



移动 多样性

对于商用汽车，多样性是一项标准。Scania 提供的车辆类型选项和模块化车辆配置几乎数不胜数。通用电子控制单元 (ECU) 系统已有多种衍生类型。在新的测试实验室中，Scania 展示了该系统如何能经过可靠性验证。



Trust (信任) 在运输和商用车行业中通常采用首字母“T”大写的形式, 因为许多人每天都要依赖于可靠性。但是, 高度可靠性和最佳正常运行时间并不是靠运气。而是多年经验和为实现性能完全满足日常驾驶需求目标所付出努力的结果。这些需求各有不同, 应用领域从平滑的沥青道路到泥泞的建筑工地。有时客运, 有时货运。有时, 非道路移动机械也需要安全移动。

绝配的车辆

Scania 的目标是为每项任务提供绝配的车辆。运输、建筑工地交通 (散装货车辆)、市政车辆 (垃圾车、清路机、除雪机)、客运 (公交车) 和特殊车辆 (消防车) 等领域的需求极为不同。这些不同的领域内存在进一步的细分, 而这往往需要能够满足需求的车辆性能。例如, 运输卡车需要针

对其货物的特殊类型 (批量货运、冷藏货物、液体、散装货等) 采用能够满足每个小细节的最佳配置。

高性能车辆技术

安全驾驶、平稳运行的车辆处理和低油耗 – 这些目标出现在每辆 Scania 车的规格文档之中。从技术上讲, 电子元件和软件在推动创新以实现目标的道路上起主要作用。强大的制动装置、电子稳定系统、摄像头监控和高级驾驶员辅助系统 (ADAS) 是 Scania 提高交通安全性、提供经济环保性能和实现最佳舒适性承诺的典型示例。因此, 现代 Scania 车辆采用了复杂的电气/电子 (E/E) 系统, 系统中的各种 ECU 协同工作。

高效的模块化系统

多元化的车辆任务给车辆开发人员带来了更多的挑战。经济高效地管理和

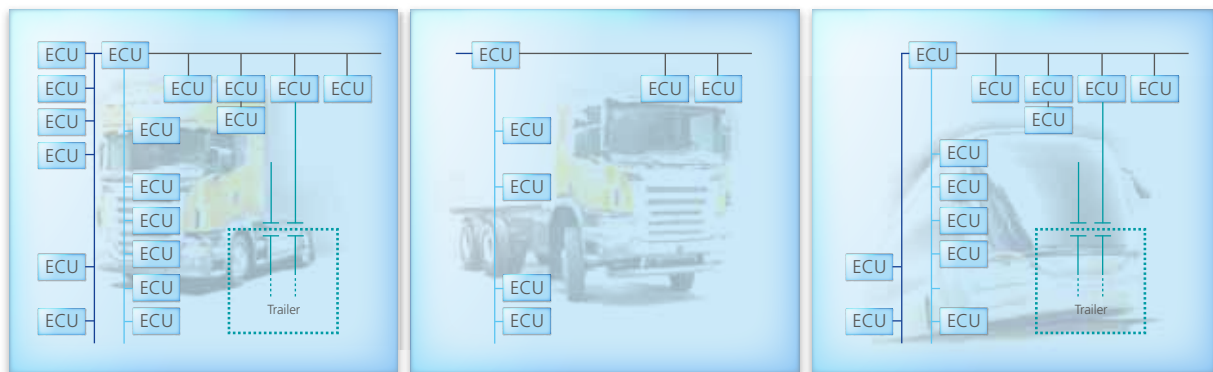
实施这些开发任务的唯一方法就是使用复杂的模块化系统。根据需求, 使用主要部件 (包括驾驶室、发动机、变速箱和底盘) 组装出通常截然不同的专用车辆。

ECU 衍生系统

尽管机械部件为符合任务性质而进行了不同的配置, 但 E/E 系统 (特别是其 ECU) 的设计是通用的。从卡车到公交车再到除雪机, 所有车辆的 E/E 系统都相同, 但确实需要为 ECU 采用相应的模块化方法。ECU 的特定车辆功能和功能特性通过来自车辆配置文件 (Scania 机载产品规格即 SOPS) 的参数来实施。此文件如同车辆的 DNA, 以最细致的方式描述了车辆的配置和特征。根据这种衍生方法创建的各种衍生 ECU 都必须所有安装组合中进行验证。

车队的电气/电子 (E/E) 系统包含 93 个 ECU。这些 ECU 由 dSPACE 提供的仿真器系统进行验证。

根据车辆和特征安装可选 ECU 以及基本 ECU。



将不同种类的 ECU 的电缆束
自动连接到仿真器。

高测试需求

高效可靠地验证当前车队的 E/E 系统是 Scania 最重要的一项任务。这就需要能够支持开发人员开发各个部件功能的测试系统，该系统还必须能够处理完整和（如必要）自动的 E/E 系统测试。最终，测试系统必须符合适用于所测试系统的相同原理：模块化设计、轻松的衍生类型管理和高度可靠性是必然要求。他们与 dSPACE 联手为当前 E/E 系统开发出了一项测试概念，而 dSPACE 在其先前的测试系统仿真器 I-Lab2（集成实验室）方面已经具备一定的经验。全新测试系统（I-Lab3）必须覆盖以下范围和需求：

- 93 个 ECU
（真实及仿真的 Restbus）
- 30 个 CAN/LIN 总线
- 17 个发动机
（高压共轨、单体式喷油器、CNG、Euro 3、4、5、6）
- 10 个变速箱
（手动、自动、半自动）
- 最高 5 轴轮配置
- 自动切换 ECU
- 自动重新配置 CAN 架构

>>



仿真器的技术详细信息

- 14 个宽型 41 HU 机柜
- 9 个 DS1006 处理器板（四核）
- 60 个 I/O 板，拥有近 3,400 个通道
 - 1,500 个数字 I/O 通道
 - 600 个 ADC 通道
 - 370 个 DAC 通道
 - 150 个电阻器仿真通道
 - 300 个 PWM 输入
 - 130 个 PWM 输出
 - 更多特殊通道：
 - 喷油器测量
 - 曲轴和凸轮轴传感器
 - 爆震传感器
 - 含氧传感器
 - 电感测微仪
- 88 个 CAN 通道
- 66 个特制 CAN 网关模块（通过单独 CAN 控制）
- 150 个故障插入单元（FIU），各带 10 个通道



Simulation Models

Scania cabin climate model
Air spring model
ASM Traffic
ASM Pneumatics
ASM Vehicle Dynamics

MATLAB

Simulink

ModelDesk

实验室内按照了前方带有操作系统的虚拟车辆仿真器。

系统测试的测试概念

复杂 ECU 网络的验证通过集成测试执行，该测试可以在复杂系统的各种相互依存部件 (ECU) 交互时对其进行验证。根据 ECU 测试的成熟硬件在环 (HiL) 方法，每个 ECU 都与其受控系统（发动机、变速箱、悬架、舒适性和驾驶员辅助系统）的虚拟展示共同发挥作用。受控系统还相互连接，共同构成虚拟车辆。所得到的测试系统是一个网络仿真器，也叫做集成 HiL。为了使用此 HiL 方法验证所有 Scania ECU，公司提出了网络仿真器概念，该仿

真器包含可通过快速光纤电缆连接 (Gigalink) 相互通信的 14 个 dSPACE 全尺寸仿真器。为应对自动替换 ECU 硬件的特殊挑战，该概念还包含可将各种 ECU 的电缆束连接至仿真器的线性机器人。

完整测试实验室

这一庞大的测试系统首先要求进行全面的可行性和成本效益检查。一旦从技术和经济角度证实这一概念的实施，该公司就会同时启动多项不同的活动，使仿真器成为现



Simulation Models

- Scania NO_x model
- ASM Truck
- ASM Trailer
- ASM Diesel Engine
- ASM Gasoline Engine

ControlDesk

Python editor

MotionDesk

实。dSPACE 安装了仿真器，但 Scania 的工作是创建实验室空调房，包括操作员控制中心。控制中心的六个工作站是开发人员实施和评估测试的地方。构建 ECU 包括其有效负载的唯一必要步骤是进入拥有迄今为止交付的最大 dSPACE 仿真器的实验室。通过操作盒控制测试。

仿真器的特殊技术特征

为处理多种不同类型，公司开发了一种设计概念，支持轻松切换 ECU 系列的各种衍生 ECU 类型。这就要求以紧

凑的方式构建 ECU，并将其与所有替换负载和真实负载置于抽屉或架子上。有些仿真器机柜包含多种衍生类型的 ECU 系列，它们可以完全自动重插（例如用于发动机、变速箱和制动管理系统）。每个 ECU 都配有一个电流表和一个故障插入单元 (FIU) 以及常用 I/O 通道。

灵活的 CAN 配置

仿真器的 CAN 拓扑专为与大量衍生类型匹配而设计。由于每种车辆配置的总线终端都不同，因此全局总线在

>>



使用 dSPACE 汽车仿真模型 (ASM) 工具套件可执行卡车和拖车仿真，其中包括发动机仿真、车辆动力学仿真和交通环境仿真。

所有仿真器内形成了两个回路（包括操控网关）。借助专为此任务开发的模块，每个 ECU 都可以单独在回路中进行集成，并且回路可以随时中断。因此，每种配置的端接 ECU 都可以作为拓扑的右端或左端进行切换。

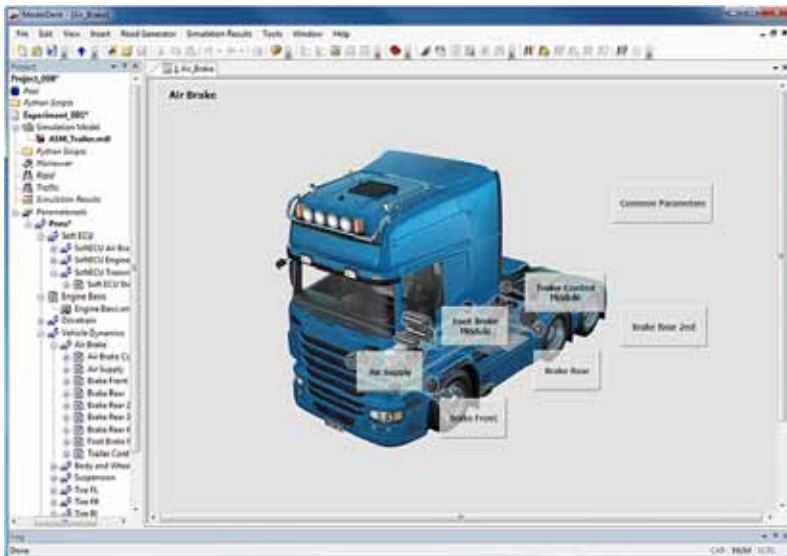
仿真模型和参数化

由工厂模型和 I/O 模型组成的仿真模型专为整个仿真器而设计。仿真模型分布于 9 个处理器板的超过 15 个内核上，然后进行计算，工厂模型和 I/O 模型始终使用单独的内核。I/O 模

型包含所有 ECU 信号的超集，每个通道均可单独激活和配置。dSPACE 汽车仿真模型 (ASM) 用于工厂模型。这些模型包括 ASM 汽油/柴油机、ASM 卡车、ASM 拖车、ASM 气动装置和 ASM 交通模型。Scania 根据供气系统的具体要求对模型进行了修改，并且对自动和手动变速箱进行了扩展。根据特殊车辆配置，ModelDesk 用于通过基于版本的工作流程管理 (VBWM) 将模型的各个零件激活并进行参数化。可以呈现以下车辆特性：

- 发动机类型：柴油或汽油
- 发动机容积和气缸数：9、13 或 16 升 5/6/8 气缸
- 变速箱类型：手动、自动或机械变速箱，包含主变速箱，有时还包含范围组和拼合齿轮。
- 轴数和轴驱动：从 4x2 到 8x4/4，有多个转向轴
- 轴悬架：弹簧钢（簧片）或空气弹簧（2 波纹管、4 波纹管，举升桥）
- 制动类型：ABS 或 EBS
- 车辆动力学
- 环境传感器
- 其他部件：涡轮增压器、动力输出装置、排气后处理

汽车仿真模型 (ASM) 和参数化软件 ModelDesk 的自动化方法支持高效的衍生类型处理。



测试自动化和衍生类型处理

Scania 拥有可用于发动机、车辆动力学、驾驶员辅助系统和特殊功能开发过程中所有测试任务的综合测试库。基于 Python 的测试在单一测试自动化 (TA) 框架内进行了概述，该框架控制着测试配置和测试流程。衍生类型处理完全集成在此框架内，这可确保仿真器的配置与 ECU 匹配。为实现此目的，SOPS 文件提供了 TA，该文件还包含 ECU 详细信息，如引脚分配。模型和仿真器都根据待测试 ECU 的 SOPS 数据自动进行配置和参数化。



图片来源：© Scania

测试任务

仿真器主要针对执行以下任务的所有 ECU 进行集成测试：

CAN 通信测试：

- 验证所有 ECU 连接到 CAN 网络时，是否在正确的间隔时间发送正确的 CAN 消息

稳健性测试：

- 确定电压低或接地连接差等异常情况产生的影响
- CAN 应力测试和异常总线负载产生的影响

诊断测试：

- 查明 ECU 传感器故障或存在缺陷的电气连接

用户功能测试：

- 自适应巡航控制
- 高级紧急刹车
- 气候控制
- 仪表盘警告

当然，仿真器始终是执行艰难车内功能测试的有效、可靠办法，例如测试危险状况下的行为。在此类测试中，I-Lab3 可协助进行车辆测试。

体验

质量是 Scania 的头等大事。首先，全面规划和创建新的测试系统。然后，广泛进行测试，这需要花费将近一年的时间，因为测试案例和衍生类型数量庞大。迄今为止，仿真器从未

经历任何意外停止，这明确证明了其可靠性。在日常测试中，该系统证明了其在手动测试和全自动测试运行中的价值，这些测试通常在夜间或周末运行。借助仿真器可以更早测试整个车辆并更早实现软件的高成熟度。多种不同的衍生类型会测试组合呈爆炸式增长，而仿真器就是可靠地处理这种情况的基石。规划定期维护任务，以保持测试系统的高质量。对于日常使用，成熟的特殊流程可实现测试自动化、手动测试与创建和调试测试及测试系统开发之间的平衡。八人团队管理着所有维护工作，不同部门的开发人员使用仿真器来集成和验证其 ECU。

总结与展望

借助 I-Lab3，Scania 亲眼见证了高度稳健的文件测试系统的发展，该系统对于在整个车辆中集成新功能来说非常有价值，并且使不使用仿真器时无法按照必要的测试深度加以执行的测试运行成为可能。该测试系统拥有灵活的模块化概念，这一概念将在未来的几年里得以使用。Scania 将继续开发其测试实验室，以支持新 ECU 和进一步的测试任务。dSPACE 已经收到了下一项配置的佣金。■

由瑞典 Scania AB 友情授权

总结

瑞典卡车制造商 Scania 面临严峻挑战，他们需要以可靠的方式验证包含大量 ECU 衍生类型的通用 E/E 系统的任务。为了测试 93 个 ECU，Scania 依赖 dSPACE 的仿真器和仿真模型来执行完整车辆仿真。仿真器能够自动切换不同 ECU 系列的各衍生类型。它可帮助开发人员集成可立即在完整虚拟车辆中进行测试的新功能。仿真器对 Scania 实现高标准质量作出了重要贡献。



图片来源：© Scania