

dSPACE MAGAZINE

2/2020

长城汽车 – 使用经认证的代码生成器
TargetLink 高效开发安全关键型系统 | 第 20 页

JEE – 通过仿真实现电驱动优化 | 第 10 页

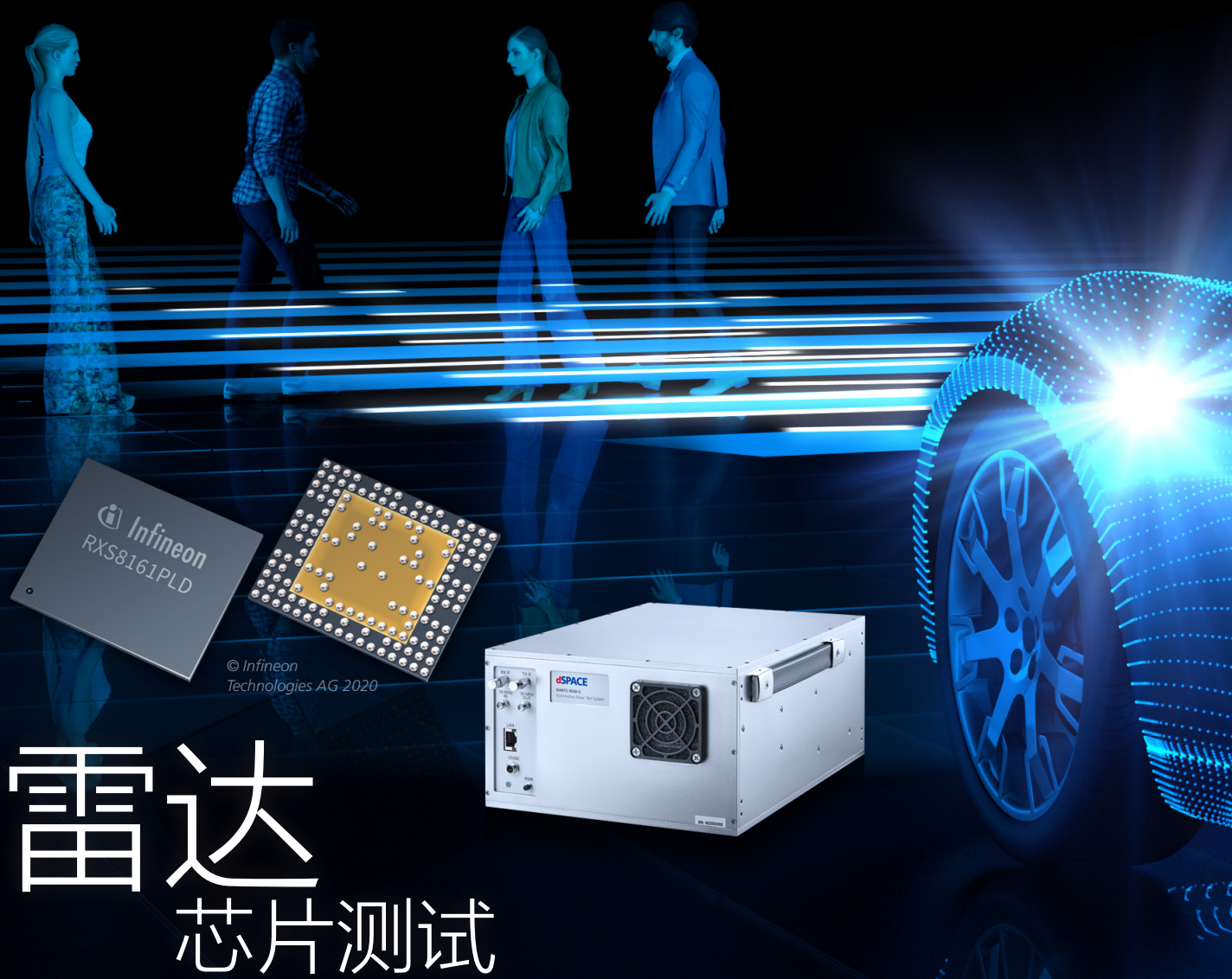
阿拉巴马大学 – 共享能源：
车辆到车辆充电 | 第 24 页

HELLA – 安全自动驾驶的
自动化验证 | 第 28 页



“我们利用dSPACE Automotive Radar Test System (DARTS) 来验证功能日益丰富的高带宽雷达芯片。对多个目标的高精度仿真使我们能够在实验室工作的早期阶段轻松地确定芯片的质量和性能。”

Patrick Alexander Hölzl 博士, Infineon Technologies



雷达 芯片测试

为了比人类驾驶员更安全地驾驶车辆，自动驾驶车辆首先必须比人类更清楚地看到周围环境。雷达传感器是建立可靠视觉功能的关键，因为它们可以在夜间和白天、晴天和雨天以及在有潜在障碍物的时候清晰地看到周围环境。为了高效地设计雷达芯片，实验室必须在早期阶段进行性能测试。因此，对雷达目标的仿真在雷达芯片的开发和验证过程中起着关键作用。在这种情况下，雷达目标仿真器

(RTS) 发挥出了足够的灵活性和可靠性。它们基于OTA原理工作：在操作过程中通过雷达波实时激励真实芯片。这意味着RTS接收来自雷达芯片或传感器的波，在内部标记目标，并将修改后的雷达波发送回芯片或传感器。这使得芯片和雷达传感器的操作和测试与在实际环境中完全相同。



“我们全球各地的客户一直信赖我们的端到端解决方案，成功进行开发项目，并不断推动电动汽车以及辅助驾驶和自动驾驶的发展。”

尊敬的读者，

对于复杂性的管理以及新生态系统的创建是当前电动出行以及辅助驾驶和自动驾驶开发项目所面临的主要挑战。

电动出行不仅涉及新型车辆技术，如电池或功率电子装置，还包括重新定义基础设施、信息系统、维修和维护。在自动驾驶领域，我们面临的挑战是需要各种场景下使用可扩展的AI技术和云技术对单个组件和复杂的整体系统进行仿真和验证。当车辆获准上路时，这将最大限度地降低认证过程中的风险。

dSPACE为基于模型和数据的开发提供了所需的端到端解决方案组合。我们熟悉仿真和验证直至认证的整个应用范围，并通过我们的软件和硬件组合进行支持。为了在全球范围内提供可靠的服务，我们正与工程和云计算等领域的强大合作伙伴协作。

一个重要的主题是传感器技术。dSPACE推出了一款新的雷达目标仿真器 DARTS 9040-G，它是业界第一款使用5 GHz带宽运行的仿真器。DARTS 9040-G为雷达传感器的进一步开发和验证设定了第一个重要里程碑，Infineon在第2页的文章中也肯定了这一点。随着电动出行的兴起，一个令人期待的未来市场正在蓬勃发展。据国际能源署 (IEA) 的报告，尽管2019年电动汽车销量仍处于较低水平，但与2018年相比增长了40%，达到了210万辆乘用车，这与总体趋势相反。电动汽车占全球汽车销量的2.6%，其中的一半都在中国。据IEA报告，

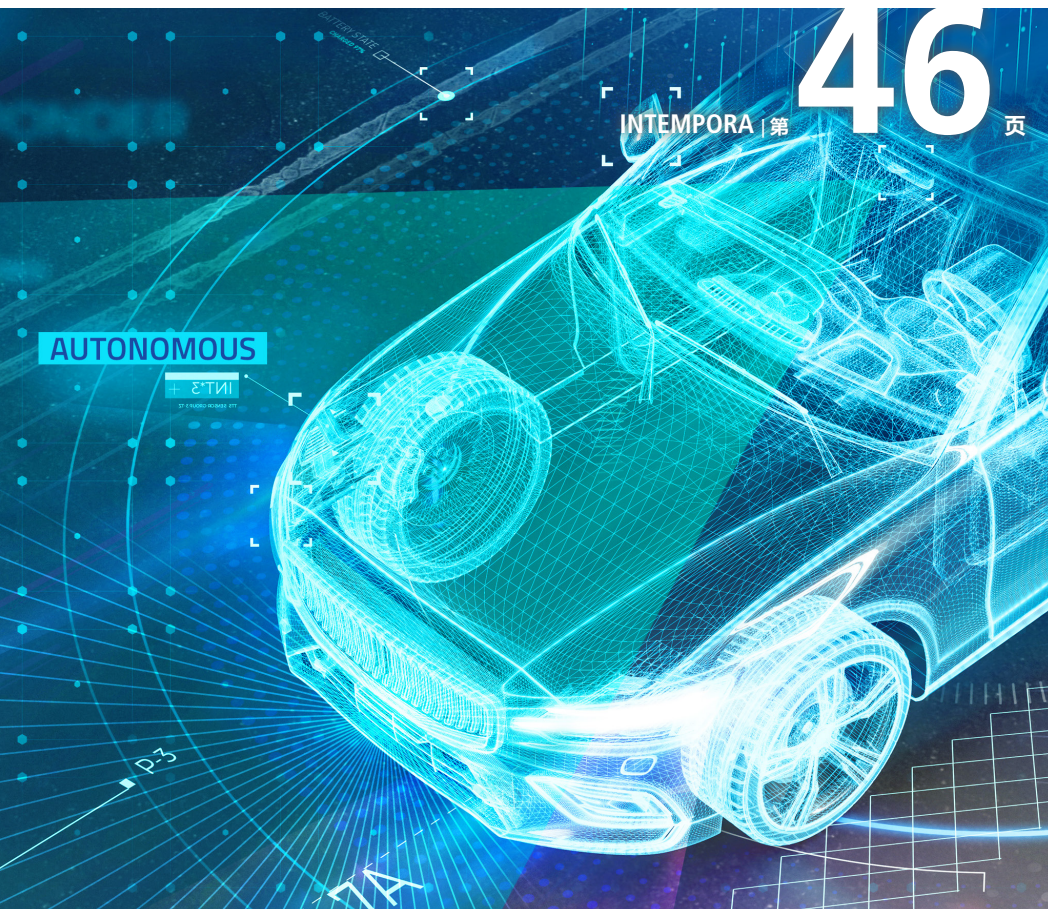
目前全球共有720万辆电动汽车，而中国就有335万辆。汽车行业的发展也反映在我们与国际客户合作的许多开发项目中。在这期dSPACE杂志中，中国的供应商巨一公司、OEM 长城汽车公司以及阿拉巴马大学的研究人员讲述了他们如何通过开发充电技术、驱动系统和控制软件来推动电动汽车的发展。这些公司和研究人员通过使用dSPACE端到端解决方案成功满足项目要求，如缩短项目周期时间和提高安全标准。这包括我们针对电气系统的仿真解决方案以及我们的产品级代码生成器TargetLink。该生成器经过认证，可用于安全关键型应用。

在旅行和交流受到限制的特殊时期，我们扩展了相关服务。我们建立了一个线上虚拟展厅，在世界各地都可以轻松访问。您可以通过展厅演示来体验dSPACE解决方案组合。只需访问我们的网站并预订您的个人演示即可。

祝您身体健康，

Martin Goetzeler

www.dspace.com/go/vsr_booking



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

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

作者: Alicia Garrison、Stefanie Koerfer
 博士、Ralf Lieberwirth、Lena Mellwig、
 Simon Neutze、Ulrich Nolte、
 Gerhard Reiß 博士、Patrick Pohsberg

本期杂志合作伙伴:
 Thorsten Pueschl、Jannis Sauer

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

设计和布局: Jens Rackow、Sabine Stephan

© 版权所有 2020

保留所有权利。若要复制本出版物的全部或部分
 内容, 必须获得书面许可。必须在任何此类复制
 中注明来源。dSPACE在不断改进其产品, 并保留
 随时更改本出版物中所含产品规格的权利, 恕不
 另行通知。

dSPACE是dSPACE GmbH在美国和/或其它
 国家/地区的注册商标。其它注册商标请参阅
 www.dspace.com/go/trademarks。其它品牌名称
 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 编者按

客户

6 华晨汽车
测试尽在掌控
使用机电测试台架进行底盘控制测试

10 巨一
高电压，低风险
基于FPGA和CPU组合的灵活HIL仿真使电机更高效、开发更安全

14 SIKORSKY
纯电动
ZF和Sikorsky正在开发新的电动旋翼控制技术

20 长城汽车
多功能电动
使用dSPACE TargetLink开发的电动和混合动力车辆

24 阿拉巴马大学
能源共享
分析车辆到车辆充电及其在未来出行的潜力

28 HELLA
正确的策略至关重要
符合标准的ASIL D级工作流程为自动驾驶铺平了道路

产品

32 基于场景的测试
智能设置场景
根据传感器数据生成基于AI的场景

36 MICROAUTOBOX III
出色网联
采用 DS1521 Bus and Network Board的新型MicroAutoBox III

40 DARTS 9040-G
4D雷达仿真
5 GHz - 雷达目标仿真器的新基准

商业

42 访谈：GEIGER教授
端到端训练
在Cyber Valley，研究人员正在开发可使自动驾驶轻松扩展的解决方案。

46 INTEMPORA
增强自动驾驶产品组合
Intempora的软件工具和dSPACE解决方案结合进行基于数据驱动的开发

简讯

50 使用仿真的驾驶场景测试摄像头ECU

51 SCALEXIO系统的新功能

52 MicroAutoBox III Embedded PC - 计算密集型车载任务的理想PC扩展

53 电力电子装置的高级仿真 - 轻松入门

53 dSPACE V-ECU特别小组

55 我们的解决方案 - 助力成功之路

使用机电测试台架进行底盘控制测试

测试 尽在掌控

为了制定新的底盘控制策略，华晨汽车建造了一个配有dSPACE转向和制动系统测试台架组合的实验室。



在开发和测试新的底盘控制策略时，必须考虑到系统是由大规模的部件组成的。例如制动系统和转向系统，它们在车辆安全系统中发挥着重要作用，因为它们包含许多电气和电子组件，能使驾驶员直接获知驾驶状态。因此，华晨汽车为底盘控制的功能创建了一个开发环境，其中包括dSPACE的转向和制动系统测试台架。借助此硬件在环测试台架，华晨汽车可以执行全面的测试，以确保用于底盘控制的所有功能都能可靠地工作。

测试挑战

华晨汽车的开发过程分为几个阶段。在每个阶段，特定的硬件和软件组件都由外部供应商提供。电子

稳定性程序 (ESP) 和电动助力转向 (EPS) 系统也由外部供应商提供，并且是两家不同的供应商。因此，华晨汽车的工程师需要进行组件测试和集成测试来检查各个系统之间软硬件匹配度的问题。例如，针对车道变换、回转、牵引力控制系统 (TCS)、车辆动态控制 (VDC)、防抱死制动系统 (ABS) 和陡坡缓降控制 (HHC) 搭建了特定工况进行测试。

用于管理不同测试的dSPACE系统

利用dSPACE 系统可以节省时间并降低测试成本，同时应对上述挑战。此外，华晨汽车还希望将测试前置到开发的早期阶段，以便尽早发现潜在错误，从而提高最终产品的技术成熟度。而且，华晨还希望通过黑盒测试轻松验证供应商提供的控

制器，即在交付验收时使用开发早期阶段的测试用例对控制器进行测试。这样，华晨便无需创建接口来访问控制器的内部数据，从而实现黑盒验证。

测试台架的设置

dSPACE SCALEXIO 仿真器提供所需的被测控制器的供电、输入和输出接口以及信号调理，用于控制测试台架电机 (图 2)。仿真器还记录所有测试数据。dSPACE ControlDesk 测试监控软件用于控制整个测试台架，使用图形化的控件对参数进行设置，并监控测试数据。测试自动化软件 dSPACE AutomationDesk 也在测试过程中发挥着重要作用，因为它可用于所有测试序列的自动化，甚至包括夜间关灯测试。使用

>>

你知道吗？dSPACE 提供适用于各种应用的测试台架，例如转向、制动器、雷达、电子设备以及带运动平台的测试台架。



图 1：华晨 V7 SUV 于2018年6月推出，是华晨汽车使用 dSPACE 测试台架开发的第一款车型。更多车型目前正在开发中。

图片来源: 华晨汽车

HIL 仿真器

- 通过 ASM Vehicle Dynamics进行实时车辆动态仿真
- 计数器电机的参考力信号
- 用于提供测量齿条位移的接口

带集成温控室的测试台架, 用于环境条件仿真

同步电机

- 对驾驶员手动扭矩和方向盘位置进行仿真

同步电机

- 对作用在转向杆上的扭矩进行仿真

被测系统

ControlDesk

- 控制/监测实验、参数设置等

MotionDesk

- 驾驶操作可视化

图 2: 对于底盘控制功能的开发, dSPACE 环境支持对各种驾驶场景进行全面、准确、可复现的自动化测试。



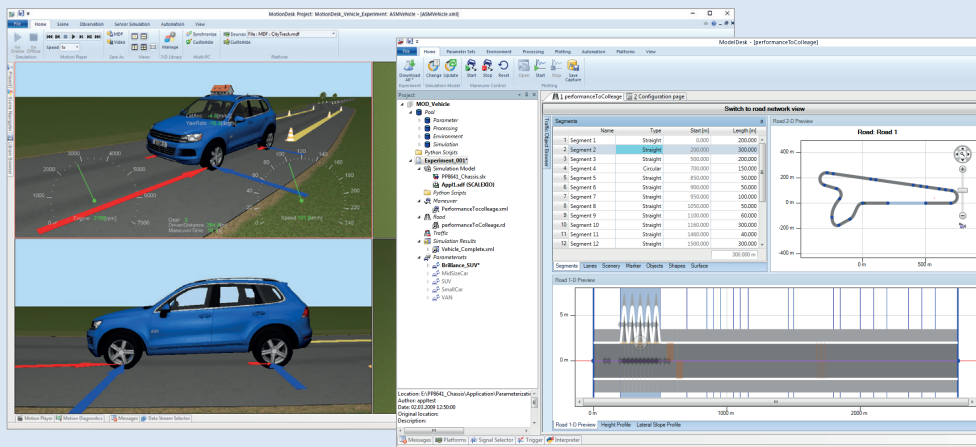
“我们的工程师能够非常高效地使用 dSPACE 测试台架进行海量的底盘控制测试。”

申成刚, 华晨汽车

dSPACE Automotive Simulation Models (ASM)商业化车辆模型组件对车辆动态进行实时仿真。dSPACE ModelDesk的图形化用户界面能够轻

松对车辆模型进行参数化。利用这种开发环境, 华晨汽车的工程师成功通过实验创建了数十种驾驶工况和道路环境。三维动画软件dSPACE

MotionDesk可显示所有驾驶测试情况, 能够进行快速评估并修改驾驶操作。



- 1) 测试车辆的可视化
- 2) 测试跑道的定义
- 3) 复杂性的定义

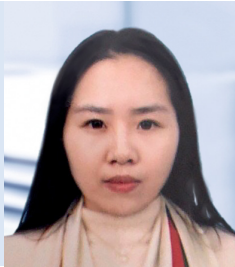
图 3: 左侧是通过MotionDesk展示的典型3D动画, 右侧是用于道路测试参数化的ModelDesk用户界面。



BRILLIANCE

关于华晨汽车

华晨中国汽车控股有限公司是一家投资控股公司，涉及两个业务领域：制造和销售小型客车和汽车组件，以及制造和销售宝马品牌汽车。该公司在中国最重要的运营子公司是沈阳华晨金杯汽车有限公司，占销售额的 90% 左右。该公司还参与制造和改造小型客车和豪华轿车，并通过其子公司提供融资服务。



“我们对 dSPACE 测试台架非常满意。借助这个强大的测试系统，我们成功地实现了质量目标。”

赵伊齐，华晨汽车

测试关键驾驶场景

dSPACE系统的一大优势是它能够在实验室中对实际道路的环境进行高度还原的仿真，并进行可重复的测试，就像是在实际道路上驾驶车辆进行测试。这种工作方法能够精确地分罕见且关键的驾驶工况，这些工况可能在大多数正常驾驶环境中都无法遇到。这些罕见的驾驶工况，在实际道路驾驶测试中可能很危险，并且难以复现，甚至没有条件测试。此外，工程师还可以在测试台架上注入特定故障，例如，对组件中的技术缺陷进行仿真从而分析和优化系统响应。总之，在对原型车辆进行首次实车测试之前，华晨可以对种类繁多且海量的测试工况进行测试。测试台架的各种灵活的应用和操作使得测试更加简单，同时也非常高效。

快速上手

除了dSPACE系统在测试中执行许多任务时易于使用并节省时间外，还有一个突出的特点，那就是能够很快上手。华晨汽车的工程师仅在初始阶段需要dSPACE员工的支持。在短短几周之后，华晨汽车的工程师就能够使用该系统独立工作，并且在各种项目上取得非常高的工作效率。

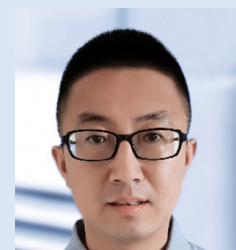
规划更多项目

底盘控制开发的环境基于 dSPACE 转向测试台架和各种dSPACE软件工具。该测试环境已在华晨汽车使用了一段时间，在华晨V7 SUV (图1) 的研发项目中实现了高效的测试。该款车于2018年6月市场成功发布，dSPACE的测试台架功不可没。基于这些成功经验，dSPACE开发环

境还用于其它项目，并针对这些项目规划了功能升级和匹配方案。■

申成刚、赵伊齐、张雁成，华晨汽车

张雁成，华晨汽车



高电压， 低风险



基于FPGA和CPU组合的灵活HIL仿真使电机更高效、
开发更安全

现代电驱动具有高功率，能够实现出色的控制性能，并精确到微秒。在当今驱动器的开发过程中，制造商利用高效的平台来实现大功率驱动产品的开发，同时确保操作可靠性。为实现这一目标，巨一公司使用带有强大软件建模功能和SCALEXIO硬件的dSPACE产品实现硬件在环（HIL）测试。

“开放的dSPACE模型库对该项目非常重要。使用ASM和XSG库使我们能够在实验室条件下进行测量，避免了在真实测试台架上所面临的巨大挑战。”

姜莹，巨一

作为中国领先的电驱动系统供应商，巨一推动了众多领域的发展，其中既包括单个组件，也包括由电机、变频器和减速齿轮组成的高度集成的解决方案。除了工业车辆和乘用车的纯电动系统外，巨一还关注插电式混合动力汽车 (PHEV) 的电驱动系统。根据ISO 26262标准，必须保证电机控制系统的功能安全。为了确保所需的安全性并在开发层面实现最高效率，巨一在早期开发阶段便采用了dSPACE HIL系统对目标硬件进行软件安全测试和验证。

多级控制

电机控制系统的典型配置包括一个控制器和一个电源模块 (图 1)。这个强大的系统进行算法计算，并将控制信号转换为三相高压以驱动电机。电机产生的扭矩被传输至动力传动系统。

验证系统和设计

为了验证电机ECU，dSPACE为巨一提供了定制的 HIL仿真系统，专用于信号级仿真。这意味着ECU的实际控制器绕过功率器件直接连接到HIL仿真器，并反馈相关信号。这一过

程的优点是可以完整验证控制器，而无需在实验室条件下生成真实电流和电压。这不仅能降低成本和资源消耗，而且对操作安全也特别有帮助，因为在测试阶段就可以避免潜在危险电压和电流带来的风险。

HIL仿真器的模型

在此HIL系统中，模型拓扑如下所示：仿真模型包括逆变器模型、电机模型、电池模型和机械模型 (图 2)。逆变器和电机模型的高动态响应以及控制属性要求很快的仿真和计算速度。为了满足这一要

>>

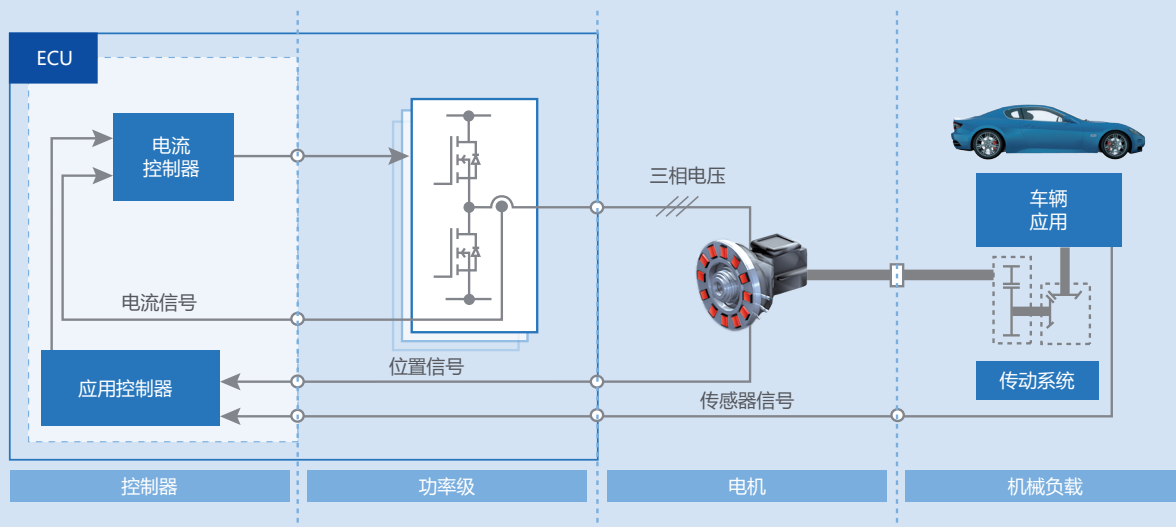


图 1: 电机控制的配置。

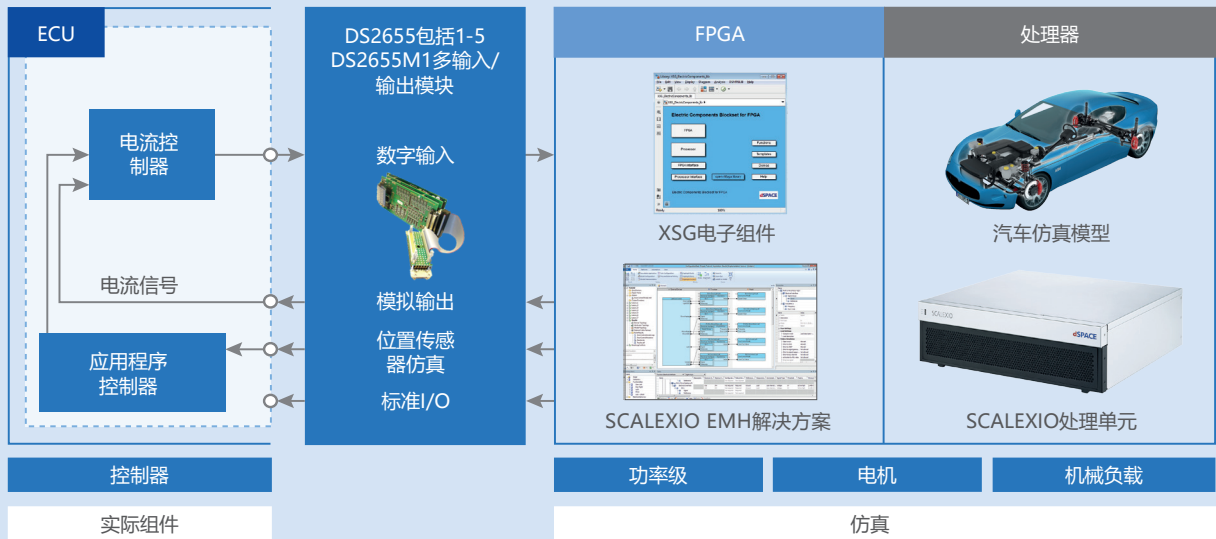


图 2: HIL 模型的结构。

求，必须通过FPGA芯片实施仿真算法。因此，相应地划分了巨一仿真的结构（图 3）：FPGA部分包含需要快速计算的模型（逆变器、电机和旋变），而主处理器部分包含对时间要求较低的模型，如负载模型。

开放模型促进适应过程

dSPACE XSG Electric Components Library 和 ASM Electric Components

中的软件模型也起到了关键作用。巨一使用开放的 dSPACE ASM库，对整个车辆或组件进行仿真，如异步电机和控制器。巨一还使用了 XSG Electric Components Library，客户可以将其与dSPACE Engineering Services结合使用来开发新模型。巨一修改了现有的异步电机模型，以开发用于异步电机的控制器。通过这一修改，还有可能进行相应测

量，并对整个项目的成功具有决定性意义。因为在真实测试台架上进行相应的测试（也是一种替代方法）将面临相当大的挑战。

功能安全

在电机控制系统功能安全的开发和测试过程中，巨一对HIL系统上的各种故障进行仿真，以测试控制系统中的故障诊断和故障处理控制策

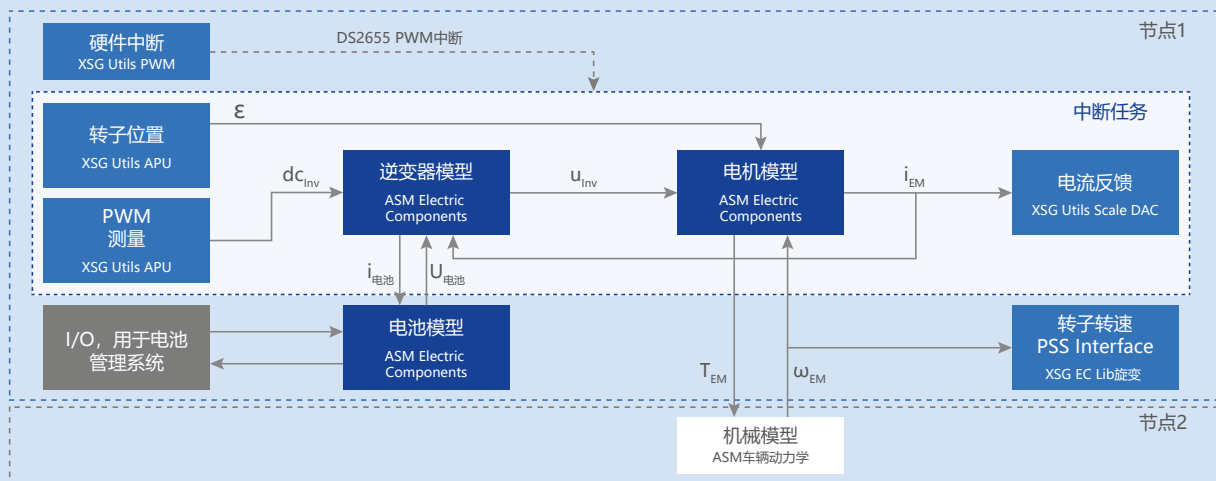


图 3: 模型拓扑。

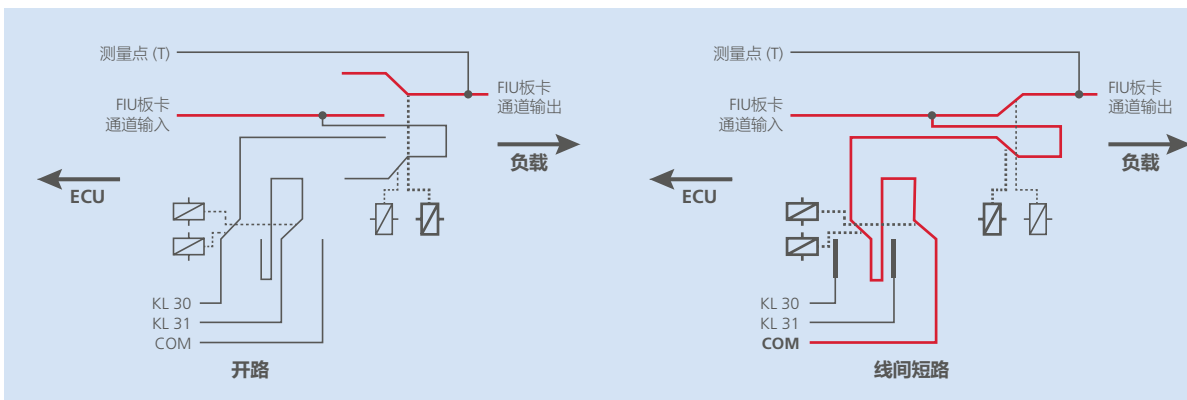


图4：故障注入单元 (FIU) 的图示。

“通过在早期使用dSPACE HIL系统，整个开发流程的效率和工作安全性都得到了显著改善。”

张茨，巨一

略。dSPACE HIL系统中的故障注入单元 (FIU) 的故障诊断单元主要用于ECU布线，以测试线束中可能存在的故障，例如对地短路、对电位短路、针脚之间短路以及电压下降。此任务由上位机执行，上位机通过RS232 接口控制相应的硬件模块。dSPACE HIL系统的故障注入单元使巨一能够方便地实现与安全相关的功能测试和故障注入 (图 4)。利用灵活的实时残余总线仿真，即使在系统不完整的情况下也可以实现这一点。此外，测试用例可以复现，开发周期也可以加快。

测试自动化

HIL测试的一个重要部分是测试自动化。测试自动化侧重于根据预定义的自动化序列执行自动、可重复的测试和调试。在dSPACE工程师的指导下，借助dSPACE ControlDesk 中的Python API库，可以对测试用例进行编程以执行更复杂的测试例程。巨一构建了HIL 测试自动化平台，并为各种项目创建了 HIL测试用例数据

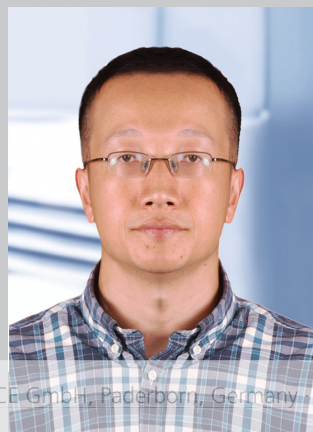
库，从而显著提高了测试用例的开发效率和可复用性。

结果

从早期开发阶段到测试阶段，dSPACE HIL系统的广泛应用大大加快了巨一电机控制项目的进展。除了高效提升技术成熟度之外，真实测试台架上的操作时间也缩短了。因此，HIL系统提高了操作安全，同时节省了必要的资源。■

张茨

张茨是中国合肥巨一公司的研发主管。



姜莹

姜莹是中国合肥巨一公司的高级系统工程师。



纯电动

ZFL和Sikorsky正在开发新的电动旋翼控制技术

ZF Luftfahrttechnik (ZFL)和Sikorsky联手开发了新的电动旋翼控制系统 (LIBRAS™)。它在一个系统中为直升机提供主要的飞行控制和单独的桨叶控制，以实现减震减噪、节能和性能优化。dSPACE系统用于读取和处理来自旋翼头的传感器数据，并控制系统以帮助识别和优化控制功能。

National Full-Scale Aerodynamic Complex (NFAC) 的80 x 40 ft 测试部分，
风洞测试在这里进行。





图片来源: © Sikorsky

图 1: Sikorsky S-92旋翼头和传统控制系统。液压伺服系统 (不可见) 位于旋转斜盘下方。

在 1939 年, 全世界见证了直升机的第一次成功飞行。VS-300 由航空先驱 Igor Sikorsky 设计。它配备了一台发动机和一个三叶片旋翼, 配合可变桨距, 能捕捉气流, 并使直升机垂直上升到空中飞行。自那时以来, 传统直升机的基本配置就没再发生很多变化。直升机仍然依靠带叶片的旋翼来帮助它们起飞、降落、悬停、向前和向后飞行, 并且仍是内燃机提供动力。随着直升机越来越大、越来越重, 需要集成液压控制系统以帮助飞行员管理飞行活动。但在这个电气化时代, 直升机的重大转型蓄势待发。

从液压到电气解决方案

虽然今天的直升机控制系统仍使用液压伺服系统来移动空气动力学表面, 然而人们的兴趣正在转向电气解决方案。但在实现纯电动直升机之前, 需要证明电气系统能够有效替代液压组件。国际直升机组件供应商 ZF

Luftfahrttechnik (ZFL) 和飞机制造商 Sikorsky (Lockheed Martin 旗下的一家公司) 看到了发展的机遇, 并携手合作, 最终在德国和美国政府的支持下为高速旋翼系统开发基于纯电动叶片控制系统的新型旋翼控制技术。电动叶根驱动系统 (LIBRAS™) 将取代目前调节飞行控制的液压组件, 并可能带来许多独特的优势。“我们在该项目中设计和测试的新型 Individual Blade Control (IBC) 系统是控制直升机的一种创新方法。它通过自己的电动执行器单独控制每个旋翼叶片, 这具有许多优势。”Sikorsky 的飞行科学技术负责人 Chris Sutton 说道。“这些优势包括降噪、燃油效率提高和机舱减震等, 从而可以减少飞行员的工作, 方便乘客, 并避免飞机组件的磨损。”

控制桨距 – 传统方式

在传统的直升机设计中, 旋翼的桨距决定了飞机的升降和飞行方式。风速的变化以及爬升或下降速度的

变化都通过旋翼叶片的角度进行调节。桨距越大, 气流就越大。桨距由连接到直升机飞行控制系统的旋转斜盘装置以机械方式进行控制 (图 1)。飞行控制系统将输入发送至液压伺服系统, 进而控制旋转斜盘绕旋翼轴沿圆形路径运动时通过推杆来移动和调整旋翼叶片的角度。虽然旋转斜盘装置允许飞行员向任何方向移动直升机, 但其设计存在运动学限制。由于旋转斜盘安装在非旋转固定框架中, 桨距的运动被旋翼限制, 旋翼每旋转一周, 桨距循环运动一次, 这远非最佳效果。ZFL 和 Sikorsky 正在开发 Individual Blade Control (IBC) 技术, 以实现更高效、更合理的旋翼设计。该技术使用单叶片执行器 (每个叶片一个专用执行器), 能够在一个系统中将更高频率 (通常是谐波) 的桨距变化与每转一次的主控件相结合。“IBC 系统与为每个叶片提供不同输入的功能相结合, 也可以应用我们所称的“高次谐波控制”, Sutton 解释道。“传统的控制系统只能在旋翼头每转一圈时, 提供单次稳定的控制输入。这就意味着每一个叶片在每次旋转时都会向上和向下倾斜一次。由于具有高次谐波控制, 叶片在旋转一圈时可以倾斜两次或更多次。掌握了应用方法之后, 这种高次谐波控制和单叶片控制使 IBC 能够实现减振并达到更高的效率。”

单叶片控制 (IBC) 技术

多年来, ZFL 一直是 IBC 概念的先驱。事实上, 在各种风洞和飞行测

“dSPACE 系统在实现我们的电动旋翼控制系统目标任务的过程中发挥着核心作用。”

Chris Sutton, Sikorsky 航空科学技术负责人

试活动中，ZFL已经开发并成功演示了几种系统。在使用IBC技术的飞行测试中，机身振动降低了高达90%，辐射噪声降低了3至9 dB，旋翼功率需求持续降低了5%以上。此外，这种主动系统能够实现飞行中的旋翼跟踪和平衡，以补偿叶片间的差异，并固有地提供重新配置能力，从而可能补偿由危险的外来物损伤 (FOD) 所带来的影响。

ZFL已经开始开发新型旋翼控制系统，该系统以多个冗余机电高性能执行器为基础。在该系统的架构设计中，不仅更换了所有液压组件

(无推杆、无旋转斜盘、无液压增压器)，而且还取消了从机身到旋翼叶片的所有机械控制连杆

(图2)。移除旋转斜盘后，IBC系统可以实现全部功能，而且可以获得以上优势，即减震和降噪、节能和性能优化。此外，当移除整个液压系统后，还有一个安全优势 – 液压系统运行所需的高温、加压和易燃的油不再需要带到飞机上。

匹配液压执行器的功率

尽管IBC技术及其对应的电气设备可以提供许多优势，但为了匹配液压执行器的极高功率密度，还有更多的工作要做。为了获得有利的系统重量，必须利用全新的控制系统拓扑。具体而言，主控件和IBC功能必须合并为一个系统。这种设计的可靠性可以达到主控制系统要求的水平，因而能够用于安全关键型主动控制应用，如地面共振抑制。此外，还可以通过适当地重新配置应用于剩余叶片的控制输入来补偿单个叶片（无论是桨距执行器还是叶片本身）的局部故障。Sutton指出，对相关部件分别进行仿真可以支持这一概念，但尚未在相关环境中使用硬件进行测试。

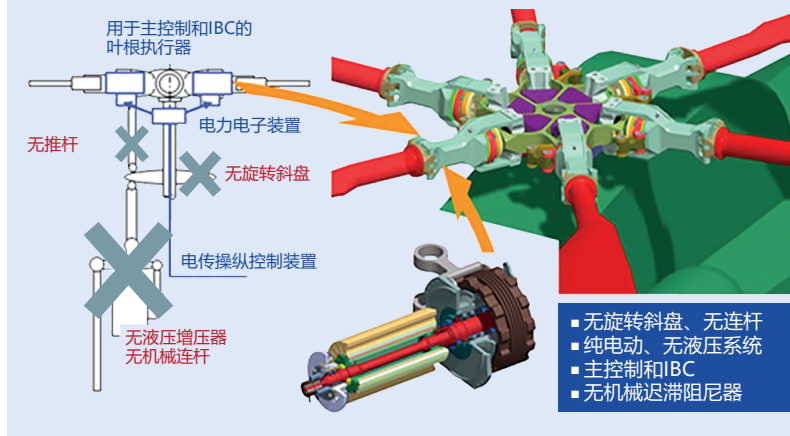


图2：无滑盘的电动旋翼控制系统方法。

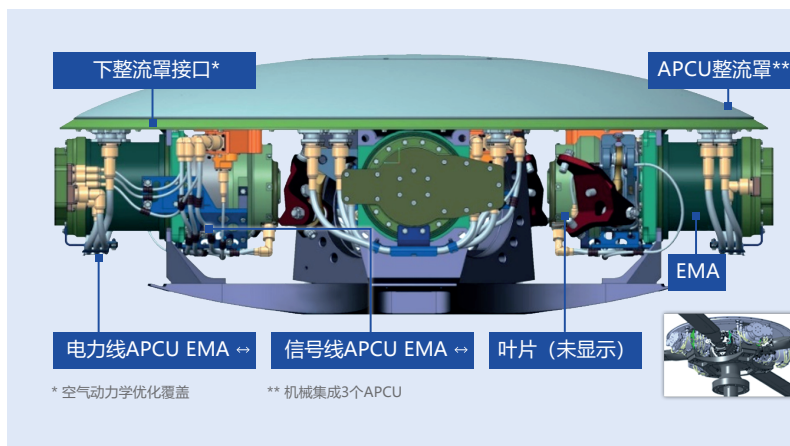
验证概念

为了验证IBC设计概念的可行性，Sikorsky和ZFL合作建立了技术演示，在逼真的操作条件下测试全尺寸硬件。Sikorsky已经为机械和主控制性能、工作负载、电气接口和IBC性能确定了所有相关的高水平系统要求。已经进行了仿真来估计在各自高次谐波频率下所需的IBC能力。预计IBC技术不仅适用于已确定的应用，如减震和降噪，而且还适用于与同轴刚性旋翼的独特特征相关的不同功能以及创新功能的实现（优化提升偏移和/或实现较小的旋翼间距）。

系统架构

根据已确定的系统要求，ZFL总结确立了一个系统概念，并与Sikorsky进行了协调。高水平系统架构采用LIBRAS™旋翼毂(图3)，其中包含机电执行器(EMA)以及被称为Actuator Power Control Unit (APCU)的动力和控制电子装置。大多数ZFL组件都位于旋转框架中，在系统架构图中以红色、绿色和蓝色显示(图4)。用于控制和供应功能的硬件和软件元件主要位于非旋转框架(蓝色)中。总体的三重冗余架构易于识别(以红色、蓝色和绿色显示，三重冗余系统的每个“通道” >>

图3：LIBRAS™旋翼设计的CAD模型。



* 空气动力学优化覆盖

** 机械集成3个APCU

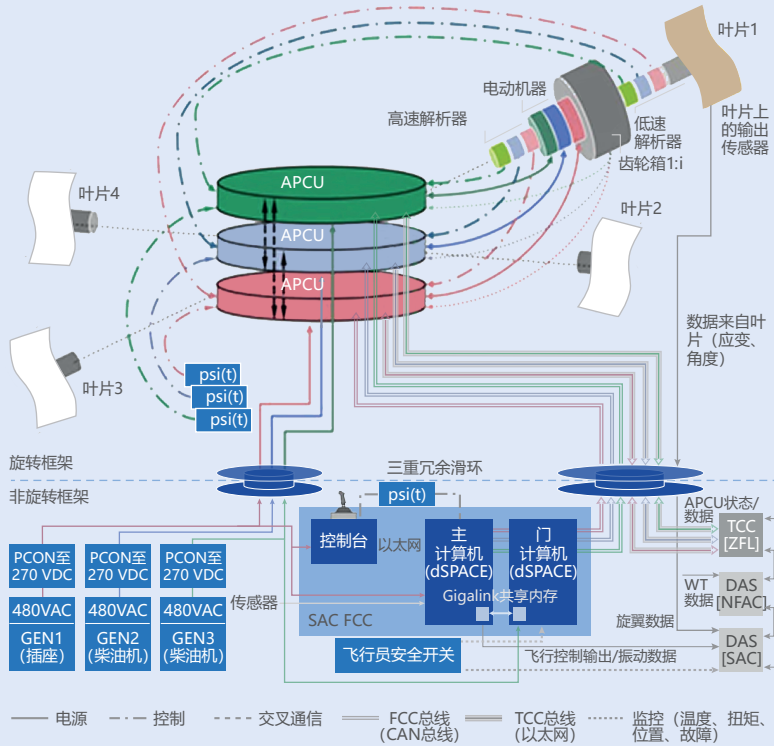


图 4: 高水平系统架构和控制/监控外围装置。

都有一种颜色)，并从电源到机电执行器及其传感器来进行实施。系统架构的主要组件概述如下：

旋转框架组件：

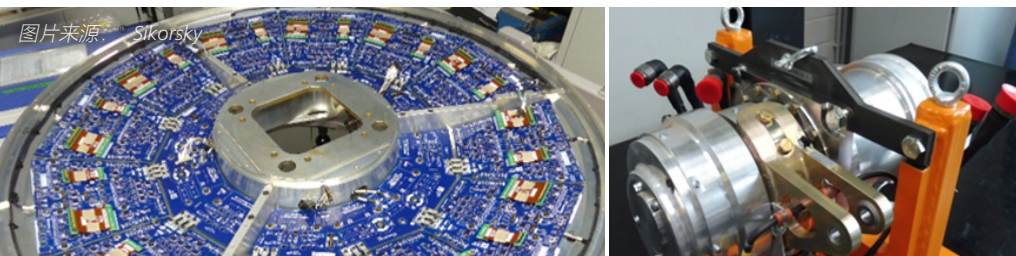
- 4个机电执行器 (EMA)
- 3个Actuator Power Control Unit (APCU) (用于处理输入的指令信号、控制电力电子装置、为执行器提供位置控制并监控对各种限值 [电流、扭矩、温度等] 的遵守情况)
- 3个旋翼方位角传感器 (需要提供实际旋翼位置的可靠参考)

- 数据采集系统 (DAS)，用于接收传感器信号和监控叶片负载及其它与安全相关的飞行参数

非旋转框架组件：

- 1台飞行控制计算机 (FCC)，包括：
- 飞行员控制台 (提供主控制操作员输入)
- 高次谐波控制器 (dSPACE系统根据输入的预设值或根据实时传感器信号计算出的值，为高次谐波和/或单叶片组件合成合适的振幅和相位值)

图 5: 在铝整流罩 (左) 和机电执行器 (右) 上装配电力电子装置。



- 门限验证系统 (单独的dSPACE系统，根据控制范围和速率包络线监控飞行员和HHC控制输入，以禁止无效和/或超出范围的指令)

- 1台测试控制计算机 (TCC)
- 3个电源
- 数据采集系统

Sikorsky和ZFL建造了他们的测试平台，其中包括高级控制系统。对于此测试平台，旋翼毂和旋翼叶片以及执行器、动力电子装置和功率转换器的设计和制造已经完成。旋翼毂和旋翼叶片已与其它系统组件集成，因此机械和电子组件的设计非常复杂。图 5 显示了安装在旋翼整流罩中用于实现冷却和低阻力的定制动力和控制电子装置硬件 (APCU)，以及高度集成、高度可靠和高功率密度的定制旋翼执行器 (EMA)。

仿真和测试

为了验证机电执行器的机械设计和性能以及各种软件功能，Sikorsky和ZFL正在进行组件级别、子系统级别和系统级别的仿真和测试。另外，在高度自动化的测试环境中还正在进行各种软件测试，以验证基于DO-178标准的要求，其中包括复杂的传感器数据处理、位置控制、交叉通信、投票和执行器控制单元软件的错误处理功能等。此外，还进行了热仿真，以验证各种运行条件下的热量分布。

dSPACE系统功能

在这项研究中，ZFL和Sikorsky将dSPACE系统用于多种应用。例如，在ZFL进行组件和子系统测试时，所有测试台的控制和监测就是使用dSPACE系统进行的。在Sikorsky，dSPACE系统配备了四块

图片来源: Sikorsky

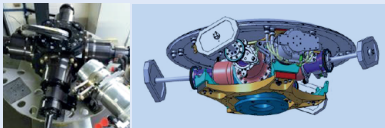
组件级别 (已完成)	子系统级别 (即将完成)	系统级别 (已开始)
<ul style="list-style-type: none"> ■ 电源单元 ■ 电源控制单元转换器 ■ 执行器控制单元 (初始硬件测试) ■ 执行器控制单元 (软件模块测试) ■ 电机 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 机电执行器 ■ 执行器控制单元: 硬件-软件集成测试 ■ 执行器电源控制单元: 功能集成测试 	<ul style="list-style-type: none"> ■ LIBRAS系统 (非旋转) ■ LIBRAS系统 (旋转) ■ 使用叶片仿真器 <p style="text-align: right;">图片来源: © Sikorsky</p>
		

图 6: 合格性测试: 组件、子系统和系统级别。

DS1005 PPC Board (用于处理和计算实时应用)、一块DS2202 HIL I/O Board (用于仿真和测量信号)、一块DS4002 Timing and Digital I/O Board (用于生成和捕获数字信号)和一块DS2302 Direct Digital Synthesis Board (用于对复杂传感器信号波形进行仿真)。dSPACE控制器接收传感器数据输入(如旋翼上的加速计和应变计), 处理数据, 然后在控制算法中利用此信息来识别经优化的控制输入。dSPACE系统上显示了振幅、高次谐波相位和单叶片指令, 以减少或更改相关参数, 如振动, 叶片负载或所需功率。飞行员控制指令以及高次谐波和单叶片控制指令, 随后由dSPACE计算机以数字形式打包并分三路数据流发送到旋翼头上的ZFL IBC系统。Sutton说: “dSPACE系统在实现目标任务的过程中发挥着核心作用。”

展望和未来测试

在德国ZFL完成大部分合格性测试后, 整个系统于2020年运往美国的Sikorsky, 开始为Sikorsky的系统集成实验室测试做准备。测试的主要目标是:

1. 验证LIBRAS IBC系统的测试件装配和机械集成
2. 验证完全集成系统中的Sikorsky Flight Control Computer的运行情况 (dSPACE系统是其主要组件)
3. 通过一系列旋翼转速和控制动作验证LIBRAS系统的运行情况
4. 演示三路系统架构对诱发故障的鲁棒性
5. 满足风洞设施的入口标准要求 (耐久性测试、振动测试和超速测试)

完成这些测试后, 将进行风洞测试, 以证实主要飞行控制、量化IBC技术的优势, 并评估IBC设计及其实现挑战。在风洞测试过程中, dSPACE系统将打包指令并将其与飞行员控制一起发送给飞行员, 而飞行员将从风洞附近的控制室使用操纵杆实现模型飞行。执行这些命令后, 控制器将读取传感器数据以测量变化内容, 然后重复此流程。Sutton说: “在风洞中, 我们将花时间在各种不同的空气速度和条件下观察IBC系统在影响参数方面有多大的能力, 这将使我们未来的直升机平台工作更加便利。” “如果系

统集成实验室和风洞测试取得理想的结果, 我们将考虑在未来进行涉及飞行测试的后续工作, 这是继风洞测试后我们技术开发中的下一步合理规划。”最后, Sikorsky和ZFL希望证实纯电动、“无旋转斜盘”的控制系统的可行性, 该系统将主要功能和IBC功能结合在一起。 ■

Chris Sutton, Sikorsky

Chris Sutton

Chris Sutton是Sikorsky的工程科学小组的飞行科学技术负责人。Sikorsky位于美国康涅狄格州斯特拉特福德, 是 Lockheed Martin旗下的一家公司。



长城汽车公司：使用dSPACE TargetLink开发的
电动和混合动力车辆

多 功能 电动

十几年来，长城汽车 (GWM) 一直专注于新的驱动技术，将这作为公司的开发方向之一，并一直进行电动汽车和混合动力汽车的开发和测试。如今，长城汽车品牌组合包括创新型量产车，例如WEY P8 插电式混合动力汽车和欧拉R1电动汽车。在开发过程中，长城汽车使用了产品级代码生成器dSPACE TargetLink以及TargetLink Ecosystem的其它工具。





图片来源: °长城汽车

电 动汽车和混合动力汽车及其充电基础设施具有许多安全关键型功能，必须根据安全要求进行开发，并在量产之前进行验证。安全关键型功能包括防止过度充电和过热的电池管理、扭矩控制、制动和恢复、电动转向系统的安全性以及带电压控制的充电站管理。为了开发和验证相关的ECU软件功能和所生成的产品级代码，长城汽车使用了一个复杂的工具环境，其中包括大量专用工具。

协调的工具环境

在长城汽车，大多数电动和混合动力驱动软件都是集中开发的，然后再集成到长城汽车品牌的相应车辆中。在长城汽车，分布式团队的工

作起着重要作用。这些团队通常不超过20名员工。我们使用 IBM® Rational® DOORS® 来管理复杂的需求。自 2015 年以来，我们还在长城汽车的新能源部门使用了 dSPACE TargetLink 产品级代码生成器，并成功实现了十多个量产项目。该工具还在分布式团队的工作中发挥了重要作用。具备专门的功能安全团队确保满足所有与安全相关的要求，包括一般标准和规范以及长城汽车的特定指南。基于 Simulink®/ Stateflow®, 现在可以直接在 TargetLink 中建立功能建模。在 TargetLink 中，长城汽车大量使用 AUTOSAR 和仿真功能 (MIL、SIL) 以及 TargetLink Data Dictionary。我们还在工作中引入了 dSPACE SystemDesk 架构工具，并将其用于

AUTOSAR 架构的建模和集成。借助 SystemDesk，我们可以在 TargetLink 中执行高效的 AUTOSAR 回路开发模式。早在执行 HIL 测试之前，就可以使用 dSPACE VEOS 仿真软件尽早测试 SystemDesk 中生成的虚拟 ECU (V-ECU)。通过 MES Model Examiner® 检查是否遵守长城汽车的特定建模指南，而 MES MTest 则对 Simulink® 和 TargetLink 模型的按需测试进行测试管理。在 ECU 上实施软件后，通过 dSPACE HIL 仿真器上的硬件在环 (HIL) 仿真对其进行验证。

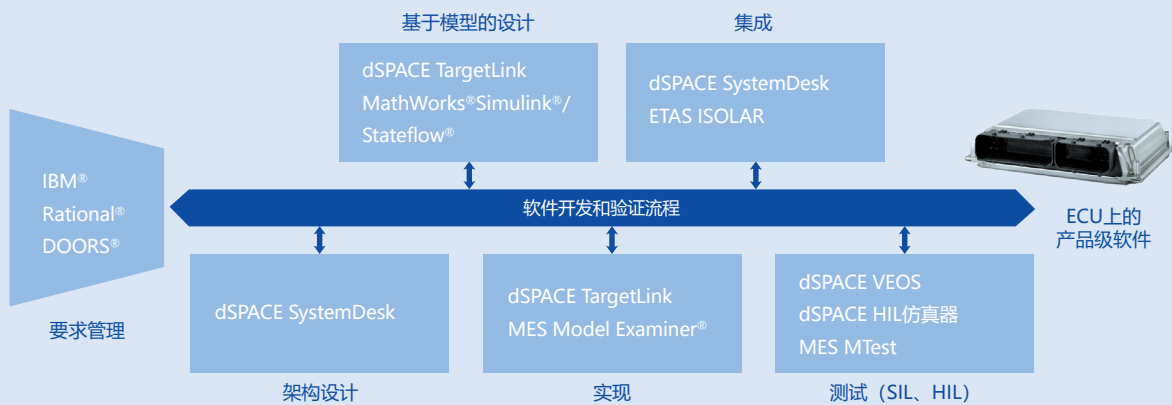
优化的产品级代码

我们评估了主要的产品级代码生成器，并根据这些基准，最终在 2015 年 3 月决定采用 dSPACE

>>

“从一开始，我们就对 TargetLink 感到非常满意，因为它生成的代码质量高、效率高、可读性好，并且在持续运行和与其它工具的交互中具有很高的工具稳定性。”

臧学辰，长城汽车



长城汽车正使用 dSPACE TargetLink (来自TargetLink Ecosystem的工具) 和其它工具开发和验证电动汽车和混合动力汽车的软件。

TargetLink。因为 TargetLink 经证明具有特别强大的功能，可以充分满足我们的要求。此后，TargetLink 一直是我们的开发流程的重要工具。dSPACE 中国分公司提供了快速入门帮助，因此我们能够非常快地建立相关流程，并在短时间内使用新工具开始富有成效的工作。今天，我们已将 TargetLink 用于 ECU 应用软件的所有组件。从一开始，我们就对生成代码的高质量、出色的可读性以及 TargetLink 在持续运行和与其它工具交互过程中的稳定性感到非常满意。我们所有项目都会用到 TargetLink Data

Dictionary，事实证明其非常实用。例如，我们使用 TargetLink Data Dictionary 来管理接口、测量和标定变量，还使用它来生成 A2L 格式的变量描述。利用 TargetLink API，我们可以使用自己的脚本来配合该过程，例如，在 A2L 生成过程中处理库函数并添加信息。

批量模式中经验证的软件

我们的 WEY P8 系列车辆（四轮驱动插电式混合动力汽车）以及 2018 年底推出专为城市交通打造的欧拉 R1 电动汽车，都在量产中使用上述工具环境进行软件开发和验证。除了

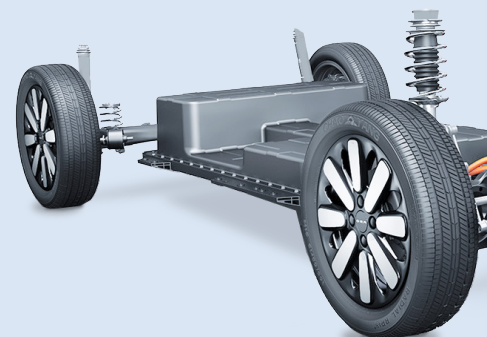
能够提高混合动力驱动的燃油效率并排放减少外，WEY P8 还将四轮驱动与替代内燃机/电驱动相结合，提供了丰富的驾驶乐趣。欧拉车型均使用相同的智能软硬件平台，可以衍生出多种车型。它是中国的第一个电动汽车专属平台。

展望

我们计划未来自主开发更多的软件，为此我们将继续使用 TargetLink 和上述工具环境。AUTOSAR 和安全关键型功能的开发将在未来发挥更大的作用。在这一方面，TargetLink 特别提供了必要的先决条件，例如



依靠电力行驶：欧拉 R1。



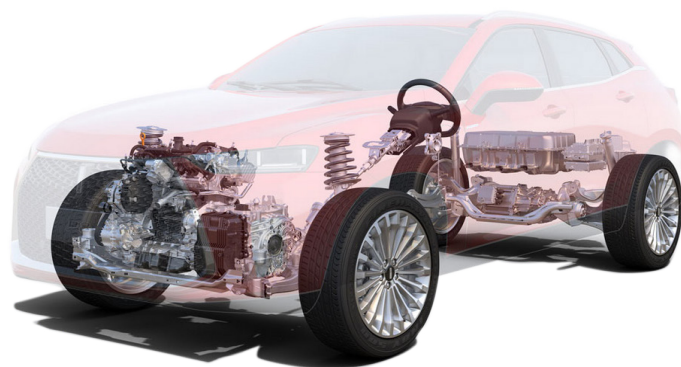


图片来源：© 长城汽车

顶部和右侧：强大的插电式混合动力汽车WEY P8。

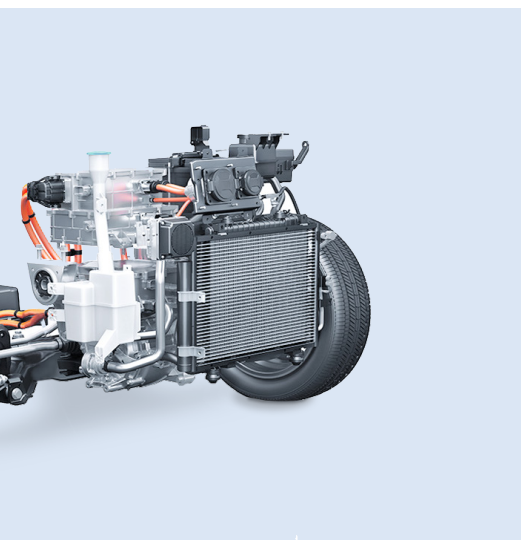
对AUTOSAR标准的直接原生的支持
和通过ISO26262、ISO25119和
IEC61508标准的认证。 ■

臧学辰、姚航迪，
长城汽车



“TargetLink 通过了ISO 26262、ISO 25119 和 IEC 61508 标准的软件开发认证，使我们能够轻松开发安全关键型系统。”

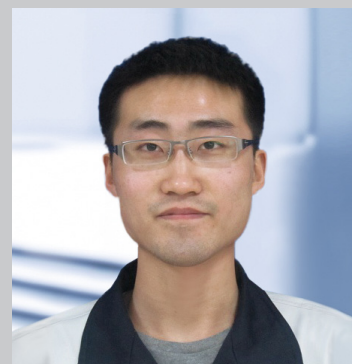
姚航迪，长城汽车



臧学辰
臧学辰是中国长城汽车公司的软件开发工程师。



姚航迪
姚航迪是中国长城汽车公司的软件开发工程师。





分析车辆到车辆充电及其在未来出行的潜力

能源共享

来自学术界和私营企业的研究人员已携手合作，致力于寻找一种更快、更高效的电动汽车(EV) 充电方式。他们进行深入研究发现车辆到车辆 (V2V) 充电解决方案是一种可行的替代方案，可以使客户更快、更广泛地使用电动汽车。dSPACE MicroLabBox用于测试验证V2V充电解决方案的可行性。



对于电动汽车(EV)充电，大家都希望越快越好。但是，公共充电站数量、电网容量以及不同充电速度等限制可能会使快速充电受阻。阿拉巴马大学、弗吉尼亚联邦大学和阿克伦大学的研究人员已经开始了合作，希望找到这一问题的解决方案。这项研究还包括与Andromeda Power, LLC的合作，该公司的总部位于加利福尼亚州，是一家电动汽车充电器制造商。

理念：V2V充电共享网络

基于电网的交流 and 直流快速充电系统是当今电动汽车最常用的充电工具之一。但是，研究团队正在提出一个车辆到车辆(V2V)充电解决方案。背后的理念是电能通过双向直流/直流转换器在电动汽车之间传输，这比传统的交流/直流电能转换更有效。阿拉巴马大学电气和计算机工程助理教授Kisacikoglu博士是该项目的发起人。Kisacikoglu解释说，大多数电动汽车车主都是在家中夜间为车辆充电，但平均而言，他们只使用足够行驶25至30英里（约40至50公里）的电能。电池中剩余的电能可出售给其他电动汽车车主。理论上，通过建立V2V充电共享网络，车辆上有未用电能的电动汽车车主可以与需要充电的用户建立起联系，费率可参考充电站输电费率。“该提议对电动汽车车主来

说是一大好消息，对于当地社区、市政部门和供电网络来说也是有利的，尤其是在用电高峰时段。”Kisacikoglu博士说道。“充电共享网络可以提供一种更方便、更灵活的电动汽车充电方式，同时尽可能地降低基础设施成本。”

原型城市的案例研究

为了分析和验证V2V充电共享网络的可行性，并展示这种系统对电网运行的影响，研究团队开发了一个虚拟环境。他们使用基于Java的仿真工具来生成可参数化（如电动汽车类型和数量、充电站类型和位置以及用户驾驶模式）的自定义仿真环境。该团队以达拉斯都会区为原型城市创建了一个研究案例。对达拉斯现有的电动汽车数量和类型以及level 2 (L2) 充电站的数量和位置进行了仿真。其次，在分析L2充电站的使用模式时，考虑了用户的电池充电水平及其通勤模式。

将V2V充电器纳入考虑

在仿真活动期间，随着电动汽车数量的增加，对充电站不断增长的用电需求所产生的影响变得越来越明显。为了更好地了解能量共享如何有助于满足电力需求，团队将V2V充电器的使用纳入考虑。该团队发现，V2V充电共享网络支持在该地区使用更多的电动汽车，满足不断增长的需求，且无需安装额外的L2

>>



图片来源: Andromeda Power, LLC

图 1: 日产聆风通过导电充电电缆将电能传输到特斯拉Model S。移动APP与两辆车进行通信, 让驾驶员控制充电过程。

充电站。在特定用例中, 他们发现 V2V 充电有效地将峰值充电负载降低了 44%, 从而减轻了电网系统的负载。

评估各种直流/直流转换器解决方案

在该团队确定充电共享网络确实能对社区产生积极影响后, 他们开始

着手解决如何将电能从一辆电动汽车传输到另一辆电动汽车。他们研究了三种双向直流/直流转换器解决方案: 单相、两相和三相转换。为了评估每个解决方案, 他们布置了一个测试台架, 其中包括供应方和接收方电动汽车模拟器、一个在三个不同功率等级上运行的V2V

充电器解决方案, 以及一个用于协调和控制电荷交换的dSPACE MicroLabBox。在研究过程中, 该团队发现多相、双向直流/直流转换器最适合进行 V2V 充电, 因为它们表现出比单相转换器更好的电感纹波电流行为。

使用闭环控制器设计进行测试

接着, 该团队开始验证他们的分析。V2V 充电器在使用 dSPACE MicroLabBox 的闭环测试台中运行。在硬件实现过程中, 将背对背逆变器系统与 dSPACE MicroLabBox 相连接, 以测试不同的操作模式。MicroLabBox 用作电子控制模块, 运行所有高级和低级控制算法。“MicroLabBox 为团队提供了灵活的控制器开发环境, 非常适合以 20 kHz 开关频率运行的闭环控制器设计,” Kisacikoglu 博士表示。测试最终证实了该团队通过研究确定的结果: 多相、双向直流/直流转换器是 V2V 充电的首选。

总结和展望

通过深入研究, 该研究团队得以证明, 在未来驾驶概念的背景下, V2V 充电可能是一个有价值的新型解决

使用 dSPACE 工具开发和测试

你知道吗? dSPACE 为电动汽车充电过程开发和测试所涉及的技术提供了专用工具。新的 Smart Charging Solution 高度灵活, 提供多种应用选项, 包括电动汽车供电设备仿真以及车载充电器的仿真、测试和开发。

智能充电解决方案 - 亮点

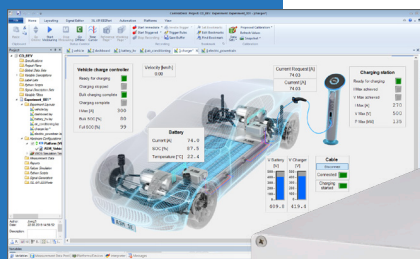
- 原型开发和测试充电通信
- 支持本地化充电标准
- 协议级别的高级操控和故障仿真选项
- 使用实际电力进行充电站仿真



有关 Smart Charging Solution 的更多信息, 请访问: www.dspace.com/go/dMag_2020_DS5366



有关使用 dSPACE 工具测试电动汽车车载充电器的更多信息, 请访问: www.dspace.com/go/dMag_2020_OBC



dSPACE 的 Smart Charging Solution 结合了硬件和软件组件。

“MicroLabBox为团队提供了灵活的控制开发环境，非常适合以20 kHz开关频率运行的闭环控制器设计。”

阿拉巴马大学电气和计算机工程助理教授 Mithat Can Kisacikoglu 博士阿拉巴马大学（阿拉巴马州塔斯卡卢萨）



方案。之后，该团队计划扩大其研究范围。他们将研究高功率密度 V2V 充电器设计，以改善设计占用空间。该团队还将深入探寻 V2V 充电将如何影响更多的电动汽车电网集成，以及其集成更多可再生能源的潜力。

感谢阿拉巴马大学的大力支持

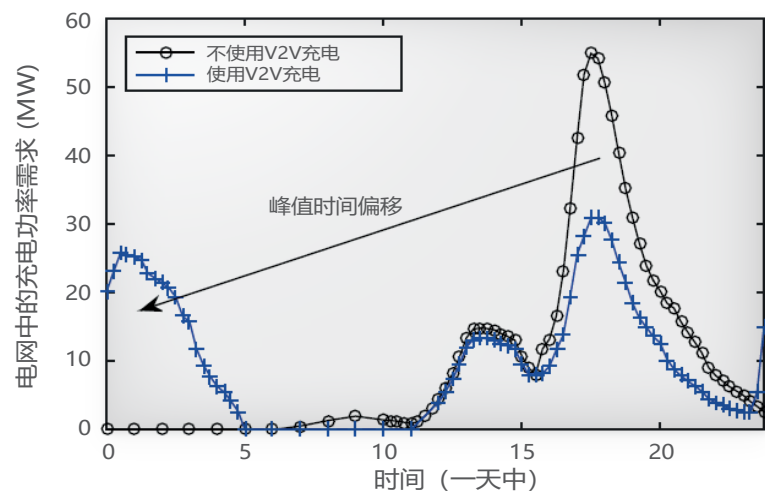


图 2：在使用和不使用V2V充电的情况下电网中的充电功率需求的分布。

有关该研究的更多信息，请参阅以下内容：

E. Y. Ucer, R. Buckreus, M. C. Kisacikoglu, E. Bulut, M. Guven, Y. Sozer 和 L. Giubbolini 联合著作的 A flexible V2V charger as a new layer of vehicle-grid integration framework, 发表在 IEEE Transp. Electr. Conf. (ITEC) 上, 2019年6月

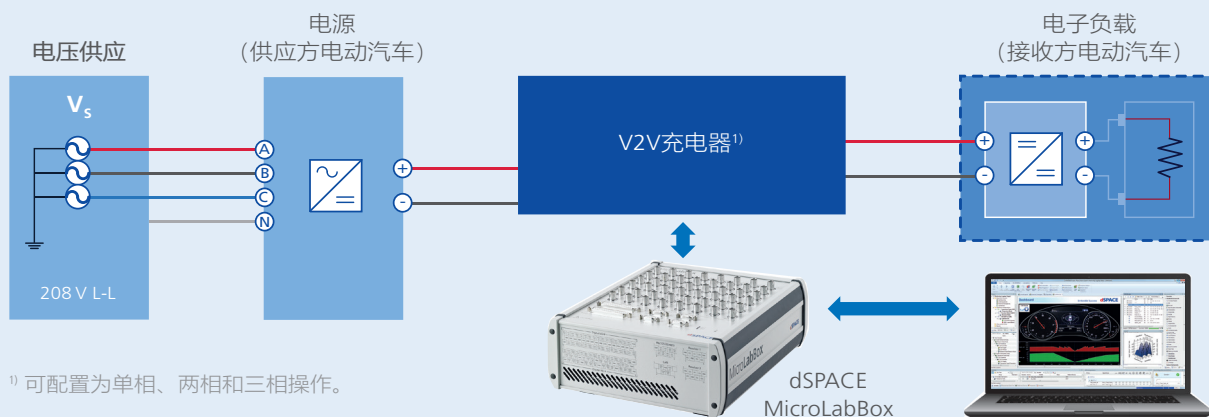


图 3：该研究团队测试了用于V2V充电系统的三种双向直流/直流转换器解决方案：单相、两相和三相转换。测试系统包括供应方和接收方电动汽车仿真器、在三个不同功率级上运行的V2V充电解决方案以及dSPACE MicroLabBox。

符合标准的ASIL D 级工作流程
为自动驾驶铺平了道路

正确的 策略 至关重要

HELLA使用新的测试策略和系统来开发新一代电动助力转向系统。在开发转向系统的同时，HELLA和dSPACE Consulting正在制定一个创新的测试策略，以满足高标准的安全要求。该测试策略完全依赖于自动化测试序列，而这需要行业经验和专业知识。



“如果您致力于自动测试，并且不愿妥协，那么仿真和测试工具必须绝对可靠。借助于dSPACE的专家的经验，我们能够确保这一点。”

德国利普施塔特 HELLA GmbH & Co. KGaA 测试经理 Biju Kollody 负责转向ECU的所有测试管理。

在过去的几年中，HELLA 开发了多种电动助力转向 (EPS) 控制单元，并应用在全球数百万辆汽车中。市场对部分自动驾驶 (Level 2以上的自动驾驶车辆) 的ECU的需求正在不断增长，这是HELLA与 dSPACE Consulting合作建立自动化验证工具链的主要原因。该工具链必须符合道路车辆E/E系统的功能安全标准 (ISO 26262)，并且目前必须寻找机会来开发适合高度自动化驾驶 (达到Level 4) 的转向系统 (图 1)。为此，测试流程和工具链必须符合ISO 26262标准 (达到ASIL D) (图 2)。ISO 26262标准建议使用硬件在环 (HIL) 测试来测试安全关键型功能、组件、单个ECU和ECU网络，因为HIL测试多年来一直处于一流水平，且几乎一直用于测试安全相关关键功能。测试策略和测试环境必须无缝集成和协调，以便测试和认证安全关键型系统，并实现所需的测试覆盖范围。为了证明这种交互符合标准，有必要定期验证测试中涉及的所有组件和流程是否合适。验证的范围非常广泛，包括所用硬件的标定策略以及根据ISO 26262标准对软件工具链进行合格性检查。dSPACE专家快速确定了能够支持HELLA的四个方面：

- 建立技术安全概念
- 测试基础设施的概念设计和设置，包括多个HIL系统
- 开发自动化测试的工具链
- 兼容ISO 26262 标准

在dSPACE的帮助下，这些任务与ECU开发同时进行，测试系统在实际测试之前就已投入运行并进行了验证，包括与现有配置和需求管理工具的连接。“这种方法节省了大量时间，因为它避免了走弯路和死胡同。最后成功建立了一个易于理解的、符合标准的流程。因此新的客户项目在未来会变得更加容易，即

使要求完全不同。”来自HELLA的Andreas Brentrup 解释道。

自始至终的参与

“由于dSPACE咨询顾问从一开始就参与进来，他们可以在早期与HELLA合作制定测试目标。”HELLA的Biju Kollody补充说道。EPS控制单元在项目开始时仍处于原型开发阶段。测试计划是完全重新制定的，在这种情况下，需要详细了解功能安全和测试。为此，所有相关人员小组 (如测试人员、开发人员、系统架构师和测试工程师) 都参与到该流程中。联合开发的验证策略符合EPS >>

图 1: 自动驾驶等级符合 SAE J3016 标准 (国际汽车工程师学会发布)。





图 2: 根据汽车安全完整性等级 (ASIL) 的典型分类。ASIL 是 ISO 26262 标准的关键组成部分。ASIL 是在每个开发流程的开始阶段确定的。对系统功能进行分析, 并将其与可能的风险联系起来。

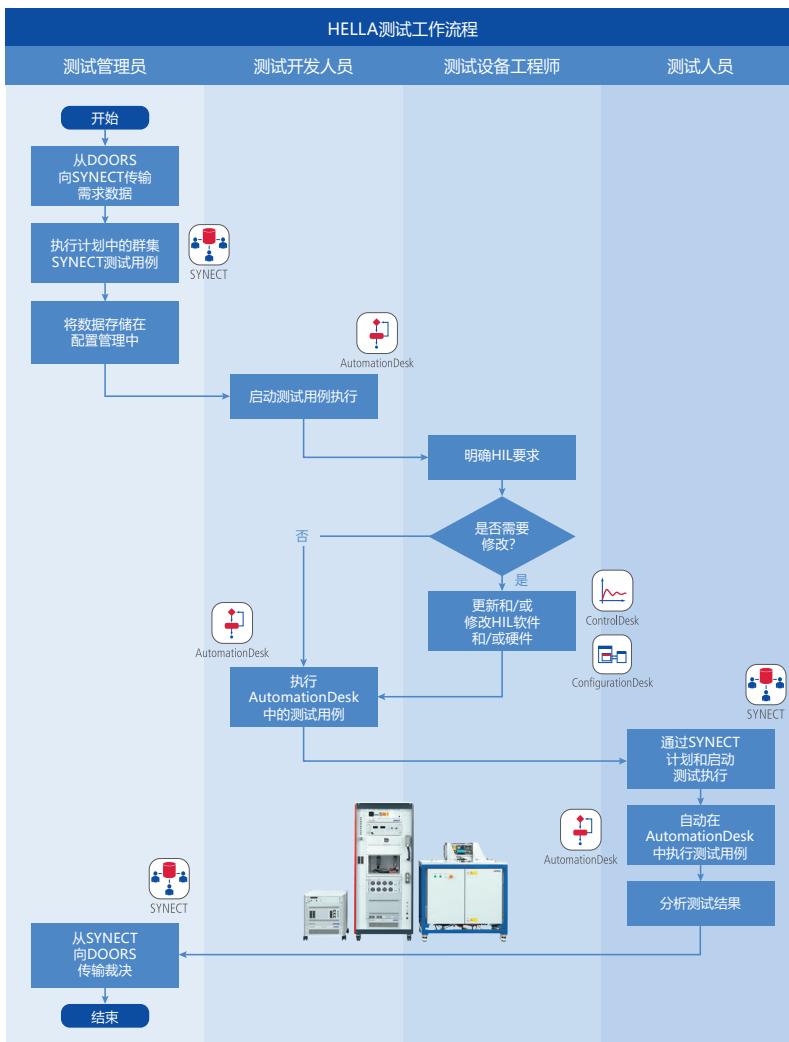


图 3: 安全手册中详述的工作流程和记录说明可确保结果始终可信以及整个工具链始终合格。

系统的所有功能安全要求, 其设计重点是易于测试 (图 3)。

适用的仿真器和测试台架

无论是在初始工作中, 还是在使用仿真器和测试台架进行的实际测试中, HELLA都对dSPACE给予了充分的信任。测试硬件由两个仿真器组成: 一个 SCALEXIO 标准机架系统 (用于连接和测试专门信号级的 ECU) 和一个 SCALEXIO full-size 仿真器 (用于在功率级进行ECU 激励)。仿真器还可以连接到dSPACE 转向测试台架。作为第三个测试程序, 该测试台架可以对EPS控制单元的真实发动机进行激励。基于FPGA 的 dSPACE电机模型能够在信号和功率级的测试中进行逼真的电机仿真以及ECU的闭环操作。这种灵活的测试基础设施能够对不同的系统组件进行单独或组合测试, 从而高效地实现ISO 26262 标准要求的集成和测试流程。ISO 26262标准要求定期对测试系统进行标定。为此, dSPACE 编写了一本特定于项目的标定手册。

集成现有工具

“项目开始时的一个重要要求是软件工具链必须从 DOORS 到 DOORS’ 运行。这意味着, IBM® Rational DOORS的测试规范可以通过 dSPACE 工具链进行验证, 结果可以导回到 DOORS中。”Kollody 说道。为此, HELLA将dSPACE数据管理软件 SYNECT连接到了DOORS。该连接能够将测试规范从DOORS自动传输到 dSPACE测试自动化环境。因此测试开发人员和测试工程师能够实施和执行所需的测试, 同时持续保持对要求的可追溯性。这可确保需求、测试规范和测试结果始终联系在一起。



“制定验证策略需要与所有相关方进行讨论。无论是开发人员、系统架构师、安全工程师还是测试工程师，都有必要参与其中。在dSPACE专家的帮助下，我们得以让每个人都参与进来，并确保进行符合ISO 26262 标准的可靠验证。”

德国利普施塔特 HELLA GmbH & Co. KGaA 的测试实验室负责人 Andreas Brentrup 负责转向ECU的全球测试策略。

起。SYNECT随后会在 HIL 仿真器上全天候自动执行测试并显示结果。以这种高度自动化的方式测试 ECU 的效率特别高，我们需要对仿真和所用工具充满信心（图 4）。

功能安全

EPS系统的安全等级符合ASIL D (Automotive Safety Integrity Level D) 的要求，该等级是汽车 E/E系统目前可以达到的最高安全等

级。为满足ISO 26262标准的要求，dSPACE Consulting团队编写了一本安全手册，其中详细说明了验证流程的工作流程。软件和详述的工作流程（图 3）被确定为适用。

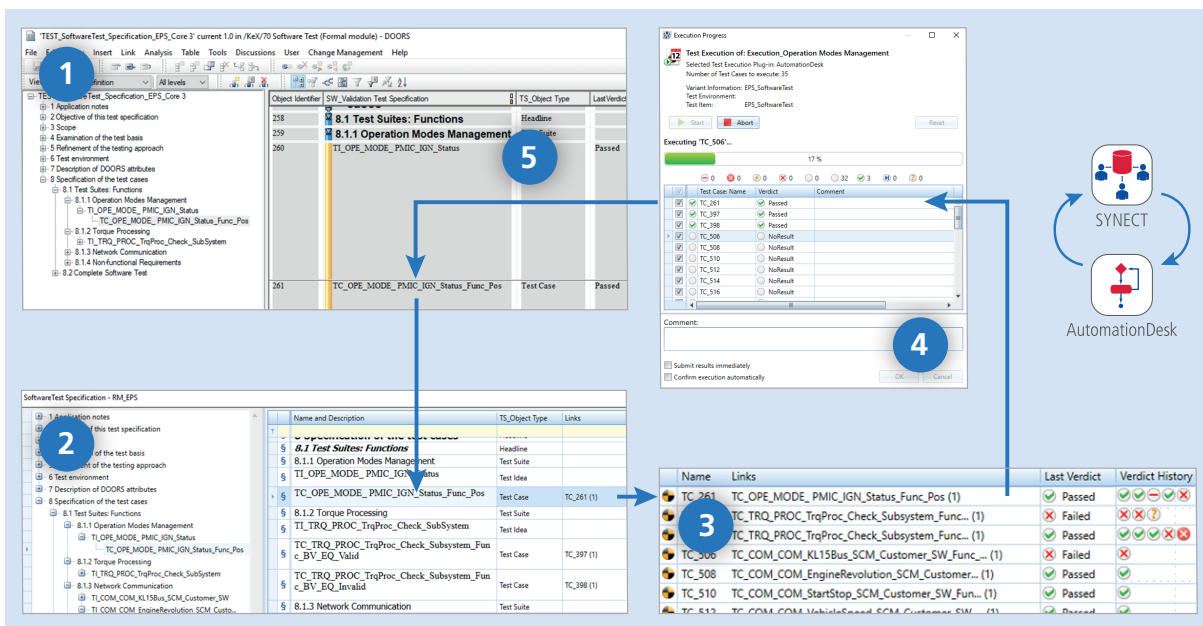
总结与展望

“在dSPACE咨询顾问的帮助下，HELLA能够在早期阶段应对安全相关项目给流程、工具链和测试设备所带来的挑战。”Brentrup肯定地说

道。dSPACE工具链已成功用于原型开发阶段中的故障排查工作。由于已经有了一个自动化测试系统，这极大地促进了HELLA向定制化开发的转型。在未来，dSPACE将支持HELLA调整工具链以适应客户项目的要求，确保工作方法继续兼容ISO 26262标准。

文章已得到HELLA GmbH & Co. KGaA惠

图 4：HELLA工作流程的简单介绍：‘从DOORS到DOORS’：测试规范从DOORS (1) 导入dSPACE工作流程。因此，规范变化会立即显示在SYNECT Requirements Management(2) 中。使用SYNECT Test Management (3)创建、计划所需的测试，然后通过AutomationDesk (4) 自动执行。在最后一步中，测试结果将自动传回DOORS (5)。



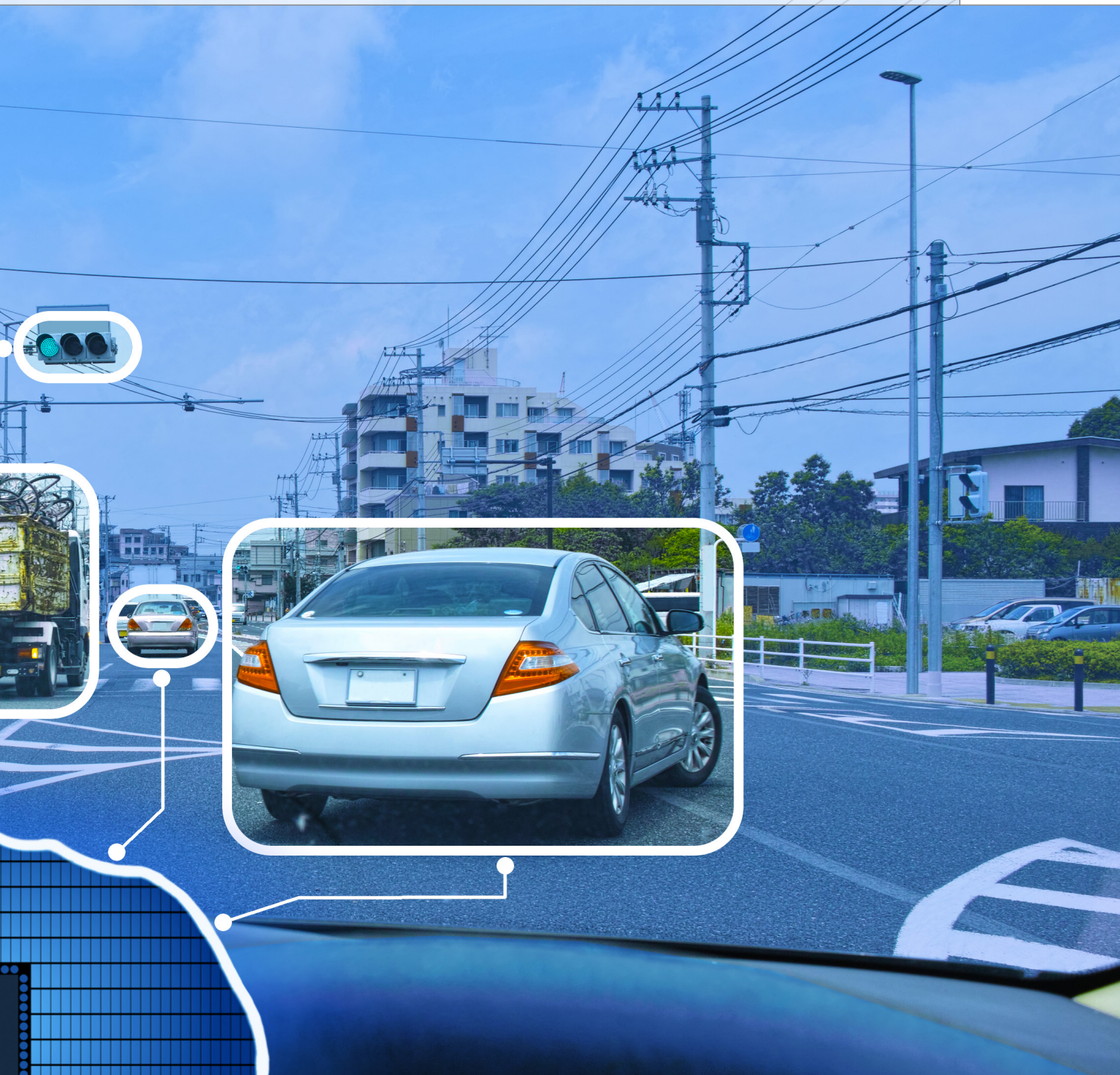
智能

设置场景

根据传感器数据生成基于AI的场景

AI

尽管所使用的技术越来越复杂，为了确保自动驾驶系统适合日常使用并确保安全，必须在系统投入使用之前对其进行测试。通过使用dSPACE和understand.ai解决方案生成仿真场景，可以利用仿真对使用特殊硬件和软件的安全关键型驾驶场景进行上千次测试。



通过基于人工智能 (AI) 的创新方法，dSPACE 和 understand.ai 提供了一项新服务，即根据实际测量的原始数据生成场景。与汽车中实时或在线计算生成的常规的对象列表相比，根据原始数据生成的后续场景

在计算能力方面不受任何限制。这可避免因数据库中错误地检测对象或未检测到对象（分别为误报或漏报）而导致的失误。为了尽可能多地覆盖不同的道路交通场景，在提供物理原型之前，要对许多因素进行虚拟测试。这可以借助测试场景

完成。测试场景在众多测试和不同变体中使用，以确保获得有意义的结果。但是，这需要逼真的场景。由于这些场景受特殊要求的约束，专业的场景生成至关重要：场景必须反映许多不同现实环境中的情况。除了天气和交通流量等变量差

>>

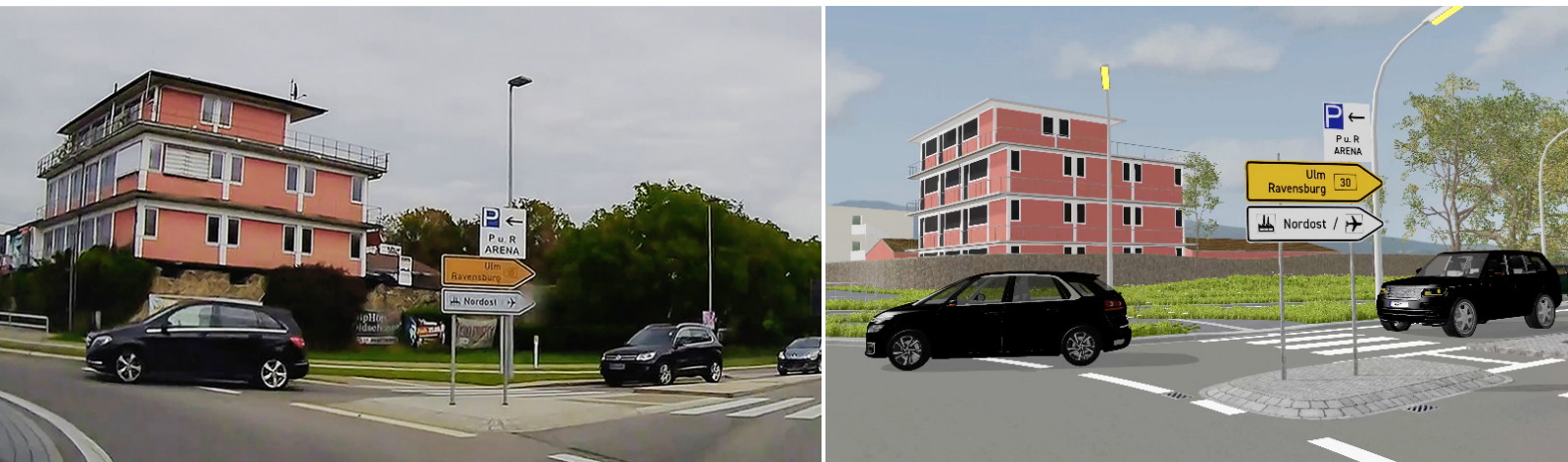


图 1：环岛场景，左图为摄像头记录的原始场景，右图为生成的仿真场景。

从道路到实验室 – 使用真实数据的测试场景

异较大外，关键场景和非关键场景的平衡组合也很重要。

分析真实情况和验证自动驾驶

为了满足客户要求，我们区分了两种场景类型：用于验证自动驾驶的逻辑场景和用于分析真实情况仿真中故障算法的回放场景。回放场景是基于记录的传感器数据对真实情况的精确重建。这种类型的场景不能通过参数化进行调整，但它们非常适合在实验室中对故障和其它真实事件进行仿真。这样，在可复现的条件下，可以在实验室中调查和纠正驾驶功能故障。此外，通过将真实场景的传感器数据与相同虚拟场景的仿真传感器数据进行比较，可将回放场景用于传感器模型验证。此外，还有一些逻辑场景，在这些场景中，车辆的移动被抽象化和概况化，以显示场景参数，然后可以调整这些参数来改变场景。这

些场景可以通过基于场景的测试来验证ADAS/AD算法。生成的场景具有很大的优势，即可以根据需要对紧急情况（如事故）进行仿真和执行。因此用户可以准确地确定那些给ADAS/AD算法带来挑战的参数。

生成场景

首先必须先生成场景，然后才可在仿真和测试中使用场景。有一些不同的场景生成方法。本文中的示例将先解释基于测量数据的生成。视频记录、激光雷达点云和车辆总线数据都可以应用。它们可以使用特殊的数据记录硬件（如 dSPACE AUTERA）进行记录。这样生成的场景的真实性随着可用数据数量和质量增加而增加。通过将不同算法进行组合，可以在语义上准确复制真实场景，包括道路上所有动态目标的运动曲线以及静态目标的道路和三维场景（反映静态环境所有基

本元素)。首先，有关道路及其周围环境以及道路上动态目标轨迹的相关信息是通过基于AI的方法从原始数据中提取的。understand.ai具有可靠的质量保证方法，生成的路面实况可保证所生成场景具有语义的一致性。然后，提取的数据被转换成dSPACE仿真环境的可仿真（回放和逻辑）场景，以及基于OpenDRIVE® 和 OpenSCENARIO® 标准的场景描述。因此，所生成的场景可立即用于广泛的测试，因为除了道路的描述和道路上动态目标移动曲线的描述之外，还会生成详细的3D场景，从而支持物理传感器仿真。此外，也可以使用场景编辑器（如dSPACE ModelDesk）在计算机上以全人工方式和数字方式创建场景。这意味着用户可以根据自己的想法和要求设计场景。虽然设计的可能性在原则上是无限的，但多样性最终会受到各自的次序要求或用户创造力的限制。这种方法的一个优点是可以构建在现实世界中很难重新记录的场景，因为这些场景可能很昂贵或很危险。无论是根据测量数据生成的场景还是以人工方式生成的场景，都可以在dSPACE解决



图 2：用于仿真的场景是通过dSPACE和understand.ai的解决方案根据采集的测量数据生成的。

方案中通过调整相应的参数来按需更改车速、天气或其它仿真的道路上动态目标行为等参数。基于场景的测试的主要优势在于可扩展性，这取决于可用的计算能力。此外，测试可以迁移到云，几乎无限的云容量为虚拟验证领域提供了大量的机会，从而也为整个生产链提供了大量的机会。

新型解决方案组合

基于场景的测试解决方案与dSPACE和understand.ai的场景生成相结合，帮助客户克服在原型运行过程中遇到的障碍。该解决方案基于经验丰富的开发人员所创建的众多现有场景，以及根据真实记录的传感

器数据或对象列表额外生成的场景。因此，在各种逼真且相关的场景下能够进行数百万公里的测试。 ■

从真实驾驶测试中对关键极端场景重新仿真

将真实世界的现实和复杂性应用到仿真中：

- 使用反映真实交通情况的场景。
- 通过调整现有仿真场景获得新的测试用例。
- 在dSPACE仿真环境中立即使用生成的场景，无需进行额外的转换工作（与OpenDRIVE和OpenSCENARIO兼容）。
- 充分利用数据：使用您为仿真记录的已有数据。

MicroAutoBox III 的新型 DS1521 变体提供了丰富的连接选项，包括 CAN FD、车载以太网、LIN、FlexRay、模拟输入和数字输入/输出。



出色 网联

采用 DS1521 Bus and Network Board 的
新型 MicroAutoBox III



新型 MicroAutoBox III的附加变体具有更广泛的总线和网络接口，扩大并增强了产品阵容。MicroAutoBox III中集成的新型 DS1521 Bus and Network Board在一贯的紧凑型MicroAutoBox中提供了一系列出色的通道。

随着 MicroAutoBox III 的发布，它为从自动驾驶到零排放的众多应用提供了高水平的全方位功能，紧凑型车载 dSPACE 原型开发系统达到了全新性能水平。例如，计算能力显著提高，功能安全监控机制得到改进，正是这些成就了如此出色的产品。MicroAutoBox III 提供四个处理器内核，每个处理器内核的速度高达其前代产品 MicroAutoBox II 的 16 倍。此外，还将提供配有新型 DS1521 Bus and Network Board 的 MicroAutoBox III 变体。新变体拥有广泛的通道范围，特别适合智能网关以及执行叠加控制器（监控控制器）通过总线和网络实时控制其它 ECU 等应用。它们还适用于设计具有基于服务以太网通信的中央控制单元。为了完美解决这些应用问题，DS1521 Bus and Network Board 提供了八个 CAN FD 通道、三个车载以太网端口（100/1000BASE-T1）、两个 FlexRay 连接器（A/B）、三个 LIN 通道以及额外的 UART、数字和模拟接口。

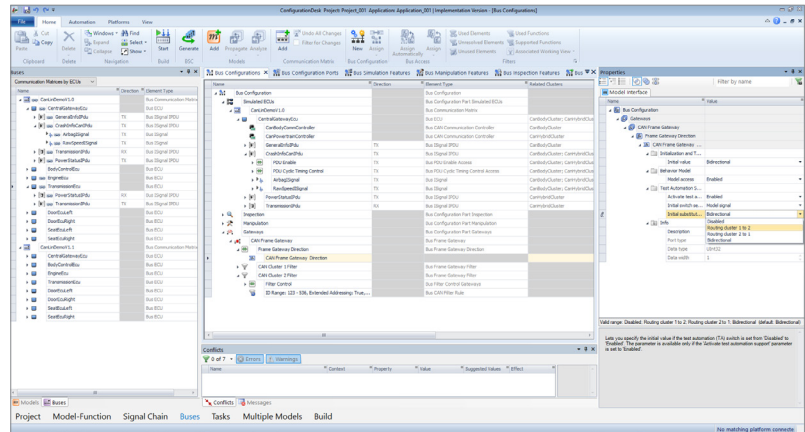
紧凑型 MicroAutoBox 中的大量通道与总线和网络通信的全面软件工具链相结合。

重点： 网关应用和监控控制器



总线和网络越来越多地用于连接车辆中的众多控制单元、传感器和执行器。当开发新功能时，这些总线和网络数据通常必须由新的控制组件通过网关或域控制器作为中心网络节点进行重定向、筛选或扩展到新的或现有的接收方。例如，将新

的驱动系统集成到现有的车辆平台中。为了降低成本、空间要求和系统复杂性，在理想情况下，所需的网关组件必须包含在用于实时执行新控制功能的功能开发系统中。与 dSPACE 软件工具链相结合之后，



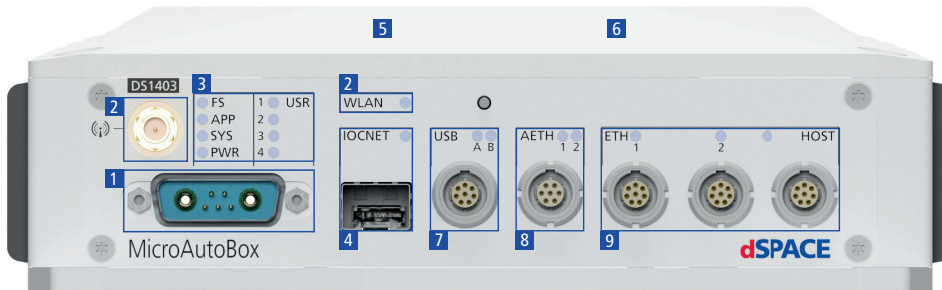
示例：Bus Manager 中的网关应用。

实现完全控制的软件

SCALEXIO 的 ConfigurationDesk 实现软件（包括无缝集成的 Bus Manager）广为人知、久经考验，因此能够帮助 MicroAutoBox III 轻松灵活地为每个应用配置硬件。这使得网关或监控控制器应用能够清晰而又方便地配置总线通信，所有这些都基于最新的标准和通信描述，如 AUTOSAR (ARXML)、FIBEX、DBC 和 LDF。为了集成到现有车辆电气系统中，所有相关总线系统（包括基于服

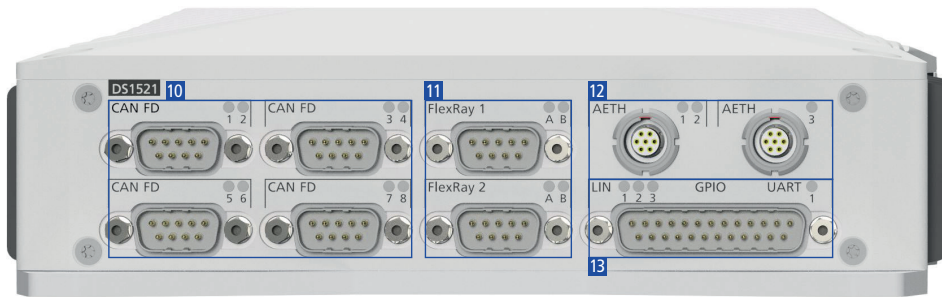
务的以太网通信 (SOME-IP) 也支持当前的 AUTOSAR 功能，如安全车载通信 (SecOC)、端到端保护和全球时间同步 (GTS)。为了在短时间内对特定于项目的调整做出灵活的响应，可以提供全面的扩展框架。该框架可以由 dSPACE 根据客户的规格进行集成和实现，而且周转时间非常短。在运行时，可以在 ControlDesk 中清晰、轻松地查看模型中的变量。对于总线和网络信号的访问，Bus Navigator 提供了用于创建预配

MicroAutoBox III 1403/1521



- 1 电池电压连接 (12 V/24 V/48 V车载电源)
- 2 WLAN选项
- 3 状态和用户可编程LED
- 4 IOCNET连接器
- 5 可通过I/O单元 (例如 DS1514、DS1521) 进行扩展
- 6 四核ARM®处理器
- 7 用于海量存储和数据记录的USB端口(USB 2.0)
- 8 2个车载以太网 (100/1000 Mbit/s)
- 9 上位机和其它设备的以太网端口 (千兆位以太网)

DS1403 Processor Board
(MicroAutoBox III前面板的连接器)



- 10 8个CAN FD
- 11 2个FlexRay (A/B)
- 12 3个车载以太网 (100/1000 Mbit/s), 附加
- 13 3个LIN, 1个UART: RS232或RS422/485
4个模拟输入, 6个数字输入/输出

新: DS1521 Bus and Network Board
(MicroAutoBox III背板的连接器), 带其它接口

即便是“小型”MicroAutoBox 1403/1521也能提供广泛的通道。如果这还不够, 您可以选择MicroAutoBox 1403/1521/1521将DS1521 通道加倍, 或者根据您的需要, 选择众多其它 MicroAutoBox III变体, 以增加模拟和数字通道的数量。

置布局的选项以传输和接收消息。此外, 实时总线监控和总线分析还可以在应用程序运行的同时直接激活。ControlDesk Bus Navigator能够对总线和网络数据以及所有其它已用

输入和输出进行清晰且同步的访问, 而无需购买额外的专用系统 (硬件和软件) 进行实时监控。这不仅大大节省了成本, 还简化了系统设计。 ■

具有 DS1521 Bus and Network Board的 MicroAutoBox III开发系统成为了执行此任务的理想之选。硬件提供最大通道数和最大计算能力以及最小占用空间, 同时功能强大、久经考验的软件通过简单的配置可保证较短的开发周期。

4D 雷达仿真

5 GHz – 雷达目标仿真器的新基准

超高分辨率成像雷达传感器，通常被称为4D雷达，能提供宽视场雷达环境的详细图像以及高度、距离和速度信息。对这些雷达传感器进行测试是一项有难度的工作，它对所用雷达仿真器的功能和带宽提出了高要求。dSPACE Automotive Radar Test System (DARTS) 9040-G 是第一款利用强大的高频技术成功应对这些挑战的仿真器。

简介：用于对汽车雷达传感器进行OTA测试的雷达目标仿真器

- 针对成像或4D雷达传感器进行了优化。
- 对可自由定义的雷达目标的电磁反射进行仿真（可以扩展到其它目标）。
- 对距离、速度、宽度和高度进行仿真。

技术数据

- 频率范围：76 至 81 GHz
- 带宽：5 GHz
- 距离范围：≤ 2.5 至 300 m
- 距离增量：2.5 cm
- 速度：± 500 km/h

有关详细信息，请访问：

www.dspace.com/go/DARTS_9040-G



“借助新型DARTS 9040-G，dSPACE再一次巩固了公司作为雷达传感器技术领域仿真和验证的强大开发合作伙伴的地位。”

dSPACE高级产品经理 Andreas Himmler 博士



辅助驾驶和自动驾驶给环境探测带来了巨大的技术挑战：对于要对不可预见的交通状况做出正确响应的自动驾驶车辆，无论交通状况有多复杂，都需要一个可靠的周围环境360度全景视图。这正是雷达（无线电探测和测距）传感器发挥重要作用的地方。在此之前，雷达传感器只能在特定程度上将周围环境视为三维空间进行探测。它们通常会检测物体的速度、距离和宽度。传感器最多只能粗略估计物体的高度。

新技术：4D雷达

为了确保提供更全面的被测物体的图像，行业正在加速高分辨率雷达的开发，以准确地检测高度角。因此，雷达已成为事实上的3D成像技术，速度是测量的第四维度。这些传感器也称为4D雷达，致力于在所有天气和光照条件下进行精确的实时物体检测。

测试系统高要求

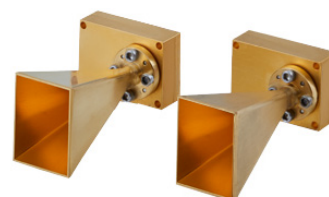
为了通过高频信号传输额外信息，超高分辨率雷达使用特别高的调制带宽（通常为 4 GHz）工作。以前的雷达通常只使用1 GHz的带宽工作。为了对新传感器类别进行全面测试和验证，我们显著提高了对测试系统的要求。所以，用户希望能够获得覆盖

4 GHz以上雷达带宽的技术，以便准确地分析极端场景下的行为。这尤其适用于雷达目标仿真器，它们在实验室条件下对长距离、高速度和不同尺寸的雷达目标进行实时仿真。

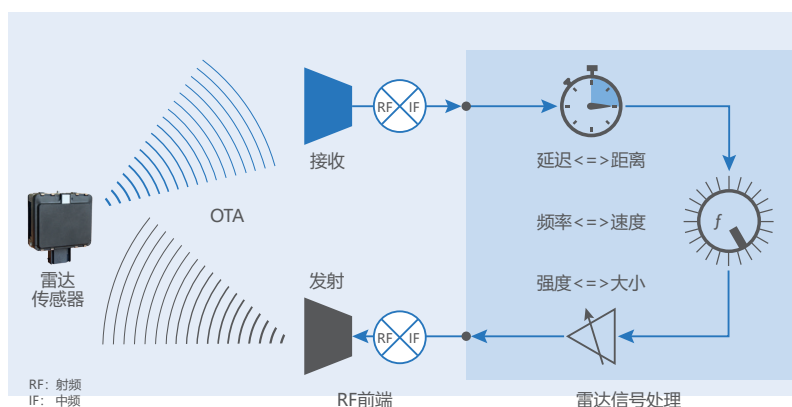
第一款具有5 GHz带宽的雷达仿真器

dSPACE与其开发合作伙伴 ITS 和 miro•sys 合作，设计出了世界上第一款使用5 GHz带宽运行的雷达仿真器。新型DARTS 9040-G专为所有新一代汽车雷达（如成像和4D雷达）设计并进行了优化。它完全覆盖了77 GHz雷达频段，而不需要对中心频率进行调整。该仿真器具有非常高的无杂波动态范围和特别低的噪音系数。因此，新型 DARTS 9040-G

成为了所有77 GHz雷达的理想选择。该系统采用易于使用的OTA技术，因此可以在所有开发阶段中使用，从芯片设计和传感器开发到生产线下线测试都包含在内。新型DARTS 9040-G具有多种变体，可根据不同开发和生产阶段中的不同测试要求进行定制。 ■



DARTS具有世界上最小的雷达前端，因此使用起来非常灵活。



OTA方法：DARTS从雷达传感器接收雷达波形，生成可自由定义的回波并将其发回传感器。

在Cyber Valley，研究人员正在开发可使自动驾驶轻松扩展的解决方案。

端到端 训练

Andreas Geiger博士是马克斯-普朗克智能系统研究所 (MPI-IS) 自主视觉研究小组的负责人，也是图宾根大学基于学习的计算机视觉和自主视觉领域的教授。在这次访谈中，他谈到了自动驾驶汽车开发的挑战，说明了德国大学与其它大学相比的独特吸引力，并阐述了如何才能留住年轻人才。

2018年，您凭借在弥合计算机视觉、机器学习和机器人技术之间的差距方面做出的杰出贡献，荣获了IEEE PAMI 青年研究人员奖。您能简要地描述该奖项对您意味着什么吗？

这一奖项对我来说意义重大，因为它认可了我的工作在国际上的重要性，并表明我们与世界上最好的计算机视觉研究实验室不相上下。在德国，我是第一位荣获这个奖项的研究人员，在欧洲，我是第三位。该奖项面向年轻研究人员，是计算机视觉领域最重要的奖项。

该奖项到底表彰了什么？

我是因为在自动驾驶汽车方面的研究工作而获奖。我在卡尔斯鲁厄理工学院的论文中首次提出了实现场景理解的算法和方法。我想使用真实数据，所以我给一辆测试车辆配备了全面的传感器技术工具 - 几个摄像头、激光雷达和 GPS。在某个时候，我们决定向公众开放这些海量数据。我的论文产生了一个意外收获：KITTI 基准，该基准创建于2012年，目前已成为自动驾驶领域最具影响力的数据集之一。如今，KITTI 基准是计算机视觉领域用于评估算法的先进基准。

您能谈谈控制工程和机器学习之间有什么区别吗？

很多人不清楚机器学习和控制工程之间有何区别，这是个视角问题。对于控制工程师来说，感知是次要的，对于计算机科学家来说，控制工程是次要的。就个人而言，我认为自动驾驶面临的更严峻的挑战是感知和基于人工智能的决策。与具有50个执行器和触觉传感器的仿生机器人的控制技术相比，车辆的控制系统相对简单。基本上，汽车只能由转向装置、加速装置和制动器控制。此外，该行业长期以来一直致力于车辆控制，因此积累了大量的专业知识。

您目前是否愿意乘坐自动驾驶车辆？

为什么不呢？如果有机会，我不介意乘坐Level-4车辆。车内通常有一名服务人员，必要时其可以进行辅助驾驶。

您认为第一辆没有服务人员的自动驾驶车辆何时会上路行驶？

许多行业代表曾承诺，这一愿景在2021年将会成为现实。然而，许多人已经收回了他们的承诺，并且变得更加现实。我不指望未来十年会

出现Level-5自动驾驶车辆，因为人工智能领域的基本问题还没有得到解决。Level 4驾驶是否成功取决于定义的框架条件。在特定区域，在特定天气条件下，可能会在未来几年实现，对此可以参照Waymo公司的成果。我想我们将从远程操作和速度限制方面着手。特斯拉是这一领域的先驱，但我不太相信在未来五年内市场上会出现一款具有Level 5功能的特斯拉自动驾驶汽车。

最大的障碍是什么？

目前，我们的统计数据表明每一亿英里才发生一起交通死亡事故。这表明我们人类已经很好地掌握了驾驶技术。自动驾驶汽车要做到比人类驾驶员犯的错误更少，最好是降至1/10甚至1/100。因此，它必须在各种不同的场景下保证安全性：例如，汽车必须在晚上、雨天和下雪时感知周围的环境。尽管摄像头还远不如人眼，但近年来我们在传感器技术领域取得了长足的进步。自动驾驶车辆必须能够应对车流量大或拥堵的道路。它们还必须能够处理难以预料的行人行为、反光以及不可预测和罕见的事件。因此针对这些罕见事件，我们需要大量的数据对算法进行相关训练。另一个

>>

我们正在努力提高仿真的效率，因为我坚信，在未来，尽可能逼真的仿真对于验证和训练而言将变得越来越重要。

障碍是算法不能执行因果推断，这意味着它们不能得出结论。因此，系统中需要手动进行大量的重新编程。此外，还必须解决道德和法律问题。正如我们所看到的，仍有许多工作要做。

您主要关注哪些领域？

我们的研究小组关注经典的计算机视觉课题。例如，我们正在研究如何改善深度感知并使其更加可靠。我们还将研究如何让算法利用更少的数据进行学习。而且我们正在努力提高仿真的效率，因为我坚信，在未来，尽可能逼真的仿真对于验证和训练而言将变得越来越重要。最后，我们会训练自动驾驶算法。与目前按照传统模块化方法工作的汽车行业不同，我们寻求的是可全面训练的系统。

端到端训练是如何工作的？有哪些优势？

在端到端训练中，我们尝试将整个系统看作一个过程（从感知到控

制），并在一个神经网络中进行表示。系统收集车辆的感知和控制数据，即转向、加速和制动数据。这给我们带来的优势是可以直接针对目标训练系统，而不是针对子任务（例如对象识别）训练单个模块。我们认为，这些综合模型能够更好地扩展自动驾驶。目前，这些模型并不像工业中使用的模块化概念那样精确和可靠，为此，很多工程师正在研究单个模块。一旦我们解决了数据复杂性的问题，通过机器学习，我们能够更快地将系统迁移到新的城市、新的环境中。

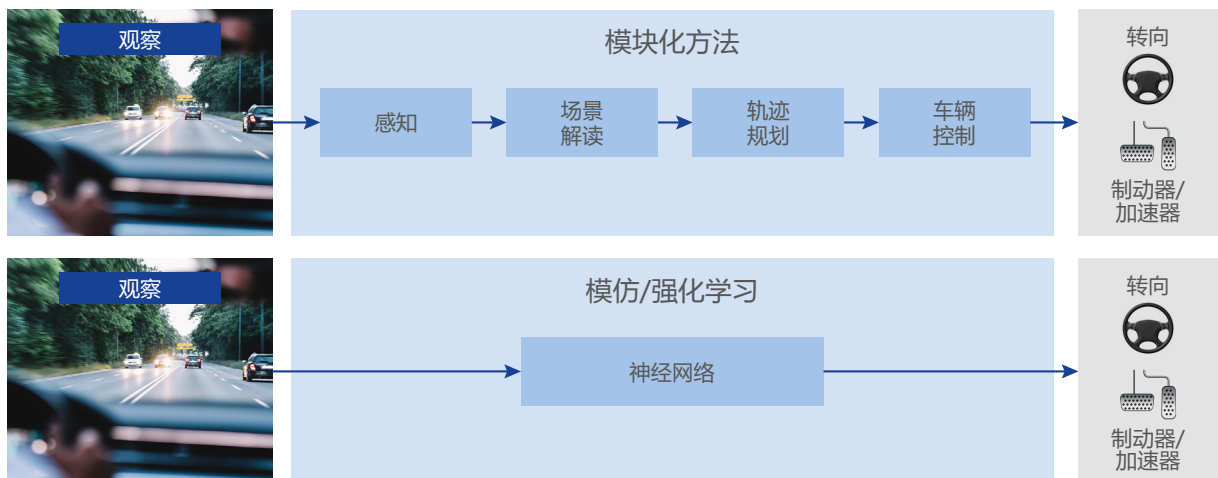
您与这个行业有怎样的密切合作呢？

尽管该行业遵循模块化方法，但我们仍在许多子项目中与当地的供应商和汽车制造商合作。我们对端到端方法的研究引起了业内的极大兴趣，即使大家还不能立即进行应用。我们目前正在进行 KI Delta Learning项目，该项目旨在分析自动驾驶环境中环境传感器数据自动处

理的自学方法。该项目由联邦经济事务和能源部委托，由汽车行业的主要工业公司以及包括图宾根大学在内的几所大学协作进行。

是什么让您留在图宾根的Cyber Valley？在国际大学中，德国大学有什么样的吸引力？

欧洲在学术研究领域发挥着重要作用，同时汽车行业对人工智能有着浓厚的兴趣。图宾根大学和马克斯-普朗克研究所拥有众多研究人员，并实现了网络化的学术交流。他们不仅研究计算机视觉课题，还将人工智能应用于相关学科，例如神经科学。在这个网络中，我们可以跨学科相互学习。因此这里的工作非常有吸引力。我们还将继续在欧洲范围内进行多样化交流。其中之一是 ELLIS（欧洲学习和智能系统实验室），它致力于促进研究所和博士生之间关于机器学习和人工智能的信息交流。我们即使不在硅谷也能与那里的大公司合作。Amazon目前正在扩大其在这里的工作室，Bosch正在我们附近建立



图片来源: © A. Cardinale



Andreas Geiger博士是马克斯-普朗克智能系统研究所 (MPI-IS) 自主视觉研究小组的负责人, 也是图宾根大学基于学习的计算机视觉和自主视觉领域的教授。

KI Delta Learning

KI Delta Learning 研究项目旨在评估各个领域之间的差异并设计新方法, 通过人工智能将现有知识从一个领域转移到另一个领域, 并且只需了解附加要求, 即特定的“差量”。这能减少对测试数据的需求, 并在需要添加新知识时加快学习过程。

一个新的工作点, NVIDIA正在赞助我们, 而我也正与Intel进行密切合作。但是, 在与初创企业的交流方面, 我们确实需要迎头赶上。

这具体是指哪些方面?

首先, 我们需要改变公众心态。其次, 初创企业需要更多支持。创始人的心态目前正在改变, 但我们需

要提供能够激发创新思维的环境, 并减少官僚作风, 这样有才华的年轻人才会在这里把他们的想法变成现实, 而不会被美国的科技巨头挖走。一旦他们离开, 他们可能永远不会回来了。留住人才至关重要。

感谢您接受采访。

创始人的心态目前正在改变, 但我们需要提供能够激发创新思维的环境, 并减少官僚作风, 这样有才华的年轻人才会在这里把他们的想法变成现实, 而不会被美国的科技巨头挖走。

CONNECTED



INTEMPORA
MULTISENSOR SOFTWARE SOLUTIONS

A dSPACE COMPANY

AUTONOMOUS

增强

自动驾驶产品组合

Intempora的软件工具使得dSPACE基于数据驱动开发的解决方案进一步完善

RADAR

INT*3

TTS SENSORS GROUP 3-TZ

2020年7月，dSPACE 收购了实时开发软件领域的先驱 Intempora。这两家公司此前已经建立了长期的战略合作伙伴关系。通过此次收购，dSPACE 现在能提供独特而可靠的端到端解决方案，并为创新开发项目提供更好的支持。在此次访谈中，Intempora 的首席执行官 Nicolas du Lac 介绍了公司的历史，并解释了这种更密切的合作将带来怎样的独特价值。

Nicolas, 在 20 年前, Intempora 是第一批开发传感器信号处理软件的公司之一。我敢肯定, 在那个时候是没人谈论自动驾驶的。您最初的开发是如何实现的? 您的软件是如何发展以满足汽车市场要求的?

ACTIVE L

INT*3

TTS SENSORS GROUP 3-TZ

2000 年创立 Intempora 的原因是我们的核心技术 RTMaps 取得了成功, 该技术是 1998 年在巴黎高等矿业学校机器人中心开发出的。当时, 前主管 Claude Lurgeau 领导的团队正在研究机器人和智能运输系统 (ITS)。该团队参与了 Eureka Prometheus 项目, 这是欧盟资助的首批专注于自动驾驶的研发项目之一。在项目开始时, 自动驾驶车辆被视为一种机器人。因此, 该项目侧重于克服与移动机器人相关的挑战, 例如感知、定位、控制、快速移动能力、安全要求、与人类互动等。在那

时, Claude 团队的博士生 Bruno Steux 和 Pierre Coulombeau 的目的是开发计算机视觉算法和基于贝叶斯网络的数据融合, 以实现车辆感知和准确定位。他们的目标是在配备前置摄像头、前置雷达和初代激光雷达扫描仪的原型车辆上实时执行这些算法。两人很快意识到, 他们 90% 的时间都花在了软件架构上, 而不是花在作为论文核心的算法上。他们需要一个模块化 (基于组件) 的环境来管理其复杂软件的不同部分, 例如多个车辆传感器的数据采集和数据处理, 以及用于离线工作的可视化、记录和回放功能。此外, 他们还决定整合时间戳和数据同步流程, 以确保不同数据流和异步数据源之间的传感器数据融合能够顺畅、一致。由于市场上的开发工具都不能满足他们的要

>>

“我们的大多数客户都使用RTMaps来开发辅助驾驶和自动驾驶算法。”

求，他们开发了自己的软件解决方案：RTMaps（实时多传感器应用）。几个月后，另一个名为CarSense的欧洲项目财团正在积极寻找一种针对车辆上众多摄像头、雷达和激光雷达传感器的数据记录解决方案。他们测试了RTMaps，发现它的效果非常好，这激发了Claude和Bruno的灵感，他们认为基于该软件可能在将来对汽车工业有所帮助，因此他们创立了一家公司。

对于Intempora而言，最初具有里程碑式意义的事件是什么？

在2002年于凡尔赛举行的IEEE智能汽车研讨会上，巴黎矿业学院展示了一辆自动驾驶原型车，称为LaRA，该原型车使用RTMaps作为车载数据处理软件。该车辆以超过100 km/h的速度在跑道上行驶，没有驾驶员控制方向盘，而是使用了一个摄像头进行横向控制，后备箱中有一台Pentium II计算机。2004年，作为Intempora的首批客户之一，

LIVIC实验室推出了一款功能相似但具有横向和纵向控制的完全自动驾驶车辆。几年后，美国的Grand DARPA挑战赛发起了一场世界范围的自动驾驶竞赛。DotMobil团队携RTMaps参加了挑战赛。2008年在纽约举行的ITS展览会上，RTMaps也在SwRI汽车上亮相。如今，我们在全球各地都有客户，其中一些客户已经使用我们的解决方案超过15年了。不用说，一直以来，我们的软件也在飞速发展并进行了深度优化。

您关注自动驾驶的发展已经有一段时间了。要让自动驾驶汽车上路，我们必须克服哪些主要挑战？

在谈到自动驾驶汽车时，我们必须区分机器人车辆和个人车辆。前者配备了大量传感器和计算资源，发展速度相当缓慢。而个人车辆必须具有高性价比，并遵循不同的维护周期。为了实现Level 5自动驾驶（个人）车辆（可进一步高速开发）的公路驾驶，我们仍有许多挑战需要克服。主要挑战是确保所有驾驶条件和情况下的安全性。安全是获得认可和主管部门批准大规模量产的先决条件。实现安全涉及多项技术挑战，包括：

传感器在所有条件下的准确度和效率：

传感器的分辨率和范围不断提高。我们需要结合传感器技术使得自动驾驶车辆能够适应各种情景，诸如夜晚、雨雾、下雪等。

把握软件复杂性：

自动驾驶车辆是高度复杂的实时系统，需要复杂的软件来处理大量高带宽数据流。我们必须并行执行多个可靠而高效的算法和软件任务，同时对执行时间、延时和错误管理进行安全限制。



成功案例：Navya穿梭巴士

为了开发自动驾驶的复杂功能，NAVYA，自动驾驶穿梭巴士的领先供应商之一，使用了多传感器开发环境RTMaps。“自该公司成立以来，我们就一直携手共进。Navya团队已经有250名员工，目前仍在飞速发展，并且已经在全球范围内运营着超过150辆汽车。”Nicolas du Lac说道。RTMaps是许多开发人员日常使用的工具。“我们很自豪能够帮助Navya获得成功。”du Lac解释道。

Nicolas du Lac是Intempora的首席执行官。



数据管理和算法验证：

数据是自动驾驶车辆的虚拟燃料。为了训练、测试和验证感知和深度学习算法，工程师必须收集不同驾驶条件下的各种大型传感器数据集。用于数据选择和后处理的数据注释、标记和管理工具以及仿真工具对于开发和验证可靠且安全的系统来说至关重要。最近被dSPACE收购以来，我们的软件工程师和咨询专家一直在密切合作，致力于为市场带来可靠且高效的解决方案。我们肯定会考虑接下来的计划。我们的目标是提供一个从原型开发到生产的独特软件工具链，以覆盖自动驾驶开发流程的所有阶段。我们的新想法也在不断地涌现。

RTMaps是Intempora的核心解决方案。该软件有什么特别之处？使用它的客户有哪些？您能否简要介绍一个项目实例？

我们的大多数客户都使用RTMaps开发辅助驾驶和自动驾驶算法，但有些客户还在其它应用和领域中使用RTMaps，包括自动驾驶列车、机器人、海上风力涡轮机、智能后视镜、检测机器人、仿真的驾驶员和飞行员行为、移动导航地图系统、认知应用以及赛艇的系统和视频监控。我们的解决方案高度灵活，性能出众，受到了许多客户的青睐，其中一些客户认为RTMaps是大大加速其开发流程的真正推动因素。Valeo在不同国家/地区的研发中使用RTMaps。我们最近与他们建立了技术合作伙伴关系，目标是在RTMaps AI Store中发布Valeo Drive4U Locate算法。Valeo Drive4U Locate是Valeo为自动驾驶开发的经济实惠、精确可靠的本地化和地图导航解决方案。这种专有的SLAM能够在GPS信

号有限或没有信号的情况下实现厘米级精度的定位。该算法采用RTMaps进行开发，并在巴黎街头用Level 4自动驾驶车辆进行了验证。

RTMaps的补充解决方案包括您的新数据标注软件，RTag和Intempora Validation Suite (IVS)。这两种解决方案的功能是什么？

RTag是用于移动设备的标注软件应用程序。利用RTag，可以轻松地进行人工监控车载数据记录器，并在驾驶过程中人工标注记录历程，以识别相关场景。Intempora Validation Suite (IVS) 是一个基于云的软件工具链，用于对ADAS和AD软件功能进行训练、测试、基准比较和验证，包括针对存储在大型数据架构（云或本地）中的大型驱动传感器数据记录的感知和深度学习算法（例如，使用RTMaps设计）。

与dSPACE的合作对于国际客户关系的维护有哪些帮助？

此次收购得到了全球客户和合作伙伴的认可。这无疑开启了我们公司历史的新篇章。我们将一如既往地努力工作，为所有用户提供一流的软件解决方案。我们与dSPACE的合作进展很顺利，因为我们已经进行了许多战略讨论。通过此次收购，我们能够在客户项目中提供更出色的支持。

与dSPACE的合作对于技术开发方面有哪些影响？

技术正在快速发展，我们也在不断完善和开发我们的解决方案，努力将先进的软件投向市场。我们正在与dSPACE合作，以提供无缝且完整的端到端工具链。我们还在为IVS开发新的增强功能，并集成了来自

understand.ai 的工具，它是dSPACE家族中另一家子公司。我们继续与NVIDIA、NX和Renesas等半导体公司建立技术合作伙伴关系，以确保更好地满足客户期望。我们还与dSPACE咨询专家一起制定我们的产品路线，进一步确定我们应对未来挑战的战略方法。

关于贵公司的产品，客户可以联系谁？

最好是联系所在地区的dSPACE公司和客户经理。dSPACE在世界各地设有办事处，因此能够以当地语言提供更出色的个性化支持。

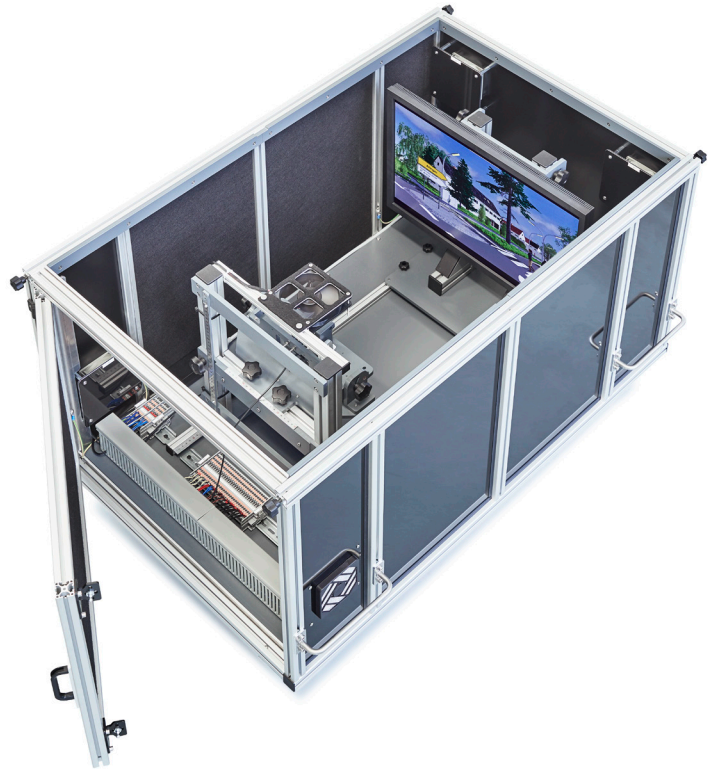
感谢您接受采访。

使用仿真的驾驶场景测试摄像头ECU

在自动驾驶车辆中，解读摄像头环境图像的电子控制单元 (ECU) 起着关键作用。dSPACE 提供了一个测试这些摄像头 ECU 的系统，其中包括 dSPACE 视频暗箱、dSPACE SCALEXIO 仿真器和 dSPACE 软件。

仿真平台

dSPACE 硬件在环测试系统 SCALEXIO 是一个成熟的平台，可快速投入使用。HIL 测试具有众多优势，为客户带来了极大的便利，包括测试的可靠复现性、测试自动化功能以及测试流程中节省的时间。dSPACE Automotive Simulation Models (ASM) 也可以进行集成，以便对车辆、其他交通参与者和环境进行仿真。dSPACE Sensor Simulation for Camera 可让用户在高清显示器上直观地看到驾驶测试的情况。



应用示例：驾驶场景在屏幕上回放至摄像头，以测试相关 ECU。不仅可以对摄像头进行单独定位，此外，还可以安装不同的镜头，以确保为不同类型的摄像头创建清晰的图像。在操作过程中，暗箱将关闭并完全变暗，以防止产生干扰的光线反射和眩光。

适用的应用案例：NCAP 碰撞测试

dSPACE 视频暗箱可以应用于实现 New Car Assessment Program

(NCAP) 碰撞测试。通过使用 dSPACE 测试自动化软件 AutomationDesk 能够创建测试序列。这些测试序列可以自动开始，以提高测试流程的效率。dSPACE SYNECT 是管理不同测试变体的理想之选。AutomationDesk 和 SYNECT 这两种软件产品都有助于促进测试变体的完成并提高测试质量。■



ECU 评估 dSPACE MotionDesk 中显示的驾驶场景并做出相应的响应。测试包括验证是否对环境目标（如其它车辆、行人、路标和树木）进行正确检测和分类。







新板卡可用于以下SCALEXIO 系统 (从左到右) : SCALEXIO LabBox、SCALEXIO AutoBox、SCALEXIO 机架系统、SCALEXIO定制化机架系统。

SCALEXIO系统的新功能

新硬件不断扩展SCALEXIO系统的功能和性能范围。下列产品进一步增强了SCALEXIO 产品组合，特别是在电动汽车领域，并为高动态响应电驱动

概念以及相关动力电子装置的功能开发和ECU测试提供了定制化解决方案。■

产品	说明
DS6121 Multi-I/O Board 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 多I/O板卡，专门应用于电机和动力电子装置的动态控制 ■ 各种接口，用于处理编码器信号、同步电流/电压测量以及生成多通道PWM信号 ■ 集成传感器供电
DS6651 Multi-I/O Module 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 用于SCALEXIO FPGA板卡的I/O扩展组件 ■ 非常适合开发和测试电驱动及电力电子领域的高动态响应控制 ■ 6个功能强大的模拟输入和输出信道以及16个数字信道 ■ 最多可将五个模块连接到一块dSPACE FPGA 板卡上 (DS2655、DS6601、DS6602)
DS6342 CAN Board 	<ul style="list-style-type: none"> ■ CAN总线板卡，具有八个独立的 CAN/CAN FD通道 ■ 非常适合需要大量 CAN/CAN FD通道的应用
DS6321 UART Board 	<ul style="list-style-type: none"> ■ UART总线板卡，具有四个可独立配置的控制器，支持下列通讯协议 RS232、RS422、RS485 和K-Line ■ 非常适合通过串行接口将SCALEXIO系统连接到控制单元或外部设备

MicroAutoBox III Embedded PC – 计算密集型车载任务的理想PC扩展

新型MicroAutoBox III Embedded PC十分适合车载应用，既可以作为MicroAutoBox III 实时系统的PC扩展，也可以作为独立的PC系统。Intel® Xeon® 服务器处理器体积小，但是性能强大，可以为要求苛刻的基于 Linux® 和 Windows® 任务提供高处理能力，其中包括驾驶辅助(ADAS)应用，例如运行多传感器软件RTMaps和 ROS（机器人操作系统）或信息娱乐和远程通信应用。您还可以方便地在车内运行dSPACE

软件（包括ControlDesk），以减少驾驶测试中额外需要的设备（如笔记本电脑）的数量。这使您可以将显示各种状态的显示器或触摸屏以及仪表盘直接连接到MicroAutoBox III系统。

为了在驾驶测试过程中访问内部MicroAutoBox III数据，您可以选择集成一个包含GNSS接收器的可选LTE模块。这样，就可以将数据直接发送到云或其它服务器等等。通过两

个10 Gb以太网接口 (10GBASE-T)，您可以连接高带宽传感器，例如摄像头。我们还可以为Embedded PC配备 WLAN、CAN FD和BroadR-Reach 等扩展组件。■





电力电子装置的高级仿真 - 轻松入门

在电动汽车行业，为未来的充电基础设施开发解决方案成了许多制造商目前面临的挑战。无论您是在公共场所使用电力电子装置进行快速充电，还是在家中利用车载充电技术通过壁挂充电盒进行夜间充电，采用智能方式控制电力电子装置是其中的关键。但是，如何高效地测试控制算法并获得最高性能呢？人工创建实时模型通常很耗时，而且需要大量的专业知识。借助Electrical Power Systems Simulation(EPSS)套件，dSPACE提供了一个全面的工具箱，可支持您完成此任务。无论您是使用复杂的拓扑还是使用紧凑型

整流器和直流/直流转换器：利用工具箱，您只需单击几下鼠标即可从电路图生成实时模型。结合EPSS工具箱的优化算法，dSPACE DS6601和DS6602 FPGA基板现在可以实现更高的开关频率和更大的模型拓扑。对于具有特别高性能要求的电路，dSPACE工具箱提供半自动模型拆分：算法会分析整个电路并提供有关资源消耗和稳定性的信息，以确定模型拆分的最佳切割点。通过使用新的光学高速通信接口（数千兆级收发器，MGT），大型拓扑可以轻松地分布在多个FPGA中进行仿真。■

dSPACE V-ECU特别小组

通过早期的ECU软件虚拟验证与基于PC的仿真平台，成功设计出特别高效的开发流程。通过支持和集成不同的建模方法和标准，可以快速实施逼真的仿真环境。作为虚拟ECU的PC仿真平台，dSPACE VEOS还提供额外的价值，例如将测试前置。我们的软件支持多种仿真格式，如 Simulink

implementation containers (SIC)、Functional Mock-up Units (FMU)、残余总线仿真 (BSC) 和虚拟ECU (V-ECU)。通过各种接口（如XCP和XIL API）能够方便地进行验证。

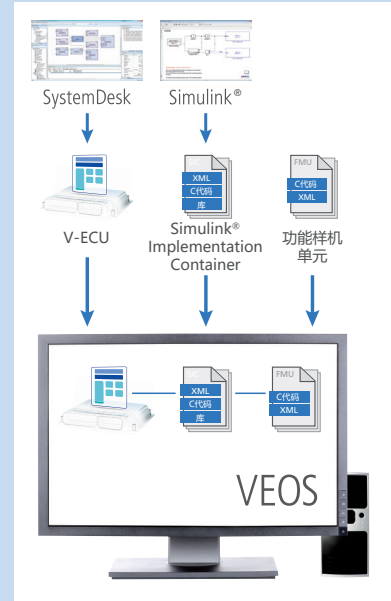
基于在虚拟验证领域多年的经验，我们知道挑战不在于仿真本身和测

试集成，而在于对仿真所需的工件进行虚拟化。由于虚拟ECU的复杂性不同，需要许多流程，特别是虚拟ECU的生成。只使用应用软件（level 1）创建 V-ECU 相对简单，但MCAL级别（level 3）的 V-ECU 的应用和基础软件可能对基础硬件有相当大的依赖性。除了在创建 V-ECU 时必须克服的技术挑战之 >>

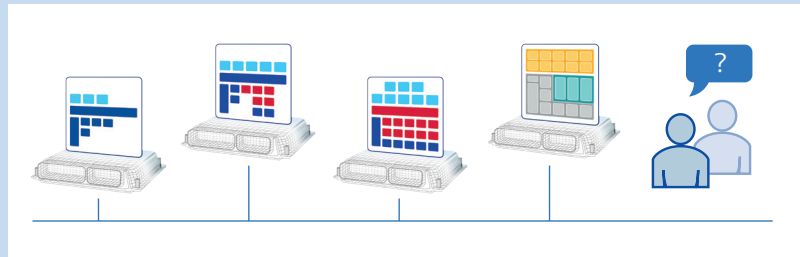
外，ECU的不同软件管理人员在虚拟化过程中还发现了公司政策因素和流程相关的影响。例如，如果OEM通常只对应用软件的一部分负责，则应用软件的大部分以及基础软件的大部分都可能由不同的供应商提供。虽然硬件在环 (HIL) 测试中的被测系统 (SUT) 是真实的 ECU，但软件在环 (SIL) 测试中的SUT由各种工件组成，这些工件仅代表真实ECU的一部分，并且必须传输到V-ECU。测试人员面临着巨大的挑战，特别是当测试从HIL前置到SIL进行时，因为V-ECU涉及的各方与典型HIL测试涉及的各方不同。

为了帮助我们的客户成功应对这些挑战，dSPACE成立了V-ECU 特别小组。我们希望能够帮助我们的客户成功使用我们的SIL工具链，并在V-ECU生成过程中为他们提供特别支持。为此，我们汇集了来自产品开发和工程服务部门的技术专家，他们可以快速而灵活地为客户提供帮助。该团队在V-ECU工作流程方面拥有丰富的经验，还能帮助客户应对涉及不同方的挑战。V-ECU特别小组不仅支持 V-ECU 的生成，还支持将V-ECU或SIL 工具链集成到测试流程中。

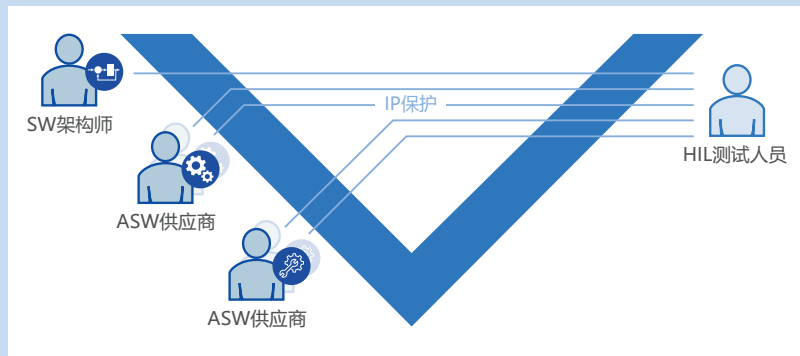
您可以通过销售代表或直接通过 V-ECU_TaskForce@dSPACE.de 联系 V-ECU特别小组。



VEOS处理各种来源的数据。



根据AUTOSAR等标准的要求，通常不可能进行硬件和软件层之间的清晰分离。



在SIL验证中，与HIL验证相比，不同方之间相互作用，带来了新的挑战。



我们的解决方案 – 助力成功之路：

在过去的几个月里，我们帮助客户一起实现了许多转向和制动测试台架。

dSPACE



dSPACE加速 汽车电动化

dSPACE能够快速、可靠地实现电动交通领域中的众多愿景，因为我们早已熟悉电驱动的特殊要求。针对电机、电池系统、燃料电池以及充电基础设施的开发和测试，我们为世界各地的客户提供了一站式、不断创新、可扩展的工具链。因此，电动汽车将更快地成为切实可行的替代出行方案。www.dspace.com

dSPACE