

大容量和高倍率电池的电量计设计要点

朱明武 (Mingmo Zhu)

TI

ABSTRACT

锂电池在大容量和高倍率的应用越来越多，比如电动车(电动自行车、电动摩托等)电池、无人机电池、机器人电池、服务器电池备电模块 BBU 等等。为了对电池电量准确计量，提升用户体验，往往需要用电量计对这些大容量和高倍率电池进行计量，BQ40Z50-R2 和 BQ34Z100-G1 是现在市面上大容量和高倍率电池用得很多的电量计。大容量和高倍率电池应用场景对电量计带来新挑战。比如，大容量电池的容量很大，可能超出电量计的容量量程；高倍率电池的放电电流很大，可能超出电量计的电流量程；高倍率电池放电电流很大、放电持续时间很短，可能导致电量计还没来得及更新就放电结束了；大容量和高倍率电池有时为了延长寿命而降电压充电，可能会导致 Golden Learning 不成功。为了解决这些应用问题，本文对电量计参数和 golden learning 流程进行优化，使得电量计在大容量和高倍率电池能正常工作。

Contents

| | |
|------------------------------------|---|
| 1. 大容量和高倍率电池应用特点及其给应用带来的问题..... | 2 |
| 2. 容量及电流参数比例缩小法..... | 2 |
| 2.1. 电流采样硬件电路考虑 | 2 |
| 2.2. 容量及电流参数按比例缩小 | 3 |
| 2.3. 电流校准按比例缩小..... | 6 |
| 3. 高倍率电池仿真参数调整 | 6 |
| 4. 降压应用 Golden Learning 注意事项 | 7 |
| 5. 总结 | 8 |
| 参考文献..... | 8 |

Figures

| | |
|--|---|
| Figure 1. BQ40Z50-R2 SRP, SRN Recommended Operating Conditions | 3 |
| Figure 2. BQ40Z50-R2 Current ADC Input Voltage Range..... | 3 |
| Figure 3. BQ34Z100-G1 Current ADC Input Voltage Range..... | 3 |
| Figure 4. 把实际电流按比例缩小作为校准参考电流 | 6 |
| Figure 5. 降压应用 Golden Learning 流程调整 | 8 |

Tables

| | |
|-------------------------------------|---|
| Table 1. BQ40Z50-R2 容量及电流配置参数..... | 4 |
| Table 2. BQ34Z100-G1 容量及电流配置参数..... | 5 |

1. 大容量和高倍率电池应用特点和挑战

锂电池在大容量和高倍率的应用越来越多，比如电动车(电动自行车、电动摩托等)电池、无人机电池、机器人电池、服务器电池备电模块 BBU 等等。为了对电池电量准确计量，提升用户体验，往往需要用电量计对这些大容量和高倍率电池进行计量。大容量和高倍率电池应用场景有如下特点，也对电量计应用带来新挑战。

大容量电池的容量很大，以致于可能超出电量计容量量程。比如市面上某知名电动车电池容量 35Ah，其电池包里用了 BQ34Z100-G1 电量计。与大多数电量计一样，BQ34Z100-G1 本身支持最大容量 29Ah，因此电量计无法直接输入或显示 35Ah 容量。

大电流电池的电流很大，以致于可能超出电量计电流量程。大容量电池一般电流比较大，比如前面的电动车最大放电电流超过 BQ34Z100-G1 的电流量程 $\pm 32767\text{mA}$ ，无法直接显示。此外，小容量高倍率电池其放电电流也很大，比如无人机或服务器 BBU 都是小容量高倍率应用。比如市面上某知名服务器 BBU 电池容量只有 6Ah，但最大放电电流达到 48A，它的电池结构是 4S3P，使用了 BQ40Z50-R2 电量计，显然 48A 已经超出了 BQ40Z50-R2 的电流量程 $\pm 32767\text{mA}$ 。

小容量高倍率电池的放电电流很大、放电持续时间很短，可能导致电量计还没来得及更新就放电结束了。比如前面提到的服务器 BBU 电池在支持服务器硬盘备份过程中从满充到放空只有 350s，而电量计 BQ40Z50-R2 默认在电池放电 500s 以后才开始更新阻抗。

电动车(电动自行车、电动摩托等)大容量电池、服务器 BBU 高倍率电池等为了延长寿命而降电压充电，比如某电动车电池单节 4.2V 只充到 4.1V，某服务器 BBU 电池单节 4.2V 只充到 4V。如果按这种降压充电方法有可能会导致 Golden Learning 不成功。

为了解决这些应用问题，下面对电量计参数和 Golden Learning 流程进行优化，使得电量计在大容量和高倍率电池能正常工作。

2. 容量及电流参数比例缩小法

针对大容量和高倍率电池应用的容量、电流可能会超出电量计的容量、电流量程的问题，我们需要把所有容量及电流相关的参数都按比例缩小。

2.1. 电流采样硬件电路考虑

电量计电流采样的原理是，电流流经采样电阻产生压差，电量计的 SRP 和 SRN 引脚分别接到采样电阻两端，电量计的 ADC 采到过 SRP 和 SRN 电压除以采样电阻阻值即可计算电流。对于大电流的应用，要先考虑电流采样硬件电路，选择合适阻值的采样电阻，确保电流流过采样电阻产生的压降在 SRP 和 SRN 安全电压范围内、在最佳采样精度范围内。

首先，考虑电池短路时电量计 SRP 和 SRN 引脚电压不能超过 Absolute Maximum Ratings，建议在 Recommended Operating Conditions 范围。从电量计规格书可查到，比如 BQ40Z50-R2 SRP, SRN Input voltage range Absolute Maximum Ratings 是 $-0.3\text{V} \sim +0.3\text{V}$ 。建议在 Recommended Operating Conditions 范围 $-0.2\text{V} \sim +0.2\text{V}$ 内。

bq40z50-R2

SLUSCS4 – JUNE 2017

www.ti.com
7.3 Recommended Operating Conditions

 Typical values stated where $T_A = 25^\circ\text{C}$ and $V_{CC} = 14.4\text{ V}$, Min/Max values stated where $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C and $V_{CC} = 2.2\text{ V}$ to 26 V (unless otherwise noted)

| | | | MIN | NOM | MAX | UNIT |
|-----------------|-----------------------------|--|------|------|-----------|------|
| V_{CC} | Supply voltage | BAT, VCC, PBI | 2.2 | | 26 | V |
| $V_{SHUTDOWN-}$ | Shutdown voltage | $V_{PACK} < V_{SHUTDOWN-}$ | 1.8 | 2.0 | 2.2 | V |
| $V_{SHUTDOWN+}$ | Start-up voltage | $V_{PACK} > V_{SHUTDOWN-} + V_{HYS}$ | 2.05 | 2.25 | 2.45 | V |
| V_{HYS} | Shutdown voltage hysteresis | $V_{SHUTDOWN+} - V_{SHUTDOWN-}$ | | 250 | | mV |
| V_{IN} | Input voltage range | PACK, SMBC, SMBD, PRES, BTP_IN, DISP | | | 26 | V |
| | | TS1, TS2, TS3, TS4 | | | V_{REG} | |
| | | PTC, PTCEN, LEDCNTLA, LEDCNTLB, LEDCNTLC | | | V_{BAT} | |
| | | SRP, SRN | -0.2 | | 0.2 | |

Figure 1. BQ40Z50-R2 SRP, SRN Recommended Operating Conditions

其次，考虑电流正常使用的电流流过采样电阻的压降不能超过 ADC 最大输入范围，比如 BQ40Z50-R2 的 $-0.1\text{V} \sim +0.1\text{V}$ 。其规格书截图如下：

7.14 Coulomb Counter

 Typical values stated where $T_A = 25^\circ\text{C}$ and $V_{CC} = 14.4\text{ V}$, Min/Max values stated where $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C and $V_{CC} = 2.2\text{ V}$ to 26 V (unless otherwise noted)

| PARAMETER | TEST CONDITIONS | MIN | TYP | MAX | UNIT |
|---------------------|-----------------|------|-----|-----|------|
| Input voltage range | | -0.1 | | 0.1 | V |

Figure 2. BQ40Z50-R2 Current ADC Input Voltage Range

BQ34Z100-G1 的电流 ADC 输入范围是 $-0.125\text{V} \sim +0.125\text{V}$ 。其规格书截图如下：

6.10 Electrical Characteristics: Integrating ADC (Coulomb Counter) Characteristics
 $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C , $2.4\text{ V} < \text{REG25} < 2.6\text{ V}$; Typical Values at $T_A = 25^\circ\text{C}$ and $\text{REG25} = 2.5\text{ V}$ (unless otherwise noted)

| PARAMETER | TEST CONDITIONS | MIN | TYP | MAX | UNIT | |
|------------|--|------------------------------------|-----|--------|-------|---|
| $V_{(SR)}$ | Input voltage range, $V_{(SRN)}$ and $V_{(SRP)}$ | $V_{(SR)} = V_{(SRN)} - V_{(SRP)}$ | | -0.125 | 0.125 | V |

Figure 3. BQ34Z100-G1 Current ADC Input Voltage Range

对于集成保护的电量计 [BQ40Z50-R2](#)，放电电流从小到大依次触发 OCD1 (Over Current in Discharge), OCD2, AOLD (Over Load in Discharge), SCD (Short Circuit in Discharge) 四档保护。OCD1, OCD2 都是经过 ADC 采样转换为数字信号来比较的，因此要确保 OCD1, OCD2 的设定值在 32A 以内，同时 OCD1, OCD2 电流流过采样电阻的压降在 ADC 最大输入范围 $-0.1\text{V} \sim +0.1\text{V}$ 以内。所以对于 OCD1/2 超过 100A 的大电流的应用场景，则其采样电阻要选择低于 $1\text{m}\Omega$ 。

而 AOLD, SCD 是用硬件比较器来判断，不需要通过 ADC 采样，通过比较采样电阻两端电压阈值即可。因此 AOLD, SCD 的电流阈值可以超过 32A，但要确保 AOLD, SCD 电流流过采样电阻的压降在 SRP, SRN 的 Recommended Operating Conditions 范围 $-0.2\text{V} \sim +0.2\text{V}$ 以内。

2.2. 容量及电流参数按比例缩小

所有容量、电流、功率和能量相关的配置参数都按比例缩小。比如电池容量 Design Capacity = 35Ah，为了缩小到 29A 范围内，缩小比例为 $35 / 29 = 1.2$ 倍，为方便计算，进一步取整，即 2 倍，所以在电量计

Data Memory 里所有 mA 或 mAh 或 cWh 或 cW 为单位的属于配置的参数就按比例 2 : 1 缩小, 即 Design Capacity = 35000mAh / 2=17500mAh。

以 [BQ40Z50-R2](#) 为例, 以下参数要按比例缩小。

Table 1. BQ40Z50-R2 容量及电流配置参数

| <i>Class name</i> | <i>Subclass name</i> | <i>Parameter name</i> | <i>Display Units</i> |
|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------|
| Calibration | Current Deadband | Deadband | mA |
| Advanced Charge Algorithm | Low Temp Charging | Current Low | mA |
| Advanced Charge Algorithm | Low Temp Charging | Current Med | mA |
| Advanced Charge Algorithm | Low Temp Charging | Current High | mA |
| Advanced Charge Algorithm | Standard Temp Low Charging | Current Low | mA |
| Advanced Charge Algorithm | Standard Temp Low Charging | Current Med | mA |
| Advanced Charge Algorithm | Standard Temp Low Charging | Current High | mA |
| Advanced Charge Algorithm | Standard Temp High Charging | Current Low | mA |
| Advanced Charge Algorithm | Standard Temp High Charging | Current Med | mA |
| Advanced Charge Algorithm | Standard Temp High Charging | Current High | mA |
| Advanced Charge Algorithm | High Temp Charging | Current Low | mA |
| Advanced Charge Algorithm | High Temp Charging | Current Med | mA |
| Advanced Charge Algorithm | High Temp Charging | Current High | mA |
| Advanced Charge Algorithm | Rec Temp Charging | Current Low | mA |
| Advanced Charge Algorithm | Rec Temp Charging | Current Med | mA |
| Advanced Charge Algorithm | Rec Temp Charging | Current High | mA |
| Advanced Charge Algorithm | Pre-Charging | Current | mA |
| Advanced Charge Algorithm | Maintenance Charging | Current | mA |
| Advanced Charge Algorithm | Termination Config | Charge Term Taper Current | mA |
| Advanced Charge Algorithm | Charge Loss Compensation | CCC Current Threshold | mA |
| Power | Shutdown | PS NoLoadResCap Threshold | mAh |
| Power | Sleep | Sleep Current | mA |
| SBS Configuration | Data | Remaining AH Cap. Alarm | mAh |
| SBS Configuration | Data | Remaining WH Cap. Alarm | cWh |
| Protections | OCC1 | Threshold | mA |
| Protections | OCC2 | Threshold | mA |
| Protections | OCC | Recovery Threshold | mA |
| Protections | OCD1 | Threshold | mA |
| Protections | OCD2 | Threshold | mA |
| Protections | OCD | Recovery Threshold | mA |
| Protections | PTO | Charge Threshold | mA |
| Protections | PTO | Suspend Threshold | mA |
| Protections | PTO | Reset | mAh |
| Protections | CTO | Charge Threshold | mA |
| Protections | CTO | Suspend Threshold | mA |
| Protections | CTO | Reset | mAh |
| Protections | OC | Threshold | mAh |
| Protections | OC | Recovery | mAh |
| Protections | CHGC | Threshold | mA |
| Protections | CHGC | Recovery Threshold | mA |
| Protections | PCHGC | Threshold | mA |
| Protections | PCHGC | Recovery Threshold | mA |
| Permanent Fail | SOCC | Threshold | mA |
| Permanent Fail | SOCD | Threshold | mA |

| | | | |
|----------------|--------------------|-----------------------|-----|
| Permanent Fail | VIMR | Check Current | mA |
| Permanent Fail | VIMA | Check Current | mA |
| Permanent Fail | CD | Threshold | mAh |
| Permanent Fail | CFET | OFF Threshold | mA |
| Permanent Fail | DFET | OFF Threshold | mA |
| Permanent Fail | FUSE | Threshold | mA |
| Gas Gauging | Current Thresholds | Dsg Current Threshold | mA |
| Gas Gauging | Current Thresholds | Chg Current Threshold | mA |
| Gas Gauging | Current Thresholds | Quit Current | mA |
| Gas Gauging | Design | Design Capacity mAh | mAh |
| Gas Gauging | Design | Design Capacity cWh | cWh |
| Gas Gauging | State | Qmax Cell 1 | mAh |
| Gas Gauging | State | Qmax Cell 2 | mAh |
| Gas Gauging | State | Qmax Cell 3 | mAh |
| Gas Gauging | State | Qmax Cell 4 | mAh |
| Gas Gauging | State | Qmax Pack | mAh |
| Gas Gauging | State | Current at EoC | mA |
| Gas Gauging | State | Avg I Last Run | mA |
| Gas Gauging | State | Avg P Last Run | cW |
| Gas Gauging | State | Max Avg I Last Run | mA |
| Gas Gauging | State | Max Avg P Last Run | cW |
| Gas Gauging | Turbo Cfg | Min Turbo Power | cW |
| Gas Gauging | IT Cfg | User Rate-mA | mA |
| Gas Gauging | IT Cfg | User Rate-cW | cW |
| Gas Gauging | IT Cfg | Reserve Cap-mAh | mAh |
| Gas Gauging | IT Cfg | Reserve Cap-cWh | cWh |

以 BQ34Z100-G1 为例，以下参数要按比例缩小。

Table 2. BQ34Z100-G1 容量及电流配置参数

| <i>Class name</i> | <i>Subclass name</i> | <i>Parameter name</i> | <i>Display Units</i> |
|-------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| Configuration | Charge Termination | Taper Current | mAmp |
| Configuration | Charge Termination | Min Taper Capacity | mAmpHr |
| Configuration | Charge Termination | NiMH Hold Off Current | mAmp |
| Configuration | Data | CC Threshold | mAmpHr |
| Configuration | Data | Design Capacity | MilliAmpHour |
| Configuration | Data | Design Energy | MilliWattHour |
| Configuration | Data | SOH Load I | MilliAmp |
| Configuration | Discharge | SOC1 Set Threshold | mAh |
| Configuration | Discharge | SOC1 Clear Threshold | mAh |
| Configuration | Discharge | SOCF Set Threshold | mAh |
| Configuration | Discharge | SOCF Clear Threshold | mAh |
| Configuration | Power | Sleep Current | mAmp |
| Gas Gauging | IT Cfg | Res Current | mAmp |
| Gas Gauging | IT Cfg | User Rate-mA | MilliAmp |
| Gas Gauging | IT Cfg | User Rate-Pwr | mW/cW |
| Gas Gauging | IT Cfg | Reserve Cap-mAh | MilliAmpHour |
| Gas Gauging | IT Cfg | Reserve Energy | mWh/cWh |
| Gas Gauging | IT Cfg | Qmax Max Delta % | mAmpHour |
| Gas Gauging | Current Thresholds | Dsg Current Threshold | mAmp |
| Gas Gauging | Current Thresholds | Chg Current Threshold | mAmp |

| | | | |
|-------------|--------------------|----------------|---------------|
| Gas Gauging | Current Thresholds | Quit Current | mAmp |
| Gas Gauging | State | Qmax Cell 0 | mAmpHr |
| Gas Gauging | State | Avg I Last Run | mAmp |
| Gas Gauging | State | Avg P Last Run | MilliWattHour |
| Calibration | Current | Deadband | mAmp |

2.3. 电流校准按比例缩小

所有容量、电流、功率和能量相关的配置参数都按比例缩小后，还需要在校准电流的时候把实际电流按比例缩小作为校准参考电流。比如前面配置参数缩小比例为 2，那么在校准电流时实际放电电流 4A，就要按 2A 作为校准参考电流，这样的话电量计显示的电流是实际电流的一半，所有电量计上报的所有容量、电流、功率和能量都是实际值的一半。

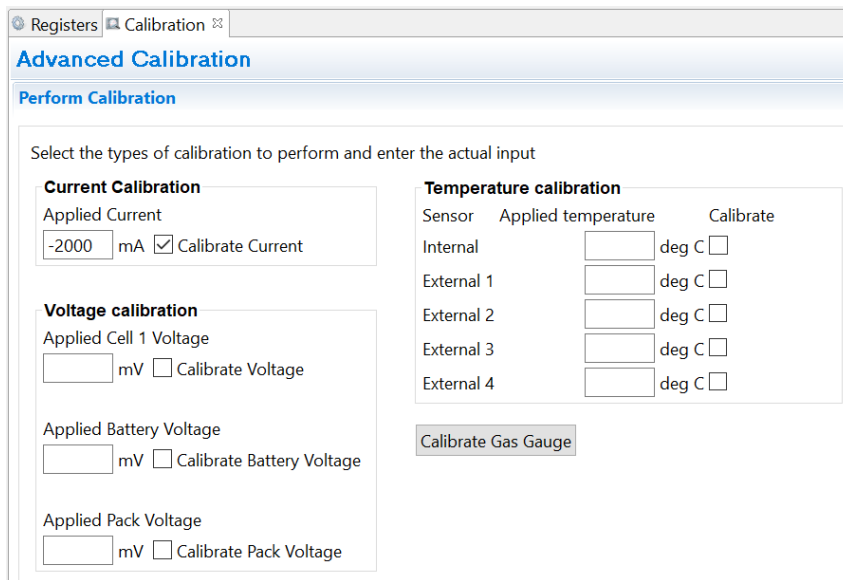


Figure 4. 把实际电流按比例缩小作为校准参考电流

3. 高倍率电池仿真参数优化

小容量高倍率电池的放电电流很大、放电持续时间很短，可能导致电量计还没来得及更新就放电结束了。比如前面提到的服务器 BBU 电池在支持服务器硬盘备份过程中从满充到放空只有 350s，而电量计 BQ40Z50-R2 默认在电池放电 500s 以后才开始更新阻抗。

以 BQ40Z50-R2 和 BQ34Z100-G1 为例，下面列举高倍率电池需要特别注意调整的部分阻抗跟踪 (Impedance Track™) 电量计仿真参数。

Prime Relax Time*

电量计在开始放电后等待 Prime Relax Time 时间才开始计算阻抗。默认 500s，目的是等待直流阻抗稳定，避免瞬态负载影响直流阻抗计算。对于高倍率电池放电时间很短，弛豫时间很短，Prime Relax Time 要缩小，比如有一个无人机高倍率电池案例 Prime Relax Time 设小至 15。

Sec. Relax Time*

电量计在开始放电后等待 Prime Relax Time 时间后每次花 Sec. Relax Time 时间来采集数据计算阻抗。默认 30s。对于高倍率电池，Sec. Relax Time 也要缩小。比如前面 Prime Relax Time 设小至 15 的无人机电高倍率电池案例 Sec. Relax Time 设小至 5s，使得每个格点 Grid 之间采集更多数据（至少 2 点）来更新阻抗。

Resistance Parameter Filter

Resistance Parameter Filter 是阻抗更新的一个滤波时间常数。默认 41s 滤波时间常数，对应 DF 的值 Resistance Parameter Filter = 65142。转换关系式： $\text{Filter time constant} = [0.25 / (1 - (\text{DF_Value} / 65536))] - 0.25$ 。对于高倍率电池放电时间很短电压下降很快，Resistance Parameter Filter 要调小，比如前面 Sec. Relax Time 改为 5s 后这个 Resistance Parameter Filter 相应改为 62339，即 5s 滤波时间常数。

Res Relax Time*

Res Relax Time 是电池瞬态响应的时间常数，表示从静置开始放电（高频阻抗）到电流稳定（直流阻抗）所需的时间。默认 50s。Res Relax Time 越大则用于仿真的阻抗越小，仿真的容量就会越多。对于高倍率电池，Res Relax Time 可设得更小，比如与前面 Prime Relax Time 一样设 15s。

Dis Relax Time Min*

Dis Relax Time Min 是 Res Relax Time 的下限，Res Relax Time 改为 15s 后 Dis Relax Time Min 也要适当改小比如 10s。

OCV Wait Time*

进入静置模式 Relax Mode 后经过 OCV Wait Time 时间开始读 OCV。默认 600s，对于高倍率电池弛豫时间短则 OCV Wait Time 可缩小，比如 60s。

以上带*号参数为隐藏参数，如果需要修改这些设置，请联系当地 TI 技术支持，或在 TI E2E 论坛上与 TI 工程师取得联系。

此外，对于 BQ34Z100-G1，DF 配置里 Pack Configuration B 的[FConvEn]和[DoDWT]都建议关掉（设为 0）。

4. 降压应用 Golden Learning 注意事项

有些大容量和高倍率的应用比如电动车(电动自行车、电动摩托等)电池、服务器 BBU 电池等为了延长寿命会降电压充电，比如某电动车电池单节 4.2V 只充到 4.1V，某服务器 BBU 电池单节 4.2V 只充到 4V。如果按这种充电方法有可能会导导致 Golden Learning 不成功。

我们需要对 Golden Learning 充电截止和放电截止的条件做一些调整。如图 5 所示，以前面的 BBU 电池为例，在第一次充电时按电池最高充电电压（比如 4.2V），截止电流设到 1/20C，目的是充进去尽可能多的容量；第一次放电截止电压设到电池的 cut off 电压 2.9V。当 Qmax 和 Ra table 都更新成功后，再按系统要求的充电截止和放电截止条件做一个充放电循环，比如按充电电压 4V、系统指定的截止电流来充电，放电截止电压设到系统关机电压，目的是使得 FCC 更新为降压使用的容量。其他步骤及注意事项与《电量计 Golden Learning 方法及易错分析》保持一致。

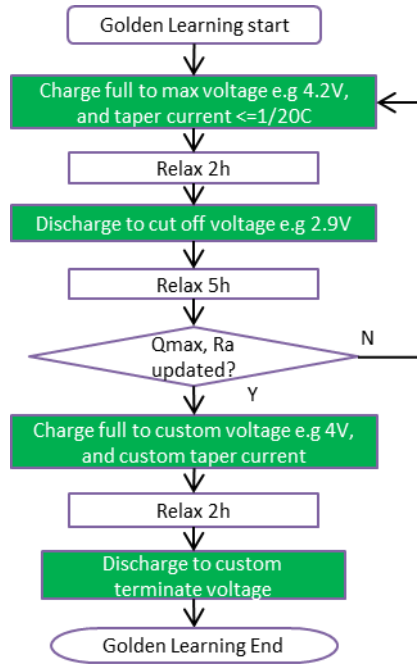


Figure 5. 降压应用 Golden Learning 流程调整

还要注意，降压使用后可用容量也变小了，为了使 SOH 显示合理水平（比如出厂显示 100%），因此要根据实际可用容量来填写 Design Capacity。比如有一个服务器 BBU 电池按照电芯规格书说明充到 4.2V 时标称容量为 3000mAh，但只充到 4.0V 时只有 2150mAh，所以在电量计的参数 Design Capacity 要填 2150mAh。如果填 3000mAh 的话则 SOH 出厂时达不到 100%。而且要注意，如果新的 Design Capacity 比原 Design Capacity 降额很多，则请与 TI 技术支持或 E2D 技术论坛联系修改 Qmax Upper Bound（默认值 130%，表示 Qmax 更新上限是 Design Capacity 的 130% 倍），以免影响 Qmax 更新。这个 Design Capacity “降额很多” 没有明确的指标，一般经验标准是，用降额差值除以新 Design Capacity，比例超过 30% 则要调大 Qmax Upper Bound。比如， $(3000-2150) / 2150 = 40\% > 30\%$ ，则需要把 Qmax Upper Bound 调到 230%。

5. 总结

TI BQ40Z50-R2 和 BQ34Z100-G1 等电量计在电动车 (电动自行车、电动摩托等) 电池、无人机电池、机器人电池、服务器电池备电模块 BBU 等大容量和高倍率的应用越来越多。本文分析讨论大容量和高倍率电池应用特点以及对电量计的新挑战，针对电池容量、电流超出电量计的容量、电流量程的问题，高倍率放电持续时间很短导致电量计 Ra table 不更新的问题，降压使用导致 Golden Learning 不成功的问题，提供了容量及电流参数比例缩小方法、仿真参数优化方法、Golden Learning 流程优化等解决方案，使得电量计在大容量和高倍率电池正常工作，提升用户体验。

参考文献

1. *Theory and Implementation of Impedance Track™ Battery Fuel-Gauging Algorithm in bq20zxx Product Family:* <http://www.ti.com/lit/an/slua364b/slua364b.pdf>
2. BQ40Z50-R2 Technical Reference Manual, <http://www.ti.com/lit/pdf/slubk0>
3. BQ34Z100-G1 datasheet, <https://www.ti.com/lit/gpn/BQ34Z100-G1>
4. BQ34z100-G1 High Cell Count and High Capacity application, <https://www.ti.com/lit/an/slua760/slua760.pdf>

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