

用于电动机与电池
仿真的高压电子负载

电气化 仿真

dSPACE 开发了一种新型的高压电子负载，能够用于仿真电机和电压高达 700 V 的电池。它与所需的仿真模型结合在一起，能够形成一站式、即用型测试系统，用于所有的牵引应用。



理想的电驱动ECU测试系统应该十分灵活、紧凑、功能强大，而且容易更改。而这正是 dSPACE 的新型高压电子负载的特点。它是高达 700 V 的高动态响应电动机和电池仿真的核心所在。开放、灵活的 dSPACE 仿真模型和 dSPACE SCALEXIO 硬件在环 (HIL) 仿真器使此电子负载的功能更加完备。被测 ECU 是唯一需要的真实部件，其增加了测试装置的灵活性，价格又十分划算。

HIL测试的电机仿真

电机 ECU 必须使用集成的电子负载来处理电驱车辆的整个驱动功率。因此在 HIL 测试期间，此类 ECU 必须承受真实的电机电流。目前为止，ECU 通常在机械测试台架上（包含动态负载电机）与真实驱动电机一起运行。但是，这种方法有一些缺点。旋转电机具有很高的机械能，需要采取复杂的安全措施。在测试不同的电机时，

测试台架成本高昂又缺乏灵活性。实现的动力学受限于负载电机的动力学。被测装置 (DUT) 无法保证能一直安全运行，故障仿真也只能在一定程度上进行。电动机和电池的仿真避开了这些缺点，为测试人员提供了新的可能性。在仿真过程中，电动机和电池是仿真对象，并通过高动态响应负载使被测装置接受真实的电流和电压，整个过程无需任何机械部件。

多年的行业经验

凭借这种新型高压电子负载，dSPACE 扩充了其产品系列，dSPACE 现可提供一种即用型系统，并通过单一来源的真实能量流实现车辆的完全虚拟化。dSPACE 拥有多年的低压电动机仿真经验，值得客户的信赖。高压电动机仿真借鉴了这些成熟的概念，并进行进一步发展。整个硬件均由 dSPACE 开发，其关键技术已申报专利。由于用户只需联系一家公司，系统设置和操作方面的协调工作大大减少。

>>

凭借新型高电压负载，车辆可以通过真实能量流进行完全虚拟化的仿真，而且所有能量流均可立即使用，并且来自单一来源。

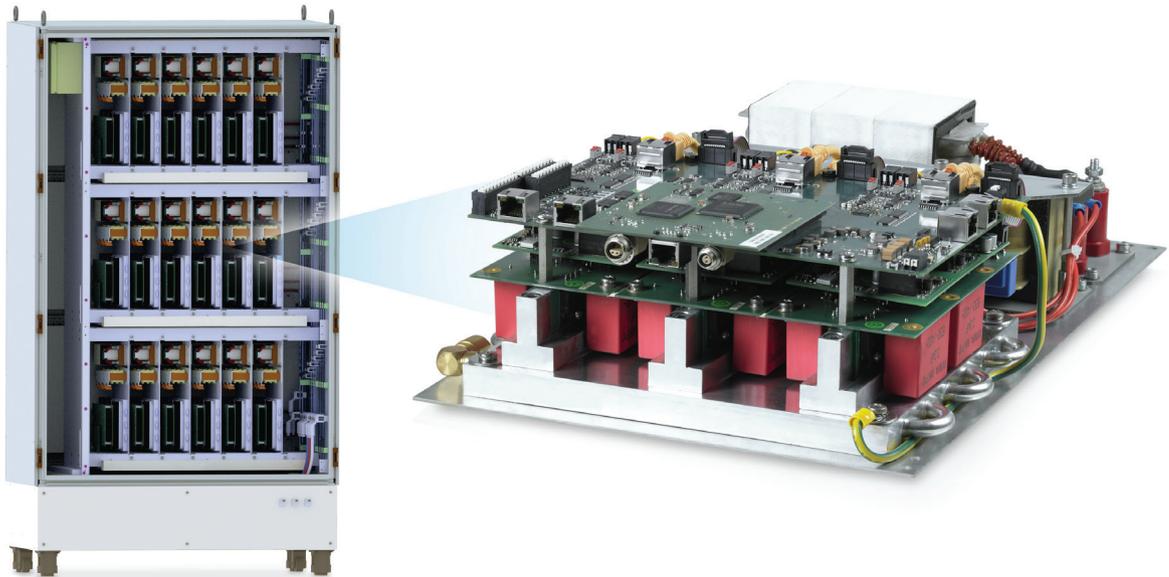


图 1：高压电子负载能够对电压高达 700 V 的电动机和电池进行仿真。

动态高压负载

高压电子负载（图 1）可用于仿真各种负载（比如电动机）和其他电源（比如电池和交流电源）。这两种应用使用相同的硬件，减少了整个系统应用的培训工作，并且可以更轻松地更改配置。由于硬件提供了高动态响应电流变化率、高带宽仿真电感值和高达 700 V 的电压范围，满足牵引应用的所有需求。通过并联使用负载，能够获得高达数十千瓦的功率。此模块尺寸仅为 45 cm x 30 cm（约 18 in x 12 in），非常紧凑。

开放式仿真模型

电动机和增量编码器通过 dSPACE XSG Electric Components Library 中基于 FPGA 的开放式模型进行仿真。这些模型可以用来产生真实的感应相电流，实现快速精确的计算。如有需要，客户或 dSPACE 专家可根据特定需求调整和扩展这些模型。dSPACE Automotive Simulation Models (ASM) 为用户提供了各种模型库，其中含有开放式处理器仿真模型，这些模型可以根据特定应用进行扩展。这些库包含不同类型电池（ASM Electric

Components) 的模型、整个传动系统和车辆 (ASM Vehicle Dynamics) 的模型等各种类型。功率级测试用的仿真模型与信号级仿真模型相同。因此，用户只需一次性学习如何使用模型，即可重复使用现有配置。

强大的仿真器

SCALEXIO 仿真器用作 HIL 系统。由于配有大量灵活的 I/O 板卡，此系统可轻松适应各种应用。凭借强大的 SCALEXIO Processing Unit 和基于 FPGA 的电机仿真，模拟和仿真不受

仿真系统采用紧凑的模块化配置和开放式仿真模型，可以轻松适应广泛的应用需求。

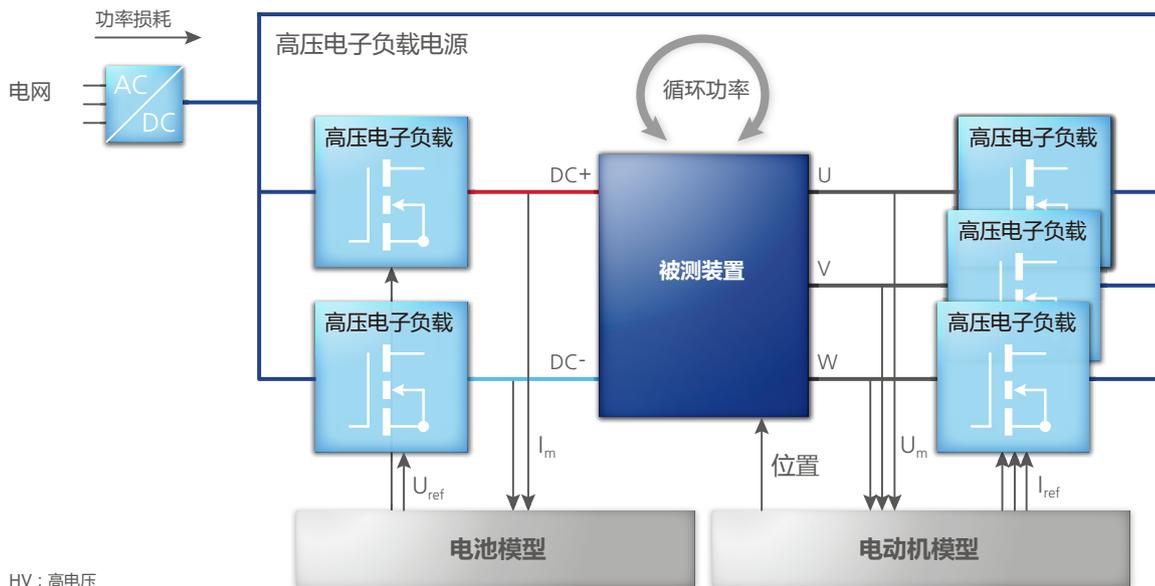


图 2：典型测试配置示意图。

任何限制。在电动机和发电机模式下，电动机所有工况点都可仿真。此外，还能仿真谐波频率，从而十分精确地仿真电动机电流。因此，SCALEXIO 是功率级负载和功能测试的理想 HIL 环境。

广泛应用

高压电子负载已针对电驱动系统的高动态响应电动机和电池仿真进行了优化。其他应用领域包括工业逆变器测试、风能和太阳能逆变器测试、直流/直流斩波器测试以及交流电网仿真测试。其灵活的配置覆盖了所有常用的频率范围，例如航空航天工程项目中的两相或三相频率（50 Hz 或 400 Hz）。此仿真系统可用于各种开发阶段和测试过程：

- 电力电子系统中新控制算法的测试
- 可靠性和故障测试

- 带有被控故障注入的释放和批准测试
- 鲁棒性测试，例如使用不同的电动机参数
- 系统测试中车辆高压组件相互作用

由于采用经过仿真的组件，所有这些测试都能在无风险情况下执行，甚至是在关键工况点上进行，这些工况点原本会使真实电动机承受风险甚至遭到毁坏。对电流和电压持续监测可以确保在极端条件下测试时，被测装置也能得到保护。

整个系统

整个系统由带有高压负载的仿真器机柜、计算仿真模型的 HIL 仿真器和一个冷却装置组成。SCALEXIO 仿真器和仿真器机柜通过 dSPACE 网络技术 IOCNET 连接，允许与 SCALEXIO 实时处理器进行快速的低延迟通信。由于没有能量返

回电网，只需要安装一个成本实惠的标准电源。电动机和电池仿真之间存在内部能量流动，所以整个系统非常高效，通常所需要连接的负载功率只有额定功率的 20%。一套典型的牵引驱动测试装置包括两个仿真电池电流的电子负载、三个仿真电动机的负载、待测 ECU 以及一个补偿耗散功率的电源适配器（图 2）。由于设计紧凑，此配置示例仅需要一个仿真器机柜即可仿真 150 kW 电动机和电池。

在现有工具链中集成

除了仿真模型之外，还可以照常使用其他的 dSPACE 软件，例如模型参数化软件 ModelDesk、仿真监控软件 ControlDesk、可视化软件 MotionDesk 以及测试自动化软件 AutomationDesk。新型高压电子负载将于 2017 年作为工程项目的一部分推出。■