

Application Note

具有双输入的单节电池充电器应用



Samuel Breslin

摘要

许多应用需要使用两个独立电源作为德州仪器 (TI) 单节电池充电器 IC 的输入。TI 的一些多节电池充电器 IC 具有双输入功能，可用于单节电池应用，但这些 IC 通常尺寸更大且成本更高。本应用手册介绍了大多数应用中更具成本效益且尺寸更小的替代设计。

内容

| | |
|--------------------------|----|
| 1 简介..... | 2 |
| 2 可能的架构..... | 3 |
| 2.1 电源多路复用器..... | 3 |
| 2.2 多节电池充电器 IC..... | 8 |
| 2.3 双充电器..... | 9 |
| 2.4 电子保险丝 (USB OTG)..... | 11 |
| 3 总结..... | 12 |
| 4 参考资料..... | 13 |

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 简介

有多种电路拓扑可用于设计双输入电池充电器系统。本应用手册系统性地探讨了如何将电源多路复用器与单节电池充电器 IC 结合使用。本文还讨论了许多其他可能的设计，包括两个并联充电器、一个具有双输入功能的多节电池充电器以及使用电子保险丝。

电源多路复用器设计可能是最易于实现的设计，并且优先于各种应用，但以下每种设计都在某些应用中有适用的地方。本文全面探讨了每种架构的优缺点，并对所呈现的每种设计特定示例的价格进行了比较。

2 可能的架构

2.1 电源多路复用器

所提供的示例使用 TPS2121 电源多路复用器和 BQ25638 电池充电器 IC。连接这两个器件的电路很简单：将电源多路复用器的 OUT 引脚连接到电池充电器 IC 的 VBUS 引脚。

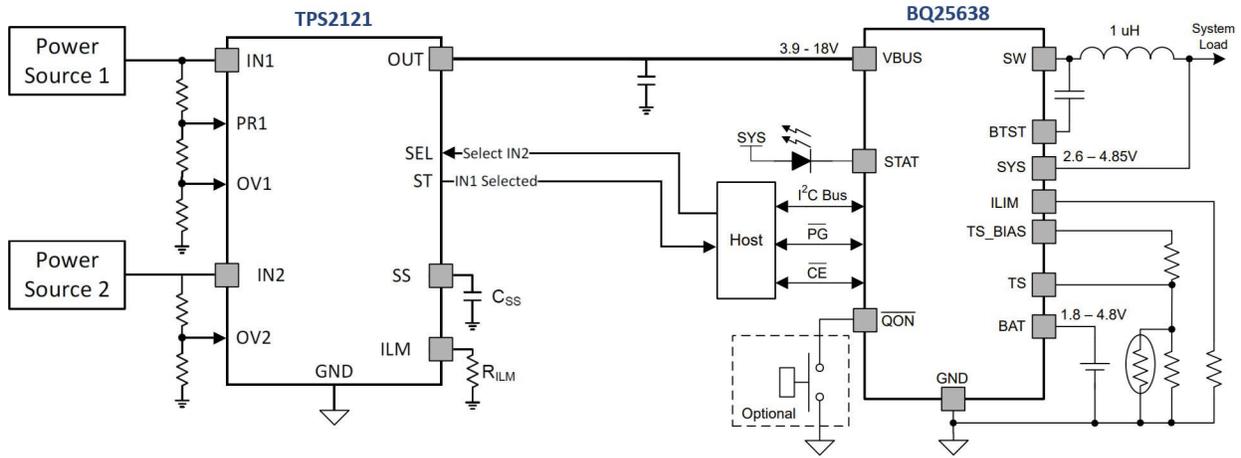


图 2-1. 电源多路复用器系统图

请特别注意 BQ25638 的输入电容器。在此应用中，选择一个比充电器 IC 直接连接到电源时通常选择的电容器更大的电容器可能会有所帮助。这有助于在电源多路复用器切换期间，保持电池充电器 IC 的输入电压。BQ25638 数据表建议使用 1uF 电容器，对于具有 5us 快速切换时间的 TPS2121 来说，这可能足够大。相比之下，对于其他电源多路复用器 IC（如 TPS2120），随着时间的推移开关时间为 100us，此时必须选择更大的电容器。必须根据特定应用的电流消耗和对电压骤降的敏感度来选择特定值。可通过方程式 1 发现该电压骤降。

$$V_{DIP} = t_{sw} \times \left(\frac{I_{out}}{C_{out}} \right) \quad (1)$$

2.1.1 其他电源多路复用器注意事项

TPS2121 的最大输入电压和电流特性达到或超过 BQ25638 的特性，这意味着包含电源多路复用器不会限制 BQ25638 的任何功能。然而，在高输入电流下（例如 BQ25638 的最大电流为 3.2A），电源多路复用器上的电阻会导致电源多路复用器上出现显著压降。

| ON-RESISTANCE (INx to OUT) | | | | | | |
|----------------------------|-------------------------------|---|----------------|----|-----|----|
| R _{ON} | ON-State Resistance (TPS2120) | I _{OUT} = -200 mA V _{PRI} > V _{REF} V _{INx} ≥ 5.0 V | 25°C | 62 | 75 | mΩ |
| | | | -40°C to 85°C | | 90 | mΩ |
| | | | -40°C to 105°C | | 100 | mΩ |
| | | | -40°C to 125°C | | 120 | mΩ |
| | ON-State Resistance (TPS2121) | I _{OUT} = -200 mA V _{PRI} > V _{REF} V _{INx} ≥ 5.0 V | 25°C | 56 | 70 | mΩ |
| | | | -40°C to 85°C | | 85 | mΩ |
| | | | -40°C to 105°C | | 90 | mΩ |
| | | | -40°C to 125°C | | 100 | mΩ |

图 2-2. TPS2121 和 TPS2120 的典型及最大电阻值

在使用线性或仅降压充电 IC（包括 BQ25638）的应用中，该压降可能是需要考虑的问题，因为在这些应用中，电池调节电压接近输入电压。例如，在使用 4.2V 锂离子电池和 5V USB 电源的常见用例中，即使在考虑电源的阻抗和充电器件所需的压降电压之前，也只有 0.8V 的余量。

如果需要较低的电阻，则可以通过 TI 品类丰富的电子保险丝中的两个电子保险丝实现类似的功能。但是，如果不需要充电器 IC 的整个电压范围，可以使用电压限值为 5.5V、电流限值为 4A 的 TPS2117 电源多路复用器。该器件的典型导通电阻仅为 20mΩ，成本更低。

2.1.2 电源多路复用器过压和优先级设置

TPS2121 和 TPS2120 具有多种不同的功能模式，这使系统设计人员能够配置不同的电源选择操作。可使用不同的电阻器值设置这些不同的功能模式，TPS212x 数据表的第 9.4 节中对此进行了深入介绍。当在不同电压电平之间切换时，这一点尤为重要。此外，如果使用 USB-PD 电源，则必须仔细考虑这一点，因为该电源的电压可能会随请求的不同电压电平而变化。

2.1.3 电源多路复用器测试

我们使用 BQ25638 和 TPS2121 评估模块对此方法进行了测试。这些模块使用 TPS2121 EVM 的输出螺纹接线端子和 BQ25638 EVM 的 VBUS 输入进行连接。使用 ICHG 寄存器时，BQ25638 设置为产生 1.04A 充电电流，以模拟电池的充电器如何连接到电势设为 3.7V 的源表。此外，系统输出连接到一个设置为消耗额外 0.5A 电流的电子负载。两个 TPS2121 输入均连接到设置为 12V 输出的直流电源。

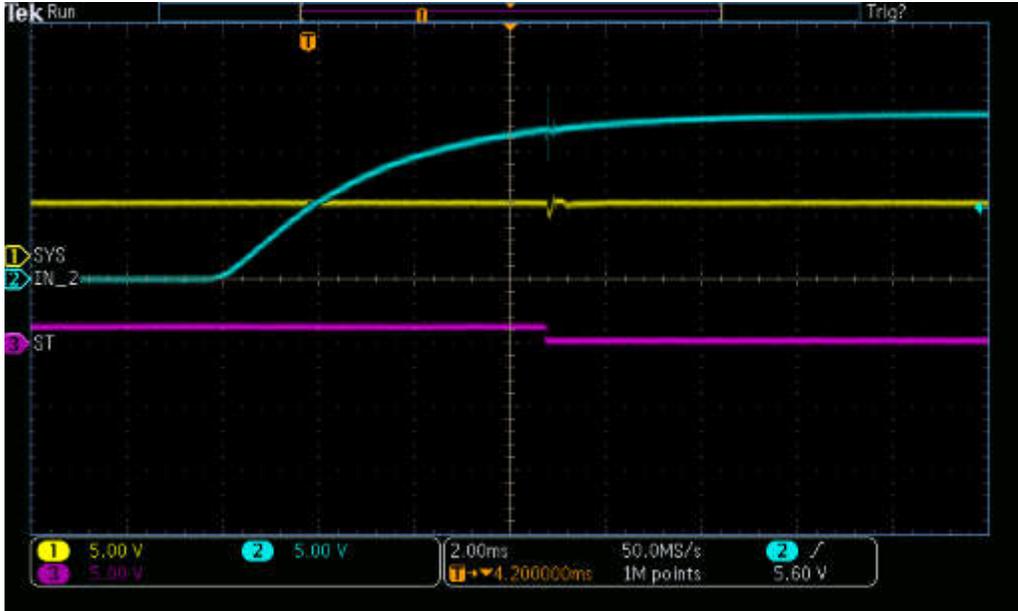


图 2-3. 测试一：添加了 0uF 电容、标称负载

在第一次测试中，没有在电源多路复用器和充电器 IC 之间的节点上添加电容。输入 1 (未显示) 设置为 12V 并主动为 BQ25638 供电；输入 2 (IN_2) (优先输入) 上的直流电源开启。在波形上大约经过 4ms 时，TPS2121 会切换，并且系统电压会显著下降至 3V。此外，输入电压有显著的尖峰，接近 15V。

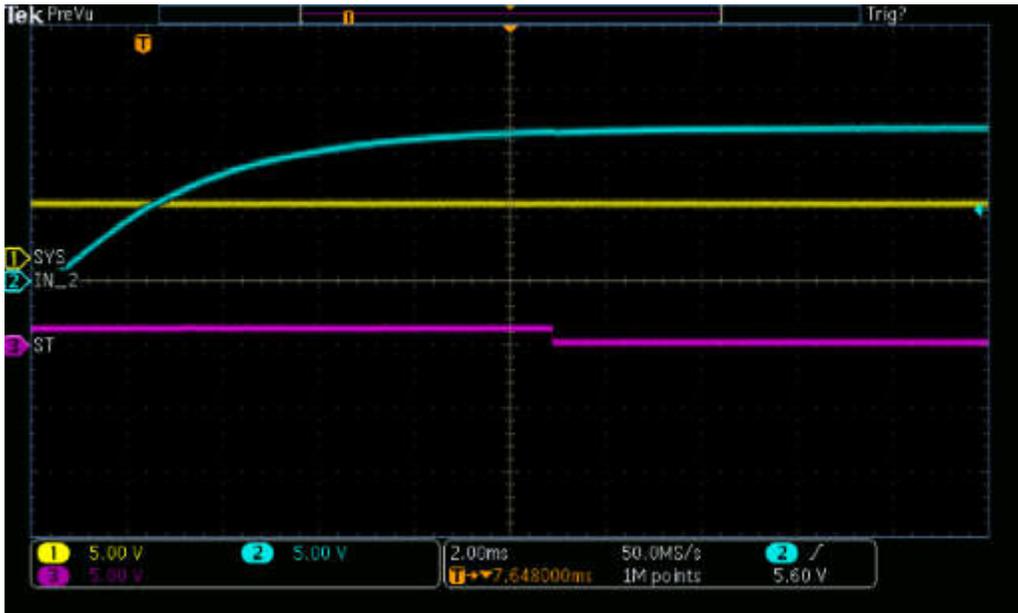


图 2-4. 测试二：添加了 10uF 电容、标称负载

通过在连接到两个器件的节点上添加一个 10uF 电容器，在该波形中执行了相同的测试。这样可以消除系统电压下降和输入电压尖峰。

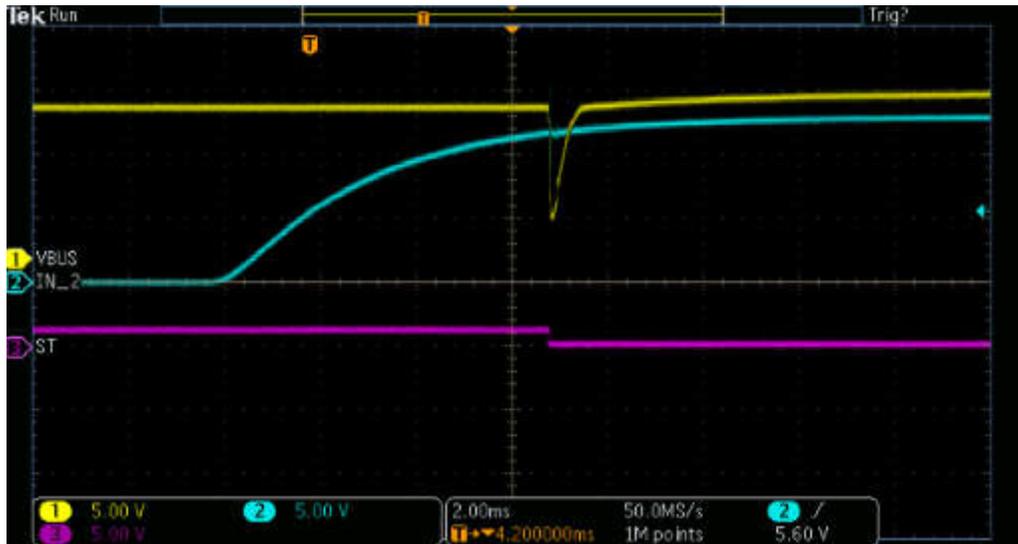


图 2-5. 测试三：添加了 0uF 电容、标称负载

此处执行了相同的测试（未添加电容），黄色波形表示连接节点电压（VBUS）。连接节点电压降至接近 2.5V

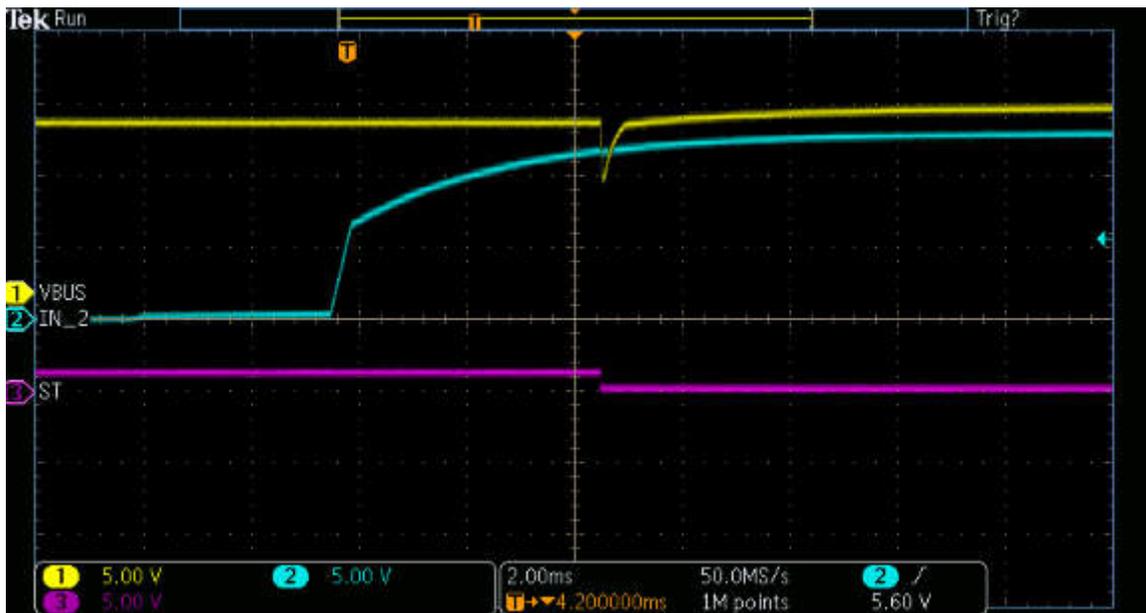


图 2-6. 测试四：添加了 10uF 电容、标称负载

此处使用 10uF 电容器执行了相同的测试，黄色波形表示连接节点电压（TPS2121 输出和 BQ25638 VBUS 之间的连接）。连接节点的电压降至更合理的 7.5V。使用更大的电容器可以进一步改善这种情况，并且在从器件汲取更大的电流时可能需要这样做。

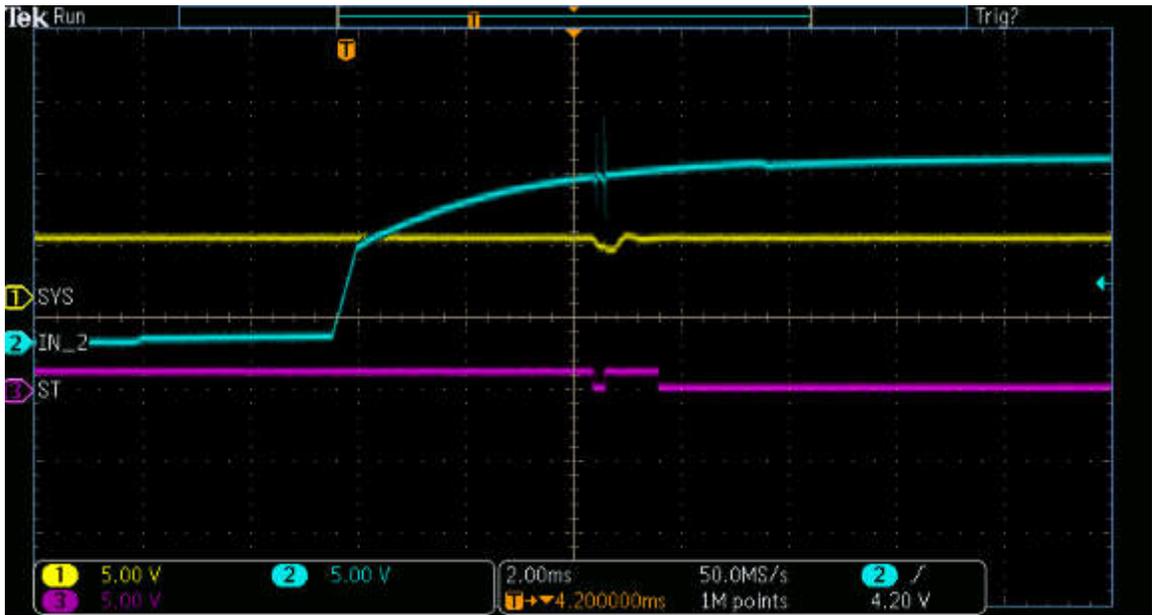


图 2-7. 测试五：添加了 0uF 电容、3A 输出电流



图 2-8. 测试六：添加了 100uF 电容、3A 输出电流

这两个测试是在更大的负载条件下进行的，并且 TPS2121 输出节点上需要更高的电容值。在此波形中，系统电压下降、输入波形中出现显著振荡。

此外，还测试了 TPS2121 上的压降，同时通过电子负载从 TPS2121 以 12V 电压汲取两个安培的电流。严格遵循 56mΩ 所列导通电阻后，压降约为 0.11V

2.2 多节电池充电器 IC

在电池充电应用中使用双输入的另一方法是使用其中一种具有双输入选择器 (BQ25798、BQ25672、BQ25692) 的 TI 多节电池充电器 IC。请注意，与所展示的其他产品的 3.6V-3.9V 输入电压相比，BQ25692 具有更高的最小输入电压 (6V)，因此该器件不是许多单节电池应用的首选。

双输入特性的实现在相应器件的数据表中有详细说明，而实现此特性所需的外部 FET 的建议可在有关该 IC 的 EVM 用户指南中找到。

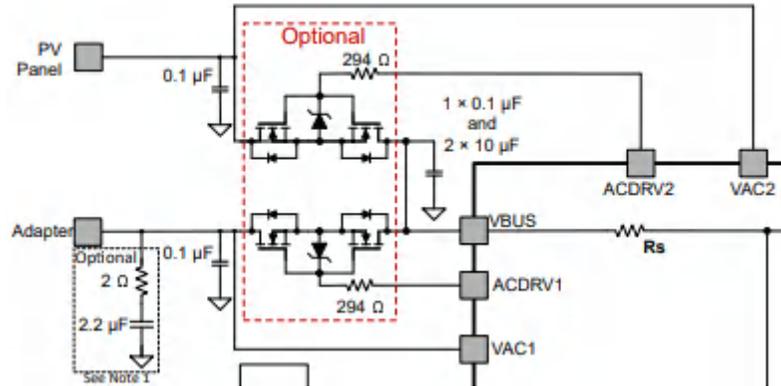


图 2-9. 应用示意图部分

2.3 双充电器

在此示例中，BQ25638 与 BQ25186 线性 1A 电池充电器 IC 配合使用。在此应用中，两个电源中的每一个都连接到相应的充电器 IC，每个 IC 的电池 (BAT) 引脚再次相互短接并连接到电池，而开关充电器的系统输出连接到系统负载。

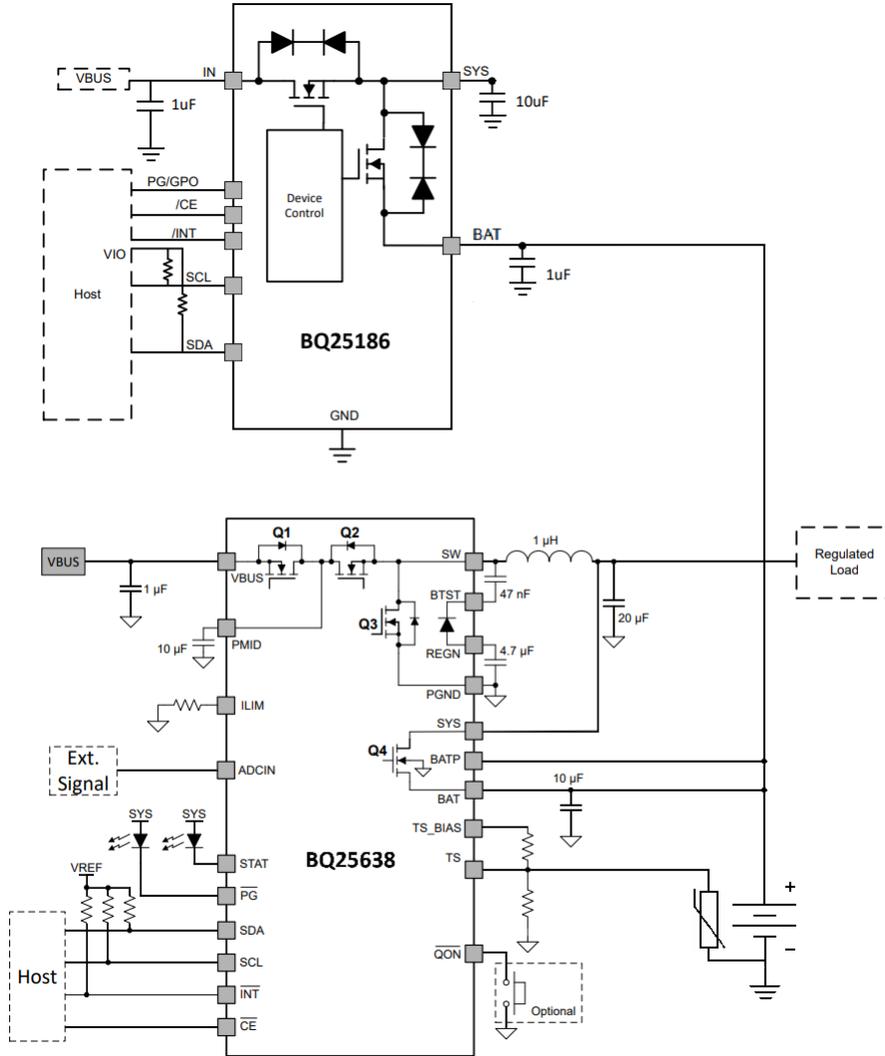


图 2-10. 并联充电器方框图

虽然系统设计人员可以将两个器件的系统输出连接到系统负载，但这会带来相对复杂的控制影响，因此建议使用图 2-10 中所示的配置。此配置仍然允许线性充电器通过两个器件的 BATFET 为系统负载输送电流。这样做的明显缺点是会通过两个 BATFET 增加电阻。如果系统设计人员仍希望将充电器的 BAT 和 SYS 输出并联，则他们必须确保非充电器件的 BATFET 未处于活动状态。这可以通过几种方式实现，但如果操作不当，可能会损坏其中一个或两个充电 IC。

虽然就系统输出而言上述考虑因素不太重要，但 TI 建议使用主机处理器控制充电器，这样即使系统和主机都有有效输入，也只有一个充电器正在主动充电。这两个充电器同时处于活动状态不会对系统造成任何损坏。但是，每个充电器的充电电流都会相互增加，因此，系统设计人员必须确保，如果需要使用此功能，则组合充电电流不会超过电池的额定充电电流。

确保将适当的输出电容器放置在靠近相应 IC 的位置，尤其是对于开关充电器，因为应用示意图中所示的 20uF 电容在降压转换器电路中起着关键作用。此外，由于器件具有不同的 I2C 地址（线性充电器为 0x6A、开关充电器为 0x6B），I2C 线路也可以连接在一起。此外，中断引脚也可以连接在一起，因为中断引脚都是开漏输出。

2.4 电子保险丝 (USB OTG)

由于大多数 TI 电源多路复用器不支持反向电流，因此不提供允许电池充电器 IC 升高电池电压并充当电源的 USB OTG 功能。但可以使用两种电子保险丝来解决此问题。在大多数双输入应用中，两个电源都不采用 USB OTG 端口，因此，为了尽可能提高成本效益，必须将单向电子保险丝用于非 USB OTG 电源，将双向电子保险丝用于 USB OTG 端口。

在该示例中选择的器件是 TPS25948 双向电子保险丝和 LM73100 单向电子保险丝。数据表中的 TPS25948 典型应用示意图使用其中两种电子保险丝以及电池充电 IC。

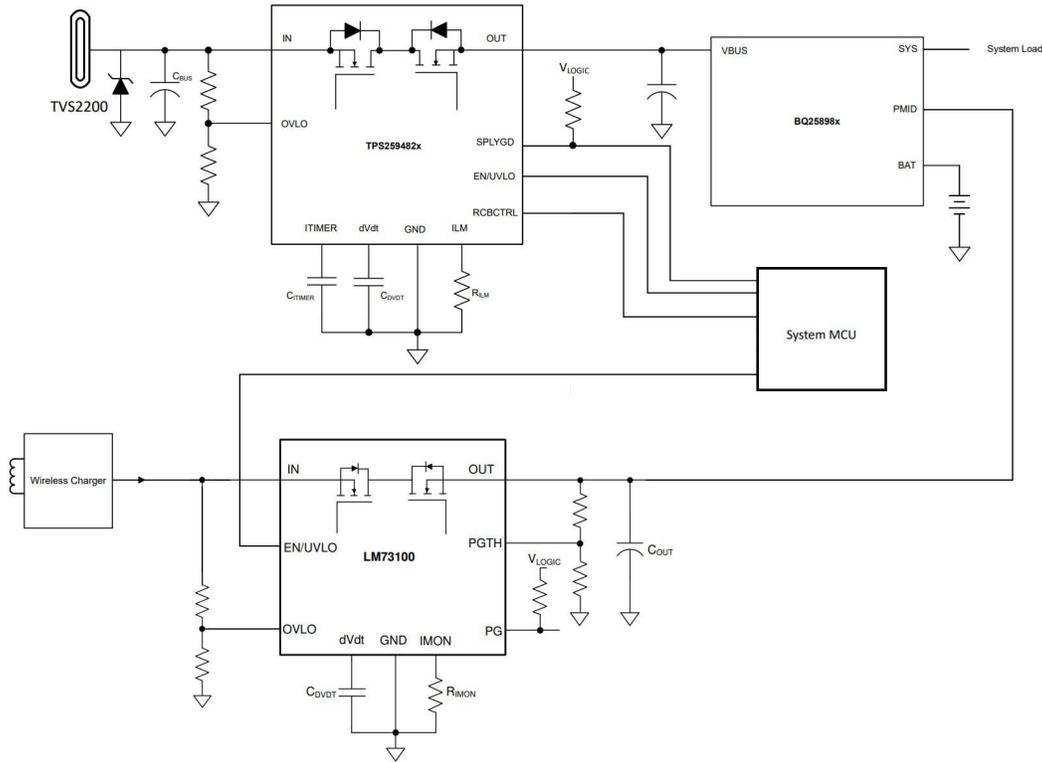


图 2-11. 使用电子保险丝的双电源应用示意图

其中一个要注意的特性是将第二个电子保险丝输出连接到电池充电器 IC 的 PMID 引脚。该 PMID 引脚可直接连接到电池充电器 IC 中背对背 FET 之间的节点，通常用于额外的去耦电容器。请注意，对于某些充电器 (如 BQ2589x)，必须从 PMID 引脚获取 OTG 输出，而在其他充电器 (如 BQ25638) 中，必须从 VBUS 获取 OTG 输出。

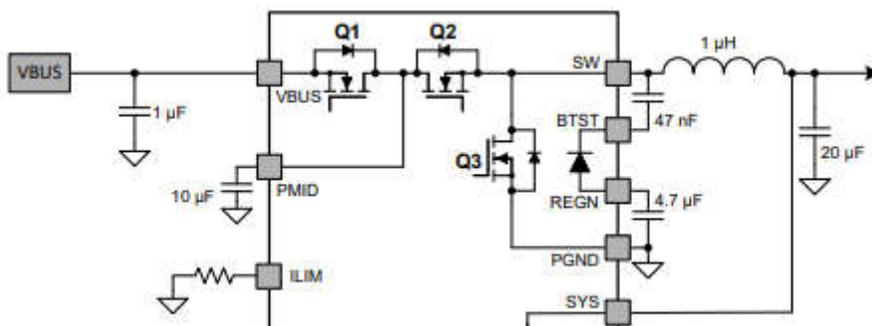


图 2-12. 应用示意图部分

3 总结

表 3-1. 架构比较

| 拓扑 | 电源多路复用器 | 电源多路复用器 | 双充电器 | 多节电池 | 电子保险丝 |
|------|--------------------|----------------------|--------------------|---|----------------------|
| 充电器 | BQ25638 | BQ25622E | BQ25638 + BQ25186 | BQ25798 | BQ25638 |
| 输入控制 | TPS2121 | TPS2116 | 无 | 4x CSD17581 | TPS25948 + LM3710 |
| 价格 | \$2.10 | \$1.25 | \$2.12 | \$2.53/\$2.08 | \$2.29 |
| 组合封装 | 9.8mm ² | 10.86mm ² | 9.8mm ² | 136mm ² /20.7mm ² | 13.16mm ² |
| 额外控制 | 无 | 无 | 有效 | 无 | 有效 |

上面的比较表显示了一些可能的设计，每种设计都各有优缺点。这些价格基于 TI.com 上的 1k (千件) 批量采购价格。介绍的前两种设计基于电源多路复用器拓扑，本应用手册的第一部分对该拓扑进行了全面探讨。

所介绍的第一种设计使用 BQ25638 和 TPS2121，这确保系统设计人员能够使用全系列充电 IC 功能，包括 18V 最大输入电压和 3.2A 最大输入电流。电源多路复用器设计还需要很少的额外无源元件，这取决于所需的功能，可以限制为只使用几个小电阻器。

第二种电源多路复用器设计旨在展示一种更注重成本的设计，它采用不同的充电器 IC，该 IC 具有许多相同的特性，包括 3.2A 充电电流，而主要区别在于封装更大 (QFN 类型)、最大输入电压更低和电阻更高的 BATFET。此外，针对此设计选择不同的电源多路复用器可以降低成本。但是，此电源多路复用器的规格低于充电器，可将输入电流和电压限制为 2.5A 和 5.5V。此外，可能需要一些输入保护来保护电路的其余部分免受更高电压的影响。

双充电器设计可在两个输入源受益于两种不同充电器拓扑的应用中提供独特的优势。例如，如果一个输入的功率相对较低 (例如小型太阳能电池)，则可以为该输入选择低规格线性充电器，并可以为另一个输入选择不同的开关充电器。这使系统设计人员能够通过选择其规格仅适用于每个输入的充电器来尽可能降低成本。

第四种设计使用 TI 的一种多节电池充电器，当与四个 FET 结合使用时，该充电器可提供双输入功能。为该设计提供了两种封装尺寸和价格，第一种描述了将 EVM 中所述的 FET 用于充电芯片时的成本和封装尺寸。第二种展示了使用 TI FemptoFET 产品线中的 CSD13385F5 FET 时的成本和封装尺寸。与大多数单节电池充电应用相比，原始 FET 具有更大的电流和电压额定值。为了打造一个更具成本效益且封装尺寸更具竞争力的系统，TI 建议根据应用要求选择新的 FET。

最后一种设计适用于将器件用作电源的 USB OTG 应用。此外与电源多路复用器设计相比，电子保险丝的优势是导通电阻非常低。主要缺点是封装尺寸，因为此设计使用三个独立的 IC，并且需要增加主机交互来控制哪个保险丝处于活动状态。

4 参考资料

德州仪器 (TI), [支持无缝切换的 TPS212x 2.8V 至 22V 主电源多路复用器](#) 数据表。

德州仪器 (TI), [支持 NVDC 电源路径管理和 USB OTG 升压输出的 BQ25638 I2C 控制型 5A、最大 18V 输入充电器](#) 数据表。

德州仪器 (TI), [支持 NVDC 电源路径管理的 BQ25622E I2C 控制型单节、3A、最大 18V 输入降压电池充电器](#) 数据表。

德州仪器 (TI), [支持手动和优先级模式电源切换的 TPS2116 1.6V - 5.5V、2.5A 低 IQ 电源多路复用器](#) 数据表。

德州仪器 (TI), [支持电源路径、运输模式、关断模式和电池跟踪 VINDPM 的 BQ25186 单节 1A I2C 线性电池充电器](#) 数据表。

德州仪器 (TI), [支持双输入选择器、用于太阳能电池板的 MPPT 和快速备份模式的 BQ25798 I2C 控制型 1-4 节、5A 降压/升压电池充电器](#) 数据表。

德州仪器 (TI), [CSD17581Q5A 30V N 沟道 NexFET™ 功率 MOSFET](#) 数据表。

德州仪器 (TI), [支持输入反极性保护和过压保护的 LM73100 2.7V - 23V、5.5A 集成式理想二极管](#) 数据表。

德州仪器 (TI), [支持双向电力输送的 TPS25948xx 3.5V - 23V、12.2mΩ、8A 电子保险丝](#) 数据表。

德州仪器 (TI), [CSD13385F5 12V N 沟道 FemtoFET™ MOSFET](#) 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、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