

dSPACE MAGAZINE

2017 年
第 1 期

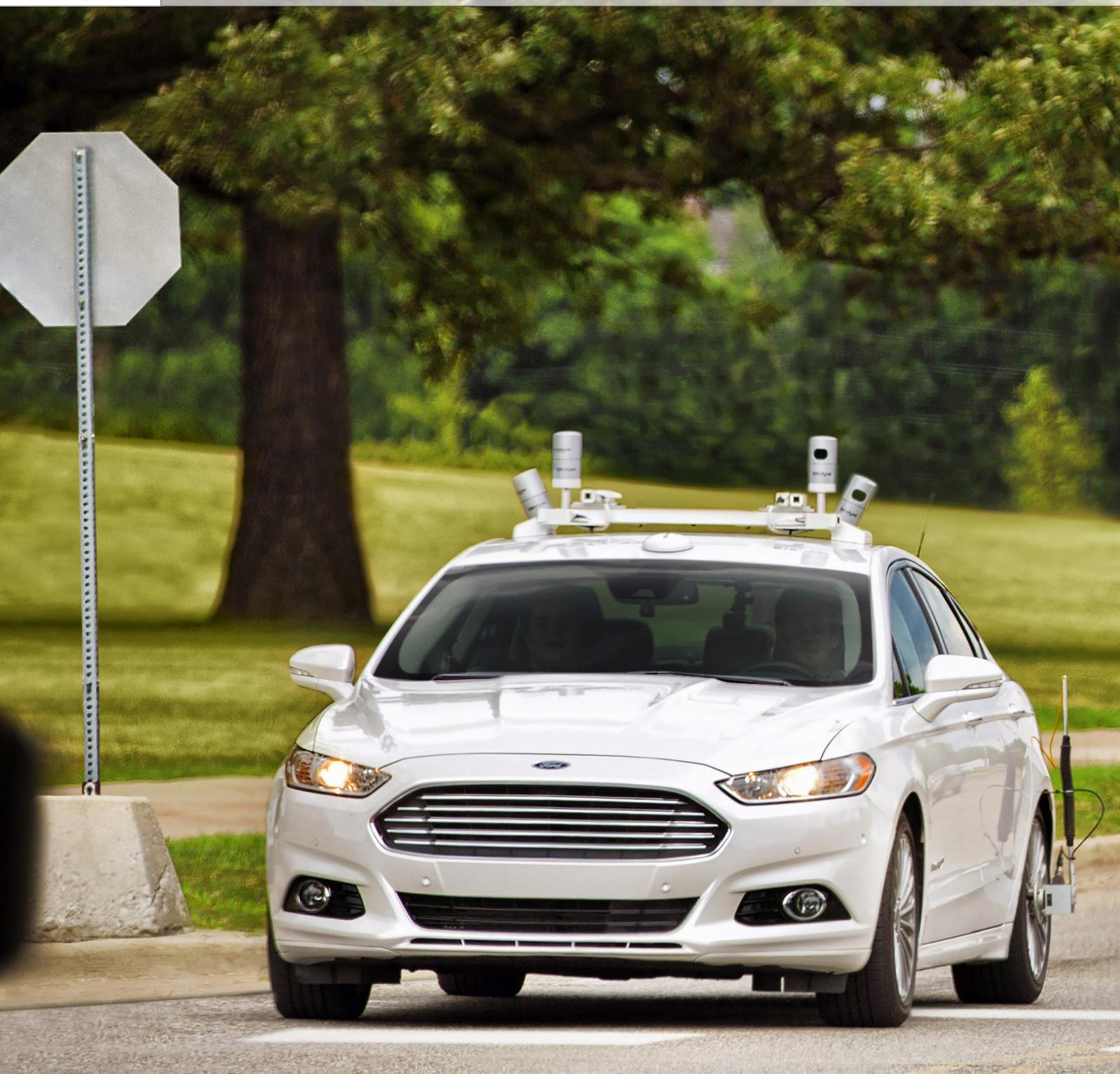


丰田

高效开发促进可持续出行 | 第 12 页

捷豹路虎 — 虚拟验证助力快速过渡到量产 | 第 6 页

JTEKT — 自动化故障注入以完成符合 ISO-26262
标准的测试 | 第 18 页



“自动驾驶车辆中的软件高度复杂，需要进行大量车辆测试，才能在安全性、质量和可靠性方面达到一定的置信水平。为了降低自动驾驶软件开发成本并加快开发速度，我们采用 dSPACE Simulator，进行硬件在环 (HIL) 仿真来完善车辆测试。”

Adit Joshi, 自动化驾驶 HIL 仿真研究工程师, 福特汽车公司



“我们全新的 MicroAutoBox Embedded SPU 虽然通常安装在后备箱里，但却始终处在高度自动化自动驾驶领域的最前沿。”

在 dSPACE，我们无需特意举办研讨会讨论怎么改进我们的产品。因为每当我们成功满足某项需求时，客户很快就会向我们提出新的需求。因此，新的活动任务和待开发的领域不断涌现，我们努力使它们日臻完美。目前，我们侧重的领域是驾驶辅助系统和高度自动化自动驾驶技术。在本期杂志中，我们对 MicroAutoBox Embedded SPU（第 36 页）作了初步介绍，其核心任务是融合和处理来自多个传感器的数据。为此，我们将大量接口和最新式处理器架构与强大的软件工具相结合。当然，MicroAutoBox Embedded SPU 也适合车载使用，我们整套 MicroAutoBox 系列产品近 20 年来一直都具备这个功能。我们还会对客户开发的自动化驾驶功能的验证进行探讨。我们的仿真平台 VEOS® 可让用户并行执行多个软件测试，并将数百万公里的自动虚拟驾驶提前在 PC 中实施，以便在可接受的时间内处理

复杂且多样的测试负载。此成果是对 HIL 测试的一大补充，同时她避免了多次迭代并节省了时间。捷豹路虎的文章对此进行了生动介绍，同时，丰田也表示此流程是他们计划中至关重要的一部分。这两家公司都对 dSPACE 工具链进行了综合运用，并且效果显著：它们均创建出了安全、高效的开发流程。

此外，我们公司还为员工提供额外的福利，使得他们完全投入工作，以满足客户不断提高的要求。我们新建立了日托中心，离办公地点非常近，这使得 dSPACE 成为员工心中更加有吸引力的雇主，日托中心可以使员工们工作家庭两不误，而且日托中心的教育着眼于科学技术，有助于尽早激发孩子对工程师职业的兴趣。在第 50 页上，您可能会看到我们未来的技术专家。

Herbert Hanselmann 博士



捷豹路虎 | 页码

6



JTEKT | 页码

18



密歇根
大学 | 页码

28

出版

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

出版合规负责人：
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：

Karsten Fischer、Julia Girolstein、Hartmut Jürgens、
Barath Kumar、Norbert Meyer、Andre Rolfsmeier

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

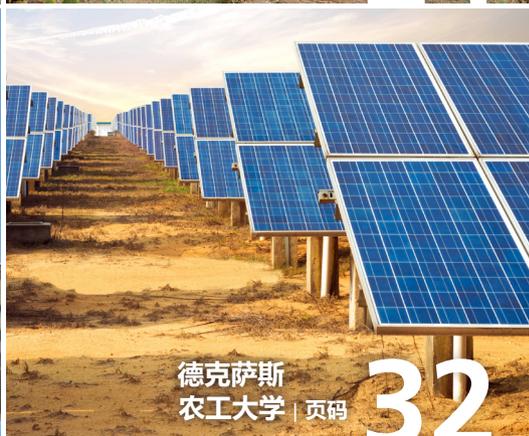
封面照片：© Toyota

© 2017 版权所有

保留所有权利。对此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。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



3 主编寄语

客户

- 6** 捷豹路虎
虚拟革命
捷豹路虎实施虚拟验证
- 12** 丰田
电动化进程实现新飞跃
电气化助力可持续出行 — 开发第四代丰田普锐斯

- 18** JTEKT
检查意外情况
JTEKT 转向系统的自动化故障注入测试

- 24** SAME
抓地稳如磐石，葡萄才能颗粒无损
SAME 专业拖拉机的创新型前轮悬架

- 28** 密歇根大学
像鸟儿一样自由翱翔
变形机翼和尾翼组件开发

- 32** 德克萨斯农工大学
无限光明的前途
以太阳能作为创新型混合电力系统的基础

产品

- 36** MICROAUTOBOX EMBEDDED SPU
多传感器全能工具
在紧凑强大的原型系统上开发 360° 环境检测算法

- 42** XIL API
一体通用
ASAM XIL API 将所有测试阶段的测试从测试平台分离出来

企业

- 46** 用户大会
用户大会——共话创新
用户、利益相关方和产品专家在第八届 dSPACE 用户大会上汇聚一堂，深入交流信息

- 50** 日托中心
投资于未来
公司的日托中心已经成为员工生活的一部分

简讯

- 52** 为 SCALEXIO 提供以太网支持
MicroAutoBox II 的全新安全机制
- 53** 虚拟 RDE 驾驶
- 54** dSPACE 特聘教授获得无上荣誉
dSPACE 进一步强化在中国的业务

dSPACE 新工具

- 55** Maruti Suzuki：扭矩分流技术提高效率
图宾根大学：灵敏的控制系统
通用汽车：建立开发环境



捷豹路虎实施虚拟验证

虚拟 革命

捷豹路虎的座右铭是“为客户打造舒心的生活体验”。为了实现这一宗旨，继续为客户呈现优质产品，并增配更多先进功能，必然需要更智能的软件验证。捷豹路虎解决这个问题的方法是虚拟验证，它能在早期开发阶段实现公司的目标。



客户对复杂的软件功能和交互技术（如某些高级驾驶辅助功能提供的自主性功能）的需求不断增加，因此需要引入全新的、改进之后的方法来设计和测试相关软件。如此一来，不仅一般测试需求增加，尽可能提前和高效地测试新功能的需求也有所增加，这样可以降低出错几率，进而减少后续高昂的修复成本。智能的软件验证帮助捷豹路虎节省了时间和成本。此外，开发、验证与确认 (V&V) 迭代次数增加，为客户提供了优质的车辆体验。捷豹路虎的一个明智之举是引入虚拟化，即虚拟软件验证与确认，这样可以尽早排查错误，缩短车辆的上市时间。其中，采用虚拟 ECU (V-ECU) 的方法尤为实用，无需使用实际的目标 ECU，即可在 AUTOSAR 软件架构中开发和测试应用程序，并执行功能验证。捷豹路虎借此可以在供应商完成 ECU 构建之前进行测试，尽早为供应商提供反馈，因为开发人员的测试工作可与供应商活动同步进行。 >>



最初的挑战与解决方案

动力系统 (PS) 小组在实施虚拟验证流程的初期遇到了一些挑战, 包括更改现有的软件开发流程 (图 1)、重新配置工具链以支持 V-ECU 开发和测试。为了解决这些问题, 他们采取了各种各样的措施。

首先他们设立了一个论坛, 让不同部门进行密切的交流与互动。

论坛成员来自不同的专业领域, 包括软件验证与确认、AUTOSAR 架构和硬件在环 (HIL) 测试, 还有一些相关的系统团队的成员。大家群策群力, 想出了两种可以灵活地将 V-ECU 开发集成至现有软件开发流程的方法: 一种是自上而下方法, 这种方法可以让拥

有已验证手写软件组件 (SWC) 的部门对这些组件进行快速组合并构建集成式 V-ECU; 另一种是自上而下方法, 这种方法适用于为了 AUTOSAR 或其他开发目的重新设计 V-ECU 的部门和开发新功能时使用 V-ECU 的部门。

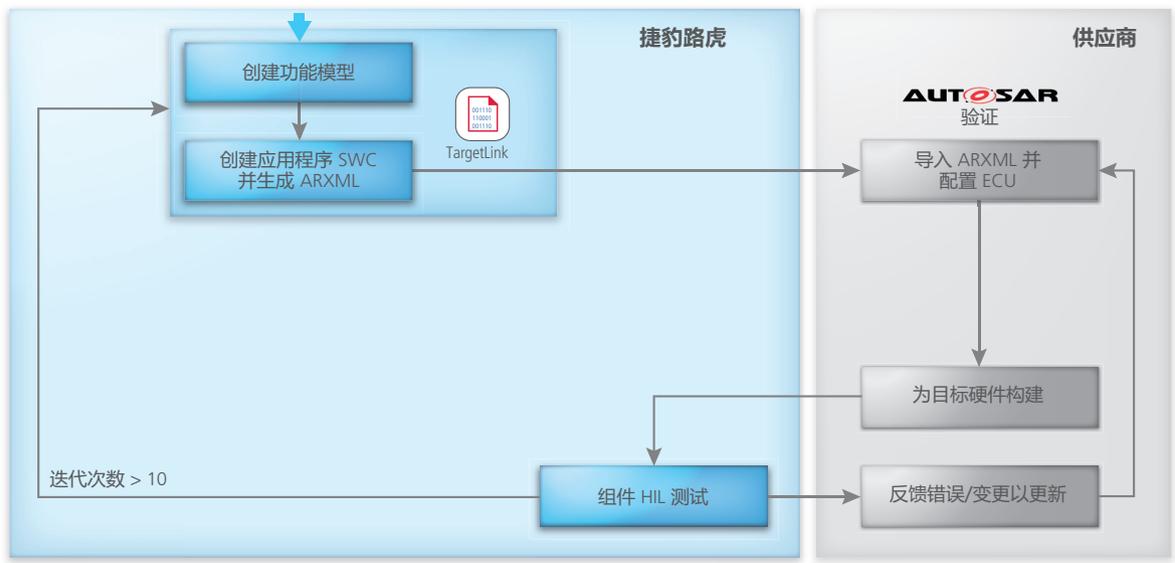
“虚拟验证彻底改变了我们的工作流程。”

这两种开发方法使用相同的工具链 (图 2), 因此最适合用于特殊功能开发的项目。在时间允许的情况下, 还可以使用自下而上方法开始开发, 再使用自上而下方法完成开发。其次, 论坛研究了如何使用 Functional Mock-up Units (FMU) 将现有的被控对象模型和激励模型导入 VEOS®

仿真环境以改进 V-ECU 测试。论坛还评估了 dSPACE 的 Legacy Code Integrator 集成器, 该集成器用于从遗留源代码生成虚拟 ECU, 也是一种构建 V-ECU 的工具。最后, dSPACE 员工与捷豹路虎的 HIL 测试工程师一

同对工具链自动化 (用于构建 V-ECU Will Suart, 捷豹路虎 并在测试环境中进行设置) 展开研究。dSPACE 能够通过 Python 脚本自定义工作流程, 并为 V-ECU 和 ControlDesk® 被控对象模型的创建提供一键式解决方案。通过创建 ControlDesk 被控对象模型, 捷豹路虎的软件工程师能够重复使用完全相同的测试过程 (之前用于真实 ECU 的 HIL 测试) 来测试 V-ECU。

图 1 : 原来的动力系统 (PS) 开发流程需要进行多次高成本的迭代才能获得成熟可用的应用程序。



应用程序 SWC : 应用程序软件组件 ARXML : AUTOSAR XML 文件

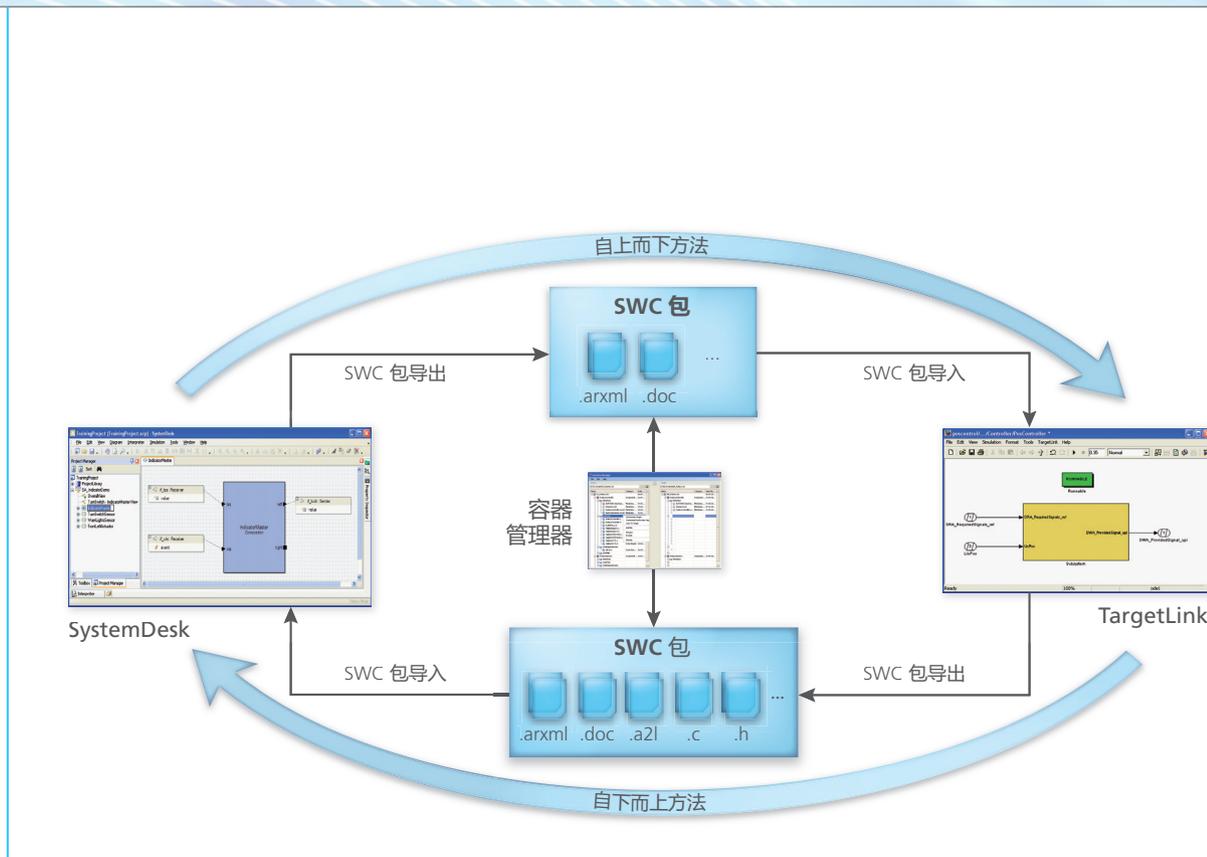


图 2：自下而上方法，从 TargetLink 中建模的软件组件开始；自上而下方法，先在 SystemDesk 中定义架构。

使用 dSPACE 产品

为了在 PS 小组中高效实施 V-ECU 开发和测试流程，可以广泛使用以下 dSPACE 工具：

1. TargetLink® (数据字典和产品级代码生成器) 用于开发软件组件，被普遍认为是一款生成产品级代码的优秀行业标准工具。
2. SystemDesk® 被引入 PS 小组的工具链，事实证明它是一款出色的系统架构工具，用于对 AUTOSAR 架构建模、验证与 AUTOSAR 规则集、软件组件集成以及 V-ECU 生成的兼容性。SystemDesk 不仅是 PS 小组的新增工具，而且还为软件开发团队引入了新任务，这些任务之前都是由供应商执行的。因此，虽然它很容易上手，但其文档的确用处颇大，而且它现在是此类任务中不可或缺的工具。

3. VEOS 也是一款新工具，引入的目的是仿真 V-ECU，并用于测试。由于仿真平台具有灵活性，它能够通过虚拟测试显著提高质量。VEOS 的主要优势是它能够与第三方模型交互、通过 PAUSE 和 STEP 等功能进行仿真控制以及设置执行步长。
4. ControlDesk 已被 HIL 工程师用作仿真实验软件。无论从时间角度还是技术角度，能够在 V-ECU 和真实 ECU 测试中使用相同工具和共享实验都是难能可贵的。

综上所述，由于 dSPACE 产品已被用于 AUTOSAR 软件开发和虚拟/HIL 测试，基于这些现有的功能，这些产品在捷豹路虎虚拟验证工作流程的实施中发挥了至关重要的作用。

虚拟验证的优点

虚拟验证用于将测试提前到开发周期早期阶段（左移），同时提高整体测试质量。使用 V-ECU 可以左移组件级测试（图 3）。虚拟验证不仅可以显著提高所开发软件的质量和置信水平，而且还将测试提前到捷豹路虎产品开发周期的早期阶段执行。在 AUTOSAR 组件开发中，新的虚拟验证工作流程对于加快模型与组件测试平台之间的切换起了重要作用。通过使用 V-ECU 开发和测试流程，PS 小组节省了 12 周的验证与确认时间（图 4）。虚拟验证流程还有其他优点，比如排查错误的能力更强；由于能够尽早执行测试能力，其能实现更广泛的 HIL 测试和强大的 ECU 集成。捷豹路虎提升了早期阶段虚拟测试的数量和能力，并利用节省的时间在组件级别和系统级别增加强大的

>>

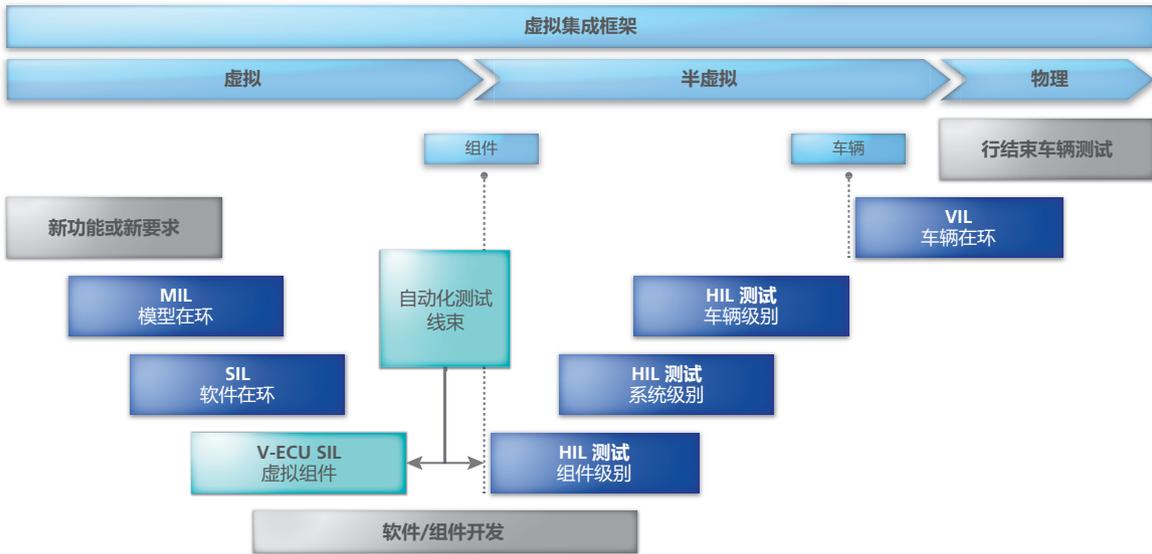


图 3：使用 V-ECU 的虚拟验证可以左移组件测试。

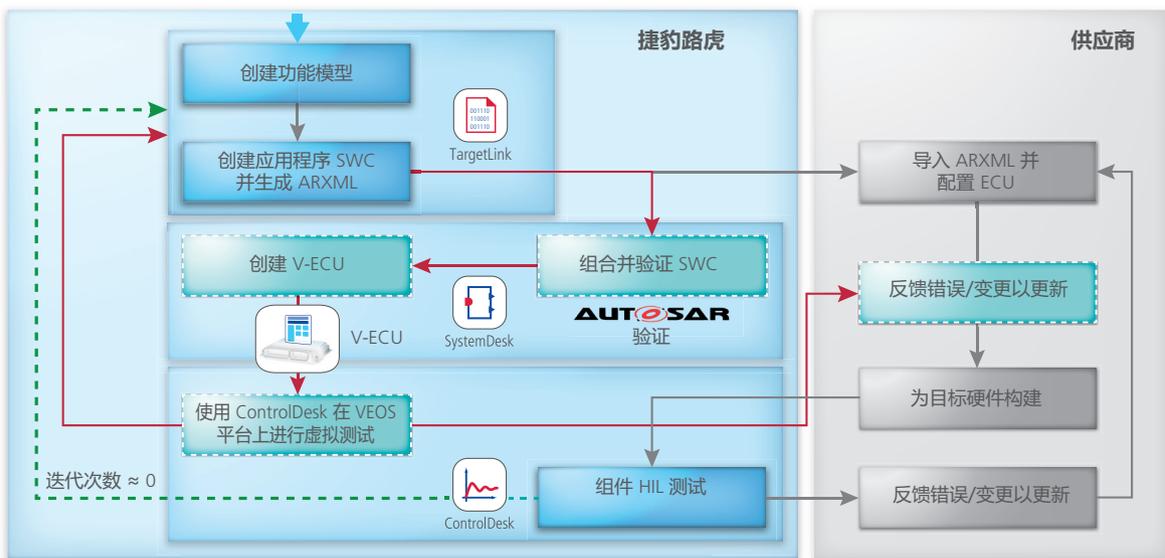
HIL 测试，这些举措明显提升了质量置信水平并缩短了功能软件的总体上市时间。此外，针对虚拟验证流程的

全新工作流程还提高了捷豹路虎 PS 小组内部的工作效率，改善了该团队与组件供应商的互动方式。

结论和后续措施

虚拟验证帮助捷豹路虎对开发过程进行必要的改善和提高。这还展现了工

图 4：更改后的虚拟测试工作流程（蓝绿色方框和红线），提高了捷豹路虎的测试能力。这些变更提升了应用程序移交给供应商之前的置信水平，并减少了产品在上市之前所需的供应商迭代次数。



应用程序 SWC：应用程序软件组件 ARXML：AUTOSAR XML 文件

“dSPACE 产品在我们实施虚拟验证工作流程中发挥着至关重要的作用。”

Leonardo Poeti, 捷豹路虎

具链和工作流程的灵活性，其可根据捷豹路虎及其供应商的现有流程灵活调整。总的来说，捷豹路虎通过实施虚拟化验证和支持正式统一的 AUTOSAR 软件开发方法获得了显著的效果。今后，捷豹路虎计划通过以下方式扩展虚拟验证功能：

1. 通过在 SCALEXIO® HIL 试验台和 MicroAutoBox® II 上使用 V-ECU 来提高测试能力。
2. 建立由多个 V-ECU 组成的整车网络，以便执行全系统和车辆级别虚拟验证。

3. 在 HIL 仿真环境中集成多个 V-ECU 和真实 ECU。
4. 在验证与确认环境中，从虚拟 ECU 无缝迁移至真实 ECU。
5. 向现有 ECU 添加新功能时，重复使用现有系统架构实现 V-ECU 生成。 ■

Will Suart,
Leonardo Poeti,
Karthik Ponudurai,
Renjith George,
捷豹路虎

Will Suart

Will Suart 是捷豹路虎公司（英国）基于模型的设计及软件验证与确认小组技术负责人。



Leonardo Poeti

Leonardo Poeti 是捷豹路虎公司（英国）系统与软件小组首席虚拟验证性能工程师。



Karthik Ponudurai

Karthik Ponudurai 是捷豹路虎公司（英国）动力系统小组首席软件工程师。



Renjith George

Renjith George 是捷豹路虎公司（英国）系统与软件小组软件架构工程师。



为什么使用虚拟验证？

- 新的虚拟验证工作流程实现更快切换。事实上，Power Systems 小组节省了 12 周的验证与确认时间。
- 使用 V-ECU 可以将组件级别测试左移至捷豹路虎产品开发周期的初期阶段。这种左移显著提高了所开发软件的质量和置信水平。
- dSPACE 能够使用 Python 脚本自定义工作流程，并提供一键式 V-ECU 创建解决方案。
- 捷豹路虎能够将之前用于真实 ECU HIL 测试的过程重复用于 V-ECU 测试。
- 迭代次数从 10 次以上几乎降为 0，极大地降低了成本。
- 多达 80% 的 ECU 测试通过 V-ECU 来完成



电气化助力可持续出行 — 开发第四代丰田普锐斯

“电子进化” 实现 新飞跃

丰田 Prius 普锐斯在国际上被誉为混合动力技术的先驱。为了显著提高车辆的效率和整体产品性能，丰田对整个开发流程进行了优化。为此，该公司还引入了一条全新的基于模型的工具链，其中包括 dSPACE 的产品级代码生成器 TargetLink 和 BTC Embedded Systems AG 的测试解决方案。



从长远考虑，如何在交通情况不对人类和环境造成过度负担的情况下保持可持续出行？这个问题是可持续出行的核心所在，也是丰田根本的开发目标。新款普锐斯可以完美地解决这个问题。在 JC08 测试循环中，其燃油效率提高到 40.8 公里/升 (95.97 mpg) 或百公里 2.45 升。与此同时，该车的驱动功率得到优化，获得了动力更强劲的驾驶性能。

第四代普锐斯在电子进化中实现新飞跃

该车的动力传动系统采用独特的串并联混合动力技术组合。其基于一种行星齿轮，被称为“动力分配装置” (PSD)，用于连接一台内燃机与两台电动机。这个装置允许车辆进行纯电动运行、能量回收以及电机和内燃机串联和并联运行。此外，PSD 还用作无级变速箱 (CVT)。此动力传动系统是丰田全新模块化平台“丰田新全球架构” (TNGA) 的一部分，将构成未来雷克萨斯和丰田车型的基础。该平台推出后，所有相关组件都从根本上进行重新设计。这大大减少了油耗。第四代普锐斯的燃油效率在特定国家/地区的驾驶测试循环中得到了提高：在日本，效率提高 26%；在欧洲，效率提高 20%；在美国，效率提高 14%。 >>

优化控制开发过程

与前几代普锐斯相比，第四代普锐斯为了改善车辆性能，对控制的要求明显提高。因此，控制结构优化对于提高开发效率起着至关重要的作用。例如，在第四代普锐斯中，电机控制系统响应速度变得更快，而且能够实现高速控制，从而缩小组件尺寸并提高燃油效率。为了能够快速响应这些新型控制要求，并为今后的技术创新和车辆调度作好准备，丰田对整体控制开发过程进行了全面的评估，评估范

围包括控制结构、开发流程、开发工具的易用性和效率。

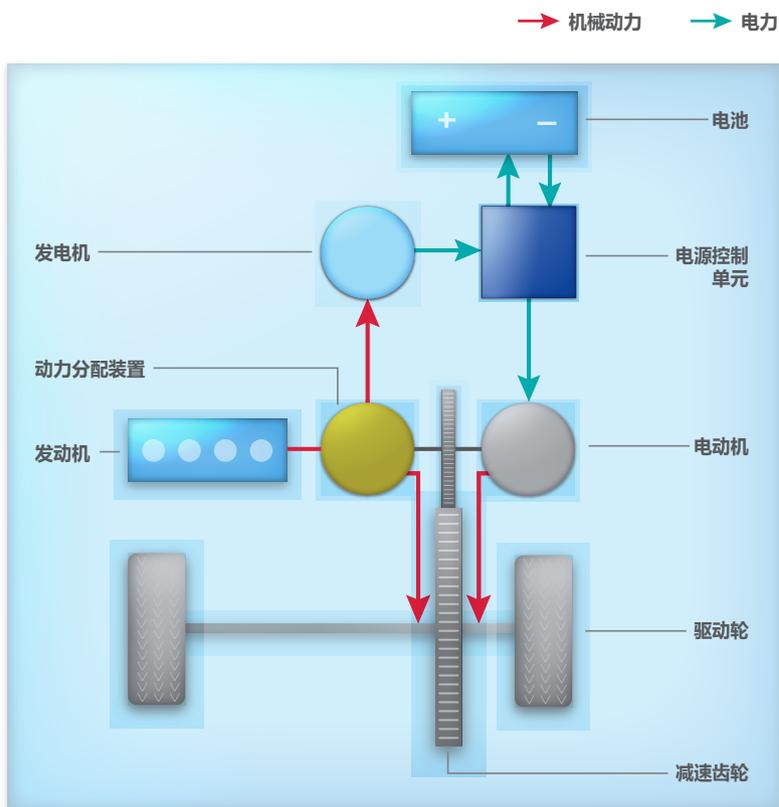
重新审视控制结构

第一步，从根本上检查整个控制结构，以建立更简单、更连贯的结构。这样能让经验不足的员工更快地了解控制结构，简化控制系统设计，并节省调试时间。此外，新控制结构与代码生成工具结合使用可以提高产品级代码的效率。

重新审视开发流程

高效的开发流程往往步骤很少，以确保达到期望的质量水平。在对早期的开发流程进行审查后，可以发现，通过实施基于模型的开发 (MBD) 可以减少整个控制开发流程的步骤，这种开发方法可让丰田使用最佳工具，省时省力地自动实施一次性开发流程。丰田还了解到，实施工具有助于更轻松地兼容 ISO 26262 标准，并实现高效的质量保证。除了常规检查流程之外，丰田还希望能够在开发过程的后期阶段与供应商开展有效合作。

动力分配装置将内燃机和电机的扭矩分配给车轮和发电机。



建立基于模型的工具链

为了实现更高效的开发流程，丰田正尝试采用基于模型的工具链，该工具链基于 MATLAB®/Simulink® 环境。确立的效率目标对工具有精确要求，当时如下工具满足了这些开发要求：

提高了开发效率

丰田选择了 dSPACE 产品级代码生成器 TargetLink®，它提供可靠的自动代码生成功能以及从模型到对象代码的仿真概念的一致性。

保障质量，经得起实际考验

丰田使用 BTC Embedded Systems AG 的测试工具 BTC EmbeddedValidator 和 BTC EmbeddedTester 来保证高质量。这两款工具确保可以在早期开发阶段的固定流程中，从实施代码级别来检查 TargetLink 模型和生成的代码。

定义并应用建模准则

基于模型的 Simulink/TargetLink 开发环境适用于结构化建模。通过将预定义的建模准则整合到准则检查程序 MES Model Examiner® 中并自动执行步骤检查，可以减少开发人员的工作。此外，还可以生成高效的产品级代码，保持建模一致并符合 MISRA C 标准。

dSPACE 与 BTC 携手，除了提供工程技术服务之外，还提供能快速应用于实际操作的综合性讲座和研讨会，共同推广丰田推出的新工作流程。丰田一直致力于创建一种新的开发流程，其能基于 ISO 26262 参考工作流程，并且适用于 TargetLink，BTC EmbeddedValidator 和 EmbeddedTester。

体验新型工具链

通过对 TargetLink 与 BTC 测试工具的组合进行评估，发现此组合可以减少开发过程（包括传统检查流程）所用的工时。因此它有助于快速、准确地开发新功能。TargetLink 操作流程可以相对轻松地自动执行，丰田的系统开发人员对这一点尤为欣赏。使用此环境不仅可以便捷地生成可实施的代码，而且还支持丰田的具体需要，例如，将代码生成配置信息一键式应用于整个模型模块。而且，过去丰田及其供应商有各自的代码开发和检查流程，但现在使用 TargetLink 和 BTC EmbeddedTester 自动生成代码并执行检查之后，也减少了供应商的工时。这使得功能开发过程中，与供应商的合作变得更轻松。



丰田普锐斯内燃机。它与电机和动力分配装置直接连接。



功率控制单元控制所有混合驱动功能。

完整验证

虽然丰田的常规测试方法也足以确保代码质量，但是需要耗费大量的工时。BTC EmbeddedValidator 采用的正式验证方法会自动、完整地验证规范与模型之间的一致性。以下示例运用数学和推断方式证明在此过程中并

未违反要求：

确认以下情况可以应用于所有输入信号组合：

- 如发生电池因故无法使用的情况，
 - 车辆总能及时切换至不使用电池的驱动模式。

>>



丰田第四代普锐斯电动传动系统装置。

“我们通过结合使用 TargetLink、BTC EmbeddedValidator、BTC EmbeddedTester 和相关工具链与自动化机制，为整个开发流程（包括检查）效率的提高奠定了基础。”

Naoki Ishikawa, 丰田汽车公司

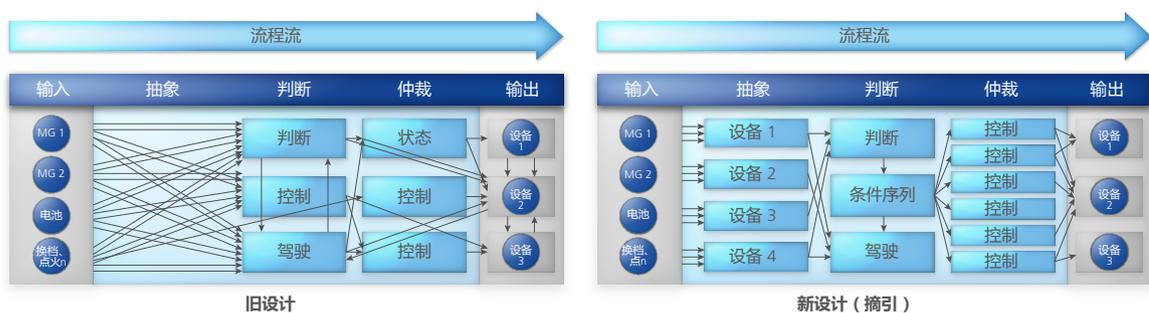
BTC EmbeddedValidator 针对此要求创建所有可能的值组合，随后确认并证明是否存在反例。而且，BTC EmbeddedTester 帮助实现 Simulink/TargetLink 模型与产品级代码之间背靠背测试的全自动执行，并自动生成 MC/DC 代码覆盖率的测试案例。此外，该工具还能检测代码中的所有问题，如值不在范围内和除数为零。结果包括所有生成的矢量，并可使用自

动创建的报告进行确认。在背靠背测试过程中，目标微处理器（硬件）和交叉编译器（对象代码）也集成在测试中，并提供最终的有效性确认。这样，TargetLink 和 BTC EmbeddedTester 组合起来，使用实际目标微处理器执行处理器在环（PIL）仿真。这个测试步骤可以提高兼容 ISO 26262 标准的验证效率。

面临的挑战与未来展望

丰田在进行车辆开发的同时建立了各种工具和环境，包括一次性开发流程、新流程以及自动化机制。然而，最初工时的增加速度超过了预期。因此显而易见，必须妥善实施流程管理，并持续监控和优化流程。丰田计划未来进一步提高开发流程、工具链以及开发环境的效率，使其给开发人员带来的优势更加显著。例如，丰田

优化前后的控制结构。





在基于模型的实施中，开发过程使用的每个流程和工具的优点。

“通过应用这些工具，我们为高效的混合动力汽车开发建立了坚实的基础。”

Shinichi Abe, 丰田汽车公司

目前正在进行以下应用研究：在开发早期阶段强化使用控制器模型（使用 dSPACE VEOS® 进行虚拟仿真）、使用 dSPACE SYNECT® 持续改善控制开发环境（例如组件重复使用，

包括测试模式、参数和模型（xILS 被控对象），以及提升环境本身的易用性。■

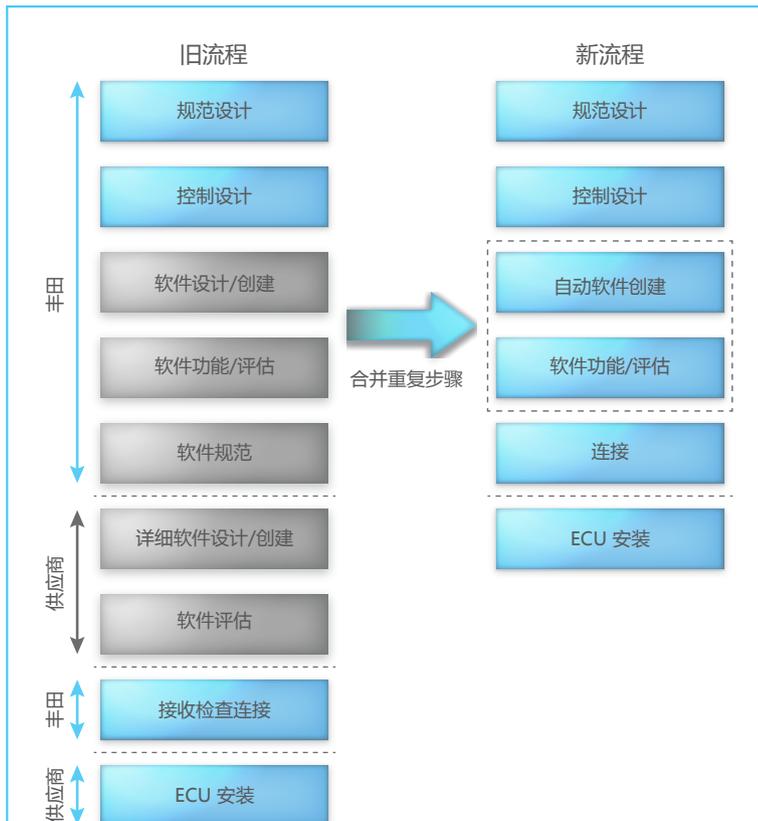
Shinichi Abe,
Naoki Ishikawa 丰田汽车公司

Shinichi Abe 先生

Shinichi Abe 担任丰田动力传动系公司混合动力汽车管理系统开发事业部总经理，该公司是丰田汽车公司（日本爱知县）设立的下属企业。



优化后的开发流程的步骤十分简便，从而提高了开发效率。



Naoki Ishikawa 先生

Naoki Ishikawa 之前担任丰田动力传动系统公司混合动力汽车管理系统开发事业部副经理，现担任单元开发数字创新事业部流程创新部门流程改进 MBD 控制 2 组副经理。





JTEKT 转向系统的自动化故障注入测试

检查

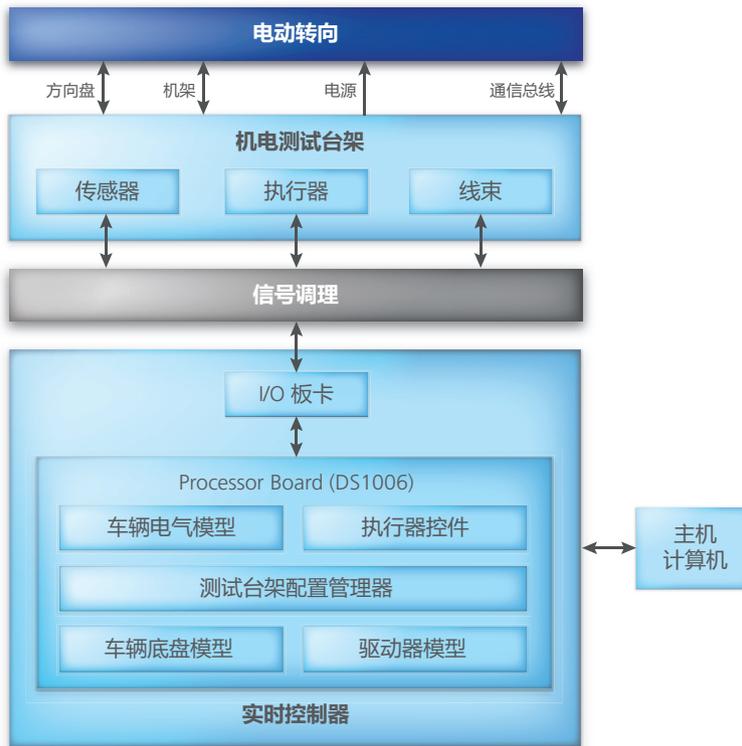
意外情况

轿车的转向控制系统是对安全系数要求特别高的组件。因此必须根据 ISO 26262 标准对其容错能力进行检查。通过带有自动化故障注入功能的 dSPACE HIL 仿真器，JTEKT 能够早在被测车辆进入试验场之前排查出系统中绝大多数潜在的 inconsistency。



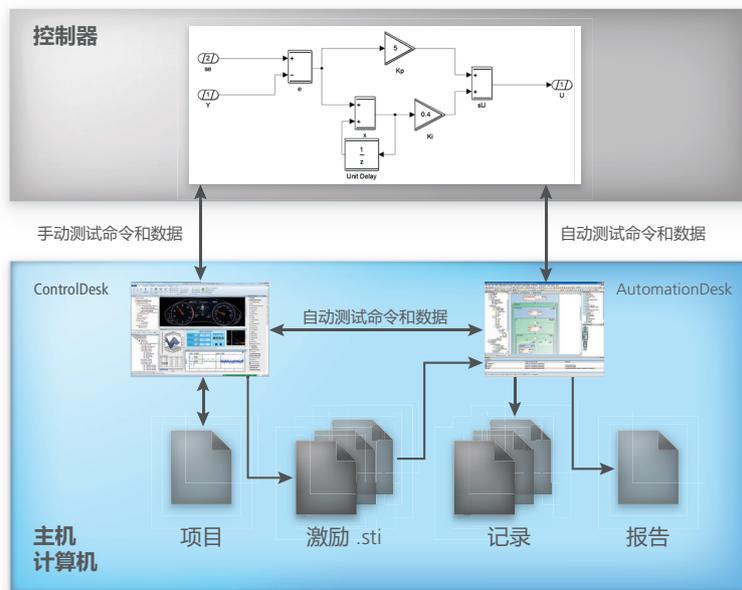
你相信现在的汽车系统能够预料意外情况吗？电动助力转向系统中的复杂控件能够有效帮助车辆进行转向操作。然而，如果这些控件突然出现意外行为，车辆可能很快就会偏离车道。为了避免这种情况并保证系统的稳健性，转向系统及其控件在进入市场之前，必须接受大量故障注入测试。一般来说，这意味着需要在试验场上进行驾驶测试。同时，由于车辆类型和功能类型不断涌现，因此需要进行大量测试案例，实车驾驶测试的费用也随之上涨。由于试驾员需要冒着人身安全风险并且需要全面的安全预防措施，实车驾驶测试并不能进行所有的车辆动力学测试。 >>





智能分配工作：DS1006 Processor Board 的四核架构支持 JTEKT 将测试台架仿真中的不同计算模型分配给各个处理器内核，从而优化实时执行性能。

完美补充：通过使用实验和可视化软件 ControlDesk[®]，JTEKT 不仅能够手动控制转向测试台架，借助后台运行的 AutomationDesk，工程师还能使用 ControlDesk 配置和控制所有自动化流程，如故障注入。



现行 ISO 26262 标准

JTEKT 另一个驱动力是遵从道路车辆功能安全国际标准 ISO 26262。该标准包括系统级故障注入测试的若干规定。在其他规定中，还要求采用重复测试案例的回归策略，以确保先前测试的软件组件的更改不会导致新的故障。仅在特殊情况下才允许执行非回归测试或仅部分回归测试，并且必须详述其理由，以作为认证过程的一部分。对于“汽车安全完整性等级 D” (ASIL D)，ISO 26262 标准要求对比测试，在此期间将软件级别的测试结果与模型级别的测试结果进行比较。安全标准的上述要求和其他要求（例如针对整个开发和验证过程中不同工作产品的需求管理、软件设计和文档）有助于在开发项目中取得重要的成果。

测试台架测试提高安全性和效率

为了满足所有现行要求，管理增加的工作量，并根据 ISO 26262 标准进行故障注入测试，JTEKT Europe（法国伊里尼）决定采用具有集成式自动故障注入功能的 dSPACE 实时硬件在环 (HIL) 测试台架。这意味着，开发人员可以对大部分实际道路测试项目提前进行高精度可复现仿真，这种仿真使用的也是真实组件。因此，早在转向控制系统允许被测实车接受其他测试之前，此系统就已经非常成熟了。一方面，此举降低了试驾员的人身安全风险；另一方面，使用 HIL 测试台架还可以仿真极端条件下（ISO 26262 中称为边界条件）的驾驶测试，在这种极端条件下，不能让试车手为了完成测试而铤而走险。因此，测试台架的测试覆盖率相当高。还有一个优点就是其即能够高效地测试转向系统的不同版本，而不必对被测车辆进行既耗时又昂贵的改装。

“dSPACE HIL 仿真器为我们提供了一个强大的系统，由于其具有开放式架构，我们可以不断增强系统。”

Loic Bastien, JTEKT

测试台架组件

JTEKT Europe 的测试台架由机械装置、HIL 仿真器、方向盘和转向柱、角度传感器、转向杆的作用力和位移装置、信号调理界面和用户界面组成。HIL 仿真器使用 DS1006 Processor Board 执行车辆模型，以计算转向柱、转向杆和驾驶员模型的受力情况，进而仿真特定情况下的驾驶员行为。除单纯 HIL 操作外，还可以独立控制方向盘和转向柱。若角度或扭矩以及力或位移发生相应变化，则可以执行相应的系统测试。

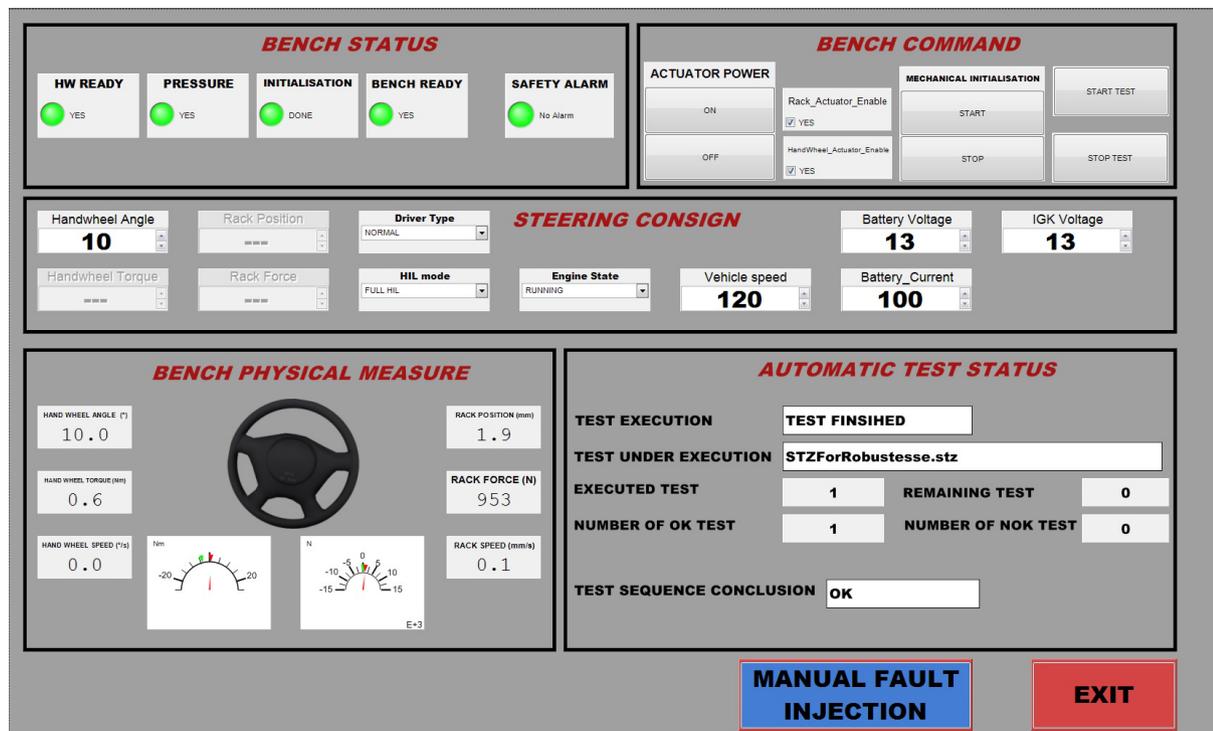
故障注入和调试

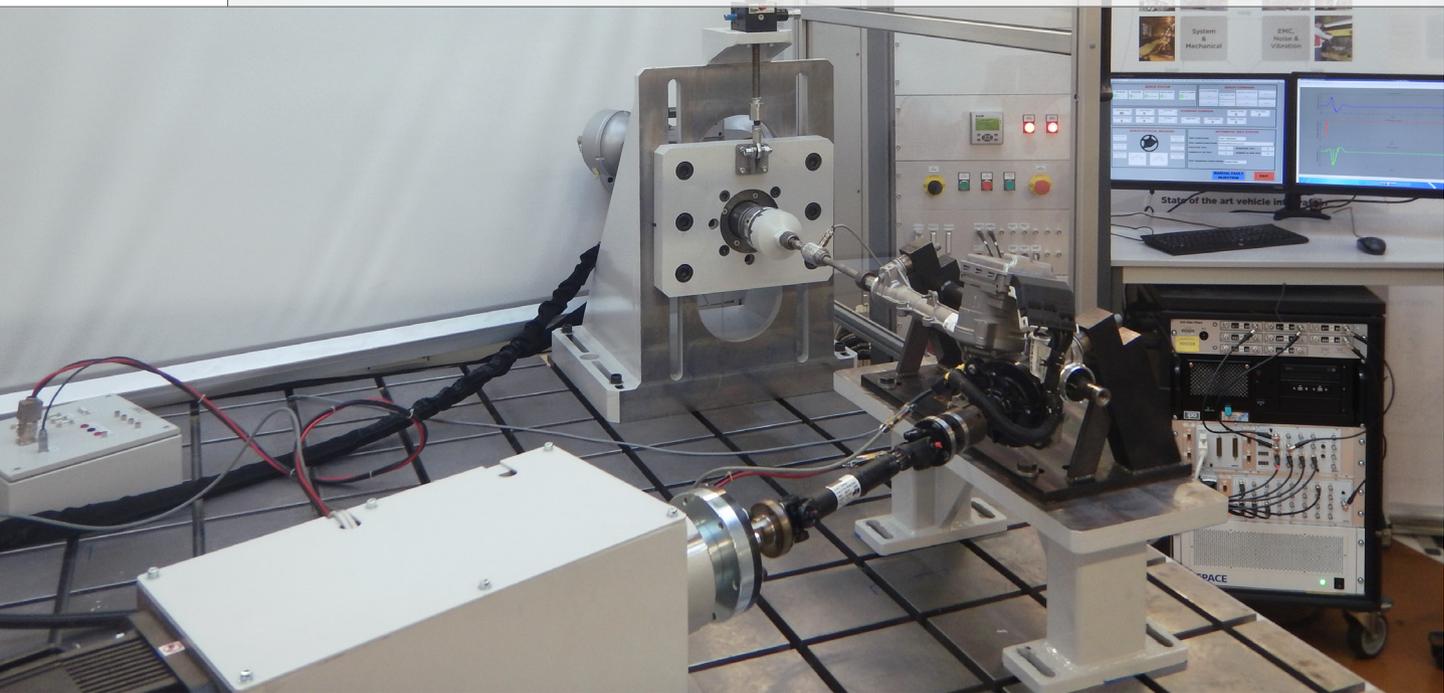
dSPACE HIL 仿真器具有实时功能和强大的多处理器架构，因此能够通过 XCP 协议为 JTEKT 提供理想的时间同步故障注入工具。dSPACE 工具可以在测试自动化流程中应用，这意味着可以在任何指定时间重复执行测试。这在最大限度减少了重复执行全面测试的工作量，从而可以随时实践 ISO 26262 所要求的回归策略。如此一来，JTEKT 无需投入时间和精力来证明被排除的或未完成的回归测试。此外，故障注入测试现在是以仿真为

基础，而不是在实车上进行，因此，在系统测试期间可以直接执行。现在，可以通过简单方式进行 ISO 26262 要求的对比测试：基于模型的功能开发所用的激励信号现在也可以在 HIL 测试台架上重复使用。同时，测试台架使用 XCP 协议读取电控单元的内部数据。此类数据可用于调试。为了确保评估正确，其中非常重要的一点就是基于 XCP 协议观察到的数据与测试台架仿真的传感器数据必须完全同步。为此，JTEKT 采用 dSPACE RTI Bypass Blockset 轻松执行复杂的数据同步。

>>

易于配置的虚拟控制中心：通过使用 ControlDesk，开发人员和测试工程师可以始终全身心专注于他们当前的任务。





JTEKT 的硬件在环转向测试台架：甚至在实际路试之前，容错能力测试计划的一大部分工作就可通过真实组件提前到高精度仿真中进行。

自动化帮助实现多样化控制类型

JTEKT 认定新开发的转向系统是否符合实际驾驶测试资格时，所使用的测试方案必须包含各种的测试，并且必须针对一个平台的所有待测版本执行全套测试。JTEKT 使用了 dSPACE AutomationDesk 来处理具有大量版本的新版软件，并在紧迫的交期之前成功完成。这款测试自动化软件以可复现方式处理测试程序，并记录获得的测量数据。AutomationDesk 随后使用记录的数据和评估模块（包含预定义的测试标准和相应的达标要求），来计算故障注入测试的结果，并为测

试工程师汇总数据形成详细报告。除了 ISO 26262 要求提供的关于测试通过或失败的信息之外，报告还提供了单个测量数据与相应测试标准之间的具体比较信息以及潜在偏差的详尽分析。因此，对于关乎道路车辆功能安全的工具来说，AutomationDesk 自身已获得的 ISO 26262 认证大大减少了它们的分类和资格认定工作。

轻松配置用户界面

测试台架工程师仅通过 dSPACE ControlDesk 创建的用户界面即可控制所有任务。通过使用这款实验和可

视化软件，工程师可以将单个执行器命令发送到测试台架，监控其效果并进行记录。还可以与 AutomationDesk 一起配置和控制自动化功能，直至最终评估测试结果。在执行上述操作过程中，AutomationDesk 始终在后台运行，ControlDesk 则使得当前相关操作完全可见并对其进行完全控制。ControlDesk 配置简便，提供直观的可视化选项，这能让开发人员和测试工程师始终全身心专注于他们各自的任務。

“AutomationDesk 高效的测试自动化大大提高了兼容 ISO 26262 标准的测试操作的效率。”

Jean Michel Trebuchon, JTEKT

JTEKT Europe 在伊里尼设立的测试中心：HIL 测试台架能够完美补充在这里进行的带有新转向系统的驾驶测试。由于仿真期间就已消除转向控制系统的许多不一致之处，试驾员的人身安全可以得到更大保证。

总结和后续措施

凭借 dSPACE 的 HIL 测试台架和工具链，JTEKT 实现了其首要目标，即在实验室内自动执行故障注入测试并符合 ISO 26262 标准。从而使得实车的路试需求大大减少，节省了大量的时间和资源。此外，试驾员现在使用的系统已经过全面测试，工作变得轻松许多。在将来，仿真器可能会被用于更多测试，例如在系统级别按需进行附加的 HIL 测试。JTEKT 还计划在 HIL 测试台架上使用实际驾驶测试记录的测量数据来代替合成激励信号。根据现有的基础设施和无缝的 dSPACE 工具链，这一点很容易实现。开发人员甚至可以使用三维可视化软件 MotionDesk 通过直观的方式尽早看到转向控制系统中的故障能在多大程度上使车辆偏离指定车道。这会进一步提高测试效率。通过使用 dSPACE 工具链，JTEKT 再也不用担心出现意外情况了，现在完全可以“检查意外情况”。■

Jean Michel Trebuchon,
Loic Bastien,
JTEKT Europe (法国)



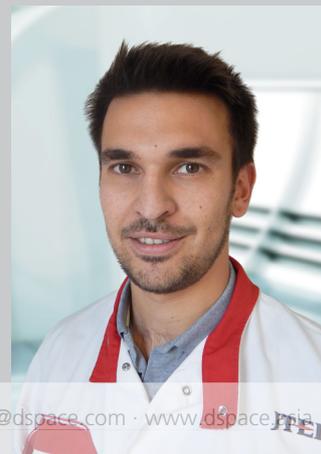
Jean Michel Trebuchon

Jean Michel Trebuchon 在 JTEKT Europe (法国伊里尼) 担任测试与分析部测试台架开发工程师，负责用户界面和测试自动化软件的开发工作。



Loic Bastien

Loic Bastien 在 JTEKT Europe 担任测试与分析部测试台架开发工程师，负责实时建模和总线通信工作。





SAME 专业拖拉机的创新型前轮悬架

抓地稳如磐石， 葡萄才能颗粒无损

为了让 Frutteto 系列专业拖拉机获得最佳的驾驶安全性和操纵性，SAME 开发出全新的 Frutteto S/V ActiveDrive 系列，它采用具有独立臂的电子控制前轮悬架。产品级代码通过 TargetLink 生成。



“TargetLink Data Dictionary 能够有效帮助集中管理 ActiveDrive 项目中大量模型变量和参数。”

Andrea Degiorgi, SDF 研发部

对于葡萄酒鉴赏家来说，最美好的事情莫过于品尝到一瓶好酒。但是，最鲜美的葡萄往往都生长在地势险峻的地方（比如陡坡、松软地面和狭窄小路）。这些地形都需要使用专业拖拉机来种植和收获葡萄。然而，这些拖拉机轮距窄、重心高，爬坡很困难，因为它难以确保在任何情况下都能产生良好的抓地力和安全的推进力。

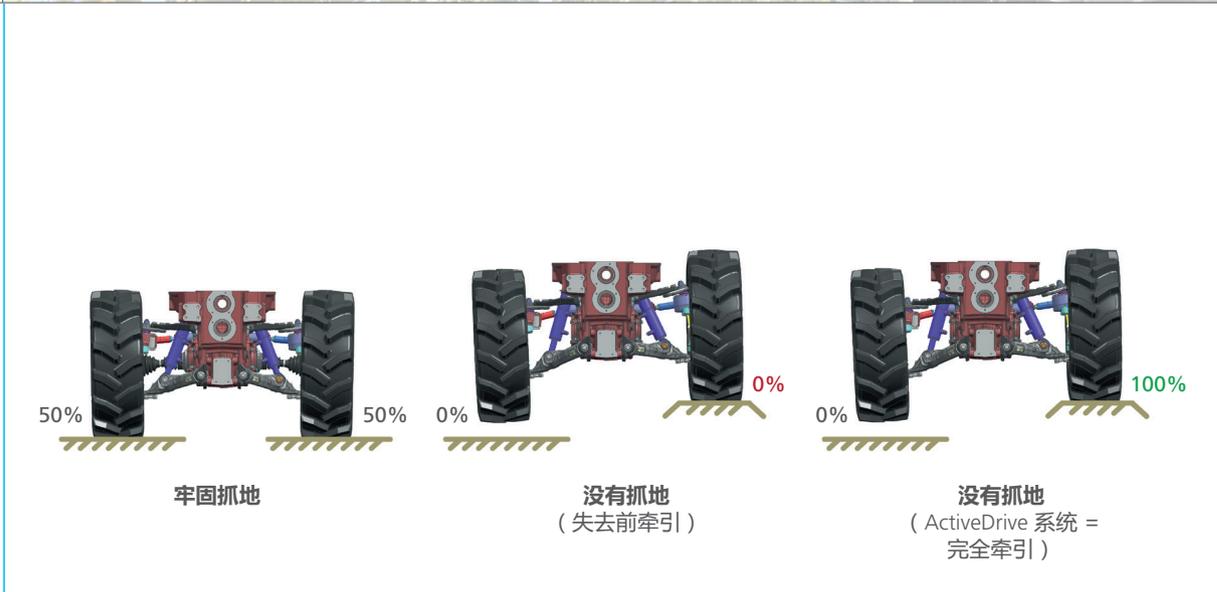
主动控制系统确保抓地力和推进力

为了应对这些挑战，SAME 开发出全新的 Frutteto S/V ActiveDrive，它配备了专业拖拉机市场中的一个新奇装置——具有独立臂的自适应油气前轮悬架。它的电子控制装置通过自动检测车轮滑移并随之启动差速锁来确保恒定抓地力。它还采用两个液压缸，使得独立悬架的两臂始终保持在最佳位置，即使在连接设备对拖拉机增加额外重量时亦能如此。这意味着，拖拉机的重量分布在不断优化。再加上重心较低，因此拖拉机的行驶能够更

稳定并确保恒定的推进力，即使在最大 53° 转向角的山坡上紧贴山体行驶时依然如此。拖拉机配备了位置、速度、转向角、悬架、制动状态等众多传感器，能够更好地帮助控制软件提高安全性。例如，“防俯冲”功能会防止前轮悬架在拖拉机制动时俯冲，“防滚动”功能则会根据行驶速度和方向盘角度自动调整悬架刚度。在田野和公路上都能提升稳定性和抓地力。因此，ActiveDrive 为 Frutteto 系列提供目前最高水平的安全性和乘坐舒适度。

智能控制器概念

ActiveDrive 基于输入变量进行控制，如转向角、行驶速度、每个前轮的角速度、液压缸位置、制动器和全轮驱动系统的状态以及驾驶员选择的模式。控制器计算出的控制变量转换为电磁阀命令，以调整轴差速锁的锁定效果以及车桥悬架两个液压缸中的油流量和压力。这不仅可以使液压缸滑入和滑出，而且闭环控制还可以调节每种驾驶工况的阻尼和刚度。 >>



全轮驱动拖拉机的前轮悬架：通常情况下，驱动力分布在前轮之间。如果其中一个车轮失去与地面的接触，则会因车轮抬起而丧失整个驱动力。Frutteto SIV ActiveDrive 的差速控制系统会检测到此类状态，快速启动差速锁，从而将整个驱动力施加于接触地面的车轮。

集中管理变量和参数

控制器软件是在基于模型的MATLAB®/ Simulink®/Stateflow® 环境中使用产品级代码生成器 dSPACE TargetLink® 开发的。自 2005 年以来，SAME 已在部分开发项目中使用过该生成器。为了有序高效地集中管理控制器模式中约 120 个变量和参数，开发人员广泛使用 TargetLink Data Dictionary。自动代码生成功能大大加快了 ActiveDrive 获得产品级代码的速度，

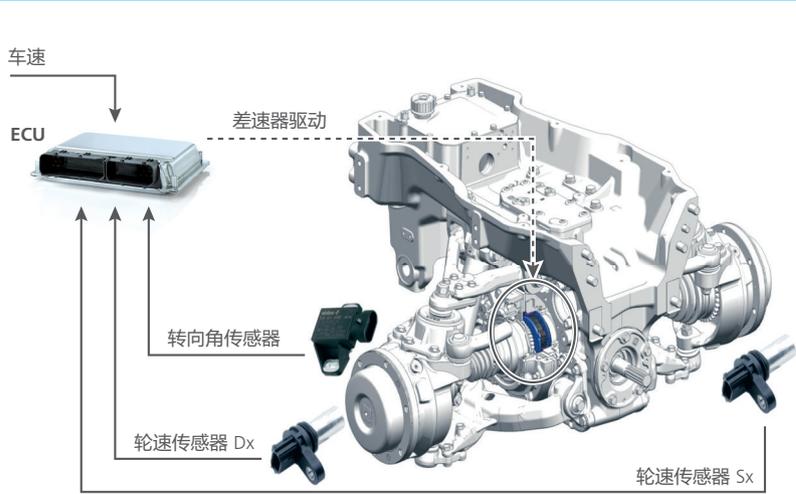
而且 SAME 在代码与模型之间取得的一致性明显高于手写代码。

全面的仿真选项

借助 TargetLink 的三级仿真和验证概念，可以一键式轻松、快速地运行不同仿真模式（模型在环、软件在环和处理器在环），确保在早期完成验证，从而进一步缩短了开发时间并提高了开发效率。因此，使用 TargetLink 生成的软件甚至在机械原型可用之前

就已高度成熟。同时，SAME 可以轻松集成软件变体，例如可用于不同的子系统或参数集。同时，通过 TargetLink Data Dictionary，使得所定义变量易于使用，因此使得开发过程更加简便。此外，他们还能够测试 Frutteto SIV ActiveDrive 系列的控制策略以及整个车辆和环境的模型，从而可以对整个系统的行为执行高效的闭环仿真。

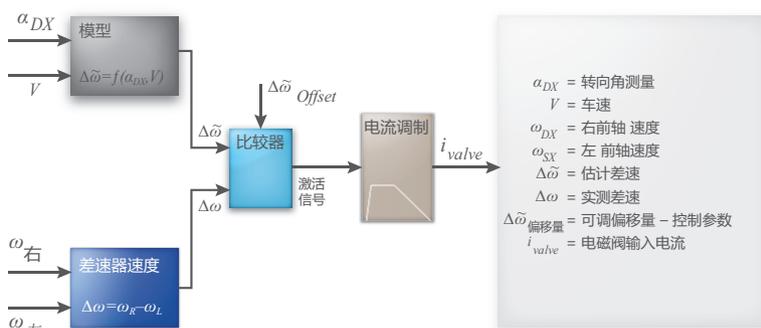
传感器布置：差速锁控制取决于前轮转向角和相应的角速度。



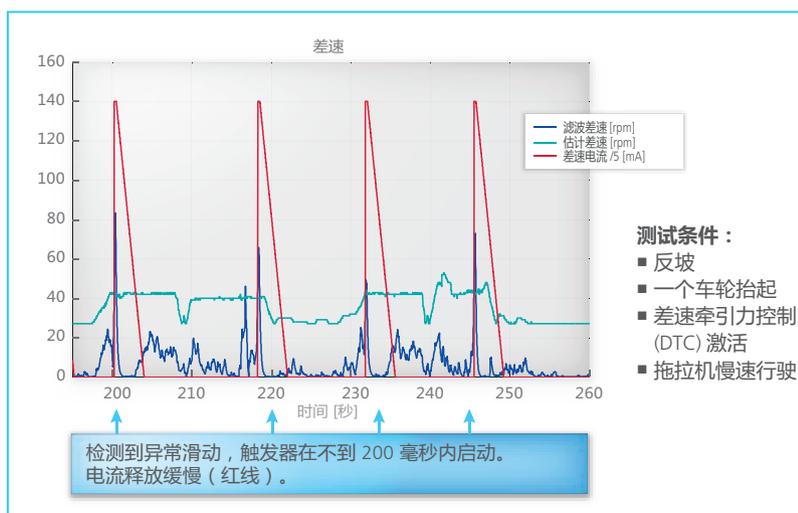
缩短上市时间

仿真结果在测试台架、倾斜式平台和实际驾驶测试中得到成功验证。在所有的验证阶段中，Fruitteto S/V ActiveDrive 再一次证明，它比其他常规专业拖拉机的稳定性更高。无论在超过 40° 角的陡坡上还是在潮湿松软地面上，这款拖拉机都能进行理想的操作。因此，Fruitteto S/V ActiveDrive 的市场成熟速度比平常快得多，其中 TargetLink 的自动代码生成功能发挥了很大作用。基于这一可喜成果，SAME 计划将其未来的内部软件设计流程全部转移到基于模型的环境中，并通过使用 TargetLink 过渡到量产阶段。该公司提高了开发效率并实现了成本效益，但其取得的成就不止于此：农业专家授予 Fruitteto S/V ActiveDrive “最佳专业化拖拉机” 类 “2016 年度拖拉机” 称号。就像葡萄最终成了美酒，SAME 也收获了属于它的成功。■

Simone Tremolada,
Andrea Degiorgi,
Giorgio Gavina,
SDF 研发部



控制架构摘引：计算出的控制变量输出为电磁阀命令（在本例中是差速器）。



Fruitteto S/V ActiveDrive 广泛测试方案图解：传感器提早检测到即将发生车轮滑移，并在不到 200 毫秒内启动差速锁。

Simone Tremolada

Simone Tremolada 是 SDF 公司（位于意大利特雷维格里奥）ActiveDrive 项目的系统集成经理兼技术项目负责人。



Andrea Degiorgi

Andrea Degiorgi 是 SDF 公司 ActiveDrive 项目应用程序软件工程师。



Giorgio Gavina

Giorgio Gavina 是 SDF 公司 ActiveDrive 项目资深系统软件工程师兼动力系统软件专家。





变形机翼和尾翼组件开发

像鸟儿一样自由翱翔

材料科学的新发现和传感器网络的不断改进为自适应飞行技术开辟了新的可能性。在密歇根大学的研究中，MicroLabBox 能够在很大程度上帮助测试与数据记录、执行器控制和实验协调有关的新设计开发。



赋予飞机像鸟一样的灵活性一直是飞机设计师的梦想（图为猎鹰）。

在 开发变形飞机技术时，密歇根大学的自适应、智能化、多功能结构 (AIMS) 实验室经常从大自然中汲取灵感。与现代飞机的刚性结构不同，鸟类可以更有针对性地使用它们的翅膀和尾巴，以灵活适应大气条件或气流变化。对于小型飞机而言，这种适应性在飞行中特别有用，和鸟类类似，机型大小可以决定飞机在飞行中所受的影响，小型飞机比大型飞机更易受到风和天气的影响。AIMS 实验室的研究重点是飞机开发，致力于通过调整机身的几何形状，尤其是机翼和尾翼的形状，开发对周围气流做出主动、直接反应的飞机。AIMS 实验室对此类变形技术做了研究，旨在以自然生物作为模型，开发出能够适应大气条件的飞机。

变形机翼 — 鸟类飞行模型

飞机副翼在飞机空气动力学控制中发挥主要作用，这使其成为自适应飞机技术领域的重要研究课题。AIMS 实验室目前利用由弹性蜂窝结构连接的压电纤维复合材料 (MFC) 执行器，研究如果沿整个翼面改变机身形状可能会产生什么影响（图 1）。通过这种方式可以调整机翼的特定区域，最大限度减少气流带来的不利影响。这种方法尤其适合应对机翼发生突然失速（一部分机翼明显失去升力的现象）的情况。通过对失速期间的非线性空气动力学行为进行建模，AIMS 实验

>>

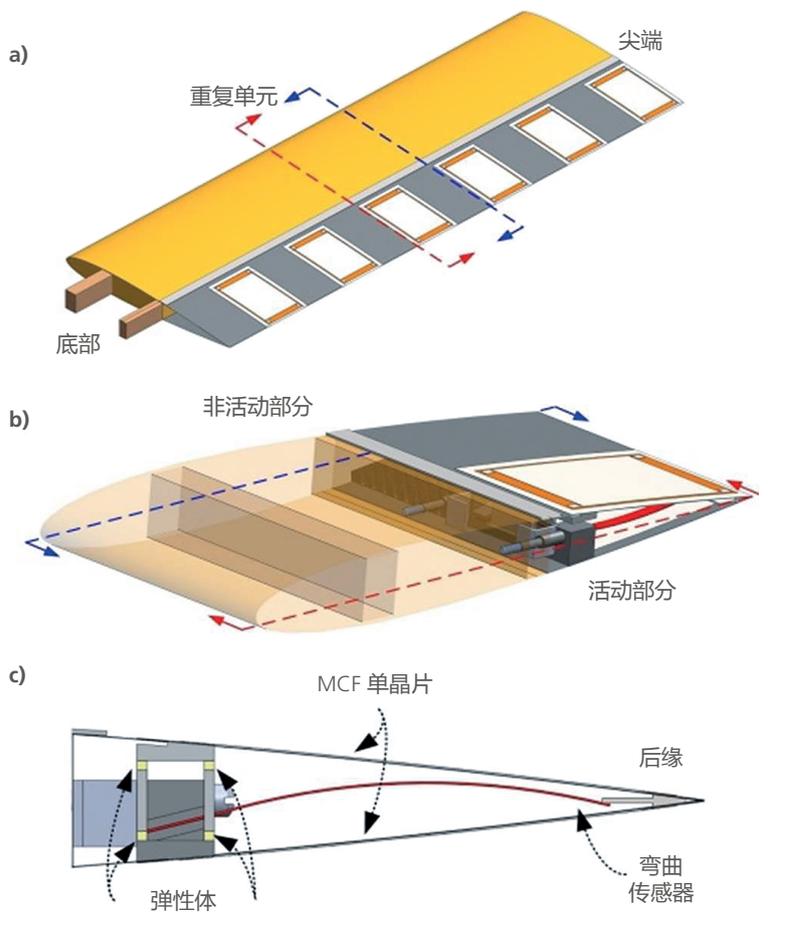


图 1 : a) 变形机翼配置 b) 变形单元部分 c) 主动变形机构。MFC 在驱动时改变形状，偏转机翼后缘的尖端，形成弧形。

自适应尾翼

除了变形机翼，AIMS 实验室的研究员还对水平对齐的可移动尾翼所受的空气阻力做了分析（图 2）。其驱动机制基于对鸟类的观察，鸟类迅速调整尾巴，同时保持头部和身体稳定，观察它的猎物，然后再发起快速、精确的攻击。这就是鸟类与飞机的不同之处，飞机尾翼仅仅用来确保航向稳定性并控制飞行方向。主动式尾翼对飞行来说非常重要，因为它还可以进行俯仰和偏航运动，并可用作空气动力制动装置。配备主动式尾翼的飞机具有很高的操纵性，几乎可以和鸟类一样灵活应变。

关键举措：灵活地改变飞机表面形状

自适应飞机的一个实质性挑战是如何开发多种解决方案以改变飞机表面（例如机翼和尾翼）的形状，并使这些解决方案之间能够实现无缝转换。其中，MFC 发挥了很大的作用。它们由纤薄的柔性结构组成，在施加高电压可以改变形状。通过这种方式，MFC 既可用于飞机表面，又可用于执行器，并且可以当作小型无人机 (UAV) 中常规伺服或液压机构的轻量级替代品。统一的蜂窝结构确保了执行器之间的形状可以连续改变，从而减少了涡流和阻力的形成。另一个挑战是需要设置执行器偏转的理想组合，以改变飞行条件。此时需要借助于空气动力学仿真来完成。简单地说，通过优化的仿真可以得知在当前气流条件下机翼需要调整成哪种形状。优化结果决定了每个执行器的形状，并且基本上预先确定了整个翼展的表面几何形状。还有一个挑战，即

室可以预测每个执行器优化机翼形状所需的偏转，以平衡不利的气流影响并恢复无颠簸的稳定飞行。这个概念是受到生物学家启发而得出的，生物学家们观察到草原雕 (Aquila nipalensis) 有意在飞行中停顿以快速倾斜转弯。

Lawren Gamble

Lawren Gamble 是美国密歇根大学航空航天工程系博士生。



“dSPACE MicroLabBox 能够记录数十个传感器通道并以高精度控制多个执行器，进而有助于在风洞试验过程中监测变形机翼的复杂结构特性和空气动力学特性。”

Lawren Gamble, 密歇根大学

通过内部传感器监测机翼几何形状、控制空气动力学负载所需的偏转，以记录空气动力和扭矩的实时数据。

使用 MicroLabBox 进行风洞试验

受生物学启发的飞机结构需要在风洞中进行大量测试来测量气动力和扭矩。dSPACE MicroLabBox 此时可以展示它的强大性能，因为在这些测试中，必须捕获大量数据，并且必须实现执行器的精准控制。在风洞试验期间，必须捕获并记录下标定机翼（有时甚至整个飞机）的空气动力学特性和结构特性，以进行数据处理和数据比较。因为这些比较通常用来确定自适应结构对于不利飞行条件的适应程度，所以重点放在精度和时机上。此外，基于 MATLAB®/Simulink® 的工作流程结合 MicroLabBox 还有助于控制和协调使用不同设备的复杂试验。

“随心飞行式”自适应飞机

通过 MicroLabBox，AIMS 实验室的研究人员得出了三个重要结论。第一，与传统刚性机翼相比，变形机翼显著降低了空气阻力。第二，变形机翼可以很好地处理失速情况。图 4 中涡流形成的减少有力地证明了这一点。第三，自适应尾翼可以控制飞机的方向并提高方向稳定性。基于这三点，这项研究形成了一个总体目标，即开发一种全面集成的随心飞行式自适应飞机，它具有分布式传感器网络和适应飞行情况的尾翼和机翼。 ■

Lawren Gamble，密歇根大学

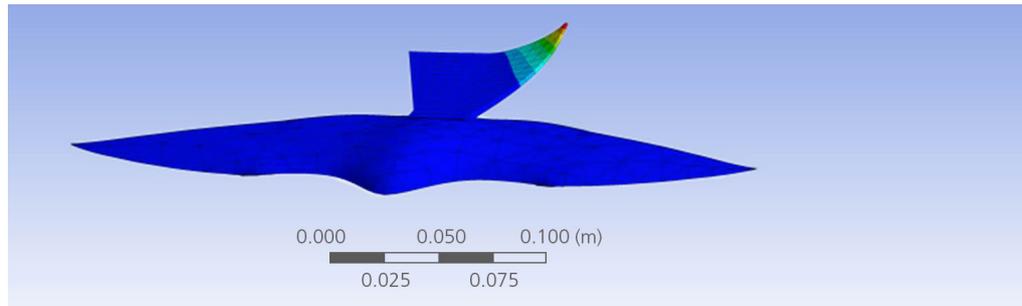


图 2：根据有限元法结果，可以得出受生物力学启发的主动式尾翼在驱动尾翼右半部时会产生偏转。

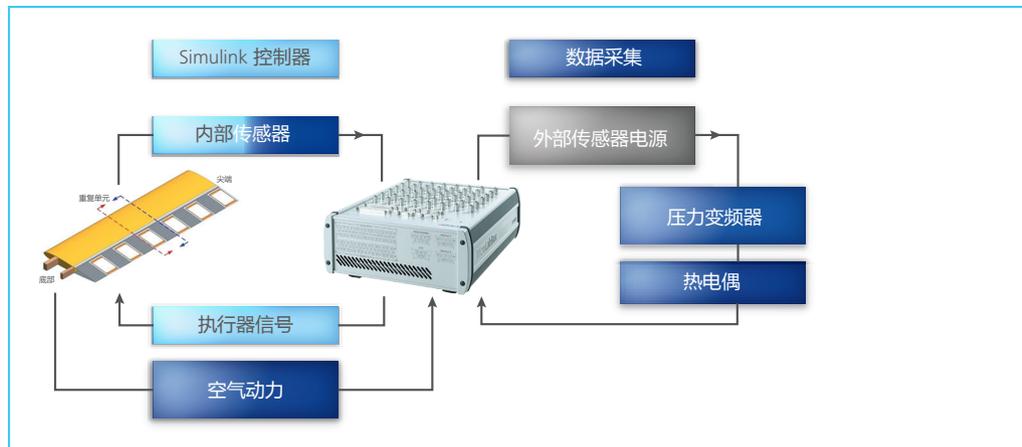


图 3：实验装置和控制系统示意图。MicroLabBox 是在风洞试验期间控制执行器并记录数据的关键仪器。

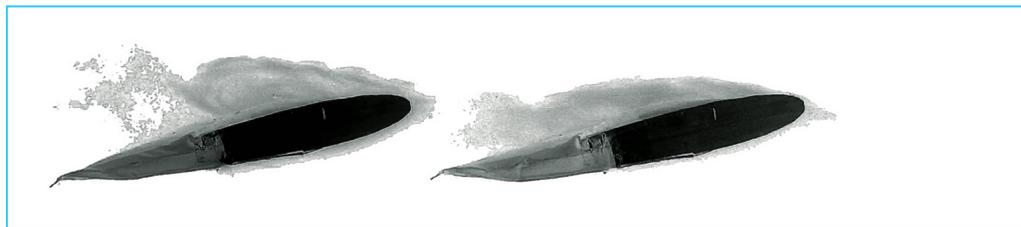


图 4：气流可视化显示了调整机翼形状以适应失速条件的效果。左：机翼未调整，从而形成剧烈的涡流。右：机翼调整，几乎完全抑制涡流形成。

如今，在工业化国家中，几乎所有人每天早上——睁开眼就要用电。电能主要由中央电网供给。电动闹钟响起，人们打开灯，为自己冲一杯咖啡，看着电视或听着收音机...电力影响着现代生活的方方面面。因此，美国国家工程院 (NAE) 认定电气化是上个世纪以来最伟大的工程成就。想象一下如果没电会如何，这意味着没有电视，没有收音机，也没有电灯。然而，全世界有 12 亿人正处于这种情况。据世界银行报道，至今仍有 12 亿人用不上电，28 亿人仍依靠木材和煤炭等固体燃料来做饭和取暖。

理念：区域能源系统

美国德克萨斯农工大学的 Robert S. Balog 教授和他的学生们启动了一个研究项目，他们的研究目的是能让世界上非工业化地区的人们用上电。他们齐心协力，希望能够改变世界。他们目前正在研究基于可再生能源的混合配电网这一概念。“区域电力能源系统” (LAPES) 是这一概念的核心，该系统使用多样化的负载、可再生能源和储能技术。LAPES 其实是一个辅助供电系统，与中央电网一起供电共存。如果需要，它可以连接到中央电网，但也可以作为独立系统运行。因此，没有统一电网的发展中国家可以使用该系统进行供电。

为什么选择 LAPES ?

Balog 教授说：“COP21 巴黎气候变化协议中达成了国际性的共识——社会目前主要依赖化石燃料，但是我们需要彻底转向环境友好型能源体系。” “人们期望 LAPES 成为未来的社区规模电力系统，而且可以比完全部署的未来智能电网更快实现。” 在发展中国家，LAPES 的建造和连接标准没有那么严格的法规规定。在工业化国家，当过时的电力基础设施需要更新时，也会产生电力“孤岛”。在维修工程中，无需切断整个电网。

采用 LAPES 的混合配电系统

与中央电网相反，LAPES 提供直流电 (DC) 而非交流电 (AC)，使得复杂性大大降低。它之所以被视为“微电网”，就是因为它具有单独的组件，是一种独立且相当紧凑的电网。市场研究和咨询机构 Navigant Research 2015 年度报告显示，到 2024 年，微电网每年发电收益预计将达到 14 亿美元。产生这一可观效益前景的主要原因是，微电网不仅能够增加可再生能源在整体能源供应中的比重，促进经济优化，这些系统还能提升电网抗断电能力。如果这些直流微电网在适当的接入点集成到现有的交流电网中，就会使之成为一个全新的混合供电系统。然而，这种微电网在广泛应用之前还需要进行全面的理论可行性研究。 >>



智能电网 —

一种具有能源产生、能源消费控制和能量储存多种综合功能的智能电网。智能电网的目标是实现能源供需的最佳平衡。



以太阳能作为创新型混合电力系统的基础

光明的 前途

在这个世界上，并不是所有人都能 24 小时用上电。这正是德克萨斯农工大学的学生开发混合配电系统概念的原因，这种系统可以为发展中国家提供可靠供电。dSPACE 工具为这一创新解决方案的研究提供了大力支持。

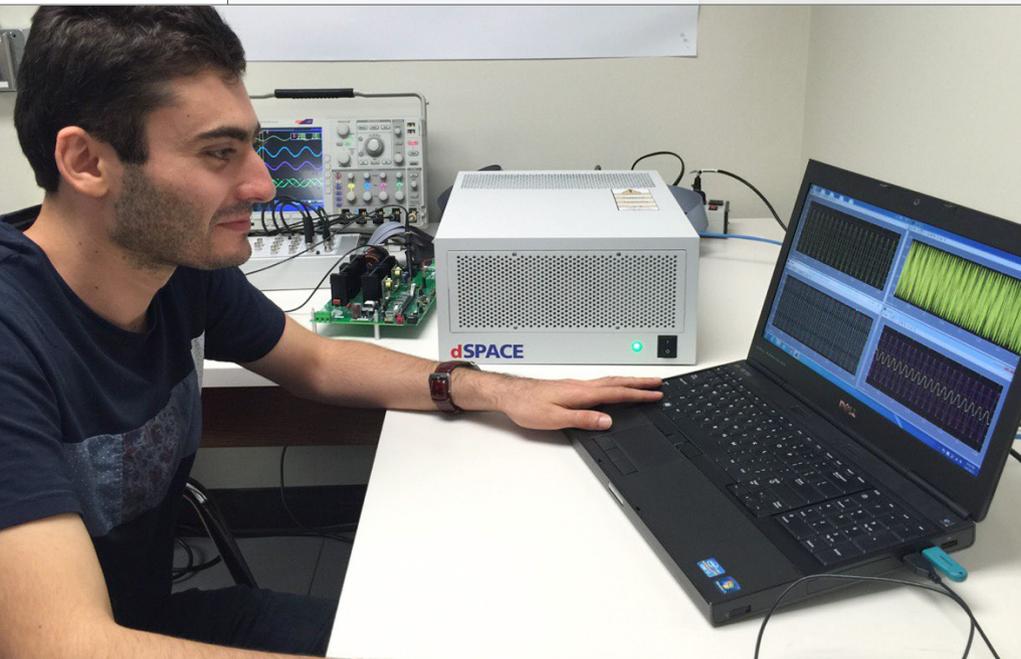


图 1：德克萨斯农工大学的一名学生在对未来混合供电系统进行仿真。

电能转换的重要性

该团队目前正在研究电能转换中基本的工程基础和科学基础。他们的研究领域包括：

- 太阳能转换为电能（光伏）
- 采用替代能源（包括燃料电池、光伏等）的经济高效型逆变系统
- 使用寿命至少达 40 年的可靠电力电子装置

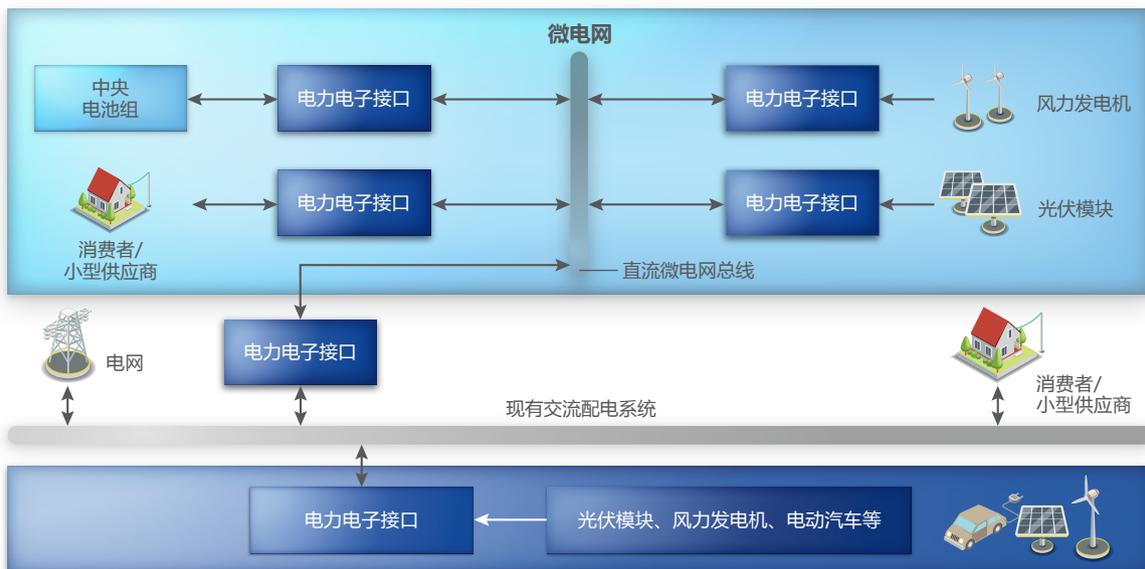
- 分布式直流电源系统，侧重于局部/分布式控制
- 自整定级联式电感滤波器
- 电池管理、健康度管理
- 非线性控制技术，如模型预测控制
- 电气安全，如电弧故障检测

该团队的研究重点是光伏系统，其可将光能直接转化为电能。Balog 博士说：“我们的目标是将光伏能源从替代能源中分离出来，使其归入主流能源资源，并在技术和经济上都能实现可持续发展。” “我们的目标是成为此领域国际公认的顶尖研究中心。”

模型预测控制

“模型预测控制” (MPC) 是 LAPES 项目中的一个基本部分。该团队基于各种因素（如阳光）通过模型来预测系统未来的行为。然后所得结果用来继续开发供电系统。该团队重点研究三个主要领域：光伏能源转换、直流微电网控制和多源混合能源系统控制。学生们的目标是开发一种创新型混合配电系统，这种系统可将基于可再生能源的直流微电网集成到现有的交流电网中（图 2）。

图 2：学生们希望开发一种混合配电系统，在此系统中，直流微电网与中央交流电网并存，并可根据需要与交流电网连接。





“我们的目标不是仅仅在实验室里使用一种辅助工具，而是找到合适的工具。因此我们决定采用 dSPACE 的开发系统。”

Robert S. Balog 教授（博士），德克萨斯农工大学再生能源与高级电力电子研究实验室主任。目前他在德克萨斯农工大学卡达尔分校任教。

使用 HIL 系统进行实时仿真

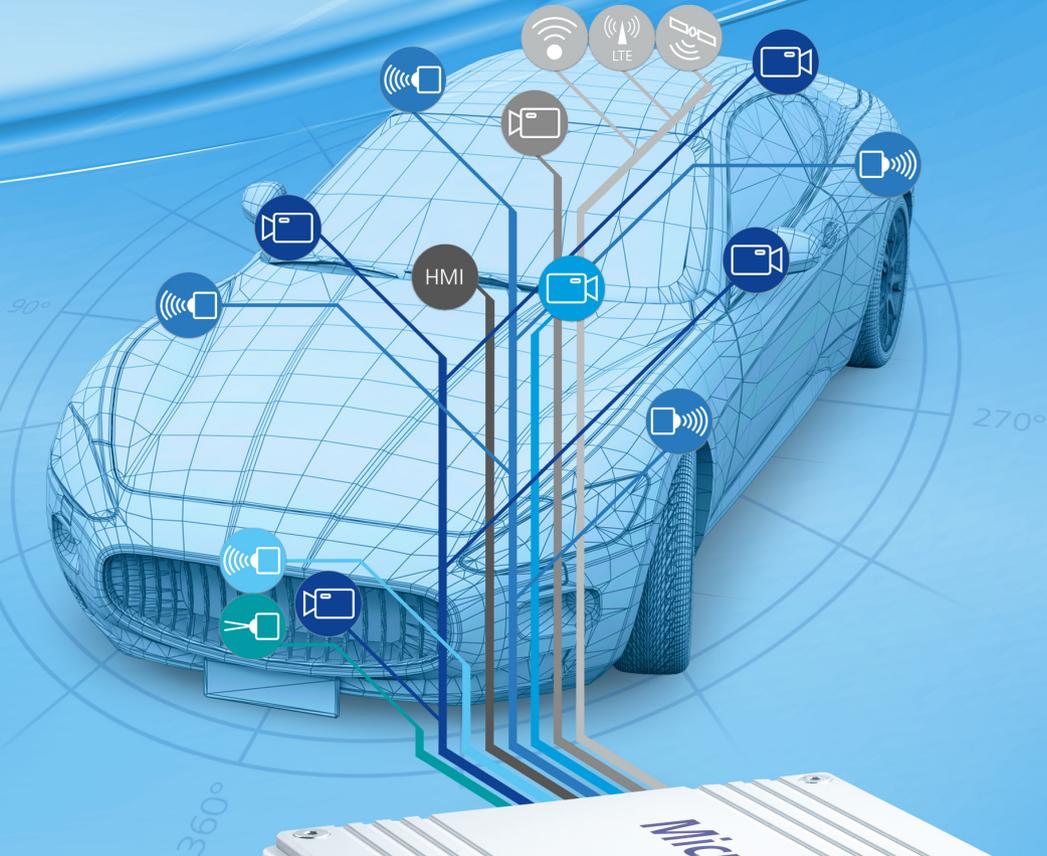
经过仔细评估，Balog 教授和他的学生决定采用基于 dSPACE 产品的工具链进行必要的测试和研究。此工具链的一个组成部分是硬件在环 (HIL) 系统，其位于配有 DS1007 PPC Processor Board 的 SPACE Expansion Box 中。由于该板卡具有高性能处理能力，该团队可以仿真供电系统的真实环境条件，并可实时运行各种场景。模型预测控制的算法通过 dSPACE 软件 Real-Time Interface (RTI) 在测试硬件上实施。HIL 系统帮助识别供电系统对基本条件（如天气）

发生变化时的反应。此外，开发的算法还可以在不同的应用中快速验证。Balog 介绍说：“通过使用 dSPACE 系统，我们能够探寻实际硬件的多种动态交互。”“因此，让我们能够更全面地了解系统与子系统的交互情况。”系统正在逐渐从最初的版本发展为可在真实条件下实施的系统。因此，该团队只需一小段时间即可对计划中的混合供电系统进行完整仿真，省去了测试硬件的设计和生 产，大大节省了成本。■

感谢德克萨斯农工大学的大力支持

结束语

德克萨斯农工大学的学生们希望他们的微电网项目能够很快为发展中国家提供可靠的电力系统。同时，他们也希望帮助可再生能源（特别是光伏）成为一种创新能源。可再生能源是未来混合电网所需能源的理想之选。德克萨斯农工大学和 dSPACE 将继续推动这一领域的研究，使混合电网能够很快在当前能源供应问题中发挥决定性作用。。



多传感器

全能工具

在紧凑而强大的原型系统上开发 360° 环境检测算法

高度自动化车辆需要可靠的 360° 环境检测功能。摄像头、雷达和激光雷达等各种传感器会生成大量数据，而这些数据的捕获、预处理和融合必须同步进行。因此，dSPACE 现在将最新的 NVIDIA 处理器硬件与所需的传感器和总线接口组合起来，构建出一款独特的紧凑而强大的原型系统，用于自动驾驶领域的功能开发：MicroAutoBox Embedded SPU。

如果你问行业专家，当今汽车行业最重要的创新动力是什么？他们一定会回答：高度自动化自动驾驶技术。几乎所有 OEM、一级供应商和大量创业公司都已经对相关的课题展开了深入的研究。他们取得了一些进展，而这在几年之前是不可想象的。目前有预测宣称，带有第一批高度自动化驾驶功能的车辆在短期内就可以进入量产阶段。实现量产，驾驶员将再也不必在一些交通场

景中还时时费心盯着这些功能了，例如在公路上自动驾驶或自主泊车时。此外，全自动系统领域的研究工作已经展开，如机器人出租车，这将会取代“出租车司机”。

步入自动驾驶时代

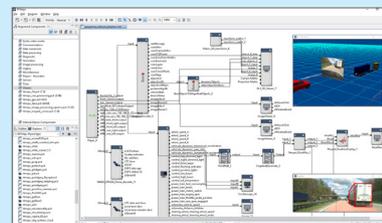
在自动驾驶领域，OEM 厂商竞争激烈，都希望自己能够率先实现成熟自动驾驶功能的量产。但是，随着创新周期日益缩短，行业还面临着更大的

挑战，即其需要在更快的迭代中开发更复杂的算法并尽早对算法进行实车测试。此时就迫切需要强大的原型系统，以便实现更快速、更便捷的功能开发。所用算法必须确保对车辆环境进行可靠的 360° 检测和评估，而这种检测和评估需要使用来自众多环境传感器的数据，如摄像头、雷达、激光雷达、超声波和 GNSS 传感器。其中，摄像头和图像数据预处理起主要作用。 >>

RTMaps

RTMaps 是 Intempora 公司的产品，从 2016 年开始，dSPACE 便在其工具链中使用它。它是一款基于组件的软件开发和运行环境，使用户能够对来自各种传感器和车辆总线的数据进行捕获、添加时间戳、同步化和进行处理。通过使用模块框图以及集成用户提供的 C++、Python 或 Simulink 代码，该工具为多传感器应用里传感器、图像处理和数据

融合中的复杂算法的开发、测试和对标创造了一个强大的环境。它提供适用于各种组件（如摄像头、雷达传感器、激光扫描器和车辆总线）以及数据可视化、通信和预处理的扩展库，让功能开发变得更轻松。RTMaps 在多核 x86 和 ARM 平台上具有出色性能和高度可用性，因此成了 dSPACE 产品组合的理想补充。





功能强大并可扩展：Embedded SPU 用作独立系统。

传感器数据处理与融合颇具挑战性

自动驾驶面临的主要挑战是大量传感器和摄像头数据的预处理与融合。

相关算法都需要非常大的计算量，而且通常在多核 CPU 和 GPU 上执行。这些算法通常在 C++、

CUDA 和 OpenCL 的编程语言和框架中实现。因此，如今通常使用带有集成显卡的消费级台式机在短迭代周期内开发算法。然而，这种方法对电力要求很高，同时缺乏稳健性和可靠

性，因此并不适用于实车驾驶测试。如果硬件必须安装在汽车的行李箱内，通常需要进行大量的安装和布线

MicroAutoBox Embedded SPU 是一款独特的强大而紧凑的解决方案，适用于多传感器应用中基于车辆的原型设计。

工作。更重要的是，大多数台式机不具备与生产车辆中使用的摄像头连接的原始数据接口，如 GMSL 接口。那么，如何满足计算性能和传感器接口的高要求，同时保持车载用途所需的

紧凑尺寸和稳健性呢？dSPACE 完美解决了这个问题，其方法是提供一个适用于自动驾驶车载功能开发的基于

Linux 的原型平台，这个紧凑、稳健且强大的平台便是：MicroAutoBox Embedded SPU

(Sensor Processing Unit)。通过搭配 RTMaps（多传感器系统的图形化建模环境），它为简化和加快基本算法的开发开辟了新的可能性。

处理性能强大，接口众多

MicroAutoBox Embedded SPU 基于最先进的 NVIDIA® Parker 架构。它采用具有集成式 NVIDIA Pascal GPU 和 256 个核心的 6 核 64 位 ARM CPU，拥有高达 1.5 teraflops（每秒 1.5 万亿次浮点运算）的处理性能。但是，MicroAutoBox Embedded SPU 的独特功能远不止强大的处理性能。它还配有相应的接口以连接所有常见汽车总线系统、环境传感器（如摄像头、雷达和激光雷达）、GNSS 定位和无线通信。MicroAutoBox Embedded SPU 将所有这一切功能安装在一个强大、紧凑的外壳中，供车

>>>

简介：MicroAutoBox Embedded SPU

- 产品类别：
 - 多传感器应用原型系统
- 主要功能：
 - 采用具有集成式 NVIDIA® GPU 的强大多核 CPU
 - 配有用于汽车总线网络、环境传感器、无线通信和 GNSS 信号接收的接口
 - 具有直观的图形化软件环境 RTMaps，适合基于模块实施的算法
 - 选配数据记录单元
- 应用领域：
 - 功能开发：
 - 高级驾驶辅助系统
 - 高度自动化自动驾驶技术
 - 机器人技术应用
 - 数据记录

众多连接选项



后连接器：

1 1 个 GNSS 天线连接器：

接收全球卫星导航数据（GPS、GLONASS、北斗、Galileo）。如果卫星连接中断，uBlox NEO-M8U GNSS 接收器会使用惯性传感器来确定确切的位置。

2 4 个千兆多媒体串行链路 (GMSL)：

连接高清摄像头与 GMSL 接口，用于进行图像处理。可根据要求使用插接模块为其他摄像头接口提供支持。

3 2 个 HDMI 1.4b 输入端口：

连接高清摄像头与 HDMI 接口，用于进行图像处理。可根据要求使用插接模块为其他摄像头接口提供支持。

4 2 个 LTE/蓝牙天线接口：

支持通过 LTE 蓝牙进行无线通信。

5 总线接口：

最多可连接 4 个 CAN/CAN FD 接口、2 个 LIN（主/从）接口和 2 个 BroadReach 接口。

6 1 个串行 ATA 接口 (SATA III)：

最多可连接 4 个固态硬盘，用于进行高性能数据捕获。

7 I/O 接口：

提供 4 个“数字输入”、4 个“数字输出”和 4 个“模拟输入”通道。

8 1 个 SIM 卡插槽：

SIM 卡插槽用于移动通信。

前连接器：

1 2 个 WLAN 天线接口：

支持无线 LAN IEEE 802.11 n/ac。

2 4 个千兆以太网接口：

直接连接支持千兆以太网的设备，无需连接以太网交换机。每个接口支持 1 Gbit/s 的数据吞吐量。

3 2 个千兆以太网接口（通过内部交换机）：

直接连接支持千兆以太网的设备。

4 2 个 USB 2.0 接口：

连接支持 USB 2.0 的设备。

5 1 个电源：

6 至 40 V DC



6 1 个插孔：

连接麦克风 and 音频输出。

7 2 个 USB 3.0 接口：

连接支持 USB 3.0 的设备，如摄像头。

8 2 个 HDMI 2.0 输出端口：

连接两台支持 HDMI 的显示屏。根据要求，可将一个 HDMI 接口替换为一个控制显示屏和驾驶员信息系统的模块，此模块将在量产车型中使用。

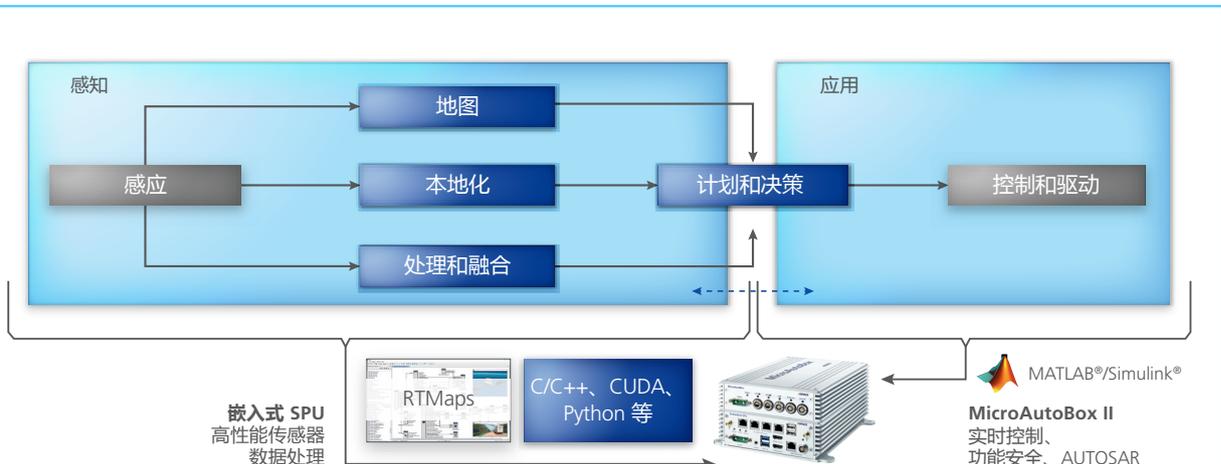
技术细节 MicroAutoBox Embedded SPU

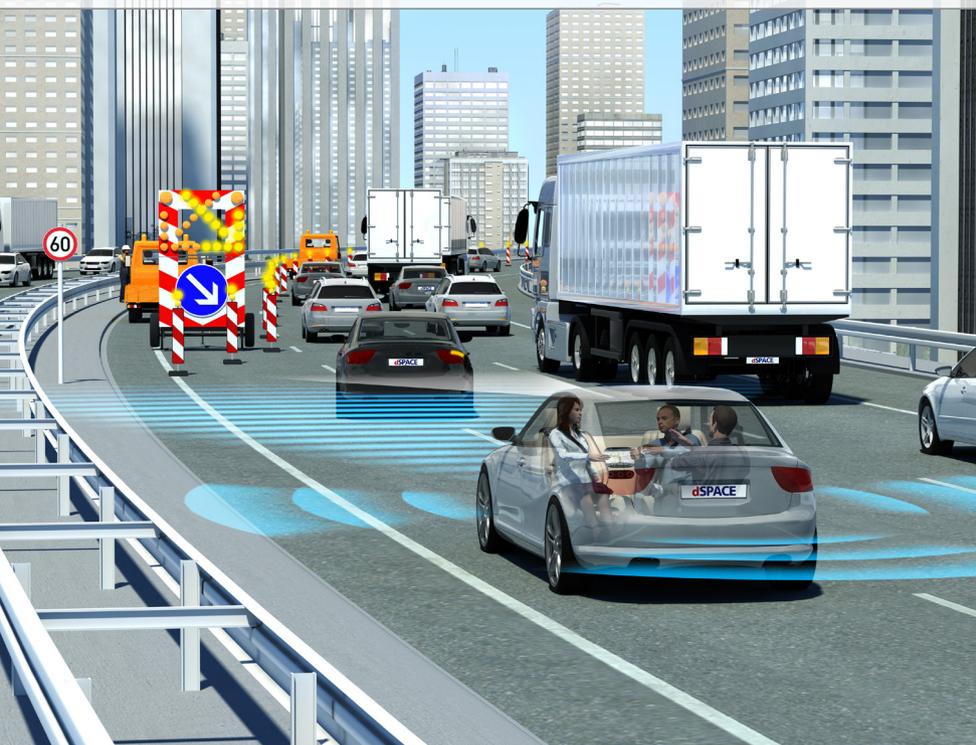
参数	规格
处理器	<ul style="list-style-type: none"> ■ CPU：2 个 NVIDIA® Denver 2 核心和 4 个 ARM® A57 核心（每个核心最高 2 GHz，带有 2 MB 二级缓存） ■ GPU：NVIDIA Pascal™，搭载 256 个核心，最高 1300 MHz
存储器	<ul style="list-style-type: none"> ■ RAM：8 GB 128 位 LPDDR4 RAM ■ 闪存：32 GB eMMC 和 128 GB M2 卡 ■ 选配大容量存储设备
操作系统	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tegra Linux 开发包（由 NVIDIA 推出）
软件支持	<ul style="list-style-type: none"> ■ 图形化开发环境：RTMaps（实时多传感器应用） ■ GPU 编程语言：NVIDIA CUDA® ■ 深度学习：NVIDIA TensorRT™、cuDNN® ■ 机器视觉：NVIDIA VisionWorks™、OpenCV
技术特性	<ul style="list-style-type: none"> ■ 外壳物理尺寸：约 200 x 225 x 50 mm (7.9 x 8.9 x 2.0 in) ■ 工作温度范围（外壳）：-20 ...+70 °C (-4 ~ +158 °F)
认证	<ul style="list-style-type: none"> ■ MicroAutoBox Embedded SPU 与 MicroAutoBox II 一样，符合电磁兼容性和耐振动冲击性的现行标准。更多的详细信息可在咨询后提供。

MicroAutoBox Embedded SPU 目前仍在開發中。

载使用。MicroAutoBox Embedded SPU 还有一项独特功能，即软件开发人员无需再分别为每个传感器和输出接口进行繁琐的编程。他们可以完全专注于实现传感器数据的预处理和融合算法。为了实现这一目的，MicroAutoBox Embedded SPU 与 RTMaps（多传感器系统的图形化建模和运行环境）紧密集成（参见第 37 页的信息框）。RTMaps 非常直观，通过现成的库和 I/O 模块形式显示 Embedded SPU 的所有接口。在 RTMaps 中，开发人员只能使用 C++、NVIDIA CUDA®、Python 或通过集成 Simulink 代码实施实际算法。此外，该系统还可以用于深度学习（人工智能）和机器视觉的专用软件框架中。

面向自动化驾驶功能开发的紧凑强大型的原型系统：作为 MicroAutoBox II 扩展的 Embedded SPU。





既可作为独立解决方案，又可与 MicroAutoBox 或其他 SPU 组合使用

MicroAutoBox Embedded SPU 可作为独立系统使用，也可与 MicroAutoBox II 任一种标准版本在同一外壳内组合使用。若组合使用，标准 MicroAutoBox II 上运行实时应用程序（实时控制、功能安全机制、AUTOSAR 软件组件集成），与此同时，Embedded SPU 处理并融合控制功能所需的所有传感器数据。为了进一步提高处理性能、增加接口数量，还可以将多个 MicroAutoBox Embedded SPU 系统相互连接。在这种情况下，RTMaps 可以确保分布式系统上的时钟同步及所有算法计算完全同步。

再比如 8 TB SSD 内存可选配数据记录扩展功能。这种扩展可以完全同步地准确记录和回放捕获的传感器数据。

结束语

无论客户选择哪种组合，MicroAutoBox Embedded SPU 这样一款强大而紧凑的系统均能实现大量传感器数据的同步捕获、处理、融合和回放，可以作为非常实用的工具供客户使用。无论用于高度自动化驾驶、自动驾驶和无人驾驶车辆，还是用于其他机器人应用，由 MicroAutoBox II 与 MicroAutoBox Embedded SPU 组合而成的系统都能将多传感器应用中的车载原型提升到一个全新水平。■

MicroAutoBox Embedded SPU 与 RTMaps 共同构成了一个适用于各类多传感器应用的极其强大的开发环境。

MicroAutoBox 产品系列的战略性升级

十五年以来，dSPACE MicroAutoBox 一直为汽车制造商的车载快速控制原型开发设定标准。它侧重于快速实时控制，从创新型内燃机控制和替代驱动理念到现代化驾驶辅助系统，涵盖多种汽车应用。MicroAutoBox Embedded SPU 现在不断提高，比如说，它现在的重点包括基于摄像头、雷达和激光雷达传感器的多传感器应用。因此，dSPACE 向 MicroAutoBox 产品系列中特别增添了一款灵活且强大的系统，用于对传感器数据进行预处理和融合。因此 Embedded SPU 进一步巩固了 MicroAutoBox 产品系列作为所有原型应用（从“自动驾驶”一直到“零排放”）行业标准的领先地位。





一体 通用

ASAM XIL API 使所有测试阶段的测试与测试平台实现分离



高效的 ECU 测试要求测试用例在整个开发过程中可重复使用，使测试条件保持一致。XIL API 标准为此提供了基础，其让用户可以独立于测试阶段和平台，以相同方式设置测试用例。

HIL API 标准的后续标准 ASAM XIL API 标准 V2.0 于 2013 年发布，是 ECU 测试及其环境仿真遵循的现行标准。名称中的 X 象征性地代表此标准的通用性，即可在不同的制造商和开发阶段中使用。在整个开发和测试过程中，此标准均可作为 ECU 和测试系统的开发人员提供支持，包括模型在环 (MIL)、软件在环 (SIL)、处理器在环 (PIL) 和硬件在环 (HIL) 仿真。

具有开创性的标准

市场中从事 ECU 测试和测试环境仿真的公司不计其数，相应的软件和硬件解决方案也不可胜数。这意味着：如果组件都具有统一的接口，就可以任意组合使用。为此，一些汽车行业的知名公司制定了 XIL API 标准。通过支持这一标准，dSPACE 展示了其对第三方产品的开放性：如有需要，可以将此类产品无缝集成至 dSPACE 工具链，集成速度极快，而且无需事先配置。

ASAM XIL API

XIL API 是一项现行标准。ASAM XIL API 工作组不断开发并优化该标准，以满足客户的新要求。他们定期执行 XIL 交叉测试，确保标准具有高质量。在交叉测试过程中，最终用户和工具供应商定义被测的应用案例和功能，以便将真实情况的直接反馈整合到优化流程中。为了帮助执行仿真和测试领域中的各种任务，仿真平台提供具有不同功能的多个标准化接口。例如，XIL API Model Access Port (MAPort) 允许在开发过程的所有阶段对仿真器进行读/写访问、激励信号和采集测量数据。通过 XIL API Electrical Error Simulation Port (EESPort) 可以控制电气故障状态，如故障注入单元 (FIU) 造成的短路和中断。XIL API 通过使用附加标准能实现诸多功能，其中包括使用 ASAM Measurement Data Format (MDF) 保存测量数据，使用 ASAM General Expression Syntax (GES) 为触发条件提供标准化描述，如开始和停止测量和激励。 >>



图 1 : dSPACE 产品支持 XIL API MAPort 接口和 XIL API EESPort 接口, 因此这些产品可与 XIL API 兼容的第三方供应商产品轻松组合。

新增功能

如今, ASAM XIL API 标准是仿真器领域的主流标准, 许多用户已经改用 XIL API, 以获得其新功能。在测试自动化与仿真平台之间增加一个抽象层 (框架) 是一项重要创新。这让用户可以向不同的测试系统传输测试案例, 并可以在整个开发过程中 (从 MIL 到 SIL、PIL 再到 HIL) 重复使用这些案例。该框架的一项重要功能是映射: 为此, 我们为实际仿真器变量起了别名, 让用户可以独立于相应的模型结构访问变量。利用这种抽象功能, 测试可以按相同方式设置并独立于仿真平台或测试阶段重复使用。模型中的变更可在测试工具的映射中

集中维护。通过在跨平台和交叉测试阶段使用相同的测试工具显著减少了员工的培训工作, 并简化了不同团队之间的知识传递过程。XIL API 接口支持兼容 .NET 的所有编程语言, 如 Visual Basic .NET、C#、Python 和 MATLAB M 脚本, 因此该接口可轻松集成到不同的工具中。

dSPACE 产品中的 XIL API

作为 ASAM 创始成员和 XIL API 工作组成员之一, dSPACE 从一开始就积极参与 XIL API 标准的实施与优化工作。每当标准得到改进, dSPACE 就会及时对其产品做出相应的优化和更新。因此, 所有 HIL API 接口均已被

dSPACE 2016-B 版本的新版 XIL API 接口所取代。新版 XIL API 接口具有旧版 RTLib 和 HIL API 的所有功能, 并增添了新功能。为了通过 AutomationDesk 等测试自动化工具统一访问所有的 dSPACE 仿真平台, Platform API Package 提供了 XIL API MAPort 服务器。在 Failure Simulation Package 包中, XIL API EESPort 服务器支持统一访问 dSPACE 故障注入单元。ControlDesk® 包含 XIL API MAPort 平台, 其用途之一是对第三方供应商的仿真平台或测量工具进行无缝连接。通过这种方式, 第三方和 dSPACE 平台的测量数据可以在 ControlDesk 中同步记录、在绘



“正是因为有了 XIL API, 测试可以在所有开发阶段重复使用, 来自不同制造商的产品才可以组合使用。这为产品的选择提供了巨大的自由空间, 同时确保了测试期间的连续性。”

Rainer Rasche 博士, ASAM XIL API 工作组负责人兼 dSPACE GmbH 产品开发小组经理



图仪中直观显示并在一个时域中进行比较。借助 ControlDesk 中集成的 XIL API EESPort GUI 组件，可以通过 ControlDesk 中的统一图形化用户界面以交互方式配置和应用电气故障状态。ControlDesk 中的 Signal Editor 和 AutomationDesk 中基于信号的测试编辑器使用 XIL API 标准，以标准化方式描述用于激励和参考信号的信号波形。通过向信号描述添加简单的增强功能，可以在 AutomationDesk 中定义和交换完整测试。

转换变得简单

对于已经使用 HIL API 访问模型的 AutomationDesk 用户，到相应 XIL API 的转换过程是自动进行的。有一些用户过去基于脚本创建测试，但现在希望转换到 XIL API，他们可以通过 dSPACE 支持中心的文档或通过 dSPACE 支持团队获得整个迁移过程的全面支持。如有需要，dSPACE 工程团队的员工还将协助用户完成迁移过程，为强大 XIL API 标准的应用清除所有障碍。■

XIL 交叉测试

为了检查汽车行业不同供应商的测试系统的兼容性，知名的开发工具供应商会定期执行 XIL 交叉测试。在交叉测试过程中，他们将自己的测试工具连接到第三方供应商平台，以评估他们的测试软件是否能与其他制造商的测试硬件通信且不出错。2016 年 7 月 13 至 14 日，dSPACE 在帕德博恩进行了交叉测试。有关本活动和交叉测试的详细信息，请访问 dSPACE 网站：

www.dspace.com/go/xil_crosstests

技术支持

更多详细信息和迁移过程支持文档，请访问：

www.dspace.com/support



用户大会 ——共话创新

用户、利益相关方和产品专家
在第八届 dSPACE 用户大会上
汇聚一堂，深入交流信息





采用 IAI GmbH 串联驱动器的电动自行车。

Anwenderkonferenz 2016

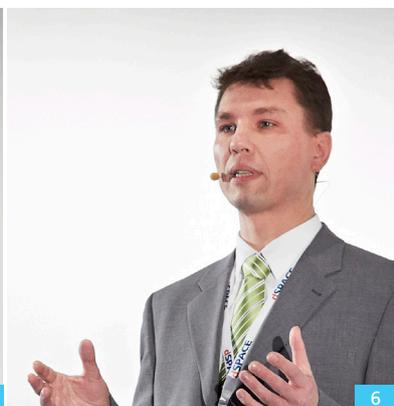




如何闭环验证雷达传感器？如何在早期开发阶段完成数百万公里里程的虚拟驾驶？第八届 dSPACE 用户大会是一项激动人心的会议，也是一个提供信息交流的广阔平台，在此次大会中，我们将针对上述问题以及与目前发展趋势有关的类似问题进行探讨。2016年 11 月 15 至 16 日，约有 250 名与会者在 NH München Ost 会议中心汇聚一堂，进行技术信息交流。会议第一天，客户针对他们当前的项目、采用的方法和开发流程提出了一些令人耳目一新的见解。第二天 dSPACE 专家

针对 ISO 26262、电动汽车、ADAS 和汽车网络等一些有意思的主题开展了一系列的研讨会。但是，除了演讲，之后进行的热烈讨论也同样激发了与会者的思维和灵感。尤其值得一提的是，研讨会提供了一个分享经验的绝佳机会。与会者针对使用 HIL 仿真器对 ECU 实施符合 ISO-26262 的验证展开的热烈讨论，并围绕未来自动驾驶车辆的验证进行了富有价值的现场问答。与会者还有机会在同时举办的展会上观摩并试用当前的测试和开发工具。其中包括最新开发产品，如机电系统雷达测试台架、转向测试

台架、具备大量不同接口和环境传感器计算性能的 ADAS 原型系统，以及集群仿真平台（可用于进行数百万公里的虚拟驾驶）。第一天的会议在在以“dSPACE 伟大目标”为主题的晚宴中结束。在晚宴上，与会者在典型巴伐利亚的环境和氛围中轻松地继续他们的讨论。dSPACE 对所有与会者及参展商 MathWorks、BTC Embedded Systems、MES、MecS 和 IAI 表示衷心的感谢。我们期待第九届 dSPACE 用户大会会有更多的惊喜！ ■





发言人：

1. **Stefan Schmerler 博士，戴姆勒公司**

Schmerler 博士展示了梅赛德斯-奔驰的 E/E 测试流程和方法。通过将虚拟和真实 ECU 与 dSPACE Simulator 和离线仿真器结合使用，该公司大大加快了验证过程，并为数字化虚拟测试奠定了基础。

2. **Maximilian Miegler 博士，奥迪公司**

Miegler 博士表示：“要逐步开发和掌握高度网络化的车辆功能”。他的“无障碍”仿真解决方案包括从纯虚拟测试到 HIL 测试再到完整设置的整个过程，是一款特别高效的解决方案。

3. **Daniel Frechen，大众汽车公司**

Frechen 先生展示了如何使用底盘 HIL 进行基于操纵工况的功能开发。通过在 dSPACE Simulator 上进行高质量的车辆动力学仿真，对于网络化车辆功能及其有效性的评估变得更为经济高效，而且可以早于实际驾驶测试在现有的测试台架上完成。

4. **Sascha Getos，宝马公司**

Getos 先生通过具体实例展示了如何使用 dSPACE VEOS® 对 ECU 软件进行虚拟验证。他通过远程访问配置系统，演示了如何设置断点、以及如何超出特定阈值后到达断点。

5. **Thomas Herpel 博士，Automotive Safety Technologies GmbH**

Herpel 博士介绍了如何基于实际数据和仿真数据测试车辆安全功能。将 SCALEXIO® 系统与仿真的驾驶场景和数据回放搭配使用，以评估撞车前场景和撞车事故。

6. **Ralf Arens，CLAAS Selbstfahrende Erntemaschinen GmbH**

Arens 先生展示了一款基于 dSPACE SYNECT® 的中央测试管理解决方案，德国所有 CLAAS 办公地均可获取。在 2016 年，本款解决方案已成功对 20,000 个测试案例进行管理。

7. **Thomas Hackemüller，福特公司**

Hackemüller 先生介绍了一款测试系统，其用于验证基于摄像头的驾驶辅助系统。ECU 可使用 SCALEXIO 仿真器进行测试，并且可注入故障以测试车辆行为。

8. **Jan Peelaerts，EUTOMATION & SCANSYS Sprl**

Peelaerts 先生向与会者讲述了该公司如何在短短 13 周内重新设计无级变速箱的负载测试台架。借助 dSPACE 硬件和软件，可以开发出高性能控制器。

9. **Serge Klein，亚琛工业大学**

Klein 先生展示了仿真器 (SCALEXIO) 与发动机测试台架的组合，该组合基于驾驶操纵测试内燃机（发动机在环）对内燃机进行测试。参考车辆和测试台架之间的基准测量显示出很大的一致性。

10. **Oliver Graßmann，福特公司**

Graßmann 先生介绍了如何根据 ISO 26262 标准进行内部功能开发。方法和流程通过基于 TargetLink®、BTC Embedded Tester 和 MES MXAM 的工具链实施。

11. **Holger Jakobs，WABCO GmbH**

Jakobs 先生展示了自己公司基于模型的开发流程。为了符合 ISO 26262 和 AUTOSAR 标准，WABCO 采用了产品级代码生成器 TargetLink®。

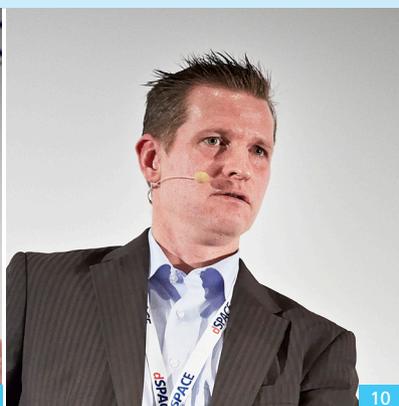
12. **Benjamin Freudenberg，柏林工业大学**

Freudenberg 先生的演讲题目为“多电平逆变器的调制、控制器综合和网络同步”，他与与会者介绍了电力电子学的典型问题。他使用 MicroLabBox 成功开发了解决方案。

第八届用户大会（德国）中的演讲：



www.dspace.com/go/dMag_20171_UC





投资于未来

公司的日托中心已经成为员工生活的一部分

高质量的儿童托管对于兼顾工作与家庭至关重要。dSPACE 拥有自己的日托中心，让员工少了一个后顾之忧。

2015 年 8 月，帕德博恩首家公司日托中心 dSPACE Dötze 在 dSPACE 办公地附近正式成立。该中心共设 4 个班级，照管多达 60 名学龄儿童（大于 6 个月）。该中心由经验丰富的日托中心运营商 Impuls Soziales Management e.V 运营，其建设得到了

德国联邦家庭事务、老年、妇女及青年部 (BMFSFJ) 的支持。项目协调员 Angelika Hanselmann 说：“只有确信自己的孩子会得到很好的照顾，父母们才能够安心地投入工作。”日托中心根据员工的需要提供相应的托管服务。例如，歇业时间只有圣诞节

到新年这段时间。此日托中心具有诸多优点，例如开放时间贴合员工需要，离工作场所非常近，高于平均水平的师生比，侧重于 MINT 主题的创新教学理念、双语教学（德语/英语）和动物辅助教育等，这一切让配套服务更加完美。 ■





房间宽敞并配有高品质设备，还有一个好玩的露天游乐场。



孩子们在专门的儿童盥洗室里一起刷牙。

“我的孩子们从第一天起就爱上了日托中心，他们像在家一样开心自在。知道了这一点之后，我就能全身心投入工作了。”

Jörg Vogedes , dSPACE



在性格培养和智力开发两方面全方位支持孩子的成长。

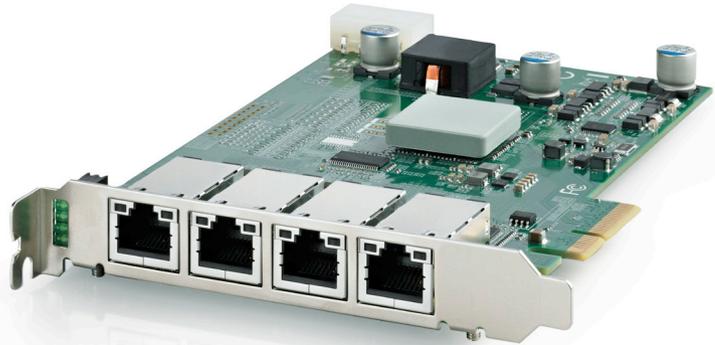


为 SCALEXIO 提供以太网支持

全新 DS6331-PE Ethernet Board 新增 4 个以太网接口，方便了 dSPACE SCALEXIO® 系统的扩展。该板卡提供 4 个以太网端口，每个端口都支持 10BASE-T、100BASE-T 和 1000BASE-T 传输模式。当您选择这些标准接口时，可以直接转换信号或通过合适的转换器来转换信号，使每个端口独立用于特定应用案例。通过这一概念，用户可以轻松访问汽车接口 100BASE-T1 (1 Gbit/s BroadR-Reach) 和 1000BASE-T1 (1 Gbit/s，通过单对非屏蔽双绞线)，而且它顺应未来要求，可灵活适应新标准。该板卡支持各种标准，如 IEEE 802.1AS

(支持硬件时间戳)、IEEE 802.1Qav (具有硬件流量整形功能) 和 IEEE 1588 (支持硬件时间戳)，因此成为汽车行业的最佳帮手。DS6331-PE Ethernet Board 直接插入到 SCALEXIO Processing Unit 中，因此可以实现与

实时 PC 的高性能连接。通过 SCALEXIO 的中央配置软件 ConfigurationDesk，可以使用全软件控制的方式配置 DS6331-PE Ethernet Board。■

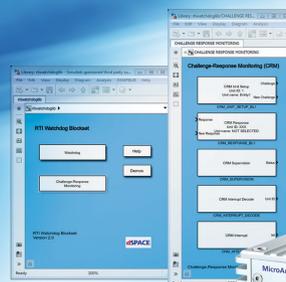


MicroAutoBox II 的全新安全机制

对于高度自动化驾驶系统等对安全系数要求特别高的应用程序，需要使用额外的安全检测机制监控 ECU 控制功能是否正确执行。为了在早期功能开发阶段就达到更高监控水准，原型系统 MicroAutoBox® II 提供了批量生产中常见的多项监控功能。在 RTI Watchdog Blockset 2.0 (2016-B 版本) 中，多级 watchdog 机制已通过集成式挑战-应答机制进行扩展，用于监控实时处理器是否正确执行计算。模块组 2.1 版 (2017-A 版本) 现在新增多项内存

完整性检查 (堆、堆栈和 ROM 监控)。这些检查可在实时应用程序启动期间和运行期间检测内存故障，并且可在发生错误时将系统设为预定义状态。另一项新增功能是

Customer-specific monitoring functions
Memory integrity checks
More safety
Task monitoring
Challenge-response Watchdog
Supply voltage monitoring ...



电源电压监控，此功能让用户可以监控 MicroAutoBox II 的电压电平。这样，他们可以在达到临界电压电平之前采取干预措施。■



虚拟 RDE 驾驶

欧盟新的排放测试程序要求在实际驾驶条件下进行废气排放评估。传统测试须在实验室条件下的底盘测功机上执行，因此真实驾驶排放 (RDE) 测试对其进行了完善和补充。通过成熟的仿真方法，汽车制造商在早期开发阶段便可深入了解车辆在 RDE 测试条件下的排放行为。借助 dSPACE Automotive Simulation Model (ASM) 工具套件，可以在乡村道路、高速公路和城区道路等不同驾驶场景中以及在复杂周围交通条件下对 RDE 测试进行虚拟仿真。实际驾驶测试试驾过程中捕获的数据可用于使仿真尽可能逼真。

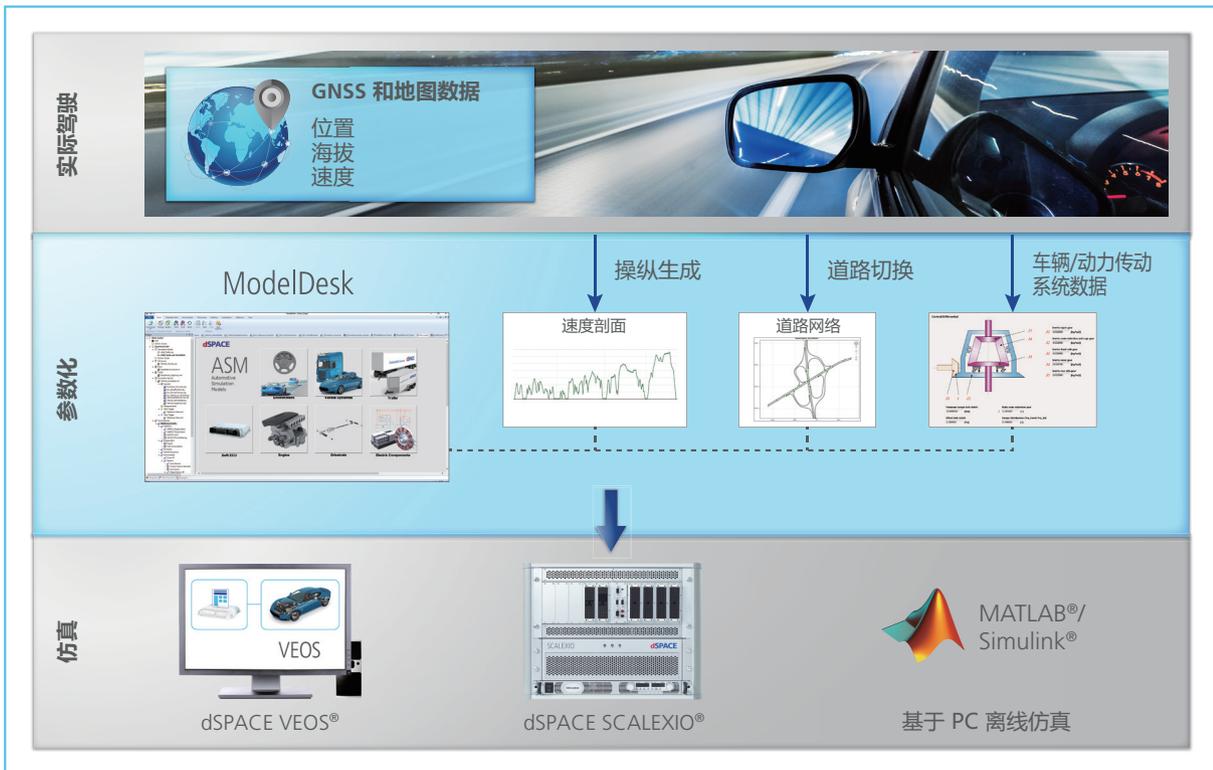
ASM 工具套件支持导入地图数据 (如 Google Earth、OpenStreetMap、ADAS RP、OpenDrive) 和卫星导航数据 (如 GPS、GLONASS、BEIDOU 和 Galileo)。海拔、斜坡和车道也是真实驾驶操纵仿真中需要考虑的要素。车辆动力学和环境仿真可与发动机测试台架配合使用，以评估真实内燃机的实际排放情况。如果使用发动机模型代替发动机，离线仿真在完全仿真组件的基础上，对预期排放行为进行初步研究。之后可以检查虚拟驾驶操纵和排放值，确认它们是否符合法律规定。为检查是否合规，可以通过欧盟委

员会联合研究中心的 EMROAD 和格拉茨技术大学的 CLEAR 等评估程序对 ASM 工具套件开放式 Simulink 模型的信号进行评估。通过这种方式定义的 RDE 测试可以进行高精度再现，并可通过修改参数分析各种车型、道路状况和操控性能。■

如需更多信息，请访问：



www.dspace.com/go/dMag_20171_RDEc



dSPACE 特聘教授获得表彰

帕德博恩大学教授 Falko Dressler 博士当选 IEEE 会士 (2017 年度)，以表彰他在传感器和车辆网络的自适应和自组织通信协议方面做出的贡献。他的著作涉及传感器和车辆网络方面的大量基本理论和创新通信技术。他很早就发现了自组织技术的潜力，并最先对传感器和执行器网络范围内自组织技术的潜力展开研究。他的研究成果为大规模分布式系统和大型无线网络的协议设

计奠定了新一代研究基础。其研究成果是一个开创性模型，可用于解决此领域的大量问题，同时也适用于环境条件迅速变化的网络。dSPACE 自 2014 年开始特聘教授。目前，dSPACE 正在与特聘教授 Dressler 合作，进行多个研究项目，如交通仿真研究。■

Falko Dressler 教授 (博士)，
帕德博恩大学



dSPACE 进一步强化在中国的业务

2017 年新年伊始，dSPACE 大力拓展其在中国的业务。为了更方便地为北京及北方其它地区的广大客户提供服务，dSPACE 在北京正式开设了一个新的分公司，并招募了一批高素质的本地人才。新公司占地总面积近 300 平方米，配有宽敞的实验室和成熟完备的技术培训设施，旨在为客户提供最顶尖的技术支持。有了这些硬件条件作为基础，dSPACE 当地的员工能够为所有

相关业务领域的现有客户及潜在客户提供全方位的支持和服务，从最初的销售产品咨询到多样化工程技术服务以及常规的技术支持。这种交流协作将帮助 dSPACE 满足其稳步

增长的客户群的需求。公司在北京和其它北方地区的客户包括多家知名企业和研究机构，例如北汽、华晨、中国汽车技术研究中心、中国北车集团、长城、潍柴等等。■



dSPACE 新工具

借助 dSPACE 开发工具发现新颖、有趣的应用

扭矩分配技术提高效率

马鲁蒂铃木公司优化了未来混合动力汽车的并联式混合驱动概念。为达到优化目的，开发人员实现了一种扭矩分配控制器，这种控制器可以选择内燃机和电动机的所有工况点，以此确保所有驾驶情况下的能耗和油耗表现均最为经济高效。借助 MicroAutoBox II，工程师们对此控制器进行了实车测试。



马鲁蒂铃木的《改进混合动力技术》，发表于 SAE Technical Paper，编号为 2015-26-0112。
www.dspace.com/goldMag_20171_Maruti

采用 MicroAutoBox II 和 ControlDesk 进行车载测试。

灵敏的控制系统

尿道压力测量用于诊断压力性尿失禁。图宾根大学研究员团队基于改进的信号处理方法，开发出了高精度三维测量仪器，显著提高了压力测量方法的效率。他们使用 dSPACE 快速控制原型系统评估所有传感器并控制执行器。

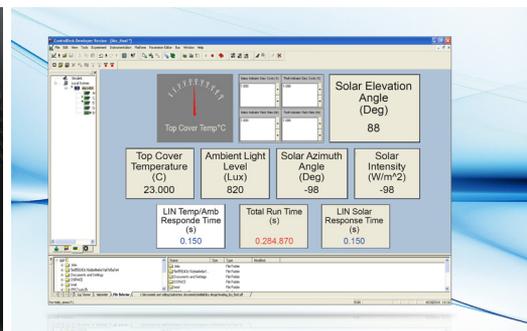


压力性尿失禁是一个重大的医疗及社会问题。
www.dspace.com/goldMag_20171_Biomed

灵敏的执行器和高精度三维测量通过 dSPACE 快速控制原型系统进行控制。

建立开发环境

为了开发通用汽车公司的空调电控单元 (ECU)，密歇根州立大学创建了强大的软件库。该软件库以 MicroAutoBox 和 ControlDesk 为基础，用于环境传感器、ECU 以及执行器之间的总线通信。该库通过特殊设计，可在各种项目中重复使用。



通用汽车 Corvette Stingray 的空调控件。
www.dspace.com/goldMag_20171_UniMic

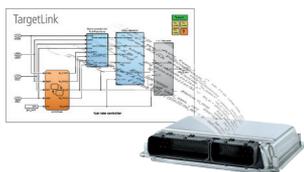
在功能开发过程中，ControlDesk 直观地显示重要传感器的信号。



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/goldMag_20171_REF_C



电动汽车 — 携手 dSPACE 完成开发和测试



产品级代码生成



开发



测试



仿真

dSPACE 产品配有先进的功能开发和测试系统，可以开发、仿真和测试电动汽车所有领域的电控单元 (ECU) 软件并生成产品级代码。无论是电机、电力电子组件、电池、电网还是充电基础设施，均可一站式获得。信赖 dSPACE 的多年丰富经验和一站式解决方案。

使用 dSPACE 开发工具,成为行业先锋。