

Technical Article

硬件仿真在开发下一代汽车电池管理系统 (BMS) 时的重要性



在汽车电气化的竞争格局中、原始设备制造商 (OEM) 无法妥协的一点是混合动力和电动汽车的安全性和可靠性。

为了实现安全性和可靠性，汽车的电池管理系统 (BMS) 必不可少：

- 避免电芯故障。
- 通过电芯和环境传感器监控快速检测故障并对其作出反应。
- 持续监控汽车高压系统内的隔离情况。
- 估计车辆可行驶里程。
- 评估充电或驱动的最大功率。
- 根据电池组容量延长可行驶里程。
- 延长电池组更换或回收前的电池循环次数。

虽然人们对 BMS 更高可靠性的需求不断增加，但对缩短开发周期的需求也在增加。鉴于这些类型系统的复杂性，OEM 正在寻求与系统开发商、半导体公司及其第三方合作伙伴更紧密的合作以简化开发。图 1 显示了电动汽车 (EV) BMS 的一个示例。



图 1. EV 中的典型 BMS 和电池

这种协作在 BMS 开发期间使用的基于软件的仿真功能中很明显，在此期间，在开发周期的早期阶段就会在正常和过度条件下测试元件和系统，而无需物理硬件或昂贵的测试空间。硬件在环仿真器等工具可以仿真电池模块或电池组、从而加快开发速度、实现紧凑的测试设置、虚拟原型设计、自动测试，以及无需实际的电池组即可为 BMS 开发软件的能力。

通过简化测试流程，仿真器在加速 BMS 领域创新方面发挥着重要作用。

在开发汽车 BMS 时使用仿真器的优势

硬件在环解决方案提供了一种安全的方法来仿真电池电芯、模块或电池组的双极行为。所有电芯的实际高精度电压输出称为电压电平硬件在环测试。

也可以在信号级测试 BMS 主控制器，并仿真电池电芯和电芯监控单元 (CSU)。此方法的重点是在不使用实际高电压的情况下测试 BMS 控制器的功能及其与车辆网络（或任何其他环境）的交互。这为最终硬件提供了更深入的展示，被称为仿真器。

dSPACE 电芯控制器虚拟化解决方案的典型使用案例包括在主 BMS 控制器上运行集成测试，以验证其与其他车辆控制单元的通信，例如混合动力和电动汽车中的电动机控制器（逆变器）或车载充电器。您还可以测试充电状态和运行状况算法以进行故障检测和反应，并在系统或完整的车辆硬件在环仿真器上执行集成测试。

这些仿真器基于功能强大的现场可编程门阵列（如 图 3 中所示），能够满足严格的时序要求。它们支持多种通信协议，可实现快速、安全和隔离的通信。这样可以实现更灵活的测试功能，例如在混合仿真/真实的硬件环境中将仿真电池组连接到电池管理单元。

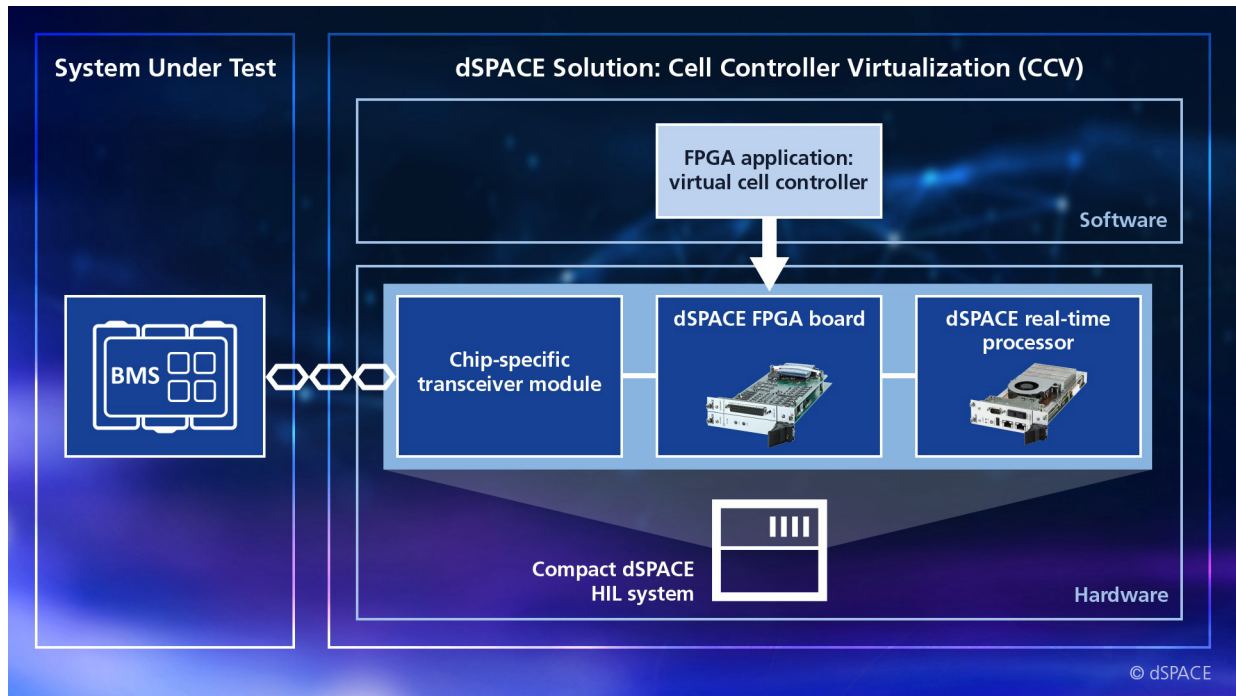


图 3. 在信号级测试 BMS 的 dSPACE CCV 解决方案概述

结语

在汽车 BMS 创新二十年后，仿真解决方案取得了相应的进步，这令人振奋。通过仿真 TI 电池管理 IC，dSPACE 电芯控制器虚拟化解决方案有助于在设计过程的早期加快系统开发。加快的工艺使软件能够在硬件可用之前不断进步，并测试真实情况或极端情况，以帮助提高系统的安全性和可靠性。

商标

所有商标均为其各自所有者所有。

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