE_6	0x001A	是	选择 CEDV Profile 6
CAL_TOGGLE	0x002D	否	切换 <i>OperationStatus()[CALMD]</i>

表 2-2. *Control()* MAC 子命令 (continued)

CNTL/MAC 函数	子命令代码	SEALED 访问?	说明
SEALED	0x0030	否	将电量监测计置于 SEALED 访问模式
RESET	0x0041	否	复位器件
EXIT_CAL	0x0080	否	指示电量监测计退出 CALIBRATION 模式
ENTER_CAL	0x0081	否	指示电量监测计进入 CALIBRATION 模式
ENTER_CFG_UPDATE	0x0090	是	进入 CONFIG UPDATE 模式
EXIT_CFG_UPDATE_REINIT	0x0091	是	退出 CONFIG UPDATE 模式并重新初始化
EXIT_CFG_UPDATE	0x0092	是	退出 CONFIG UPDATE 模式，不重新初始化
RETURN_TO_ROM	0xF00	否	将器件置于 ROM 模式

使用 *DEVICE_NUMBER()* 子命令的示例：

- 从命令 0x00 开始将数据字节 0x01 0x00 写入器件地址 0xAA。
- 然后使用增量读取来读取响应。从命令 0x3E 开始，向器件地址 0xAB 读入四个字节。结果将是 0x01 0x00 0x20 0x03，前两个字节反映子命令，后两个字节表示器件类型（采用小端字节序的顺序）。

2.2.1 CONTROL_STATUS : 0x0000

读取该命令将返回 16 位 *CONTROL_STATUS()* 数据。状态字包括以下信息：

表 2-3. CONTROL_STATUS 位定义

	位 7	位 6	位 5	位 4	位 3	位 2	位 1	位 0
高字节	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD
低字节	RSVD	RSVD	CCA	BCA	SNOOZE	BATT_ID2	BATT_ID1	BATT_ID0

高字节

RSVD = 被保留

低字节

RSVD = 被保留

CCA = 指示电量监测计库仑计校准例程已激活的状态位。CCA 例程在初始化后大约 1 分钟执行，并且随着监测条件的变化定期执行。设置时激活。（请参阅节 4.2.7 自动校准。）

BCA = 指示电量监测计板校准例程已激活的状态位。设置时激活。

SNOOZE = 指示 SNOOZE 模式已启用的状态位。设置时为真。

BATT_ID2 = 电池识别设置 2。不同化学物质的电池标识设置，与 BATT_ID1 和 BATT_ID0 结合使用（最多可选择四个化学物质 ID）。

BATT_ID1 = 电池识别设置 1。不同化学物质的电池标识设置，与 BATT_ID2 和 BATT_ID0 结合使用（最多可选择四个化学物质 ID）。

BATT_ID0 = 电池识别设置 0。不同化学物质的电池标识设置，与 BATT_ID2 和 BATT_ID1 结合使用（最多可选择四个化学物质 ID）。

2.2.2 DEVICE_NUMBER : 0x0001

该命令指示电量监测计将器件类型 0x0220 返回至 *MACData()*。

2.2.3 FW_VERSION : 0x0002

该命令指示电量监测计在 *MACData()* 中按照以下格式返回固件版本：

ddDDvvVVbbBBTTzzZZRREE，其中

ddDD：器件型号

vvVV：版本

bbBB : 内部版本号

ttTT : 固件类型。

2.2.4 HW_VERSION : 0x0003

该命令指示电量监测计在随后读取 *MACData()* 时返回硬件版本。

2.2.5 BOARD_OFFSET : 0x0009

该命令指示电量监测计测量和存储电路板偏移值。

2.2.6 CC_OFFSET : 0x000A

该命令指示电量监测计测量内部 CC 偏移值。

2.2.7 CC_OFFSET_SAVE : 0x000B

该命令指示电量监测计存储内部 CC 偏移值。

2.2.8 OCV_CMD : 0x000C

请求电量监测计获取开路电压 (OCV) 读数。只能在 *OPERATION_STATUS()[INITCOMP]* 位被设置 (指示初始化已完成) 后发出该命令。OCV 测量在下一个重复的 1s 固件同步时钟开始时进行。如果设置了 **Operation Config A [INT_OCV]** 位, 则 SOC_INT 引脚会在 BATG_EN 为 0 时脉动约 512ms, 或在 BATG_EN 为 1 时脉动约 380ms。(另请参阅表 4-6。)有关 OCV 测量和该命令的建议用法的更多详细信息, 请参阅章节 7 开路电压测量背景。

备注

如果在 *BatteryStatus()[CHGINH]* 位被设置时接收到 *OCV_CMD()* 子命令, 则会设置 *BatteryStatus()[OCVFAIL]* 位。

2.2.9 BAT_INSERT : 0x000D

该命令指示电量监测计强制设置 *BatteryStatus()[BATTPRES]* 位并在插入检测功能被禁用 (**Operation Config B [BIEnable]** 位 = 0) 时向电量监测计通知存在电池。或者, 可以启用电池存在性检测 (**Operation Config B [BIEnable]** 位 = 1) 以监测外部热敏电阻网络。(请参阅节 4.2.2 使用 BIN 引脚进行电池存在性检测。)

2.2.10 BAT_REMOVE : 0x000E

该命令在电池插入检测被禁用 (**Operation Config B [BIEnable]** 位 = 0) 时指示电量监测计强制清除 *BatteryStatus()[BATTPRES]* 位。或者, 可以启用电池存在性检测 (**Operation Config B [BIEnable]** 位 = 1) 以监测外部热敏电阻网络。(请参阅节 4.2.2 使用 BIN 引脚进行电池存在性检测。)

2.2.11 SET_SNOOZE : 0x0013

该命令指示电量监测计将 *CONTROL_STATUS[SNOOZE]* 位设置为 1。这将启用 SNOOZE 电源模式。在满足转换条件后, 电量监测计进入 SNOOZE 电源模式。

2.2.12 CLEAR_SNOOZE : 0x0014

该命令指示电量监测计将 *CONTROL_STATUS[SNOOZE]* 位设置为 0。这将禁用 SNOOZE 电源模式。清除 *[SNOOZE]* 位后, 电量监测计会退出 SNOOZE 电源模式。

2.2.13 SET_PROFILE_1/2/3/4/5/6 : 0x0015 - 0x001A

该命令指示器件将 CEDV 曲线切换为电量监测计中六个预编程曲线中的一个。

2.2.14 CAL_TOGGLE : 0x002D

切换 *OperationStatus()[CALMD]* 标志

2.2.15 SEALED : 0x0030

该命令指示电量监测计从 UNSEALED 状态转换到 SEALED 状态。在终端设备中使用时，电量监测计必须始终设置为 SEALED 状态。

2.2.16 RESET : 0x0041

该子命令指示电量监测计执行完全复位。该子命令仅在电量监测计处于 UNSEALED 模式时可用。

2.2.17 OPERATION_STATUS : 0x0054

该命令返回与 *OperationStatus()* 寄存器相同的值。

2.2.18 GaugingStatus : 0x0056

返回 16 位内部监测状态寄存器。该寄存器中最常被检查的标志被复制到 *OperationStatus()* 直接读取寄存器中以更便于访问。

表 2-4. 测量状态位定义

	位 7	位 6	位 5	位 4	位 3	位 2	位 1	位 0
高字节	VDQ	EDV2	EDV1	RSVD	RSVD	FCCX	RSVD	RSVD
低字节	CF	DSG	EDV	RSVD	TC	TD	FC	FD

高字节

RSVD = 被保留

VDQ = 指示当前的放电周期是符合还是不符合 FCC 更新的要求。会设置对 FCC 更新有效的放电周期。

EDV2 = 指示测量的电池电压是高于还是低于 EDV2 阈值。设置时表示低于。

EDV1 = 指示测量的电池电压是高于还是低于 EDV1 阈值。设置时表示低于。

FCCX = 进入 CC 的 fcc1hz 时钟的控制。

0 = fcc1hz = 1Hz

1 = fcc1hz = 16Hz

RSVD = 被保留

低字节

CF = 指示是否需要进行电池调节。

DSG = 处于 DISCHARGE 或 RELAXATION 模式时设置。处于 CHARGING 模式时清除。

EDV = 指示测量的电池电压是高于还是低于 EDV0 阈值。设置时表示低于。

RSVD = 被保留

TC = 终止充电。由 **SOC Flag Config A** 中的设置控制。(该标志与 *BatteryStatus()[TCA]* 相同。)

TD = 终止放电。由 **SOC Flag Config A** 中的设置控制。(该标志与 *BatteryStatus()[TDA]* 相同。)

FC = 充满电。由 **SOC Flag Config A** 和 **SOC Flag Config B** 中的设置控制。(该标志与 *BatteryStatus()[FC]* 相同。)

FD = 完全放电。由 **SOC Flag Config B** 中的设置控制。(该标志与 *BatteryStatus()[FD]* 相同。)

2.2.19 EXIT_CAL : 0x0080

该命令指示电量监测计退出 CALIBRATION 模式。

2.2.20 ENTER_CAL : 0x0081

如果 *OperationStatus()[CALMD]* 被设置，则该命令指示电量监测计进入 CALIBRATION 模式并将 *AnalogCount()* 重置为零。*[CALMD]* 由 *CAL_MODE()* 命令控制。

2.2.21 ENTER_CFG_UPDATE : 0x0090

指示电量监测计将 *Flags()[CFGUPMODE]* 位设置为 1 并进入 CONFIG UPDATE 模式。该命令仅在电量监测计处于 UNSEALED 模式时可用。

备注

要读取标志，主机必须等待至少 2 秒。

2.2.22 EXIT_CFG_UPDATE_REINIT : 0x0091

该命令指示电量监测计退出 CONFIG UPDATE 模式，并且电量监测计会重新初始化。

2.2.23 EXIT_CFG_UPDATE : 0x0092

该命令指示电量监测计退出 CONFIG UPDATE 模式，并且电量监测计不会重新初始化。

2.2.24 ENTER_ROM : 0x0F00

该命令将该器件置于 ROM 模式，为重新编程做好准备。 *OperationStatus()*[SEC1, SEC0] = 0,1 且向 *ManufacturerAccess()* 发送 0xF00。器件进入 ROM 模式，为更新做好准备；为 *ManufacturerAccess()* 使用 0x08 以返回。

2.3 AtRate() : 0x02 和 0x03

AtRate() 读取和写入函数是一个包含两个函数的命令集的前半部分，用于设置 *AtRateTimeToEmpty()* 函数计算中使用的 *AtRate* 值。*AtRate()* 以 mA 为单位。

AtRate() 值是有符号整数，负值表示放电电流值。*AtRateTimeToEmpty()* 函数返回放电 *AtRate* 值的预测工作时间。*AtRate()* 的默认值为 0，用于强制 *AtRateTimeToEmpty()* 返回 65,535。*AtRate()* 和 *AtRateTimeToEmpty()* 命令只能用于 NORMAL 模式。

2.4 AtRateTimeToEmpty() : 0x04 和 0x05

如果电池以 *AtRate()* 值 (以分钟为单位，范围为 0 至 65,534) 放电，则该读取函数返回预测剩余工作时间的无符号整数值。值 65,535 表示 *AtRate()* = 0。电量监测计在系统设置 *AtRate()* 值后的 1s 内更新 *AtRateTimeToEmpty()*。电量监测计根据 *AtRate()* 值每秒自动更新 *AtRateTimeToEmpty()* 一次。*AtRate()* 和 *AtRateTimeToEmpty()* 命令只能用于 NORMAL 模式。

2.5 Temperature() : 0x06 和 0x07

该读写函数返回电量监测计测量的温度的无符号整数值，以 0.1°K 为单位。请参阅表 2-5 温度测量选项和节 4.3 温度测量。

表 2-5. 温度测量选项

Operation Config B [WRTEMP]	Operation Config A [TEMPS]	<i>Temperature()</i> 读取命令	<i>Temperature()</i> 写入命令
0	0	返回从内部传感器读取的内部温度。也可以使用 <i>InternalTemperature()</i> 函数获取该数据。	忽略该数据。
0	1	返回从外部热敏电阻读取的外部温度。	
1	X	返回先前写入的 <i>Temperature()</i> 值。	设置 <i>Temperature()</i> 以用于电量监测计算。

2.6 Voltage() : 0x08 和 0x09

该读取函数返回一个无符号整数值，该值以 mV 为单位表示测量的电池包电压，范围为 0 至 6000mV。

2.7 BatteryStatus() : 0x0A 和 0x0B

该读取函数返回电量监测计状态寄存器的内容，描述当前电池状态。

表 2-6. 电池状态位定义

	位 7	位 6	位 5	位 4	位 3	位 2	位 1	位 0
高字节	FD	OCVCOMP	OCVFAIL	SLEEP	OTC	OTD	FC	CHGINH
低字节	RSVD	TCA	OCVGD	AUTH_GD	BATTPRES	TDA	SYSDWN	DSG

高字节

- FD = 检测到完全放电。该标志根据选择的 **SOC Flag Config B** 选项进行设置和清除。
- OCVCOMP = OCV 测量更新已完成。设置时为真。
- OCVFAIL = 指示 OCV 读取因电流而失败的状态位。该位只能在接收到 `OCV_CMD()` 后在电池存在的情况下进行设置。设置时为真。
- SLEEP = 设置时器件在 SLEEP 模式下运行。该位将在 SLEEP 模式下的 AD 测量期间暂时清除。
- OTC = 检测到充电条件下的过热。如果 **Operation Config B [INT_OT]** 位 = 1，则 SOC_INT 引脚会在 [OTC] 位被设置时切换一次。
- OTD = 检测到放电条件下的过热。设置时为真。如果 **Operation Config B [INT_OT]** 位 = 1，则 SOC_INT 引脚会在 [OTD] 位被设置时切换一次。
- FC = 检测到充满电。该标志根据选择的 **SOC Flag Config A** 和 **SOC Flag Config B** 选项进行设置和清除。
- CHGINH = 充电禁止：如果设置，则表示不应开始充电，因为 `Temperature()` 超出范围 [**Charge Inhibit Temp Low, Charge Inhibit Temp High**]。设置时为真。

低字节

- TCA = 终止充电警报。该标志根据选择的 **SOC Flag Config A** 选项进行设置和清除。
- OCVGD = 进行了良好的 OCV 测量。设置时为真。
- AUTH_GD = 检测插入的电池。设置时为真。
- BATTPRES = 检测到电池存在。设置时为真。
- TDA = 终止放电警报。该标志根据选择的 **SOC Flag Config A** 选项进行设置和清除。
- SYSDWN = 指示系统应关闭的系统关闭位。设置时为真。如果设置，SOC_INT 引脚会切换一次。
- DSG = 设置时，器件处于 DISCHARGE 模式；清除时，器件处于 CHARGING 或 RELAXATION 模式。

2.8 Current() : 0x0C 和 0x0D

该只读函数返回一个有符号整数，该值表示流过感测电阻的瞬时电流。它每秒更新一次。单位为 mA。

2.9 RemainingCapacity() : 0x10 和 0x11

该只读命令对返回电池剩余容量。当 **CEDV Smoothing Config [SMEN]** 被设置时，这将是平滑处理引擎的结果。否则，会返回未过滤的剩余容量。单位为 mAh。

2.10 FullChargeCapacity() : 0x12 和 0x13

该只读命令对返回充满电的电池的补偿容量，单位为 mAh。`FullChargeCapacity()` 按照 CEDV 算法的规定定期更新。

2.11 TimeToEmpty() : 0x16 和 0x17

该只读函数返回一个无符号整数，该值表示当前放电率下的预测剩余电池寿命（以分钟为单位）。值 65,535 表示电池未在放电。

2.12 TimeToFull() : 0x18 和 0x19

该只读函数返回一个无符号整数，根据 `AverageCurrent()` 预测电池达到充满电状态的剩余时间（以分钟为单位）。该计算考虑了基于固定 `AverageCurrent()` 电荷累积速率的线性 TTF 计算的收尾电流时间扩展。值 65,535 表示电池未在充电。

2.13 StandbyCurrent() : 0x1A 和 0x1B

该只读函数返回一个有符号整数，该值表示通过检测电阻测量的待机电流。`StandbyCurrent()` 是自适应测量值。最初它会报告在 **Initial Standby** 中编程的待机电流，在待机模式下经过几秒钟后会报告测得的待机电流。

当测量的电流高于 **Deadband** 且小于或等于 $2 \times \text{Initial Standby}$ 时，寄存器值每秒更新一次。符合这些标准的第一个值和最后一个值不会包含在内，因为它们可能不是稳定的值。为了接近 1 分钟的时间常数，每个新的 `StandbyCurrent()` 值通过取最后一个待机电流的大约 93% 的权重和当前测量的平均电流的大约 7% 来计算。

2.14 StandbyTimeToEmpty() : 0x1C 和 0x1D

该只读函数返回一个无符号整数值，该值表示待机放电率下的预测剩余电池寿命（以分钟为单位）。该计算使用 *NominalAvailableCapacity()* (NAC)（未经补偿的剩余容量）值 65,535 表示电池未在放电。

2.15 MaxLoadCurrent() : 0x1E 和 0x1F

该只读函数返回一个最大负载情况下的有符号整数值，以 mA 为单位。*MaxLoadCurrent()* 是自适应测量值，最初报告为在 **Initial Max Load Current** 中编程的最大负载电流。如果测量的电流始终大于 **Initial Max Load Current**，则只要在前一次放电至 SOC 低于 50% 后电池充满电，*Max Load Current ()* 就会减小至前一个值和 **Initial Max Load Current** 的平均值。这可以防止报告的值保持在异常高的水平。

2.16 MaxLoadTimeToEmpty() : 0x20 和 0x21

该只读函数返回一个无符号整数值，表示最大负载电流放电率下的预测剩余电池寿命（以分钟为单位）。值 65,535 表示电池未在放电。

2.17 RawCoulombCount() : 0x22 和 0x23

该只读函数返回一个无符号整数值，表示在充电/放电期间从电池中转移的库仑量。计数器在放电期间递增，在充电期间递减。充电期间，当 FC 位被设置（表示充满电）时，计数器清零。IGNORE_SD 位提供忽略自放电的功能。

IGNORE_SD = 0（默认值）= 常规放电或自放电期间库仑计递增

IGNORE_SD = 1 = 库仑计仅在真正放电时才递增

2.18 AveragePower() : 0x24 和 0x25

该只读函数返回一个有符号整数值，该值表示电池充电和放电期间的平均功率。放电期间值为负，充电期间值为正。值 0 表示电池未在放电。报告该值时采用的单位为 mW。

2.19 InternalTemperature() : 0x28 和 0x29

该只读函数返回电量监测计测量的内部温度传感器的无符号整数值，以 0.1°K 为单位。如果 *Temperature()* 主函数配置为外部或主机报告的温度，则该函数可用作附加的系统级温度监视器。

2.20 CycleCount() : 0x2A 和 0x2B

该只读函数返回一个无符号整数值，该值表示活动电池已经历的周期数，其范围为 0 至 65535。当累积放电 \geq 周期阈值时，会产生一个周期。周期阈值的计算方法为 **Cycle Count Percentage** 乘以 *FullChargeCapacity()*（当 **CEVD Gauging Configuration [CCT] = 1** 时）或 *DesignCapacity()*（当 **[CCT] = 0** 时）。

2.21 StateOfCharge() : 0x2C 和 0x2D

该只读函数返回一个无符号整数值，该值以 *FullChargeCapacity()* 的百分比表示预测的剩余电池容量，范围为 0 至 100%。 $StateOfCharge() = RemainingCapacity() \div FullChargeCapacity()$ ，四舍五入至最接近的整数百分点。

2.22 StateOfHealth() : 0x2E 和 0x2F

该只读函数返回一个表示为 *FullChargeCapacity()* 占 *DesignCapacity()* 的百分比的无符号整数值，范围为 0 至 100%。 $StateOfHealth() = FullChargeCapacity() \div DesignCapacity()$ ，四舍五入至最接近的整数百分点。

2.23 ChargingVoltage() : 0x30 和 0x31

该只读函数返回所需电池充电电压的无符号整数值。值 65,535 表示电池请求电池充电器提供最大电压。

2.24 ChargingCurrent() : 0x32 和 0x33

该只读函数返回所需电池充电电流的无符号整数值。值 65,535 表示电池请求电池充电器提供最大电流。

2.25 BTPDischargeSet() : 0x34 和 0x35

该读取/写入命令更新在放电方向触发 BTP 中断的 BTP 设置阈值并设置 *OperationStatus()*[BTPINT] 位。

2.26 BTPChargeSet() : 0x36 和 0x37

该读取/写入命令更新在充电方向触发 BTP 中断的 BTP 设置阈值并设置 *OperationStatus()*[BTPINT] 位。

2.27 OperationStatus() : 0x3A 和 0x3B

该读取函数返回内部状态寄存器的内容。

表 2-7. 电池包状态位定义

	位 7	位 6	位 5	位 4	位 3	位 2	位 1	位 0
高字节	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	CFGUPDATE	RSVD	RSVD
低字节	BTPINT	SMTH	INITCOMP	VDQ	EDV2	SEC1	SEC0	CALMD

高字节

CFGUPDATE = 电量监测计处于 CONFIG UPDATE 模式。电量监测暂停。

低字节

BTPINT = 指示已超过 BTP 阈值的标志。

SMTH = 指示 *RemainingCapacity()* 累积当前正在由平滑处理引擎进行调节。

INITCOMP = 指示电量监测计初始化是否完成。该位只能在电池存在时被设置。设置时为真。

VDQ = 指示当前的放电周期是符合还是不符合 FCC 更新的要求。会设置对 FCC 更新有效的放电周期。

EDV2 = 指示测量的电池电压是高于还是低于 EDV2 阈值。设置时表示低于。

SEC[1:0] = 定义当前安全访问

11 = 密封访问

10 = 解封访问

01 = 完全访问

CALD = 使用 0x2D 命令进行切换，以启用/禁用 CALIBRATION 模式

2.28 DesignCapacity() : 0x3C 和 0x3D

该只读函数返回 *Design Capacity mAh* 中存储的值。该值用作新电池包的理论或标称容量，用于计算 *StateOfHealth()*。

2.29 MACData() : 0x40 至 0x5F

该读写块将返回当前活动子命令的结果数据。建议在 *ManufacturerAccessControl()* 处开始读取以验证活动子命令。

对该块的写入用于在需要时向子命令提供数据。

2.30 MACDataSum() : 0x60

该读写函数返回当前子命令和数据块的校验和。

对该寄存器的写入可提供执行需要数据的子命令所需的校验和。

该校验和是 *ManufacturerAccessControl()* 和 *MACData()* 字节之和的补码。*MACDataLen()* 决定该校验和中包含的 *MACData()* 的字节数。

2.31 MACDataLen() : 0x61

该读写函数返回作为响应一部分包含在 *MACDataSum()* 中的 *MACData()* 字节数。

对该寄存器的写入可提供应作为子命令的一部分进行处理的 *MACData()* 字节数。

只有在 *MACDataSum()* 和 *MACDataLen()* 一起作为一个字写入之后，才会执行需要块数据的子命令。

2.32 AnalogCount() : 0x79

该只读函数返回模拟计数器。每次更新用于校准的模拟数据时，该值都会递增。

2.33 RawCurrent() : 0x7A 和 0x7B

该只读函数返回库仑计中的原始数据。

2.34 RawVoltage() : 0x7C 和 0x7D

该只读函数返回来自电池电压读数的原始数据。



3.1 访问数据存储器

数据存储器包含初始化、默认值、电池状态、校准、配置和用户信息。大多数数据存储器参数驻留在由 ROM 中的相关参数初始化的易失性 RAM 中。不过，某些数据存储器参数是直接来自 ROM 访问的，没有相关的 RAM 副本。可以通过多种不同的方式访问数据存储器，具体取决于电量监测计的工作模式以及访问的数据。

可以通过已在第 5 章“扩展数据命令”中介绍的特定指令方便地访问系统经常读取的常用数据存储器位置。当电量监测计处于 UNSEALED 或 SEALED 模式时，这些命令可用。不过，大多数数据存储器位置只能在 UNSEALED 模式下通过使用评估软件或通过数据存储器块传输进行访问。这些位置应在开发和制造过程中进行优化和/或固定。它们成为黄金映像文件的一部分，然后可以写入多个电池包。这些值在确定后，在终端设备运行期间通常保持不变。

要单独访问数据存储器位置，必须将包含所需数据存储器位置的块传送到命令寄存器位置，在此处它们可以被读取到系统中或直接更改。这是通过发送设置命令 *BlockDataControl()* (0x61) 以及数据 0x00 来完成的。可以通过 *BlockData()* (0x40 至 0x5F) 直接读取最多 32 个字节的块数据，在外部进行更改，然后重新写入 *BlockData()* 命令空间。或者，如果特定位置的相应偏移索引到 *BlockData()* 命令空间，则可以读取这些特定位置，对其进行更改并重新写入。最后，一旦整个块的正确校验和被写入 *BlockDataChecksum()* (0x60)，驻留在命令空间中的数据就会被传输到数据存储器中。有时，数据存储器类大于 32 字节块大小。在这种情况下，*BlockData()* 命令指定所需位置所在的 32 字节块。然后由 $0x40 + \text{偏移量}$ 对 32 取模给出正确的命令地址。有关此类数据存储器访问的示例，请参阅节 3.3。

读取和写入子类数据是最长 32 字节的块操作。在写入期间，如果数据长度超过最大块大小，则忽略该数据。写入存储器的任何数据都不受电量监测计的限制 - 电量监测计不会拒绝这些值。如果写入不正确的值，则可能会由于固件程序对无效数据的解释而导致不正确的操作。写入的数据不是持久的，因此 POR 可以解决故障。

3.2 器件访问模式

该电量监测计提供 UNSEALED 和 SEALED 两种访问模式，用于控制数据存储器访问权限。该电量监测计的默认访问模式是 UNSEALED，因此系统处理器必须在电量监测计复位后发送 SEALED 子命令以利用数据保护功能。

3.3 密封和解封数据存储器访问

该电量监测计采用钥匙访问方案以从 SEALED 模式转换到 UNSEALED 模式。通过相关子命令进入 SEALED 模式后，必须通过 *Control()* 命令向电量监测计发送唯一的一组密钥 (两个) 以返回到 UNSEALED 模式。必须连续发送这些密钥，中间没有其他数据写入 *Control()* 寄存器。在 SEALED 模式下，*OperationStatus[SEC]* 位 (*SEC1*、*SEC0*) 被设置为 11；但当电量监测计正确接收到密封转解封密钥时，*[SEC]* 位 (*SEC1*、*SEC0*) 转换为 10。密封转解封密钥有两个存储在 ROM 中的相同的字，值为 0x8000 8000；因此，*Control()* 应提供 0x8000 和 0x8000 (再次) 来解封器件。

3.4 数据存储器汇总

表 3-2 展示了可供客户使用的数据存储器位置，包括其默认值、最小值和最大值。

表 3-1. 数据类型解码器

类型	最小值	最大值
F4	$\pm 9.8603 \times 10^{-39}$	$\pm 5.707267 \times 10^{37}$

表 3-1. 数据类型解码器 (continued)

类型	最小值	最大值
H1	0x00	0xFF
H2	0x00	0xFFFF
H4	0x00	0xFFFF FFFF
I1	- 128	127
I2	- 32768	32767
I4	-2,147,483,648	2,147,483,647
Sx	1 字节字符串	x 字节字符串
U1	0	255
U2	0	65535
U4	0	4,294,967,295

表 3-2. 数据存储表

类别	子类别	地址	名称	类型	最小值	最大值	默认值	单位
Calibration	偏移量	0x91B4	Board Offset	I1	- 128	127	0	计数
校准	偏移量	0x91B5	Int Temp Offset	I1	- 128	127	0	0.1°C
Calibration	偏移量	0x91B6	Ext Temp Offset	I1	- 128	127	0	0.1°C
Calibration	偏移量	0x91B7	Pack V Offset	I1	- 128	127	0	mV
Calibration	Temperature	0x91B8	Internal Model Coefficient 1	I2	- 32768	32767	0	数字
Calibration	Temperature	0x91BA	Internal Model Coefficient 2	I2	- 32768	32767	0	数字
Calibration	Temperature	0x91BC	Internal Model Coefficient 3	I2	- 32768	32767	-13356	数字
Calibration	Temperature	0x91BE	Internal Model Coefficient 4	I2	- 32768	32767	6661	数字
Calibration	Temperature	0x91C0	External Model Coefficient 1	I2	- 32768	32767	- 11130	数字
Calibration	Temperature	0x91C2	External Model Coefficient 2	I2	- 32768	32767	19142	数字
Calibration	Temperature	0x91C4	External Model Coefficient 3	I2	- 32768	32767	- 19262	数字
Calibration	Temperature	0x91C6	External Model Coefficient 4	I2	- 32768	32767	28203	数字
Calibration	Temperature	0x91C8	External Model Coefficient 5	I2	- 32768	32767	892	数字
Calibration	Temperature	0x91CA	External Model Coefficient b 1	I2	- 32768	32767	328	数字
Calibration	Temperature	0x91CC	External Model Coefficient b 2	I2	- 32768	32767	- 605	数字
Calibration	Temperature	0x91CE	External Model Coefficient b 3	I2	- 32768	32767	- 2443	数字
Calibration	Temperature	0x91D0	External Model Coefficient b 4	I2	- 32768	32767	4696	数字
Calibration	Temperature	0x91D2	RC0	I2	- 32768	32767	11703	计数
Calibration	Temperature	0x91D4	Voltage Comp Coefficient 1	I2	- 32768	32767	7320	数字
Calibration	Temperature	0x91D6	Voltage Comp Coefficient 2	I2	- 32768	32767	723	数字
Calibration	Temperature	0x91D8	Voltage Comp Coefficient 3	I2	- 32768	32767	- 71	数字
Calibration	Temperature	0x91DA	Voltage Comp Input Multiplier	U1	0	255	48	数字
Calibration	Temperature	0x91DB	Voltage Comp Output Divisor	I2	- 32768	32767	256	数字
Calibration	Current	0x9180	CC Offset	I2	- 32767	32767	0	计数
Calibration	Current	0x9184	CC Gain	F4	1.0e - 01	4.0e+00	0.672785	—
Calibration	Current	0x9188	CC Delta	F4	3.0e+04	3.0e+06	799341.14	—
Calibration	Current	0x91DD	滤波器	U1	0	255	239	数字
Calibration	Current	0x91DE	Deadband	U1	0	255	5	mA
Calibration	Current	0x91DF	CC Deadband	U1	0	255	17	294nV
配置	Charge Inhibit Cfg	0x91F5	Chg Inhibit Temp Low	I2	- 400	1200	0	0.1°C
配置	Charge Inhibit Cfg	0x91F7	Chg Inhibit Temp High	I2	- 400	1200	450	0.1°C
配置	Charge Inhibit Cfg	0x91F9	Temp Hys	I2	0	100	50	0.1°C
配置	电荷	0x91FB	充电电流	I2	0	1000	200	mA
配置	电荷	0x91FD	充电电压	I2	0	4600	4200	mV

表 3-2. 数据存储表 (continued)

类别	子类别	地址	名称	类型	最小值	最大值	默认值	单位
配置	充电终止	0x9201	Taper Current	I2	0	1000	100	mA
配置	安全	0x9232	OT Chg	I2	0	1200	550	0.1°C
配置	安全	0x9234	OT Chg Time	U1	0	60	2	s
配置	安全	0x9235	OT Chg Recovery	I2	0	1200	500	0.1°C
配置	安全	0x9237	OT Dsg	I2	0	1200	600	0.1°C
配置	安全	0x9239	OT Dsg Time	U1	0	60	2	s
配置	安全	0x923A	OT Dsg Recovery	I2	0	1200	550	0.1°C
配置	寄存器	0x9206	Operation Config A	H2	0x0000	0xFFFF	0x0484	十六进制
配置	寄存器	0x9208	Operation Config B	H2	0x0000	0xFFFF	0x1000	十六进制
配置	寄存器	0x920B	SOC Delta	U1	0	25	1	%
配置	寄存器	0x920C	Clk Ctl Reg	H1	0x00	0x0F	0x09	十六进制
配置	寄存器	0x9212	器件类型	H2	0x0000	0xFFFF	0x0220	十六进制
配置	BTP	0x920D	IO 配置	H1	0x0	0x03	0x00	十六进制
配置	BTP	0x920E	Init Discharge Set	I2	0	32767	150	mAh
配置	BTP	0x9210	Init Charge Set	I2	0	32767	175	mAh
配置	电源	0x9217	Sleep Current	I2	0	100	10	mA
配置	电源	0x9219	Bus Low Time	U1	0	255	5	s
配置	电源	0x921A	Offset Cal Inhibit Temp Low	I2	-400	1200	50	0.1°C
配置	电源	0x921C	Offset Cal Inhibit Temp High	I2	-400	1200	450	0.1°C
配置	电源	0x921E	Sleep Voltage Time	U1	0	100	20	s
配置	电源	0x921F	Sleep Current Time	U1	0	255	20	s
配置	电流阈值	0x9228	Discharge Detection Threshold	I2	0	2000	60	mA
配置	电流阈值	0x922A	Charge Detection Threshold	I2	0	2000	75	mA
配置	电流阈值	0x922C	Quit Current	I2	0	1000	40	mA
配置	电流阈值	0x922E	Discharge Relax Time	U2	0	8191	60	s
配置	电流阈值	0x9230	Charge Relax Time	U1	0	255	60	s
配置	电流阈值	0x9231	Quit Relax Time	U1	0	63	1	s
Configuration	Data	0x923C	Initial Standby	I1	-127	0	-10	mA
配置	放电	0x9240	SysDown Set Volt Threshold	I2	0	4200	3150	mV
配置	放电	0x9242	SysDown Set Volt Time	U1	0	60	2	s
配置	放电	0x9243	SysDown Clear Volt Threshold	I2	0	5000	3250	mV
配置	SOC	0x927F	Flag Config A	H2	0x0	0x0FFF	0x0C8C	十六进制
配置	SOC	0x9281	Flag Config B	H1	0x0	0xFF	0x8C	十六进制
配置	CEDV Profile Select	0x929A	电池 ID	H1	0x00	0x1F	0x00	十六进制
Gas Gauging	Cycle	0x927D	Cycle Count Percentage	U1	0	100	90	%
Gas Gauging	FD	0x9282	Set Voltage Threshold	I2	0	5000	3000	mV
Gas Gauging	FD	0x9284	Clear Voltage Threshold	I2	0	5000	3100	mV
Gas Gauging	FD	0x9286	Set % RSOC Threshold	U1	0	100	0	%
Gas Gauging	FD	0x9287	Clear % RSOC Threshold	U1	0	100	5	%
Gas Gauging	FC	0x9288	Set Voltage Threshold	I2	0	5000	4200	mV
Gas Gauging	FC	0x928A	Clear Voltage Threshold	I2	0	5000	4100	mV
Gas Gauging	FC	0x928C	Set % RSOC Threshold	U1	0	100	100	%
Gas Gauging	FC	0x928D	Clear % RSOC Threshold	U1	0	100	95	%
Gas Gauging	TD	0x928E	Set Voltage Threshold	I2	0	5000	3200	mV
Gas Gauging	TD	0x9290	Clear Voltage Threshold	I2	0	5000	3300	mV
Gas Gauging	TD	0x9292	Set % RSOC Threshold	U1	0	100	6	%
Gas Gauging	TD	0x9293	Clear % RSOC Threshold	U1	0	100	8	%
Gas Gauging	TC	0x9294	Set Voltage Threshold	I2	0	5000	4200	mV
Gas Gauging	TC	0x9296	Clear Voltage Threshold	I2	0	5000	4100	mV

表 3-2. 数据存储表 (continued)

类别	子类别	地址	名称	类型	最小值	最大值	默认值	单位
Gas Gauging	TC	0x9298	Set % RSOC Threshold	U1	0	100	100	%
Gas Gauging	TC	0x9299	Clear % RSOC Threshold	U1	0	100	95	%
Gas Gauging	CEDV Configuration	0x9251	Battery Low %	U2	0	65535	700	0.01%
Gas Gauging	CEDV Configuration	0x925B	Learning Low Temp	U1	0	255	119	0.1°C
Gas Gauging	CEDV Configuration	0x9264	OverLoad Current	I2	0	32767	1500	mA
Gas Gauging	CEDV Configuration	0x9268	Self Discharge Rate	U1	0	255	20	0.0025% /天
Gas Gauging	CEDV Configuration	0x9269	Electronics Load	I2	0	255	0	3 μ A
Gas Gauging	CEDV Configuration	0x926B	Near Full	I2	0	32767	200	mAh
Gas Gauging	CEDV Configuration	0x926D	Reserve Capacity	I2	0	32767	0	mAh
Gas Gauging	CEDV Configuration	0x926F	Chg Eff	U1	0	100	100	%
Gas Gauging	CEDV Configuration	0x9270	Dsg Eff	U1	0	100	100	%
Gas Gauging	CEDV Profile 1	0x929B	Gauging Configuration	H2	0x0	0x1FFF	0x102A	十六进制
Gas Gauging	CEDV Profile 1	0x929D	Full Charge Capacity	I2	0	32767	3000	mAh
Gas Gauging	CEDV Profile 1	0x929F	Design Capacity	I2	0	32767	3000	mAh
Gas Gauging	CEDV Profile 1	0x92A3	Design Voltage	I2	0	32767	3700	mV
Gas Gauging	CEDV Profile 1	0x92A5	Charge Termination Voltage	I2	0	1000	100	mV
Gas Gauging	CEDV Profile 1	0x92A7	EMF	U2	0	65535	3743	—
Gas Gauging	CEDV Profile 1	0x92A9	C0	U2	0	65535	149	—
Gas Gauging	CEDV Profile 1	0x92AB	R0	U2	0	65535	867	—
Gas Gauging	CEDV Profile 1	0x92AD	T0	U2	0	65535	4030	—
Gas Gauging	CEDV Profile 1	0x92AF	R1	U2	0	65535	316	—
Gas Gauging	CEDV Profile 1	0x92B1	TC	U1	0	255	9	—
Gas Gauging	CEDV Profile 1	0x92B2	C1	U1	0	255	0	—
Gas Gauging	CEDV Profile 1	0x92B3	Age Factor	U1	0	255	0	—
Gas Gauging	CEDV Profile 1	0x92B4	Fixed EDV 0	I2	0	32767	3031	mV
Gas Gauging	CEDV Profile 1	0x92B6	EDV 0 Hold Time	U1	1	255	1	s
Gas Gauging	CEDV Profile 1	0x92B7	Fixed EDV 1	I2	0	32767	3385	mV
Gas Gauging	CEDV Profile 1	0x92B9	EDV 1 Hold Time	U1	1	255	1	s
Gas Gauging	CEDV Profile 1	0x92BA	Fixed EDV 2	I2	0	32767	3501	mV
Gas Gauging	CEDV Profile 1	0x92BC	EDV 2 Hold Time	U1	1	255	1	s
Gas Gauging	CEDV Profile 1	0x92BD	Voltage 0% DOD	I2	- 32768	32767	4173	mV
Gas Gauging	CEDV Profile 1	0x92BF	Voltage 10% DOD	I2	- 32768	32767	4043	mV
Gas Gauging	CEDV Profile 1	0x92C1	Voltage 20% DOD	I2	- 32768	32767	3925	mV
Gas Gauging	CEDV Profile 1	0x92C3	Voltage 30% DOD	I2	- 32768	32767	3821	mV
Gas Gauging	CEDV Profile 1	0x92C5	Voltage 40% DOD	I2	- 32768	32767	3725	mV
Gas Gauging	CEDV Profile 1	0x92C7	Voltage 50% DOD	I2	- 32768	32767	3656	mV
Gas Gauging	CEDV Profile 1	0x92C9	Voltage 60% DOD	I2	- 32768	32767	3619	mV
Gas Gauging	CEDV Profile 1	0x92CB	Voltage 70% DOD	I2	- 32768	32767	3582	mV
Gas Gauging	CEDV Profile 1	0x92CD	Voltage 80% DOD	I2	- 32768	32767	3515	mV
Gas Gauging	CEDV Profile 1	0x92CF	Voltage 90% DOD	I2	- 32768	32767	3439	mV
Gas Gauging	CEDV Profile 1	0x92D1	Voltage 100% DOD	I2	- 32768	32767	2713	mV
Gas Gauging	CEDV Smoothing Config	0x9271	Smoothing Config	H1	0x00	0xFF	0x08	十六进制

表 3-2. 数据存储表 (continued)

类别	子类别	地址	名称	类型	最小值	最大值	默认值	单位
Gas Gauging	CEDV Smoothing Config	0x9272	Smoothing Start Voltage	I2	0	4300	3700	mV
Gas Gauging	CEDV Smoothing Config	0x9274	Smoothing Delta Voltage	I2	0	4200	100	mV
Gas Gauging	CEDV Smoothing Config	0x9276	Max Smoothing Current	I2	0	32767	8000	s
Gas Gauging	CEDV Smoothing Config	0x927B	EOC Smooth Current	U1	0	10	2	0.1%
Gas Gauging	CEDV Smoothing Config	0x927C	EOC Smooth Current Time	U1	0	255	60	s
Calibration (Present OTP)	偏移量	0x4000	Board Offset	I1	- 128	127	0	计数
Calibration (Present OTP)	偏移量	0x4001	Int Temp Offset	I1	- 128	127	0	0.1°C
Calibration (Present OTP)	偏移量	0x4002	Ext Temp Offset	I1	- 128	127	0	0.1°C
Calibration (Present OTP)	偏移量	0x4003	Pack V Offset	I1	- 128	127	0	mV
Calibration (Present OTP)	温度	0x4004	Internal Model Coefficient 1	I2	- 32768	32767	0	数字
Calibration (Present OTP)	温度	0x4006	Internal Model Coefficient 2	I2	- 32768	32767	0	数字
Calibration (Present OTP)	温度	0x4008	Internal Model Coefficient 3	I2	- 32768	32767	-13356	数字
Calibration (Present OTP)	温度	0x400A	Internal Model Coefficient 4	I2	- 32768	32767	6661	数字
Calibration (Present OTP)	温度	0x400C	External Model Coefficient 1	I2	- 32768	32767	- 11130	数字
Calibration (Present OTP)	温度	0x400E	External Model Coefficient 2	I2	- 32768	32767	19142	数字
Calibration (Present OTP)	温度	0x4010	External Model Coefficient 3	I2	- 32768	32767	- 19262	数字
Calibration (Present OTP)	温度	0x4012	External Model Coefficient 4	I2	- 32768	32767	28203	数字
Calibration (Present OTP)	Temperature	0x4014	External Model Coefficient 5	I2	- 32768	32767	892	数字
Calibration (Present OTP)	温度	0x4016	External Model Coefficient b 1	I2	- 32768	32767	328	数字
Calibration (Present OTP)	温度	0x4018	External Model Coefficient b 2	I2	- 32768	32767	- 605	数字
Calibration (Present OTP)	温度	0x401A	External Model Coefficient b 3	I2	- 32768	32767	- 2443	数字
Calibration (Present OTP)	温度	0x401C	External Model Coefficient b 4	I2	- 32768	32767	4696	数字
Calibration (Present OTP)	温度	0x401E	RC0	I2	- 32768	32767	11703	计数
Calibration (Present OTP)	温度	0x4020	Voltage Comp Coefficient 1	I2	- 32768	32767	7320	数字
Calibration (Present OTP)	温度	0x4022	Voltage Comp Coefficient 2	I2	- 32768	32767	723	数字
Calibration (Present OTP)	温度	0x4024	Voltage Comp Coefficient 3	I2	- 32768	32767	- 71	数字
Calibration (Present OTP)	温度	0x4026	Voltage Comp Input Multiplier	U1	0	255	48	数字
Calibration (Present OTP)	温度	0x4027	Voltage Comp Output Divisor	I2	- 32768	32767	256	数字
Calibration (Present OTP)	电流	0x4029	滤波器	U1	0	255	239	数字
Calibration (Present OTP)	电流	0x402A	Deadband	U1	0	255	5	mA

表 3-2. 数据存储表 (continued)

类别	子类别	地址	名称	类型	最小值	最大值	默认值	单位
Calibration (Present OTP)	电流	0x402B	CC Deadband	U1	0	255	17	294nV
Configuration (Present OTP)	Charge Inhibit Cfg	0x4041	Chg Inhibit Temp Low	I2	- 400	1200	0	0.1°C
Configuration (Present OTP)	Charge Inhibit Cfg	0x4043	Chg Inhibit Temp High	I2	- 400	1200	450	0.1°C
Configuration (Present OTP)	Charge Inhibit Cfg	0x4045	Temp Hys	I2	0	100	50	0.1°C
Configuration (Present OTP)	电荷	0x4047	充电电流	I2	0	1000	200	mA
Configuration (Present OTP)	电荷	0x4049	充电电压	I2	0	4600	4200	mV
Configuration (Present OTP)	充电终止	0x404D	Taper Current	I2	0	1000	100	mA
Configuration (Present OTP)	安全	0x407E	OT Chg	I2	0	1200	550	0.1°C
Configuration (Present OTP)	安全	0x4080	OT Chg Time	U1	0	60	2	s
Configuration (Present OTP)	安全	0x4081	OT Chg Recovery	I2	0	1200	500	0.1°C
Configuration (Present OTP)	安全	0x4083	OT Dsg	I2	0	1200	600	0.1°C
Configuration (Present OTP)	安全	0x4085	OT Dsg Time	U1	0	60	2	s
Configuration (Present OTP)	安全	0x4086	OT Dsg Recovery	I2	0	1200	550	0.1°C
Configuration (Present OTP)	寄存器	0x4052	Operation Config A	H2	0x0000	0xFFFF	0x0484	十六进制
Configuration (Present OTP)	寄存器	0x4054	Operation Config B	H2	0x0000	0xFFFF	0x1000	十六进制
Configuration (Present OTP)	寄存器	0x4057	SOC Delta	U1	0	25	1	%
Configuration (Present OTP)	寄存器	0x4058	Clk Ctl Reg	H1	0x00	0x0F	0x09	十六进制
Configuration (Present OTP)	寄存器	0x405E	器件类型	H2	0x0000	0xFFFF	0x0220	十六进制
Configuration (Present OTP)	BTP	0x4059	IO 配置	H1	0x0	0x03	0x00	十六进制
Configuration (Present OTP)	BTP	0x405A	Init Discharge Set	I2	0	32767	150	mAh
Configuration (Present OTP)	BTP	0x405C	Init Charge Set	I2	0	32767	175	mAh
Configuration (Present OTP)	电源	0x4063	Sleep Current	I2	0	100	10	mA
Configuration (Present OTP)	电源	0x4065	Bus Low Time	U1	0	255	5	s
Configuration (Present OTP)	电源	0x4066	Offset Cal Inhibit Temp Low	I2	- 400	1200	50	0.1°C
Configuration (Present OTP)	电源	0x4068	Offset Cal Inhibit Temp High	I2	- 400	1200	450	0.1°C
Configuration (Present OTP)	电源	0x406A	Sleep Voltage Time	U1	0	100	20	s
Configuration (Present OTP)	电源	0x406B	Sleep Current Time	U1	0	255	20	s
Configuration (Present OTP)	电源	0x406C	Hibernate I	U2	0	700	8	mA
Configuration (Present OTP)	电源	0x406E	Hibernate V	U2	2400	3000	2550	mV
Configuration (Present OTP)	电流阈值	0x4074	Discharge Detection Threshold	I2	0	2000	60	mA

表 3-2. 数据存储表 (continued)

类别	子类别	地址	名称	类型	最小值	最大值	默认值	单位
Configuration (Present OTP)	电流阈值	0x4076	Charge Detection Threshold	I2	0	2000	75	mA
Configuration (Present OTP)	电流阈值	0x4078	Quit Current	I2	0	1000	40	mA
Configuration (Present OTP)	电流阈值	0x407A	Discharge Relax Time	U2	0	8191	60	s
Configuration (Present OTP)	电流阈值	0x407C	Charge Relax Time	U1	0	255	60	s
Configuration (Present OTP)	电流阈值	0x407D	Quit Relax Time	U1	0	63	1	s
Configuration (Present OTP)	数据	0x4088	Initial Standby	I1	- 127	0	- 10	mA
Configuration (Present OTP)	放电	0x408C	SysDown Set Volt Threshold	I2	0	4200	3150	mV
Configuration (Present OTP)	放电	0x408E	SysDown Set Volt Time	U1	0	60	2	s
Configuration (Present OTP)	放电	0x408F	SysDown Clear Volt Threshold	I2	0	5000	3250	mV
Configuration (Present OTP)	SOC	0x40CB	Flag Config A	H2	0x0	0x0FFF	0x0C8C	十六进制
Configuration (Present OTP)	SOC	0x40CD	Flag Config B	H1	0x0	0xFF	0x8C	十六进制
Configuration (Present OTP)	CEDV Profile Select	0x40E6	电池 ID	H1	0x00	0x1F	0x00	十六进制
Configuration (Present OTP)	OTP	0x418F	令牌	U1	0	255	0	—
Gas Gauging (Present OTP)	周期	0x40C9	Cycle Count Percentage	U1	0	100	90	%
Gas Gauging (Present OTP)	FD	0x40CE	Set Voltage Threshold	I2	0	5000	3000	mV
Gas Gauging (Present OTP)	FD	0x40D0	Clear Voltage Threshold	I2	0	5000	3100	mV
Gas Gauging (Present OTP)	FD	0x40D2	Set % RSOC Threshold	U1	0	100	0	%
Gas Gauging (Present OTP)	FD	0x40D3	Clear % RSOC Threshold	U1	0	100	5	%
Gas Gauging (Present OTP)	FC	0x40D4	Set Voltage Threshold	I2	0	5000	4200	mV
Gas Gauging (Present OTP)	FC	0x40D6	Clear Voltage Threshold	I2	0	5000	4100	mV
Gas Gauging (Present OTP)	FC	0x40D8	Set % RSOC Threshold	U1	0	100	100	%
Gas Gauging (Present OTP)	FC	0x40D9	Clear % RSOC Threshold	U1	0	100	95	%
Gas Gauging (Present OTP)	TD	0x40DA	Set Voltage Threshold	I2	0	5000	3200	mV
Gas Gauging (Present OTP)	TD	0x40DC	Clear Voltage Threshold	I2	0	5000	3300	mV
Gas Gauging (Present OTP)	TD	0x40DE	Set % RSOC Threshold	U1	0	100	6	%
Gas Gauging (Present OTP)	TD	0x40DF	Clear % RSOC Threshold	U1	0	100	8	%
Gas Gauging (Present OTP)	TC	0x40E0	Set Voltage Threshold	I2	0	5000	4200	mV
Gas Gauging (Present OTP)	TC	0x40E2	Clear Voltage Threshold	I2	0	5000	4100	mV
Gas Gauging (Present OTP)	TC	0x40E4	Set % RSOC Threshold	U1	0	100	100	%
Gas Gauging (Present OTP)	TC	0x40E5	Clear % RSOC Threshold	U1	0	100	95	%

表 3-2. 数据存储表 (continued)

类别	子类别	地址	名称	类型	最小值	最大值	默认值	单位
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Configuration	0x409D	Battery Low %	U2	0	65535	700	0.01%
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Configuration	0x40A7	Learning Low Temp	U1	0	255	119	0.1°C
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Configuration	0x40B0	OverLoad Current	I2	0	32767	1500	mA
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Configuration	0x40B4	Self Discharge Rate	U1	0	255	20	0.0025% /天
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Configuration	0x40B5	Electronics Load	I2	0	255	0	3 μA
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Configuration	0x40B7	Near Full	I2	0	32767	200	mAh
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Configuration	0x40B9	Reserve Capacity	I2	0	32767	0	mAh
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Configuration	0x40BB	Chg Eff	U1	0	100	100	%
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Configuration	0x40BC	Dsg Eff	U1	0	100	100	%
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 1	0x40E7	Gauging Configuration	H2	0x0	0x1FFF	0x102A	十六进制
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 1	0x40E9	Full Charge Capacity	I2	0	32767	3000	mAh
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 1	0x40EB	Design Capacity	I2	0	32767	3000	mAh
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 1	0x40EF	Design Voltage	I2	0	32767	3700	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 1	0x40F1	Charge Termination Voltage	I2	0	1000	100	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 1	0x40F3	EMF	U2	0	65535	3743	—
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 1	0x40F5	C0	U2	0	65535	149	—
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 1	0x40F7	R0	U2	0	65535	867	—
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 1	0x40F9	T0	U2	0	65535	4030	—
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 1	0x40FB	R1	U2	0	65535	316	—
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 1	0x40FD	TC	U1	0	255	9	—
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 1	0x40FE	C1	U1	0	255	0	—
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 1	0x40FF	Age Factor	U1	0	255	0	—
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 1	0x4100	Fixed EDV 0	I2	0	32767	3031	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 1	0x4102	EDV 0 Hold Time	U1	1	255	1	s
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 1	0x4103	Fixed EDV 1	I2	0	32767	3385	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 1	0x4105	EDV 1 Hold Time	U1	1	255	1	s
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 1	0x4106	Fixed EDV 2	I2	0	32767	3501	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 1	0x4108	EDV 2 Hold Time	U1	1	255	1	s
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 1	0x4109	Voltage 0% DOD	I2	- 32768	32767	4173	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 1	0x410B	Voltage 10% DOD	I2	- 32768	32767	4043	mV

表 3-2. 数据存储表 (continued)

类别	子类别	地址	名称	类型	最小值	最大值	默认值	单位
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 1	0x410D	Voltage 20% DOD	I2	- 32768	32767	3925	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 1	0x410F	Voltage 30% DOD	I2	- 32768	32767	3821	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 1	0x4111	Voltage 40% DOD	I2	- 32768	32767	3725	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 1	0x4113	Voltage 50% DOD	I2	- 32768	32767	3656	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 1	0x4115	Voltage 60% DOD	I2	- 32768	32767	3619	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 1	0x4117	Voltage 70% DOD	I2	- 32768	32767	3582	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 1	0x4119	Voltage 80% DOD	I2	- 32768	32767	3515	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 1	0x411B	Voltage 90% DOD	I2	- 32768	32767	3439	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 1	0x411D	Voltage 100% DOD	I2	- 32768	32767	2713	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 2	0x411F	Gauging Configuration	H2	0x0	0x1FFF	0x0000	十六进制
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 2	0x4121	Full Charge Capacity	I2	0	32767	2200	mAh
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 2	0x4123	Design Capacity	I2	0	32767	2200	mAh
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 2	0x4127	Design Voltage	I2	0	32767	3700	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 2	0x4129	Charge Termination Voltage	I2	0	1000	100	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 2	0x412B	EMF	U2	0	65535	3743	—
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 2	0x412D	C0	U2	0	65535	149	—
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 2	0x412F	R0	U2	0	65535	867	—
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 2	0x4131	T0	U2	0	65535	4030	—
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 2	0x4133	R1	U2	0	65535	316	—
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 2	0x4135	TC	U1	0	255	9	—
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 2	0x4136	C1	U1	0	255	0	—
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 2	0x4137	Age Factor	U1	0	255	0	—
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 2	0x4138	Fixed EDV 0	I2	0	32767	3031	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 2	0x413A	EDV 0 Hold Time	U1	1	255	1	s
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 2	0x413B	Fixed EDV 1	I2	0	32767	3385	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 2	0x413D	EDV 1 Hold Time	U1	1	255	1	s
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 2	0x413E	Fixed EDV 2	I2	0	32767	3501	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 2	0x4140	EDV 2 Hold Time	U1	1	255	1	s
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 2	0x4141	Voltage 0% DOD	I2	- 32768	32767	4173	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 2	0x4143	Voltage 10% DOD	I2	- 32768	32767	4043	mV

表 3-2. 数据存储表 (continued)

类别	子类别	地址	名称	类型	最小值	最大值	默认值	单位
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 2	0x4145	Voltage 20% DOD	I2	- 32768	32767	3925	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 2	0x4147	Voltage 30% DOD	I2	- 32768	32767	3821	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 2	0x4149	Voltage 40% DOD	I2	- 32768	32767	3725	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 2	0x414B	Voltage 50% DOD	I2	- 32768	32767	3656	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 2	0x414D	Voltage 60% DOD	I2	- 32768	32767	3619	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 2	0x414F	Voltage 70% DOD	I2	- 32768	32767	3582	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 2	0x4151	Voltage 80% DOD	I2	- 32768	32767	3515	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 2	0x4153	Voltage 90% DOD	I2	- 32768	32767	3439	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 2	0x4155	Voltage 100% DOD	I2	- 32768	32767	2713	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 3	0x4157	Gauging Configuration	H2	0x0	0x1FFF	0x0000	十六进制
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 3	0x4159	Full Charge Capacity	I2	0	32767	2200	mAh
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 3	0x415B	Design Capacity	I2	0	32767	2200	mAh
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 3	0x415F	Design Voltage	I2	0	32767	3700	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 3	0x4161	Charge Termination Voltage	I2	0	1000	100	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 3	0x4163	EMF	U2	0	65535	3743	—
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 3	0x4165	C0	U2	0	65535	149	—
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 3	0x4167	R0	U2	0	65535	867	—
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 3	0x4169	T0	U2	0	65535	4030	—
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 3	0x416B	R1	U2	0	65535	316	—
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 3	0x416D	TC	U1	0	255	9	—
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 3	0x416E	C1	U1	0	255	0	—
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 3	0x416F	Age Factor	U1	0	255	0	—
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 3	0x4170	Fixed EDV 0	I2	0	32767	3031	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 3	0x4172	EDV 0 Hold Time	U1	1	255	1	s
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 3	0x4173	Fixed EDV 1	I2	0	32767	3385	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 3	0x4175	EDV 1 Hold Time	U1	1	255	1	s
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 3	0x4176	Fixed EDV 2	I2	0	32767	3501	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 3	0x4178	EDV 2 Hold Time	U1	1	255	1	s
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 3	0x4179	Voltage 0% DOD	I2	- 32768	32767	4173	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 3	0x417B	Voltage 10% DOD	I2	- 32768	32767	4043	mV

表 3-2. 数据存储表 (continued)

类别	子类别	地址	名称	类型	最小值	最大值	默认值	单位
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 3	0x417D	Voltage 20% DOD	I2	- 32768	32767	3925	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 3	0x417F	Voltage 30% DOD	I2	- 32768	32767	3821	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 3	0x4181	Voltage 40% DOD	I2	- 32768	32767	3725	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 3	0x4183	Voltage 50% DOD	I2	- 32768	32767	3656	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 3	0x4185	Voltage 60% DOD	I2	- 32768	32767	3619	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 3	0x4187	Voltage 70% DOD	I2	- 32768	32767	3582	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 3	0x4189	Voltage 80% DOD	I2	- 32768	32767	3515	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 3	0x418B	Voltage 90% DOD	I2	- 32768	32767	3439	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Profile 3	0x418D	Voltage 100% DOD	I2	- 32768	32767	2713	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Smoothing Config	0x40BD	Smoothing Config	H1	0x00	0xFF	0x08	十六进制
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Smoothing Config	0x40BE	Smoothing Start Voltage	I2	0	4300	3700	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Smoothing Config	0x40C0	Smoothing Delta Voltage	I2	0	4200	100	mV
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Smoothing Config	0x40C2	Max Smoothing Current	I2	0	32767	8000	s
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Smoothing Config	0x40C7	EOC Smooth Current	U1	0	10	2	0.1%
Gas Gauging (Present OTP)	CEDV Smoothing Config	0x40C8	EOC Smooth Current Time	U1	0	255	60	s
Calibration (ROM Default)	偏移量	0x4800	Board Offset	I1	- 128	127	0	计数
Calibration (ROM Default)	偏移量	0x4801	Int Temp Offset	I1	- 128	127	0	0.1°C
Calibration (ROM Default)	偏移量	0x4802	Ext Temp Offset	I1	- 128	127	0	0.1°C
Calibration (ROM Default)	偏移量	0x4803	Pack V Offset	I1	- 128	127	0	mV
Calibration (ROM Default)	温度	0x4804	Internal Model Coefficient 1	I2	- 32768	32767	0	数字
Calibration (ROM Default)	温度	0x4806	Internal Model Coefficient 2	I2	- 32768	32767	0	数字
Calibration (ROM Default)	温度	0x4808	Internal Model Coefficient 3	I2	- 32768	32767	-13356	数字
Calibration (ROM Default)	温度	0x480A	Internal Model Coefficient 4	I2	- 32768	32767	6661	数字
Calibration (ROM Default)	温度	0x480C	External Model Coefficient 1	I2	- 32768	32767	- 11130	数字
Calibration (ROM Default)	温度	0x480E	External Model Coefficient 2	I2	- 32768	32767	19142	数字
Calibration (ROM Default)	温度	0x4810	External Model Coefficient 3	I2	- 32768	32767	- 19262	数字
Calibration (ROM Default)	温度	0x4812	External Model Coefficient 4	I2	- 32768	32767	28203	数字
Calibration (ROM Default)	温度	0x4814	External Model Coefficient 5	I2	- 32768	32767	892	数字
Calibration (ROM Default)	温度	0x4816	External Model Coefficient b 1	I2	- 32768	32767	328	数字
Calibration (ROM Default)	温度	0x4818	External Model Coefficient b 2	I2	- 32768	32767	- 605	数字

表 3-2. 数据存储表 (continued)

类别	子类别	地址	名称	类型	最小值	最大值	默认值	单位
Calibration (ROM Default)	温度	0x481A	External Model Coefficient b 3	I2	- 32768	32767	- 2443	数字
Calibration (ROM Default)	温度	0x481C	External Model Coefficient b 4	I2	- 32768	32767	4696	数字
Calibration (ROM Default)	温度	0x481E	RC0	I2	- 32768	32767	11703	计数
Calibration (ROM Default)	温度	0x4820	Voltage Comp Coefficient 1	I2	- 32768	32767	7320	数字
Calibration (ROM Default)	温度	0x4822	Voltage Comp Coefficient 2	I2	- 32768	32767	723	数字
Calibration (ROM Default)	温度	0x4824	Voltage Comp Coefficient 3	I2	- 32768	32767	- 71	数字
Calibration (ROM Default)	温度	0x4826	Voltage Comp Input Multiplier	U1	0	255	48	数字
Calibration (ROM Default)	温度	0x4827	Voltage Comp Output Divisor	I2	- 32768	32767	256	数字
Calibration (ROM Default)	电流	0x4829	滤波器	U1	0	255	239	数字
Calibration (ROM Default)	电流	0x482A	Deadband	U1	0	255	5	mA
Calibration (ROM Default)	电流	0x482B	CC Deadband	U1	0	255	17	294nV
Configuration (ROM Default)	Charge Inhibit Cfg	0x4841	Chg Inhibit Temp Low	I2	- 400	1200	0	0.1°C
Configuration (ROM Default)	Charge Inhibit Cfg	0x4843	Chg Inhibit Temp High	I2	- 400	1200	450	0.1°C
Configuration (ROM Default)	Charge Inhibit Cfg	0x4845	Temp Hys	I2	0	100	50	0.1°C
Configuration (ROM Default)	电荷	0x4847	充电电流	I2	0	1000	200	mA
Configuration (ROM Default)	电荷	0x4849	充电电压	I2	0	4600	4200	mV
Configuration (ROM Default)	充电终止	0x484D	Taper Current	I2	0	1000	100	mA
Configuration (ROM Default)	安全	0x487E	OT Chg	I2	0	1200	550	0.1°C
Configuration (ROM Default)	安全	0x4880	OT Chg Time	U1	0	60	2	s
Configuration (ROM Default)	安全	0x4881	OT Chg Recovery	I2	0	1200	500	0.1°C
Configuration (ROM Default)	安全	0x4883	OT Dsg	I2	0	1200	600	0.1°C
Configuration (ROM Default)	安全	0x4885	OT Dsg Time	U1	0	60	2	s
Configuration (ROM Default)	安全	0x4886	OT Dsg Recovery	I2	0	1200	550	0.1°C
Configuration (ROM Default)	寄存器	0x4852	Operation Config A	H2	0x0000	0xFFFF	0x0484	十六进制
Configuration (ROM Default)	寄存器	0x4854	Operation Config B	H2	0x0000	0xFFFF	0x1000	十六进制
Configuration (ROM Default)	寄存器	0x4857	SOC Delta	U1	0	25	1	%
Configuration (ROM Default)	寄存器	0x4858	Clk Ctl Reg	H1	0x00	0x0F	0x09	十六进制
Configuration (ROM Default)	寄存器	0x485E	器件类型	H2	0x0000	0xFFFF	0x0220	十六进制
Configuration (ROM Default)	BTP	0x4859	IO 配置	H1	0x0	0x03	0x00	十六进制
Configuration (ROM Default)	BTP	0x485A	Init Discharge Set	I2	0	32767	150	mAh

表 3-2. 数据存储寄存器表 (continued)

类别	子类别	地址	名称	类型	最小值	最大值	默认值	单位
Configuration (ROM Default)	BTP	0x485C	Init Charge Set	I2	0	32767	175	mAh
Configuration (ROM Default)	电源	0x4863	Sleep Current	I2	0	100	10	mA
Configuration (ROM Default)	电源	0x4865	Bus Low Time	U1	0	255	5	s
Configuration (ROM Default)	电源	0x4866	Offset Cal Inhibit Temp Low	I2	- 400	1200	50	0.1°C
Configuration (ROM Default)	电源	0x4868	Offset Cal Inhibit Temp High	I2	- 400	1200	450	0.1°C
Configuration (ROM Default)	电源	0x486A	Sleep Voltage Time	U1	0	100	20	s
Configuration (ROM Default)	电源	0x486B	Sleep Current Time	U1	0	255	20	s
Configuration (ROM Default)	电源	0x486C	Hibernate I	U2	0	700	8	mA
Configuration (ROM Default)	电源	0x486E	Hibernate V	U2	2400	3000	2550	mV
Configuration (ROM Default)	电流阈值	0x4874	Discharge Detection Threshold	I2	0	2000	60	mA
Configuration (ROM Default)	电流阈值	0x4876	Charge Detection Threshold	I2	0	2000	75	mA
Configuration (ROM Default)	电流阈值	0x4878	Quit Current	I2	0	1000	40	mA
Configuration (ROM Default)	电流阈值	0x487A	Discharge Relax Time	U2	0	8191	60	s
Configuration (ROM Default)	电流阈值	0x487C	Charge Relax Time	U1	0	255	60	s
Configuration (ROM Default)	电流阈值	0x487D	Quit Relax Time	U1	0	63	1	s
Configuration (ROM Default)	数据	0x4888	Initial Standby	I1	- 127	0	- 10	mA
Configuration (ROM Default)	放电	0x488C	SysDown Set Volt Threshold	I2	0	4200	3150	mV
Configuration (ROM Default)	放电	0x488E	SysDown Set Volt Time	U1	0	60	2	s
Configuration (ROM Default)	放电	0x488F	SysDown Clear Volt Threshold	I2	0	5000	3250	mV
Configuration (ROM Default)	SOC	0x48CB	Flag Config A	H2	0x0	0x0FFF	0x0C8C	十六进制
Configuration (ROM Default)	SOC	0x48CD	Flag Config B	H1	0x0	0xFF	0x8C	十六进制
Configuration (ROM Default)	CEDV Profile Select	0x48E6	电池 ID	H1	0x00	0x1F	0x00	十六进制
Gas Gauging (ROM Default)	周期	0x48C9	Cycle Count Percentage	U1	0	100	90	%
Gas Gauging (ROM Default)	FD	0x48CE	Set Voltage Threshold	I2	0	5000	3000	mV
Gas Gauging (ROM Default)	FD	0x48D0	Clear Voltage Threshold	I2	0	5000	3100	mV
Gas Gauging (ROM Default)	FD	0x48D2	Set % RSOC Threshold	U1	0	100	0	%
Gas Gauging (ROM Default)	FD	0x48D3	Clear % RSOC Threshold	U1	0	100	5	%
Gas Gauging (ROM Default)	FC	0x48D4	Set Voltage Threshold	I2	0	5000	4200	mV
Gas Gauging (ROM Default)	FC	0x48D6	Clear Voltage Threshold	I2	0	5000	4100	mV
Gas Gauging (ROM Default)	FC	0x48D8	Set % RSOC Threshold	U1	0	100	100	%

表 3-2. 数据存储表 (continued)

类别	子类别	地址	名称	类型	最小值	最大值	默认值	单位
Gas Gauging (ROM Default)	FC	0x48D9	Clear % RSOC Threshold	U1	0	100	95	%
Gas Gauging (ROM Default)	TD	0x48DA	Set Voltage Threshold	I2	0	5000	3200	mV
Gas Gauging (ROM Default)	TD	0x48DC	Clear Voltage Threshold	I2	0	5000	3300	mV
Gas Gauging (ROM Default)	TD	0x48DE	Set % RSOC Threshold	U1	0	100	6	%
Gas Gauging (ROM Default)	TD	0x48DF	Clear % RSOC Threshold	U1	0	100	8	%
Gas Gauging (ROM Default)	TC	0x48E0	Set Voltage Threshold	I2	0	5000	4200	mV
Gas Gauging (ROM Default)	TC	0x48E2	Clear Voltage Threshold	I2	0	5000	4100	mV
Gas Gauging (ROM Default)	TC	0x48E4	Set % RSOC Threshold	U1	0	100	100	%
Gas Gauging (ROM Default)	TC	0x48E5	Clear % RSOC Threshold	U1	0	100	95	%
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Configuration	0x489D	Battery Low %	U2	0	65535	700	0.01%
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Configuration	0x48A7	Learning Low Temp	U1	0	255	119	0.1°C
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Configuration	0x48B0	OverLoad Current	I2	0	32767	1500	mA
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Configuration	0x48B4	Self Discharge Rate	U1	0	255	20	0.0025% /天
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Configuration	0x48B5	Electronics Load	I2	0	255	0	3 μA
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Configuration	0x48B7	Near Full	I2	0	32767	200	mAh
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Configuration	0x48B9	Reserve Capacity	I2	0	32767	0	mAh
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Configuration	0x48BB	Chg Eff	U1	0	100	100	%
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Configuration	0x48BC	Dsg Eff	U1	0	100	100	%
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 1	0x48E7	Gauging Configuration	H2	0x0	0x1FFF	0x102A	十六进制
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 1	0x48E9	Full Charge Capacity	I2	0	32767	3000	mAh
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 1	0x48EB	Design Capacity	I2	0	32767	3000	mAh
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 1	0x48EF	Design Voltage	I2	0	32767	3700	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 1	0x48F1	Charge Termination Voltage	I2	0	1000	100	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 1	0x48F3	EMF	U2	0	65535	3743	—
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 1	0x48F5	C0	U2	0	65535	149	—
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 1	0x48F7	R0	U2	0	65535	867	—
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 1	0x48F9	T0	U2	0	65535	4030	—
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 1	0x48FB	R1	U2	0	65535	316	—
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 1	0x48FD	TC	U1	0	255	9	—
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 1	0x48FE	C1	U1	0	255	0	—

表 3-2. 数据存储表 (continued)

类别	子类别	地址	名称	类型	最小值	最大值	默认值	单位
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 1	0x48FF	Age Factor	U1	0	255	0	—
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 1	0x4900	Fixed EDV 0	I2	0	32767	3031	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 1	0x4902	EDV 0 Hold Time	U1	1	255	1	s
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 1	0x4903	Fixed EDV 1	I2	0	32767	3385	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 1	0x4905	EDV 1 Hold Time	U1	1	255	1	s
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 1	0x4906	Fixed EDV 2	I2	0	32767	3501	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 1	0x4908	EDV 2 Hold Time	U1	1	255	1	s
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 1	0x4909	Voltage 0% DOD	I2	- 32768	32767	4173	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 1	0x490B	Voltage 10% DOD	I2	- 32768	32767	4043	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 1	0x490D	Voltage 20% DOD	I2	- 32768	32767	3925	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 1	0x490F	Voltage 30% DOD	I2	- 32768	32767	3821	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 1	0x4911	Voltage 40% DOD	I2	- 32768	32767	3725	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 1	0x4913	Voltage 50% DOD	I2	- 32768	32767	3656	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 1	0x4915	Voltage 60% DOD	I2	- 32768	32767	3619	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 1	0x4917	Voltage 70% DOD	I2	- 32768	32767	3582	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 1	0x4919	Voltage 80% DOD	I2	- 32768	32767	3515	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 1	0x491B	Voltage 90% DOD	I2	- 32768	32767	3439	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 1	0x491D	Voltage 100% DOD	I2	- 32768	32767	2713	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 2	0x491F	Gauging Configuration	H2	0x0	0x1FFF	0x0000	十六进制
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 2	0x4921	Full Charge Capacity	I2	0	32767	2200	mAh
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 2	0x4923	Design Capacity	I2	0	32767	2200	mAh
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 2	0x4927	Design Voltage	I2	0	32767	3700	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 2	0x4929	Charge Termination Voltage	I2	0	1000	100	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 2	0x492B	EMF	U2	0	65535	3743	—
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 2	0x492D	C0	U2	0	65535	149	—
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 2	0x492F	R0	U2	0	65535	867	—
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 2	0x4931	T0	U2	0	65535	4030	—
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 2	0x4933	R1	U2	0	65535	316	—
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 2	0x4935	TC	U1	0	255	9	—
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 2	0x4936	C1	U1	0	255	0	—

表 3-2. 数据存储表 (continued)

类别	子类别	地址	名称	类型	最小值	最大值	默认值	单位
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 2	0x4937	Age Factor	U1	0	255	0	—
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 2	0x4938	Fixed EDV 0	I2	0	32767	3031	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 2	0x493A	EDV 0 Hold Time	U1	1	255	1	s
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 2	0x493B	Fixed EDV 1	I2	0	32767	3385	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 2	0x493D	EDV 1 Hold Time	U1	1	255	1	s
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 2	0x493E	Fixed EDV 2	I2	0	32767	3501	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 2	0x4940	EDV 2 Hold Time	U1	1	255	1	s
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 2	0x4941	Voltage 0% DOD	I2	- 32768	32767	4173	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 2	0x4943	Voltage 10% DOD	I2	- 32768	32767	4043	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 2	0x4945	Voltage 20% DOD	I2	- 32768	32767	3925	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 2	0x4947	Voltage 30% DOD	I2	- 32768	32767	3821	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 2	0x4949	Voltage 40% DOD	I2	- 32768	32767	3725	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 2	0x494B	Voltage 50% DOD	I2	- 32768	32767	3656	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 2	0x494D	Voltage 60% DOD	I2	- 32768	32767	3619	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 2	0x494F	Voltage 70% DOD	I2	- 32768	32767	3582	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 2	0x4951	Voltage 80% DOD	I2	- 32768	32767	3515	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 2	0x4953	Voltage 90% DOD	I2	- 32768	32767	3439	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 2	0x4955	Voltage 100% DOD	I2	- 32768	32767	2713	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 3	0x4957	Gauging Configuration	H2	0x0	0x1FFF	0x0000	十六进制
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 3	0x4959	Full Charge Capacity	I2	0	32767	2200	mAh
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 3	0x495B	Design Capacity	I2	0	32767	2200	mAh
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 3	0x495F	Design Voltage	I2	0	32767	3700	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 3	0x4961	Charge Termination Voltage	I2	0	1000	100	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 3	0x4963	EMF	U2	0	65535	3743	—
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 3	0x4965	C0	U2	0	65535	149	—
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 3	0x4967	R0	U2	0	65535	867	—
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 3	0x4969	T0	U2	0	65535	4030	—
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 3	0x496B	R1	U2	0	65535	316	—
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 3	0x496D	TC	U1	0	255	9	—
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 3	0x496E	C1	U1	0	255	0	—

表 3-2. 数据存储表 (continued)

类别	子类别	地址	名称	类型	最小值	最大值	默认值	单位
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 3	0x496F	Age Factor	U1	0	255	0	—
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 3	0x4970	Fixed EDV 0	I2	0	32767	3031	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 3	0x4972	EDV 0 Hold Time	U1	1	255	1	s
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 3	0x4973	Fixed EDV 1	I2	0	32767	3385	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 3	0x4975	EDV 1 Hold Time	U1	1	255	1	s
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 3	0x4976	Fixed EDV 2	I2	0	32767	3501	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 3	0x4978	EDV 2 Hold Time	U1	1	255	1	s
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 3	0x4979	Voltage 0% DOD	I2	- 32768	32767	4173	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 3	0x497B	Voltage 10% DOD	I2	- 32768	32767	4043	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 3	0x497D	Voltage 20% DOD	I2	- 32768	32767	3925	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 3	0x497F	Voltage 30% DOD	I2	- 32768	32767	3821	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 3	0x4981	Voltage 40% DOD	I2	- 32768	32767	3725	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 3	0x4983	Voltage 50% DOD	I2	- 32768	32767	3656	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 3	0x4985	Voltage 60% DOD	I2	- 32768	32767	3619	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 3	0x4987	Voltage 70% DOD	I2	- 32768	32767	3582	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 3	0x4989	Voltage 80% DOD	I2	- 32768	32767	3515	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 3	0x498B	Voltage 90% DOD	I2	- 32768	32767	3439	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Profile 3	0x498D	Voltage 100% DOD	I2	- 32768	32767	2713	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Smoothing Config	0x48BD	Smoothing Config	H1	0x00	0xFF	0x08	十六进制
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Smoothing Config	0x48BE	Smoothing Start Voltage	I2	0	4300	3700	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Smoothing Config	0x48C0	Smoothing Delta Voltage	I2	0	4200	100	mV
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Smoothing Config	0x48C2	Max Smoothing Current	I2	0	32767	8000	mA
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Smoothing Config	0x48C7	EOC Smooth Current	U1	0	10	2	0.1%
Gas Gauging (ROM Default)	CEDV Smoothing Config	0x48C8	EOC Smooth Current Time	U1	0	255	60	s

This page intentionally left blank.



4.1 器件配置

可以通过以下 **Operation Configuration A** 和 **Operation Configuration B** 数据存储寄存器来设置配置选项。可以通过节 3.1 访问数据存储器中所述的方法对这些寄存器进行编程和读取。

4.1.1 CEDV Smoothing Config 寄存器

表 4-1. CEDV Smoothing Config 寄存器位定义

	位 7	位 6	位 5	位 4	位 3	位 2	位 1	位 0
	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	SMOOTH EOC_EN	SMEXT	VAVG	SMEN
默认值	0	0	0	0	0	0	0	0
	0x00							

RSVD = 被保留

SMOOTHEOC_EN = 允许在充电结束 (EOC) 期间在电流开始减小时对 Remcap 进行平滑处理。

0 = 不启用充电结束平滑处理。

1 (默认值) = 启用充电结束平滑处理。

SMEXT = 当设置为 1 时，平滑处理继续执行到 EDV1 和 EDV0 点。当设置为 0 时，平滑处理在 EDV2 处停止。缺省为 0。

VAVG = 支持平滑处理使用平均电压

当设置为 1 时，平滑处理使用平均电压。当设置为 0 时，平滑处理使用测量的电压。缺省为 0。

SMEN = 在 *RemainingCapacity()* 上报告平滑处理结果。

当设置为 1 时，在 *RemainingCapacity()* 上报告平滑处理结果。当设置为 0 时，报告正常 CEDV 剩余容量。缺省为 0。

4.1.2 操作配置 A (Operation Config A) 寄存器

表 4-2. Operation Config A 寄存器位定义

	位 7	位 6	位 5	位 4	位 3	位 2	位 1	位 0
高字节	TEMPS	RSVD	BATG_POL	BATG_EN	RSVD	SLEEP	SLPWAKECHG	WRTEMP
默认值	0	0	0	0	0	1	0	0
	0x04							
低字节	BIEnable	RSVD	BI_PUP_EN	PFC_CFG1	PFC_CFG0	WAKE_EN	WK_TH1	WK_TH0
默认值	1	0	0	0	0	1	0	0
	0x04							

高字节

TEMPS = 当设置为 1 时，选择外部热敏电阻进行 *Temperature()* 测量。

RSVD = 保留。请勿使用。

BATG_POL = BAT_GD 引脚极性控制。低电平有效为 0。高电平有效为 1。

BATG_EN = 启用 BATT_GD 功能

RSVD = 被保留

SLEEP = 如果工作条件允许，电量监测计可以进入 SLEEP 状态。设置时为真。

SLPWAKECHG = 当 $Current() > Sleep\ Current$ 但不足以触发唤醒事件时，累积从睡眠状态唤醒的估算电荷。设置时启用。

WRTEMP = 启用温度写入。温度应由主机写入并用于电量监测。不使用外部热敏电阻，也不实用内部温度传感器。设置时为真。（可能未完全实现。）

低字节

BIEnable = 启用后，电量监测计使用 TS 引脚检测电池插入情况。如果禁用，则电量监测计依靠主机使用 $BAT_INSERT()$ 或 $BAT_REMOVE()$ 子命令设置和清除 $BatteryStatus()[BATTRES]$ 位。设置时为真。

RSVD = 保留。请勿使用。

BI_PUP_EN = 电池插入引脚上拉使能

PFC_CFG1、PFC_CFG0 = 引脚功能代码 (PFC) 模式选择：PFC 0、1、2 或 3，分别通过 00、01、10 或 11 进行选择（请参阅节 4.2.1 引脚功能代码 (PFC) 说明）。

WAKE_EN、WK_TH1、WK_TH0 = 这些位配置当前的唤醒功能。有关阈值，请参阅 BQ27220 系统侧 CEDV 电量监测计数据表 (SLUSCB7)。

4.1.3 操作配置 B (Operation Config B) 寄存器

表 4-3. Operation Config B 寄存器位定义

	位 7	位 6	位 5	位 4	位 3	位 2	位 1	位 0
高字节	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	默认密封	NR	RSVD	RSVD
默认值	0	0	0	1	0	0	0	0
	0x10							
低字节	INT_BREM	INT_BATL	INT_STATE	INT_OCV	RSVD	INT_OT	INT_POL	INT_FOCV
默认值	0	0	0	0	0	0	0	0
	0x00							

高字节

默认密封 = 在 POR 期间密封。

0 = POR 后无密封（默认设置）

1 = POR 后密封

NR = 不可拆卸

低字节

INT_BREM = 当电池被移除且 $[BIEnable] = 1$ 时，GPOUT 脉动 1ms。设置时启用。

INT_BATL = 在 TDA 被设置时启用 GPOUT 引脚切换

INT_STATE = 启用 SOC_INT 功能，以便在电流方向发生变化时使 GPOUT 引脚脉动

INT_OCV = 启用 SOC_INT 功能，以根据 OCV 命令生成脉冲

RSVD = 被保留

INT_OT = 启用 SOC_INT 功能，以根据过热条件并结合 $BatteryStatus()[OTC\ or\ OTD]$ 生效来生成脉冲

INT_POL = GPOUT 引脚极性控制。低电平有效为 0。高电平有效为 1。

INT_FOCV = 如果该位被设置，GPOUT 会在第一次测量期间脉动。

4.2 外部引脚功能

4.2.1 引脚功能代码 (PFC) 说明

该电量监测计具有多种可用于最终应用的引脚功能配置。每个配置都被分配了一个引脚功能代码或 PFC，由 **Operation Config A** [PFC_CFG1 , PFC_CFG0] 位指定（请参阅表 4-4）。如果电量监测计配置为通过

Operation Config A [TEMPS] 位测量外部温度，则会定期向外部热敏电阻网络施加大约 125ms 的电压偏置，以便进行温度测量。

表 4-4. 引脚功能代码汇总

PFC	PFC_CFG [1:0]	外部热敏电阻偏置率 (仅限 [TEMPS] = 1)			针对 PFC 的 BAT_GD 引脚用途	引脚功能说明
		放电	电荷	睡眠		
0	00	1/s	无	1/20s	不适用	电量监测计使用专用的外部热敏电阻在所有条件下监测电池温度。BAT_GD 引脚不用于连接充电器 IC。
1	01				基于温度的充电禁止	电量监测计使用专用的外部热敏电阻在所有条件下监测电池温度。如果电池充电温度超出数据存储器中定义的预设范围，则可以通过 BAT_GD 引脚禁用充电器，直到电池温度恢复。有关其他详细信息，请参阅节 4.4.2 充电禁止。
2	10				不适用	支持在电量监测计和充电器 IC 之间共享一个外部热敏电阻；不过，BAT_GD 引脚不用于连接充电器 IC。电量监测计仅在放电和放松条件下为电池温度测量和 BAT_INSERT_CHECK 模式偏置热敏电阻（如果 Operation Config B [BIEnable] 位 = 1），因此充电器 IC 可以在充电模式期间单独偏置热敏电阻。电量监测计所需的热敏电阻偏置网络和充电器所需的热敏电阻偏置网络必须相同。
3	11				遵循 <i>BatteryStatus()</i> [FC] 标志位	当电量监测计确定电池已充满电时，禁用电池充电器 IC。BAT_GD 引脚反映 <i>BatteryStatus ()</i> [FC] 位的逻辑状态，通常直接连接到充电器充电启用/禁用 (CE/CD) 引脚或通过网络驱动充电器温度检测 (TS) 引脚。

4.2.2 使用 BIN/TOUT 引脚进行电池存在性检测

在上电或电量监测计需要确定是否已连接电池的任何其他活动期间，当 **Operation Config B [BIEnable]** 位被设置时，电量监测计会应用电池存在性测试。

表 4-5 详细介绍了 **Operation_Config [BIEnable]** 位的功能。

表 4-5. Operation_Config [BIEnable] 功能

Operation_Config	电池插入要求	电池移除要求 [BIEnable]
1	(1) 主机将 BIN 引脚从逻辑高电平驱动为低电平以指示电池插入。 或 (2) 可以使用弱上拉电阻器（在 BIN 和 V _{CC} 引脚之间）。当连接带有下拉电阻器的电池包时，它会产生逻辑低电平以指示电池插入。	(1) 主机将 BIN 引脚从逻辑低电平驱动为高电平，以指示电池移除。 或者 (2) 当移除带有下拉电阻器的电池包时，该弱下拉电阻器会产生逻辑高电平以指示电池移除。
0	主机发送用于指示的 <i>BAT_INSERT</i> 子命令。	主机发送 <i>BAT_REMOVE</i> 子命令以指示电池插入（电池移除）。

4.2.3 SOC_INT 引脚行为

SOC_INT 引脚会在各种条件下生成具有不同脉冲宽度的脉冲，如表 4-6 所示。初始化后，在任何给定的 1s 时隙内仅生成一个 SOC_INT 脉冲，因此可能指示多个事件条件。

表 4-6. SOC_INT 脉冲条件和宽度

脉冲条件	启用条件	脉冲宽度	注释
<i>StateOfCharge()</i> 变化	(SOC Delta) ≠ 0	1ms	充电期间，当 SOC 大于 (>) 以下点时：100% - n × (SOC Delta) 和 100%； 放电期间，当 SOC 达到 (≤) 以下点时：100% - n × (SOC Delta) 和 0%； 其中 n 是一个整数，其范围为 0 至生成不小于 0% 的 SOC 的数。 示例： 对于 SOC Delta = 1% (默认值)，SOC_INT 间隔为 0%、1%、2%、...、99% 和 100%。 对于 SOC Delta = 10%，SOC_INT 间隔为 0%、10%、20%、...、90% 和 100%。
<i>BatteryStatus()</i> [SYSDOWN] 设置	持续	1ms	当 <i>Voltage()</i> 达到 SysDown Set Volt Threshold 时

表 4-6. SOC_INT 脉冲条件和宽度 (continued)

脉冲条件	启用条件	脉冲宽度	注释
电池状态变化	(SOC Delta) ≠ 0 并且 Operation Config B [INT_STATE] = 1	1ms	在检测到电池充电和放电状态变化时
电池移除	Operation Config A [BIEnable] = 1 并且 Operation Config B [INT_BREM] = 1	1ms	
初始化后的 OCV 测量	Operation Config B [INT_FOCV] = 1	大约 625ms	在发生 POR 事件、发出 RESET() 子命令或发生电池插入事件 (通过 BATT_INSERT() 子命令或电池存在引脚) 后的 1.5 秒内, SOC_INT 开始产生脉冲, 其持续时间为 OCV 测量和初始化时长。
通过 OCV_CMD() 子命令进行的 OCV 测量	Operation Config B [INT_OCV] = 1	如果 BATG_EN = 0, 则 脉冲宽度约为 512ms, 否则脉冲宽度为 380ms	在接收到 OCV_CMD() 子命令后的 1 秒内, SOC_INT 开始产生脉冲, 其持续时间为 OCV 测量执行时长。
BatteryStatus()[OTC 或 OTD]	Operation Config B [INT_OT] = 1	1ms	当 BatteryStatus()[OTC or OTD] 过热条件首次生效时
BatteryStatus()[TDA]	Operation Config B [INT_BATL] = 1	1ms	BatteryStatus()[TDA] 变化时

4.2.4 使用 BAT_GD 引脚进行电源路径控制

电量监测计必须与系统应用中的其他电子设备 (例如充电器或消耗可观功率的其他 IC 和应用电路) 协同工作。在将电池插入系统后, 最好不存在高于 C/20 的充电电流或放电电流, 以便读取准确的 OCV。OCV 读数决定初始 SOC, 因此 OCV 读数的准确性直接影响起始 SOC。要禁用这些功能, 可以将 BAT_GD 引脚连接到充电器启用/禁用 (CE/CD) 引脚以禁用充电功能。读取 OCV 后, BAT_GD 引脚会生效, 从而使电池能够充电和定期放电。如果系统应用需要更改默认配置, 则 Operation Config A [BATG_POL] 位可以更改 BAT_GD 引脚的极性。

图 4-1 详细说明了 BAT_GD 引脚在电池插入和移除以及 NORMAL 与 SLEEP 模式环境下的功能。

在 PFC 1 中, 当电量监测计读取的电池温度超出 [Charge Inhibit Temp Low, Charge Inhibit Temp High] 定义的范围时, BAT_GD 引脚也会禁用电池充电。当温度处于 [Charge Inhibit Temp Low + Temp Hys, Charge Inhibit Temp High - Temp Hys] 范围内之后, BAT_GD 线路生效。

4.2.5 电池跳变点 (BTP) 中断

电池跳变点 (BTP) 功能提供了使用 BTPDischargeSet() 和 BTPChargeSet() 命令动态更新基于容量的中断阈值的功能。支持两个阈值: 一个用于放电方向的超出 (RemainingCapacity() < BTPDischargeSet()), 另一个用于充电方向 (RemainingCapacity() > BTPChargeSet())。当在正确的电流方向上超出给定的阈值时, OperationStatus[BTPINT] 标志将设置为 1 并在 GPOUT 上触发中断。之后, 向 BTPDischargeSet() 或 BTPChargeSet() 写入新阈值将清除 OperationStatus[BTPINT] 标志并使中断无效。可通过 Settings:Configuration:IO Config[BTP_EN] 位启用该功能, 对于使用 Settings:Configuration:IO Config[BTP_POL] 配置的中断极性, 如果设置为 1, 则会在 GPOUT 上选择高电平有效生效行为, 如果清除为 0, 则会在该引脚上产生低电平有效生效行为。还应注意, 控制 BTP 中断触发的逻辑取决于阈值超出和电流方向。更具体地说, OperationStatus[BTPINT] 设置为 1, 并在以下情况下触发 BTP 引脚中断:

- RemainingCapacity() < BTPDischargeSet() 且 Current() ≤ 0 或
- RemainingCapacity() < BTPDischargeSet() 且 Current() > 0

上电复位时, BTPDischargeSet() 和 BTPChargeSet() 的初始化值分别来源于 Settings:BTP:Init Discharge Set 和 Settings:BTP:Init Charge Set。

表 4-7. BTP IO 配置寄存器位定义

	位 7	位 6	位 5	位 4	位 3	位 2	位 1	位 0
	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	BtpIntPol	BTpIntEn
默认值	0	0	0	0	0	0	0	0
	0x00							

RSVD = 被保留

BtpIntPol = BTP 中断极性

1 = 高电平有效

0 = 低电平有效

BtpIntEn = BTP 中断启用

1 = 启用 BTP 中断

0 = 禁用 BTP 中断

注意：如果启用了 BTP 中断，则 GPOUT 引脚仅专用于 BTP 中断。

4.2.6 唤醒比较器

唤醒比较器在电量监测计处于 SLEEP 模式时指示电池电流的变化。**Operation Config A [WK_TH1:WK_TH0]** 位为所使用的检测电阻的阻值选择相应的比较器阈值。**Operation Config A [WAKE_EN]** 位为给定的检测电阻选项选择两个可能的电压阈值范围之一。当在充电或放电方向达到阈值时，会生成一个内部中断。如果将 **[WK_TH1]** 和 **[WK_TH0]** 位设置为 0，则会禁用该功能。

4.2.7 自动校准

电量监测计提供自动校准功能，可在工作条件发生变化时测量 SRP 和 SRN 上的电压偏移误差。它从正常检测电阻电压 V_{SR} 中减去产生的偏移误差，以实现最大测量精度。

除非 $Temperature() \leq 5^{\circ}\text{C}$ 或 $Temperature() \geq 45^{\circ}\text{C}$ ，否则库仑计的自动校准在进入 SLEEP 模式时开始。

在以下情况下，电量监测计也会执行一次偏移：

- $AverageCurrent() \leq 100\text{mA}$
- {自上次偏移校准以来的电压变化 $\geq 256\text{mV}$ } 或 {自上次偏移校准以来的温度变化大于 8°C 并且至少持续 60s}。

当无法执行这些测量时，容量和电流测量会在偏移校准期间以最后测量的速率继续进行。如果在偏移校准期间电池电压下降超过 32mV，则负载电流可能增加；因此，偏移校准停止。**CONTROL_STATUS()[CCA]** 位在库仑计自动校准期间设置。

4.3 温度测量

电量监测计通常通过其 BIN 输入来测量电池温度，以便向电量监测计的电量监测算法和充电器控制部分提供电池温度状态信息。或者，也可以将其配置为使用内部片上温度传感器或从主机处理器接收温度数据。有关配置选项的具体信息，请参阅 [节 2.5 Temperature\(\) : 0x06 和 0x07](#)。无论使用哪种温度配置，主机处理器都可以通过读取 **Temperature()** 来请求当前电池温度，通过读取 **InternalTemperature()** 来请求内部温度。

外部热敏电阻电路需要使用 10K NTC 103AT 型热敏电阻。

4.3.1 过热指示

4.3.1.1 过热：电荷

如果在充电期间 **Temperature()** 达到 **OT Chg** 的阈值的持续时间达 **OT Chg Time**，并且 $Current() > Chg\ Current\ Threshold$ ，则 **BatteryStatus()[OTC]** 位会被设置。当 **Temperature()** 下降至 **OT Chg Recovery** 时，**BatteryStatus()[OTC]** 位被清除。

如果 **OT Chg Time = 0**，则该功能被完全禁用。

4.3.1.2 过热：放电

如果在放电期间 **Temperature()** 达到 **OT Dsg** 的阈值的持续时间达 **OT Dsg Time**，并且 $Current() \leq -Dsg\ Current\ Threshold$ ，则 **BatteryStatus()[OTD]** 位会被设置。当 **Temperature()** 下降至 **OT Dsg Recovery** 时，**BatteryStatus()[OTD]** 位被清除。

如果 **OT Dsg Time = 0**，则该功能被完全禁用。

4.4 充电和充电终止指示

4.4.1 检测充电终止

为确保电量监测计正常运行，用户必须指定电池 **Charging Voltage**。

在以下情况下，电量监测计会检测充电终止：

- 在两个连续的 40 秒时间段内，**AverageCurrent() < Taper Current**。
- 在这两个相同的时间段内，容量的累积变化必须大于 0.25mAh。
- **Voltage() > Charging Voltage - Taper Voltage**。

发生这种情况时，**BatteryStatus()[FC]** 和 **[TCA]** 位会根据 **SOC Flag Config A [FCSETVCT]** 和 **[TCSETVCT]** 选项进行设置。此外，如果 **CEDV Configuration [CSYNC]** 位被设置，则 **RemainingCapacity()** 被设置为等于 **FullChargeCapacity()**。

4.4.2 充电禁止

电量监测计可以分别指示电池温度何时低于或高于预定义阈值 **Charge Inhibit Temp Low** 或 **Charge Inhibit Temp High**。在该模式下，**BatteryStatus()[CHGINH]** 位会被设置以指示这种情况。一旦电池温度恢复至 **[Charge Inhibit Temp Low + Temp Hys, Charge Inhibit Temp High - Temp Hys]** 范围，**[CHGINH]** 位就会被清除。

当 **BatteryStatus()[CHGINH]** 被设置并且 **[PFC_CFG] = 1** 时，BAT_GD 引脚无效。否则，当 **[CHGINH]** 被清除（如果 **[OCV_GD]** 被设置并且 **[PFC_CFG] ≠ 0**）时，BAT_GD 引脚有效。

当温度低于 **Charge Inhibit Temp Low** 或高于 **Charge Inhibit Temp High** 时充电不应开始。如果充电在窗口 **[Charge Inhibit Temp Low, Charge Inhibit Temp High]** 内开始，则充电可以继续。

4.5 功率模式

电量监测计具有不同的电源模式：NORMAL、SLEEP、CONFIG_UPDATE 和 BAT INSERT CHECK。

- 在 NORMAL 模式下，电量监测计完全通电，可以执行任何允许的任务。
- 在 SLEEP 模式下，电量监测计会关闭高频振荡器并处于低功耗状态，定期进行测量和计算。
- 在 CONFIG_UPDATE 模式下，可以修改电量监测计中的内部配置数据。
- BAT INSERT CHECK 模式是一种已通电但低功耗暂停状态，当系统中未插入电池时，电量监测计会处于该状态。

图 4-1 展示了这些模式之间的关系。

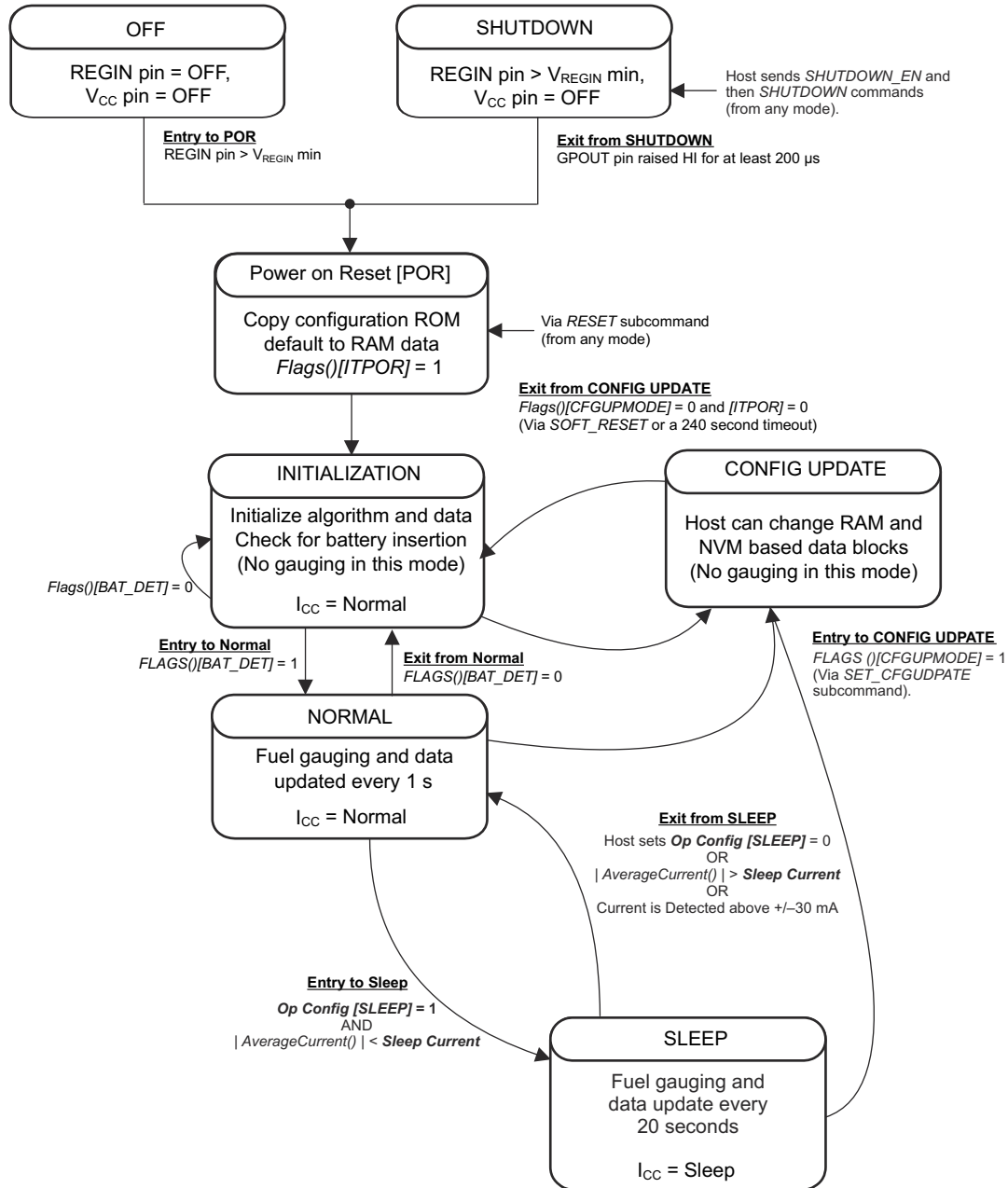


图 4-1. 系统关断的电源模式图

4.5.1 NORMAL 模式

当不处于任何其他电源模式时，电量监测计处于 **NORMAL** 模式。在该模式下，会进行 *Current()*、*Voltage()* 和 *Temperature()* 测量并更新接口数据集。还会做出改变状态的决定。可以通过激活其他电源模式来退出该模式。

由于电量监测计在 **NORMAL** 模式下消耗的功率最大，因此 CEDV 算法会尽可能缩短电量监测计保持该模式的时间。

4.5.2 SLEEP 模式

如果启用了该功能 (**Operation Config A [SLEEP]** 位 = 1) 并且 *Current()* 低于已编程的水平 **Sleep Current**，则会自动进行入 **SLEEP** 模式。在获得进入 **SLEEP** 模式的资格之后、进入该模式之前，电量监测计会执行库仑计自动校准，以尽可能减小偏移。

在 SLEEP 模式下，电量监测计会定期进行数据测量并更新其数据集。不过，电量监测计大部分时间都处于空闲状态。

如果任何进入条件被破坏，则电量监测计会退出 SLEEP 模式，具体情况如下：

- *Current()* 上升至高于 **Sleep Current**。
- 检测到 R_{SENSE} 中的电流高于 I_{WAKE} 。

如果在存在充电器（并且正在为电量监测计供电）的情况下从系统中取出电池，则无需更新 CEDV。因此，电量监测计进入检查电池插入情况的状态，不会继续执行 CEDV 算法。

4.6 CONFIG UPDATE 模式

如果应用需要不同的电量监测计配置数据，则系统处理器可以使用 *Control()* **SET_CFGUPDATE** 子命令更新基于 RAM 的数据存储器参数，以进入 CONFIG UPDATE 模式。该模式下的操作由 *Flags()* **[CFGUPMODE]** 状态位指示。在该模式下，电量监测计暂停，而主机使用扩展数据命令来修改配置数据块。要恢复电量监测，主机发送 *Control()* **SOFT_RESET**、**EXIT_CFGUPMODE** 或 **EXIT_RESIM** 子命令以退出 CONFIG UPDATE 模式，这将清除 *Flags()* **[ITPOR]** 和 **[CFGUPMODE]** 位。在大约 240 秒（4 分钟）的超时时，如果电量监测计未从主机接收到 **SOFT_RESET**、**EXIT_CFGUPMODE** 或 **EXIT_RESIM** 子命令，它将自动退出 CONFIG UPDATE 模式。

备注

由于 BQ27220 器件不支持 HIBERNATE 模式，因此强烈建议将 **Hibernate I** 设置为 0。要将 **Hibernate I** 设置为 0，请执行以下命令集：

1. 将 0x0090 写入 0x3E（进入 CONFIG UPDATE 模式）并等待 1100ms 使其完全进入 CONFIG UPDATE 模式。
2. 从 0x3E 开始写入（十六进制）21 92 00。
3. 从 0x61 开始写入（十六进制）4C 05。
4. 将 0x0091 写入 0x3E（退出 CONFIG UPDATE 模式并重新初始化）。

4.7 BAT INSERT CHECK 模式

该模式是一种在适配器或其他电源为电量监测计（和系统）供电但未检测到电池时出现的暂停 CPU 状态。如果通过 **Operation Config B [BIEnable]** 位启用，则电量监测计会通过使用热敏电阻网络或 BIN 引脚检测电池插入情况。或者，主机可以使用 **BAT_INSERT()** 和 **BAT_REMOVE()** 子命令来告知电池存在或移除状态。当检测到电池插入时，会开始进行一系列初始化活动，其中包括：测量 OCV、设置 BAT_GD 引脚以及选择相应的电池曲线。

系统处理器发出的一些命令可以在电量监测计在该模式下暂停时进行处理。电量监测计唤醒以处理命令，然后返回至暂停状态，等待电池插入。

4.8 应用特定信息

4.8.1 电池曲线存储和选择

电量监测计支持器件 ROM 中的三个预定义 CEDV 曲线，客户可以通过发送 SET_PROFILE_1/2/3 来使用这些曲线。

如果用户需要输入自定义 CEDV 曲线，则可以通过对器件 OTP 进行编程来实现。电量监测计为三个曲线提供 OTP 空间。用户对自定义曲线进行编程后，可通过发送 SET_PROFILE_4/5/6 来指示电量监测计使用该曲线。

要发送这些命令，电量监测计必须处于 CONFIG_UPDATE 模式。

4.8.2 第一次 OCV 测量

在上电或插入电池包时，会通过 BAT 引脚测量电池的开路电压 (OCV)。为了获得最佳监测结果，OCV 测量期间的系统负载不应超过电池的 C/20 放电率。对于该关键的首次测量，BAT_GD 和 SOC_INT 引脚都可用于系统同步。（请参阅节 4.2.4 使用 BAT_GD 引脚的电源路径控制、节 4.2.3 SOC_INT 引脚行为和节 2.2.8 OCV_CMD : 0x000C。）

在完成 OCV 电压测量后，`BatteryStatus()[OCVCOMP]` 将被设置。

4.9 附加数据存储器参数说明

4.9.1 校准

由于偏移误差，校准方法需要进行校正，使用多个样本来获得黄金映像的统计平均值。下面列出了需要特别关注的参数。

备注

仅在电量监测计处于 FULL ACCESS UNSEALED 模式时校准电量监测计。

4.9.1.1 CC Gain

CC Gain 设置库仑计的 mA 电流比例因子。可以使用校准例程来设置该值。

4.9.1.2 CC Delta

CC Delta 设置库仑计的 mAh 容量比例因子。可以使用校准例程来设置该值。

4.9.2 Coulomb Counter Offset

该寄存器值存储库仑计偏移补偿。它由器件的自动校准进行设置。

4.9.3 Board Offset

该寄存器值存储对 PCB 相关库仑计偏移的补偿。建议使用实际 PCB 的特性数据来设置该值。

4.9.4 Int Temp Offset

该寄存器值存储内部温度传感器偏移补偿。可以使用校准例程来设置该值。

4.9.5 Ext Temp Offset

该寄存器值存储外部温度传感器偏移补偿。可以使用校准例程来设置该值。

4.9.6 电池包 VOffset

该寄存器值存储在 Pack 引脚上测量的电池包电压偏移。可以使用校准例程来设置该值。

4.9.7 内部温度模型

这些值表征器件的内部热敏电阻。请勿在未咨询 TI 的情况下修改这些值。

表 4-8. Int Coef 1..4、Int Min AD、Int Max Temp

子类名称	名称	Format	大小 (以字节为单位)	最小值	最大值	默认值	单位
Temp Model	Int Coef 1	有符号整数	2	- 32768	32767	0	
	Int Coef 2					0	
	Int Coef 3					-12324	
	Int Coef 4					6131	0.1K
	Int Min AD					0	
	Int Max Temp					6131	0.1K

4.9.8 Ext a Coef 和 Ext b Coef

子类别 ID	偏移量	类型	名称	最小值	最大值	默认值	单位
数据	104	I2	Ext a Coef 1	- 32768	32767	- 11130	数字
数据	104	I2	Ext a Coef 2	- 32768	32767	19142	数字
数据	104	I2	Ext a Coef 3	- 32768	32767	- 19262	数字
数据	104	I2	Ext a Coef 4	- 32768	32767	28203	数字
数据	104	I2	Ext a Coef 5	- 32768	32767	892	数字

子类别 ID	偏移量	类型	名称	最小值	最大值	默认值	单位
数据	104	I2	Ext b Coef 1	- 32768	32767	328	数字
数据	104	I2	Ext b Coef 2	- 32768	32767	- 605	数字
数据	104	I2	Ext b Coef 3	- 32768	32767	- 2443	数字
数据	104	I2	Ext b Coef 4	- 32768	32767	4696	数字

数字 **Ext a Coef** 和 **Ext b Coef** 是热敏电阻温度线性化多项式系数。默认值是使用 Semitec 103AT 热敏电阻计算得出的。如果使用不同类型的热敏电阻，则需要更改系数。请联系 TI，为不同的热敏电阻生成系数。

4.9.9 滤波器

定义 $\pm AverageCurrent()$ 计算中使用的滤波器常数：

$AverageCurrent() = a \times \text{旧 } AverageCurrent() + (1-a) \times Current()$ ，其中：

$a = Filter/256$ ；时间常数 = $1s/\ln(1/a)$ (默认值 = 14.5s)

4.9.10 Deadband

$Current()$ 函数会将 $\pm Deadband$ 范围内的任何电流报告为 0mA。

4.9.11 CC Deadband

该常数定义了用于容量累积的 SRP 和 SRN 引脚之间测量电压的死区电压，单位为 294nV。 $\pm CC Deadband$ 以内的任何电压都不会导致容量累积。

4.9.12 SOC 标志配置 A (SOC Flag Config A) 寄存器

SOC Flag Config A 中的设置配置 $GaugingStatus()$ 中的 $[TC]$ 、 $[FC]$ 和 $[TD]$ 标志如何设置和清除。这些标志还用于设置 $BatteryStatus()$ 中的 $[TCA]$ 、 $[TDA]$ 和 $[FC]$ 标志。

表 4-9. SOC 标志配置 A 寄存器位定义

	位 7	位 6	位 5	位 4	位 3	位 2	位 1	位 0
高字节	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	TCSETVCT	FCSETVCT	RSVD	RSVD
默认值	0	0	0	0	1	1	0	0
	0x0C							
低字节	TCCLEARRSOC	TCSETRSOC	TCCLEARV	TCSETV	TDCLEARRSOC	TDSETRSOC	TDCLEARV	TDSETV
默认值	1	0	0	0	1	1	0	0
	0x8C							

RSVD = 被保留

TCSETVCT= 启用在主要充电终止时设置 $BatteryStatus()[TCA]$ 标志

0 = 已禁用

1 = 启用 (默认设置)

FCSETVCT= 启用在主要充电终止时设置 $BatteryStatus()[FC]$ 标志

0 = 已禁用

1 = 启用 (默认设置)

TCCLEARRSOC = 启用在 $RelativeStateOfCharge() \leq TC:Clear \% RSOC Threshold$ 时清除 $BatteryStatus()[TCA]$ 标志

0 = 已禁用

1 = 启用 (默认设置)

TCSETRSOC = 启用在 $RelativeStateOfCharge() \geq TC:Set \% RSOC Threshold$ 时设置 $BatteryStatus()[TCA]$ 标志

0 = 禁用 (默认设置)

1 = 已启用

TCCLEARV = 启用在 $Voltage() \leq TC:Clear\ Voltage\ Threshold$ 时清除 $BatteryStatus()[TCA]$ 标志

0 = 禁用 (默认设置)

1 = 已启用

TCSETV = 启用在 $Voltage() \geq TC:Set\ Voltage\ Threshold$ 时设置 $BatteryStatus()[TCA]$ 标志

0 = 禁用 (默认设置)

1 = 已启用

TDCLEARRSOC = 启用在 $RelativeStateOfCharge() \geq TD:Clear\ \% RSOC\ Threshold$ 时清除 $BatteryStatus()[TDA]$ 标志

0 = 已禁用

1 = 启用 (默认设置)

TDSETRSOC = 启用在 $RelativeStateOfCharge() \leq TD:Set\ \% RSOC\ Threshold$ 时设置 $BatteryStatus()[TDA]$ 标志

0 = 已禁用

1 = 启用 (默认设置)

TDCLEARV = 启用在 $Voltage() \geq TD:Clear\ Voltage\ Threshold$ 时清除 $BatteryStatus()[TDA]$ 标志

0 = 禁用 (默认设置)

1 = 已启用

TDSETV = 启用在 $Voltage() \leq TD:Set\ Voltage\ Threshold$ 时设置 $BatteryStatus()[TDA]$ 标志

0 = 禁用 (默认设置)

1 = 已启用

4.9.13 SOC 标志配置 B (SOC Flag Config B) 寄存器

表 4-10. SOC 标志配置 B 寄存器位定义

	位 7	位 6	位 5	位 4	位 3	位 2	位 1	位 0
	FCCLEARV SOC	FCSETRSOC	FCCLEARV	FCSETV	FDCLEARRS OC	FDSETR SOC	FDCLEARV	FDSETV
默认值	1	0	0	0	1	1	0	0
0x8C								

FCCLEARRSOC = 启用在 $RelativeStateOfCharge() \leq FC:Clear\ \% RSOC\ Threshold$ 时清除 $BatteryStatus()[FC]$ 标志

0 = 已禁用

1 = 启用 (默认设置)

FCSETRSOC = 启用在 $RelativeStateOfCharge() \geq FC:Set\ \% RSOC\ Threshold$ 时设置 $BatteryStatus()[FC]$ 标志

0 = 禁用 (默认设置)

1 = 已启用

FCCLEARV = 启用在 $Voltage() \leq FC:Clear\ Voltage\ Threshold$ 时清除 $BatteryStatus()[FC]$ 标志

0 = 禁用 (默认设置)

1 = 已启用

FCSETV = 启用在 $Voltage() \geq FC:Set\ Voltage\ Threshold$ 时设置 $BatteryStatus()[FC]$ 标志

0 = 禁用 (默认设置)

1 = 已启用

FDCLEARRSOC = 启用在 $RelativeStateOfCharge() \geq FD:Clear\ \% RSOC\ Threshold$ 时清除 $BatteryStatus()[FD]$ 标志

0 = 已禁用

1 = 启用 (默认设置)

FDSETRSOC = 启用在 $RelativeStateOfCharge() \leq FD:Set\ \% RSOC\ Threshold$ 时设置 $BatteryStatus()[FD]$ 标志

0 = 已禁用
1 = 启用 (默认设置)

FDCLEARV = 启用在 $Voltage() \geq FD:Clear\ Voltage\ Threshold$ 时清除 $BatteryStatus()[FD]$ 标志

0 = 禁用 (默认设置)
1 = 已启用

FDSETV = 启用在 $Voltage() \leq FD:Set\ Voltage\ Threshold$ 时设置 $BatteryStatus()[FD]$ 标志

0 = 禁用 (默认设置)
1 = 已启用

4.9.14 CEDV Gauging Configuration (CEDV Config) 寄存器

表 4-11. CEDV Gauging Configuration 寄存器位定义

	位 7	位 6	位 5	位 4	位 3	位 2	位 1	位 0
高字节	RSVD	RSVD	RSVD	SME0	IGNORE_SD	FC_FOR_VDQ	RSVD	FCC_LIMIT
默认值	0	0	0	0	0	0	0	0
低字节	RSVD	RSVD	FIXED_EDV0	SC	EDV_CMP	RSVD	CSYNC	CCT
默认值	0	0	0	0	0	0	0	0

SME0 = 平滑转向 EDV0 启用。与 SMEN 和 SMEXT 配合使用。

0 = 默认设置
1 = 已禁用

IGNORE_SD =

0 (默认设置) = 常规放电或自放电期间库仑计递增。
1 = 库仑计仅在真正放电时才递增。

FC_FOR_VDQ =

0 = 获得 VDQ 不需要 FC。
1 = 获得 VDQ 需要 FC。

FCC_LIMIT = 学习的 FCC 不得高于 $DesignCapacity()$ 。设置时启用。

FIXED_EDV0 = 当 $[EDV_CMP] = 1$ 时使用该位来确定 EDV0 是否使用固定阈值。

当设置为 1 时，将使用 **FIXED_EDV0**。
当设置为 0 时，将使用动态 EDV0 (默认设置)。

SC = 这是针对智能充电器或独立充电器优化学习周期的选项。

0 = 针对智能充电器优化学习周期 (默认设置)
1 = 针对独立充电器优化学习周期

EDV_CMP = 计算 EDV 补偿的方法

0 = 使用固定的 EDV 值。
1 = 使用 EDV 补偿计算 EDV 值。

CSYNC = 在有效充电终止时将 $RemainingCapacity()$ 与 $FullChargeCapacity()$ 同步

0 = 不同步 (默认设置)
1 = 同步

CCT = 周期计数阈值

0 = 使用 CC % 的 $DesignCapacity()$ (默认设置)。
1 = 使用 CC % 的 $FullChargeCapacity()$ 。

4.9.15 EMF

该值是高于计算的最高电池 EDV 阈值的空载电池电压。

4.9.16 C0

该值是与容量相关的空载 EDV 调整因子。

4.9.17 R0

该值是一阶速率相关性因子，用于电池阻抗调整。

4.9.18 T0

该值调整阻抗随电池温度的变化。

4.9.19 R1

该值调整阻抗随电池容量的变化。

4.9.20 TC

该值调整低温 ($T < 23^{\circ}\text{C}$) 下的阻抗变化。

4.9.21 C1

该值是 EDV0 剩余的所需保留电池容量。

4.9.22 Age Factor

该值允许 BQ27220 器件更正 EDV 检测算法以补偿电池老化。

4.9.23 Fixed EDV0

如果在 *CEDV Config* 中清除 *[CEDV]*，则该值为 EDV0 阈值。

4.9.24 Fixed EDV1

如果在 *CEDV Config* 中清除 *[CEDV]*，则该值为 EDV1 阈值。

4.9.25 Fixed EDV2

如果在 *CEDV Config* 中清除 *[CEDV]*，则该值为 EDV2 阈值。

4.9.26 Battery Low %

该值的设置应与反映最高电压点的容量值相对应。

4.9.27 Low Temp Learning

该值指定上述最低温度，放电必须保持该最低温度才能进行容量学习。

4.9.28 Overload Current

该值设置 EDV 检测的上限电流范围，超过该范围后，EDV 检测将停止。

4.9.29 Self Discharge Rate

该值是估算的电池自放电率。

4.9.30 电子负载

该值应设置为由电池电子装置电流消耗决定的放电率。

4.9.31 Near Full

该值为合格容量学习设置开始放电条件。

4.9.32 Reserve Capacity

该值确定当电量监测计在达到 EDV0 之前报告 *RemainingCapacity()* 为零时存在多少实际剩余容量。这会根据电池容量而非特定的电压来提供受控关断。

备注

如果 **Reserve Capacity** 不为零，则还应将其添加到所需的 **Near Full** 容量。

4.9.33 充电效率

该值用于在估算总容量值时补偿充电期间的效率损失。这基于每个库仑计数充电周期，并经过调整以反映电池包的总充电效率。

4.9.34 放电效率

该值用于在估算总容量值时补偿放电期间的效率损失。这基于每个库仑计数放电周期，并经过调整以反映电池包的总放电效率。

4.9.35 Qmax Cell 1 和 Qmax Pack

这些是通过 OCV 查找计算初始剩余容量时使用的电池包的最大化学容量。对于该器件，Qmax Cell 1 和 Qmax Pack 必须设置为相同的值。

4.9.36 Learned Full Charge Capacity

该值用于设置减去任何 **Reserve Capacity** 设置后的 *FullChargeCapacity()*。与 **Qmax Pack** 不同，这表示可用容量，其范围为充满电至 EDV0。

4.9.37 DOD at EDV2

当电池电压达到 EDV2 时，CEDV 监测算法会更新该值。如果更改了 **Battery Low %**，则应将 **DOD at EDV2** 设置为 $(1 - \text{Battery_Low\%}) \times 16384$ ，其中 $\text{Battery_Low\%} = \text{Battery Low \%} \div 100$ 。固件默认值为 15232，这对应于 **Battery Low % = 703 (0.01 %)**。

4.9.38 Cycle Count

CycleCount() 的默认值存储在 **Cycle Count** 中，在 BQ27220 初始化时被复制。当该值更改时，**Cycle Count** 也会更新。

4.9.39 Design Capacity

DesignCapacity() 函数报告 **Design Capacity mAh**。

备注

对于所有电池曲线，只有一个 **Design Capacity** 值。在生产中设置电池曲线时，可能还需要更新 **Design Capacity** 以获得准确的 *StateOfHealth()* 结果。

4.9.40 Design Voltage

DesignVoltage() 的默认值存储在 **Design Voltage** 中，并在 BQ27220 初始化时被复制。

4.9.41 Cycle Count %

如果 [CCT] 位被设置，则周期计数功能会将累积的放电 (*FullChargeCapacity()* × **CC %**) 作为一个周期进行计数。如果 (*FullChargeCapacity()* × **CC %**) 小于 **CC Threshold**，则使用 **CC Threshold** 进行计数。

4.9.42 Charge Inhibit Temp Low

如果 *Temperature()* 低于 **Charge Inhibit Temp Low**，则 BQ27220 器件不允许电池包充电。[CHGINH] 位在 *BatteryStatus()* 中进行设置。默认值为 0°C。一旦温度高于 **Charge Inhibit Temp Low** 加 **Temp Hys** 值，就允许进行充电。[CHGINH] 位在 *BatteryStatus()* 寄存器中进行复位。

4.9.43 Charge Inhibit Temp High

如果 *Temperature()* 高于 **Charge Inhibit Temp High**，则 BQ27220 器件不允许电池包充电。*[CHGINH]* 位在 *BatteryStatus()* 中进行设置。默认值为 45°C。一旦温度低于 **Charge Inhibit Temp High** 加 **Temp Hys** 值，就允许进行充电。*[CHGINH]* 位在 *BatteryStatus()* 寄存器中进行复位。

4.9.44 Temp Hys

BQ27220 器件针对 **Charge Inhibit Temp High** 和 **Charge Inhibit Temp Low** 条件具有温度迟滞功能，用于防止连续充电器开启/关闭行为。默认值为 5°C。一旦温度低于 **Charge Inhibit Temp High** 加 **Temp Hys** 或高于 **Charge Inhibit Temp Low** 加 **Temp Hys** 值，就允许进行充电。

4.9.45 Fast Charge Current

该寄存器设置电池包的快速充电电流。MCU 可以使用命令 0x32 和 0x33 *ChargingCurrent()* 读取该信息。该信息可以传送到电池充电器。该值根据电池包的电池容量和电池制造商建议的最大充电电流进行设置。

4.9.46 充电电压

BQ27220 器件可设置电池包的最大电池充电电压。MCU 可以使用命令 0x30 和 0x31 *ChargingVoltage()* 读取该信息。该信息可以传送到电池充电器。该值根据电池包的电池容量和电池制造商建议的最大充电电压进行设置。

4.9.47 Taper Current

在主要充电终止检测期间，使 BQ27220 器件开始尝试鉴定终止的三项要求之一是每 *Current Taper Window* 的容量累积变化大于 0.25mAh。它必须高于该最小收尾容量才能使 BQ27220 开始尝试检测主要充电终止。

以下情况符合主要充电终止条件：

1. 在两个连续 *Current Taper Window* 周期中 *Current()* 小于 *Taper Current*。
2. 在相同的时间段，容量的累积变化大于每 *Current Taper Window* 0.25mAh。
3. *Voltage()* > *Charging Voltage* - *Taper Voltage*。

正常设置：如果选择的值过高，则可能会导致检测不到终止或延迟检测到终止。根据电池特性和充电器规格，示例值包括 0.25mAh 或 C/10 至 C/20。此外，还需要两个电流收尾鉴定来防止错误的电流收尾。使用脉冲充电方法以及随机启动和恢复充电电流时可能会发生错误的主要终止，这种情况在鉴定周期的开头或结尾很重要。

4.9.48 Taper Voltage

在主要充电终止检测期间，使 BQ27220 器件开始尝试鉴定终止的三项要求之一是 **Voltage** 必须高于 (*Charging Voltage* - *Taper Voltage*)。它必须高于该电压才能使 BQ27220 开始尝试检测主要充电终止。

正常设置：该值取决于充电器特性。必须对其进行相应的设置，从而将纹波电压、噪声和充电器容差考虑在内。如果选择的值过高，则可能会导致提前终止。如果选择的值过低，则可能会导致检测不到终止或延迟检测到终止。100mV 是一个示例值为 (请参阅 *Taper Current*)。

4.9.49 SOC Delta

百分比值决定何时在 SOC_INT 引脚上注册 SOC_INT 间隔。默认值 1% 表示 SOC Delta 间隔为 0%、1%、2% ... 99% 和 100%。如果值为 10%，则会以间隔 0%、10%、20% ... 90% 和 100% 提供 SOC_INT 脉冲。

4.9.50 时钟控制寄存器

复位时，硬件时钟控制寄存器被设置为该值。默认设置为十六进制的 09，这意味着 XL 模式被启用，HF 振荡器在复位后开启。

4.9.51 Sleep Current

如果充电或放电电流低于 **Sleep Current**，则允许器件进入 SLEEP 模式。可以通过 **Operation Config A** *[SLEEP]* 位启用 SLEEP 模式。如果 *Current()* 的绝对值高于 **Sleep Current**，则 BQ27220 器件将返回 NORMAL 模式。

4.9.52 偏移校准抑制低温

如果 $Temperature()$ 低于 **Cal Inhibit Temp Low**，则 BQ27220 器件在进入 SLEEP 模式时不执行自动校准。默认值为 5°C。

4.9.53 偏移校准抑制高温

如果 $Temperature()$ 高于 **Cal Inhibit Temp High**，则 BQ27220 器件在进入 SLEEP 模式时不执行自动校准。默认值为 45°C。

4.9.54 Sleep Voltage Time

在 SLEEP 模式期间，将以 **Sleep Voltage Time** 的间隔进行温度和电压测量。默认设置为 20s。

4.9.55 Sleep Current Time

在 SLEEP 模式下，会以 **Sleep Current Time** 间隔对电流进行测量。默认值为 20s。

4.9.56 Dsg Current Threshold

如果 $Current() < (-) Dsg Current Threshold$ ，则 BQ27220 器件将从 RELAXATION 或 CHARGE 模式进入 DISCHARGE 模式。默认值设置为 60mA。

4.9.57 Chg Current Threshold

如果 $Current() > Chg Current Threshold$ ，则 BQ27220 器件将从 RELAXATION 或 DISCHARGE 模式进入 CHARGE 模式。默认值为 75mA。

4.9.58 Quit Current

如果 $Current()$ 降至 **Quit Current** 以下达 **Chg Relax Time**，则 BQ27220 器件从 CHARGE 模式进入 RELAXATION 模式。如果 $Current()$ 增至 **(-)Quit Current** 以上达 **Dsg Relax Time**，则该器件从 DISCHARGE 模式进入 RELAXATION 模式。默认值为 40mA。

4.9.59 Dsg Relax Time

如果 $Current()$ 增至 **(-)Quit Current** 以上达至少 **Dsg Relax Time**，则 BQ27220 器件从 DISCHARGE 模式进入 RELAXATION 模式。默认值为 60s。

4.9.60 Chg Relax Time

如果 $Current()$ 降至 **Quit Current** 以下达至少 **Chg Relax Time**，则 BQ27220 器件从 CHARGE 模式进入 RELAXATION 模式。默认值为 60s。

4.9.61 Quit Relax Time

Quit Relax Time 是退出 RELAXATION 模式的延迟时间。如果电流大于 **Chg Current Threshold** 或小于 **Dsg Current Threshold**，并且该情况的持续时间达 **Quit Relax Time**，则允许退出 RELAXATION 模式。这在具有低占空比动态负载的应用中非常有用。默认设置为 1s。

4.9.62 OT 充电

如果电池包 $Temperature()$ 等于或高于 **Over Temp Chg** 阈值，则 BQ27220 器件会设置 **BatteryStatus()** 中的 **[OTC]** 标志。默认值设置为 55°C。

4.9.62.1 OT 充电时间

如果 **[OTC]** 条件存在的时长超过 **OT Chg Time**，则 BQ27220 器件会进入过热充电状态。如果 **OT Chg Time** 被设置为 0，则该功能被禁用。

在过热充电条件下，**ChargingVoltage()** 和 **ChargingCurrent()** 被设置为 0，**BatteryStatus()** 寄存器中的 **[OTC]** 位被设置。默认设置为 2s。

4.9.63 OT Chg Recovery

如果 *Temperature()* 等于或低于 **OT Chg Recovery** 水平，则该器件会从过热充电状态中恢复。恢复时，CHG FET 返回至其正常工作状态，*ChargingCurrent()* 和 *ChargingVoltage()* 根据充电算法被设置为相应的值，*BatteryStatus()* 中的 [OTC] 标志被复位。默认值设置为 50°C。

4.9.64 OT 放电

如果电池包 *Temperature()* 等于或高于 **Over Temp Dsg** 阈值，则 BQ27220 器件会设置 *BatteryStatus()* 中的 [OTD] 标志。默认值设置为 60°C。

4.9.64.1 OT 放电时间

如果 [OTD] 条件存在的时长超过 **OT Dsg Time**，则 BQ27220 器件会进入过热放电状态。如果 **OT Dsg Time** 被设置为 0，则该功能被禁用。

在过热放电条件下，*ChargingCurrent()* 被设置为 0，*BatteryStatus()* 寄存器中的 [OTD] 位被设置。

4.9.65 OT Dsg Recovery

如果 *Temperature()* 等于或低于 **OT Dsg Recovery** 水平，则 BQ27220 器件会从过热放电状态中恢复。恢复时，DSG FET 返回至其正常工作状态，*ChargingCurrent()* 和 *ChargingVoltage()* 根据充电算法被设置为相应的值，*BatteryStatus()* 中的 [OTD] 标志被复位。

4.9.66 初始待机电流

这是 *StandbyCurrent()* 的初始值。默认设置为 -10mA。

4.9.67 默认温度

该温度用于初始化 *Temperature()* 寄存器，直到主机写入另一个值（如果 **Operation Config A [WRTEMP]** 位被设置）。

4.9.68 器件名称

DeviceName() 函数返回 *DeviceName()* 中存储的字符串。这是一个最大文本长度为 7 个字符的字符串数据。该字段不影响操作，也不被器件使用。可使用扩展数据命令读取该字段：*DeviceName()* (0x63 至 0x69)。

4.9.69 系统停机设置电压

如果电池包 *Voltage()* 等于或小于 **SysDown Set Voltage Threshold** 的时长达 **SysDown Set Volt Time**，则 BQ27220 器件会进入 SYSTEM DOWN 模式。

4.9.70 系统停机设置电压时间

如果电池包 *Voltage()* 等于或小于 **SysDown Set Threshold** 的时长达 **SysDown Set Time**，则 BQ27220 器件会进入 SYSTEM DOWN 模式。

4.9.71 系统停机清除电压

如果电池包 *Voltage()* 等于或高于 **SysDown Clear Voltage Threshold**，则 BQ27220 器件会进入 SYSTEM DOWN CLEAR 模式。

4.9.72 Full Reset Counter

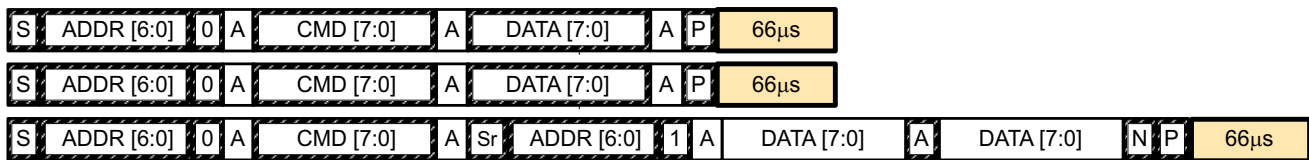
该计数器在发生完全复位事件时递增。

4.9.73 复位计数器看门狗

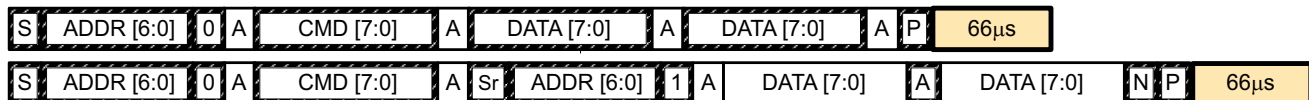
计数器在发生看门狗复位事件时递增。

This page intentionally left blank.

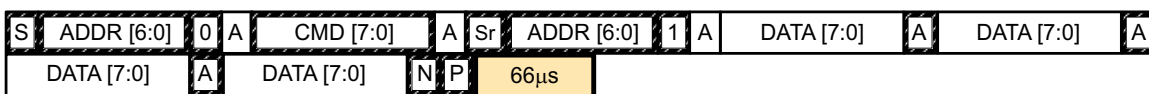
之前有至少 100ms。对于读写标准命令，至少需要 2s 才能更新结果。对于只读标准命令，无需等待时间，但主机每秒发出所有标准命令的次数不应超过两次。否则，电量监测计可能会由于看门狗计时器过期而导致复位问题。



Waiting time inserted between two 1-byte write packets for a subcommand and reading results
(required for $100 \text{ kHz} < f_{\text{SCL}} \leq 400 \text{ kHz}$)



Waiting time inserted between incremental 2-byte write packet for a subcommand and reading results
(acceptable for $f_{\text{SCL}} \leq 100 \text{ kHz}$)



Waiting time inserted after incremental read

5.4 I²C 时钟延展

在所有电量监测计工作模式下都可能发生时钟延展。在 SLEEP 模式下，所有 I²C 通信都会出现不大于 100 µs 的短暂时钟延展，因为器件必须唤醒才能处理数据包。在其他模式 (INITIALIZATION、NORMAL) 下，当 I²C 接口执行正常的的数据流控制时，在发往电量监测计的数据包中可能会出现不大于 4ms 的时钟延展周期。



6.1 数据存储参数更新示例

以下示例展示了修改 RAM 中的数据存储参数所需的命令序列。在该示例中，默认 Design Capacity 从 3000mAh 更新为 1200mAh。所有器件写入 (wr) 和读取 (rd) 均分别指 I²C 8 位地址 0xAA 和 0xAB。地址 0x3E 用于对 RAM 进行更改，因为无法对给定参数的直接地址进行这些更改。这可以确保 RAM 不会因不正确的写入而损坏。

步进	说明	伪代码
1	如果器件之前处于 SEAL 模式，则通过向 Control() (0x00 和 0x01) 发送相应的密钥使其处于 UNSEAL 模式。	//Two-byte incremental method wr 0x00 0x14 0x04; wr 0x00 0x72 0x36; //Alternative single byte method wr 0x00 0x14; wr 0x01 0x04; wr 0x00 0x72; wr 0x01 0x36;
2	BQ27220 以 UNSEAL 模式启动，但不处于 FULL ACCESS 模式。进入 FULL ACCESS 模式以访问数据存储。	//Two-byte incremental method wr 0x00 0xFF 0xFF; wr 0x00 0xFF 0xFF; //Alternative single byte method wr 0x00 0xFF; wr 0x01 0xFF; wr 0x00 0xFF; wr 0x01 0xFF;
3	发送 ENTER_CFG_UPDATE 命令 (0x0090)。	wr 0x00 0x90 0x00;
4	通过轮询 OperationStatus() 寄存器直到位 2 被设置来确认 CFGUPDATE 模式。可能最多需要 1 秒。	rd 0x3B OperationStatus();
5	将 0x9F 写入 0x3E 以访问 Design Capacity 的 MSB。	wr 0x3E 0X9F;
6	将 0x92 写入 0x3F 以访问 Design Capacity 的 LSB。	wr 0x3F 0X92;
7	使用 MACDataSum() 命令 (0x60) 读取 1 字节校验和。	rd 0x60 Old_Chksum;
8	使用 MACDataLen() 命令 (0x61) 读取 1 字节块长度。	rd 0x61 Data_len;
9	从 0x40 开始读取两个 Design Capacity 字节。	rd 0x40 Old_DC_MSB; rd 0x41 Old_DC_LSB;
10	从 0x40 开始读取写入两个 Design Capacity 字节。在该示例中，新值为 1200mAh。(以十六进制表示为 0x04B0)	wr 0x40 0x04; wr 0x41 0XB0;
11	计算新校验和。校验和为 (255 - x)，其中 x 是逐字节的 BlockData() 8 位总和 (0x40 至 0x5F)。计算新校验和的一种快速方法是使用新旧数据总和和字节的数据替换方法。请参阅所示方法的代码。	Temp = mod(255 - Old_Chksum - OLD_DC_MSB - OLD_DC_LSB, 256); New_Chksum = 255 - mod(temp + 0x04 + 0Xb0, 256);
12	写入新校验和。 在该示例中，New_Chksum 为 0XB0。	wr 0x60 New_Chksum; //Example: wr 0x60 0XB0;
13	写入块长度。当整个块的正确校验和以及长度被写入时，数据实际上被传输到 RAM 中。 在该示例中，Data_len 为 0x24。	wr 0x61 Data_len; //Example: wr 0x61 0X24;

步进	说明	伪代码
14	通过发送 EXIT_CFG_UPDATE_REINIT (0x0091) 或 EXIT_CFG_UPDATE (0x0092) 命令退出 CFGUPDATE 模式。	wr 0x00 0x91 0x00; or wr 0x00 0x92 0x00;
15	通过轮询 <i>OperationStatus()</i> 寄存器直到位 2 被清除来确认 CFGUPDATE 模式。可能最多需要 1 秒。	rd 0x3B OperationStatus();
16	如果器件之前处于 SEALED 状态，则通过发送 Control (0x0030) 子命令来返回至 SEALED 模式。	wr 0x00 0x30 0x00;



CEDV 算法的精度在很大程度上取决于基于 CEDV 技术的电量监测计进行的开路电压 (OCV) 测量的精度和有效性。本附录介绍了在不同事件期间进行 OCV 测量的过程。

7.1 背景

- **OCV 计算** : OCV (开路电压) 通常是一个计算值, 因为真正的 OCV 测量需要电池处于空载和静止状态。由于在实际系统中并非总是可能出现这种空载和完全静止的条件, 因此电量监测计使用测量的电压、电流和温度 (VIT) 来计算 OCV, 作为该计算的结果, 电池充电状态 (SOC) 被建立或重新建立。
- **OCV 鉴定时间 (QT)** : 在 OCV 测量期间将 SOC_INT 设置为有效状态的时间约为 165ms。这是我们测试 VIT 测量是否符合 OCV 计算条件的范围。这不是进行实际 VIT 测量的时间范围。在此期间, 测量瞬时电流 (adci)。如果 $\text{abs(adci)} \geq \text{DesignCapacity}/18$, 则 [OCVFail] 位被设置。否则, 刚刚测得的 VIT 是合格的, 电量监测计继续进行 OCV 计算。
- **电流测量时间 (CMT)** : 测量电流的时间 - 1s。
- **电压测量时间 (VMT)** : 测量电压的时间 - 125ms。
- **温度测量时间 (TMT)** : 测量温度的时间 - 125ms。

7.1.1 OCV 鉴定和计算

OCV 鉴定和计算 (QC) 在以下两种情况下发生 :

- 主机发送 OCV_CMD。
- 检测到电池插入 (BI) 事件。

备注

POR 会立即导致 BI。

7.1.2 OCV 计算假设

在 QT、CMT、VMT 和 TMT 期间, 电流、电压和温度必须保持稳定。在提到稳定 VIT 的每种情况下, 所需的电流稳定条件都小于 C/20。否则, 可能会在 OCV 计算中引入误差。

7.1.3 OCV 时序

图 7-1 展示了 OCV 序列中每个步骤的时序。

1. 在 POR 之后, 在更新电量监测计参数之前测量电压、电流和温度。
2. 进行快速电压和电流测量以验证 OCV VIT 条件。
3. 测量电压、电流和温度以用于后续电量监测计参数更新。

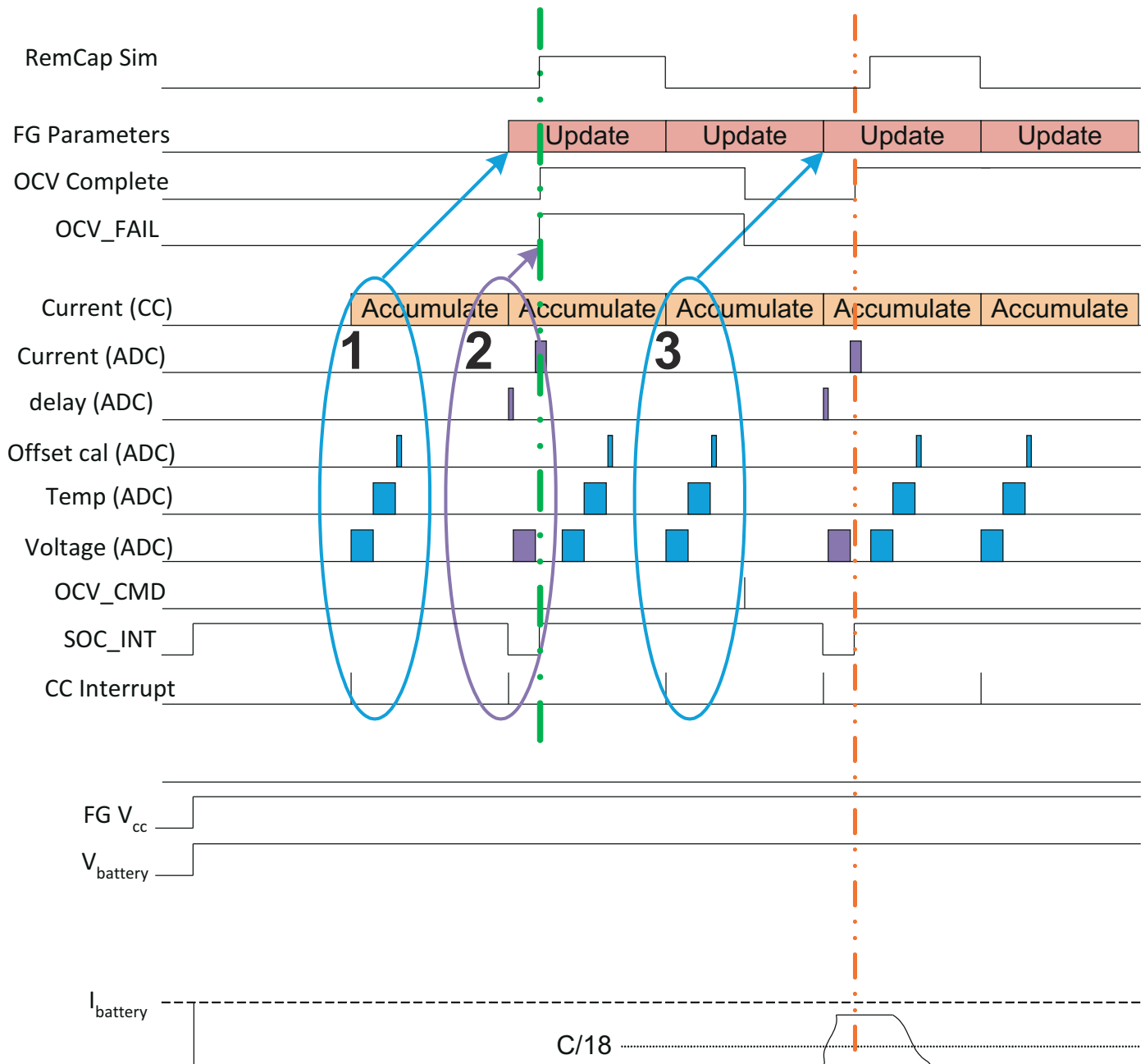


图 7-1. OCV 时序

绿色虚线表示完成的 OCV 测量由于电流 (ADC) 测量中检测到的高负载而失败；而橙色虚线表示成功完成 OCV 测量，因为测量时的负载低于 C/18 速率。

按照鉴定标准，第二次 OCV 测量（橙色线）已成功。不过，这不是建议的用例，因为电流仅在 OCV_INT 时间（鉴定时间）内降低。这使得电量监测计的响应就像已通过鉴定；不过，实际结果并不好，因为用于 OCV 的实际 VIT 测量是在高负载下进行的。

7.2 OCV 时序和 OCV_CMD 使用建议

7.2.1 ACTIVE 模式 (电量监测计未处于 SLEEP 模式)

用于 OCV 计算的 VIT 测量值是在收到 OCV_CMD 之前测量的最后一个 VIT。用于 OCV 计算的 VIT 值需要是一个稳定的值，而不是瞬态值。在发送 OCV_CMD 之前，电流必须稳定且小于 $C/20$ 达至少一秒。针对用于 ACTIVE 模式的 OCV_CMD 的建议是，VIT 从发送 OCV_CMD 前的两秒开始保持稳定，直到 SOC_INT 结束 (请参阅图 7-2)。

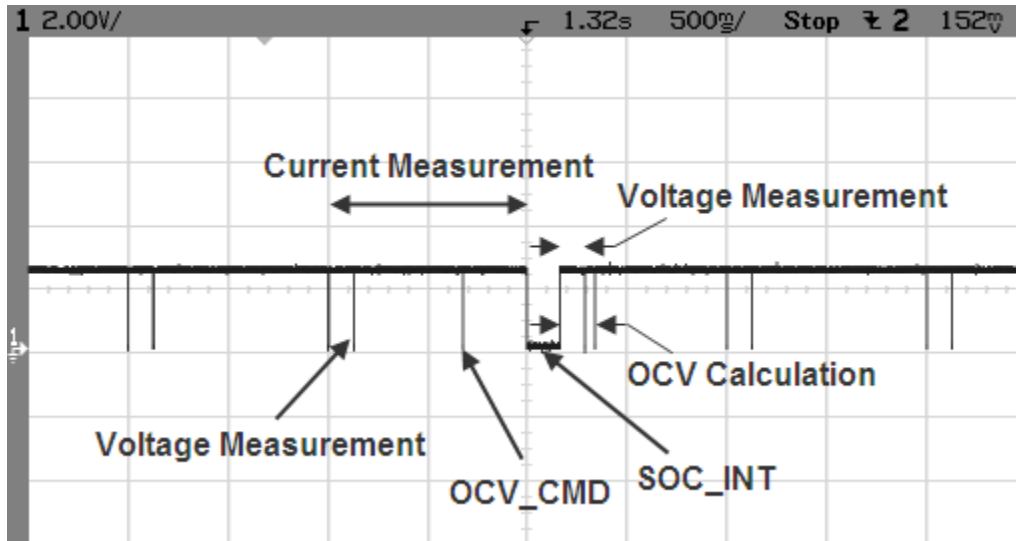


图 7-2. 基于 OCV 命令的 OCV 计算

7.2.2 SLEEP 模式

在 SLEEP 模式下，电量监测计每 20s (而非 1s) 测量一次 VIT。用于 OCV 计算的 VIT 测量值是在接收到 OCV_CMD 之前测量的最后一个 VIT。睡眠电流通常低于 OCV 电流故障阈值。因此，对于在 SLEEP 模式期间发送的 OCV_CMD，建议在发送 OCV_CMD 至 SOC_INT 结束期间 VIT 保持稳定并低于睡眠阈值。

7.2.3 初始 OCV - POR

在 POR 期间，用于 OCV 计算和鉴定的 VIT 测量发生在 POR 后约 300ms 与 SOC_INT 结束之间。为了在 POR 之后实现良好的初始 OCV 测量，建议在 POR 至 SOC_INT 结束期间使 VIT 保持稳定 (请参阅图 7-3)。

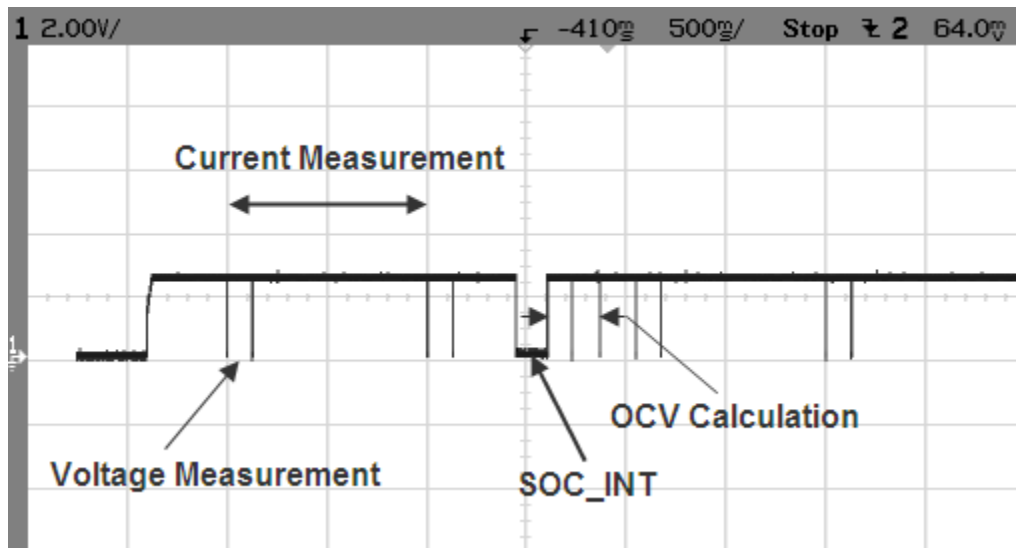


图 7-3. POR 之后获取的初始 OCV



用户可以通过两种方法将自定义配置/曲线编程到 BQ27220 器件中：

1. 上电时将配置/曲线下载到 BQ27220 RAM 中。

BQ27220 电量监测计具有基于 RAM 的数据存储器参数，可在需要时由主机处理器进行更新。这可以阻止外部通信访问电量监测计，从而不允许使用外部工具进行更新。应用系统主处理器执行实际的固件更新（而不是使用外部工具进行更新）可能会很有用。Battery Management Studio (BQStudio) 软件可以导出电量监测计模式 FlashStream (gm.fs) 文件，主机可以使用这些文件对器件 RAM 中的曲线进行编程。

2. 将配置/曲线下载到 BQ27220 OTP 中。

在后续进行下电上电时，该器件使用已编程的曲线进行电量监测。该附录介绍了通过 BQStudio 生成 ot.fs 文件并通过 SmartFlash 工具使用生成的 ot.fs 文件对 OTP 进行编程的过程。

8.1 电量监测计模式 FlashStream (gm.fs) 文件

借助 Battery Management Studio (BQStudio) 软件，用户可以生成称为 gm.fs 文件的特定指令文件，其中包含主机可以发送到 BQ27220 器件以对基于 RAM 的数据存储器参数进行编程的必要 I²C 命令。这些文件中的命令主要是仅在电量监测计处于 CONFIG_UPDATE 模式时才可以使用的 ROM 命令。

gm.fs 文件是包含命令和数据的 ASCII 文本文件。文件的每一行都代表一条命令以及可能的 96 字节数据，如下文所述。任何一行包含的数据都不会超过 96 个字节。每行的前两个字符表示命令，后跟一个：

- “W:” — 表示该行是写入一个或多个字节数据的命令。
- “C:” — 表示该行是读取和比较一个或多个字节数据的命令。
- “X:” — 表示该行是等待给定毫秒数后再继续执行的命令。

空格用于分隔 gm.fs 文件中的各个字段。每行仅包含四条命令中的一条。本节中讨论的命令可以由能够执行多字节或单字节 I²C 操作的系统来实现。

图 8-1 展示了一个由 BQStudio 软件生成的典型 gm.fs 文件片段。

该序列的格式为：

```
"C: i2cAddr RegAddr Byte0 Byte1 Byte2"
```

下面是该命令的一个示例：

```
C: AA 55 AB CD EF 00
```

该示例期望主机从地址为 0xAA 的器件的寄存器地址 0x55 中读回 4 个字节，然后将数据与线路命令中提供的值进行比较，顺序与 0xAB、0xCD、0xEF 和 0x00 相同。

8.1.3 等待命令

等待命令指示主机在继续执行 FlashStream 文件的下一行之前至少等待给定的毫秒数。等待命令通常用于允许电量监测计处理器在继续执行文件中的下一条命令之前完成一个过程。

例如，以下代码：

```
X: 200
```

指示 I²C 主设备必须至少等待 200ms 才能继续执行命令。

8.1.4 CONFIG UPDATE 模式

如果应用需要不同的电量监测计配置数据，则系统处理器可以使用 *Control()SET_CFGUPDATE* 子命令更新基于 RAM 的数据存储器参数，以进入 CONFIG UPDATE 模式。

备注

为了确保电量监测计已正确进入 CONFIG UPDATE 模式，发送 *SET_CFGUPDATE* 后需要至少 1100ms 的延迟。该模式下的操作由 *Flags()[CFGUPMODE]* 状态位指示。

在该模式下，电量监测计暂停，而主机使用扩展数据命令来修改配置数据块。要恢复电量监测计，主机必须发送 *Control()SOFT_RESET* 子命令以退出 CONFIG UPDATE 模式，这将清除 *Flags()[ITPOR]* 和 *[CFGUPMODE]* 位。在大约 240 秒（4 分钟）的超时时，如果电量监测计未从主机接收到 *SOFT_RESET* 子命令，则电量监测计会自动退出 CONFIG UPDATE 模式。

BQ27220 器件的存储器分为本文档中定义的各个存储器子类。存储器无法直接寻址，而是通过一系列可间接访问每个存储器块的扩展命令进行更新。*gm.fs* 文件会更新这些块以写入正确的配置，以便 BQ27220 器件能够具有适当的监测性能并与系统特性相匹配。这些更新存储在 RAM 中，需要在器件断电时重新编程。（*Flags()* 寄存器中的 *[ITPOR]* 位表示 RAM 配置已重置为默认值，需要使用 *gm.fs* 文件进行更新。）

8.2 OTP 模式 FlashStream (ot.fs) 文件

借助 [Battery Management Studio \(BQStudio\)](#) 软件，用户可以生成称为 *ot.fs* 文件的特定指令文件，其中包含主机可以发送到 BQ27220 器件以对基于 RAM 的数据存储器参数进行编程的必要 I²C 命令。这些文件中的命令主要是在电量监测计处于 CONFIG_UPDATE 模式时才可以使用的 ROM 命令。

ot.fs 文件是包含命令和数据的 ASCII 文本文件。文件的每一行都代表一条命令以及可能的 96 字节数据，如下文所述。任何一行包含的数据都不会超过 96 个字节。每行的前两个字符表示命令，后跟一个：

- “W:” — 表示该行是写入一个或多个字节数据的命令。
- “C:” — 表示该行是读取和比较一个或多个字节数据的命令。
- “X:” — 表示该行是等待给定毫秒数后再继续执行的命令。

空格用于分隔 *ot.fs* 文件中的各个字段。每行仅包含四条命令中的一条。本节中讨论的命令可以由能够执行多字节或单字节 I²C 操作的系统来实现。

8.2.2 读取和比较命令

读取和比较命令的格式与写入命令相同。该命令提供的数据与读取的数据完全匹配，否则操作应停止并向用户显示错误指示。**ot.fs** 文件不包含有关程序流或决策的信息。如果读取和比较命令导致数据与预期值不匹配，则解释程序需要自行处理下一步。它不应继续执行其他命令，但通常会回到 **ot.fs** 文件的开头并在放弃之前重试几次。

该序列的格式为：

```
"C: i2cAddr RegAddr Byte0 Byte1 Byte2"
```

下面是该命令的一个示例：

```
C: AA 55 AB CD EF 00
```

该示例期望主机从地址为 **0xAA** 的器件的寄存器地址 **0x55** 中读回 4 个字节，然后将数据与线路命令中提供的值进行比较，顺序与 **0xAB**、**0xCD**、**0xEF** 和 **0x00** 相同。

8.2.3 等待命令

等待命令指示主机在继续执行 **FlashStream** 文件的下一行之前至少等待给定的毫秒数。等待命令通常用于允许电量监测计处理器在继续执行文件中的下一条命令之前完成一个过程。

例如，以下代码：

```
X: 200
```

指示 I²C 主设备必须至少等待 200ms 才能继续执行命令。

8.2.4 CONFIG UPDATE 模式

如果应用需要不同的电量监测计配置数据，则系统处理器可以使用 **Control()SET_CFGUPDATE** 子命令更新基于 RAM 的数据存储器参数，以进入 CONFIG UPDATE 模式。

备注

为了确保电量监测计已正确进入 CONFIG UPDATE 模式，发送 **SET_CFGUPDATE** 后需要至少 1100ms 的延迟。该模式下的操作由 **Flags()[CFGUPMODE]** 状态位指示。

在该模式下，电量监测计暂停，而主机使用扩展数据命令来修改配置数据块。要恢复电量监测，主机必须发送 **Control()SOFT_RESET** 子命令以退出 CONFIG UPDATE 模式，这将清除 **Flags()[ITPOR]** 和 **[CFGUPMODE]** 位。在大约 240 秒（4 分钟）的超时时，如果电量监测计未从主机接收到 **SOFT_RESET** 子命令，则电量监测计会自动退出 CONFIG UPDATE 模式。

BQ27220 器件的存储器分为本文档中定义的各个存储器子类。存储器无法直接寻址，而是通过一系列可间接访问每个存储器块的扩展命令进行更新。**ot.fs** 文件会更新这些块以写入正确的配置，以便 BQ27220 器件能够具有适当的监测性能并与系统特性相匹配。这些更新存储在 RAM 中，需要在器件断电时重新编程。（**Flags()** 寄存器中的 **[ITPOR]** 位表示 RAM 配置已重置为默认值，需要使用 **ot.fs** 文件进行更新。）

8.3 编程指令

8.3.1 使用 gm.fs 文件

要在上电时使用 **gm.fs** 文件配置 BQ27220 器件，请执行以下操作：

步骤 1：使用 **GPCCEDV 工具**（在 ti.com 上）生成 7 点 CEDV 参数和 11 点负载电压点。请参阅 **BQ27220EVM-744 用户指南 (SLUUBF5)**。

步骤 2：使用 **Battery Management Studio (BQStudio)** 软件（电量监测计评估软件）根据应用最终确定 RAM 中的所有 **Calibration/Configuration/Gas Gauging** 值。

步骤 3：使用 BQStudio 生成一个 gm.fs 文件，其中包含 I²C 指令（带数据），以便主机在上电时写入所有参数（在步骤 2 中执行）。

步骤 4：每次上电时使用该 gm.fs 文件对 BQ27220 RAM 进行编程。

主机将配置/曲线编程到三个可用 OTP 区域中的一个区域中。

BQ27220 电量监测计具有两个一次性可编程 (OTP) 区域，用于自定义 CEDV 曲线编程。如果用户不想在每次上电时对 BQ27220 器件中的 RAM 进行编程，则可以在 BQ27220 器件的 OTP 区域对自定义 CEDV 曲线进行编程。编程后，电量监测计会在下次上电时自动使用 OTP 曲线。

BQ27220 器件具有两个可供用户使用的 OTP 部分：

1. 配置区域：客户可以根据应用将该部分更新一次。
2. 曲线区域：提供了三个空的曲线区域 (Profile1/2/3)，客户可以使用这些区域对自定义曲线信息进行编程。

8.3.2 使用 ot.fs 文件

要在上电时使用 ot.fs 文件配置 BQ27220 器件，请执行以下操作：

步骤 1：使用 [GPCCEDV 工具](#)（在 [ti.com](#) 上）生成 7 点 CEDV 参数和 11 点负载电压点。请参阅 [BQ27220EVM-744 用户指南 \(SLUUBF5\)](#)。

步骤 2：使用 [Battery Management Studio \(BQStudio\)](#) 软件根据应用最终确定 RAM 中的所有 Calibration/Configuration/Gas Gauging 值。

步骤 3：

对 OTP 曲线 1 进行编程：

1. 使用所需的值填写 RAM 中的“CEDV Profile 1”部分。
2. 为“CEDV Profile Select” → “Battery ID”写入 4。

对 OTP 曲线 2 进行编程：

1. 使用所需的值填写 RAM 中的“CEDV Profile 1”部分。
2. 为“CEDV Profile Select” → “Battery ID”写入 8。

对 OTP 曲线 3 进行编程：

1. 使用所需的值填写 RAM 中的“CEDV Profile 1”部分。
2. 为“CEDV Profile Select” → “Battery ID”写入 16。

步骤 4：使用 BQStudio 生成 ot.fs 文件，该文件包含有关如何使用刚刚在 RAM 中设置的值对 OTP 进行编程的 I²C 指令（带数据）。

步骤 5：将 ot.fs 文件与 SmartFlash 编程工具配合使用；可以对 BQ27220 器件上的 OTP 进行编程。

8.4 用于对 OTP 进行编程的常规设置和软件安装

1. 所需的设备：
 - a. 配置为 7.4V 输出的实验室电源（预计最大电流约为 5mA）
 - b. 输出至少为 3.0V 的电池或第二个电源（预计最大电流约为 1mA）
 - c. 具有 I²C 接口适配器的 EV2300（v3.1r 或更高版本）或 EV2400 USB
 - d. 组装在电池包或 EVM 上的未编程 BQ27220 器件
 - e. 出厂时提供的示例.gg 文件
 - f. [Battery Management Studio \(BQStudio\)](#) 软件安装程序
 - g. SmartFlash 软件可执行文件
2. 安装 [BQStudio](#) 软件。
3. 将 EV2300 或 EV2400 连接到未编程的器件或 EVM。
4. 将电池连接到 BAT(+) 和 V_{SS}(-) 引脚。
5. 在禁用输出的情况下，将实验室电源连接到 GPOUT 和 V_{SS}(-) 引脚。

备注

在软件提示之前，请勿向器件施加 7.4V 电压。

8.5 启动 BQStudio 软件

1. 启动 BQStudio 软件。
2. 确认 *Gauge Dashboard* 面板检测到 EV2x00 适配器和 BQ27220 器件。
3. 如果器件之前处于 SEALED 模式，则通过向 *Control()* (0x00 和 0x01) 发送相应的密钥使其处于 UNSEAL 模式。BQ27220 在 UNSEAL 模式下启动，而不是在 FULL ACCESS 模式下启动。进入 FULL ACCESS 模式以访问数据存储。有关进入 FULL ACCESS 模式的过程，请参阅 [章节 6](#)。
4. 点击 **Data Memory** 以显示数据存储 (RAM) 中的 OTP 出厂默认设置。
5. 点击 **Import** 以从提供的样例 .gg 文件中加载 **Data Memory** 内容。

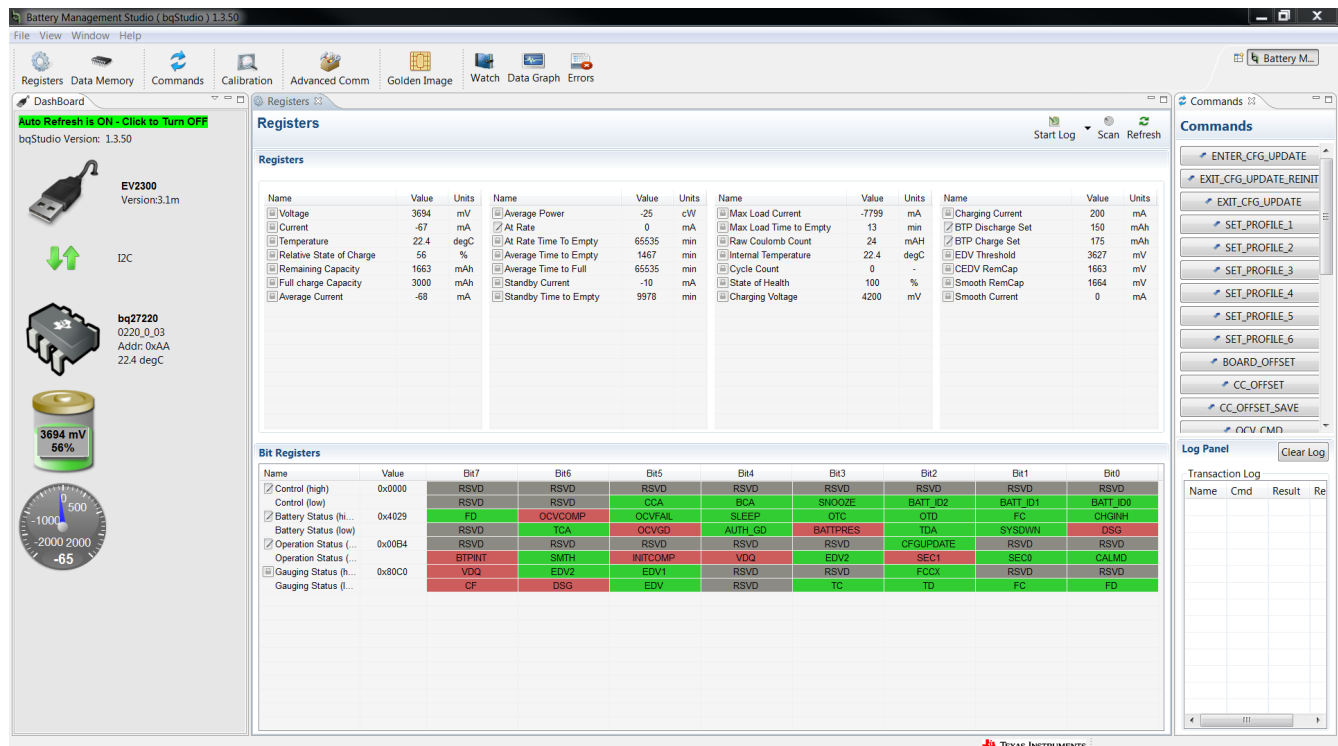


图 8-3. 启动 BQStudio 软件

8.6 加载 .GG 文件

该过程可将电量监测计数据或数据存储器映像导入到器件中。

1. 浏览至所需的模板或样例 *.GG 参数文件。（示例：图 8-4 中的 BQ27220.gg.csv。）
2. 点击 **Open** 按钮。

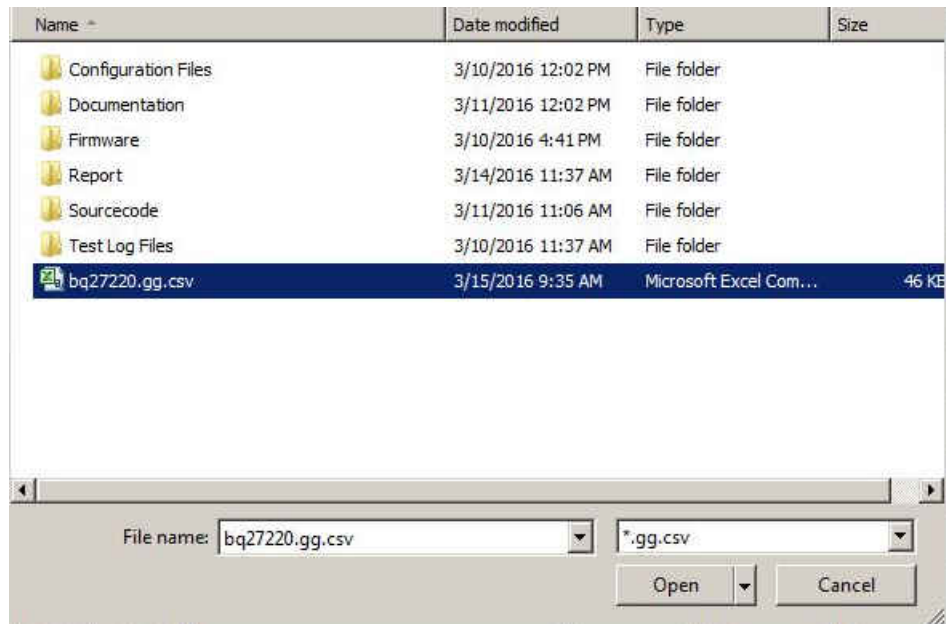


图 8-4. 加载 .GG 文件

8.7 确认或更新数据存储器参数

1. 与出厂默认值不同的导入数据存储器 (RAM) 参数将以橙色字体显示。
2. 根据需要确认或更新数据存储器 (RAM) 参数。
3. 通过点击 **Export** 来保存 .GG 文件，以供将来参考。

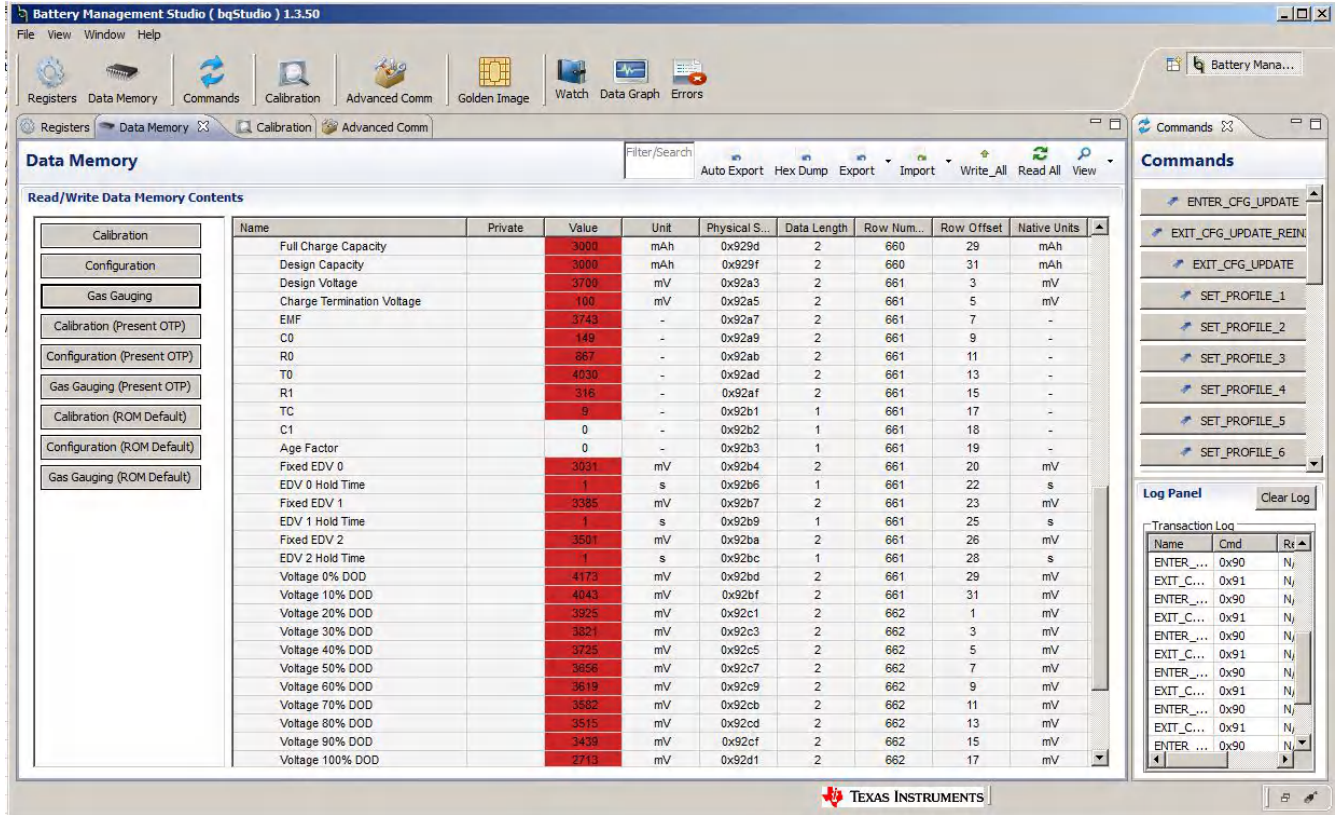


图 8-5. 确认或更新数据存储器参数

8.8 保存 .OTFS 文件

1. 点击 **GoldenImage** 图标。
2. 在 **GoldenImage** 面板中，输入所需的 .OTFS 基本文件名称（例如 BQ27220.ot.fs）。

备注

不需要更改 **Options**。

3. 点击 **Create Image File**。
4. 退出 BQStudio 软件。

备注

这很重要，因为必须为 SmartFlash 释放 EV2x00 适配器。

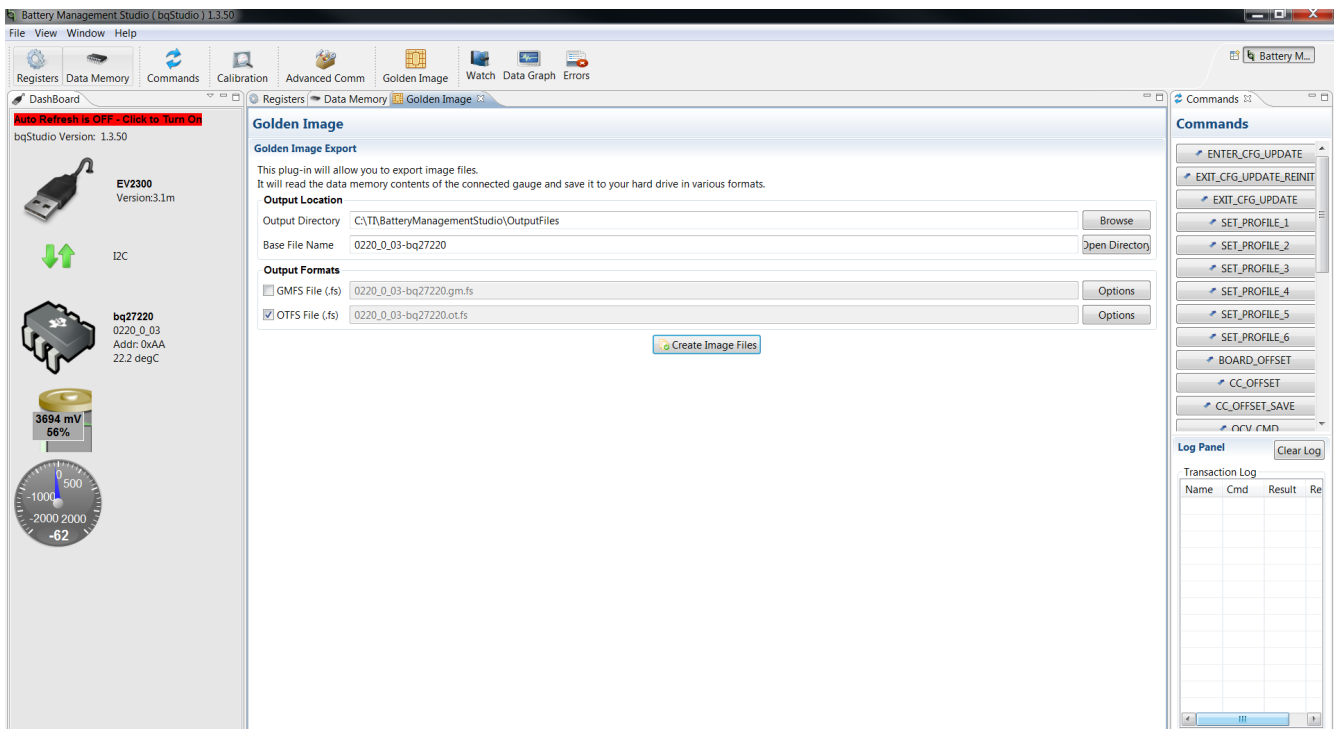


图 8-7. 保存 .OTFS 文件

8.9 启动 SmartFlash 软件

1. 启动 SmartFlash 软件。
2. 确认自动检测到 EV2x00 适配器，电量监测计 = 220，版本 \geq 1.09。
3. 点击 **File > Open**。

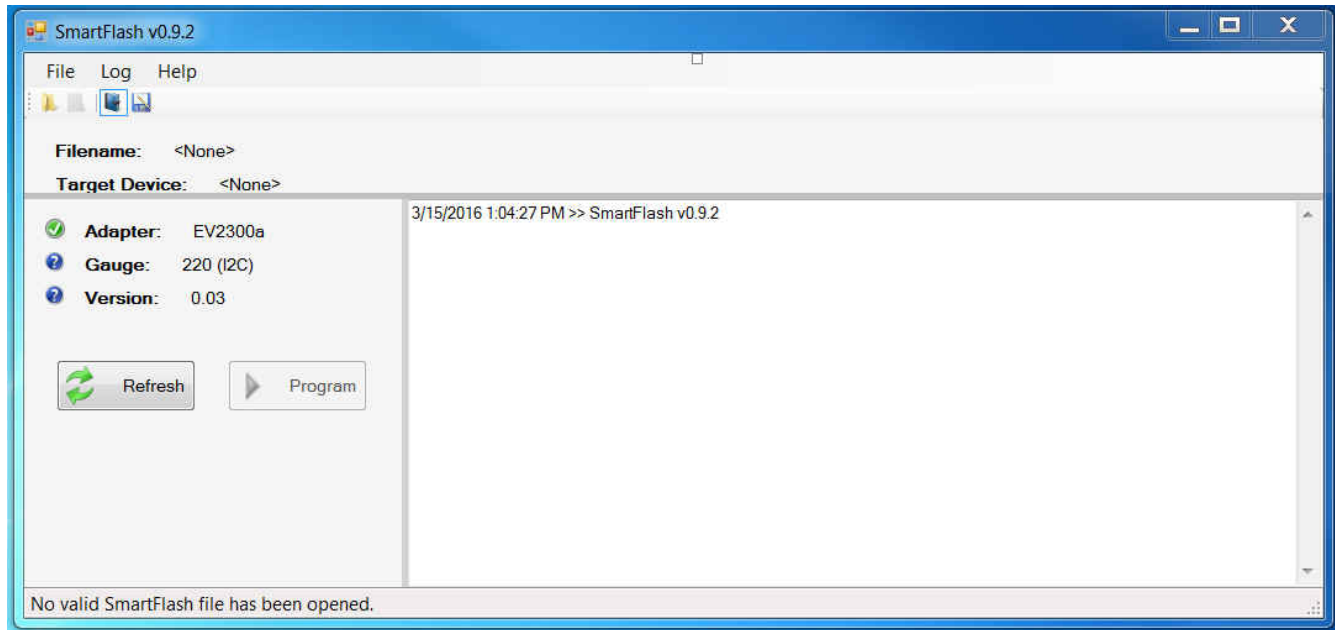


图 8-8. 启动 SmartFlash 软件

8.10 打开 Ot.fs 文件

1. 在弹出对话框中，点击所需的 **ot.fs** 文件，然后点击 **Open**。
2. 通过日志窗口确认文件加载成功。

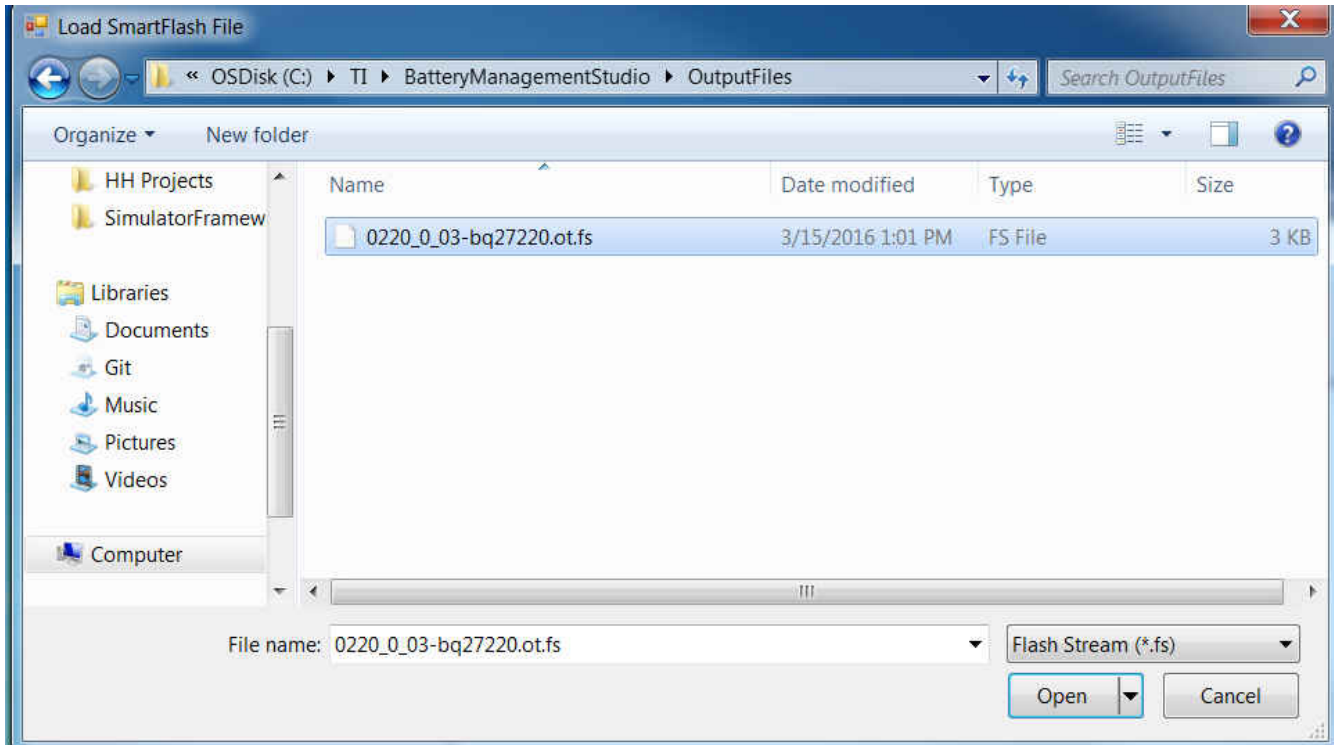


图 8-9. 打开 .OTFS 文件

8.11 对 OTP 进行编程

1. 点击 **Program**。
2. 当显示 *Apply Programming Voltage* 弹出对话框时，启用 7.4V 电源并点击 **OK**。
3. 在约 1 秒的短暂 OTP 编程延迟后，当显示 *Remove Programming Voltage* 弹出对话框时，禁用电源并点击 **OK**。

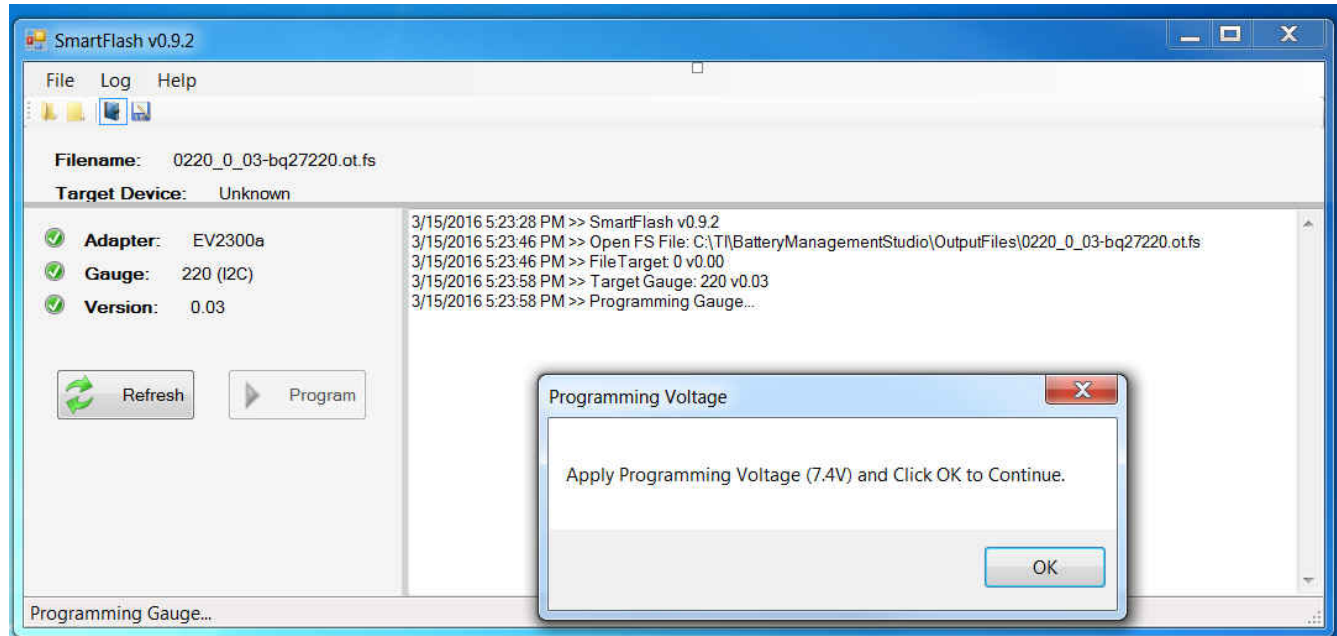


图 8-10. 施加 7.4 V

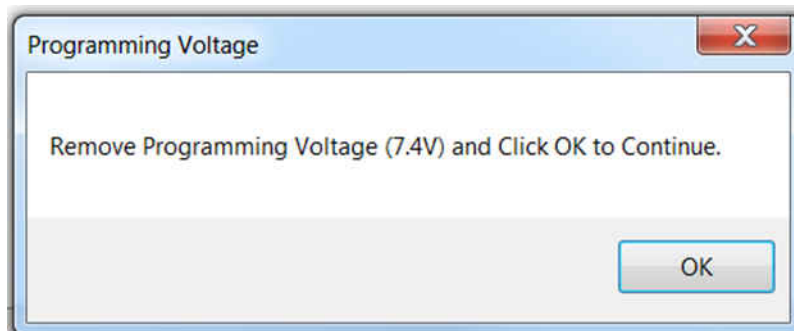


图 8-11. 对 OTP 进行编程

8.12 确认成功

1. 确认日志窗口中的消息 *Programming completed successfully!*。
2. 该器件现在已完全编程。

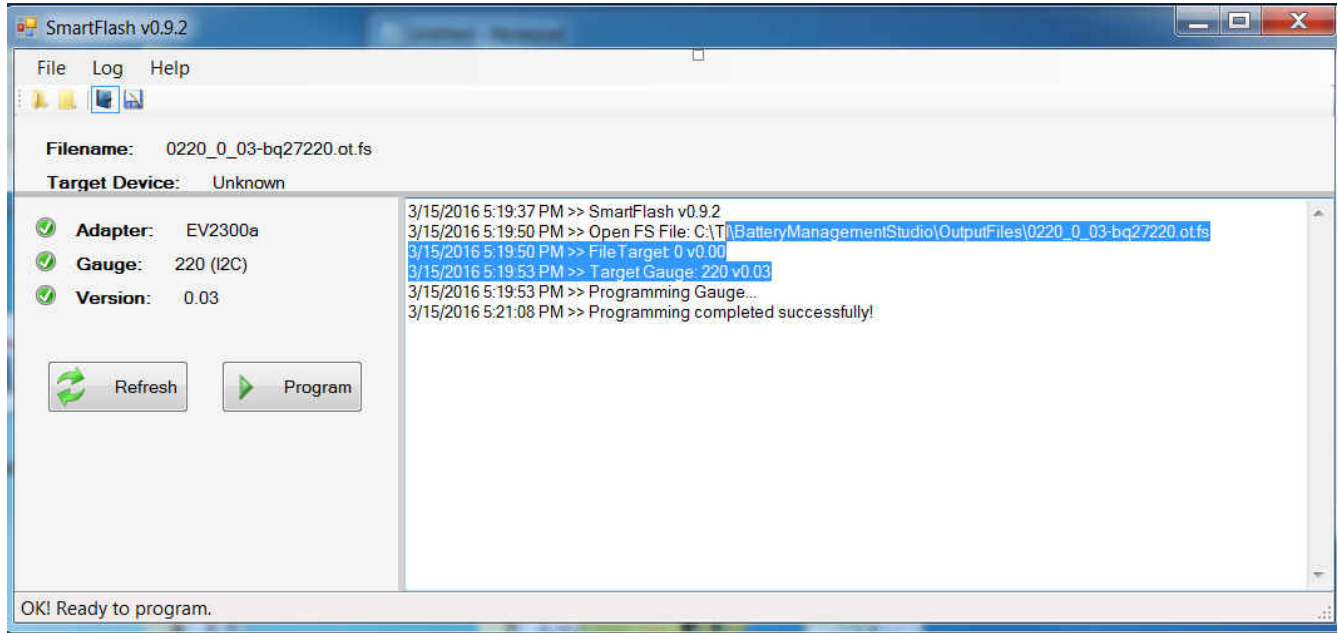


图 8-12. 确认成功

This page intentionally left blank.



ACK	确认字符
ADC	模数转换器
BCA	电路板校准
BI	电池插入
CC	库仑计
CCA	库仑计校准
CE	芯片使能
CHARGE 模式	指电量监测计读取的 $Current() > Chg\ Current\ Threshold$ 达至少 1 秒的模式。
清除	指寄存器中的位变为逻辑低电平或 0。Battery Management Studio (BQStudio) 软件使用绿色表示清除位。
cWh	厘瓦时
CMT	电流测量时间
DISCHARGE 模式	指电量监测计读取的 $Current() < (-)Dsg\ Current\ Threshold$ 达至少 1 秒的模式。
DOD	以占 Qmax 的百分比表示的放电深度。100% 对应于空电池。
DOD0	根据放松状态下的 OCV 测量值在 DOD (OCV) 表中查找的放电深度。
EOC	充电结束
FC	充满电
FCC	充满电的容量。针对当前负载电流、温度和老化效应 (化学容量降低, 内部阻抗增加) 进行补偿的电池总容量。
FIFO	先入先出
标志	该字通常表示一个只读状态位, 指示某些操作已经发生或正在发生。该位通常无法修改。标志由电量监测计自动设置和清除。
FVCA	快速电压和电流采集
GPIO	通用输入输出
HDQ	高速数据队列
IC	集成电路
ID	标识
IO	输入或输出
I ² C	内部集成电路
LDO	低压降
LSB	最低有效位
LT	使用寿命
MAC	制造商访问控制
mAh	毫安时
MSB	最高有效位
mWh	毫瓦时
NACK	否定确认字符
NTC	负温度系数
OCV	开路电压。在没有施加负载的情况下针对完全放松的电池测量的电压。
OTC	充电过热

OTD	放电过热
PFC	引脚功能代码
POR	加电复位
Qmax	最大化学容量
QC	鉴定和计算
QT	鉴定时间
RELAXATION 模式	指电量监测计读取的 <i>Current()</i> < Quit Current 达至少 60 秒的模式。
RM	剩余容量
RW	读取或写入
SCL	串行时钟：I ² C 接口中使用的可编程串行时钟
SDA	串行数据：I ² C 接口中的串行数据总线
SE	关断启用
设置	指寄存器中的位变为逻辑高电平或 1。Battery Management Studio (BQStudio) 软件使用红色表示设置位。
SOC	以占 FCC 的百分比表示的充电状态
SOC1	初始充电状态
SOCF	最终充电状态
系统	本文档中有时会使用系统一词。使用该词时，该词总是指消耗来自电池包的电流的主机系统。
TCA	终止充电警报
TMT	温度测量时间
TS	温度状态
TTE	电力用尽时间
TTF	距离充满电的剩余时间
VIT	电压、电流和温度
VMT	电压测量时间

A.1 术语表

TI 术语表

本术语表列出并解释了术语、首字母缩略词和定义。

修订历史记录



注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision * (April 2016) to Revision A (November 2022)	Page
• 添加了一个用于说明 0x3E 的句子.....	67
• 重命名了 电池电量监测术语表 并添加了 TI 术语表.....	89

This page intentionally left blank.

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2022，德州仪器 (TI) 公司