

*User's Guide***黄金 GG 生成器和电阻温度补偿优化器**

Yevgen Barsukov

摘要

本用户指南是 GPC Golden GG Maker 工具的简单指南。此文档包括工具概要、要求、如何提交数据以及相应示例。本指南还将说明如何获取所需日志文件和 GG 文件。

内容

1 商标	1
2 工具摘要	2
3 所需数据	3
3.1 配置文件 (各 1 个)	3
3.2 数据日志文件	3
3.3 电量计配置 (GG) 文件	5
3.4 示例	6
4 数据提交	7
4.1 示例报告	8
5 修订历史记录	8

1 商标

Microsoft® and Excel® are registered trademarks of Microsoft Corporation.

所有商标均为其各自所有者的财产。

2 工具摘要

Gauging Parameter Calculator (GPC) Resistance Temperature Compensation 和 Golden GG Maker 工具可帮助电池设计人员优化 Impedance Track 电池电量计在低温下的测量精度。

之所以需要优化电阻温度补偿，是因为在两种情况下电池内部的温度分布存在差异：一是稳态、恒温的实验室测试（用于获取默认补偿参数），二是在实际系统中电池放电导致发热（此时电池的加热和冷却不均匀）。这导致电池阻抗与温度传感器读数之间的关系略有不同，本工具可用于对此进行补偿。

本工具可以针对使用双指数温度补偿 (Rb) 的电量计进行电阻温度补偿参数优化。如果您不确定您的电量计是否支持双指数 Rb，可以将从固件导出的 GG 文件与此数据包一同提交给工具，如果不支持，工具将给出错误提示。

虽然电量计可以通过执行传统的优化周期自动学习 Ra 和 Qmax 参数，但本工具还能获取在某些 Impedance Track 电量计（单节电池电量计）中不会更新的热模型参数，这有助于提高大倍率放电测试的精度。

此外，本工具还提供 Ra0_charge 值（有助于在充电期间更准确地达到 100% SOC）。

如果观察到学习 Qmax 和 Ra 时存在问题，或者希望在不使用实际 EVM 的情况下，仅通过 Arbin 或 Maccor 测试仪对裸电池进行测试来获取所有 Golden GG 参数，此工具也可以利用优化周期生成的日志文件来完成。

本工具需要两个日志文件，分别记录了在类似于实际器件（或最好是在实际器件内部）的负载和热交换条件下执行的充电/弛豫/放电/弛豫测试。日志文件在室温和低温初始条件下记录。

这些可通过 Maccor 或 Arbin 电池测试仪等各种测试设备生成，或通过 USB 连接评估板，使用 TI EV 软件 (EVSW) 或 Battery Management Studio (bqStudio) 软件的记录功能生成。

此工具还需要一个电量计参数文件，该文件应在选定化学 ID 数据编程后，使用 EVSW 或 bqStudio 从您的电量计 EVM 或设备 PCB 导出。此文件将用于检测影响参数的当前固件属性，并在 Ra 表、Qmax 和热参数填入新值后返回。

本指南将说明如何获取所需的日志文件和 GG 文件。

3 所需数据

GPC 工具要求输入单个.zip 文件，其中包含一个配置文件、分别对应室温和低温的两个数据文件以及一个配置参数文件 (gg 文件)。zip 文件的名称并不重要。.zip 文件应包含以下文件：

- config.txt
- roomtemp.csv
- lowtemp.csv
- gg.csv

3.1 配置文件 (各 1 个)

配置文件是一个名为 config.txt 的文本文件，其内容为包含以下信息的 ASCII 文本字典：

- ProcessingType = 4 <确定所使用的工具类型。对于 Resistance Temperature Compensation Optimizer 和 Golden GG Maker 工具，此值应为 4>
- ChemID = <为您的电池选择或发布的化学 ID。可以使用 GPC 化学 ID 选择工具进行选择>
- NumCellSeries = <日志中报告的电压数据所对应的串联电芯数量。请注意，即使您的电池组有 3 节串联电芯，但如果日志文件记录的是建议的单芯电压，此值应为 1>
- VoltageColumn = <数据日志中电压数据所在的列号 (从 0 开始计数) >
- CurrentColumn = <数据日志中电流数据所在的列号 (从 0 开始计数) >
- TemperatureColumn = <数据日志中温度数据所在的列号 (从 0 开始计数) >
- ElapsedTimeColumn = <数据日志中已用时间数据所在的列号 (从 0 开始计数) >

典型设置为：

```
ProcessingType=4
ChemID=3514
NumCellSeries=1
ElapsedTimeColumn=0
VoltageColumn=6
CurrentColumn=4
TemperatureColumn=1
```

3.2 数据日志文件

3.2.1 测试设置

本工具可以计算 RbL 和热模型参数。为获得最优结果，建议采用两种独立的测试配置。虽然也可以只使用一种配置，但这将无法同时为 RbL 和热模型参数取得最优结果。

为方便起见，可以使用 TI 工具链 (电量计 EVM + EV2400 或 EV2500 + PC 上的 bqStudio) 配合电池来收集本工具的日志文件。bqStudio 能够记录电量计的所有寄存器，包括电流、电压和温度，并且其生成的日志文件与本工具兼容。

不强制要求使用 TI 工具链，而是可以使用任何能够生成所需日志文件的实验室设置。

3.2.2

要执行低温测试，必须将器件或内置 EVM 和电池的温控箱置于热处理室内，并将其温度设置为 0°C 或您想要优化的其他低温值。不建议使用裸电池或开放式 EVM-电池组合，因为热处理室风扇会直接对其吹风，将导致与实际器件大不相同的热环境。电池的自发热将大大减少，从而导致运行时间缩短 (阻抗随温度降低而增加) 以及获取的电量计参数精度下降。

如果器件不可用，则可以使用 Arbin 或 Maccor 等外部电池测试设备执行放电和充电，甚至可以使用电子实验室中常见的稳流/稳压电源和电子负载。如果使用电池测试设备，数据记录将由设备本身提供。如果使用电源/电子负载，则需通过连接 EV2400 的电量计 EVM，并使用 bqStudio 进行记录。

热敏电阻的放置位置对于计算电池电阻温度补偿参数、 R_a 表和热参数都至关重要。如果您使用 EVM 进行记录，则可以将连接到 EVM 的热敏电阻拆焊下来，焊接更长的导线，以便将热敏电阻直接放置在电池表面并用胶带紧密固定。还建议将热敏电阻置于电池“底部”，不要直接暴露在空气或可能的风扇气流中，否则其测量的将更多是空气温度而非电池温度。如果使用来自 Maccor 或 Arbin 的热电偶，也应将其直接附着在电池表面。将电池置于温控箱中（并将热敏电阻也放在箱内）也有助于读取电池的实际温度。

3.2.3 测试程序

针对 25°C 和目标低温条件，所需的测试包括以下步骤：

1. 充电在室温下进行。可选：如果电池之前处于其他温度，则在测试之前让其在室温下静置两小时。
2. 使用 CC/CV 充电通过收尾电流（与实际充电器一致，例如 C/20）充电至满电。使用标称 CC 充电率和 CV 电压。如果电池制造商指定了另一种充电方法，可以使用该方法。如果在器件中进行充电，则使用器件充电器是最佳选择。
3. 让电池静置两小时，以达到完全平衡开路电压 (OCV)。如果处于器件中，则在此期间关断器件以避免低电流放电。
4. 设置放电测试温度（首先在 25°C 下进行，然后在 0°C 或您选择的其他低温下进行）。
5. 等待 1 小时，直到电池组达到热平衡，然后电芯温度将停止变化。如果温度未稳定（可能发生在较大的系统中），请延长等待时间。
6. 以系统典型的高速率对电池进行放电，直到达到最小电压（由电池制造商规定）。如果在器件中进行放电，则可以接受放电至器件最小电压。这可以是恒流或恒定功率负载。
 - a. 为了获得最佳 R_{bL} 值，请遵循以下做法：根据温度，按照以下速率对电池进行放电，直到达到最小电压（由电池制造商规定）：
 - $T \geq 0^{\circ}\text{C}$ 时 : C/5
 - $T < 0^{\circ}\text{C}$ 且 $\geq -10^{\circ}\text{C}$ 时 : C/7
 - $T < -10^{\circ}\text{C}$ 且 $\geq -20^{\circ}\text{C}$ 时 : C/10
 - $T < -20^{\circ}\text{C}$ 时 : C/15

- b. 为了获得最佳热模型参数，请遵循以下做法：以器件典型的高速率对电池进行放电，直到达到器件的最低电压。目标是电池像在器件中一样升温。
- c. 如果要在一个测试设置中组合 R_{bL} 和热模型参数计算：使用热模型参数的测试设置（3.2.1 步骤 6.b），并以中等负载对电池进行放电，使其产生 5°C 至 10°C 的自发热。该速率需要高于 C/10 速率，温度不能超过 20°C 。

备注

要获得最佳的监测结果，请至少完成两项测试，分别遵循 6.a 和 6.b 中详述的说明。这将使电量计能够获得理想的 R_{bL} 和热模型参数。

如果完成了 6.a 和 6.b，则无需完成 6.c。仅当只能对 GPCRIB 输入完成一项测试时，才需使用 6.c。

-
7. 确认低温放电期间的温度未超过 20°C 。如果超过，请以较低的速率重新运行测试，以减少自发热。
 8. 让电池静置五小时以达到完全平衡 OCV。如果处于器件中，则在此期间关断器件以避免低电流放电。转到步骤 1，重复所有步骤（在步骤 4 中将温度设置为 0°C ）。

生成的室温日志如图 3-1 中的示例所示。低温日志应具有类似的曲线形状，但放电会在更低的温度下开始。：

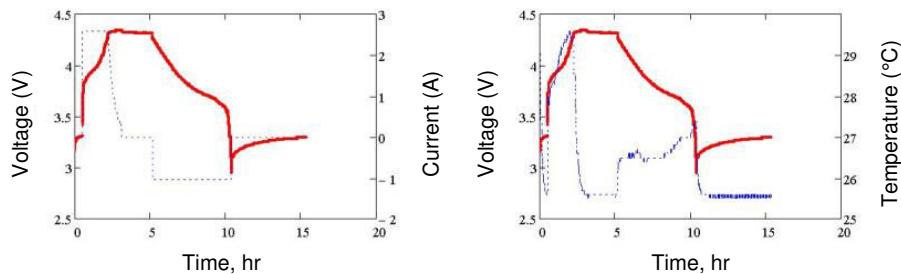


图 3-1. Golden GG 创建过程中所需室温测试的电压电流和温度曲线

数据记录应以逗号分隔 (CSV)、制表符分隔或空格分隔的格式将数据存储到包含以下列的文件中：

- 时间 (单位：经过的秒数)
- 电压 (单位：毫伏)
- 电流 (单位：毫安，放电电流为负值)
- 电池温度 (由连接到电池表面的热敏电阻测量，单位：摄氏度)。可接受一位小数。

如果原始数据格式不是支持的格式之一 (例如 Microsoft® Excel®)，则数据文件必须保存为.csv。提交前，应从文件中移除不属于数据列的任何文本，例如 bqStudio 或 EV 软件生成的日志文件标头以及空行。可以保留一行列名 (工具会自动跳过)，只要每列仅有一个列名即可。一种简单的记录方法是利用 TI 的 bqStudio 软件实用程序 GPC Packager 直接从 TI 电量监测计中读取数据。

可接受以安培为单位的电流值和以伏特为单位的电压值，工具将自动检测并使用正确的比例因子。

列的顺序可以是任意的，因为列的位置已在 config.txt 文件中定义。

但是，室温和低温日志中 t、V、I、T 数值所在的列位置必须保持一致。日志文件可以包含本工具不使用的其他数据列 (无需删除)，只要准备提交的 zip 文件大小不超过 2MB 即可。请注意，由于是压缩文件，有时您可以通过在归档器程序中使用不同的压缩设置来进一步减小文件体积。

采样间隔可设置为 5 到 100 秒。

计算 Ra0_charge 需要初始充电阶段的数据。放电前和放电后都需要有弛豫数据。

测量精度至关重要。特别是，电流测量精度应优于量程的 0.1%，室温下的电压测量精度应为 1 mV。建议使用 16 位 ADC。

在提交数据包之前，无论实际文本格式如何，室温数据日志都应重命名为 roomtemp.csv，低温数据日志应重命名为 lowtemp.csv。

3.3 电量计配置 (GG) 文件

GG 文件通常由 EV 软件 (*.gg) 或 bqStudio (*.gg.csv) 导出。您可以使用其中任意一种格式，具体取决于您所使用的电量计 IC：较旧的型号由 EV 软件支持，而较新的型号则由 bqStudio 支持。

要为工具创建 GG 文件，请执行以下步骤：

1. 对选定的化学 ID 编程
2. 导出 <name>.gg 文件或 <name>.gg.csv 文件
3. 无论原始格式如何，将该文件重命名为 gg.csv

当工具处理完成后，会生成一个 gg_out.csv 文件。此文件与原 GG 文件结构相同，但其中的 Ra、Qmax、Ra0_ch 和热参数将被替换为新计算出的值，并且相关的 Ra 标志位和更新状态将被设置，以表明已完成优化周期。

- 如果使用 6.a 和 6.b 测试程序，请对由 6.a 文件生成的 chemdat 文件进行编程，以更新 RbL 表，然后对 6.b 生成的 gg_out.csv 进行编程，以更新热模型和其他参数。
- 如果使用 6.c 测试程序，则对此测试生成的 chemdat 文件和 gg_out 文件进行编程。

3.4 示例

3.4.1 Config.txt 文件

ProcessingType=4

ChemID=3514

NumCellSeries=1

Elapsed Time Column=0

Voltage Column=6

Current Column=4

Temperature Column=1

3.4.2 数据日志摘录示例

在下面的摘录中，各列分别为：

elapsed time (sec), voltage (mV), current (mA), temperature (C)			
20.02833	2975.308	0	28.95893
30.04369	2974.984	0	28.88429
40.05915	2975.308	0	28.91459
50.09006	2974.984	0	28.73499
60.13664	2975.308	0	28.74904
70.20198	3008.069	99.9098	28.89834
80.20158	3023.314	99.9098	28.77718
90.23994	3300.643	1300.396	28.79125
100.2554	3360.975	1300.396	28.79125
110.2708	3404.115	1300.221	28.58133
120.2859	3439.146	1300.572	28.59754

4 数据提交

按照前文所述创建的 zip 文件需要通过以下 Web 界面提交至 GPC 工具：

<https://www.ti.com/powercalculator/docs/gpc/gpcUpload.tsp>

处理完成后，系统会将包含报告的电子邮件发送到您在登录时提供的电子邮件地址。

报告中包含优化后的 Qmax、Ra 表、Ra0_charge 和热参数值。

如果存在任何格式错误或其他错误，它们都会反映在报告中。

附件中将包含优化后的电阻温度补偿参数文件。如果使用 Battery Management Studio 生成 GG 文件，附件文件将命名为 chemdat12_<化学 ID>，如果使用 EV 软件生成 GG 文件，附件文件将命名为 <化学 ID>.chem。您应该使用与导出 GG 文件时相同的工具，通过点击“Chemistry”图标并选择“Update chemistry from external file”将参数编程到电量计中。这将确保正确的化学 ID 以及优化后的温度校正系数被应用。

此外，报告中还将附有原始的 GG 文件，其中已填入工具生成的新参数值，该附件文件名为 gg_out.csv。

在将此 GG 文件编程到电量计之前，请确保按照前文所述完成 chemdat12 或 *.chem 文件编程。GG 文件的实际格式将与原始文件保持一致，不一定为 csv 格式。在使用 EV 软件或 Battery Management Studio 将其编程到您的电量计之前，请使用原始命名约定将其重命名为 <name>.gg 或 <name>.gg.csv。编程完成后，电量计即可用于导出黄金映像，该映像可作为生产的一部分编程到其他 IC 中。

4.1 示例报告

```
Resistance temperature compensation optimizer, rev3.57
```

```
Optimized Impedance Track parameters:
```

```
Qmax,mAh : 5222
```

```
Ra table normalized to 25C, uncompressed, unscaled
```

```
DOD,% Ra,mohm
```

0	113
11.11	59
22.22	62
33.33	64
44.44	64
55.56	61
66.67	68
77.78	75
80.95	80
84.13	85
87.3	95
90.48	133
93.65	196
96.83	346
100	843

```
Ra0_ch, mohm : 113 This value is already included in Ra table
```

```
Thermal parameters:
```

```
Temp a 212
```

```
Temp k 0.5
```

```
Res Relax Time 178
```

```
Optimized resistance temperature compensation parameters saved in chemdat12
```

```
All GG values updated and saved in gg_out.csv
```

5 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 SEPTEMBER 30, 2015 to JANUARY 31, 2026 (from Revision * (September 2015) to Revision A (January 2026))

Page

- | | |
|------------|---|
| • 阐明了测试程序。 | 1 |
| • 更新了示例报告。 | 8 |

重要通知和免责声明

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出任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途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安全、安保法规或其他要求。

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 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#))、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 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。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2026 , 德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期 : 2025 年 10 月