

为什么使用PassThru技术有助于延长储能系统寿命

Bryan Angelo Borres, 产品应用工程师
Anthony Serquina, 产品应用工程师

摘要

PassThru™模式是一种控制器工作模式，能够让电源直接连接到负载。PassThru模式用于降压-升压或升压转换器中，以提高效率和电磁兼容性^{1,2}。本文介绍了采用PassThru技术的控制器相比其他控制器的优势，以及PassThru模式如何延长储能系统的使用寿命，特别是超级电容的总运行时间。

简介

延长电池的使用寿命，意味着储能系统性能更强、运行时间更长、成本更低。通常有三种方法可以延长电池寿命：改进电池技术，设计更优良的器件，以及提供创新的能源管理系统。改进电池技术包括：为特定应用选择合适的电池，以及设计适当的电池管理系统来控制充电、调节温度并充分降低功耗。设计更优良的器件需要考虑高效的硬件元件和稳健的固件，这两者对于更好地兼顾功能和寿命指标都是必不可少的。为了以智能方式实现能耗优化，可以利用最新的电源管理系统，这些系统采用基于AI的算法、新型拓扑结构和高效的转换器控制方法，例如PassThru模式和省电模式。

了解超级电容

将超级电容等储能器件与电池一起使用，可以使多种不同的应用场景受益³。超级电容的优势包括：支持短时突发功率的快速充电和放电，更长的使用寿命，以及更高的整体系统效率。例如，超级电容非常适合快速储存能量和提供备用电源。超级电容可以承受极端温度环境条件。与电池配合使用时（例如

在电动汽车中），超级电容有助于提高性能并延长电池寿命。此外，超级电容对环境更友好⁴。

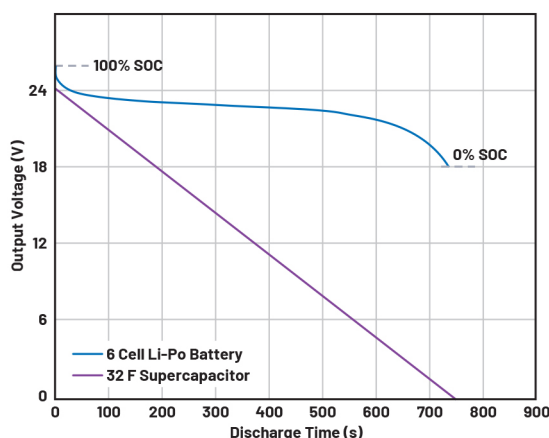


图1. 24 V超级电容和锂聚合物电池在0.5 A负载下的典型放电特性比较。

图1显示了超级电容与电池的不同之处。在相同额定电压下，6芯0.1Ah锂聚合物电池表现出电压源的特性，在整个运行期间能提供更稳定的电压。相比之下，当电流从2F超级电容流向负载时，电压线性下降。超级电容的这种线性放电特性需要更高效的系统来转换其能量。在这种场景下更适合使用降压-升压转换器功能，因为无论输入电压是低于还是高于设定好的输出电压，该转换器都能适当地调节并维持输出电压稳定。

什么是PassThru模式？

PassThru技术是宽输入供电器件的基本特性。与采用传统控制方式（标准降压-升压控制器）的系统相比，它可以提高效率并延长储能系统的使用寿命。直通(Passthrough)是指在预定义的电压窗口，输入直接传递到输出，好像发生了短路一样。PassThru技术充当电源（例如超级电容）与负载之间的网络，确保电压在指定的可接受范围内调节。它提供从电源到负载的直通路径，以确保器件尽可能高效地运行。PassThru模式是确保超级电容供电的器件实现优化效率的重要手段，因为它可以减少超级电容的加载/卸载循环，并改善器件的EMI和整体性能。

PassThru模式如何延长储能系统寿命

四开关降压-升压转换器中的直通模式根据指定的窗口设置，提供从电源到输出负载的直通路径，如图2所示。输入直接传递到输出。这样可消除开关损耗，从而提高指定PassThru窗口的效率，并且它还提高了电磁兼容性，因为在PassThru模式下不会出现开关频率。降压-升压转换器中的直通模式可提供灵活性，因为它允许设置与升压输出电压不同的降压输出电压。这与只提供一标称输出电压的典型降压-升压IC相反。当输入电压表现异常时，此特性还能保护负载，具体说明参见文章“[为汽车电子系统提供保护和供电，无开关噪声，效率高达99.9%](#)”¹。PassThru技术是LT8210的一种工作模式，该器件是市场上唯一具有此功能的降压-升压控制器IC。有关PassThru模式功能的更多详细信息，参见文章“[具有PassThru功能的四开关降压-升压控制器可消除开关噪声](#)”。

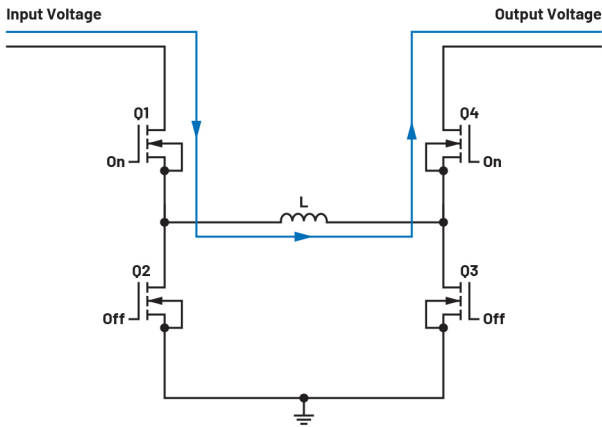


图2. 具有PassThru模式的降压-升压转换器电路图。

欲了解LT8210的PassThru工作模式，可以参阅其[数据手册](#)或演示板的效率曲线。图3显示了DC2814A-A演示板在4 V至24 V输入电压和10%至80%负载下的效率曲线。该演示板采用LT8210，输入电压范围为4 V至40 V，满载电流为3 A，输出电压为8 V至16 V。相对于降压-升压操作，在PassThru模式下工作会使较高负载下的效率提升多达5%，较轻负载（例如10%电流负载）下的效率提升多达

17%。因此，在轻负载运行条件下，PassThru模式实现了显著的性能改进。

值得注意的是，虽然LT8210的直通模式允许设置与降压输出电压不同的升压输出电压，但当输入电压在输出电压设置值附近时，仍会出现降压-升压区域。LT8210中出现该降压-升压区域的原因在于，相对于一个电感电流调节的降压和升压控制区域存在交集。

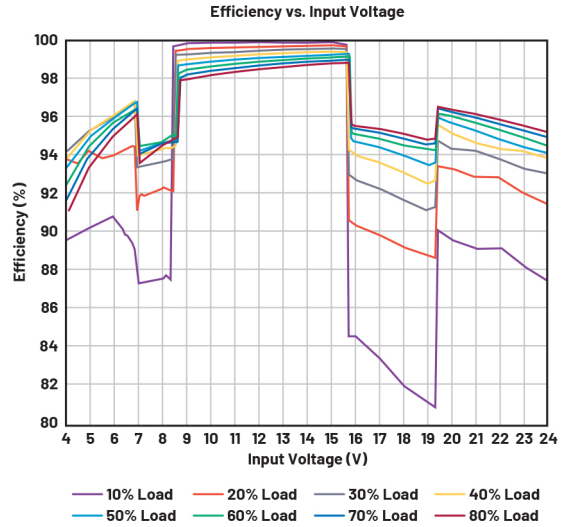


图3. DC2814A-A效率曲线。

为了解PassThru模式的应用效果，我们来看图4中的系统。四开关降压-升压转换器用作负载点转换器的前置稳压器，负载点转换器也用作电机驱动器。虽然电源是24 V超级电容，但直流电机需要9 V输入电压和0.3 A输入电流。降压-升压转换器将采用PassThru模式，或采用传统四开关降压-升压控制器在连续导通模式(CCM)下运行。请注意，传统降压-升压控制没有PassThru模式。它只有降压、升压和降压-升压操作，如图3所示。

使用PassThru模式的系统将其升压输出电压设置为12 V，降压输出电压设置为27 V。这样，超级电容的启动电压就可以在通带限值以内⁵。因此，从24 V到12 V超级电容电压，系统将经历PassThru模式。在此期间，效率达到99.9%。请注意，转换器将经历降压-升压模式，导致效率骤降，然后进入升压模式。另一方面，在传统降压-升压控制方式下运行的系统则设置为以16 V的恒定输出电压运行。这样做是为了将输出电压设置在通带限值设置的中点附近。

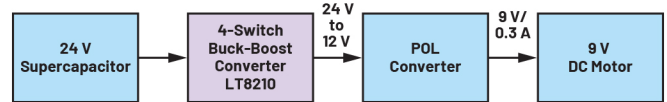


图4. 超级电容供电的电机框图。

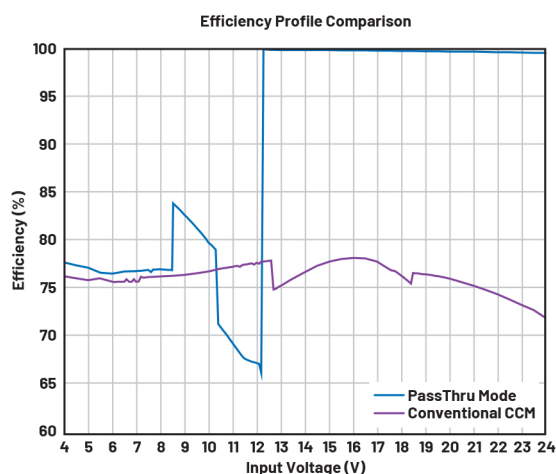
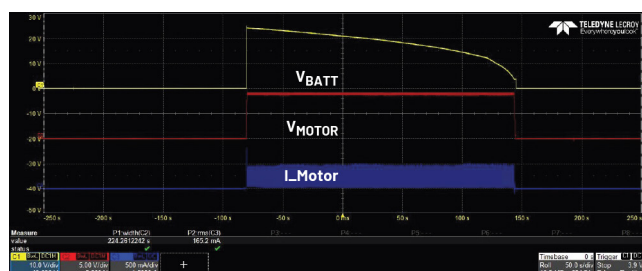
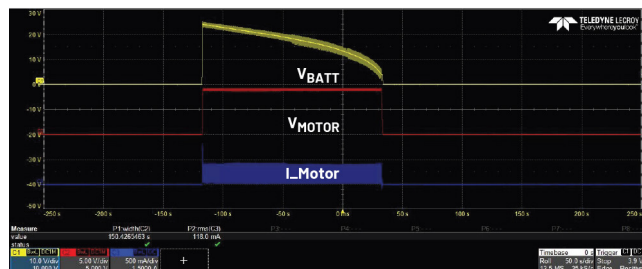


图5. 支持PassThru模式的系统与传统CCM模式下运行的降压-升压转换器的效率比较。

图5显示了两个降压-升压转换器的效率比较，电压从4 V到24 V，功率为2.7 W。与传统控制方式的系统相比，PassThru模式使效率提升了22%至27%。为了进一步验证两个系统的差异，利用ITECH IT6010C-80-300的电池仿真器功能对其进行了测试。使用以下设置来仿真超级电容响应，运行时间至少120秒：起始电压为24 V，结束电压为0 V，电荷为0.005 Ah，内阻为0.01 mΩ。图6显示了两个系统的波形。通道1指示电池仿真器电压，通道2指示电机电压，通道3指示电机电流。PassThru模式控制的系统运行了224秒，而传统控制方式的系统仅运行了150秒。因此，我们观察到采用PassThru模式的系统运行时间增加了49%。



PassThru Mode Enabled
(a)



Conventional Control
(b)

图6. 超级电容供电电机的总运行时间。

以下是使PassThru模式控制的系统效率更高的一些原因：

- PassThru模式消除了降压操作；
- 电池电压在文章“[两级多输出汽车LED驱动器架构](#)”⁵所推荐的通带以内；以及
- 它设计为在轻负载下运行，侧重于降低开关损耗。

结论

PassThru技术是超级电容供电的器件实现优化性能的重要手段。与传统（CCM模式下降压-升压）控制方式的系统相比，采用具有PassThru模式的LT8210同步降压-升压控制器可以大大优化超级电容供电器件的效率。在本文的示例中，PassThru模式使效率提高了27%，并增加了整个系统的总运行时间，从而将储能系统的运行时间延长了49%。

参考资料

- ¹David Megaw. “[为汽车电子系统提供保护和供电，无开关噪声，效率高达99.9%。](#)”《模拟对话》，第54卷第1期，2020年2月。
- ²Frederik Dostal. “[使用降压-升压稳压器实现直通操作。](#)”ADI公司，2021年11月。
- ³Srdjan M. Lukic, Jian Cao, Ramesh C. Bansal, Fernando Rodriguez和Ali Emadi. “[Energy Storage Systems for Automotive Applications \(面向汽车应用的储能系统\)。](#)”《IEEE工业电子会刊》，第55卷，第6期，2008年6月。
- ⁴“[Supercapacitors Could Be Key to a Green Energy Future \(超级电容可能是绿色能源未来的关键\)。](#)”国家科学基金会，2008年7月。
- ⁵Satyaki Mukherjee, Alihossein Sepahvand, Vahid Yousefzadeh, Montu Doshi和Dragon Maksimović. “[A Two-Stage Multiple-Output Automotive LED Driver Architecture \(两级多输出汽车LED驱动器架构\)。](#)”2020年IEEE能源转换大会暨博览会(ECCE)，2020年10月。



作者简介

Bryan Angelo Borres于2022年10月加入ADI公司，担任MMP-East的产品应用工程师。他拥有马普阿大学电力电子研究生学位。Bryan在开关电源设计研发领域拥有超过四年的工作经验。



作者简介

Anthony Serquina是ADI菲律宾公司的产品应用工程师。他毕业于菲律宾碧瑶市圣路易斯大学，获电子和通信工程学士学位。他在电力电子领域拥有超过15年的经验，包括电源管理IC开发以及AC-DC和DC-DC前端电源转换。他于2018年11月加入ADI公司，目前负责支持工业应用的电源管理需求。他曾在ADI信号链电源(SCP)硬件和软件平台的开发中发挥了重要作用。

