

Application Note

使用 **API** 模式电池充电器从弱电源捕获大功率



Wyatt Keller

摘要

对于可视门铃或资产跟踪器等应用，需要从弱电源为电池充电，以保持电池电压，从而实现持续运行并改善终端用户体验。许多电池充电器侧重于标准适配器和低阻抗输入源，如 USB 输入或壁式适配器。TI 的新充电器 BQ25630 和 BQ25640 包含一种称为备用电源输入 (API) 模式的新功能，允许从弱源进行大功率提取。借助 API 模式，转换器能够通过高阻抗输入更高效地为电池充电，同时通过 USB-C 检测和传统 BC1.2 D+/D- 检测保持快速充电能力。

内容

1 简介.....2

2 API 模式的详细使用说明.....2

 2.1 进入和退出序列.....2

 2.2 与 Solar 搭配使用.....3

3 API 模式数据.....3

4 总结.....5

5 参考资料.....5

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 简介

随着便携式设备的静态电流持续下降，而且客户期望电池供电的产品能够实现更长的运行时间，显然需要现成能源提供更低功耗的充电。利用能够在弱光情况下高效地为电池充电的小型太阳能电池板，可以显著延长电池供电类器件在低 I_Q 模式下的运行时间。

本应用手册概述了在实际系统中进入和退出 API 模式以从小型太阳能电池板或其他高阻抗输入源获取最大功率的过程。其中提供了伪代码示例、API 模式转换流程图和显示 API 模式对效率影响的图形。

2 API 模式的详细使用说明

对于 BQ25630 和 BQ25640，API 模式允许使用更小的 2.5mA 步长和更低的 10mA 至 100mA 电流范围来调整输入电流限值。正常输入电流动态电源管理 (IINDPM) 的步长为 100mA，范围为 100mA 至 3.2A。充电器会监测 API 模式对转换器运行有益的特定条件，并设置 LOW_PWR_ADP_STAT 状态位来向主机指示使用 API 模式可以提高转换器的效率。

表 2-1. 不同模式下的 IINDPM 设置

IINDPM 设置	最大值	最小值	步长
API 模式	100mA	10mA	2.5mA
正常模式	3200mA	100mA	10mA

2.1 进入和退出序列

低功耗适配器状态位的设置条件与充电器的输入和输出电压有关，通常发生在 VBUS 接近 VBAT 的值且输入功率为低电平时。在其他情况下，即便未设置 LOW_PWR_ADP_STAT，采用 API 工作模式依然能够发挥实用价值。在某些应用中，通过弱源（例如门铃的整流电压）控制输入电流限值也许能够带来益处。如果从门铃中拉出过多电流，则可能会振铃。因此，在门铃示例中，应始终启用 API 模式，即使 LOW_PWR_ADP_STAT 未激活也是如此。当使用已知的弱源时，可以利用 API 模式下较小的步长和较低的最小输入电流限值来防止输入源过载。

使用 LOW_PWR_ADP_STAT 位的 API 进入和退出序列：

1. 读取 LOW_PWR_ADP_STAT 位
2. 如果 LOW_PWR_ADP_STAT 为 1
3. 则将 EN_API 设置为 1 并根据需要调整 API_ILIM
4. 如果 LOW_PWR_ADP_STAT 为 0
5. 则无需执行任何操作
6. 如果 EN_API 为 1，IINDPM_STAT 为 1，API_ILIM 为 100mA（最大值）
7. 则通过将 EN_API 设置为 0 退出 API 模式

API 模式应由主机监控。如果输入是动态变化的，例如太阳能电池板，则可以将 API_ILIM 寄存器设置为 100mA 最大值，并且可以使用输入电压动态电源管理 (VINDPM) 来获取最大功率。设置 IINDPM 状态后，最好退出 API 模式以提取最高功耗。

2.2 与 Solar 搭配使用

API 模式的进入和退出序列，结合最大功率点跟踪 (MPPT) 算法（类似于单节电池充电器的 Solar MPPT 中介绍的算法），可以帮助充电器在弱光照太阳能应用中提取更多的功率。

为了进一步改进应用手册“单节电池充电器的 Solar MPPT”中概述的 MPPT，VINDPM 扫描的起点可以选择为太阳能电池板开路电压 (OCV) 的 65%。通过对 VINDPM 使用更合适的起点，可以缩短扫描时间；或者，对于简单的 MPPT 算法，可以使用 80% 的 OCV 直接对 VINDPM 进行编程，而无需扫描 VINDPM。可以通过将充电器设置为高阻态模式并使用 VBUS ADC 估算太阳能电池板的 OCV 来测量太阳能电池板的 OCV。

3 API 模式数据

测试条件

测试设置和数据显示了 LOW_PWR_ADP_STAT 位变为激活状态所需的条件，列出了遵循 API 进入和退出序列时的效率差异。

- VREG = 4.4V
- VINDPM = 4.40V, VINDPM_BAT_TRACK = 1 (默认值)
- VBUS = 4.8V, 120mA 至 25mA 合规电流扫描
- VBAT = 4.3V

备注

当 VBUS 电源的合规电流低于 IINDPM 时，充电器会强制电源进入合规电流状态。这会导致输入电源电压下降，直至达到 VINDPM，从而强制充电器保持在 VINDPM 状态。在这种情况下， $VINDPM = VBUS = VBAT + 250mV = 4.55V$ ，并且 $IBUS = \text{合规电流}$ 。

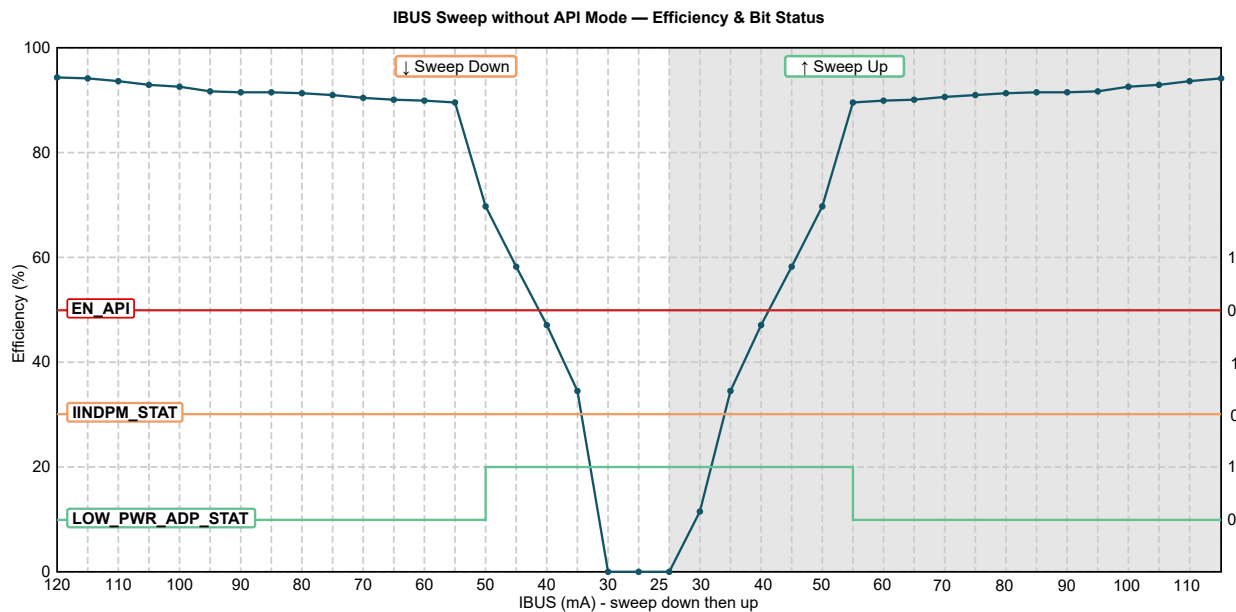


图 3-1. 在无 API 模式下扫描 IBUS 合规电流

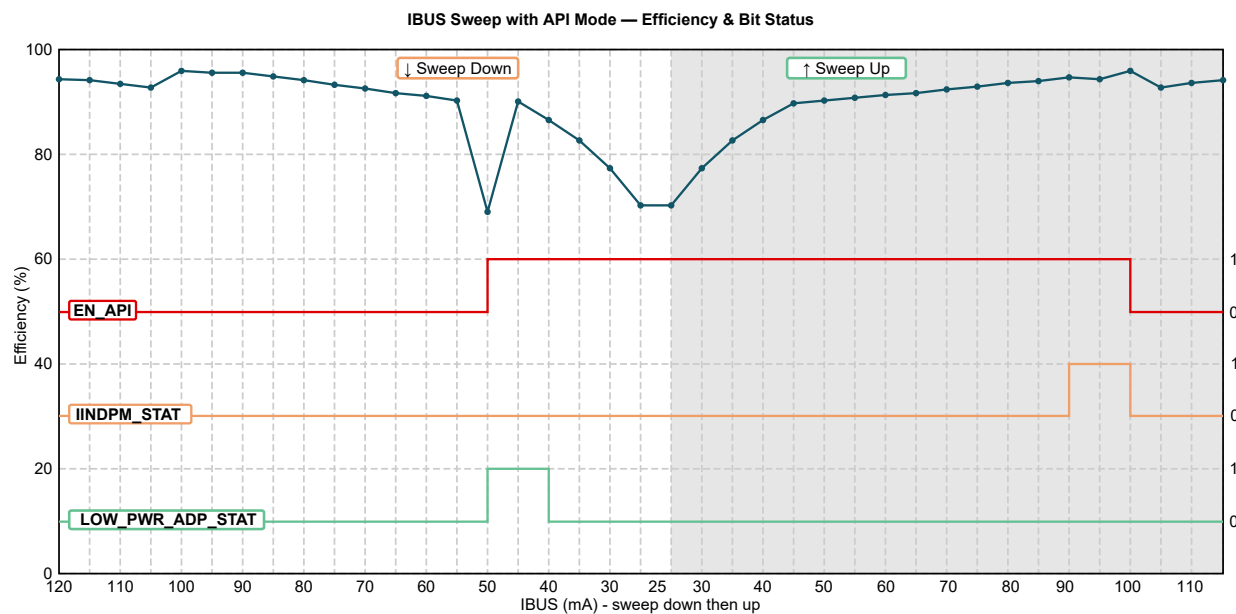


图 3-2. 使用 API 模式扫描 IBUS 合规电流

4 总结

当 VBUS 和 VBAT 接近相同电压时，API 模式可通过提高低输入功耗条件下的充电效率来缩短系统运行时间。即使在输入源为高阻抗时，也可实现持续的低功耗充电，从而延长系统运行时间。

如图所示，在低输入电源运行时，效率受到很大影响。使用 API 模式可以实现高效的电池充电，从而更大幅度地提高从弱输入源捕获的功率。

5 参考资料

1. 德州仪器 (TI)，[具有 USB-C 检测功能的 BQ25630 I2 控制型单节电池 5A 降压充电器](#)，数据表。
2. 德州仪器 (TI)，[具有 USB-C 检测功能的 BQ25640 I2 控制型单节电池 5A 降压充电器](#)，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