

## TI 电量计 Checksum 功能的介绍

张楚涛 Hugo Zhang

TI 电量计产品技术支持

### 摘要

TI 的电量计产品以其出色的性能，在手机、笔记本、穿戴式设备、工业类等应用的电池包里被广泛应用。按功能来分，TI 的电量计产品可以分成单纯电量计产品，如 BQ275xx 系列，以及集成电量计和保护功能的产品，如 BQ2774x, BQ28Z610 和 BQ40Zxx 系列。每种电量计都包含数量众多的各种功能的参数。为了确保这些参数被非故意修改时，能够被检查出来，电量计里提供了多种 Checksum 或 Signature。本文详细介绍了 TI 电量计的几种 Checksum 或 Signature 的概念，覆盖范围和使用方法。

### 目录

|                           |   |
|---------------------------|---|
| 1, Checksum 概述.....       | 2 |
| 2, Checksum 的覆盖范围.....    | 2 |
| 3, 如何使用 Checksum 功能.....  | 4 |
| 4, 一些特殊 Checksum 的介绍..... | 6 |
| 5, 总结.....                | 7 |
| 参考文档.....                 | 7 |

### 图

|  |   |
|--|---|
| 图 1: BQ27546-G1 Static Chem Data Flash Checksum 包含的参数..... | 2 |
| 图 2: BQ27546-G1 Static Data Flash Checksum 不包含的参数.....     | 3 |
| 图 3: BQ27546-G1 All Data Flash Checksum 不包含的参数.....        | 3 |
| 图 4: BQ27546-G1 修改 Checksum 的方法.....                       | 5 |
| 图 5: BQ40Z50-R3 修改 Static DF Signature 的方法.....            | 6 |

## 1, Checksum 概述

TI 的基于 Flash 的电量计，其参数中通常会包含以下 Checksum 或 Signature: Static Chem Data Flash Checksum, Static Data Flash Checksum, All Data Flash Checksum, Instruction Flash Signature。下面将一一介绍其使用范围和使用方法。

## 2, Checksum 的覆盖范围

单节电量计以 BQ27546-G1 为例，其包含 Static Chem Data Flash Checksum, Static Data Flash Checksum, 和 All Data Flash Checksum。

其中 Static Chem Data Flash Checksum 覆盖了 Chem ID 相关的数据，范围如图 1 所示。但不包含 Ra Table 和 Rax Table 的数据，因为这些数据在使用过程中会自动更新。在烧录 Chem ID 时，TI 上位机软件 bqStudio 会自动生成相应的 Checksum 并写到 Data Flash 的 Static Chem Data Flash Checksum 参数里。在发送 IT Enable（使能阻抗跟踪命令 0x0021）时，电量计会执行一次 Static Chem Data Flash Checksum 的校验。如果校验不用过，则阻抗跟踪算法不会被 enable。

| Class       | Subclass ID | Subclass    | Comment                                 |
|-------------|-------------|-------------|---|
| OCV Table   | 83          | OCV Table   | ChemID (public)<br>OCVa Table (private) |
| OCVb Table  | 84          | OCVb Table  | OCVb Table (private)                    |
| Rb_Hi Table | 85          | Rb_Hi Table | Rb Hi Table (private)                   |
| Rb_Lo Table | 108         | Rb_Lo Table | Rb Lo Table (private)                   |
| Gas Gauging | 80          | IT Cfg      | Q Invalid Max V<br>Q Invalid Min V      |

图 1: BQ27546-G1 Static Chem Data Flash Checksum 包含的参数

Static Data Flash Checksum 覆盖了所有电量计本身不会自动更新的数据，但不包含如图 2 所有的数据。如不包含可供用户烧录的 Block A 和 Block B, Lifetime 数据, Gas Gauging State 数据, Ra Table 和 Rax Table 数据, 校准数据等。

| Class         | Subclass ID | Subclass              | Comment   |
|---------------|-------------|-----------------------|---|
| Configuration | 48          | Data                  | Cycle Count   |
| Configuration | 57          | Integrity Data        | Reset Counter – Full (private)<br>Reset Counter – Watch Dog (private)   |
| Configuration | 57          | Integrity Data        | All DF Checksum   |
| Configuration | 57          | Integrity Data        | Static DF Checksum  |
| System Data   | 58          | Manufacturer Info     | Block A<br>Block B  |
| LT Data       | 59          | Lifetime Data         | All Lifetime Data   |
| LT Data       | 59          | Lifetime Temp Samples | All Lifetime Temp Samples   |
| Gas Gauging   | 82          | State                 | Qmax Cell 0<br>Cycle Count<br>Update_Status<br>V at Chg Term<br>Avg I Last Run<br>Avg P Last Run<br>Delta Voltage<br>Max Discharge Duration (private) |
| Ra Tables     | 88          | Data                  | Ra Table  |
| Ra Tables     | 89          | Data                  | Rax Table   |
| Calibration   | 104         | Data                  | CC Gain<br>CC Delta<br>CC Offset<br>Board offset<br>Int Temp Offset<br>Ext Temp Offset<br>Pack V offset   |

图 2: BQ27546-G1 Static Data Flash Checksum 不包含的参数

All Data Flash Checksum 包含了所有的 Data Flash 里的数据，但不包含如图 3 所示的数据。如果 Gas Gauging State 数据或者 Lifetime 数据等自动更新了，则电量计重新计算 All Data Flash Checksum 的值也会发生改变。

| Class         | Subclass ID | Subclass          | Comment   |
|---------------|-------------|-------------------|---|
| Configuration | 57          | Integrity Data    | Reset Counter – Full (private)<br>Reset Counter – Watch Dog (private)                                   |
| Configuration | 57          | Integrity Data    | All DF Checksum   |
| System Data   | 58          | Manufacturer Info | Block A<br>Block B  |
| Calibration   | 104         | Data              | CC Gain<br>CC Delta<br>CC Offset<br>Board offset<br>Int Temp Offset<br>Ext Temp Offset<br>Pack V offset |

图 3: BQ27546-G1 All Data Flash Checksum 不包含的数据

多节电量计以 BQ40Z50-R3 为例，有 Instruction Flash Signature，Static Chem DF Signature，Static DF Signature，和 All DF Signature。

其中 Instruction Flash Signature 是指令 Flash 的校验和，包含所有指令 Flash。在烧录.srec 文件时，上位机软件 bqStudio 会自动生成相应的 Signature 并写到 Data Flash 的 Instruction Flash Signature。在电量计上电或者 reset 时，如果 Instruction Flash Signature 校验不通过，则阻抗跟踪算法不会被使能。

Static Chem DF Signature 覆盖了 Chem ID 相关的数据，但不包含 Ra Table 和 Rax Table 的数据。在烧录 Chem ID 时，上位机软件 bqStudio 自动生成相应的 Checksum 并写到 Data Flash 的 Static Chem DF Signature 参数里。

说明一下，BQ27Z561 做 GPCRB、导入 GPCRB 的 CHEMDAT 文件后，要先用 command 读出 Static Chem DF Signature，填到 data flash 的 Static Chem DF Signature，然后才会允许 GAUGE\_EN，否则 GAUGE\_EN 无法使能。

Static DF Signature 覆盖了所有电量计本身不会自动更新的数据，也不包含 Chem ID 相关的数据。

All DF Signature 覆盖了所有电量计本身不会自动更新的数据。但不包含校准相关的数据。

### 3, 如何使用 Checksum 功能

每一种 Checksum 都可以通过命令读回来。当发送了相应的命令之后，电量计会根据该 Checksum 参数所覆盖的范围，重新计算该 Checksum 值并返回来。每一种 Checksum 值都是 16 bit，是其所覆盖范围内的所有参数的校验和。其中最高位 bit 15 是标志位，如果电量计重新计算的 Checksum 值，与之前写在 Data Flash 里的相应的 Checksum 值不匹配，则最高位 bit 15 会置 1。需要把最高位 bit 15 改成 0，然后把改过后的新 Checksum 值写回相应的 Data Flash 里相应的 Checksum 参数里。

下面以 BQ27546-G1 的 Static Data Flash Checksum 为例，介绍如何正确使用 Checksum 的功能。

如图 4 所示：

- (1)，点击“STATIC\_DF\_CHKSUM”按钮，发送 0x0019 命令。
- (2)，从 Log Panel 读到返回的 Checksum 值是 0x94BB。最高位 bit 15 为 1。
- (3)，返回值与 Data Flash 里的 0x13B6 不匹配。
- (4)，手动把返回的值的最高位 bit 15 改成 0，即 0x14BB 写到 Data Flash 里的“Static DF Checksum”参数里。
- (5)，点击“STATIC\_DF\_CHKSUM”按钮，发送 0x0019 命令。
- (6)，从 Log Panel 读到返回的 Checksum 值是 0x14BB。

图 4: BQ27546-G1 修改 Checksum 的方法

下面以 BQ40Z50-R3 的 Static DF Signature 为例，介绍如何正确使用 Signature 的功能。

| TimeStamp      | Target ... | Operati... | Comma... | Length | Data (Hex-Value) | Status  |
|----------------|------------|------------|----------|--------|------------------|---------|
| 2019-11-19 ... | 17         | Wr Block   | 44       | 2      | 05 00            | Success |
| 2019-11-19 ... | 17         | Rd Block   | 44       | 4      | 05 00 37 D3      | Success |

| Integrity                |  | 4 | 5337 |
|--------------------------|--|---|------|
| Static DF Signature      |  |   | 5337 |
| Static Chem DF Signature |  |   | 73b5 |
| All DF Signature         |  |   | 0000 |

  

Block Read/Write

6 Read Block 44 68 nv 05 00 37 53 Type Hex

(He) (Dec)

5 Write Block 44 68 rv 05 00

(He) (Dec)

ASCII □

  

| TimeStamp      | Target ... | Operati... | Comma... | Length | Data (Hex-Value) | Status  |
|----------------|------------|------------|----------|--------|------------------|---------|
| 2019-11-19 ... | 17         | Wr Block   | 44       | 2      | 05 00            | Success |
| 2019-11-19 ... | 17         | Rd Block   | 44       | 4      | 05 00 37 53      | Success |

图 5: BQ40Z50-R3 修改 Static DF Signature 的方法

如图 5 所示:

- (1), 在 Data Flash 里的 Static DF Signature 初始值是 0x0000。
- (2), 在 Write Block 往 0x44 写 0x0005 (低 byte 在前, 高 byte 在后)。
- (3), 在 Read Block 从 0x44 读 4 byte 数据。前两 byte 数据 0x0005 命令, 后两 byte 数据是就是 Static DF Signature 的值 0x0337。
- (4), 把 Data Flash 里的 Static DF Signature 修改成 0x5337。
- (5), 在 Write Block 往 0x44 写 0x0005 (低 byte 在前, 高 byte 在后)。
- (6), 在 Read Block 从 0x44 读 4 byte 数据。返回值为 0x5337。

#### 4, 一些特殊 Checksum 的介绍

另外, 某些型号的电量计还有一些特殊的 Checksum 功能, 如集成了保护功能的电量计的 BQ27742-G1。由于保护功能是涉及到安全性的问题, 所以 BQ27742-G1 设计了保护参数的 Checksum 功能, 叫 Prot Checksum。Prot Checksum 应该设成 OV Prot Cfg 与 OC Prot Cfg 的和。BQ27742-G1 每一秒钟都会自动计算 Prot Checksum 的实际值, 并与事先写在 Data Flash 里的 Prot Checksum 对比, 如果不匹配, 则会把 SafetyStatus()里的 INV\_PROT\_CHKSUM bit 置起来, 并且强制关断充电管和放电管。只有在每秒钟自动计算 Prot Checksum 的实际值, 与事先写在 Data Flash 里的 Prot Checksum 匹配, 才会清除 INV\_PROT\_CHKSUM bit 和把充电管和放电管重新打开。所以如果修改了两个保护相关的参数 OV Prot Cfg 与 OC Prot Cfg, 则必须重新计算 Prot Checksum 并写到 Data Flash 里的 Prot Checksum 里, 充电管和放电管才会重新打开。

BQ27742-G1 的 Prot Checksum 的具体操作方法跟前面第三节介绍的方法类似, 这里不再展开介绍。

## 5, 总结

电量计的 Checksum/Signature 功能给我们提供了一种检查数据完整性的机制。它可用于电池包的量产过程中, 以及电池包已经装在系统上时。在电池包的生产过程中, 可以检查各种 Checksum 值 (包括 Instruction Flash Signature, Static Chem DF Signature, Static DF Signature) 是否正确, 以确认相应数据是否正确烧录或者意外被修改。并且保存起来, 以备后续追溯之用。这里建议不对 All Data Flash Checksum, All DF Signature 进行检查。因为即使是在电池包的生产线上, 某些参数也是有可能被更新, 导致这个 Checksum 值校验不匹配。

### 参考文档

BQ27546-G1 Technical Reference Manual, <http://www.ti.com/lit/pdf/sluub74>

BQ40Z50-R3 Technical Reference Manual (Rev. A), <http://www.ti.com/lit/pdf/sluubu5>

BQ27742-G1 Single-Cell Impedance Track™ Battery Fuel Gauge TRM (Rev. C), <http://www.ti.com/lit/pdf/sluuax0>

## 重要声明和免责声明

TI 均以“原样”提供技术性及其可靠性数据（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，不保证其中不含任何瑕疵，且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、适合某特定用途或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

所述资源可供专业开发人员应用TI 产品进行设计使用。您将对以下行为独自承担全部责任：(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安全、安保或其他要求。所述资源如有变更，恕不另行通知。TI 对您使用所述资源的授权仅限于开发资源所涉及TI 产品的相关应用。除此之外不得复制或展示所述资源，也不提供其它TI 或任何第三方的知识产权授权许可。如因使用所述资源而产生任何索赔、赔偿、成本、损失及债务等，TI 对此概不负责，并且您须赔偿由此对TI 及其代表造成的损害。

TI 所提供产品均受TI 的销售条款 (<http://www.ti.com.cn/zh-cn/legal/termsofsale.html>) 以及 [ti.com.cn](http://www.ti.com.cn) 上或随附TI 产品提供的其他可适用条款的约束。TI 提供所述资源并不扩展或以其他方式更改TI 针对TI 产品所发布的可适用的担保范围或担保免责声明。

邮寄地址：上海市浦东新区世纪大道 1568 号中建大厦 32 楼，邮政编码：200122

Copyright © 2020 德州仪器半导体技术（上海）有限公司