

应用手册

使用推挽变压器来隔离12 V 应用中的电源



HCT 系列

简介

DC-DC 转换器可以透过高频开关和能源储存组件，例如传感器和电容器，来产生高效能电路。DC-DC 转换器包括许多高压应用，例如超容量能源库、马达驱动器、高压电池系统和太阳能转换器。

DC-DC转换器是电源设计的重要元素，主要用来将电压从一个电平「调节」到另一个电平，亦即，它们可以提高电压或降低电压。推挽式DC-DC 转换器在需要电流隔离的电动汽车应用中变得越来越普遍。它们不仅效能高、产生较低的EMI辐射，且占用空间小。推挽式装置可用于电池管理系统 (BMS)、车载充电器和牵引转换器提供电力，还可以将高压电路与低压电路做隔离，因此对汽车应用极具吸引力。

本应用手册将解释为什么Bourns® Model HCTSM8系列变压器是隔离DC-DC转换系统内电源的优异解决方案。它将说明推挽拓扑的优点，以及HCTSM8变压器是如何透过为绝缘闸双极性晶体管提供偏压的方式来进行电压的隔离。

Bourns® HCT变压器可与德州仪器公司的SN6501和SN6505B变压驱动器搭配使用，而且有一个最大工作电压为5V的隔离电压源。理论上，HCTSM8系列可在更高的电压下运行。本应用手册将说明如何使用 SN6501 IC芯片来实现这点。这个解决方案提及了在变压器和 SN6501之间插入一对场效晶体管，用以保护芯片以免遭受指定设计限制内的高电压击穿。

使用推挽变压器来隔离12 V 应用中的电源



HCT 系列

推挽式转换器背景

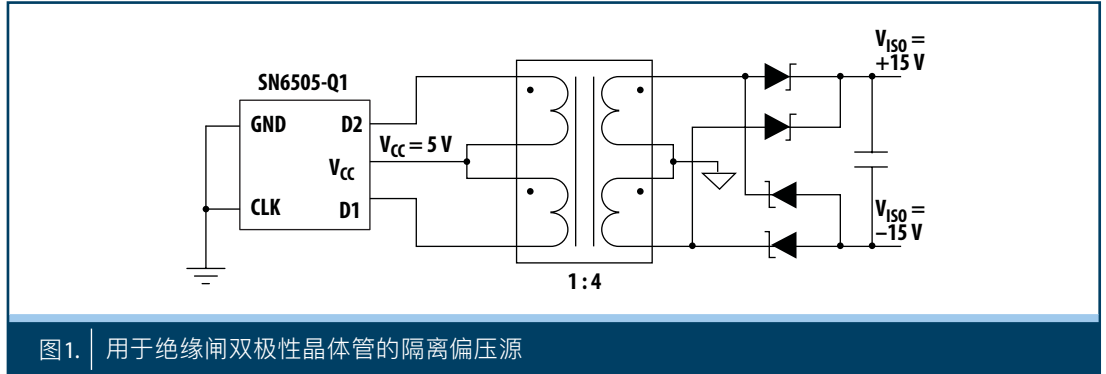
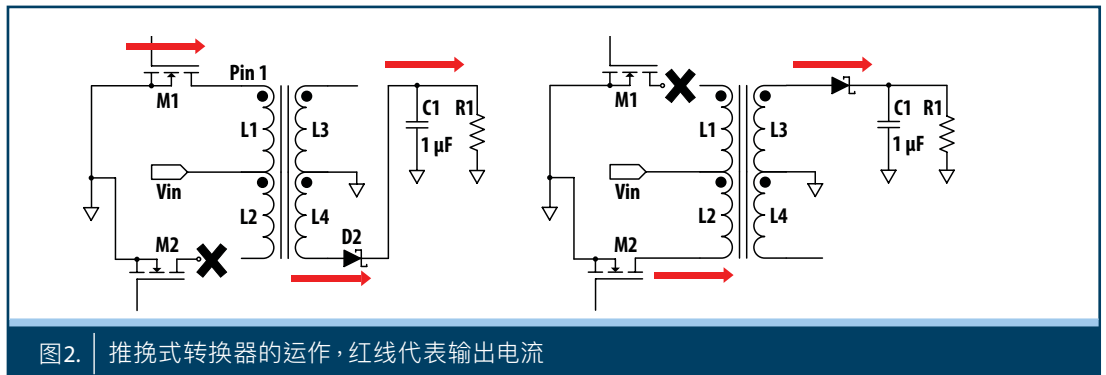


图1显示一个典型应用电路，使用推挽式变压器来产生正负15 V的电压用以打开和关闭绝缘闸双极性晶体管。这种电源供应的一个缺点是输入电压将被限制为5 V，也就是说，这样的电路无法应用在5 V以上输入电压（例如12 V或24 V）的应用范围。

DC-DC转换器是工业应用环境的必需品，例如做为界面/总线隔离和数字电路的隔离。12 V是常见的工业电压，建议应用于通讯接口系统中的DC-DC 2对1的12 V电压源。在这里，DC-DC转换器系统将在信号隔离单元和收发器单元之间提供电流隔离。

推挽式转换器是效能非常高的双开关拓扑。它需要一个变压器，因此它在每个开关周期将功率从初级传输到次级。图2显示了开关的操作。当开关M1闭合时，电流会流过线圈L1。

同时，电流流过线圈L4，且二极管D4导通。当M2闭合且M1打开时，则相反；电流流过L2，且D1开始透过L3传导。值得一提的是，有一个空滞时间，两个开关都会关闭，以避免发生短路。





HCT 系列

电气和机构上的优点

Bourns® HCT系列变压器有许多电气与机构上的优点。例如，它们在稳定的输入和输出电流下提供高效能。串联的推挽式变压器设计用于开环路配置，因此它不需要反馈，从而可以简化设计。此外，变压器提供良好的磁芯利用率，因为它从两个半开关周期中去汲取电流。除此之外，由于推挽式转换器的平衡配置，它的EMI辐射是低的。这个特色对EMI 受到严格规定的汽车应用是个优点。

说到机构的优点，HCT系列尺寸小，且采用高间隙和高漏电距离设计。它的创新设计使漏电距离最大化。变压器的磁芯位于一个特殊的小壳中，可增加电流在初级和次级之间的流动路径的长度。对占用空间较小的变压器来说，漏电距离就类似于大尺寸的反激式变压器。

电路说明

如图3所显示的电路图，场效晶体管位于变压器初级线圈和TI SN6501组件的内部场效晶体管的汲极之间。场效晶体管将保护芯片免遭受高于5 V的电压，同时不影响电路的效能。输入电压供应经过线性稳压压器提供一个稳压给SN6501驱动器，而一个单独的电压源则是提供一个偏压给场效晶体管的栅极。

栅极电压被设定为5 V，以尽量提高效能。栅极电压越高，所产生的汲极电流越高，且需要从输入电压汲取更多电流。此外，建议谨慎选择低输出电容和低输出电阻(on)的场效晶体管。如果场效晶体管的输出电容过大，会造成SN6501组件的汲极电压会开始上升，这种现象可能会损坏芯片。由于场效晶体管处于连续导通状态，因此必须选择低输出电阻(on)的场效晶体管。输出电阻(on)越低，电路的效能越高。

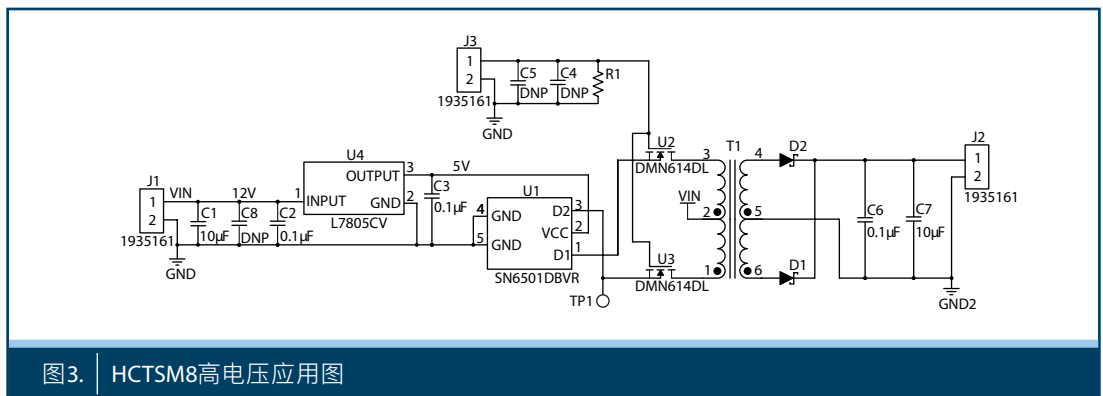


图3. HCTSM8高电压应用图



HCT 系列

电路说明(续)

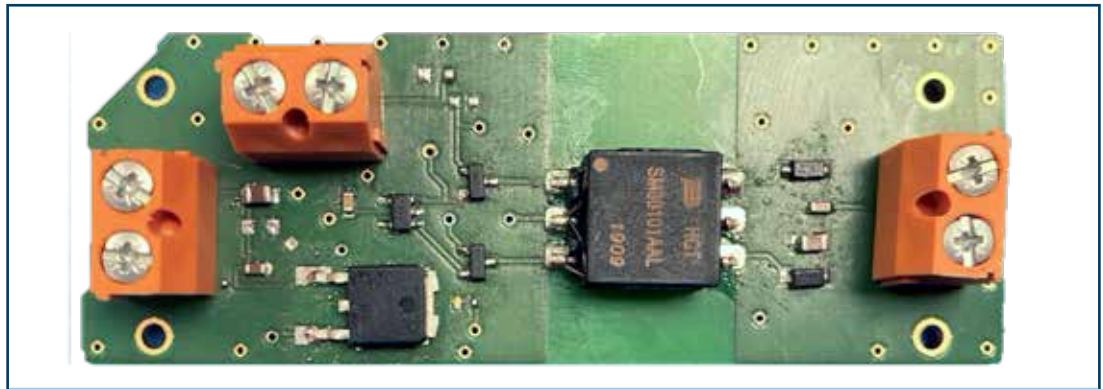


图4. HCTSM8板

Bourns 在内部的磁性设计中心使用直流电源供应器、直流电子负载和示波器来进行电路测试。表1列出所使用的设备。变压器的匝数比和所施加的输入电压决定输出电压。且使用了两个匝数比分别为1:1和2:1的不同变压器进行测试。在整个测试中，所施加的输入电压为12 V和15 V。下一节说明Bourns 内部测试的结果。

表1. 设备

设备	制造商	部件编号
示波器	LeCroy	WaveACE101
直流电源供应器	Powerbox	PB3100
直流负载	BK Precision	8540
数位万用表	Fluke	179

Bourns 电路测试结果

Bourns 的工程师使用同一个变压器进行两个测试，但匝数比各为1:1和2:1的变压器。电路测试的设定如上一节所述。



图5. 测试设定



HCT 系列

匝数比1:1配置的HCTSM8系列变压器

测试1使用匝数比1:1的配置，并在15 V的输入电压下测试变压器。图6显示电路在0-100 mA负载电流下的效能。最佳效能出现在100 mA的最大负载电流下。为了提高效能，设计人员应选择低输出电阻(on)的场效晶体管，以尽量减少功率损耗，因为场效晶体管始终处于导通状态。

图7显示输出电压与负载电流的关系。随着负载电流增加，输出电压仍然保持相对稳定，且不会低于14.5 V。由于没有使用闭回路控制或使用线性稳压器，因此随着负载电流幅度增加，输出电压会略为下降，这是正常的。

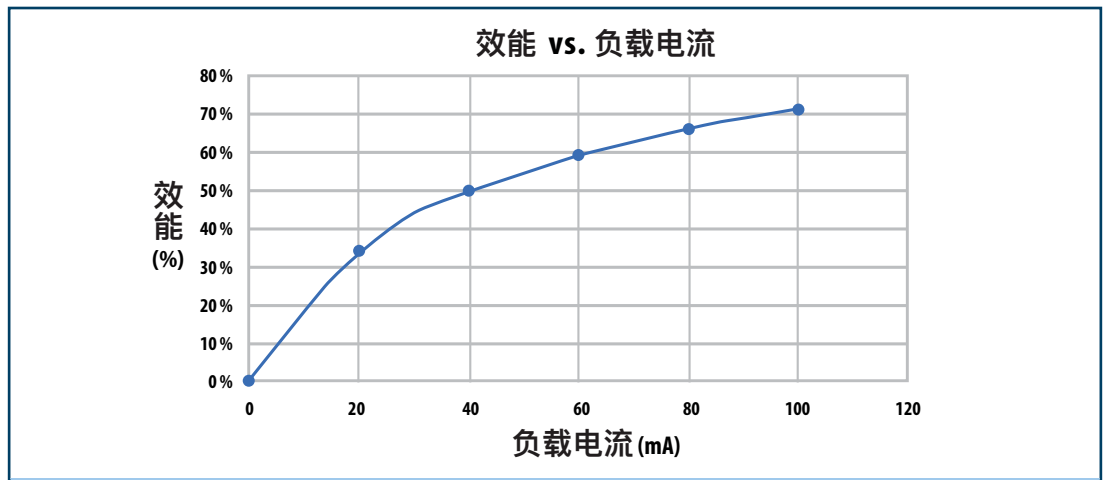


图6. HCT系列匝数比1:1效能vs.负载电流图

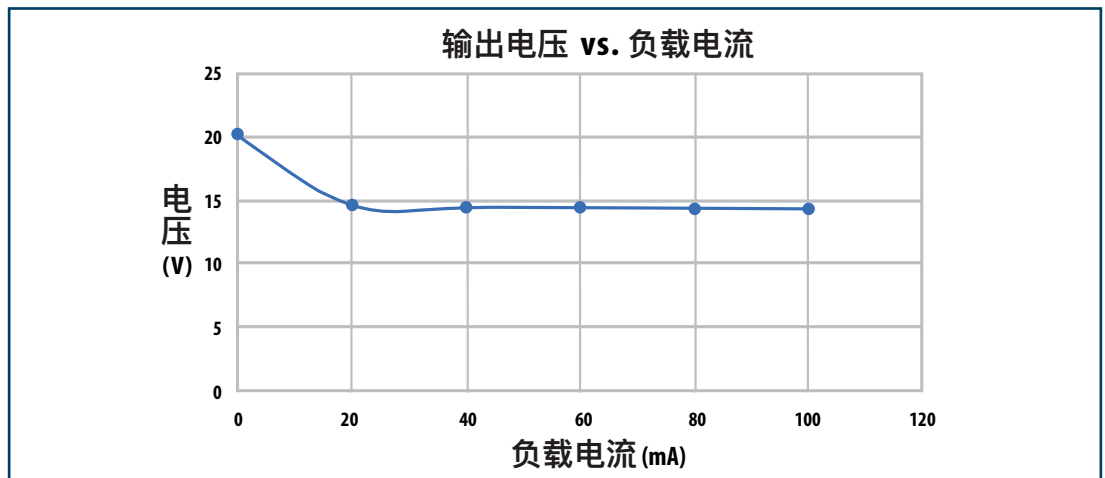


图7. HCT系列匝数比1:1输出电压vs.负载电流图



HCT 系列

匝数比2:1配置的HCTSM8系列变压器

第二个测试使用了相同的变压器但匝数比为2:1。所施加的输入电压为12 V，非常类似通讯电源中的12 V电源。随着负载电流从0-300 mA逐渐增加，结果也被记录下来。这个测试的效能结果类似前一个测试，图8说明最高效能出现在最大负载电流下。此外，图9显示输出电压会随着负载电流而略微减小。

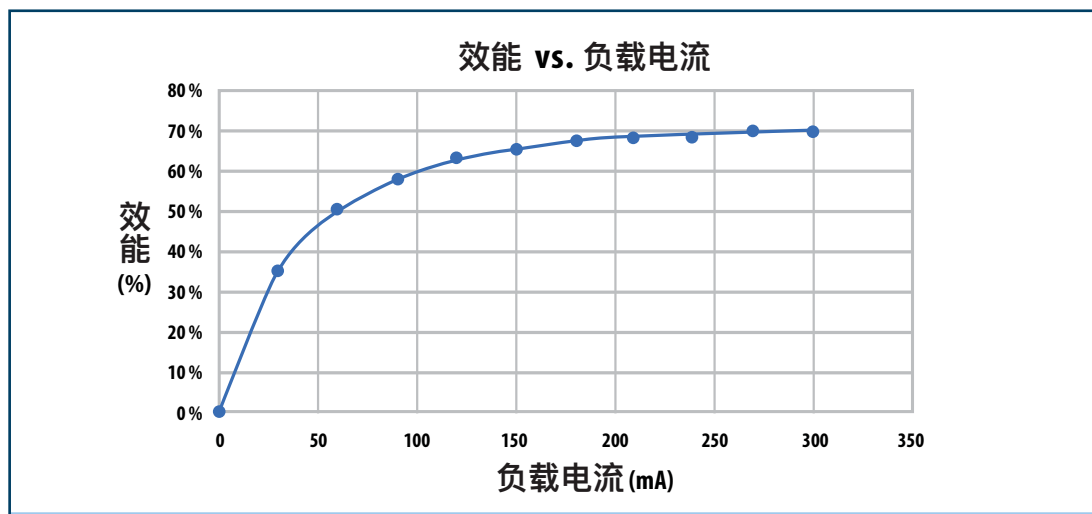


图8. HCT系列2:1效能vs.负载电流图

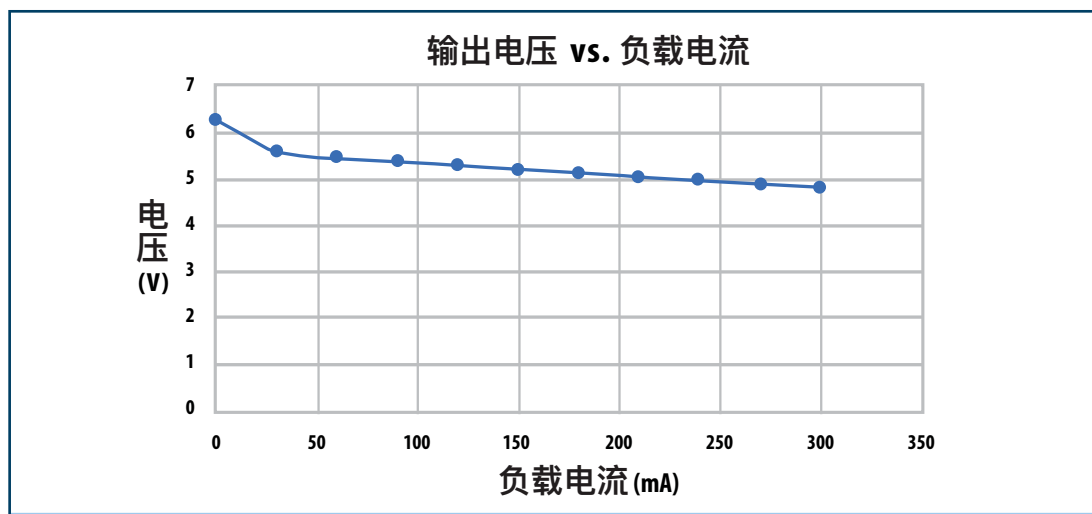


图9. HCT系列2:1输出电压vs.负载电流图



HCT 系列

结论

测试结果显示了两个推挽式电路都有足够的性能。它们亦显示了添加入场效晶体管对效能几乎没有影响，但选择低输出电阻(on)的场效晶体管仍然很重要，否则效能会减低。所建议的电路显示TI SN6501 芯片可在高于5 V的电压下使用。所提供的例子亦显示Bourns® HCTSM8系列变压器搭配TI SN6501驱动器是隔离通讯系统中12 V 电源总线或绝缘闸双极性晶体管开关之电源的理想解决方案。

参考

[1] A. Kamath, "Push-pull converter simplifies isolated power supply design in HEV/EV systems" Analog Design Journal, Texas Instruments, accessed 13/11/2020, < https://www.ti.com/lit/an/slyt790b/slyt790b.pdf?ts=1605253120349&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F >.

[2] C. Sheehan, "How to Select the Right Reinforced Transformer for High Voltage Energy Storage Applications," Application Note, Bourns Electronics, accessed 13/11/2020, < https://www.bourns.com/docs/technical-documents/technical-library/inductive-components/application-notes/bourns-hct-series-transformer-app-note.pdf?sfvrsn=86ff43f6_12 >.

www.bourns.com

BOURNS®

美洲: 电话 +1-951 781-5500
Email americus@bourns.com

欧洲、中东和非洲: 电话+36 88 885 877
Email eurocus@bourns.com

亚太地区: 电话 +886-2 2562 4117
Email asiacus@bourns.com