

# dSPACE MAGAZINE

## Schlumberger

极端条件下  
钻井 - 真实仿真 | 第 6 页

DENSO - 无缝工具链  
实现高效开发 | 第 10 页

潍柴 - 面向未来的卡车  
发动机测试环境 | 第 16 页



NAVYA ARMA 是全球首款面向一般交通场景的无人驾驶量产型公交车。自动驾驶巴士可载客 15 人，车速可达 45 公里/小时。全球已有五十辆电动车投入客运应用。截至 2017 年 9 月，这些电动车已安全运送乘客达 18 万人次。NAVYA 是法国一家专门设计电动自动驾驶系统的公司。NAVYA 通过利用 Intempora 提供的多传感器开发环境 RTMaps 进行复杂的自动驾驶功能开发。


[www.navya.tech](http://www.navya.tech)



“RTMaps 性能出色且易于使用，在我们的 5 级自动驾驶系统的原型开发、测试以及感知和数据融合算法的对标中发挥了重要作用。”

*Pascal Lecuyot, 研发总监-感知, NAVYA*





“不论是 OTA 测试，还是虚拟和并行测试，dSPACE 都能提供强大的测试解决方案以应对未来的挑战。”

在保证常规技术进步的同时还须遵守排放法规，这已经是现如今汽车行业面临的很大挑战。何况现在自动驾驶也初露头角，而且会很快来临。在我看来，社会、政治和行业本身提出了过高的要求，而且所有要求必须同时满足。这已经带来了很大的开发压力。然而技术专家却十分稀缺。现有的电子架构已不足以满足市场需求。所有的开发目标都必须实现，但只有少数人知道如何实现，因此开发压力不断增加。

的确，客户对我们现有产品和解决方案的需求不断增长。与此同时，全新的任务也在不断涌现，这激励我们尽力开发合适的解决方案，如驾驶辅助系统和自动驾驶系统的测试。

您知道如何在实验室的硬件在环测试台架上测试雷达传感器在车辆系统中的集成情况吗？在客户不需要介入或无法介入传感器时，如何实现以上操作？我们与合作伙伴合作，对此进行了初步的尝试。您可以阅读第 48 页

了解更多内容。现在已经能够通过 OTA 技术同时模拟多个目标车辆。但是我们也意识到更大的挑战在等待着我们，因为传感器技术正在朝着图像处理化快速发展，随之出现了新的传感器技术。通过扩展我们的 ASM 仿真工具套件，我们已经满足了这些新的需求，因此现在可以仿真驾驶场景中出现的传感器信号。毕竟，不是任何信号都是“over the air”（OTA）的。此外，我们需要通过这些虚拟方法更快地实时、并行执行大量仿真。dSPACE 使用 VEOS 实现了这一点，而复杂的测试数据则在 SYNECT 中进行管理。许多客户告诉我们：开发任务正以前所未有的速度增长。

因此，dSPACE 也必须不断成长，为未来打好基础。我们已经准备好迎接这一挑战。

Herbert Hanselmann 博士





**出版商**

dSPACE 杂志由 dSPACE 公司定期出版：

dSPACE GmbH · Rathenaustraße 26  
33102 帕德博恩 · 德国  
电话：+49 5251 1638-0  
传真：+49 5251 16198-0  
dspace-magazine@dspace.com  
www.dspace.com  
http://www.dspace.com/go/socialmedia

出版法规负责人：  
Bernd Schäfers-Maiwald  
项目经理：André Klein

作者：Stefanie Koerfer 博士、  
Michael Lagemann、Ralf Lieberwirth、  
Lena Mellwig、Gerhard Reiß 博士、  
Sonja Ziegert

本期杂志合作伙伴：Vitali Anselm、Dirk Berneck、Anne Geburzi、Gregor Hordys、Eva Hülshoff、Stefan Kern、Sascha Ridder 博士、Gregor Sievers 博士、Sven Walther

编辑和翻译：  
Robert Bevington、Stefanie Bock、Anna-Lena Huthmacher、Stefanie Kraus

设计和排版：  
Jens Rackow、Sabine Stephan

印刷：上海客莱印印刷包装有限公司

版权所有 (2018) 保留所有权利。对本出版物全部或部分内容的复制，必须事先获得书面许可。任何此类复制必须注明出处。dSPACE 将会不断地改进其产品，并保留随时更改本出版物所含产品规格而不予通知的权利。

dSPACE 是 dSPACE GmbH 在美国和/或其他国家/地区的注册商标。其他注册商标请参阅 [www.dspace.com/go/trademarks](http://www.dspace.com/go/trademarks)。其他品牌名称或产品名称均是其各自公司或组织的商标或注册商标。



# 目录



NSK | 页面

24

高电压  
电子负载 | 页面

44

3 主编寄语

## 客户

6 SCHLUMBERGER  
智能钻井  
为控制单元仿真极端环境条件10 DENSO  
虚拟建模工具箱  
为基于 FMI 的开发建立高效的工具链16 潍柴  
建模未来  
高效卡车发动机技术的定制化仿真模型20 CONTINENTAL  
精确计量  
建立闭环测试系统以精确控制燃油喷射器24 NSK  
高效轮毂电机  
NSK 利用一体式传动机构开发紧凑型  
轮毂电机

## 产品

28 高度自动化驾驶  
掌控多样性  
dSPACE 解决方案实现高度自动化驾驶34 SYNECT/TARGETLINK  
基于模型的敏捷开发  
通过中央数据管理实现到批量生产的转化38 SCALEXIO  
通用型实时平台  
SCALEXIO 现在还可用于快速控制原型应用44 高压电子负载  
电气化仿真  
用于电动机与电池仿真用高压电子负载48 雷达测试台架  
实验室真实回波  
利用真实的雷达回波测试雷达传感器

## 商业

52 dSPACE 特聘教授  
协同车辆  
Falko Dressler 教授正在研究车辆间通信  
的发展方向56 STARKSTROM 车队  
赛道记录  
开发自动驾驶赛车参加 Formula Student  
Driverless 大赛

## 简讯

58 SCALEXIO 系统新硬件

59 TargetLink 4.3 : 被控的大模型

60 dSPACE 杂志调查结果  
传感器数据同步传输至摄像头 ECU61 dSPACE 和 MdynamiX 合作提供更多的车辆  
动力学系统解决方案62 MicroAutoBox Embedded Pc , 更加适合计算  
密集型应用计算密集型应用

## dSPACE on Board

63 Twintec : Euro 6 改装解决方案

MOOG : 航天器对接系统

奥斯特法利亚大学 : 智能混合动力汽车的研究





为控制单元仿真极端环境条件

# 智能 钻井

在地表下的几千米处，温度高达 200°C，压力高达 1500 巴——这些都是矿物油和天然气储层可能处于的自然条件。由于电子控制器必须在这样的环境中保持稳定可靠的工作状态，因此 Schlumberger 使用 dSPACE 的 MicroLabBox 仿真开发过程中的这些苛刻条件。



**更**深、更宽和更快，这是开发新的矿物油田和天然气田时的钻井要求。

与此同时，因为易于获取的油气藏已被开采，地质条件变得日益复杂。这对钻井技术提出了更高要求。作为世界领先的油气勘探和生产服务提供商之一，Schlumberger 公司运用创新的钻井技术来开采目前尚未开发的油气藏。该公司大力投资研发，希望提高钻井工具的效率和可靠性。

### 绕行到达目标油气藏

在过去的几十年中，随着旋转导向系统和随钻监测系统等钻井技术的进步，矿物油和天然气不再仅仅通过传统的垂直钻井方法进行开采。定向钻井甚至水平钻井正在得到越来越多的

使用。后两种技术尽管更加复杂，但是可增加产量，并可灵活选取钻井位置。这意味着通常难以获取的油气藏现在可以进行开采。因此，通常一套生产设施便足以开采多口油气井或不同油气藏，大大降低了成本，这对在海上钻井来说尤为如此（图 1）。由于无法在限定的岩层或土层中钻井，只能沿着近乎垂直的坡度进行钻井，这为水平定向钻井（HDD）增加了难度。此外，以小角度截断岩层会导致井眼偏斜以及转向偏差，所以很难钻出井眼。因此，只要钻向出现改变，必须停止钻柱的旋转。为了实现智能钻井，钻头附近布置了多个可调偏置单元（导向执行机构翼肋，图 2）。为了确保钻井方向能按要求进行调整，我们使用了紧密复杂的控制系统。

### 来自地球深处的信息

此外，这些钻井系统可以配备多种模块，用于在钻井过程中收集围岩和流体的各种信息（随钻测井（LWD）），而数年前还只能测定压力和温度等数据（随钻测量（MWD））。为了改进现有钻井技术，Schlumberger 使用了由 dSPACE 工具构成的测试环境，因此可以在实验室中按照与随钻环境相同的温度、压力和入井液条件，开发和优化钻头上导向执行机构翼肋的驱动控制算法。“这个测试平台提供了实时信息，因此工程师能够对持续钻进的轨迹或分区生产测试做出重要决策。” Schlumberger 电动机械和控制系统部门 Mustafa K. Guven 博士说。

&gt;&gt;

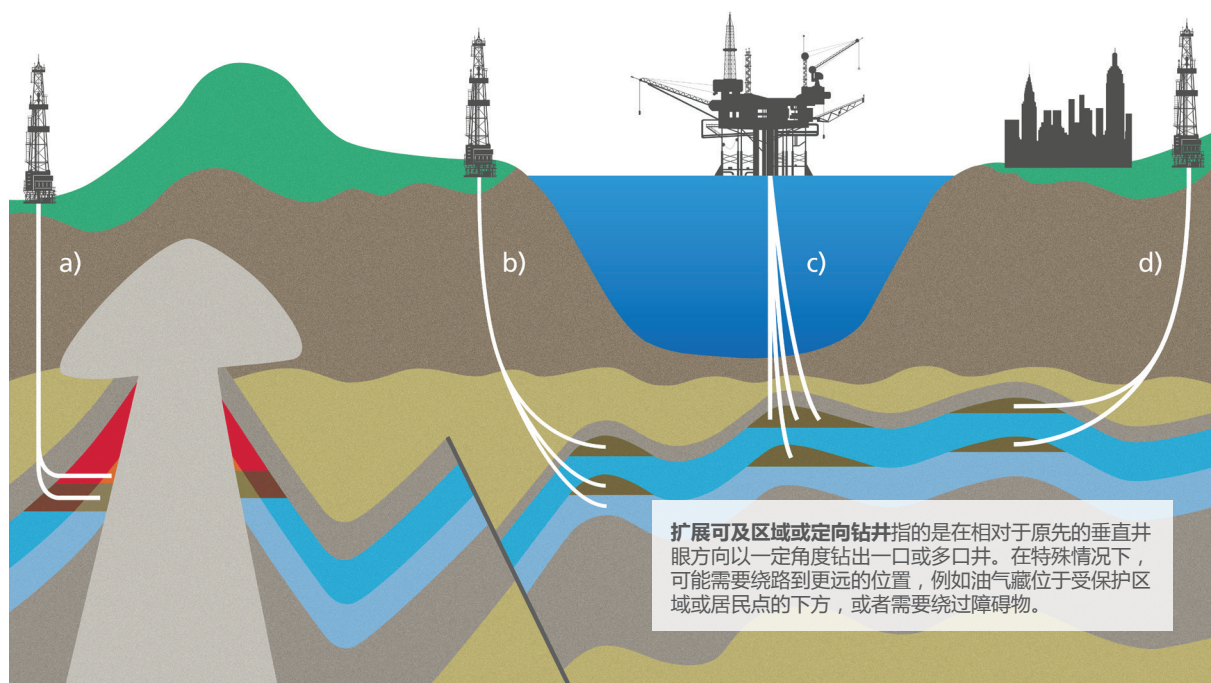


图 1：定向井示例（红色：天然气，深褐色：矿物油）：绕开地质障碍（a）、非生产设施正下方的油气藏开采（a, b, d）、一个井眼开采多个油气藏（a, b, c, d）、一套生产设施开采多口井（c）。





### 环境 - 压力、热量和震动

Guven 继续说：“钻采油气藏的最大挑战之一是其中极端的环境条件。” 钻井采用的电子设备成本很高，然而热量、压力和震动及地质力学应力影响着这些电子设备的耐用性。钻头附近的多个数据采集模块能够实时传输数据，向地面报告其位置和地点，使钻井队能够精确地获取油气藏的位置。因此，这些数据采集模块和电子控制单元 (ECU) 的可靠性至关重要。如果控制单元或传感器在钻井中发生故障，要么导致钻柱必须从井眼中拔出，这样做成本高昂且十分耗时，要么导致数据不准确，无法确保钻井队

准确获取油气藏的位置。最终可能导致多花费数百万美元，甚至钻井计划完全失败。

### 油气藏环境中的测试

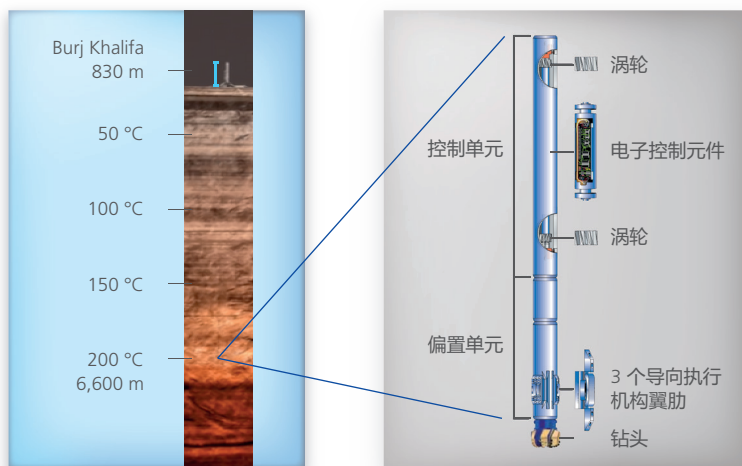
为了节约时间和成本，Schlumberger 使用了失败模式效应分析 (FMEA)、可靠性鉴定测试 (RQT) 和计算机仿真等工程方法。这些方法有助于预测系统、组件和原型的维护需求。Schlumberger 目前正在开发用于实验室的原型驱动系统 D3S (图 3)。D3S 代表“DEMT 开发驱动系统”，其中 DEMT 表示“井下电动机械技术”。驱动系统旨在为单个部件和复杂系统的开发和测试阶段提

供支持。D3S 是一种灵活的驱动系统，搭载最先进的电子硬件。它包含 dSPACE MicroLabBox，可作为快速控制原型 (RCP) 的工具。Guven 解释说：“该系统为测试和优化控制器软件以及实时设置参数提供了一个平台。”

### 建立高效的测试平台

通过建立一个高效的测试平台，Schlumberger 可以同时达成多个目标。该平台可以测定发动机在矿物油藏或天然气藏环境条件下的性能和表现，其中可以评估扭矩、转速和效率等参数。该平台还可测试和评估发动机驱动装置传感器，其生成的算法

图 2：靠近钻头的电子控制元件和控制翼肋所处的位置。



### 定向钻井 - 借助 dSPACE 直达目标位置

#### 面临的挑战：

在某些极端的环境条件下，需要使用坚固可靠、能够免维护运行的设备。

#### 解决方案：

为控制单元的开发创建一个测试平台，该平台可在实验室中仿真主动钻井过程中油气藏的状况。

#### 优点：

可以毫无风险地开发和测试控制单元，也不会产生高昂的拆卸成本。





“由于操作是在地表下方几公里处，所有部件的可靠性显得至关重要，因为每一次故障都会造成数百万美元的损失。dSPACE MicroLabBox 可以仿真很深地方的真实状况甚至恶劣状况，从而支持开发期间控制器的测试和验证。”

美国得克萨斯州糖城市 Schlumberger Ltd. 公司首席工程师 Mustafa K. Guven 博士负责开发用于测试机器和发电机的新工具，并负责将相关的控制算法编写到《电动机械和控制系统》(3MT 项目)。

可用于开发基于模型的控制单元。在 Guven 博士看来，这是为了在电驱动组件可用之前，帮助工程师确保在工具开发的早期阶段执行验证。MicroLabBox 不仅是外围设备（执行器、传感器等）之间主要的通信 I/O 接口，还是执行控制器软件的中央计算单元。dSPACE Real-Time Interface (RTI) 用于实现基于模

型的 I/O 集成，dSPACE ControlDesk 有助于在运行期间访问实时应用程序。

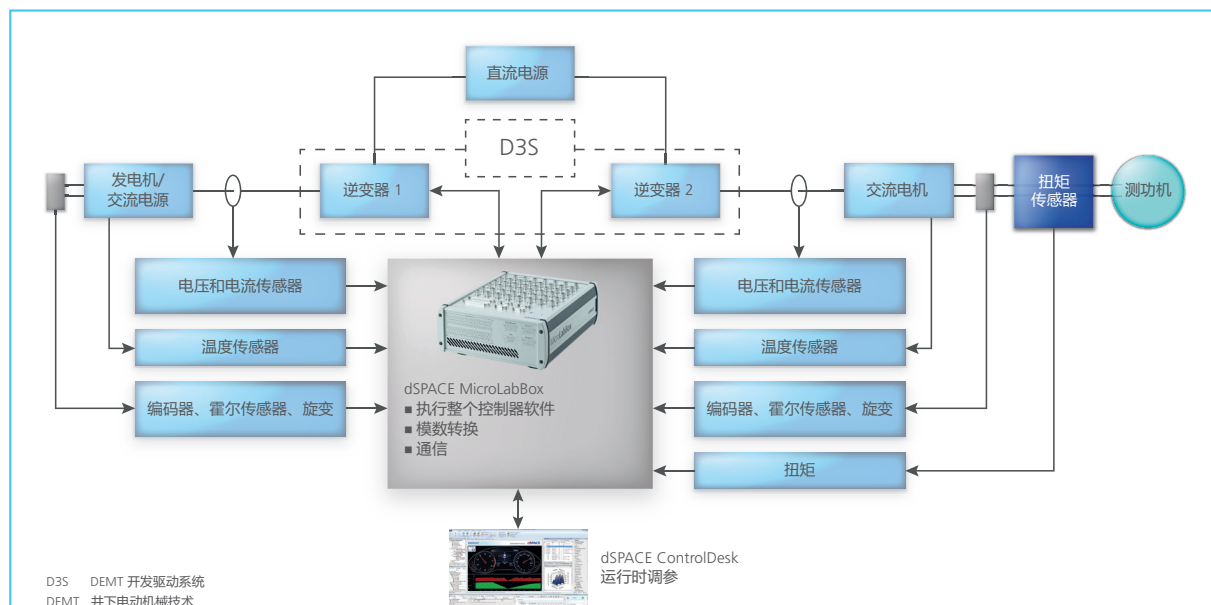
#### 消除测试障碍

在 D3S 驱动系统之前，Schlumberger 没有测试新型机电驱动系统的标准平台。公司也没有明确的优化流程来协调各个任务。此外，只有少数的电子控制

元件可用于创新概念和附加系统的评估和验证。D3S 配有一个 MicroLabBox，帮助 Schlumberger 成功解决了许多难题。D3S 目前正处于开发阶段。此系统一旦通过验证合格，将应用到需要机电驱动系统的项目中。■

由 Schlumberger 有限公司友情授权

图 3：D3S 的系统配置（以 MicroLabBox 作为中央通信系统）。空间定向所用的信号（增量式编码器、霍尔传感器、扭矩传感器和旋变）是数字信号，温度、电压和电流信号是模拟信号。







# 虚拟 建模 工具箱

为基于 FMI 的开发建立高效的工具链

## Functional Mock-up Interface (FMI)

Functional Mock-up Interface (FMI) 是一种开放式接口标准，具有 FMI for Co-Simulation 和 FMI for Model Exchange 两种类型，它支持独立于工具的交换，并能联合仿真不同供应商提供的被控对象模型。这两种

FMI 均可用于交换各种模型，但在某些应用案例中具有不同的优点和缺点。FMI for Model Exchange 主要优点是能更轻松地仿真紧密级联的系统组件（比如某个功能域的组件子模型）并能在仿真中保持数值稳

定，因为外部中央求解器已获得用于计算仿真结果的所有必要信息。因此 FMI for Model Exchange 含有一个复杂接口，要求工具链中的工具与协作组件之间具有高度的兼容性，并且能够交换信息。相反，FMI





早在第一批原型开始驾驶测试之前，车辆就可以被驱动并进行虚拟测试。通过 FMI 标准，汽车供应商 DENSO 的开发人员能够更轻松地理利用多个组件模型进行虚拟驾驶测试。dSPACE 仿真平台是其中的一大基础。

如今的车辆基于十分复杂的系统。这些系统的进一步开发和集成需要借助不同学科和领域的知识和模型。因此，在车辆开发中，如果拥有囊括所有单个系统的整个虚拟系统，开发过程将会顺利许多。除了面临技术上的挑战，市场还需要缩短创新周期，迎合市场需求。为了缩短上市时间，开发人员所面临的挑战更大了：在所有系统的软件和硬件完成开发并相互集

成之前，需要在系统网络中尽早测试单个系统。这不仅适用于实际的车辆组件，还适用于环境条件和驾驶行为。这两方面因素对于整个系统的行为发挥着重要作用。

#### 标准化合作

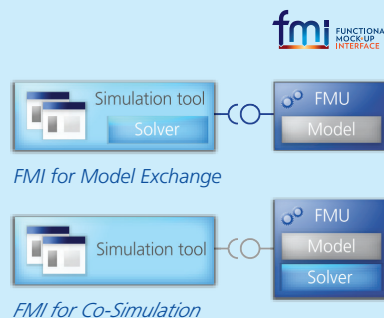
一种解决方案是在整个系统层面仿真所有系统和组件的被控对象模型。由于可用的模型通常具有不同的格式和复杂性，这需要标准化中间层，才能

>>

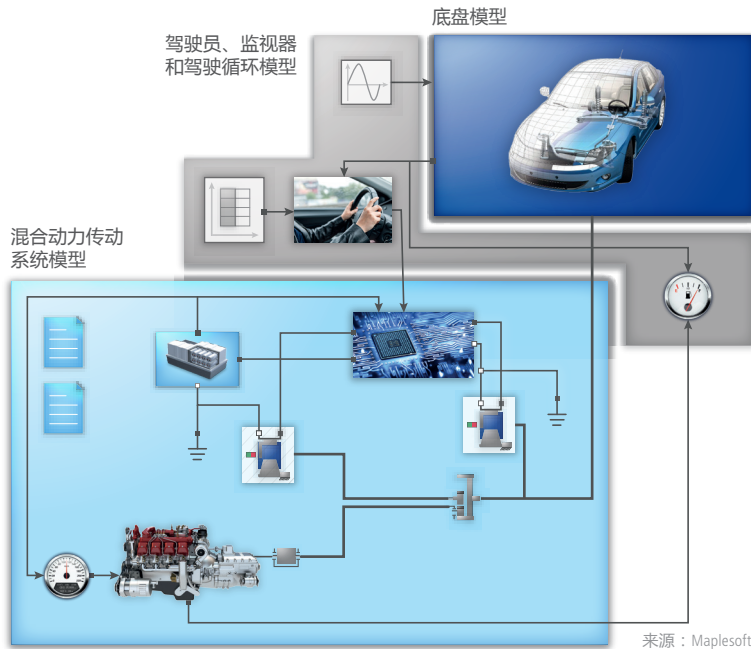
for Co-Simulation 的简单接口通过使用 Functional Mock-up Unit (FMU) 功能（包括求解器的实施）和导入工具功能实现系统化分离，减少了工具链（包括各种类型和版本的支持 FMI 的工具）中潜在的兼容性问题。因

此，协同仿真 FMU 可以传输求解器代码和模型代码的组合，更易将不同的物理域模型和系统动力学模型结合在一起。

[www.dspace.com/go/fmi](http://www.dspace.com/go/fmi)







建立功率分流式 HEV 的商用仿真模型。突出显示的区域表示全系统模型分离产生的功能域模型。

轻松将模型结合在一起，因此我们建立了 Functional Mock-up Interface (FMI) 接口标准。此标准支持交换不同功能域（含有不同工具）的模型，并能联合仿真这些模型。为了支持仿

真，模型被制成标准化 Functional Mock-up Units (FMU)，其中包含模型实施、模型元数据以及 FMI 接口实施。此标准分为两种类型：FMI for Co-Simulation 和 FMI for Model

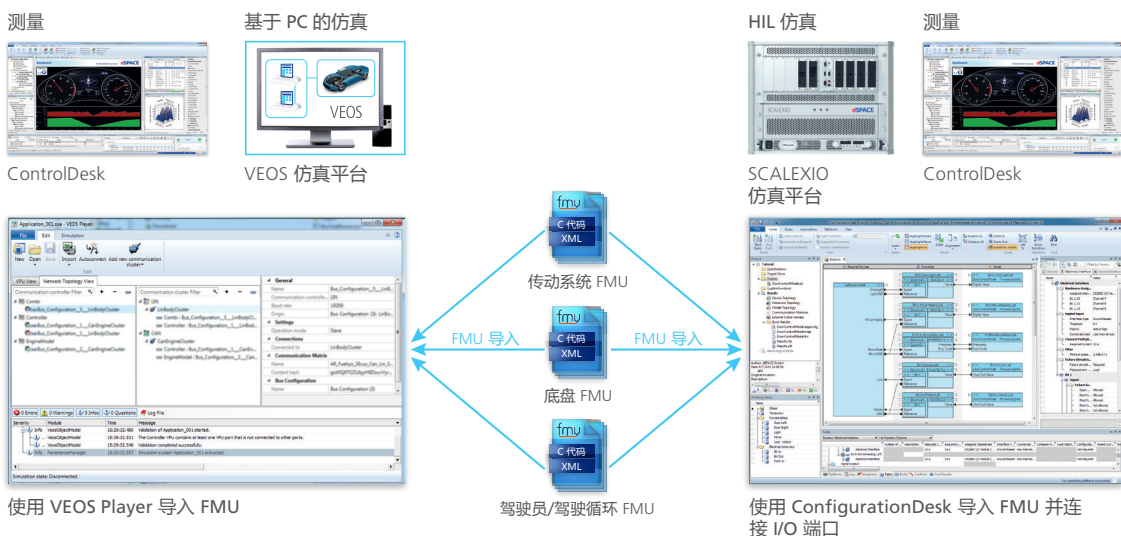
所建立的 FMU 在仿真平台 VEOS (左) 和 SCALEXIO (右) 上集成。

Exchange。这两种标准均支持模型交换，但是基于不同的技术途径。

**通过所安装的工具链评估 FMI**

DENSO 的目标是分析在开发中运用基于 FMI 的途径会有哪些优点。考虑到 DENSO 使用的工具链，有两种主要方法：

- 在第 1 步中，DENSO 通过重复使用项目组件，分析了由多个 FMU 组成的车辆模型能否用于基于 PC 的 VEOS 仿真和 SCALEXIO 硬件在环仿真 (HIL)，并分析了整个系统模型的仿真结果能否以这种方式重现。FMU 按照 FMI for Co-Simulation 标准进行建立。
- 在第 2 步中，DENSO 计划首先连接多个组件，例如车辆某一功能域中建模为 FMU 的密切级联模型组件（按照 FMI for Model Exchange 标准）。所产生的功能域模型随后按照 FMI for Co-Simulation 标准导出为 FMU。最后，DENSO 将检查第 1 步是否有可能实现。





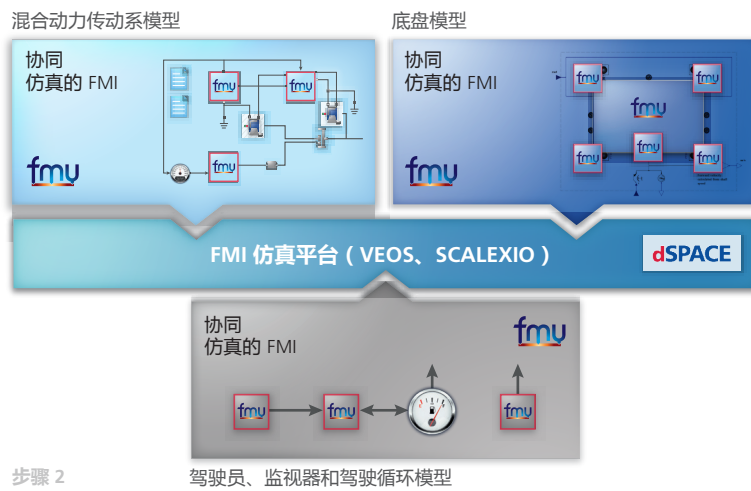
顶部：全系统模型分为多个功能域模型 FMU (FMI for Co-Simulation)，并在 VEOS 和 SCALEXIO 仿真平台上执行。  
 中间：某些单独的组件模型组件在功能域模型中被 FMU (FMI for Model Exchange) 替换。这些功能域模型导出为 FMU (FMI for Co-Simulation)，并在 VEOS 和 SCALEXIO 仿真平台上执行。  
 底部：dSPACE ControlDesk 中通过 VEOS (红色) 和 SCALEXIO (蓝色) 获得的仿真结果进行定性概述和比较。在图示中：(1) 车速，(2) 发动机转速，(3) 油耗，(4) 电量状态。



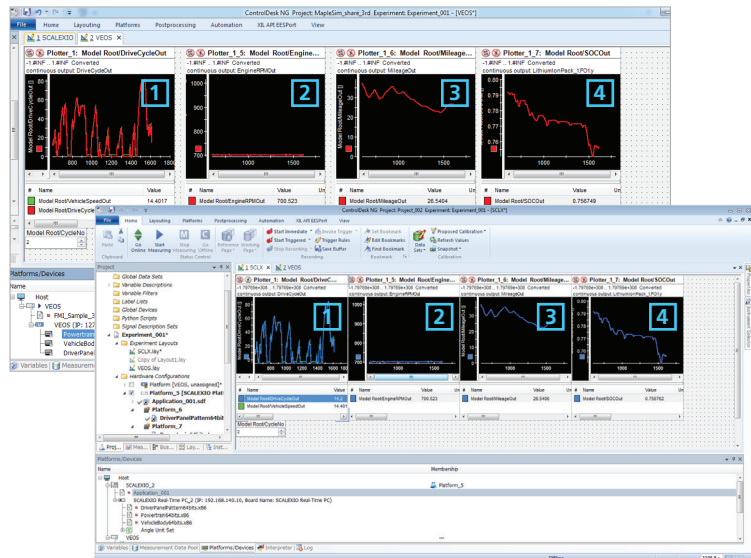
评估模型

在分析过程使用了 MapleSim® 库中的功率分流式混合动力汽车 (功率分流式 HEV) 商用模型。使用此模型能够检查现有整车模型工作流程的适用性 (基于 FMI)。以下为多种模型的详细描述：

- **整体系统模型**：是指由多个 FMU 组成的整车模型。
- **功能域模型**：是指功能单元的模型，例如由内燃机、电机、变速箱等组成的传动系统。
- **组件模型**：是指功能域组件的模型，例如变速箱模型。



功率分流式 HEV 模型由发动机、变速箱、节流阀、简单控制器、电动发电机、电池、逆变器、车轮、差动变速器和底盘的组件模型组成。



>>



“我们在仿真平台 dSPACE SCALEXIO 上成功实施了混合动力汽车模型，它由多个 Functional Mock-up Unit 组成，并可进行实时仿真。”

Fumiyasu Shirai, DENSO

#### 建立 FMU

在第一步中，全系统模型被分成三个功能域模型，这些模型按照 FMI for Co-Simulation 标准建立为 FMU。分成混合动力系统、底盘和驾驶员/驾驶循环模型之后，可将每个 FMU 分配到四核 SCALEXIO Processing Unit 上专门的处理器内核。第四个内核用于与上位机通信。

真器上，以检查 FMU 在两个平台上的功能和性能是否正常。所有测试均表明基于 PC 的仿真与 HIL 仿真之间存在紧密的相关性，而且与 MapleSim 中的全系统模型的仿真结果相匹配。因此，可以实时执行复杂的动力学模型，并且强大的 SCALEXIO 处理器平台将具有更强的储备能力，可应对更复杂的模型、I/O 和总线仿真。

配合，实现 HIL 测试和虚拟验证。这意味着开发人员可以通过 dSPACE ControlDesk 和 AutomationDesk 等工具以及 XIL API 标准重复使用实时 FMU 及相关的测试和实验。这又一次体现了 FMI 中模型复用的概念，即在虚拟验证和 HIL 测试中简单直接地重用模型，从而实现高效、无缝的开发过程。

#### 实施和评估 FMU

所建立的功能域 FMU 首先用在基于 PC 的 VEOS 仿真平台上，然后通过完全相同的参数化流程用在 SCALEXIO HIL 仿

#### 无缝高效的开发

dSPACE 工具链确保在两个仿真平台上使用 FMU 时能实现持续的仿真和参数访问。它还能与其他工具无缝

#### 更加广泛地使用 FMI

DENSO 在开发仿真模型的过程中，不断将行业经验运用到功率分流式 HEV 模型的开发中。这便于在涉及多

“基于 PC 的仿真平台 dSPACE VEOS 可以让我们将复杂的、基于 FMI 的仿真提前到早期开发阶段。”

Nobuya Miwa, DENSO

## 面向 SCALEXIO 多核处理器的 FMI 模型

各种建模工具的实时 Functional Mock-up Units (FMU) 可以直接集成在基于 SCALEXIO 的 HIL 项目中。FMU 可以与其它 FMU 和其它受支持的模型格式集成在整体模型

中。为了达到最佳计算性能，可以将 FMU 分配到特定的 SCALEXIO 处理器内核。利用 dSPACE Release 2017-B，SCALEXIO 还支持在一个 SCALEXIO 处理器内核上执行多个

FMU。SCALEXIO 能够始终支持 FMI 标准，是一款可集成不同来源模型的 dSPACE 开放式系统。



“无缝 dSPACE 工具链使我们基于 FMI 的开发过程变得更高效。”

Satoshi Koike, DENSO

方的车辆开发项目中交换模型。DENSO 的目标是按照 FMI for Model Exchange 标准将开发中的车辆的现有组件模型建立为 FMU，然后按照 FMI for Co-Simulation 标准将这些模型结合为功能域 FMU。这种方法能将两种 FMI 标准的优点结合起来，从而建立灵活、实时和数值稳定的全系统模型。■

Satoshi Koike, Nobuya Miwa,  
Fumiyasu Shirai,  
DENSO 公司

## 概览

### 任务

- 评估基于 FMI 的开发途径。
- 使用子模型（来源可能不同）仿真整个汽车系统。

### 挑战

- 在安装的工具链中实施基于 FMI 的工作流程。
- 确保实现高效的开发。

### 解决方案

- 将 FMU 集成在仿真平台 VEOS（基于 MIL/SIL）和 SCALEXIO（基于 HIL）中。
- dSPACE 提供的这种无缝开放式工具链使您能够高效地重复使用项目数据。

FMI/FMU：Functional Mock-up Interface/Unit  
MIL/SIL/HIL：模型/软件/硬件在环



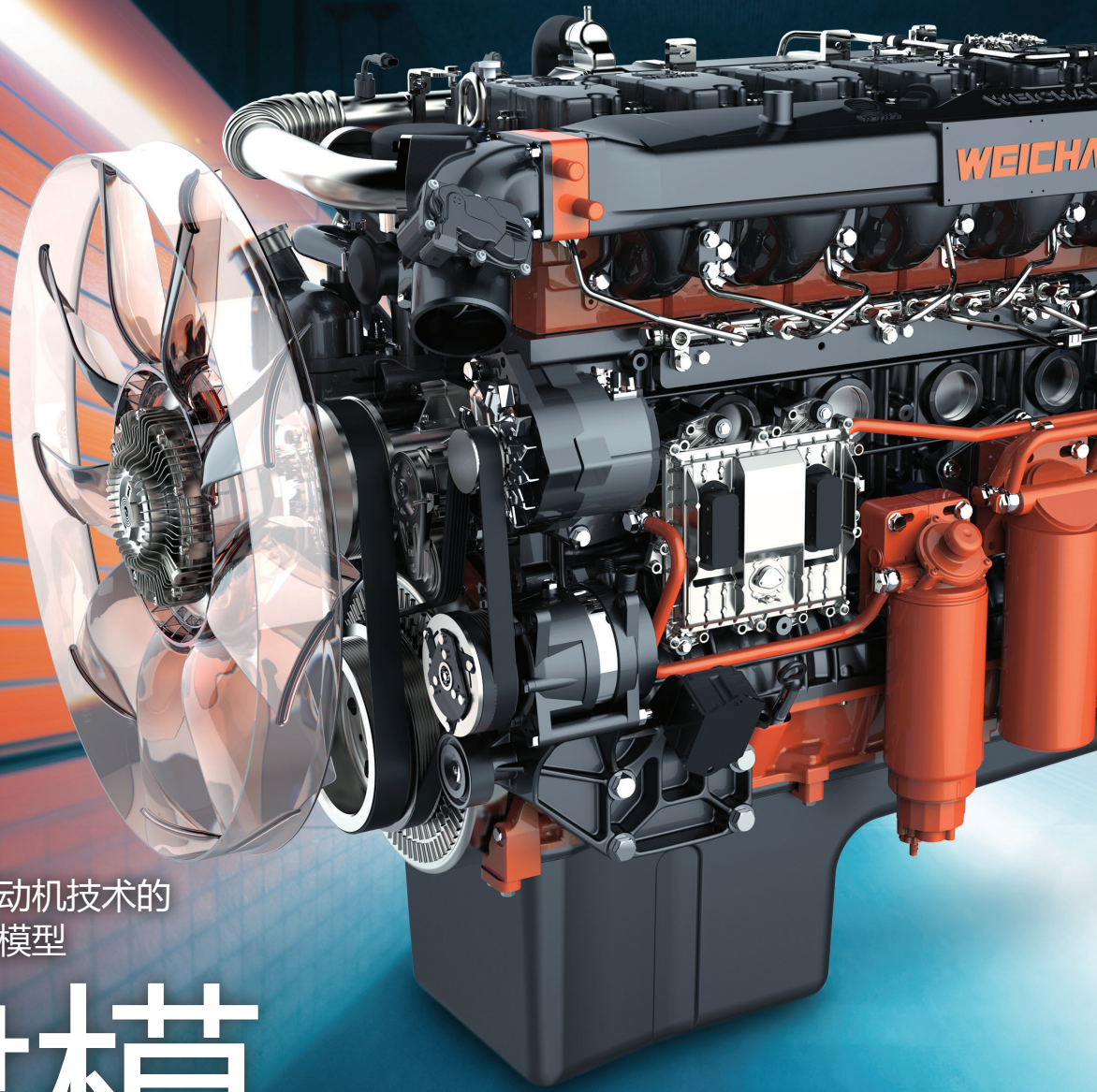
**Satoshi Koike 先生**  
Satoshi Koike 是 DENSO CORPORATION（日本爱知县）电子平台研发事业部过程开发和工程部门的项目负责人。

**Nobuya Miwa 先生**  
Nobuya Miwa 是 DENSO CORPORATION（日本爱知县）电子平台研发事业部第二研发部门的项目负责人。

**Fumiyasu Shirai 先生**  
Fumiyasu Shirai 是 DENSO CORPORATION（日本爱知县）电子平台研发事业部第二研发部门的员工。





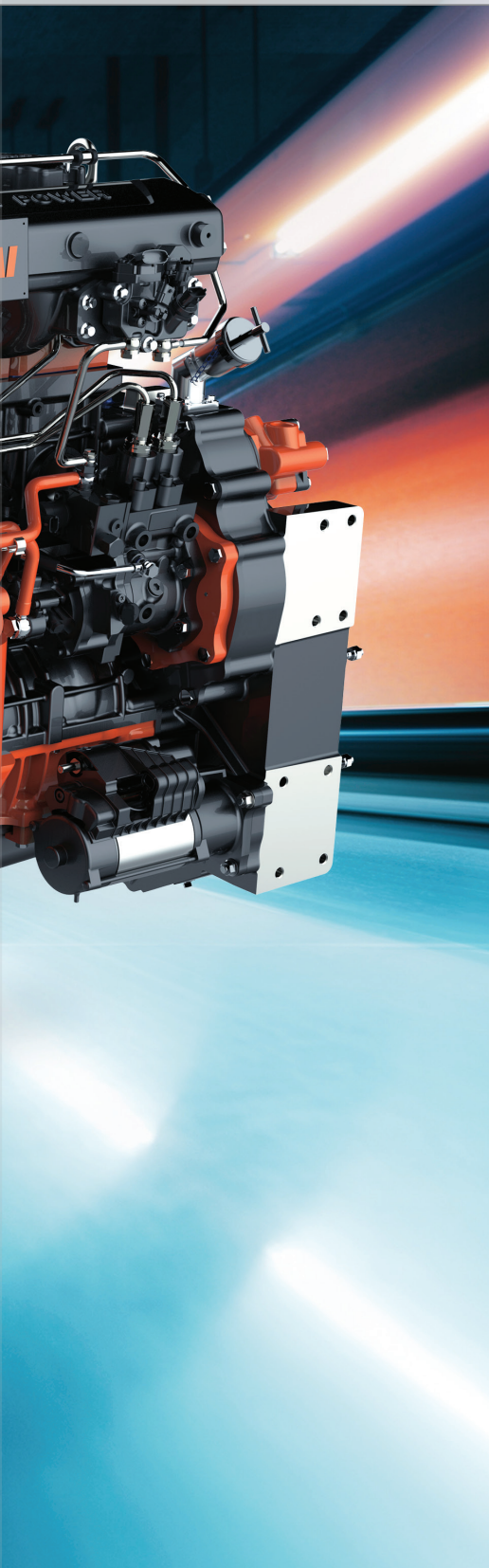


高效卡车发动机技术的  
定制化仿真模型

# 建模 未来

为了满足内燃机排气性能的新要求，我们需要不断改善相应的开发试验环境。因此，潍柴将 dSPACE Automotive Simulation Models 和 dSPACE SYNECT 应用到新一代的发动机生产当中。





由于轿车和卡车的排放标准日益严格，柴油发动机的控制越来越复杂。

除了发动机转速和扭矩之外，还必须捕获和控制越来越多与排放相关的其它因素，比如喷射量、氮氧化物和颗粒物排放。为了遵守 Euro VI 标准的规定，中国发动机制造商潍柴公司为其现有的 Euro IV/V 发动机引入了众多创新技术（图 1）。为了在硬件在环 (HIL) 环境中精确地仿真这些创新技术，必须调整用于 ECU 验证的仿真器，以适应这些新功能。

#### 模型和参数化

除了自己的模型之外，潍柴公司还使用 dSPACE Automotive Simulation Models (ASM) 进行发动机建模，例如具有实时功能的 ASM InCylinder 模型。这些模型不仅可以用来仿真柴油机气缸内的压力和温度，还可以执行特定的燃油喷射计算，例如直接计算轨压（图 2）。由于 ASM 属于开放式模型库，dSPACE Engineering Services 能够根据潍柴最新一代发动机的技术要求进行有针对性的调整。ASM InCylinder 模型还可以进

行参数化，以仿真各种柴油机型号（图 3）。其中包括带有燃油系统、一个进气道和一个排气通道的直列式发动机，带有两个进气道和两个排气通道的 V 型发动机，以及带有两个进气道和一个排气通道的 V 型发动机。因此，潍柴对不同的发动机型号进行测试时，不再需要改变整个模型结构，只需要修改几个参数即可。

#### 灵活性

除了柴油发动机 ECU 的 HIL 测试之外，潍柴还更改了 HIL 仿真器，以对替代驱动装置的 ECU 进行开发和测试，其中包括混合驱动发动机和压缩天然气 (CNG) 发动机。这些发动机符合中国国四和国五排放法规，但是生产数量较少。CNG 发动机所用的仿真模型基于 ASM InCylinder Gasoline 模型，其中燃料和点火系统以及空气通道根据潍柴发动机的真实特性进行了调整。只需稍微进行调试和参数化，即可使用这些模型进行 HIL 测试。对于混合驱动发动机 ECU 的 HIL 测试平台，其开发过程是类似的（图 4）。ASM 库和 dSPACE Real-Time Interface (RTI) 还能

&gt;&gt;

“通过使用 dSPACE SYNECT，我们在很大程度上简化了模型管理和测试管理。”

王裕鹏，潍柴发动机技术研究院



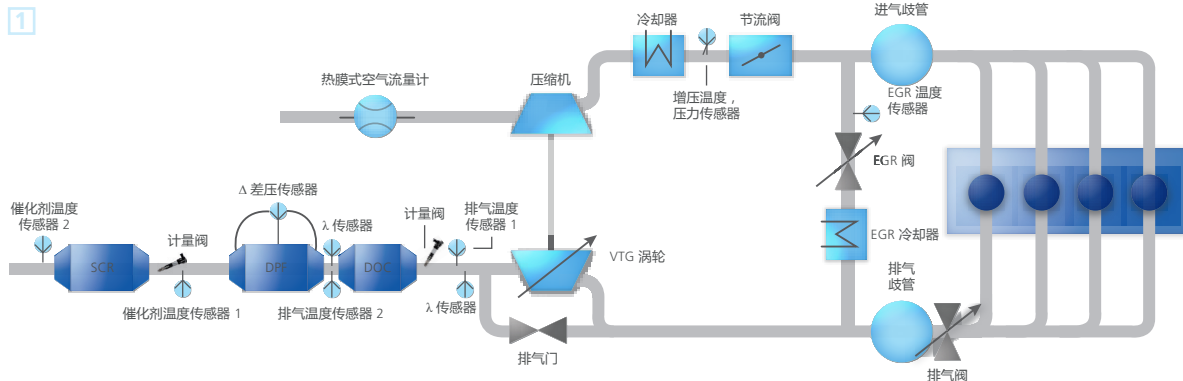


图 1：潍柴 Euro VI 柴油机技术图。如今必须精确控制各种组件，才能满足愈发严格的排放法规。这些组件包括节流阀、废气再循环阀 (EGR)，可变几何涡轮增压器 (VTG)、柴油氧化催化剂系统 (DOC)、柴油颗粒过滤器 (DPF) 和废气排放选择性催化还原系统 (SCR)。

“通过利用 dSPACE HIL 平台和 ASM 工具套件，我们能够为 Euro VI 发动机完成许多具有挑战性的 ECU 测试。”

于洪峰，潍柴发动机技术研究院

够帮助提高开发效率，从而缩短新产品的上市时间。

### 测试管理

在过去，各种各样的被控对象模型、测试案例和测试计划使潍柴难以管理 HIL 测试平台的数据。现在，通过 dSPACE SYNECT 对数据集中管理，极大地方便了开发人员的日常工作（图 5）。潍柴使用 SYNECT 管理所

有 HIL 被控对象模型，用于柴油发动机、CNG 发动机、并联式和功率分流式混合驱动以及重型施工设备驱动装置。即使相同 ECU 所进行的测试也可以根据测试要求、测试计划和测试案例在各个开发阶段进行更改。因此，潍柴为每项功能准备了专门的测试案例，并创建了有针对性的测试计划以实施高效的测试流程。在专门的测试项目中，从基本测试计划到

各种测试结果的最终报告，工程师均使用 SYNECT 来收集待开发 ECU 的所有必要数据。测试结果对于测试状态、进度和质量的评估很重要。潍柴将团队负责人和参与开发的所有工程师划分为不同的类别，以管理他们对 HIL 测试数据的访问。在 SYNECT 中，每个类别的工程师对 HIL 系统、测试案例和测试实施都有单独的读写权限。

### 王裕鹏

王裕鹏是中国潍坊潍柴发动机技术研究院电控技术部门测试实验室的主任。



### 于洪峰

于洪峰是中国潍坊潍柴发动机技术研究院电控技术部门测试实验室的工程师。

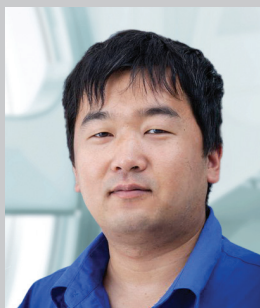
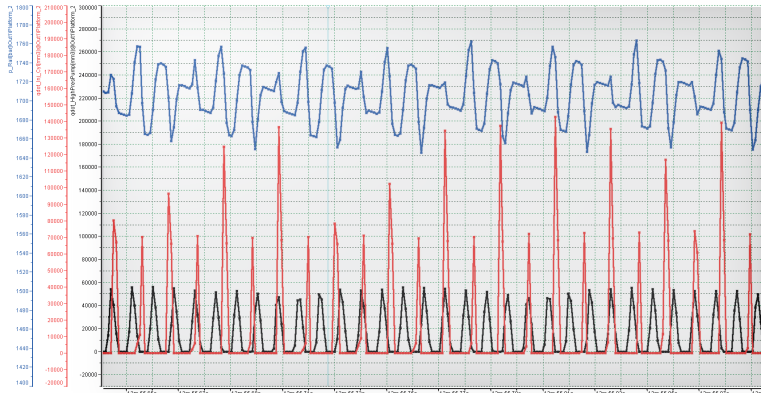


图 2 : dSPACE Engineering Services 为客户修改的模型已能够直接计算轨压等参数。

图 3 : ASM InCylinder 模型可以通过参数化表示不同的内燃机。

图 4 : 潍柴混合驱动 ECU HIL 测试平台的配置。

图 5 : dSPACE SYNECT 帮助潍柴开发人员管理大量的测试和模型数据集。

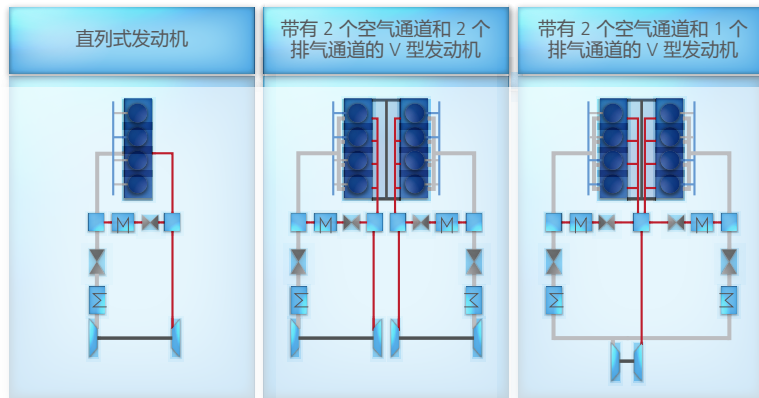


2

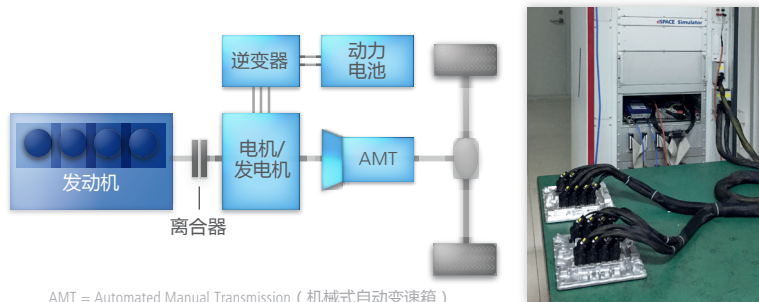
### 总结与展望

借助 dSPACE HIL 平台，潍柴能够满足 Euro VI 发动机 ECU 测试的所有要求。在 dSPACE Engineering Services 的支持下，客户可以在定制的模型中实现更具体的要求。dSPACE ASM 模型可以根据不同类型的模型进行调整，并轻松集成到潍柴开发的模型中。此外，dSPACE SYNECT 大大简化了模型管理和测试管理。因此，工程师能够使用 dSPACE 工具轻松建立被控对象模型开发和参数化流程。最后，dSPACE HIL 平台赋予了潍柴更多的灵活性，其不仅缩短了新型传统内燃机的上市时间，而且还适用于 CNG 和混合驱动等替代驱动。■

王裕鹏, 于洪峰, 潍柴发动机技术研究院电控技术部门测试验证室



3



4

5





建立闭环测试系统以精确  
控制燃油喷射器

# 精确 计量

在汽油机中，高效燃烧的前提是合适的空气/燃油混合比例。Continental 开发了一种新的控制喷油系统，该系统能够精确地提供发动机整个生命周期所需的燃油量。利用 dSPACE 测试系统可以在实验室进行精密测试。



# 愈

发严格的排放法规给点燃式发动机的开发带来了新的挑战。因此，由于放阈值越发严格，有必要利用创新技术途径来实现。为了获得理想的空燃比，实现高效的燃烧，准确供应所需燃油量显得特别重要。此过程使用了电控喷油器，其通过改变喷嘴的开合间隔来提供所需燃油量。喷射控制器的开合间隔和电流大小能够影响喷射过程。燃油压力也会促使喷针上升。常规的喷射过程使用预控式喷射，喷射器的开合间隔取决于发动机电子控制单元 (EECU)。但是，这种喷射方法无法捕获和纠正机械制造公差，也不

能规避喷射器老化带来的影响。因此，喷射器实际打开间隔可能随时间推移而改变，这会产生测量偏差。汽车供应商 Continental 目前开发了一种新方法，能够帮助测量和控制打开间隔和喷油量。

### 通过 COSI 实现精确喷射

这种被称为“受控电磁阀喷射” (Controlled Solenoid Injection, 简称为 COSI) 的无传感器评估系统专门用于检测喷射器的闭合时间。该方法基于喷油器线圈和移动的喷针共同产生电感。该电感随位置的变化而变化。如果喷针接触针座，可以测得线圈上的

特征电流分布。所需闭合间隔与所测闭合间隔之间的差值作为控制器的控制偏差，可以确定下一个动力冲程的打开间隔。这种控制方法甚至能实现非常微小的喷射量控制，并使误差最小化。这显著优化了燃油喷射的过程，使燃烧过程更加稳定。通过自适应控制方法，能在组件的整个生命周期内保持这两方面的效果。

### 验证要求

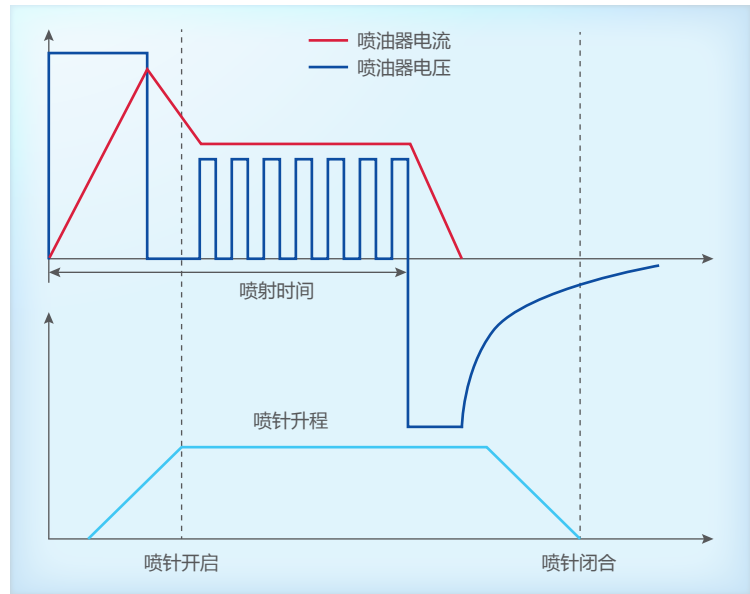
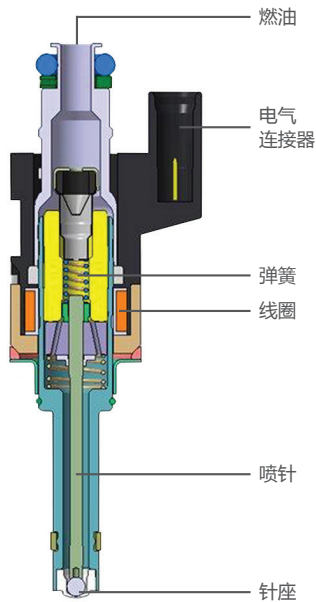
利用 COSI 功能验证 EECU 时，需要进行功能软件测试，以检测喷油器打开间隔。为此，必须对承压喷油器的特征电压和电流曲线进行仿真。若使用替代负载或真实组件则不符合要求，因为这些负载或组件通常用于不使用燃油的试验。因此不会因为燃油喷射而导致进气歧管或气缸内出现压力变化。因此，必须找到能够实时仿真喷油器电动特性的解决方案。此方案需要考虑发动机每个工况点的工作压力。面临的一大挑战是喷油器的打开间隔极短，仅有数毫秒。对于这种极小的喷射量，相关组件的微小变化甚至都会产生影响，所以在仿真中，测试解决方案必须足够灵活，且容易操作。

### 虚拟喷油器测试

EECU 通常使用硬件在环 (HIL) 仿真器进行验证。因而自然需要扩展 HIL 仿真器来测试 COSI 功能。由于高动态响应过程发生在很短的时间间隔内，所以只有使用 FPGA 才能足够快速地计算喷油器行为。对于测试区域内建立的 dSPACE SCALEXIO HIL 系统，最合适的解决方案是为每个喷油器提供一块 FPGA 板卡 (DS2655) 和一块新开发的电子负载模块 (EV1139)。电子

>>





左：高压磁力喷油器配置：线圈和移动的喷针（磁芯）产生可变电感。右：喷油器控制、喷针升程和喷射时间的理想化表示。

负载模块被设置为 EECU 的电流隔离接口，不受工作电压的影响。它能仿真 EECU 所连喷油器的真实电流和电压。为此，它需要将喷油器行为与 FPGA 模型计算的感应电气特性一起使用。dSPACE 提供的开源模型可以根据喷油器特性进行精确调整。它的配置还支持其他的电气故障仿真测试，比如短路和电缆断路测试。它还能生成功能故障，以评估多项信息（系统行为到排放限值）。为了实现

这一点，可以操控针阀提前或延迟打开和关闭的时间。通过对相关的模型组件进行参数化，还可以在仿真中快速测试组件的变化和老化带来的影响。

#### 项目应用

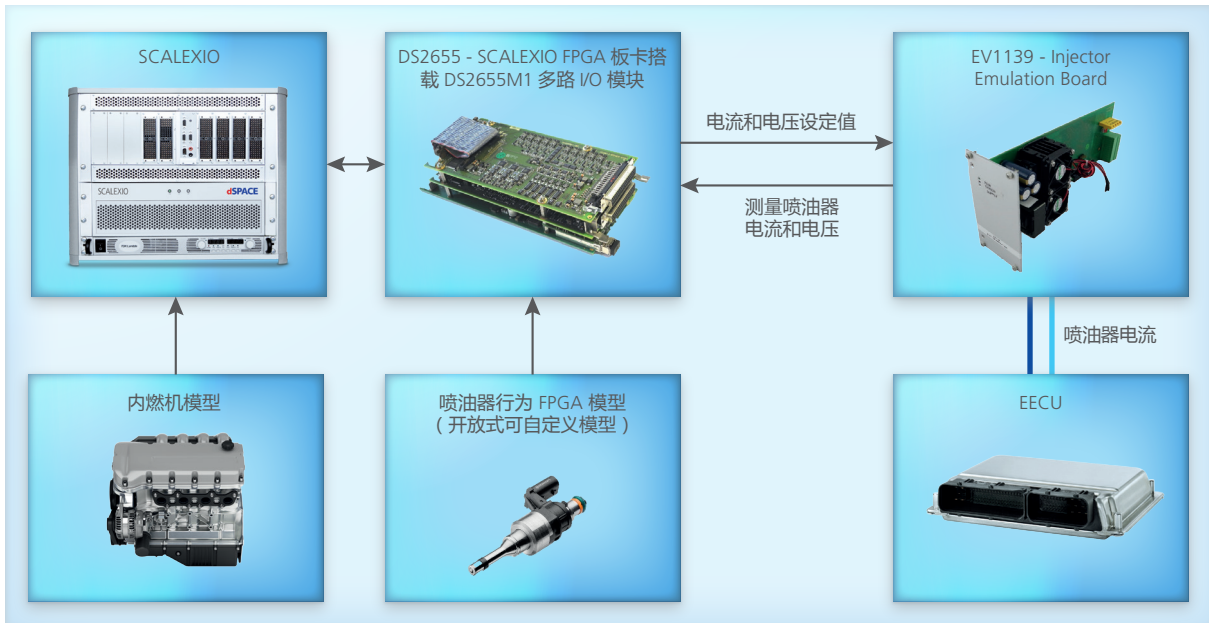
Continental 和 dSPACE 共同建立了一套测试系统。首要任务包括获取信息、阐明专利法相关问题以及创建需求文档。基于这些任务，两家公司开

发出一套功能强大的原型。dSPACE 开发人员能够完全配置 SCALEXIO 仿真器和 ECU，以集成新的 COSI 测试解决方案。在测试实验室的调试过程中，测试系统针对另外的任务进行了优化：

- 精确的单次和多次喷射
- 准确改变喷油器关闭时间
- 两个气缸组并行喷射

“无传感器受控电磁阀喷射的验证程序对 ECU 测试的要求非常高。SCALEXIO 仿真器及其扩展的解决方案能够精确展示高动态响应过程，从而可靠地验证 ECU。”

Michael Mench, 大陆



喷油器仿真的SCALXIO HIL仿真器配置：内燃机在 SCALXIO Processing Unit上进行仿真。喷射器使用 FPGA 板卡进行仿真，此板卡控制着 EV1139 电子负载模块。对于 EECU 来说，负载的行为相当于真实的喷射器，并会注入真实的电压和电流。它随后将测得的电流和电压值反馈至 FPGA 板卡。

测试系统目前已充分调整，并在 EECU 验证过程中发挥了强有力的作用。它具有出色的灵活性和性能，可在闭环中使用 COSI 功能验证 EECU 是否运行正常，并能验证 EECU 软件的要求。与此同时，还可以测试 EECU 的诊断功能。

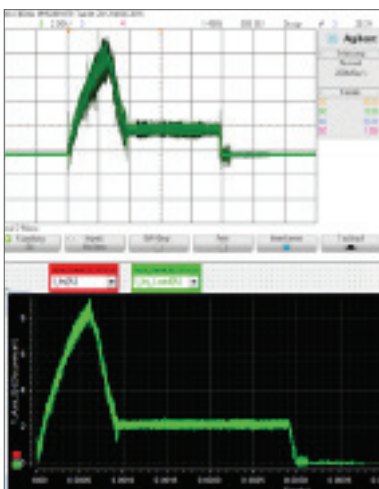
### 总结与展望

受控燃油喷射器为 EECU 的验证带来了新的挑战。为了测试和验证控制器，Continental 和 dSPACE 设计了一套新的测试解决方案。它能对喷油器行为及其真实电流进行仿真。它以快速的计算单元（基于FPGA）和电子负载作为基

础。这样能在闭环中操作 EECU，从而实现灵活的实验室测试。目前，Continental 使用此测试系统验证最新一代 EECU。由于测试装置十分灵活，可以轻松用来开发未来的 ECU 功能。■

Michael Mench, Alexander Zschake, Continental

图 4：喷射器的测量电流（上图）和仿真电流在 dSPACE ControlDesk（下图）中的对比：显然两个波形具有高度的一致性。



#### Michael Mench

Michael Mench 在 Continental 公司（德国雷根斯堡）从事喷油系统验证工作。



#### Alexander Zschake

Alexander Zschake 在 Continental 公司（德国雷根斯堡）从事喷油系统验证工作。





NSK 是一个零部件制造商，总部位于日本东京，主要生产轴承和车辆部件。2016 年末，公司推出了新型轮毂电机，其中采用了十分高效的传动机构（图 1）。尽管这种电机的尺寸相对较小，但是具有很高的驱动性能。NSK 的目标不是批量生产整台电机，而是在市场上推出其单个部件。NSK 主要生产带有一体式减速器、单向离合器、小型滚子轴承和耐腐蚀轴承的车轮轴承。

#### 更加安全舒适，健康环保

由于轮毂电机直接安装在车轮上，省去了采用中央发动机的传统车辆中所需的某些传动系统组件。这样减轻了车辆重量，进而降低了能耗，并更加环保。与此同时，后轮驱动不再需要传动轴通道等部件，这增大了车内空间，提高了乘客舒适度。车辆安全性也有所提高，因为与使用传统传动系统组件的中央内燃机相比，可以更为直接和独立地控制车轮驱动。

#### 高性能小型电机

在开发阶段，NSK 面临一系列挑战。最困难的任务之一是在满足高性能需求的同时，尽可能降低电动机的尺寸。为了应对各种日常情况，电动机必须在加速和上坡时以相对较低的转速提供高扭矩。相反，在公路上行驶时则需要输出最大转速和较低的扭矩。由于这一系列要求都需要电动机尺寸尽可能小，因此 NSK 的开发重点在于减小轮毂电机及其组件的尺寸。

#### 解决方案：带有传动机构的轮毂电机

NSK 开发出带有一体式传动机构的轮毂电机，其结构紧凑，是理想的解决方案。这种创新型驱动装置由两台电动机、两个行星齿轮系统和一个单向离合器组成（图 1）。这种配置可以达到所需的高扭矩和最大转速。与内燃机相比，电机还可以反向旋转。该团队将这种电机作为开发工作的基础。在高速档位时，两台电动机旋转方向相同；在低速档位时，其旋转方

>>



“Tandem- AutoBox 能够同时执行控制任务和测量，因此给我们带来了极大的便利。故障分析和修正的过程中利用了 dSPACE 系统，因此也非常快速、简单，并且非常可靠。”

Yasuyuki Matsuda, NSK





# 高效 轮毂 电机

NSK 利用一体式传动机构  
开发紧凑型轮毂电机

图片来源：NSK Ltd

日益严格的车辆环境法规加速了汽车工程中电驱动的发展。因此，日本 NSK 开发了一种带有集成式传动机构的新型轮毂电机，其使用 dSPACE 的 Tandem-AutoBox 进行评估。



## 技术数据

### 轮毂电机

最大功率 (每个车轮)	■ 25 kW
最大驱动扭矩	■ 850 Nm
最高转速	■ 135 km/h
重量	■ 32 kg

### 测试车辆

轴距	■ 2550 mm
轮距	■ 1484 mm
重量 (不含乘客)	■ 1013 kg
电池电压和容量	■ 400 V 10.2 kWh

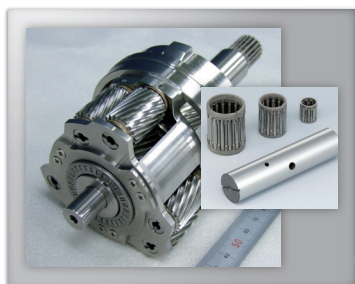
向相反。两台轮毂驱动电动机均通过齿轮组与车轮相连。该齿轮组由两个行星齿轮组和一个单向离合器组成。由于能够双向变换驱动电动机，因此具有两种不同的传动比。如果电动机旋转方向相反，可在有限的转速下向驱动轴施加高扭矩。此外，两台电动机可以同向旋转，以获得最高转速，从而达到更高的车速。带有一体式减速器的车轮轴承最终将扭矩传递给车轮。有了这种特殊的电动机-变速箱配置，便不再需要专门的换档执行器。NSK 认为，与中央车辆电动机解决方案相比，配备两个这样的驱动装置（每个前轮一个）不仅可以使重量减轻 30%，还能保持相同的性能。此外，由于可以控制两台电动机的扭矩和转速，传动机构能够在加速和制动期间平稳地换挡。

**用于车载实验的 Tandem-AutoBox**  
为了评估电动机原型，开发团队建造了一台测试车辆，在前轮上安装了轮毂电机。当 NSK 生产复杂的评估设备时，特别是在建造这款测试车辆时，与众多的公司和大学开展了密切合作。自规划阶段以来，dSPACE 一直在支持这个项目。为了在实际运行中测试车轮电动机，他们在车辆后部安装了 Tandem-AutoBox。Tandem-AutoBox 提供了测试车辆所需的主要接口。除了控制轮毂驱动装置中的电机之外，dSPACE 系统还负责电动助力转向的控制。测试车辆的配置不仅可以用于测试轮毂电机，还适用于其它的应用案例。为了应对未来的挑战，NSK 使用了 Tandem-AutoBox，其可在 12V 汽车电池下工作。

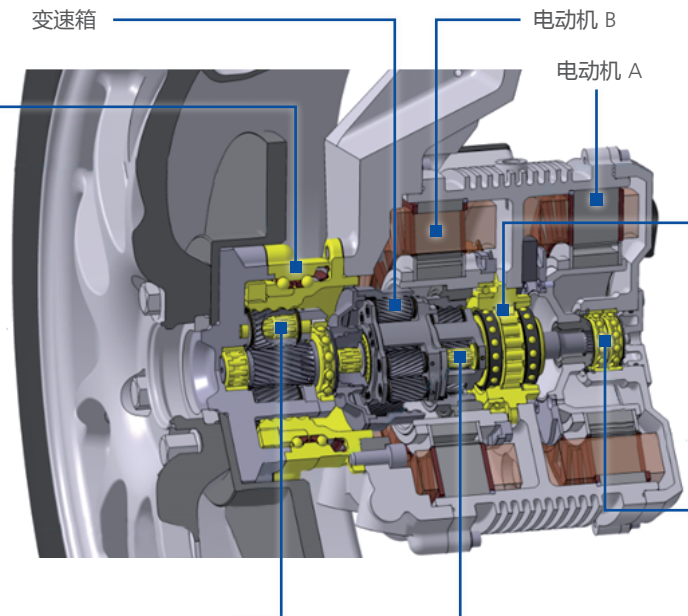
图 1：带有一体式传动机构的轮毂电机配置。NSK 想要在市场上推出其单独的电动机组件。



带有一体式减速器的车轮轴承



小型滚子轴承



图片来源：© NSK Ltd.

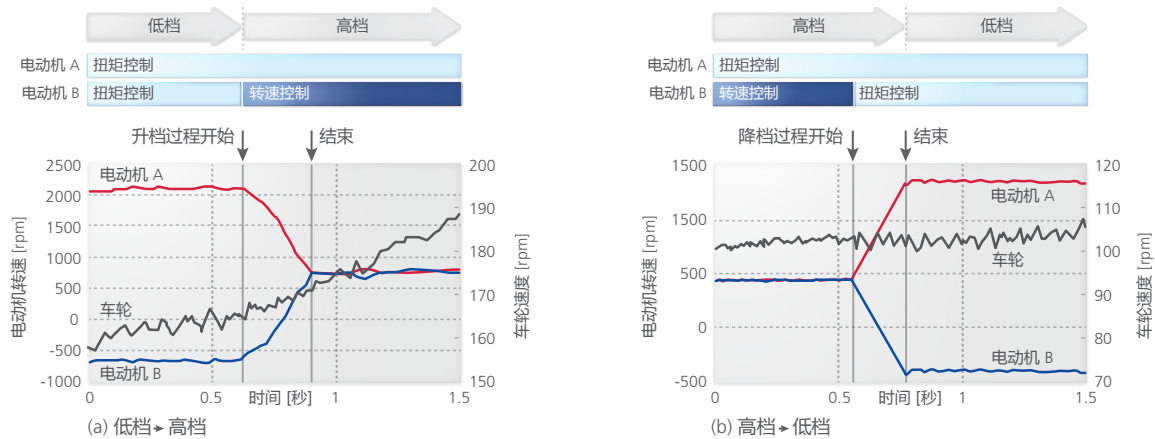


图 2：升档或降档过程：

a) 两台电动机最初旋转方向相反。当电动机 B 改变转向时，单向离合器启动行星齿轮架。电动机此时旋转方向相同（高转速，低扭矩）。  
b) 两台电动机最初旋转方向相同。当电动机 B 改变转向时，单向离合器使行星齿轮架停止。电动机此时旋转方向相反（低转速，高扭矩）。

## 与 dSPACE 密切合作

建造测试车辆时，NSK 获得了 dSPACE Engineering Services 的专业支持，后者在整个开发过程中为开发团队提供支持。在双方合作下，开发团队最终快

速、轻松地调整和增强了设备配置，并更新了控制策略。dSPACE 的实验软件 ControlDesk 和 Tandem-AutoBox 在结果分析的过程中发挥了重大作用。Tandem-AutoBox 能够同时执行控制任务和测量，带来了极大的便利。这样能够更快速、更容易和更可靠地分析和纠正故障。

代码，他们可根据不同的工作状态调整这些代码。这使得团队能在整个开发过程中高效地工作。 ■

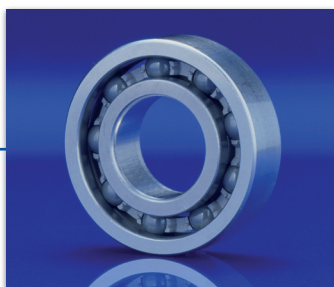
Yasuyuki Matsuda, 日本精工株式会社

请通过此视频了解有关  
轮毂电机运行的更多信息：  
[www.dspace.com/go/  
dMag\\_20172\\_NSK](http://www.dspace.com/go/dMag_20172_NSK)



单向离合器

耐腐蚀轴承



## 结论

测试车辆属于电动车辆，因而需要连接到充电站以用于测试（驱动）或者进行维护以更新控制软件。因此，控制软件开发的关键在于能够在这些状态之间切换。工程师还获得了易读的

Yasuyuki Matsuda

Yasuyuki Matsuda 就职于 NSK Ltd. 公司  
(日本藤泽市) 未来技术开发中心的汽车  
系统开发部门。







掌控

# 多样性

dSPACE 解决方案实现高度自动化驾驶

高度自动化驾驶是许多汽车制造商的开发重点。Karsten Krügel 和 Hagen Haupt 是 dSPACE 的工程师，负责虚拟验证和仿真模型，他们阐述了自动化驾驶功能开发所面临的挑战。





*Krügel 先生，大家都在谈论高度自动化驾驶或自动驾驶。dSPACE 是否也是这样？*

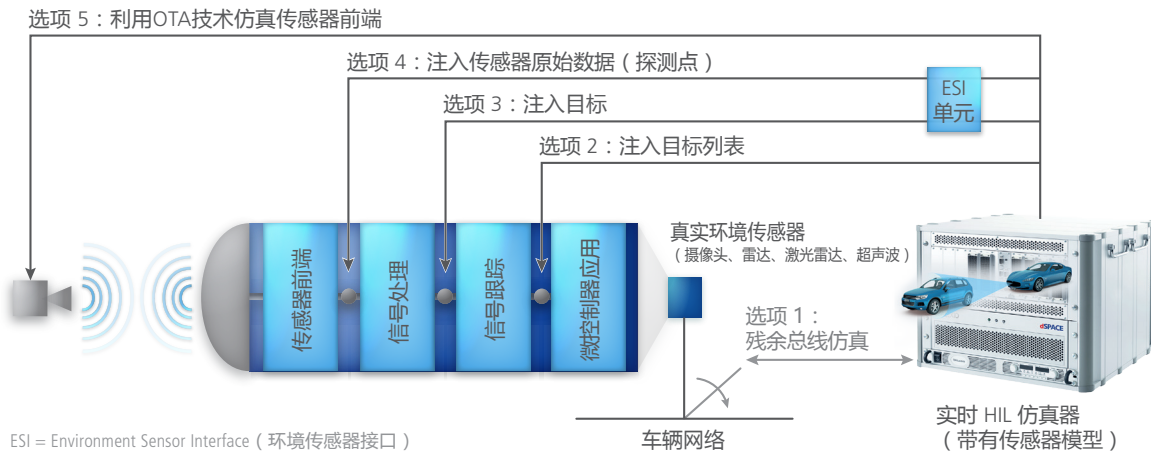
是的，确实如此。自动驾驶是 dSPACE 的研究重心，因为目前我们的许多客户都在致力于这一课题。在过去的几年中，我们投入了大量的时间和精力来改进我们的工具，以支持 OEM 厂商和供应商对自动驾驶功能的开发和验证。正如我们的网络研讨会系列所展示的那样，dSPACE 将自己定位为这一领域的一站式软件和硬件解决方案供应商。

*Haupt 先生，开发和验证这些功能的核心要素是什么？*

有以下几个重要方面：首先，您需要采用全新的方法和标准来开发自动驾驶、传感器融合和感知算法功能。自适应

AUTOSAR 和汽车以太网就是很好的例子。此外，必须尽可能全面和详细地仿真真实世界的复杂性，因为现实世界的仿真对于验证至关重要。新的描述格式，比如 OpenDRIVE、OpenSCENARIO 和 Open Simulation Interface (OSI)，有助于生产商开发合适的工具。这些工具支持仿真模型的配置，以便真实地仿真所定义的场景。当然，开发这些功能也需要新的原型开发解决方案。为此，dSPACE 通过 MicroAutoBox Embedded SPU 扩展了其产品范围。它以独特方式将强大的计算能力、各种接口（连接汽车网络和环境传感器、GNSS 定位、无线通信）以及适合车载应用的紧凑强大型设计集于一身。我们在 dSPACE 杂志 2017 年第 1 期《多传感器全能工具》的文章中详细介绍了这种新工具。 >>





闭环测试环境的基本原理（具有不同的传感器数据注入选项）：根据所需详细度的不同，传感器信号可以通过不同的方式集成在 HIL 仿真中。

### 仿真期间需要关注哪些方面？

Haupt：一个特别大的挑战是在车辆和环境仿真中对特定应用案例的相关效应进行仿真。传感器模型是其中的关键。它们必须在符合物理标准的前提下实现最高效率。为了解决这些问题，dSPACE 提供了具有不同深度的传感器模型。从技术独立的传感器（根据可用信息立即创建对象列表），到物理摄像头模型（直接输入图像数据），这一系列模型涵盖了一切方面。

### 这对于供应商和 OEM 的流程究竟意味着什么？

Krügel：为了验证高度自动化驾驶功能，开发阶段和最终的发布都需要执

行具有不同深度的大量测试。这些测试的范围很广，除了之前的方法，只有借助基于软件的仿真平台（比如 dSPACE VEOS）才能胜任。VEOS 允许使用 PC 集群，可在数百个计算节点上并行运行大量仿真测试案例，只需数天即可完成。此外，早期开发阶段没有 ECU 原型，因而必须使用虚拟 ECU (V-ECU)。由于整个效应测试链需要使用许多 V-ECU，所以手动集成软件是不可行的。因此持续集成变得愈发重要。V-ECU 应由最新的集成版本全自动化生成。所有这些修改都需要供应商和 OEM 厂商调整开发过程或者创建全新的工作步骤，dSPACE 为此提供全面的咨询和支持服务。

### 这是否意味着不再需要 HIL 仿真器？

Haupt：对于基于 ISO 26262 的发布测试来说，硬件在环 (HIL) 仿真仍然不可或缺。在仿真过程中，传感器（比如摄像头和雷达传感器）集成在 HIL 系统中，因为传感器中的信号预处理、传感器融合以及环境模型在 ECU 中的创建都对效应链有着重要影响。从对象列表的残余总线仿真和注入原始数据流，到通过 OTA 技术仿真整个系统，传感器可在各种深度上实现集成。dSPACE 为所有这些变体提供自定义 I/O 解决方案。例如，我们开发出强大的硬件 Environment Sensor Interface Unit。该硬件能在原始数据层面将图像传感器连接到 HIL 仿真器。

## ■ 自动驾驶功能的开发和测试影响着汽车行业的工具链和现有工作流程。



Hagen Haupt (左) 和 Karsten Krügel (右) 阐述了 dSPACE 针对自动驾驶推出一系列解决方案。

### 与以前的模型相比，最新模型的真实性和必须达到何种程度？

Haupt：基于现象学方法或物理方法的传感器模型在上述原始数据馈送方面发挥着越来越大的作用。通常，这些模型是在 3D 图像处理环境中进行计算。dSPACE 提供了一种强大的解决方案，在 MotionDesk 中新增了摄像头和点云数据传感器模型。用于仿真雷达传感器的模型目前也正在开发之中。

### 这是否意味着整个仿真环境必须变得更加真实？

Haupt：真实表示传感器物理性质肯定会直接影响驾驶环境及其组件的建模，比如公路网、路侧建筑物、交通信号灯以及道路使用者，因为这些组件在仿真中始终与传感器模型相互作用。但是，不仅交通对象必须更加真实地显示，其行为也必须真实。还有

一些关键点，包括智能驾驶（考虑道路法规）和真实的交通场景；如果使用传统方法，这些场景的定义将是十分繁琐的。

### 环境仿真是如何得到改进的？

Haupt：新型改进方案包括集成智能驾驶和交通系统以及集成成熟的交通仿真解决方案，比如 Simulation of Urban Mobility (SUMO) 和交通流量仿真软件 VISSIM。此外，dSPACE Automotive Simulation Models (ASM) 支持多主体仿真，即仿真中具有自动驾驶功能的多辆整车在同一环境中行驶。当然，尽可能简化场景的定义也很重要。因此很关键的一点在于使用真实的地图信息描述公路网，并导入交通对象的运动数据。我们在导航数据的基础上生成公路网，比如 OpenStreetMap 或高度精确的 HD 地图。我们成熟的 ModelDesk 工具提供

运动数据界面，让您能从真实的车辆测试或记录的数据以及事故数据（比如 GIDAS-Pre Crash Matrix (PCM)）中轻松导入场景描述。

### 以前的测试与现在的高度自动化驾驶测试之间最大的区别是什么？

Krügel：有一个方面是肯定的，就是测试的内容远多于以前。然而，相比进行大量测试，更重要的是进行正确的测试。这意味着我们需要利用全新的智能测试方法来检测关键的场景或不必要的误报，因为没有人能够只根据需求就定义出一个全面完整的测试目录。为此 dSPACE 通过各种工具提供支持，例如，场景观测器通过随机检验的方式持续观测仿真过程，并以合适的方式提供仿真结果，以便测试人员可以从大量数据中轻松地识别和分析有价值的信息。 >>



## 自动驾驶网络 研讨会系列

dSPACE 免费提供六场讲座，  
详细阐述高度自动化驾驶功能的  
开发和测试。

更多详情请访问：

[www.dspace.com/go/AD-Webinar](http://www.dspace.com/go/AD-Webinar)

## 在一个集群中联合使用真实和虚拟 PC 可以使 复杂驾驶场景的测试更加灵活。

管理大量数据是一项重要任务。

dSPACE 在这方面必须提供哪些支持？

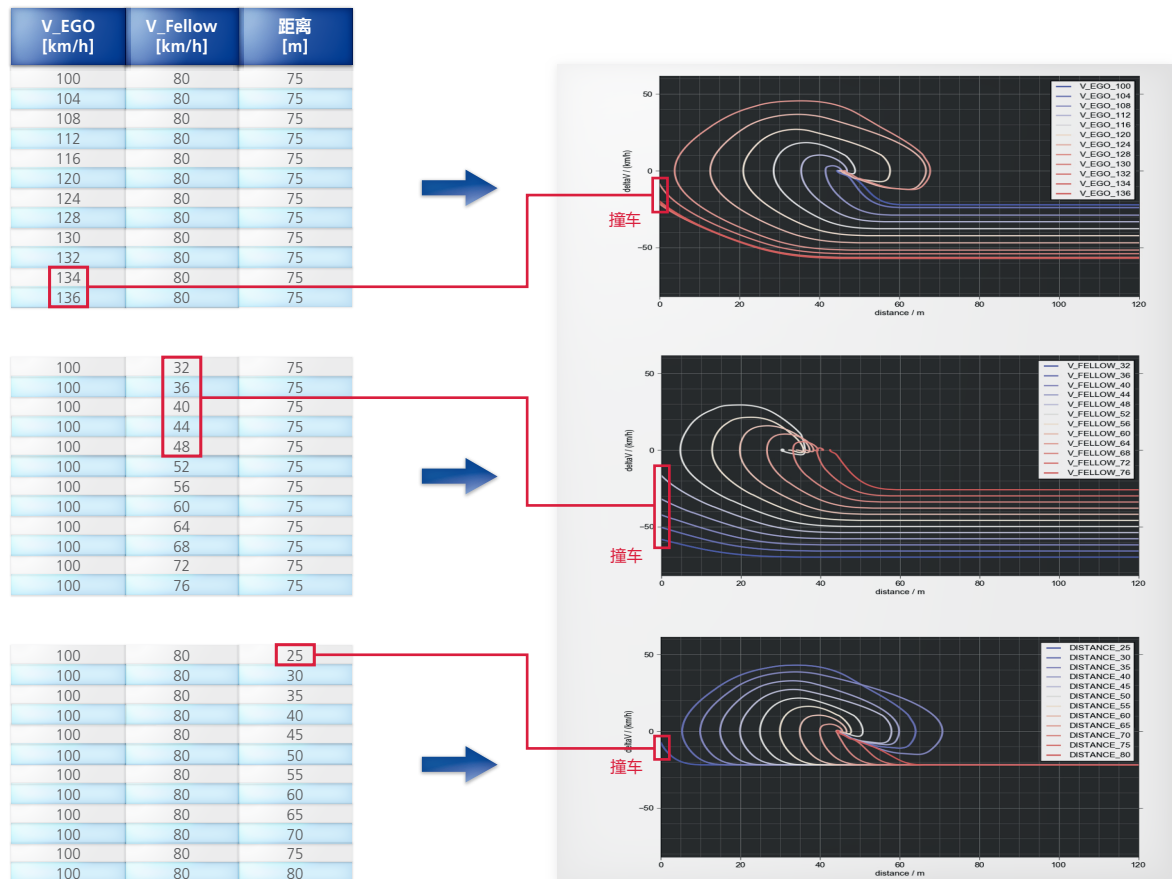
Krügel：我们的测试和数据管理软件 SYNECT 提供所需的基础设施，支持在相关的 MIL、SIL 和 HIL 测试平台上全自动化验证自动驾驶功能。SYNECT 能让您集中管理所需的测试场景和相关数据，比如仿真模型和参数。此外，您还可以高效地安排大量测试并自动执行这些测试，这意味着一晚上就可以在 PC 集群上进行数百万公里的虚拟测试。

Krügel 先生、Haupt 先生，感谢你们接受我们的采访。

Karsten Krügel 博士是 dSPACE 虚拟验证高级产品经理。

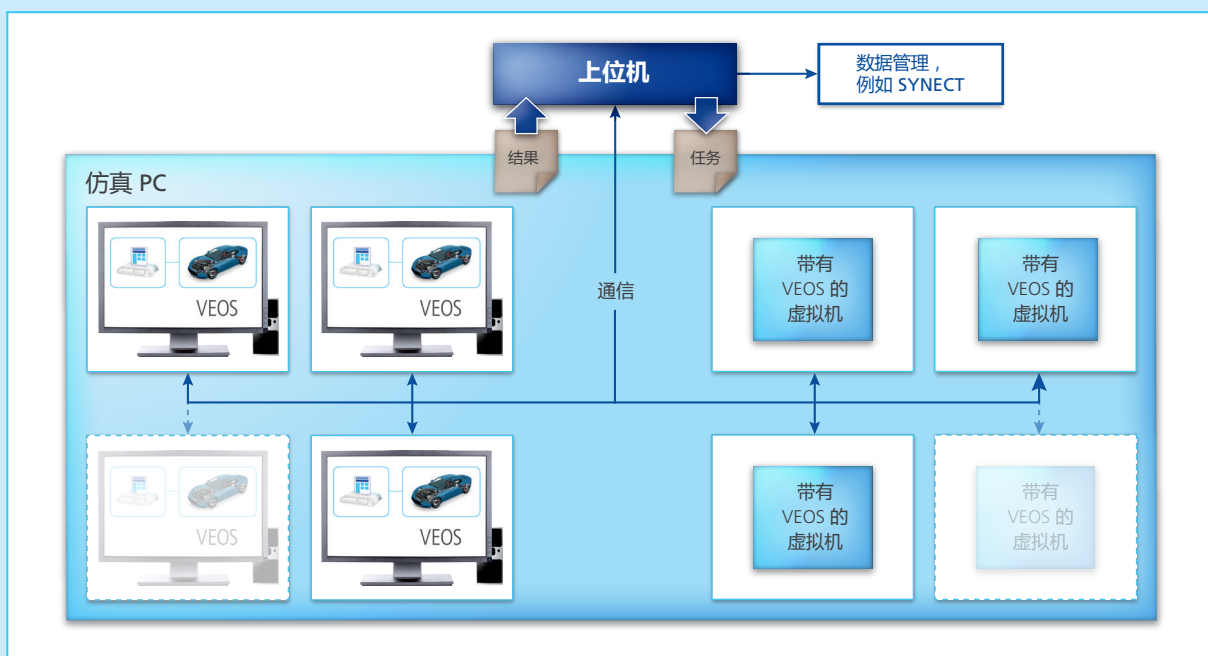
Hagen Haupt 博士是 dSPACE 应用工程部门下建模和 HIL 仿真团队的经理。

图形化的评估展示了对于前车插入这种场景，在哪些参数值范围内自主车可以保证安全。而标红的参数则会导致撞车。





## 多主体系统的组合计算能力



验证驾驶辅助系统和高度自动化驾驶功能时的一个重要因素是多辆高度自动化汽车与其他智能化道路使用者在多主体仿真中的交互作用。这需要运行大量含有不同行为道路使用者的交通场景，因此显著增加了验证过程所需的测试数量。在基于 Windows 的 VEOS 集群中使用软

件在环 (SIL) 仿真能够明显增强测试性能，同时确保拥有可扩展性。为此，将待测试的驾驶场景存储在中央上位机上。上位机将单个测试分布到仿真 PC 网络中，这些仿真 PC 集成为 PC 或虚拟机。在所安装的 VEOS 仿真平台上，测试按照批处理方式进行，测量结果反馈至上位机。由于

dSPACE 工具为模块化和自动化形式，所以每项自动化 SIL 测试原则上均可在仿真 PC 上执行。测试性能随着节点数量的增加而增强。如果将集群控制集成在 SYNECT 测试和数据管理环境中，能使现有的测试流程和持续集成流程实现完美融合。



通过中央数据管理  
实现到批量生产的转化

# 基于模型的 敏捷 开发

灵活的开发和测试方法能够更快地实现可部署的软件并对其进行不断改进。在各处的开发团队之间交换数据时需要保证透明性和一致性，这与重复过程的自动化同等重要。中央数据管理和协调一致的工具链在这一过程中是至关重要的。

# 汽

车软件开发中需要不断提高效率并提升专业化。如今，越来越多的分布式开发团队开展合作，进行联合开发。他们为不同的流程阶段建立了专门的工具和程序。通过缩短开发和测试功能组件的周期，并将它们更频繁地集成在整体模型中，可以使验证和测试调整的过程变得敏捷高效，因此可以更快地持续发布软件版本。

## 开发流程中的中央数据管理

在分布式软件开发中，架构师、功能和软件开发人员、测试人员和集成人员有必要使用相同的数据库。这对中央系统提出了更高要求，因为中央系统需要使数据和文件针对不同的角色、任务和工具保持一致性和可追溯性。数据管理软件 SYNECT（在使用 MATLAB®/Simulink® 的基于模型的开发中作为数据中枢）和产品级代码生成器 dSPACE TargetLink 能使软件开发人员和项目负责人等工作人员总览所有的开发组件和阶段。数据中枢完全集成到工具链之后，能让用户持续使用单个开发阶段中的成熟工具，并将它们完美地交叉连接，例如连接需求管理工具或测试工具。其具有以下优点：

- 通过数据的关联获得完整可追溯性（从需求到模型、接口、参数和测试以及自动化效果分析）。基于一体化的用户权限管理和版本管理，实现透明高效的变更管理。
- 高度自动化，因为工具实现高效链接。
- 能为所有 Simulink/TargetLink 用户提供高效的多用户支持，因为他们可以使用统一且一致的数据库。

以下各节介绍 TargetLink、BTC EmbeddedPlatform 和 SYNECT 组成的工具链在各个开发阶段模型验证中的优点。

## 一致的数据管理，确保高效率

通过在 SYNECT 中跨阶段集中管理模型、接口、参数规格、测试、测试结果以及它们与需求的关系，确保了开发项目中的所有参与方都能获得高效支持。架构师使用 SYNECT 来集中确定开发人员所用的接口和参数，以用于整个模型的各个组件。SYNECT 为框架模型的生成和模型更新提供自动化流程，可将所需的数据和接口规格轻松传输到 TargetLink 模型和 TargetLink Data Dictionary。这也使组件模型之后的调整能够进行轻松简单的传输。因此，所有开发人员可以

>>

## 强大工具链

- dSPACE TargetLink 用于生成高质量的 ECU 产品级代码
- BTC EmbeddedPlatform 用于构建高度集成的测试环境
- dSPACE SYNECT 是分布式工作团队的中央数据管理工具



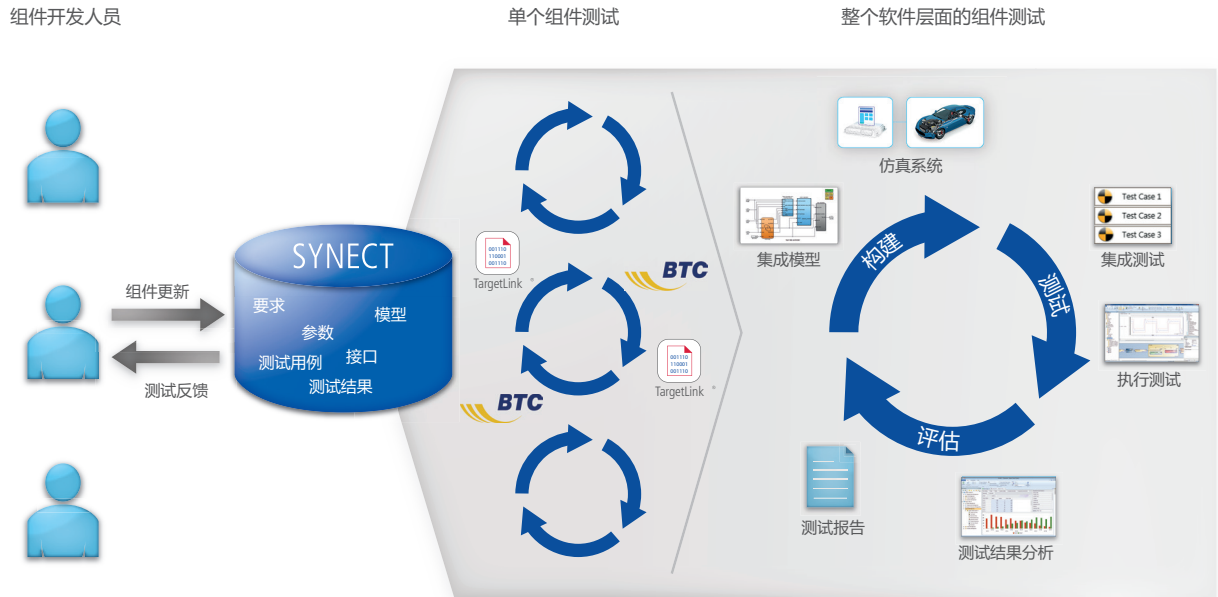


图 1：在单个组件和整个软件级别持续地自动测试组件。

使用一致的数据。组件开发人员或测试团队开发的测试（用于模型验证）由 SYNECT 集中管理。利用直接关联选项（提供需求、模型、测试和测试结果的信息），可以随时查询软件的开发状态和质量。此外，还可分析和跟踪需求覆盖范围。另外，由于可以保证接口的一致性和质量，组件可以完全自动地集成到整个模型中。因此 SYNECT 可以为开发团队持续提供可部署的软件版本。

**集成和测试：自动化、可重现**

为了在开发周期缩短的情况下确保组件模型的质量，开发人员不仅必须自

行开发、执行和保存单元测试，他们还必须在整个软件环境中测试和评估组件。通过无缝集成常用测试工具，比如 BTC EmbeddedPlatform，SYNECT 可以很好地帮助开发人员完成这些任务（图 1）。因此，开发人员可以根据模型需求和附加分析（比如代码覆盖率和背靠背测试）使用这

些工具来定义单元测试，然后可以完全自动地执行每个新模型版本所需的更多测试，例如在发布新组件之前执行。SYNECT 能够自动集成每个开发版本，这样可在整个软件层面执行连

续测试（图 1）。例如，SYNECT 中央数据管理可让您直接使用针对 HIL 仿真器验证的现有测试。即使没有实时仿真器，组件开发人员也可以使用 dSPACE VEOS 执行基于 PC 的离线仿真，确定组件之间的相互影响。这使得软件开发的各个阶段更加紧密地衔接在一起，意味着几乎每项软件调整

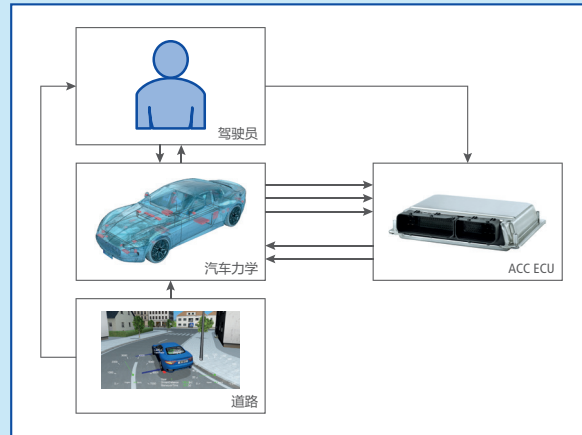
都能实现较短的迭代周期。开发人员还会收到测试结果和

测试报告的直接反馈，从而了解他们所开发的功能。这使他们有机会对软件持续开发中的信息作出快速灵活的反应，并创建敏捷的高度自动化开发流程，包括可重现测试。

**■ dSPACE 工具链实现透明、自动和高效的持续开发**

## 图形化模型编辑

在即将发布的 2.4 版本 (dSPACE Release 2017-B) 中, SYNECT 引入了新的选项, 能够以图形方式编辑模型连接。因此, 分布式工作团队创建的单个软件组件、虚拟 ECU 和环境模型等不同模型可以合并为一个整体系统模型。在整体系统模型的基础上, 可以使用 dSPACE VEOS 为离线仿真生成仿真系统。未来计划以相同方式创建实时应用程序。SYNECT 支持各种模型格式, 比如 MATLAB/Simulink、TargetLink、Functional Mock-up Units (FMU) 和 V-ECU。为了连接模型, 基于信号的通信和通过汽车总线系统进行的通信都需要考虑。此外, SYNECT 还可以自动为创建的仿真系统直接安排和执行测试。



### 实施持续交付场景

全自动化集成减轻了组件开发人员的开发压力, 同时简化了参与 ECU 开发的所有人员的工作。例如, SYNECT 可以针对持续交付上一次批准的组件在规定的时间内 (例如每天晚上) 定期触发软件构建流程。随后可以使用可用的测试在离线仿真中验证所生成的

虚拟 ECU (V-ECU)。因此, 可以连续提供针对 HIL 仿真器或车辆测试的软件和测试结果 (经过虚拟验证)。

### 总结

产品级代码生成器 TargetLink、用于构建高度集成的测试环境的 BTC EmbeddedPlatform 和数据管理软件

SYNECT 组成了一个工具链, 为组件开发人员提供了一个高性能环境, 以实现敏捷软件开发和持续交付策略。作为工具链的一部分, SYNECT 能让重复性任务完全自动执行, 并实现敏捷开发方法。在基于模型的整个开发过程中, 中央数据管理可以让用户时刻掌握所有工具和开发组件。 ■







# 通用型 实时 平台

SCALEXIO 现在也可用于快速控制原型应用



众多行业的机电系统的功能开发者如今纷纷采用 SCALEXIO。Frank Mertens 是 dSPACE 快速原型系统的首席产品经理，他对此进行了详尽的解释。









*Mertens 先生, SCALEXIO 因为硬件在环 (HIL) 仿真而广为人知。现在它首次应用于快速控制原型 (RCP)。您能给我们介绍一下么?*

的确, 我们用户知道 SCALEXIO 产品系列主要应用于 HIL 测试系统。2011 年以来, SCALEXIO 凭借其创新技术在这一应用领域获得了很高的知名度, 这些年来又取得了许多新进展, 而且日臻完善。在此期间, RCP 环境的众多功能开发人员希望使用此项技术, 因为它能在闭环实时应用中很好地进行控制、验证和数据采集任务。我们现在已经满足了这一需求。

*为什么功能开发人员以前不能在快速控制原型中使用 SCALEXIO?*

一般来说, 他们之前是能够使用 SCALEXIO 的, 有些人曾经试过。但在近几年, 我们专注于满足 HIL 的需求。例如, HIL 应用中的许多 I/O 板卡具有特定的功能性质以及特殊的信

号调理和集成式故障仿真。这对板卡的尺寸有一定的要求。近几年我们推出了紧凑型 SCALEXIO LabBox 和相应的紧凑型板卡, 并进行了进一步的优化, 最终发布了新的组件和功能。它们非常适合执行 HIL 测试, 也特别适用于 RCP 应用。如今, 我们的产品覆盖面相当广泛, 所以我们现在正式将此系统应用于 RCP 领域。

*RCP 用户对 SCALEXIO 技术有什么特别的期待呢?*

让我们看一下整个 SCALEXIO 系统。每个组件本身都非常强大, 并且组件的交互会进一步增强系统性能。这和打排球的道理是一样的: 单单拥有王牌球员并不能打造一支成功的球队。所以在设计系统架构时, 我们不仅使用强大的先进技术, 还会优化这些技术之间的交互作用。例如, 我们使用最先进的 Intel® Core™ i7 处理器。强大的处理能力

使其能够非常快速地计算复杂的高级应用程序。为此, 操作系统必须发挥应有的作用, 比如在切换任务时需要即时做出适当的反应。其次是增加 I/O, 因为如果带宽不足或者出现高延迟或暂时的剧烈波动 (称为抖动), 即使再强大的处理能力也会捉襟见肘。dSPACE 一直是实时系统的一流厂商, 而且在这一领域拥有丰富的经验, 但是我们并没有满足于此, 而是开发了诸如智能 I/O 网络之类的创新技术, 该智能 I/O 网络通过了 HIL 应用 IOCNET 的严苛考验。除了低延迟, 它还拥有高带宽, 能在捕获各类数据或连接到现代车辆网络等情况下高效处理大量数据流。SCALEXIO 系统具备完善的功能, 帮助用户应对当前和未来的应用。在汽车行业, 其相关的应用开发包括高级驾驶辅助系统、高度自动化驾驶、电动汽车以及日益增强的车辆互联。

■ SCALEXIO 系统既能实现低延迟和低抖动, 又具有高计算能力和高带宽。



### SCALEXIO 已经能够支持哪些 I/O 接口？

由于我们不再处于开发初期，所以已经可以支持大量的 I/O 板卡，将其用于模拟和数字信号处理以及总线和以太网，并应用于不同行业。多年以前，我们推出了可与 SCALEXIO LabBox 搭配使用的首批板卡。dSPACE 现在以及未来将致力于不断开发其他板卡。

### 如何满足特定的 I/O 请求？

SCALEXIO 为我们提供了所需的灵活性。假如不用我们的标准产品组合来满足这些需求，那么 SCALEXIO 能将第

三方供应商的 PCIe I/O 卡无缝集成到系统中，并能保证高性价比。dSPACE 还将提供 I/O 板卡的相关支持和认证。这些板卡还必须通过兼容性测试，所以我们可以确保系统在高度灵活的同时，具有一致的性能和可靠性。并非所有供应商都能像我们这样做到标准化，并保证统一性。用户在使用其他品牌的产品时，可能会得到“惨痛”的教训。我们所做的一切旨在给用户带来始终卓越的实时性能和可靠的系统。此外，SCALEXIO 还提供额外的定制服务，可以使可编程的 FPGA 板卡与 I/O 插接模块组合使用。

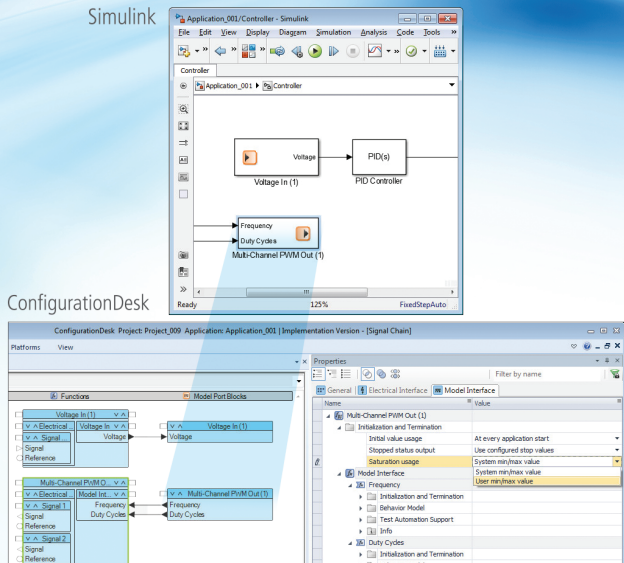
### 模块化 RCP 系统的新硬件是否需要新软件？

视软件而定。最主要的一些软件，比如实验软件 ControlDesk、测试自动化软件 AutomationDesk 和 Simulink® 应用程序模型，是独立于硬件的。这与依赖硬件的实施软件不同。我们发布 SCALEXIO 时，也推出了用于取代 Real-Time Interface (RTI) 软件的 dSPACE ConfigurationDesk。ConfigurationDesk 能让用户以全新方式浏览 I/O 接口，并将这些接口的快速配置集中于一处。它还能让用户将应用模型（比如来自 Simulink）与特定的

&gt;&gt;







SCALEXIO 基于最先进的创新技术，无论是快速控制原型还是硬件在环应用，都能为其实现模块化实时系统的最佳配置。

I/O 设置和建模几乎完全分离开来。这满足了用户对可复用性、无缝过渡和“黄金模型”方法的期待需求。对 Functional Mock-up Interface (FMI) 接口的支持提高了软件的开放性，这无疑是一项优点。

*SCALEXIO 是否会取代基于外围高速 I/O (PHS) 总线的模块化系统？*

我相信会取代。取代的过程主要是由客户的需求推动的，但不会一蹴而就。基于 PHS 的系统的使用已经超过了 25 年的历史。模块化实时系统设定的标准已经很完备。因此，我们将

在一段时期内继续提供这些系统，并在较长一段时期内为其提供服务。但是，未来不断增长和变化的需求只有通过 SCALEXIO 出色的性能、灵活性和开放性才能得到充分满足。最终我们将停售基于 PHS 的系统。此后我们将完全进入 SCALEXIO 时代。

*感谢您接受我们的采访。*

*作为快速原型系统的首席产品经理，Frank Mertens 负责德国帕德伯恩 dSPACE GmbH 的整个 RCP 工具链。*



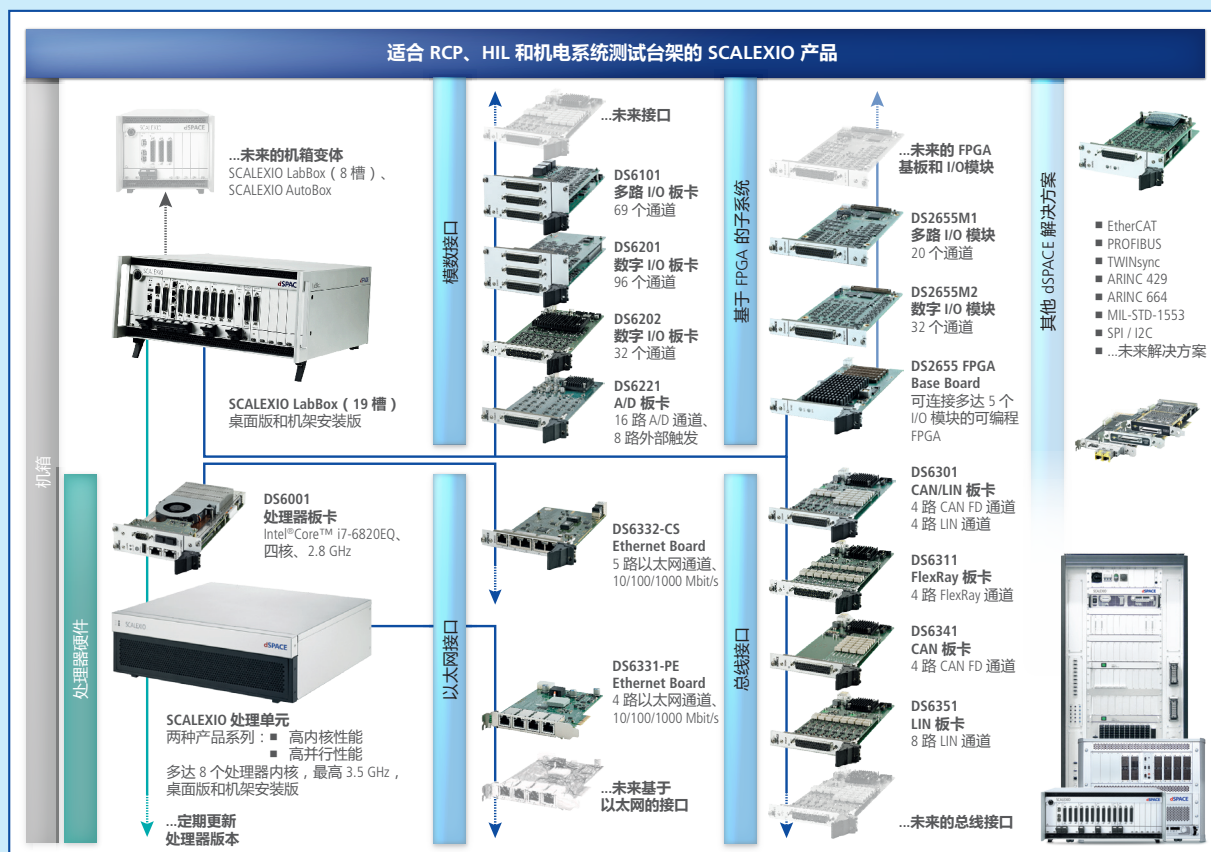
**FUTURE  
START**

## SCALEXIO 产品系列 - 现在也适用于快速控制原型

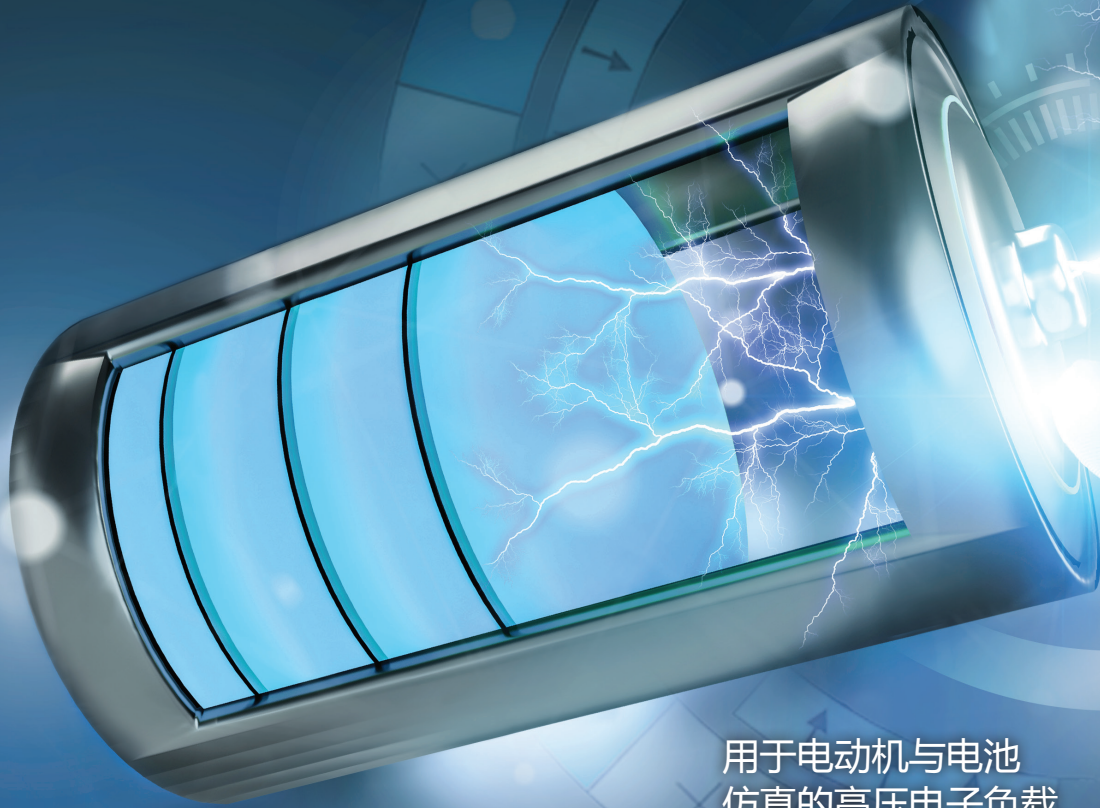
SCALEXIO 产品系列具有顶尖创新技术，专为模块化实时系统而开发。该系列产品具有高度的可扩展性，可以灵活配置。基于 SCALEXIO 的系统具有很高的计算能力和快速、高带宽的 I/O 连接。这使其成为各种应用的理想之选。下图所示是一些 SCALEXIO 组件，特别适合实验室 RCP 应用（功能设计、执行和验证），这些组件为 HIL 应用案例增添了新的选项，完善了产品组合。SCALEXIO 系统基于紧凑型机箱 SCALEXIO LabBox，该机箱含有一个处理器板卡插槽和多个

I/O 板卡插槽，可放置在 19 英寸机架或桌面上。SCALEXIO LabBox 还具有噪音排放低、易更换板卡的优点。实时处理器由外部 SCALEXIO Processing Unit 或新型 DS6001 Processor Board 提供，这些处理单元或板卡可集成在 LabBox 中。由于具有四核处理器和 2.8 GHz 计算能力，DS6001 非常适合复杂的模型计算。即便该计算能力仍不足以满足要求，还可以级联多个处理器板卡或处理单元。该系统拥有大量功能强大的、部分基于 FPGA 的 I/O 板卡，可连接传感器、执行器、

总线和网络。这些板卡通过 dSPACE 开发的 IOCNET 数据网络连接到实时处理器，这种网络具有高带宽以及超低的延迟和抖动。为了缩短周期时间并实现大规模数据预处理，dSPACE 提供可编程的 SCALEXIO DS2655 FPGA 基板，该基板可通过附加的 I/O 模块进行扩展。系统中还可以添置第三方供应商提供的符合 dSPACE 认证的 PCIe 卡。我们目前正在开发其他组件，比如车载机箱（SCALEXIO AutoBox）和更多类型的 I/O 板卡，这些组件将会很快上市。







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。**



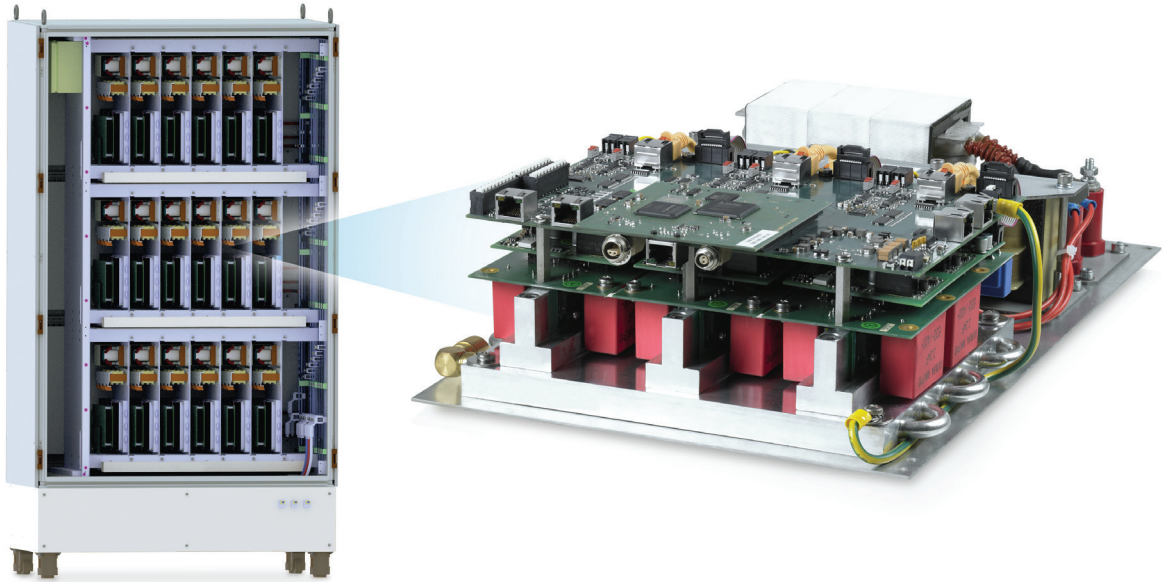


图 1：高压电子负载能够对电压高达 700 V 的电动机和电池进行仿真。

### 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。

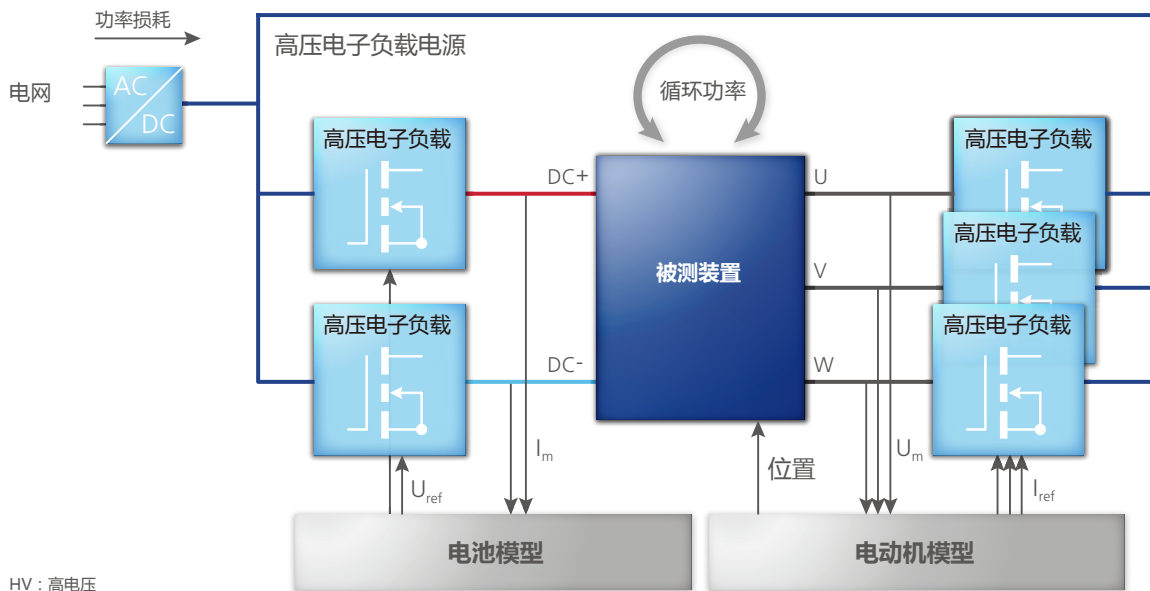


图 2：典型测试配置示意图。

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。

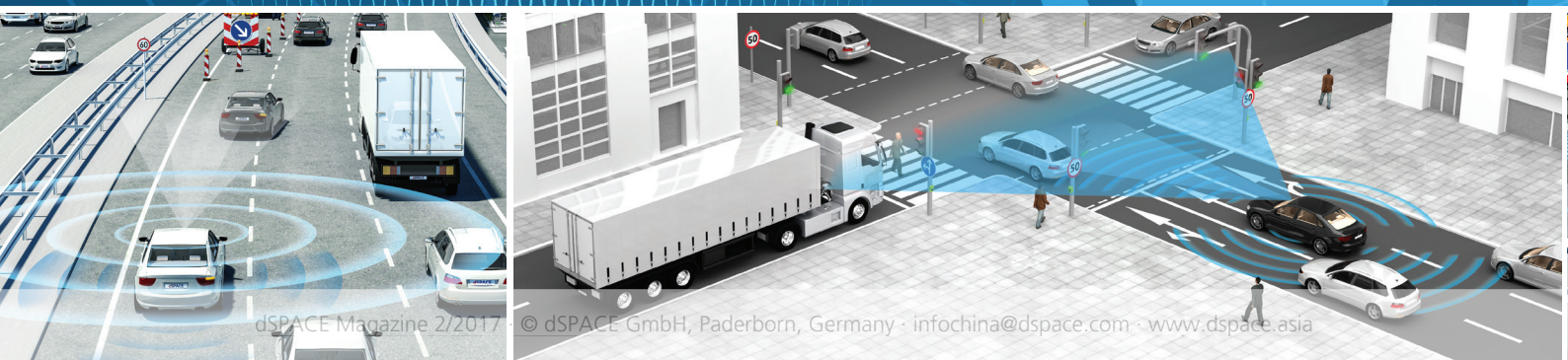
### 在现有工具链中集成

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。■



利用真实的雷达  
回波测试雷达传感器

# 实验室 真实回波





在闭环中测试雷达传感器是高级驾驶辅助系统开发中的一大挑战。通过不断改进 HIL 仿真器，dSPACE 现在无需使用虚拟回波，而是直接使用真正的雷达回波，就可在有限的空间实验室内完成雷达传感器的闭环测试。

## 雷

达传感器为现代车辆的高级驾驶辅助系统提供所需的环境信息，以免发生事故或用于执行自动驾驶功能。验证辅助系统时，必须尽可能真实地考虑雷达波的传播特性。这意味着昂贵且耗时的道路试验通常不可避免。然而，通过在实验室中使用雷达传感器发射和接收真实雷达波 (OTA)，可以避免执行这些路试。

### 实验室测试，而非路试

在实验室测试雷达传感器时，必须满足一系列要求：

- 必须在有限的实验室空间内生成交通参与者的雷达回波，而这些参与者通常在道路上具有不同的间距（从数米到数百米）和不同的速度。

- 还必须仿真雷达回波源方向的变化（例如车辆在弯道上行驶时）以及雷达散射截面（用于衡量物体反射雷达波的能力）。
- 测试台架上出现的多余雷达回波必须被滤除，或者测试台架必须屏蔽掉这些回波，否则会影响测试结果。因此，测试必须在专门的吸波室中进行。

由于难以满足所有这些要求，基于雷达的驾驶辅助算法通过残余总线仿真完成大多数测试。在这些测试中，检测到的雷达目标被输送到总线，例如 CAN 总线。然而这种方法缺乏测试深度，因为是在没有真实雷达传感器的情况下进行测试。使用真实的雷达传感器和回波可以避免这些问题。miro•sys Automotive Radar Scenery Generator 具有通用的工作流

>>







图 1：雷达测试台架概览。

程，所以不需要获得特定于 ECU 的内部信息，因此，您可以将雷达传感器视为黑盒，并对其进行测试。

**用于基于雷达算法的测试台架**

dSPACE OTA 雷达测试台架主要由机电测试台架、dSPACE SCALEXIO HIL

仿真器和 miro sys Automotive Radar Scenery Generator (图 2a) 组成，用于测试基于雷达的算法。机电测试台架包括雷达传感器所在的吸波室（低反射空间）以及围绕共同垂直轴旋转并由电机驱动的多个叠在一起的环。有天线连接这些堆叠环。堆叠环的旋

转改变天线的位置，继而改变雷达回波源的方向（图 2b）。miro•sys Automotive Radar Scenery Generator 接收雷达传感器发送的雷达波，并根据 HIL 仿真器上的驾驶场景修改原始信号。发送和接收信号之间的耗时随车辆的距离而变化。因此，雷达传感

图 2：(a) 雷达测量装置位于吸波室内。dSPACE 仿真器计算驾驶场景、对天线定位并控制 miro•sys Automotive Radar Scenery Generator，该生成器可生成多达四个目标的相关雷达回波。(b) 两种典型的天线位置及其各自的驾驶场景。



器接收的雷达回波与真实的道路交通相匹配。这样，诸如自动巡航控制 (ACC)、自主紧急制动 (AEB) 和车道变换等所有典型的应用案例都能在实验室中轻松仿真。所有测试都可以将雷达传感器通常所在的前扰流板的特性 (形状、漆膜) 考虑在内。测试台架提供了足够的空间来集成部分前扰流板和雷达传感器。 ■

请通过视频了解在工作中的雷达测试台架：  
www.dspace.com/go/dMag\_20172\_Radar



## 简介：雷达测试台架

主要功能	详细信息
雷达目标 (数量/特性)	<ul style="list-style-type: none"> <li>具有以下参数的四个独立雷达目标：                             <ul style="list-style-type: none"> <li>距离</li> <li>速度</li> <li>雷达散射截面</li> <li>方位角</li> </ul> </li> </ul>
刷新率	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 毫秒；</li> </ul>
距离范围/步长	<ul style="list-style-type: none"> <li>2.0<sup>1)</sup>-1,000 m / 5.6 cm (数字)</li> </ul>
速度范围/步长	<ul style="list-style-type: none"> <li>± 700 km/h / 4 mm/s</li> </ul>
方位角范围/分辨率	<ul style="list-style-type: none"> <li>± 90° / 0.1°</li> </ul>
方位角速度	<ul style="list-style-type: none"> <li>最大 200°/s</li> </ul>
支持的雷达频率	<ul style="list-style-type: none"> <li>23-26 GHz、75-82 GHz</li> </ul>

<sup>1)</sup>正在开发中。可按要求提供更短距离。

miro•sys GmbH 总经理 Michael Rožmann 解释了使用真实雷达回波时面临的挑战。



**Rožmann 先生，为什么雷达回波应用的要求如此高？**

与高分辨率图像 (比如光学摄像头产生的图像) 相比，雷达信号比较难以理解。此外，精密的高频技术要求信号的质量和相干性绝对精

确。因为即使最小的偏差也会导致重大失误。由于短波信号也能很好地反射，因此必须相应地控制多余的反射。

**您是如何应对这些挑战的？**

miro•sys 在高频技术和光学领域拥有数十年的丰富经验，给我们雷达信号发生器的开发带来了很大帮助。该设备可以实时生成精确和相干的雷达信号。使用特殊材料的定制吸波室可以消除所有多余的反射，所以雷达传感器只检测到产生的雷达回波。

**真实的雷达回波有什么优点？哪些情形只能用这种方式测试？**

其优点显而易见：待测雷达传感器可以被视为黑盒，这意味着不需要特别了解传感器的内部信息。从天线罩到跟踪算法的一系列效应链只能使用这种方法进行测试。此外，前扰流板等周围材料对电磁信号的影响也需要考虑在内。

**与同行业的产品相比，您的产品具有哪些优势？**

雷达回波的特性即雷达散射截面、相对距离和相对速度可以每毫秒设定一次。此外，我们还推出了一款紧凑型设备，它支持多达四个完全独立的雷达目标和三种常规的雷达频率，即 24 GHz、77 GHz 和 79 GHz。我们的信号发生器采用了模块化设计，因此可以根据客户的技术规范对其进行配置。

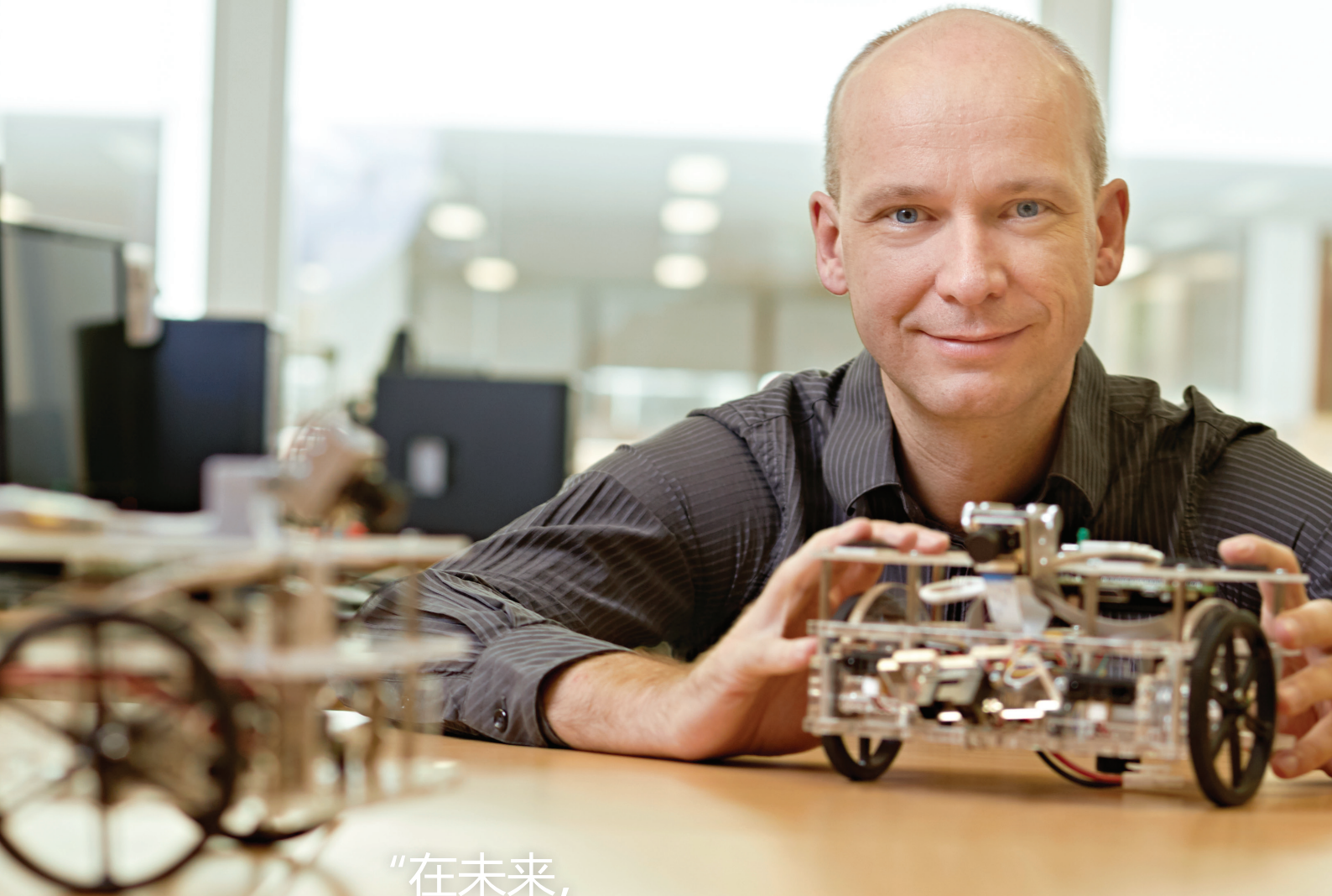
**您计划对之后的版本实现哪些扩展？**

我们之后的研究重点主要在于尽可能多地增加雷达回波，并减少雷达目标的最小距离。

**Rožmann 先生，感谢您接受我们的采访。**




Dressler 教授现在使用通信机器人车  
分析未来协同汽车的潜力。



“在未来，  
**协同车辆**  
将具有巨大潜力，  
可能会令我们大吃一惊。”

Falko Dressler 教授正在研究  
车辆间通信的发展方向



dSPACE 赞助的研究组 (Distributed Embedded Systems) 正在帕德博恩大学的计算机科学系里研究一个颇有前景的课题。在 dSPACE 杂志的一次采访中，研究小组负责人 Falko Dressler 教授不仅回顾了三年研发中的重大成果。还展望了汽车行业未来将面临的挑战。

*Dressler 教授，您从 2014 年开始负责 Distributed Embedded Systems 小组的工作。在这三年时间里，你们小组最具有里程碑意义的成果或事件有哪些？*

我们小组刚成立的那年，也就是 2014 年 12 月，在我们的努力下，我们团队迎来了第一个里程碑式的重大事件。国际著名的“车联网大会” (IEEE VNC) 首次在德国召开，而且是在帕德博恩这样的德国小城召开，之前都是在阿姆斯特丹、波士顿和京都等大城市举办。这对我来说是一个好的开始，也是整个团队都引以为豪的一件大事。仅仅两年之后，我们又举办了“移动 ad-hoc 联网和计算国际研讨会” (ACM MobiHoc)，这是一场国际性的技术大会，并邀请了行业内世界一流的专家来演讲。本次会议还引起了移动无线通信领域许多高级研究人员对帕德博恩的关注。最后，我们与 dSPACE 的合作也是一个里程碑式的事件。在过去的三年内，我们的合作不断加深。

*Distributed Embedded Systems – 在物联网时代，这是一个广阔的研究领域，并且已触及我们日常生活的许多方面。您的工作重心是什么？*  
我们的研究领域的确很广泛。我们主

要关注两个领域。第一个领域与物联网密切相关，通过物联网，我们日常生活中越来越多的设备实现了互联。我们致力于对嵌入式系统的传感器技术进行微型化。传感器必须十分紧凑，功能多，而且能耗低。如今，我们为蝙蝠配备了重量仅有 1.8 g 的无线传感器，这其中还包括电池。这个无线传感器能在网络中持续监视蝙蝠的社交活动，可长达两周时间。我们的第二个主要领域是车辆间通信。与物联网不同的是，该领域主要关注各种指标，比如实现极短的通信延迟、无线网络的高稳健性等，因为人类的生活可能依赖于它们。

*您的就职演讲谈到了这类车辆网络带来的挑战。那您如何看待这些挑战？因为许多汽车生产商正计划实现汽车间的通信以及车辆与基础设施之间的通信，*

我们目前主要的研究方向是协同自动驾驶。这远远不限于当今现代车辆的环境感知：彼此交互的车辆还能检测到传感器感知范围之外的危险状况，比如几乎能在协同车辆的帮助下透视障碍物。即使目前的半自动驾驶汽车也取得了不错的成果，我认为如果实现大量车辆间交互的话能够带来意想不到的成果。但是，另一个重大挑战

&gt;&gt;





在于如何高效地管理所需信道的资源，以便在道路交通十分拥挤的情况下也能顺利传送与安全相关的消息。

*如何在未来应对这些挑战？为了使产品之间的互联更加紧密，汽车行业需要做哪些准备工作？大学的学术研究如何对汽车行业进行支持？*

在我看来，解决方案的关键之一是为车辆与基础设施之间的无线通信选择合适的传输技术，并使其实现标准化。目前为止，我感觉每个 OEM 厂商都在各行其事。例如，有些厂商使用第四代移动通信标准 (4G)，但是在许多国家 4G 的覆盖范围仍然很小。其他厂商力图通过 WLAN (IEEE 802.11p) 实现联网，但在实现最低渗透率的时候面临诸多挑战。大学中的长期研究可以为行业的研究提供支持，后者通常仅持续数年，而且追求快速的投资回报。这种支持可以是“技术雷达”式支持，非常快速，并具有针对性。但是，我觉得最重要的是公司认为他们与大学的合作是一种双赢。

*dSPACE 成立基金会赞助了您的研究小组，您如何看待与 dSPACE 的合作？你们在哪些领域开展合作？*

在我看来，我们与 dSPACE 的合作是双赢合作的一个典范。当然，原因之一是如果没有这个基金，就不会开设这个教授职位。我认为 dSPACE 公司也同样明确认识到大学研究的长期优势。所以 dSPACE 从我们的研究成果中获益的同时，还愿意与我们分享成果，这在企业资助的大学研究项目中并不常见。我们可以非常自由地发挥自己的行业见解，这为我们未来研究更加有价值的课题奠定了基础。我们在其它方面的合作也很成功，如学士和硕士论文的撰写以及公司赞助的硬件。我们也从合作中获益，因为在企

业的帮助下我们可以召开实践研讨会。此外，我们的学生从很早就开始使用 dSPACE 产品。所以我们有许多毕业生在这家公司开始职业生涯，这是不足为奇的。

*您也与 dSPACE 及其他合作伙伴在 HY-NETS 项目中密切合作，目的是仿真复杂的交通流量，并通过辅助系统使混合动力驾驶变得更高效率。*

*这一项目进展如何？*

HY-NETS 不仅展现了我们与 dSPACE 及行业伙伴的良好合作，它还展示了一种十分有趣的应用案例，这就是车辆之间以及车辆与基础设施之间的通信，这甚至涉及了生态学的知识。我们为该项目

仿真了交通流量以及车辆和基础设施之间的通信，它们已经能够与 dSPACE 的模

型结合，用在待优化混合动力汽车所需的直接交通环境中。这样能够创建复杂的协同驾驶场景，因此我们的合作伙伴就能在测试台架上测试真实的混合动力



自适应无线通信是 Dressler 教授的主要研究领域之一。

驱动。即使现在也能预见效率和功耗方面存在巨大的提升空间。

*2016 年，您成为美国电气和电子工程师协会 (IEEE) 的会员。这对于您个人和您的研究意味着什么？*

**“对我来说尤其重要的是，公司认为通过合作他们与大学的合作可以达成双赢。在我看来，dSPACE 也是这样想。”**

对我个人而言，成为 IEEE 会员是一种莫大的荣誉，但是对我目前的研究来说不太可能有直接的帮助。但是从长期来看，我认为它为 Distributed

Embedded Systems 团队开辟了新的可能性和关系网。首先，它提升了我为教授的影响力，这可能有助于我们获得新的研究项目。其次，这种认可也会使我们的毕业生受益。如果师从一个 IEEE 会员，毕业生在 IT 就业

市场的求职过程中可能会有很大的优势。

Falko Dressler 教授

*Dressler 教授，感谢您接受我们今天的采访。*

*Falko Dressler 教授 (工程博士) 生于 1971 年，自 2014 年 4 月 1 日以来任职于帕德博恩大学计算机科学系，是 Distributed Embedded Systems 小组的负责人。*





为 Formula Student Driverless  
开发自动驾驶赛车



# 赛道记录

高度精确性、可复现并且自适应——这些都是虚拟驾驶的突出特点。奥格斯堡应用科学大学的 Formula Student 小组正致力于精确地达到最佳的圈速。它采用 MicroAutoBox 和 RTMaps (一款多传感器开发环境) 用于开发自动驾驶控制。

Formula Student 始终与时俱进，并把握汽车行业的最新进展。2017 年以来，车队一直使用自动驾驶赛车参加 Formula Student Driverless 比赛。其目标是在由交通锥标设置的赛道上使赛车以尽可能高的车速实现完全自动驾驶。奥格斯堡应用科技大学的 Starkstrom 团队是参赛团队之一。早在 2015 年，该团队便通过基于 GPS 的虚拟驾驶引入了自动化测试。Julian Stähler 主席说：“这让我们能够根据需要随时调整电动汽车的

扭矩矢量，因为这种精准的可复现性是真实驾驶员无法实现的。”

## 基于地图驾驶

现在车队拥有符合规定要求的自动驾驶赛车，车上配有两个激光雷达传感器和一个摄像头。借助这些功能，赛车可以独立获取环境特征，然后利用 GPS 在赛道上高速行驶。根据所用传感器的特性，车辆故意减慢了启动速度。例如，激光雷达传感器只能准确反馈车速不超过 20 公里/小时的

测量数据。在此速度下，赛车首先熟悉赛道，并将检测到的所有交通锥标及其 GPS 位置输入地图中。在此期间，摄像头负责执行基本探测，激光雷达传感器则将准确地反馈距离信息。进入下一圈之后，赛车开始加速，并通过融合沿着目标路径反馈的新传感器数据进行控制。每跑一圈，地图细节信息就增多一些。跑完十圈后，赛车必须停在终点线，摄像头必须根据不同颜色的交通锥标探测终点线。

“RTMaps 和 MicroAutoBox 帮助我们快速开发新功能，并在短时间内在自动驾驶赛车中实施这些功能。”

Starkstrom 团队 Julian Stähler

### 中央计算单元

为了集中控制赛车，车队将 MicroAutoBox 和 MicroAutoBox Embedded PC 综合使用。MicroAutoBox 通过计算转向角和制动命令来控制执行器，Embedded PC 会接受所有图像传感器的信号。为了处理和合并这些信号，车队使用了 Intempora 的 RTMaps 开发环境。

### 开发算法

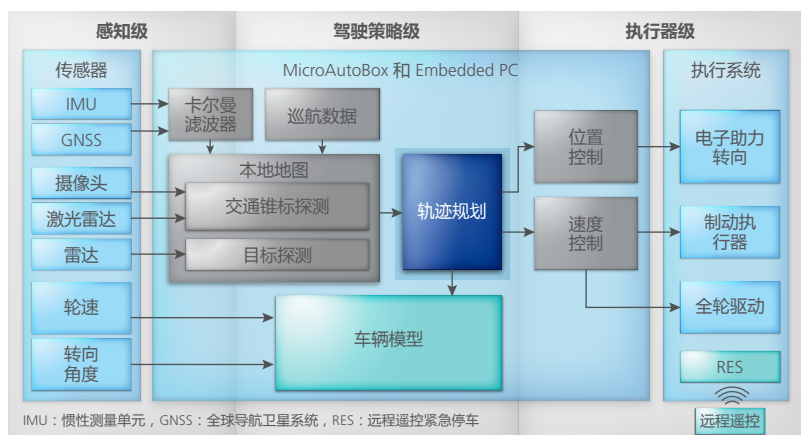
软件开发人员 Mathias Pechinger 解释说：“我们使用 Python 和开源库创建了用于探测交通锥标的算法。然后将算法与 Python 模块集成在 RTMaps 中。”之后，摄像头和激光雷达信号在 RTMaps 中融合，并计算运动轨迹。功能开发完成后便开始仿真，随后可以立即在 Embedded PC 上与 RTMaps 运行时环境一起执行软件。当赛车高速自主行驶时，GPS 参考信号数据、激光雷达数据、加速度和车速进行传感器融合。如果 GPS 信号中断，卡尔曼滤波器可以支持以 50 公里/小时的速度继续行驶约 7 秒钟，直到赛车减速并由成像系统控制车辆。

### 达到高性能

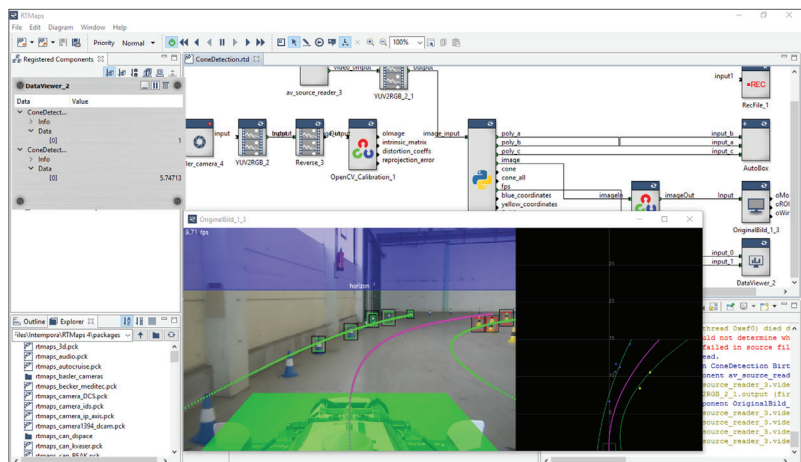
开发人员（学生）非常满意 RTMaps 的运行情况和工作流程。Mathias Pechinger 说：“RTMaps 运行良好。特别是它可以轻松连接 MicroAutoBox Simulink® 中开发的算法，因此我们能够非常快速地实施新功能。”它也能快速地将最初基于 USB 的摄像头替换成以太网连接的模型。学生开发人员只需要为摄像头选择相关的 RTMaps 模块即可开始工作。强大而灵活的工具链使车队能够大幅提升赛车的性能。现在赛车能以 90 公里/小时的速度沿赛道安全行驶，因此在未来的竞争中会更加有利。



奥格斯堡应用科技大学的自动驾驶赛车配备了全球导航卫星系统 (GNSS)，并通过一个摄像头和两个激光雷达传感器来捕捉其周围环境。



汽车控制配置示意图。



RTMaps 评估所捕获的环境并确定运动轨迹。



## SCALEXIO 系统的新硬件

dSPACE 为 SCALEXIO 提供大量的硬件板卡。它们被用在不同的系统中，例如，SCALEXIO LabBox 和 SCALEXIO 机架系统。新型板卡同时适用于功能开发和 ECU 测试。



紧凑的 SCALEXIO LabBox 最多可以搭载 18 块板卡。



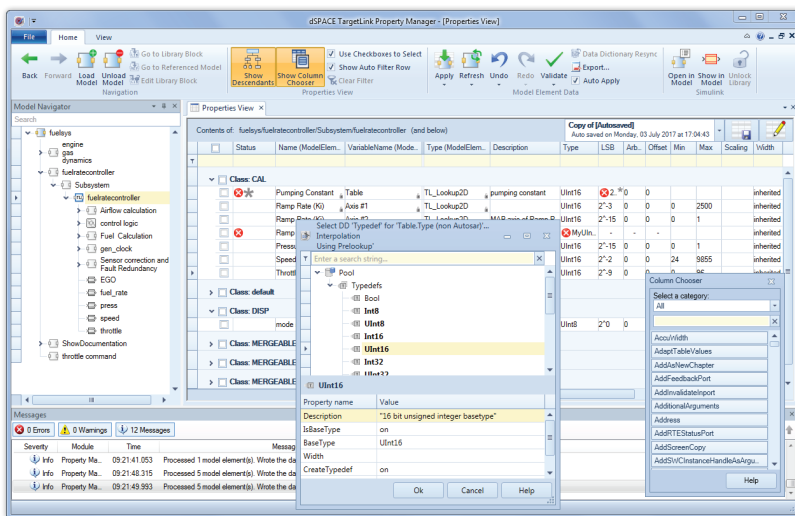
SCALEXIO 机架系统最多可达 12 U 高度，并可搭载多达 20 块板卡。

产品	说明	SCALEXIO 系统
 DS6001 Processor Board <sup>1)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 处理器板，搭载 Intel®Core™i7-6820EQ，四核，2.8 GHz</li> <li>■ 是快速闭环应用的理想之选</li> <li>■ 高带宽快速访问 SCALEXIO I/O 板卡</li> <li>■ 配合其他处理器硬件可轻松扩展处理器性能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ SCALEXIO LabBox</li> </ul>
 DS6331-PE Ethernet Board <sup>1)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 通过 4 个以太网接口扩展 SCALEXIO Processing Unit</li> <li>■ 支持 10/100/1000 Mbit/s 传输速率</li> <li>■ 4 个集成式以太网控制器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ SCALEXIO 机架系统</li> </ul>
 DS6332-CS Ethernet Board <sup>1)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 为 DS6001 处理器板增添 5 个以太网接口</li> <li>■ 支持 10/100/1000 Mbit/s 传输速率</li> <li>■ 集成网络交换机</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ SCALEXIO LabBox</li> </ul>
 DS6311 FlexRay Board	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 4 个独立的 FlexRay 控制器</li> <li>■ 每个控制器的通道 A 和 B 可以并行使用</li> <li>■ 软件控制的终端电阻以及馈通操作</li> <li>■ 支持唤醒功能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ SCALEXIO LabBox</li> <li>■ SCALEXIO 机架系统</li> </ul>
 DS6341 CAN Board	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 4 个 CAN/CAN FD 通道</li> <li>■ 所有通道均相互独立</li> <li>■ CAN FD 数据传输速率 40 k Bd..8 MbD</li> <li>■ 软件控制的终端电阻以及馈通操作</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ SCALEXIO LabBox</li> <li>■ SCALEXIO 机架系统</li> </ul>
 DS6351 LIN Board	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 8 路 LIN 通道</li> <li>■ 所有通道均相互独立</li> <li>■ 软件控制的终端电阻</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ SCALEXIO LabBox</li> <li>■ SCALEXIO 机架系统</li> </ul>
 DS6221 A/D Board	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 16 路快速 A/D 通道</li> <li>■ 250 ns (4 Msps) 转换时间和 16 位分辨率</li> <li>■ 通用触发选项</li> <li>■ 流接口</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ SCALEXIO LabBox</li> <li>■ SCALEXIO 机架系统</li> </ul>
 DS6202 Digital I/O Board	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 32 路双向通道</li> <li>■ 5 V 和 12 V 传感器电源</li> <li>■ 可扩展数字 I/O 功能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ SCALEXIO LabBox</li> <li>■ SCALEXIO 机架系统</li> </ul>
 SCALEXIO Serial Interface Solution	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 串行外围接口 (SPI)，可连接多达 4 个通道</li> <li>■ 内部集成电路 (I<sup>2</sup>C) 接口，可连接多达 5 个通道</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ SCALEXIO LabBox</li> <li>■ SCALEXIO 机架系统</li> <li>■ 外部机箱，可连接到 SCALEXIO 机架系统</li> </ul>

<sup>1)</sup>此板卡的性能依赖于插槽。详情请通过 [info@dSPACE.de](mailto:info@dSPACE.de) 联系 dSPACE 销售人员。

# TargetLink 4.3 : 大型模型的易管理性

TargetLink 4.3 全新版本的 Property Manager 能让产品级代码开发人员更好地观测其模型以及它们的模块和对对象属性。其中一些新特性包括详细的筛选选项、自动验证和错误指示。这使得大型模型的应用更加容易。利用优化的工作流程并更加灵活地组织所创建的工件，模块化开发（用于创建、集成和重复使用各个组件）变得更加简单。TargetLink 4.3 还支持 AUTOSAR 4.3，并且提供了新的强大机制，可将数据和代码划分给单个内存段。因为 Targetlink 4.3 符合 MISRA C:2012 中 Mandatory and Required 类别的所有自动代码规则。这大大减少了偏差的记录工作，因此对安全关键型项目特别有帮助。此外，TargetLink 4.3 将为算法的建模提



具有全面修订版 Property Manager 的 TargetLink 4.3。

供全面扩展，这将使功能和软件开发人员的工作轻松许多。■

### TargetLink Data Dictionary 规格

- VariableClasses
- FunctionClasses
- Templates
- CodeDecorationSets
  - AUTOSAR
    - Default
    - Calibratables
      - Calib\_8
      - Filter
      - Settings
      - AutosarExportInfo
    - Calib\_16
    - Calib\_32
    - Calib\_Unspecified
- RTOS
- Modules
- AR Autosar
  - Config
  - Interfaces
  - ModeDeclarationGroups
  - SoftwareComponents
  - ApplicationDataTypes
  - Data Type Mapping Sets
  - SwcAddrMethods
    - SharedElements
      - GroupInfo
      - CODE
      - VAR
      - CONST
      - CALIB
      - CALPRM

### 代码所受影响

```

/* start of memory section 'VAR_16' */
#define FuelsysController_START_SEC_VAR_16
#include "FuelsysController_MemMap.h"

.....
DISP: global observable variables (RAM) | Width: 16
.....
DISP uint16 NumOfDisablings;

.....
UserSLGlobalInit: SLGlobalInit = { INIT_IN_RESTART_RUNNABLE } | Width: 16
.....
uint16 X_In_SCtrl2_Throttle_transient_correction [1]; /* LSB: 2^-9 OFF: 0 MIN/MAX: 0 .. 108
sint16 X_Out_SCtrl2_Throttle_transient_correction [1]; /* LSB: 2^-17 OFF: 0 MIN/MAX: -0.25
92370605469 */
sint16 X_SCtrl5_Discrete_Filter[2]; /* LSB: 2^-14 OFF: 0 MIN/MAX: -2 .. 1.99993896484375 */
sint16 X_SCtrl6_Discrete_Filter[2]; /* LSB: 2^-12 OFF: 0 MIN/MAX: -8 .. 7.9999758589375 */

/* end of memory section 'VAR_16' */
#define FuelsysController_STOP_SEC_VAR_16
#include "FuelsysController_MemMap.h"

```

TargetLink Data Dictionary 提供了新的代码划分可能性，确保所有功能和变量都在所需内存段中实例化。



## dSPACE 杂志调查结果

最近关于 dSPACE 杂志的读者调查得到了非常积极的反馈。dSPACE 对所有受访者致以谢意。从这些反馈中，dSPACE 发现有些读者表达了对杂志的认可。但也有读者透露出某些方面有待改进。dSPACE 愿意遵守承诺，以做慈善的方式回报每一份填好的问卷。由于受访者在调查结束时选择了他们想要捐助的公益事业，根据统计，1,100 欧元将捐赠给世界自然基金会 (WWF)，1,400 欧元捐给无国界工程师组织，2,500 欧元捐给联合

国儿童基金会 (UNICEF)。这些捐赠将用于当前的重大项目。再次感谢所有受访者！■

dSPACE 杂志的在线版本和存档：



[www.dspace.com/magazine](http://www.dspace.com/magazine)



来源：© WWF/Steven Morello



来源：© Engineers without Borders



来源：© UNICEF/Syrieri/2016/Al-Issa

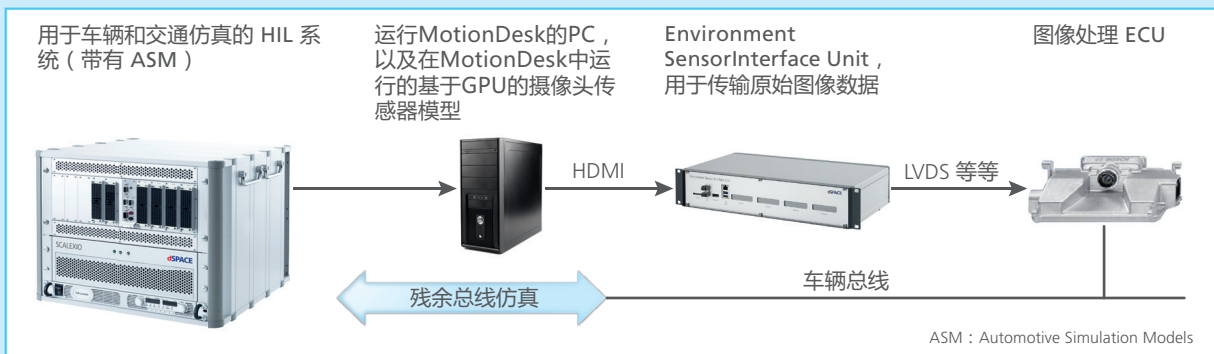
## 同步传输传感器数据至摄像头 ECU

自动驾驶系统使用多个环境传感器。在用于传感器融合以及功能测试的HIL系统中，若想仿真传感器，必须准确地同步仿真每个传感器。新型 dSPACE Environment Sensor Interface Unit 支持按时序传送原始传感器数据至一个或

多个摄像头 ECU。Environment Sensor Interface Unit 是一种理想的解决方案，可以帮助您克服采用OTA方案测试摄像头系统 "所面临的典型问题，例如：

- 显示器对比度受限（例如夜间光线不足、阳光眩目）

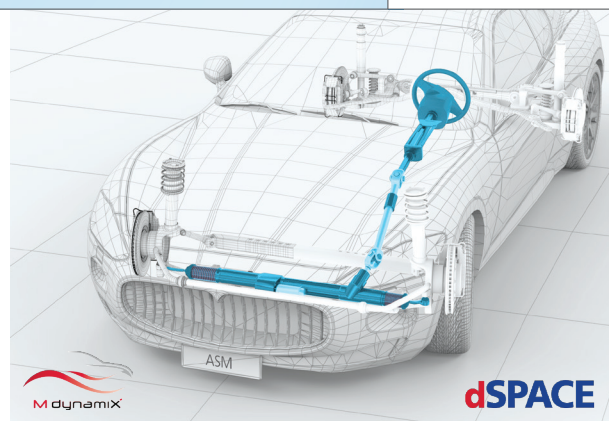
- 镜头引起的失真（例如鱼眼效应）
- 含有立体摄像头或多个摄像头的复杂配置
- 光路中进入灰尘
- 像素误差



ASM : Automotive Simulation Models

<sup>1)</sup> 雷达和激光雷达原始数据扩展功能正在开发中。

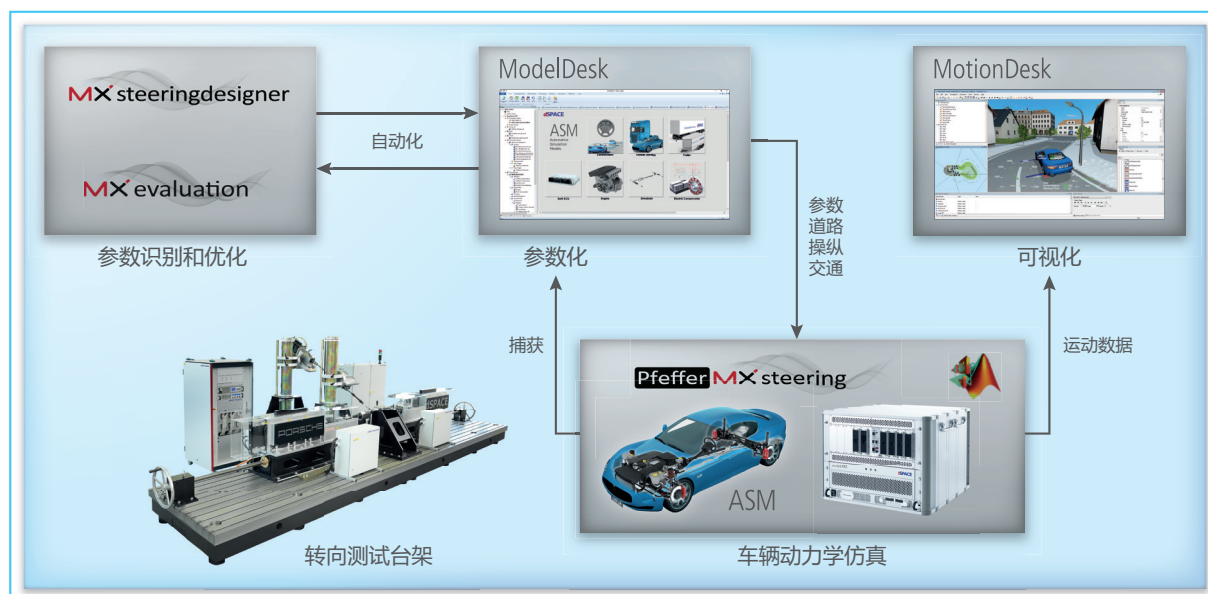
# dSPACE 和 MdynamiX 的合作 为车辆动力学系统提供了更多的 解决方案



MdynamiX 和 dSPACE 公司已经开展了合作，进一步加强他们之前在开发和测试电动转向系统方面的建设性合作。为此，MdynamiX 开发的著名的转向系统模型已被集成到 dSPACE Automotive Simulation Models (ASM) 工具套件中。因此，车辆开发人员可以在车辆动力学和转向行为应用中使用如此功能强大的工具链。dSPACE 平台现提供成熟的 MXsteeringdesigner 和 MXevaluation 工具，并为关键的工作

步骤（比如转向系统的表征、转向模型参数的识别）提供专业的 MdynamiX 技术。通过集成转向系统模型，并使用 dSPACE 转向测试台架上的测量数据，您能够利用 MXsteeringdesigner 为 ModelDesk 自动识别参数。在 MXevaluation 的帮助下，可以从车辆测量和仿真中确定客观参数，并将其用于电子控制单元的应用或转向路感的优化中。在开发项目中，MdynamiX 为车辆动力学和转向标定领域的复杂问题提供了强有

力的支持。由于 ASM 仿真工具套件也被应用于慕尼黑应用科技大学的 MdynamiX 测试台架上，因此可以在所有相关的测试系统上持续提供开发和服务。从基于模型的设计 (MBD) 到软件在环 (SIL) 仿真，再到使用真实 ECU 的硬件在环 (HIL) 仿真，无缝集成使得新的工具链成为持续开发过程的理想选择。MdynamiX 和 dSPACE 之间的合作旨在为客户提供车辆动力学和转向系统领域内包括硬件、软件和应用知识在内的一站式服务。 ■



在 dSPACE ModelDesk 中，可以导入所识别和优化的转向系统参数，然后与其他数据一起用于 ASM 模型参数化。随后在 dSPACE MotionDesk 中通过 3D 动画实现实时仿真，例如 dSPACE SCALEXIO 中仿真的可视化。



## 具备更强处理计算能力的 MicroAutoBox Embedded PC 实现计算密集型应用

除了采用第三代 Intel® Core™ i7 处理器的现有机型之外，dSPACE 将很快推出一款功能更强大的 MicroAutoBox Embedded PC。由于搭载第六代四核 Intel® Core™ i7 处理器、16 GB RAM 和 128 GB 闪存，它能为复杂的计算密集型 Windows® 和 Linux 车内原型应用提供更强支持，例如用于开发高级驾驶辅助系统 (ADAS) 和自动驾驶功能。在坚固紧凑的外壳下，新型 Embedded PC 仍然可以和 MicroAutoBox 配合使用。此外，现在可以使用 Embedded PC 作为一个独立的系统，而无需 MicroAutoBox。例如，它可以作为多传感器软件开发环境 RTMaps 的专用平台。另一项新功能是可选择添加多达三块 mPCIe 插卡，这能让系统获得 WLAN、CAN、CAN FD 和 BroadR-Reach Ethernet 等 dSPACE 认证的扩展功能。为了记录大量的数据，例如，从摄像头、雷达和激光雷达传感器获

得的数据，新的 Embedded PC 也配有一个外部 SATA 接口 (4 x SATA 3.0)。接口可以让你利用非常高的带宽捕获数据。在这个应用案例中，dSPACE 计

划推出 MicroAutoBox Embedded Data Storage Unit (DSU)，它具有四个固态硬盘和几 TB 的存储空间，可以与 Embedded PC 一起使用 ■



新型 MicroAutoBox Embedded PC (前侧/后侧) 还可以作为独立系统使用，无需标准的 MicroAutoBox。



在坚固紧凑的外壳下，新型 MicroAutoBox Embedded PC 和 MicroAutoBox 配合使用。

# dSPACE on Board

借助 dSPACE 开发工具发现新颖、有趣的应用

## Euro 6 改装解决方案

Twintec Technologie GmbH 使用了 dSPACE 提供的工具开发尾气后处理系统，作为老式柴油车辆的改装解决方案。在使用车载 MicroAutoBox 和 ControlDesk 进行驾驶测试时，系统显示氮排放得到了显著降低。



来源：© Das Erste (德国公共电视频道)

Twintec 的尾气后处理系统可作为柴油车辆的改装解决方案。



来源：© Das Erste

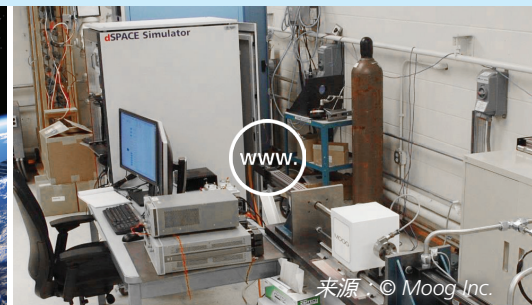
通过 ControlDesk，开发人员可以监测驾驶测试过程中的污染物排放情况。  
[www.dSPACE.com/go/dMag\\_20172\\_TwinTec](http://www.dSPACE.com/go/dMag_20172_TwinTec)

## 航天器对接系统

International Docking Adapter (IDA，国际对接接合器) 是国际空间站 (ISS) 的新型航天器对接系统，用于对接下一代航天器。该公司使用 dSPACE 工具组合中的硬件和软件产品执行可行性测试，并开发安全关键性算法用于控制对接流程。



有了新型接合器，航天器和空间站之间就能够交换航天员、货物、能源和数据。  
[www.dspace.com/go/dMag\\_20172\\_SpaceX](http://www.dspace.com/go/dMag_20172_SpaceX)



来源：© Moog Inc.

MOOG 还使用 dSPACE Simulator 进行复杂的评估和控制器开发。  
[www.dspace.com/go/dMag\\_20172\\_MOOG](http://www.dspace.com/go/dMag_20172_MOOG)

## 智能混合动力汽车的研究

奥斯特法利亚应用科技大学 (沃尔芬比特尔) 正在研究自动驾驶节能型混合动力汽车的智能电子系统。他们对车辆动力学和交通状况进行了广泛的仿真，以评估这些系统。测试所用的工具链由 Cruden 的驾驶仿真器、dSPACE SCALEXIO 实时平台和 ASM 仿真工具套件组成。



来源：© Cruden

驾驶员在环仿真器重现了驾驶环境的影响以及真实驾驶测试中的车辆动力学。  
[www.dspace.com/go/dMag\\_20172\\_Cruden](http://www.dspace.com/go/dMag_20172_Cruden)



车辆行为、交通状况和驾驶环境由 ASM 工具套件实时计算。  
[www.dspace.com/go/dMag\\_20172\\_Ostfalia](http://www.dspace.com/go/dMag_20172_Ostfalia)



如想通过在线视频、图片和报道了解这些应用的详情，请访问：

[www.dspace.com/go/dMag\\_20172\\_REF\\_C](http://www.dspace.com/go/dMag_20172_REF_C)





## 自动驾驶功能 - 使用 dSPACE 实现快速开发

自动驾驶汽车这个创新理念具有巨大的潜力。尽管其复杂性与日俱增，但开发工作仍需保持可控。我们可以采用精心协调的工具链进行功能开发、虚拟验证、硬件在环仿真以及车载数据记录。通过完全匹配的工具可以在所有开发步骤中实现顺利交互，使工作更加高效。无论您是开发软件功能、对车辆、环境传感器和交通场景进行建模，还是在 PC 集群中运行虚拟驾驶，dSPACE 都能自如应对。dSPACE 工具帮助您完善车辆功能，实现高速安全的自动驾驶。

