

采用电源路径电池充电器优化应用

Charles Harthan

Product Marketing Engineer

引言

电池选项众多且系统要求各异，要想设计最佳电池充电集成电路 (IC) 以最大限度地延长电池寿命并实现最佳系统性能，可能充满挑战。是选择电源路径电池充电器还是非电源路径电池充电器，这一决策会对充电 IC 的功能产生重大影响。

图 1 展示了非电源路径器件具有一条充电路径，其中系统和电池连接到同一个节点。由于您无法控制用于为系统供电的电流与为电池充电的电流，因此当您无需同时使用系统和为电池充电时，非电源路径充电便是有效的选择。剃须刀或电动自行车等应用非常适合非电源路径充电器。

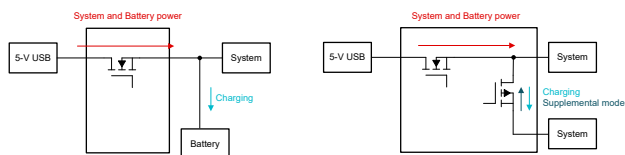


图 1. 非电源路径和电源路径方框图。

由于电池中集成的 Q2 金属氧化物半导体场效应晶体管 (MOSFET) 使您能够定制用于为系统供电的电流与为电池充电的电流，因此当同时需要充电和使用系统时，电源路径充电是更好的产品选择。当电池深度放电时，这种定制也很有用。由于深度放电的电池通常以较小的电流充电，因此电源路径器件可以通过适配器独立调节系统电流和电池电流，从而为电池提供较小的电流，确保系统仍然获得启动所需的功率。

当电池充电时对系统电流的需求较高时，Q2 MOSFET 也可以导通，将输入和电池的功率结合起来，以支持系统负载。该功能称为补充模式，在该模式下，器件将从电池拉取电流，对输入电流进行补充，防止系统拉取的电流大于输入所能提供的电流。受益于电源路径充电器功能的典型应用是智能手机。

以下各节介绍了电源路径拓扑如何提高系统性能和延长电池寿命。

最大限度地延长货架期

产品在消费者购买之前可能会在运输途中和货架上放置数月，而消费者通常更喜欢开箱即用。由于一些国家/地区采用了新的运输限制，限制电池在运输前只能保存一定的电量，因此节省每一点电池容量至关重要。

在非电源路径拓扑中，系统必须进入低功耗模式，因为系统直接连接到电池。低功耗模式通常要求使用负载开关或其他方式将电池与系统相隔离。

在电源路径拓扑中，电池 FET 可以在运输模式下断开电池与系统的连接，这是产品消耗最低电池电流的状态。运输模式还可以通过关闭电池 FET 来防止电池为系统供电。通过设计具有电源路径和运输模式的充电 IC，可以在消费者插入适配器或按下电源按钮时立即实现开箱即用。

执行看门狗复位

在某些情况下，当系统处理器或主机无响应时，可能需要强制执行硬件复位或下电上电；您可以通过看门狗复位来完成此操作。例如，在 TI 的 BQ25180 充电器器件上，当满足以下条件时，可以进行硬件复位：

- 插入适配器后 15 秒或更长时间内无 I2C 通信。
- 用户已长时间按下复位按钮。
- 距离上次 I2C 通信的时间超过 40s。

在硬件复位序列期间，充电器 IC 断开系统与电池和适配器（如果有）的连接，等待可配置的持续时间，然后重新开启系统，从而实现系统启动和初始化。由于电池物理连接到系统，因此非电源路径充电器器件中可能需要使用外部负载开关来执行硬件复位。

利用全部电池容量

在设计充电器 IC 时，获得最大的电池容量是首要目标，因为这会为用户带来更多的充电间隔时间。不准确的终止电流 (I_{TERM}) 监测可能会导致充电终止值高于所需的 I_{TERM} 值，从而无法使用全部电池容量，如图 2 所示。

电源路径可通过精度更高的 I_{TERM} 实现最大的电池容量。在锂离子充电曲线中，充电电流在恒压阶段逐渐减小，直至达到 I_{TERM} ，然后关闭。为了最大程度地提高电池容量，必须具有低 I_{TERM} 以及精确测量低 I_{TERM} 值以精确终止充电的能力。电源路径通过测量流经 Q2 电池 FET 的电流，可在低值时实现精确的电流监测。

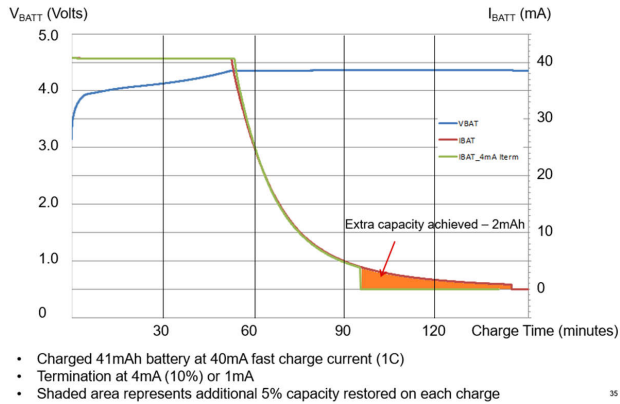


图2. 较低的 I_{TERM} 带来的额外容量。

图2还重点说明了不准确的 I_{TERM} 监测如何导致在 4mA（而非 1mA）终止，这意味着用户将损失 5% 的可用 41mAh 电池容量。由于电源路径充电器单独调节充电电流和系统电流，因此系统电流的任何变化都不会影响充电电流。因此，充电终止可以在一个稳定的预定值上发生，从而最大程度地提高电池的荷电状态。

使用电源路径来实现精确的低 I_{TERM} 类似于使用水龙头注满一杯水。在该类比中，杯子是电池，杯子中的水是电池中的电量，从水龙头中流出来的水是充电电流。目标是在不使水溢出的情况下尽可能注满杯子。随着水接近顶部，缓慢减小水龙头的水流量，从而可以轻松控制水位，这样就可以更轻松地实现该目标。如果始终使水龙头具有最快的水流量，则可能会导致水溢出，或者您需要在注满杯子之前将杯子从水龙头移开。回到电池充电器术语，通过将充电电流（从水龙头流出的水）减小至受控且可测量的 I_{TERM} ，充电器就能够用尽可能多的电量（杯子中的水）填充电池（杯子），而不会使电池过度充电或充电不足。

最大限度地减小电池疲劳

可充电电池经历多次充电和放电循环后，其为系统供电的能力会下降，这可能会对其性能和运行时间产生负面影

响。为了最大限度地延长电池和系统的寿命，设计 IC 来限制电池的总循环次数非常重要。

图3显示锂离子电池的电池容量随着充电循环次数的增加而降低。通过设计电源路径电池充电 IC，您可以通过关闭电池 FET 来最大限度地延长电池寿命 – 直接通过适配器为系统供电，防止系统使用电池供电，从而无需对电池进行放电和充电。通过电源路径，您可以选择仅使用适配器为系统供电（如果有适配器），这会减少电池的充电循环次数并最大限度地延长其寿命。

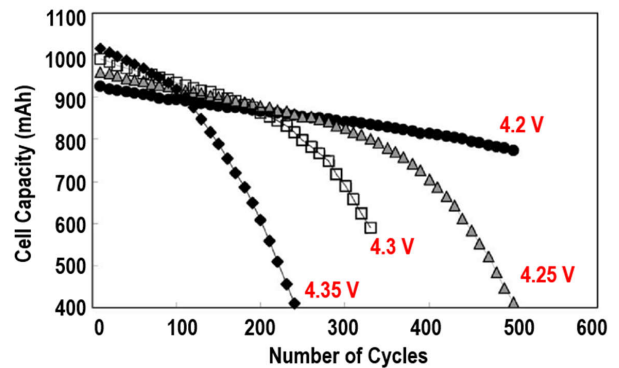


图3. 锂离子电池容量与充电循环数量之间的关系。

备注

“影响基于 LiCoO₂ 的锂离子电池的循环寿命和可能的降级机制的因素”，电源杂志 111 (2002) 130-136。

TI 电源路径电池充电器

BQ25180 等线性充电器在充电电流小于 1A 的应用中很有用。BQ25180 配备运输模式，可提供低功耗模式以节省电池电量。在运输模式下，电池静态电流仅为 15nA，明显低于 BQ25180 正常工作时的 3μA 电池静态电流。可以对 BQ25180 进行编程，使其具有 0.5mA 的极低 I_{TERM} ，这有助于将电池充满电。调节 I_{TERM} 很简单，因为它是固定的编程快速充电电流的 10%，并且可以通过 I²C 通信轻松更改。该充电器还通过补充模式优先提供系统电源。

BQ25620 是一款配备电源路径的开关降压充电器。开关充电器在需要充电电流大于 1A 的应用中非常有用，因为开关充电器更适合高功率应用。BQ25620 可支持高达 3.5A 的充电电流。它还具有用于节省电池电量的运输模式，电池静态电流为 150nA，而补充模式可优化系统性能。为了

最大限度地提高电池容量，BQ25620 的 I_{TERM} 低至 10mA，并且可通过 I²C 通信轻松定制。

结论

在选择电源路径电池充电器 IC 或非电源路径电池充电器 IC 时，需要进行权衡。具有电源路径的电池充电器 IC 通过集成电池 FET 提供附加功能：附加电源模式（例如用于节省电池电量的运输模式）、用于恢复无响应主机的完整系统重置功能，以及用于最大限度提高电池容量以获得更长运行时间和最大限度缓解电池疲劳的功能。这些类型的充电器 IC 将有助于提高需要同时进行充电和使用系统的应用中的电池和系统性能。

相关网站

- 有关线性充电器和开关充电器之间差异的概述，请观看视频 [电池充电器拓扑及其应用简介](#)。
- 视频 [单节电池的快速充电趋势和挑战](#) 提供了有关充电器电池安全功能的更多详细信息。
- 要了解有关运输模式的更多信息，请阅读技术文章 [拉动凸片：如何在锂离子电池设计中实现运输模式](#)。

重要声明：本文所提及德州仪器 (TI) 及其子公司的产品和服务均依照 TI 标准销售条款和条件进行销售。建议客户在订购之前获取有关 TI 产品和服务的最新和完整信息。TI 对应用帮助、客户的应用或产品设计、软件性能或侵犯专利不负任何责任。有关任何其它公司产品或服务的发布信息均不构成 TI 因此对其的认可、保证或授权。

所有商标均为其各自所有者的财产。

重要声明和免责声明

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 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。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

Copyright © 2023，德州仪器 (TI) 公司