



Evan Diego Gonzalez

摘要

本文论述了德州仪器 (TI) 的 BQ34z100 硬件和固件。该电量监测计在 TI 的电量监测产品系列中很独特，因为它是一款栈顶电量监测计。这意味着 BQ34z100 会测量整个电池组，并将其视为单节电芯。为了使 BQ34z100 能够监测多节电芯组成的电池组，各电芯需要由外部电池监测器 IC 进行均衡和保护。如果电芯不均衡，将会给 SOC 和 SOH 计算带来误差。本文主要介绍 BQ34z100-R2 的特性，除一小节讨论 BQ34z100-G1 的特性之外。

BQ34z100-G1 和 BQ34z100-R2 使用相同的硬件，并且任何 BQ34z100 固件版本均可烧录到任一器件上。参数以斜体显示。

内容

1 简介	3
2 基本参数	3
2.1 设计容量	3
2.2 设计电压	3
2.3 设计能量	3
2.4 负载模式	3
2.5 负载选择	3
2.6 电芯充电电压 TX-TY	3
2.7 串联电芯节数	4
2.8 闪存更新正常电芯电压	4
2.9 电芯终止电压	4
2.10 Taper Current	4
2.11 DSG 电流阈值	4
2.12 CHG 电流阈值	4
2.13 退出电流阈值	5
2.14 ChemID	5
3 学习周期	6
4 校准	6
4.1 电流校准	6
4.2 电压校准和分压器	6
4.3 CC 偏移例程	6
5 比例调节	7
6 其他关键参数和特性	7
6.1 OCV 等待时间	7
6.2 SOH 负载电流 I	7
6.3 分压器参数	7
6.4 RA 表限制器	8
6.5 T Rise 与 T Time 常数	8
6.6 自动校准	8
6.7 平滑处理	8
6.8 密封式 SREC	8
7 硬件	9
7.1 VEN 引脚	9
7.2 热敏电阻	9
7.3 检测电阻	9

7.4 分压器计算.....	9
7.5 LED.....	9
8 化学体系.....	10
8.1 LFP.....	10
8.2 镍氢/镍镉电池.....	10
9 调试.....	10
10 G1.....	11
11 参考设计.....	11
12 总结.....	11
13 参考资料.....	11

插图清单

图 2-1. 串联电池示例.....	4
--------------------	---

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 简介

传统上，多电芯电池电量监测计会监测电池组中的每节电芯，并为每节电芯分配引脚。随着电池组电压升高，电池组内串联的电芯数量也随之不断增加。因此，BQ34z100 采用了一种独特的电池组电量监测方法，即监测整个电池堆（电池组）的电压来计算荷电状态 (SOC)。本文介绍了如何配置 BQ34z100-R2。

2 基本参数

本节包含建议在 BQ34z100 上配置的基本参数及 BQ34z100 相关定义。本节不会讨论校准参数；这些参数将在[校准](#)部分讨论。

2.1 设计容量

设计容量 (Design Capacity) 是整个电池组的容量，以 mAh 为单位。可通过将单节电芯的容量乘以整个电池组中并联的电芯数量来计算该值。例如，对于一个 3s2p 电池组，单节电芯容量为 1,000mAh，该电池组的 **Design Capacity** 为 2,000mAh，假设 **Curr Scale** 为 1。

$$\text{Design Capacity} = [(\text{单节电芯容量}) \times (\text{并联电芯数})] / \text{Curr Scale}$$

2.2 设计电压

设计电压 (Design Voltage) 是电池组中单节电芯的电压，以 mV 为单位。例如，对于一个 3s2p 电池组，单节电芯电压为 1,000mV，该电池组的 **Design Capacity** 为 2,000mAh，假设 **Volt Scale** 为 1，则该电池组的 **Design Voltage** 为 1,000mV。

$$\text{Design Voltage} = (\text{单节电芯电压}) / \text{Volt Scale}$$

2.3 设计能量

设计能量 (Design Energy) 是单节电芯的能量，以 cWh 为单位。这可以通过将 **Design Capacity** 乘以 **Design Voltage** 计算得出。例如，对于一个 3s2p 电池组，单节电芯电压为 1,000mV，该电池组的 **Design Capacity** 为 2,000mAh，假设 **Energy Scale** 为 1，则该电池组的 **Design Energy** 为 2,000mWh。(200cWh)

$$\text{Design Energy} = [(\text{Design Capacity}) \times (\text{Design Voltage})] / \text{Energy Scale}$$

备注

对于 R2 固件，**Design Energy** 必须以 cWh 为单位输入；对于 G1 固件，则以 mWh 为单位输入。

2.4 负载模式

负载模式 (Load Mode) 告知电量监测计在 IT 仿真中使用恒流模型还是恒定功率模型。对于真正的恒功率负载，使用恒定功率模式；对于所有其他应用，使用恒流模式。

Load Mode = 0：使用恒流模型

Load Mode = 1：使用恒定功率模型

2.5 负载选择

负载选择 (Load Select) 告知电量监测计要使用 6 种电流模型中的哪一种。TRM 第 3.2.2.1 节介绍了 Load Mode、Load Select 以及不同的负载选择选项。有关更多信息，请参阅 [BQ34Z100-R2 技术参考手册 \(修订版 A\)](#)。

对于大多数应用，建议使用 **Load Select = 1**。对于铅酸电池和镍氢/镍镉电池，使用 **Load Select = 3**。对于脉冲负载应用，使用 **Load Select = 6** 并将 **User_Rate-mA/mW** 设置为最大峰值脉冲值。有关针对脉冲负载调优电量监测计的更多信息，请参阅[面向动态负载的阻抗跟踪电量监测计配置 \(EPOS\)](#)。

2.6 电芯充电电压 TX-TY

电芯充电电压 TX-TY 是被视为充满时的电池电压电平。此参数用于有效充电终止 (VCT)。使用的电压取决于 **Jeita TX** 定义的温度范围以及电量监测计报告的温度 (**Temperature()** 0x0C/0x0D)。有效充电终止条件可以在 [BQ34Z100-R2 技术参考手册 \(修订版 A\)](#) 第 3.7 节中找到

备注

这些值会根据 **Volt Scale** 参数自动进行比例调节。**ChargeVoltage () 0x30/0x31** 返回比例调节后的充电电压。

ChargeVoltage() = {Cell Charging Voltage TX-TY [Temperature()]} * 串联电芯节数 / Volt Scale

2.7 串联电芯节数

串联电芯节数是电池组中串联的电芯节数。对于 **2s1p** 电池组，该值为 2。

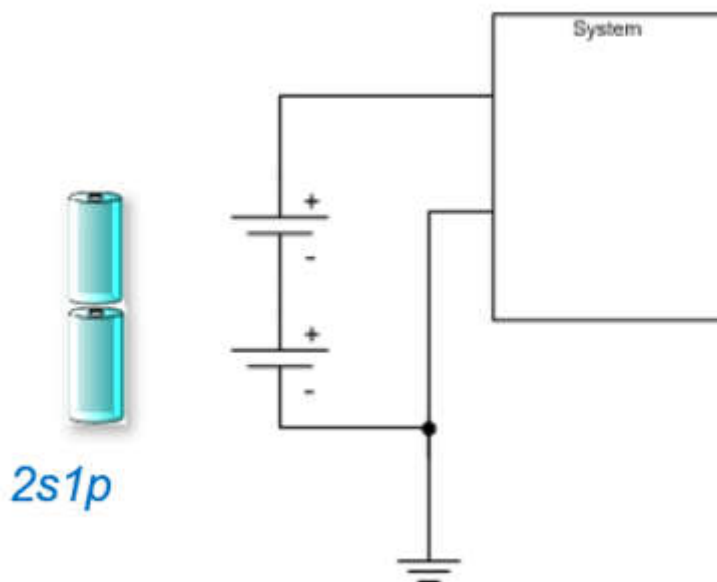


图 2-1. 串联电池示例

2.8 闪存更新正常电芯电压

电量监测计报告的电压 (**Voltage() 0x8/0x9**) 必须大于 **闪存更新正常电芯电压** (以 mV 为单位)，若低于该值，则写入数据闪存失败。该参数用于防止电量监测计电压降至闪存写入所需的 2.4V 阈值以下。

2.9 电芯终止电压

电芯终止电压必须配置为电池组中单节电芯在电量耗尽时的电压值。即 **SOC = 0%** 时的单节电芯电压。该值通常记录在电芯数据表中。例如，对于一个 **2s3p** 电池组，若电池组终止电压为 2,000mV，则 **电芯终止电压**为 1,000mV。

2.10 Taper Current

Taper Current 值是在充电 CV 阶段充电器关断的电流值。

2.11 DSG 电流阈值

DSG 电流阈值 (DSG Current Threshold) 是电量监测计进入放电模式的最小电流阈值。请输入正值。

2.12 CHG 电流阈值

CHG 电流阈值 (CHG Current Threshold) 是电量监测计进入充电模式的最小电流阈值。

2.13 退出电流阈值

退出电流阈值 (Quit Current Threshold) 是电量监测计认定电池处于弛豫状态的电流阈值。在进行 OCV 测量之前，电流必须低于该阈值。

备注

电量监测计必须按如下关系配置：DSG > Quit，Taper > CHG > Quit。

备注

电流阈值使用 `Current() 0x10/0x11` 命令读取，因此如果用户使用 **Curr Scale** 参数来调节电流，则这些阈值无需额外调节。如果用户使用检测电阻进行比例调节，则需相应调节这些阈值。有关更多信息，请参阅 [比例调节](#)。

2.14 ChemID

ChemID 包含电量监测计的 OCV 表和初始电阻表。这些表是 TI 位于达拉斯的实验室在电芯特性分析过程中创建的。请确保所使用的电芯与选定的 ChemID 高度匹配。TI 通常建议使用 DoD% 误差在 3% 或以下的 ChemID。可以使用 GPCchem 工具在数据库中识别最匹配的 ChemID。有关更多信息，请参阅 [GPCCHEM 应用软件与框架 | TI.com](#)。

3 学习周期

学习周期的目的是获取初始的 **Qmax** 值更新和 **Ra** 表更新。**Qmax** 是电芯理论上的最大化学容量。**Ra** 表是室温下的电阻表。有关 **Qmax** 值和 **Ra** 表的更多信息，请参阅 [《阻抗跟踪电池电量监测算法的理论实现》](#)。

备注

对于 BQ34z100，**Qmax Cell 0** 是唯一的 **Qmax** 值，该值是在电芯级别计算的。

BQ34Z100-R2 技术参考手册第 11 章介绍了如何完成学习周期。当获得有效 OCV 读数时，**Qmax** 值和 **Ra** 表都会更新。对于初始更新，DoD 中必须存在 90% 的差异。更大的电池组和磷酸铁锂 (LFP) 电芯需要更长的弛豫时间。一旦达到 1μV/s 的阈值，就会进行 OCV 测量。对于大电池组，这通常需要数小时才能达到。

热门的 [《实现成功学习周期》](#) 应用手册描述了所需参数的定义，并给出了完成学习周期的清晰步骤。但请注意，其推荐的弛豫时间对于使用该器件的应用而言通常太短。

4 校准

为使 BQ34z100 能够准确估算 SOC，电量监测计需要精确的电压、温度和电流读数。应使用电源而非电池电芯进行校准。在应用电压比例因子之前，请先校准电压。

4.1 电流校准

该[视频](#)介绍了如何使用 BQstudio 来校准电流。

4.2 电压校准和分压器

为电量监测计获取正确的电压读数对于计算 SOC 至关重要。要使用外部分压器在电量监测计上获得正确的电压读数，请执行以下操作：(PackConfiguration[VoltSel =1]) 将串联电芯节数配置为 1。然后配置 Voltage Divider 参数，使得 XXXX:1,000mV 比值与电路板上的实际分压比相匹配。例如，如果使用 1M 作为分压器的上臂电阻，17.4K 作为下臂电阻，则计算如下：

$$V_{out} = V_s \times R_2 / (R_1 + R_2)$$

$$1V = V_s \times 17.4K / (1M + 17.4K)$$

$$V_s = 58.471V$$

因此，分压比为 58.471V: 1V。

输入 58,471mV 作为 Voltage Divider 参数。

然后施加电压，并使用 BQstudio 校准电压读数。这个[视频](#)介绍了该过程。此时电量监测计应读取到正确的电压。接着将串联电芯节数更新为正确数值，并将 Voltage Divider 参数除以串联电芯节数。然后，电量监测计应再次读取到正确的电压。

4.3 CC 偏移例程

CC 偏移参数不能直接写入。该参数只能由电量监测计通过 CC 偏移例程命令 (CC_OFFSET 0x000A、CC_OFFSET_SAVE 0x000B) 进行更改。在 BQstudio 中，可能会暂时显示该参数已成功写入。但在执行全部读取操作后，会发现该值恢复为原来的值。

5 比例调节

比例调节由三个参数控制：*Curr Scale*、*Volt Scale* 和 *Energy Scale*。这三个参数均用于输入超过参数自身限制的参数值。例如，*Design Capacity* 的最大值为 32,767mAh，如果电芯容量超过此值，则需使用 *Curr Scale* 因子。如果电芯实际容量为 90,000v，则设置 *Curr Scale* = 3，然后为 *Design Capacity* 输入 30,000。然后继续进行配置，根据 *Curr Scale* 因子 (3) 按比例调节所有以 mA/mAh 等为单位的参数。对于所有以 mV/V 等为单位的参数，*Volt Scale* 的工作方式相同。对于所有以 mW/mWh 等为单位的参数，*Energy Scale* 的工作方式相同。

备注

Curr Scale 不会调节电流读数。如果应用要求充电和放电电流大于 32A，用户必须通过检测电阻进行比例调节。有关如何使用检测电阻进行比例调节的更多信息，请参阅本文档中的 [G1](#)。在处理高电流应用时，需考虑检测电阻的大小。有关选择检测电阻的更多信息，请参阅“硬件”章节。

备注

使用 *Curr Scale* 时，*Quit Current Threshold*、*CHG Current Threshold*、*DSG Current Threshold* 和 *Taper Current* 不受 *Curr Scale* 影响，无需进行除法运算。

6 其他关键参数和特性

6.1 OCV 等待时间

OCV 等待时间是指在电量监测计进入弛豫状态后，为进行 OCV 更新而开始电压稳定性测量之前必须经过的时间。

6.2 SOH 负载电流 I

SOH 负载电流 (I) 是唯一可用于帮助优化 SOH% 值的参数。该值是在 SOH 仿真中使用的电流值。SOH 负载电流 I 越大，SOH% 值随时间推移越保守。

6.3 分压器参数

并非所有应用都需要外部分压器，只有电池组电压超过 5V 的应用才需要。内部分压器使用 5,000mV:1,000mV 的分压比。*Voltage Divider* 参数控制此比率，默认值 5,000 即对应该内部分压比。电池组配置 (A) 中的 VOLTSEL 位用于在内部分压器和外部分压器之间切换。

VOLTSEL = 0：使用内部分压器

VOLTSEL = 1：使用外部分压器

Voltage Divider 参数的最大值为 65,535mV，因此可输入的最大分压比约为 65:1。对于需要更大分压比的高压应用，请按以下步骤操作。首先，使用 *Volt Scale* = 1 计算 *Voltage Divider* 参数值。然后将该值除以所需的 *Volt Scale* 因子。此时，电压读数应为 1/*Volt Scale*。然后配置 *Volt Scale* 参数。此时电压读数将变为 1/(*Volt Scale* × *Volt Scale*)。接下来，导航到 BQstudio 中的校准选项卡，将上报的电压乘以 *Volt Scale*。将此值输入到 BQstudio 的电压校准框中并进行校准。将电量监测计的电压读数乘以 *Volt Scale*，即可得到实际施加的电压。请参阅以下示例。

施加电压 = 10V。电压读数 -> 10V

Volt Scale = 1

上臂电阻 = 2MΩ，下臂电阻 = 16.5kΩ

分压比 = 122,212:1,000 -> 122,212 > 65,535 (*Voltage Divider* 的最大值)

122,212/2 = 61,106 -> 61,106 < 65,535

为 *Voltage Divider* 参数输入 61,106。电压读数将为施加电压的 1/2。-> 5V

设置 *Volt Scale* = 2。电压读数现在将等于施加电压的 1/4。-> 2.5V

在电压校准框中输入 5V 并进行校准。

现在电压读数为 5V，*Volt Scale* 因子为 2 -> $5V \times 2 = 10V$

6.4 RA 表限制器

以下参数用于限制或控制 Ra 表的更新。

Min Res Factor - 允许 Ra 值在负方向上变化的最大百分比。

Max Res Factor - 允许 Ra 值在正方向上变化的最大百分比

Min Res Scale - Ra 可以更新到的最小值。(最小 Ra 钳位)

Max Res Scale - Ra 值可以更新到的最大值。(最大 Ra 钳位)

备注

除非电阻更新出现问题，否则切勿修改这些参数的默认值。

6.5 T Rise 与 T Time 常数

T Rise 和 T Time 常数用于补偿充放电期间电芯的自发热效应。T Rise 是热上升系数，用于单时间常数加热-冷却热建模中。T Rise 值越大，IT 仿真中预估的温升越高。T Time 常数是在单时间常数加热-冷却热建模中使用的时间常数。Temp K 对应 T Rise，Temp A 对应 T Time 常数。可使用 [GPCRb 工具](#) 来计算这些系数。

6.6 自动校准

器件会周期性地自动校准。TRM 第 3.4.3 节提供了关于自动校准的更多信息。

6.7 平滑处理

平滑处理位位于电池组配置 C 中。该位有助于平滑处理因电压和电流测量分辨率低而导致的微小 SOC 计算误差。这种情况可能由大分压比或高电流/高电压应用所需的小检测电阻引起。TI 建议使能该位，以获得更平滑的 SOC 性能。

6.8 密封式 SREC

默认的 .srec 文件处于未密封状态。首次发送密封命令后，.srec 文件内部会置位一个标志位。一旦此位置位，只要发送复位命令或发生上电复位 (POR)，器件就会自动密封。无法将该位清零。若将曾密封过的 .srec 文件刷写到任何器件上，该器件在发生 POR 或收到复位命令时就会密封。要使器件恢复到 POR 或复位后不自动密封的状态，请按以下步骤操作。

1. 提取器件上的参数 (.gg 文件)
2. 将默认固件刷写到器件上，然后将 .gg 文件上传到默认 .srec 文件中

将这个新生成的 .srec 文件刷写到新器件时，器件不会在 POR 或收到复位命令后密封。

7 硬件

7.1 VEN 引脚

VEN 引脚是 BQ34z100 独有的。其主要功能是在需要时导通和关断分压器。需要测量电压时，BQ34z100 通过 VEN 引脚周期性地驱动 FET，以启用和禁用外部分压器。次要功能是检测 2.5V。当在 VEN 引脚上检测到 2.5V 时，电量监测计会收到通知，以导通或关断外部 LED。

7.2 热敏电阻

此器件必须使用 Semitech 103A-T NTC 或具有相同 Beta 值的热敏电阻。

7.3 检测电阻

BQ34z100 通过 SRN/SRP 引脚检测电流。这些引脚的绝对最大额定值为 $\pm 125\text{mV}$ 。对于大电流应用，务必注意不要超过绝对最大额定值。检测电阻大小可以通过 [方程式 1](#) 计算得出。

$$R_{\text{sense}} = \frac{125\text{mV}}{I_{\text{max}}} \quad (1)$$

备注

使用较小的检测电阻时，检测小电流的精度会降低。典型的输入失调误差为 $10\mu\text{V}$ 。因此，以使用 $1\text{m}\Omega$ 检测电阻为例，器件可检测低至 10mA 的电流。 $10\mu\text{V}/1\text{m}\Omega = 10\text{mA}$ 。

7.4 分压器计算

BAT 引脚上的电压不能超过 5V。为了补偿这一限制，当电池组电压大于 5V 时，需要使用外部分压器。对于分压器的下臂，电阻值必须在 $15\text{K}\Omega$ 至 $25\text{K}\Omega$ 范围内。分压器可使用 [方程式 2](#) 计算。

$$R_{\text{topleg}} = R_{\text{bottomleg}} \times \left[\frac{\text{Max pack voltage} - 900\text{mV}}{900\text{mV}} \right] \quad (2)$$

7.5 LED

[BQ34Z100-R2 技术参考手册](#) 第 3.9 节介绍了 BQ34z100 上的 LED 功能。

8 化学体系

8.1 LFP

为使 LFP 电芯发挥最佳性能，必须获取自定义的 ChemID。对于大多数 LFP 应用，DODWT 位和 LFP 弛豫位都必须置位。对于任何难以满足 Qmax 更新要求的应用，LFP 弛豫位都可能有所帮助。LFP 弛豫位允许电量监测计在满足 VCT 条件时进行 OCV 测量，而无需静置时间。DODWT 位有助于电量监测计在 LFP OCV 曲线的平坦区域内工作。其原理是让电量监测计同时考虑先前计算的和重新计算的 DOD0，并根据它们各自的精度进行加权。

8.2 镍氢/镍镉电池

对于镍氢电池或镍镉电池应用，无法使用典型的渐变电流方法来检测有效的充电终止。对于镍氢电池或镍镉电池，应使用温差法 (Delta Temperature) 或负 Δ 电压法 (Negative Delta Voltage)。BQ34Z100-R2 技术参考手册第 3.7 节介绍了这些方法。要切换至其他充电终止检测方法，请设置电池组配置 (A) 中的 NiMH_PbA VCT_DT 或 NiMH_PbA VCT_DV 位。

9 调试

- 检查电量监测计是否已上电并处于固件模式的最简单方法是检查 TS 引脚上的电压。如果该引脚上的电压呈现脉冲式通断，则器件处于固件模式。
- 验证是否满足 VCT 条件的最简单方法是设置 FC set % = -1。完成此设置后，仅当满足 VCT 条件时，FC 标志才会置位。
- 如果应用经常使电量监测计周期性地进入和退出睡眠模式，可考虑在电池组配置 (A) 中禁用 Sleep 位。电量监测计进入睡眠模式后的前 20 秒内不会进行库仑计数，因此，若电量监测计不断进入和退出睡眠模式，库仑计数误差会不断累积。
- 在测试期间，如果在室温 (25°C) 下到达某个特定网格点时，SOC 始终降至 0%，则与该网格点关联的 Ra 值可能不正确。在这种情况下，可以使用 GPCRa0 工具来优化 Ra 表。
- 当在 BQstudio 中刷写固件的过程中断时，器件有可能保持在 ROM 模式。要检查器件是否处于 ROM 模式，请将 EVM 上的 I2C 端口连接到 EV2400/2500 上的 SMBus 端口。然后执行“读取字”命令读取 0x0D，如果结果介于 0 到 100 之间，则器件处于固件模式。如果该值大于 100，则器件处于 ROM 模式。要退出 ROM 模式，请将 EVM 上的 I2C 端口连接到 EV2400/2500 上的 SMBus 端口。然后发送命令 0x08 并重新启动 BQstudio。

10 G1

- 从 G1 到 R2 的更改列表可在 [BQ34Z100-R2 技术参考手册](#) 的开头找到
- **Curr Scale** 参数在 G1 固件版本中不可用。如果应用需要支持更高的电流 (> 32A)，请通过检测电阻进行比例调节。该过程在[此处](#)介绍。
- **Min Taper Capacity** 用于 VCT 检测。有关 VCT 条件，请参阅 [BQ34Z100-R2 技术参考手册](#) 第 3.7 节。在 R2 固件中，Min Taper Capacity 以 mAh/256 为单位，即如果用户输入 256，则 $256/256 = 1\text{mAh}$ 。对于 G1 固件，Min Taper Capacity 以 mAh 为单位。

备注

如果用户使用 R2 固件但应用要求的电流大于 32A，则通过检测电阻进行比例调节，并设置 Curr Scale = 1。

备注

当通过检测电阻进行比例调节时，**Quit Current Threshold**、**CHG Current Threshold**、**DSG Current Threshold** 和 **Taper Current** 也必须按检测电阻比例因子进行调节。

11 参考设计

请参阅这款使用 BQ34z100 和 BQ76952 的[参考设计](#)。

12 总结

配置所有关键参数并理解 BQ34z100-R2 的功能，仅仅是为电芯创建黄金映像工作的一部分。配置初始参数后，必须进行验证测试，且该测试应尽可能贴近终端应用。要达到 1% 的 SOC 精度，可能需要进行更精细的优化。

13 参考资料

德州仪器 (TI)，[将 I2C 通信用于 bq34110、bq35100 和 bq34z100-G1 系列电量计](#)，应用手册。

德州仪器 (TI)，[\(+\)\[FAQ\] BQ34Z100-G1 : BQ34Z100-G1 常见问题解答 - 电源管理论坛 - 电源管理 - TI E2E 支持论坛](#)，常见问题解答

德州仪器 (TI)，[配置 bq34z100 数据闪存](#)，应用报告。

德州仪器 (TI)，[bq34z100-G1 高电芯数和高容量应用](#)，应用报告。

德州仪器 (TI)，[BQ34Z100 至 BQ34Z100-G1 更改列表](#)，应用报告。

德州仪器 (TI)，[如何创建认证密钥并将其编程到 TI 电池电量监测计中](#)，应用手册。

德州仪器 (TI)，[bq34z100-G1 快速入门指南](#)，应用报告。

德州仪器 (TI)，[BQ34Z100-R2 技术参考手册](#)，技术参考手册。

德州仪器 (TI)，[BQ34Z100-R2 采用 Impedance Track™ 技术的宽范围电量监测计](#)，数据表。

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