

Application Brief

使用电池跟踪 VINDPM 来充分利用太阳能和高阻抗电源



Juan Ospina

Battery Charging Products

简介

输入电压动态电源管理 (VINDPM) 是许多充电器中都会提供的一项安全功能，可保护弱输入源。该功能通过限制电流消耗来防止输入源电压骤降至预定电压阈值 (V_{INDPM}) 以下。这可防止过大的系统负载或充电电流造成输入源崩溃，进而导致其无法再用于充电。例如，如果充电器连接到 100mA USB 电源，但系统负载电流超过电源的 100mA 承载能力，则充电器的输入电压会迅速开始下降。通过防止输入系统负载电压降至 V_{INDPM} 以下，100mA 的充电电流仍可用于为系统负载供电。

许多具有可选固定电压 V_{INDPM} 阈值的充电器均具备此功能。常见电压选项为 4.7V、4.5V 和 4.2V，这些电压均高于锂离子电池的典型电池电压调节值。电池跟踪 VINDPM 引入了一个 V_{INDPM} ，该 V_{INDPM} 基于动态电池电压，而非固定电压阈值。

更宽的输入工作范围

电源未知且输入电压范围更宽的应用通常可受益于 VINDPM 保护。该保护可确保器件的输入电压睡眠阈值不被超过，使充电可以正常进行。4.2V 的固定 VINDPM 无法提供足够的开销，使电池无法充满电；而 4.7V 的 VINDPM 则能够限制可为系统充电的输入源范围。电池跟踪 VINDPM 阈值可随电池电压降低，并在电池充电时升高，从而最大限度地扩展能够正常进行充电的工作范围。

提高效率 and 热性能

线性充电器效率 (P_{OUT}/P_{IN}) 主要由输入电压和输出电压之比 (V_{OUT}/V_{IN}) 决定。输入和输出之间损失的能量会以热量的形式耗散，因此效率低下会导致系统温度升高。由于输出电压范围是由电池化学成分预先确定的，并且可能会随电池充电和放电而变化。输出电压很大程度上超出了设计人员的控制范围。因此，设计人员选择通过尽可能减小输入和输出电压之间的电压差来更大幅度地减少能量损耗和热耗散。

一些设计人员选择将 V_{INDPM} 置于器件能够为电池充满电的最低电压。当 V_{IN} 到 V_{BAT} 的压降更大时，这会导致效率变差并在更低的电池电压下产生更多的热耗散。一些设计人员通过禁用 VINDPM 功能并使用可编程电源手动调整输入源来解决该问题。该过程会非常复杂，

并增加工程设计时间和主机控制器处理方面的工作量。电池跟踪 VINDPM 有利于结合 VINDPM 功能的简单性和动态输入电压的效率。

如果选择的充电电流高于输入额定电流，输入电压将完全由 VINDPM 环路进行调节。充电器会尝试拉出比电源所能提供电流更多的电流，但这只能让输入电压骤降至 VINDPM 阈值。在固定输入电压阈值下，上升的电池电压可以升高到电压差不足以启用稳压器的程度。通过使用电池跟踪 VINDPM，随着电池电压升高，VINDPM 电压也会升高，进而导致输入电压升高。最终，这会创建一个系统。在该系统中，输入电压始终比电池电压高一个固定电压，而这只需主机控制器或电源提供少量控制即可。例如，对于 BQ25188，此系统会导致 V_{IN} 最多比 V_{BAT} 高 330mV。

太阳能和高阻抗电源

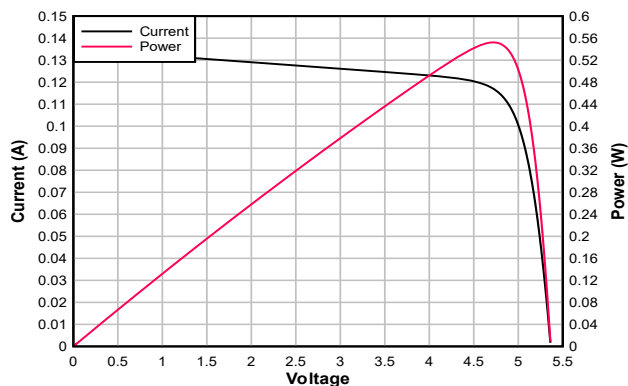
光伏电池等高阻抗电源的特点是具有较高的开路电压，该电压会在负载下快速下降。这些类型的电源需要复杂的输入电压调节设计。VINDPM 恰好可用于该用途。为了最大限度地提高功率，这些电源通常使用最大功率点跟踪 (MPPT) 功能来调节至最大功率点 (MPP)。该功能可平衡输入电压和电流，以便持续提供最大功率。对于电池充电来说，并非总是需要达到最大功率，尤其是在使用线性充电器时。

电池充电速率是流入电池的电流的函数；尽可能提升电流可以最大限度地缩短电池充电时间。因此，MPPT 和尽可能放大功率并不是最佳选择。通过单独优先确保电流，同时保持足够的输入电压，BATTRACK VINDPM 可在使用高阻抗电源的情况下尽可能提高充电速率。对于线性充电器来说，这是通过高阻抗电源进行充电的理想方式，同时还能提高效率、降低热耗散并缩短充电时间。

实现示例

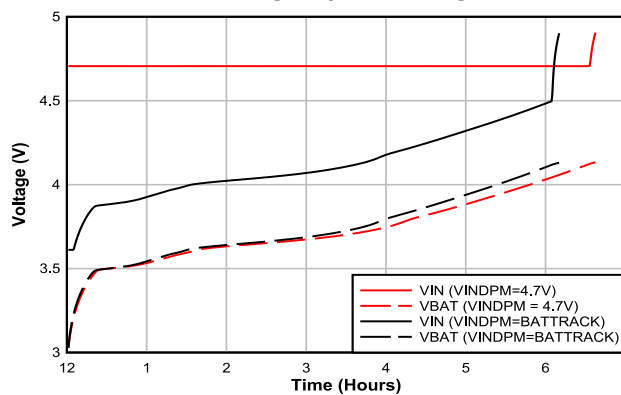
针对固定电压输入电压调节和电池跟踪输入电压调节进行以下比较，期间采用 BQ25185 充电器通过高阻抗输入源为约 700mAh 的电池充电。高阻抗输入源是模拟可用 PV 电池的太阳能电池模拟器。在这种情况下，使用开路电压为 5.4V、短路电流为 135mA 的电池。

IV / PV Characterization



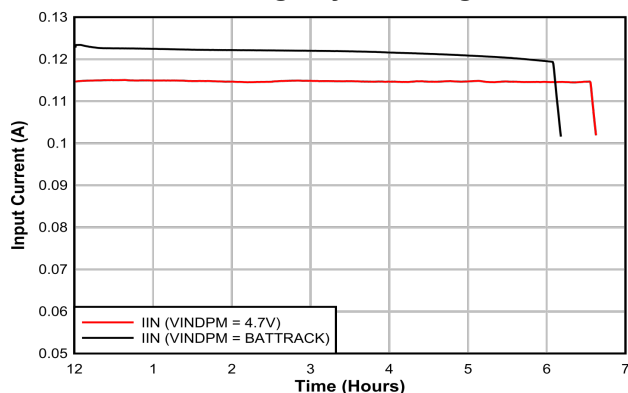
从所述特性中可以观察到，最大功率点电压约为 4.75V。在这种情况下，之前所述的电池将使用该输入源进行充电，配置的充电电流为 200mA (大于输入源的短路电流)，并使用 4.7V 的 VINDPM 以及 BATTRACK 以便进行比较。充电结果如下：

Charge Cycle Voltage

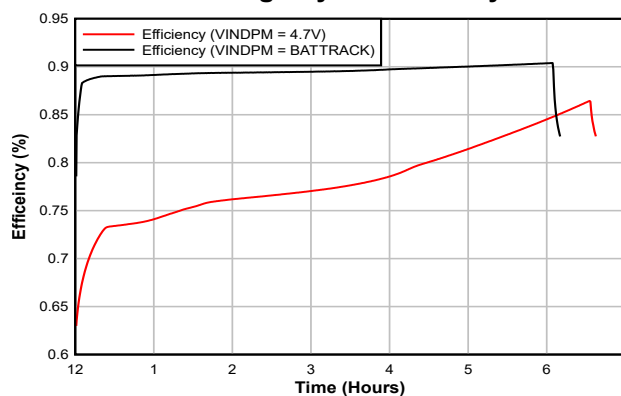


可实现更高的充电电流，从而缩短充电周期和充电持续时间。此外，可以根据充电周期特性提高效率。以热量形式耗散的能量更少，充电过程中的发热问题得到进一步缓解。

Charge Cycle Voltage



Charge Cycle Efficiency



商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

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、某特定用途方面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功能安全、信息安全、监管或其他要求。

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。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/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。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司