

# dSPACE MAGAZINE

1/2018



P3

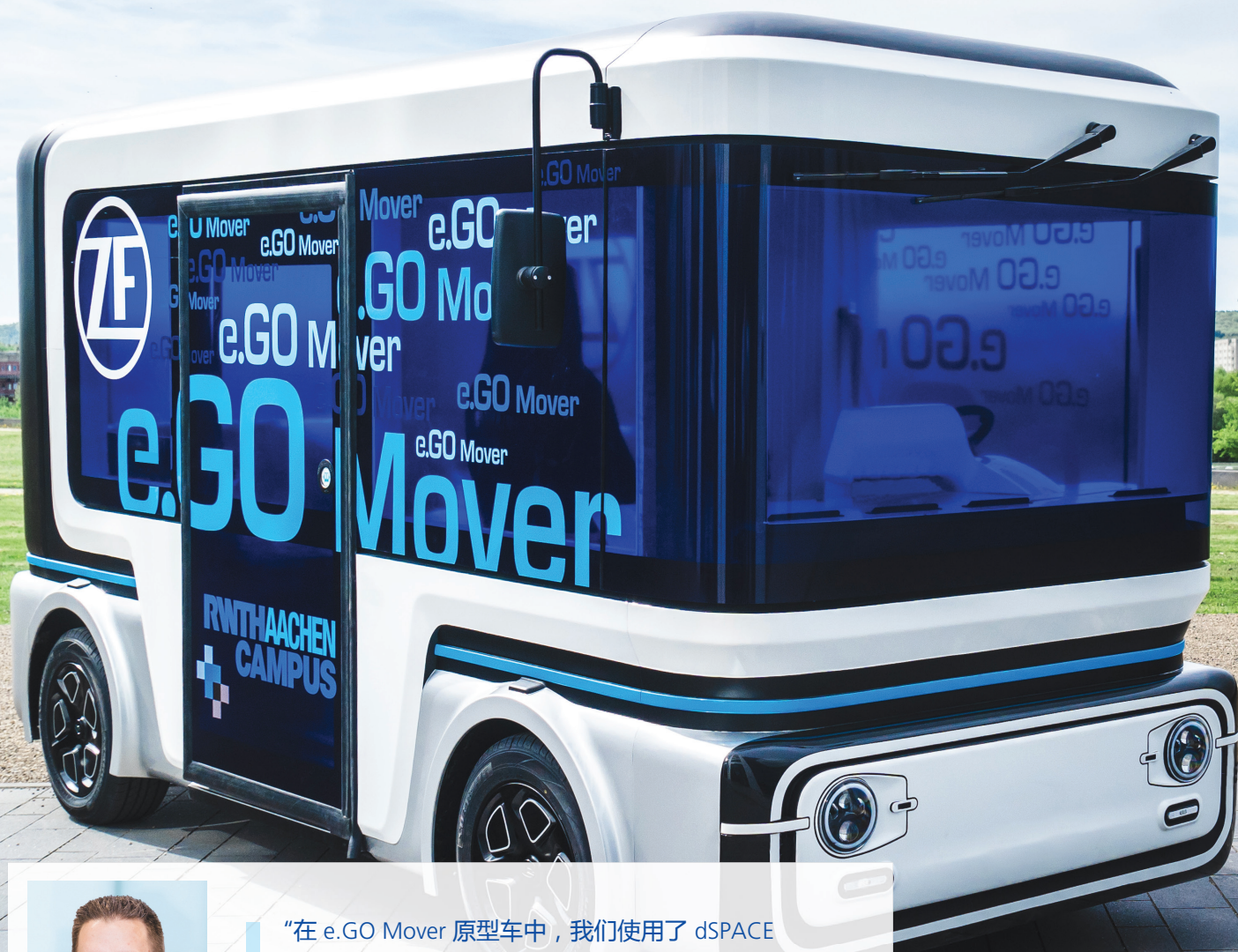
灵活的自动驾驶功能开发测试  
平台 | 第 18 页

Daimler – 借助 360° 仿真器逼真的虚拟驾驶来  
测试车辆性能 | 第 6 页

FAW – 兼容AUTOSAR 的电动汽车高效开发 | 第 10 页

## 自动驾驶电动汽车

e.GO Mover 是一款可以进行广泛应用的小型公共汽车，它既可以载客，又可以承担私人和公司货运任务。e.GO Mobile AG 是一家电动汽车合资创业公司，总部设在德国亚琛。该公司开发的电动小型公共汽车被设计用于城市交通。这款全电动、高度自动化的交通工具提供了基于app的城市出行解决方案，为城区交通带来了便利。为了契合城市出行概念，e.GO Mover 同时支持驾驶员手动驾驶和车辆高度自动化操作。e.Go Mover利用dSPACE的快速控制原型系统MicroAutoBox开发车辆的控制功能，诸如：驱动、能量回收，以及电子助力转向控制，或对高度自动驾驶系统执行器进行控制。这样，即使没有目标硬件，开发人员也可以开发和测试驾驶功能。



“在 e.GO Mover 原型车中，我们使用了 dSPACE MicroAutoBox 来开发核心功能，并控制执行器，以实现高度自动化驾驶。”

e.GO Mobile AG 自动驾驶高级经理 David Will



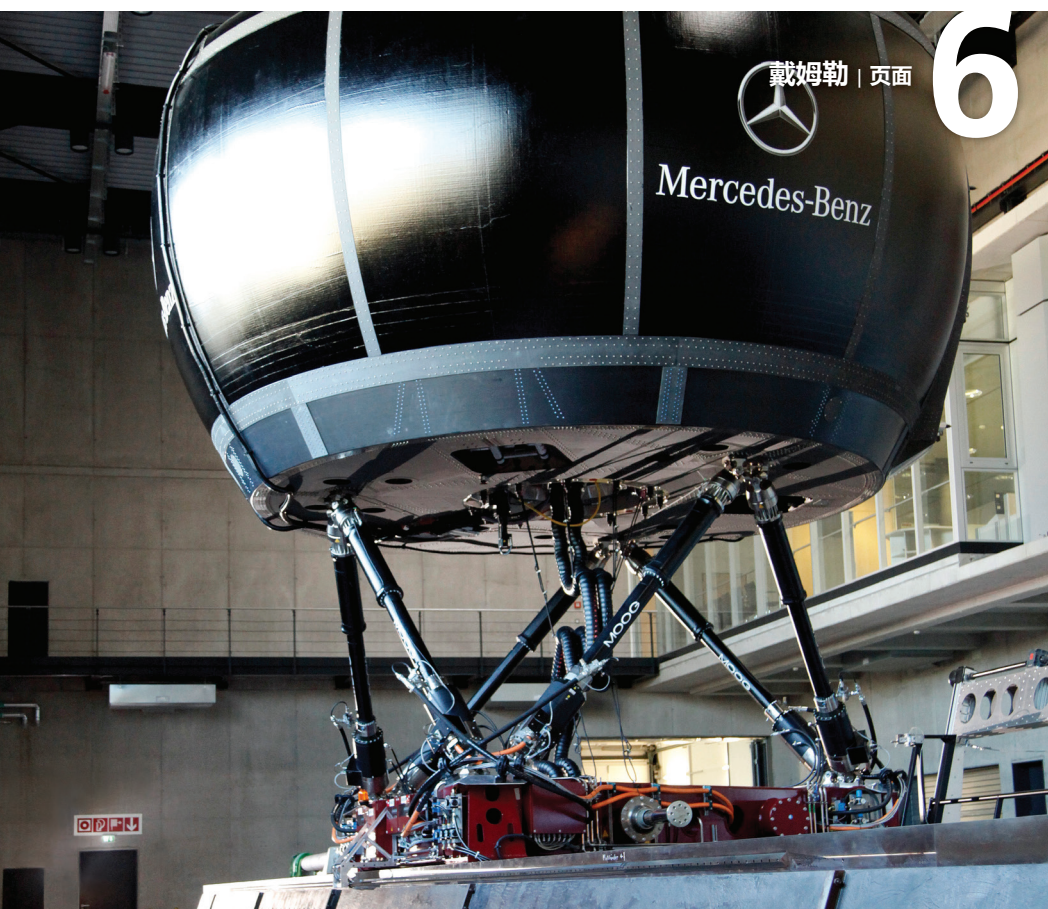
“现在是开启 dSPACE 新时代的好时机。”

多年来，我都会为每期 dSPACE 杂志撰写一篇前序。这将是我最后的一篇序，因为我将公司管理权转交给了新一任 CEO。Martin Goetzeler 自 3 月 1 日起担任公司首席执行官。截至 2018 年年底，我们将共同经营公司。之后，Martin 将独自担任 dSPACE GmbH 及 dSPACE 所有子公司的首席执行官。dSPACE 仍是 Hanselmann 家族的企业，而我本人也将担任其他职务，参与公司事务。dSPACE 今年举行了三十周年庆。我早先是一名控制系统和电气工程师。出于对软件的浓厚兴趣，我在 1987 年成立了本公司。我当时与三位大学里的年轻同事组成了一个团队，并撰写了一份商业计划书，着手募集资金。幸运的是，我们成功了。北莱茵-威斯特法伦州给我们提供了经济资助，一家银行也批准了我们的贷款。之后发生的事情已经不能逐一叙述。但是除了受 2009 年经济危机的影响外，公司始终在不断前进和发展。起初，我们没有想到会取得如此大的成功。但是现在，我相信这样的好势头会一直持续下去。我们的公司正在蓬勃发

展。我们知道我们必须应对一些重大挑战，因为我们工具面向的技术领域和应用方面正在发生巨大变化。因此，这似乎是 dSPACE 进入下一个发展阶段的大好时机。我本可以再留任几年，但是，我认为在市场局势平稳的时候做出改变会更好。这使我们有机会主动出击，而不是被动应对。虽然 Martin Goetzeler 没有相应的学术背景，但是，dSPACE 的团队拥有许多优秀的工程师和技术人员，他们可以并且一定会鼎力支持。Martin 的优势在于其多年来在多家技术型公司担任 CEO，包括一家大型高技术公司以及一家中型高技术公司，因此拥有丰富的管理经验。这正是 dSPACE 所需要的，因为公司的规模在不断壮大。我知道 Martin 非常重视客户关系。我们已经一起拜访了客户，希望让更多的客户有机会亲自见到 Martin。因此，我对公司未来的发展以及与客户持续良好合作充满期待。

Herbert Hanselmann 博士

*有关 Herbert Hanselmann 的深度访谈及其个人对 dSPACE 三十年风雨历程的回顾，请参见第 52 页。*



戴姆勒 | 页面 **6**



ACENTISS | 页面 **14**



慕尼黑工业大学 | 页面 **30**

**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、  
Patrick Pohsberg、Sonja Ziegert

**本期杂志合作伙伴：**

Alicia Garrison、Matthias Deter、Gregor Hordys、  
Radoslaw Lapko、Björn Müller、Tobias Schaeffer、  
Tino Schulze

**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：Dean Burton

**© 2018 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](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



TULA | 页面

26



采埃孚 | 页面

36

3 编者按

## 客户

6 戴姆勒  
灵活的试车道  
借助六足 360° 驾驶仿真器在可复现条件下测试新的驾驶概念

10 一汽  
精益求精  
未来纯电动驱动和混合动力驱动基于 AUTOSAR 的开发

14 ACENTISS  
电气起飞  
开发全电动自动驾驶飞机

18 P3  
基于传感器驾驶  
开发 ADAS 和自动驾驶功能

26 TULA  
加快发动机验证  
借助虚拟验证, 可将确认和验证活动的时间减半

30 慕尼黑工业大学  
快速起动  
从静止加速到 3 万转只需 2.6 秒

36 采埃孚  
虚拟扭矩  
通过仿真驾驶测试和实际负载对采埃孚动力传动系统进行测试

## 产品

40 RTMAPS  
环境识别  
使用 SLAM 算法进行环境识别

44 电动汽车  
助力未来  
用于电动开发、测试和仿真的解决方案

48 汽车以太网  
非一般的总线  
dSPACE 工具链中的汽车以太网

## 商业

52 访谈  
辉煌离任  
dSPACE 首席执行官三十载风雨历程 - 回顾

## 简讯

56 开发适用于 AURIX™ 2nd Generation 安全相关功能

56 dSPACE 工具链之 Python 3

57 MotionDesk - 现实照明条件可视化

58 ConfigurationDesk 和 Bus Manager - 提高 RCP 和 HIL 应用的效率

## dSPACE on Board

59 宝马: 自动驾驶  
DLR: 太空中种植西红柿  
虚拟车辆: 自动驾驶演示车



# 灵活的 试车道

借助六自由度 360° 驾驶仿真器在可  
复现条件下测试新的驾驶概念

为了查明和验证底盘、车辆动力学控制器和高级驾驶辅助系统的概念，戴姆勒公司在公路上进行驾驶测试，还采用了驾驶仿真器。采用这种方式的最大优势是试驾员和实车都可以引入到仿真测试中。

**戴**姆勒在辛德芬根的 360° 驾驶仿真器用于广泛的车辆动力学测试，其体积庞大，占据了工厂里一个非常大的车间。该仿真器至少有六自由度，可以容纳整辆乘用车。一个可绕枢轴旋转的圆顶连接一个六角架（六足平台）。由机电主轴执行器组成的六条腿可以通过协调的伸展收缩运动将圆顶移动到各种位置。通过将轨道与六足运动相结合，仿真器可以尽可能逼真地模拟出所有相关的驾驶状况。运动系统动力学的设计基本上以车辆动力学研究的要求为基础，并在最大程度上进行扩展。

### 逼真的驾驶状况模拟

当运动系统对加速度进行仿真时，图像生成系统能够将持续运动实现可视化，为驾驶员打造逼真的驾驶状况。此外，还有多台投影仪为圆顶内的驾驶员打造 360° 全方位视角。圆顶内的车辆用数字显示屏代替了侧方后视镜，实现虚拟后视镜效果。通过将图像和交通场景仿真软件与复杂的声音系统相结合，可以全面、逼真地展现整个驾驶状况和操控情况。

### 中央控制系统

驾驶员的所有操作，例如加减速和转向操控，都会传输到计算机系统，以便实时计算车辆的运动，并将相关命令发送到驾驶仿真器的电子组件。运动系统将计算出的车辆运动发送到仿真器，虚拟车辆随后像在真实的道路上行驶一样：制动时，驾驶员身体会向前倾；加速时，会产生推背感；高速转向时，则会感受到离心力。客舱通常指动力系统和悬挂系统均已拆除的乘用车。操作与实车相同。当驾驶员转动方向盘时，执行器在方向盘上施加反馈力，该反馈力由车辆模型计算 [1]。

### 车辆仿真的要求

车辆模型会接收驾驶员输入并对车辆运动进行实时仿真。系统实施各种仿真程序，以满足底盘、车辆动力学控制器和驾驶辅助系统的不同要求。驾驶仿真器有灵活的接口，可以在各种程序中连接车辆模型 [1]。对于车辆动力学测试而言，车辆行为的可复现性显得至关重要。因此，车辆模型必须尽可能准确地对底盘进行仿真，并且尽可能简单。大多数应用的车辆模型不使用结构部件和安装件。各模型通过查找表进行描述。这样，模型不仅可以提供足够的精度，而且能保持实时性。 >>

*图像生成系统会在圆顶仿真器产生逼真的视觉影像，而运动系统则会产生相关的加速度，例如，在制动和转弯时。*



### 设置虚拟车辆

自 2013 年起，戴姆勒公司一直使用 dSPACE Automotive Simulation Models (ASM) 工具套件作为驾驶仿真器中的实时模型，以评估底盘开发期间乘用车的操控特性。利用驾驶仿真器，可以主观地评估底盘设计在横向动力学方面的驾驶行为。通过在驾驶仿真器中不断开发操作系统并优化 ASM 模型，测试范围也得到了扩展。在此过程中，已经执行的测试如下：

#### ■ 根据横向动力学调整悬架

通过 ASM 模型，可以为底盘系统设计弹簧、稳定杆和减振器的特性。根据主观标准（例如敏捷性、偏航行为和转向行为）改变模型参数即可调整

特性。即使在没有骡车的早期阶段也可以评估和优化操纵特性。

#### ■ 主观比较不同的底盘系统

除了悬架和减震系统对车辆动力学和驾驶体验的影响外，我们还研究了运动学、合规性、载荷条件和轮胎所产生的影响。利用驾驶仿真器，可以进行灵敏度分析，例如研究衬套刚度对自动转向行为的影响。这种分析不仅能帮助开发悬架概念，而且也是实际驾驶测试的有力理论支撑。一方面，通过修改或替换 ASM 模型中的查找表和值，可以非常容易地调整底盘参数。但在实车环境中，参数调整并非易事。另一方面，通过简单地交换模型参数可以更有效地执行测试，因为

测试者可以专注于比较和评估不同的底盘类型，不会受到其它干扰。

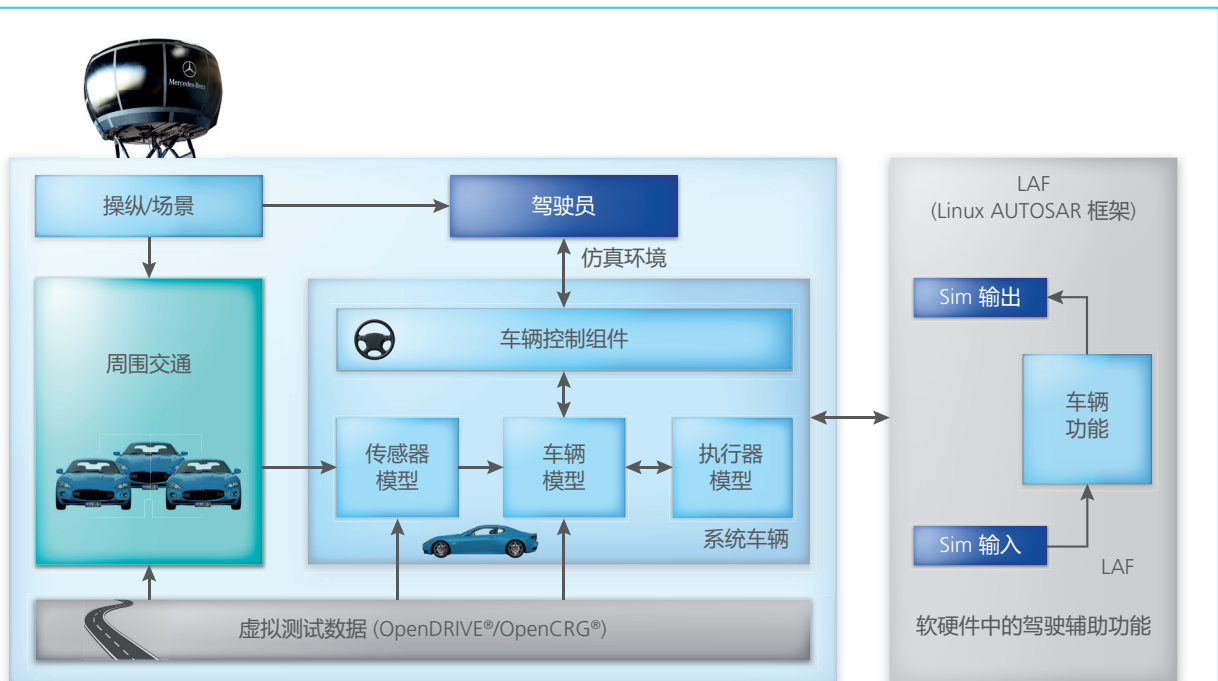
#### ■ 在特定驾驶操控期间记录驾驶员的反应

在闭环操控离线仿真期间，驾驶员精确建模是一项挑战。驾驶仿真器能够在测试期间记录驾驶员输入动作，例如方向盘角度以及是否加减速。因此，可以基于记录的数据来优化驾驶员模型。

#### ■ 评估新的底盘功能

底盘系统的创新理念和新概念可以在车辆开发的早期阶段进行测试和评估，从而提高驾驶舒适性和车辆动力学，而无需设计组件和搭建骡车。

下图为控制六角架的仿真环境设置示意图。车辆动力学通过 ASM 工具套件来实现。







在由 ASM 工具套件仿真的阶跃转向操控中，叠加表示两种不同底盘类型的车辆行为。点击此链接观看驾驶操控的视频：  
[www.dspace.com/goldMag\\_20181\\_steer](http://www.dspace.com/goldMag_20181_steer)

“在底盘预开发阶段，ASM作为一款实时模型，用于评估操纵特性。”

戴姆勒公司 Hans-Peter Schöner 博士

因此，可以在早期开发阶段和持续开发过程中让客户和专家对新理念和新概念进行评估。

### 多级驾驶测试

在驾驶仿真器中执行驾驶测试可分为三个步骤。首先，将现有的多车身仿真 (MBS) 建模传输至实时 ASM 模型。然后，在固定基座仿真器 (不带有运动系统) 中测试该模型，以验证所有底盘变体的数值在操控中是否都是稳定的。随后执行测试。在测试期间，测试参与者先后用两种不同底盘变体进行操控，然后进行比较。所有底盘变体的评估均会予以记录。最后，对所有测试结果进行评估和汇总。评估效果较好的底盘变体再次在 MBS 模型中进行仿真，以进行客观评估。主观评价及其敏感性分析可用作开发车辆组件和功能的参考。

### 总结

通过使用驾驶仿真器，汽车制造商可以在不同的开发阶段测试和评估车辆。

因此，可以大幅降低未来模型的开发时间。由此可见，通过车辆动力学可以快速安全地评估道路操控、驾驶体验和控制系统的应变能力。■

戴姆勒公司

杨若晨、Hans-Peter Schöner 博士



点击此链接了解运行中的驾驶仿真器：  
[www.dspace.com/goldMag\\_20181\\_FSIM](http://www.dspace.com/goldMag_20181_FSIM)

### 引用：

[1] Hans-Peter Schöner 工学博士：  
 “Erprobung und Absicherung im dynamischen Fahrsimulator”；会议论文：  
 SimVec - Simulation und Erprobung in der Fahrzeugentwicklung: Berechnung, Prüfstands- und Straßenversuch, Baden-Baden, Volume: 第17期  
 Kongress (VDI), 2014 年 11 月  
[www.dspace.com/goldMag\\_20181\\_SimVec](http://www.dspace.com/goldMag_20181_SimVec)

Hans-Peter Schöner 博士

Hans-Peter Schöner, 戴姆勒公司 (德国辛德芬根) 驾驶仿真和测试方法高级经理。



杨若晨

杨若晨在戴姆勒公司 (德国辛德芬根) 负责车辆模型设置和测试执行。





一汽集团 (FAW) 根据 AUTOSAR 标准开发未来的出行概念。该公司使用的虚拟电子控制单元 (V-ECU) 以及原型系统 MicroAutoBox II、产品级代码生成器 TargetLink 和系统架构工具 SystemDesk 都是 dSPACE 开发的产品，致力于在模型和 AUTOSAR 的基础上实现新的推进技术。



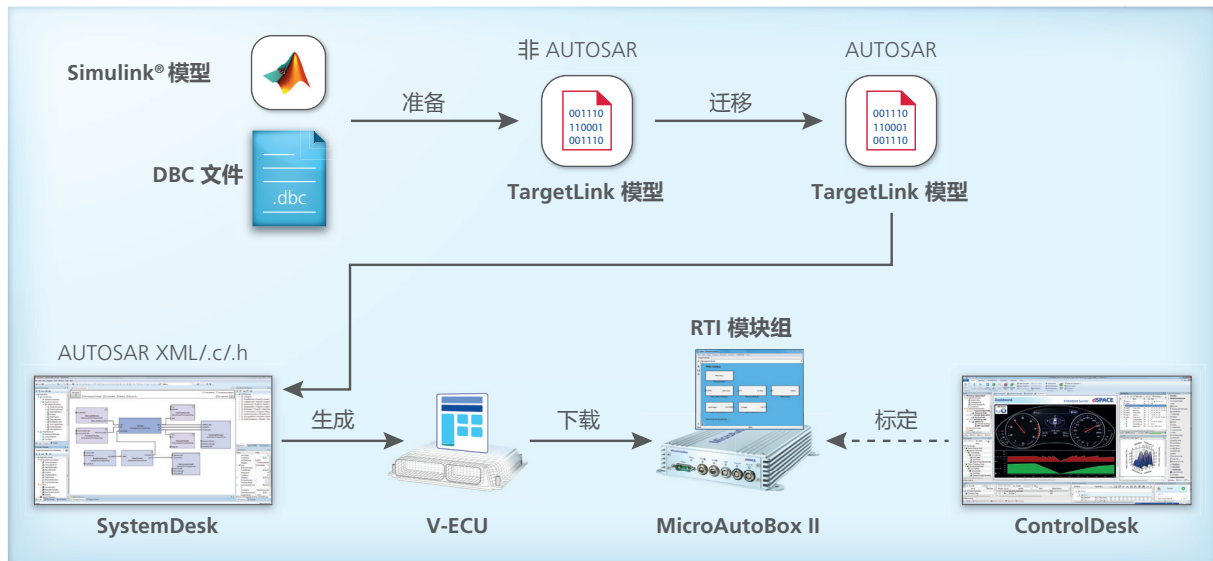
未来电驱动和混合动力驱动  
基于 AUTOSAR 的开发

# 精益求精

**在** 开发新款电动和混合动力车型时，一汽使用兼容 AUTOSAR 标准的控制器软件来推动纯电动和混合动力概念的发展。为此，一汽发起并实施了

一个原型开发项目。在实施此项目的过程中，现有的控制器模型迁移到兼容 AUTOSAR 的格式。除了基于工具的迁移之外，还必须通过快速控制原型等方法在车辆中测试新功能。一汽

最初使用的工具链不兼容 AUTOSAR 标准的开发，因此迁移需要进行大量更改。例如，新工具针对兼容 AUTOSAR 标准的流程进行了优化，并添加到现有工具链中。 >>



AUTOSAR 兼容 ECU 控制器软件的迁移过程。我们可以通过原型开发系统在车辆中测试控制器软件。

### AUTOSAR 迁移

迁移至兼容 AUTOSAR 标准开发的过程是基于 Simulink 模型和现有通信描述（来自最初非 AUTOSAR 开发项目）。为了生成与 AUTOSAR 兼容的软件结构，一汽的开发人员使用了 dSPACE TargetLink 以及许多 TargetLink 扩展程序。其中一个扩展程序便是 TargetLink AUTOSAR Migration Tool。只需单击一下即可将不符合 AUTOSAR 的标准 TargetLink 模型转换为 AUTOSAR 兼容模型。开发人员首先将 Simulink 模型导入 TargetLink，转换为 TargetLink 模型。然后，便可立即使用这些模型生成 AUTOSAR 兼容的代码以及 AUTOSAR 软件组件描述。一汽使用 AUTOSAR

Migration Tool 的配置选项能够灵活地实现自身软件架构的需求。因而，一汽能够创建与 AUTOSAR 兼容的软件组件 (SWC)，并用于其它开发任务。

### 虚拟 ECU 生成

一汽的下一个挑战是使用兼容 AUTOSAR 的软件组件进行车载测试。通过使用虚拟 ECU (V-ECU)，并利用其在 MicroAutoBox II 上运行的能力可以很好地解决这一问题。架构软件 dSPACE SystemDesk 是创建 V-ECU 的理想之选。一汽将新的 SWC 和 DBC 文件导入 SystemDesk 后，SystemDesk 提供了具有自动化功能的 ECU 配置框架。因此，可以对兼容 AUTOSAR 标准的配置和 V-ECU 的

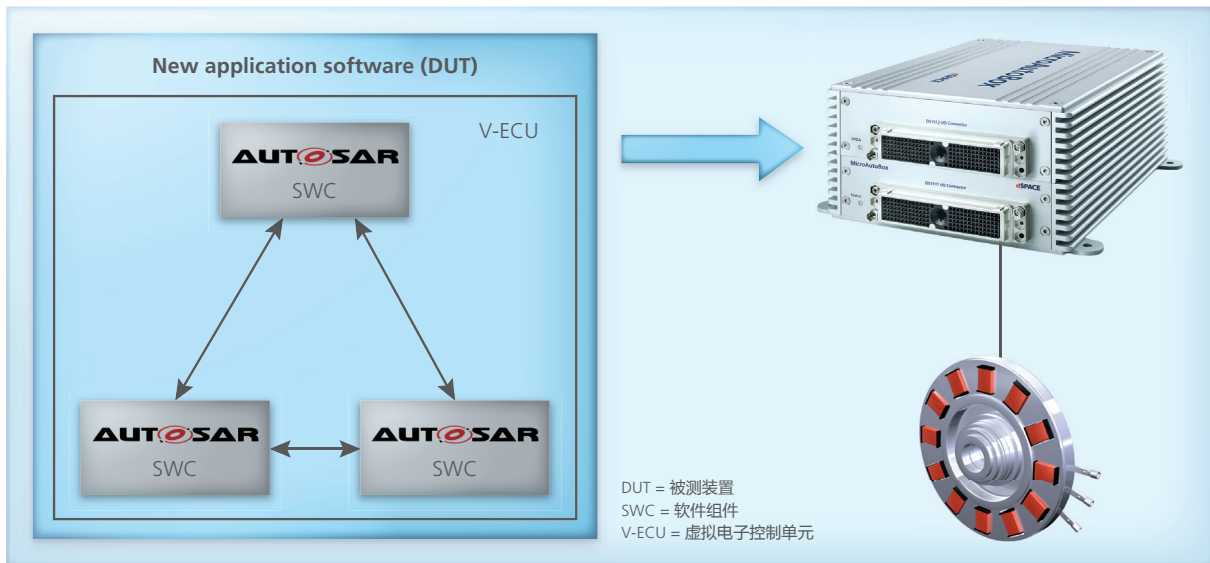
生成实现自动化。通过这些步骤和工具，一汽能够对其控制器软件进行迁移，进行兼容 AUTOSAR 的开发。

### 准备原型开发系统

一汽通过典型的原型开发来测试车辆中的新控制器软件，以确保其行为与非 AUTOSAR 软件版本完全相同。开发人员通过 Real-Time Interface (RTI) 模块组在 V-ECU 和 MicroAutoBox II 之间交换信息。他们还能够使用模块组轻松地将 V-ECU 的 I/O 和信号与 MicroAutoBox II 的 I/O 和通信接口进行连接。因此，MicroAutoBox II 在原型开发过程中发挥了车辆 ECU 的作用。

“无缝的 dSPACE 工具链能够提供所需的功能，并且易于使用，即使经验较少的开发人员也能够将控制器软件迁移到 AUTOSAR。”

吉国煌，一汽



控制器软件已迁移到 AUTOSAR 兼容的快速原型中，因此一汽可以在车辆中进行使用。

### 成果与展望

一汽成功完成了一个原型开发的核心项目，其课题是 AUTOSAR 兼容的电驱动控制器软件。由于 AUTOSAR 迁移有工具支持，所以开发人员能够专注于模型和新功能的开发工作。该项目的成果被用于进一步的优化和

改进，并将用于控制器批量生产。一汽能够高效获得研究成果，各团队也将继续采用新方法开发 ECU。他们还将继续使用由 dSPACE 产品 SystemDesk、TargetLink 和 MicroAutoBox II 组成的工具链。■

吉国煌、姜大力，一汽

“产品级代码生成器 TargetLink 在 ECU 软件的实现过程中发挥了重要作用，并将继续在新的 AUTOSAR 兼容的开发过程中提供支持。”

姜大力，一汽

## 概览

### 任务

一汽根据 AUTOSAR 标准开发新型电驱动和混合动力驱动控制器软件。

### 挑战

为兼容 AUTOSAR 的开发过程和非 AUTOSAR 软件的迁移设置工具链。快速将非 AUTOSAR 软件迁移到 AUTOSAR 并执行车载测试。

### 解决方案

通过使用无缝的 dSPACE 工具链，可以将控制器软件迁移到兼容 AUTOSAR 标准的结构，整个迁移过程十分简单，对操作经验的要求很低。MicroAutoBox II 与 V-ECU 相结合，用于测试车辆中符合 AUTOSAR 标准的软件。

### 吉国煌

吉国煌是中国长春一汽集团电池管理系统 (BMS) 的电子控制系统总工程师。



### 姜大力

姜大力是中国长春一汽集团 BMS 电子控制系统开发部的组长。



“电动出行”通常涉及道路交通，预计未来几年电动汽车的数量将会飙升。电驱动的优势众所周知，例如环保、紧凑性、低维护费用和低噪音排放，对于航空领域来说也是益处多多。例如，在飞机中使用电动机可以显著减少涡轮发动机和活塞发动机的维护工作，因此可以省下一大笔昂贵的维护费用。因此，全世界许多飞机制造商和供应商都在探索航空电驱动潜力。

#### ELIAS – 适用于无人驾驶任务的全电动飞行演示器

ELIAS (Electric Aircraft IABG AcentisS) 主要用于测试无人驾驶电动侦察和监视系统所用的技术 (图 2)。IABG 及其子公司 ACENTISS 最初的开发始于 2012 年，当时研究中心从 PC Aero 购买了 Elektra One 飞机，并将其转换为带有摄像头、数据链路和地面控制站的 ELIAS 系统演示器。ELIAS 可以由飞行员手动操作，也可以自动操作。在当前配置中，飞行员执行起飞和着陆操作。然后，飞机自动化功能将根据

预定义的航路点，以可控的方式进行飞机的飞行任务。航路点可以在飞行期间修改，或者根据地面站的直接指令修改，例如修改高度、空速和航向。飞机的空气动力学控制表面由具有集成电磁离合器的电动执行器进行控制。在任何时候只要按一下按钮，飞行员便可重新接管飞机飞行。地勤人员可以使用地面控制站的操纵杆来控制位于机身下方的传感器，例如平移摄像头、红外传感器或激光测距仪的视角方向，或者放大记录的图像。ACENTISS 与 Geiger Engineering 合作开发了两台起飞功率分别为 30 kW 和 40 kW 的双转子电动机。每个双转子电动机由两个电机组成，通过超越离合器驱动一个螺旋桨。如果一台电机发生故障，另一台电机可以继续驱动螺旋桨，但功率略有下降。控制器和锂离子电池的装置也有冗余设置。这意味着单电机可以达到双电机飞机的安全水平。在进行飞行推进试验之前，ACENTISS 使用自己的电机测试台架和慕尼黑工业大学的风洞进行了全面的测试。目前，一台 40 kW 双电

&gt;&gt;

图 1：飞机在环仿真用于对地面飞行控制算法进行全面测试。

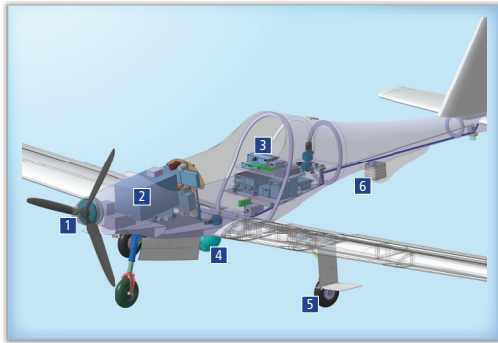




开发全电动自动驾驶飞机

# 电气 起飞

通过利用 ELIAS，ACENTISS GmbH 开发了一种全电动飞机作为侦察和监视系统的测试平台。有无飞行员均可进行操控。dSPACE 的 MicroAutoBox II 在飞机上用作飞行引导计算机。



- 1 电驱动装置，具有 20 kW 起飞功率和可控螺距螺旋桨
- 2 锂离子电池组
- 3 航空电子设备 – 包括 dSPACE MicroAutoBox II ( 作为飞行引导系统)、惯性参考系、雷达高度计和卫星导航系统 ( 支持 SBAS<sup>1)</sup> )
- 4 传感器 ( 摄像头、红外传感器、激光测距仪 )
- 5 电动伸缩式起落架
- 6 数据链路天线

<sup>1)</sup>基于卫星的增强系统 – 用于高精度定位的专用卫星导航系统。

## 技术细节

最大起飞重量	■ 350 kg
翼展	■ 11 m
机翼面积	■ 8.2 m <sup>2</sup>
最大速度	■ 150 km/h
巡航速度	■ 110 km/h
最大电机功率	■ 20 kW
最大航程	■ >150 km
最长飞行时间	■ 约 1.5 小时

图 2 : ELIAS 设置。机载 dSPACE MicroAutoBox 可作为飞行引导系统。

“MicroAutoBox II 是一款灵活可靠的机载飞行引导系统，它使我们能够迅速实施新算法，从而推动创新。”

Andreas Rohr , ACENTISS

机原型正用于飞行测试。这款新型的可伸缩起落架由高强度铝制成，可进行电动驱动。由于起落架使用弹性部件，几乎无需维护，唯一需要维护的是制动器。这款起落架已经使用了几年了。由于悬架支柱的轮廓为方形，所以不需要复杂的扭转连杆。

### MicroAutoBox II 引导飞机飞行

dSPACE MicroAutoBox II 作为机载 ELIAS，可执行飞行引导的核心任务，并在无人驾驶飞行期间执行地面控制站的指令。MicroAutoBox II 通过 CAN-aerospace 总线连接到飞行控制器。飞行控制器则通过控制电动执行器使气

动控制表面发生偏转，并通过控制推力来实现稳定和安全的飞行。必要时，可以通过 Embedded PC 扩展 MicroAutoBox II。MicroAutoBox II 还利用 Simulink 模型根据指定目的地、采集的风况和导航数据计算轨迹。然后，它以地理参考航路点的形式将轨

图 3 : 开发任务分布表





迹发送到飞行控制器，并传输高度和空速信息。MicroAutoBox II 还在起飞和着陆期间控制起落架伸缩，并监控电池的充电状态。使用 MicroAutoBox II 作为开发平台的一个主要优点在于 MicroAutoBox II 与 MATLAB®/Simulink® 之间能够直接建立连接，因而可以快速实现对飞行控制算法的更改。因此研究人员可以不断开发飞行引导软件，并根据不同的任务进行调整。在实验室测试之后，可以将软件加载到原型开发系统中进行飞机在环（HIL/ACIL）仿真和飞行测试。

### 地面和空中飞行测试

为了准备真正的空中飞行测试，飞机要在 IABG（ACENTISS 的母公司）的 ACIL 仿真中进行频繁的地面测试（图 1）。工程师不仅需要确认自动化飞行的状态，还须测试从手动飞行模式到自动飞行模式能否平稳切换。地面控制站可以通过无线或有线两种方式连接到飞机。

### 项目和资金支持

由于此计划包含在巴伐利亚航空研究和技术项目中，由巴伐利亚经济事务、能源和技术部来支持无人驾驶全电动飞行的技术开发。此计划还被纳

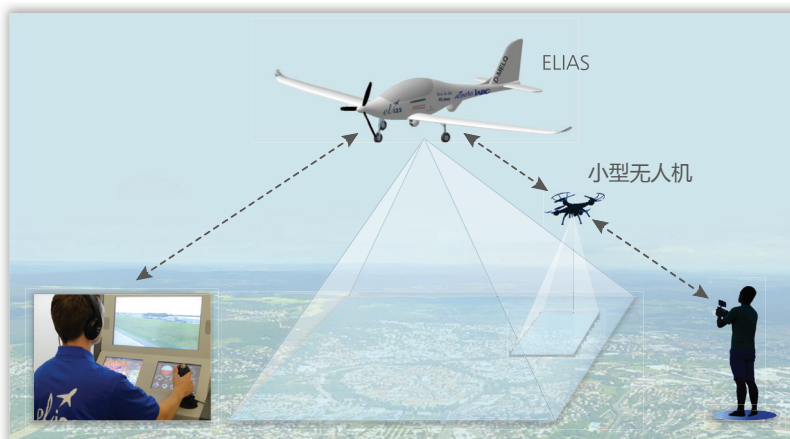


图 4：当 ELIAS 与小型无人机一起使用时，飞机可以执行大面积粗略扫描，并且充当无人机的数据链路继电器。与 ELIAS 相比，更小、更敏捷的无人机能够悬停，有利于近距离侦察，而且能够提供选定区域更详细的信息。无人机可以由飞行员在现场控制，也可以由地面站控制。

入了欧罗巴赞助项目，因此工业和研究领域的合作伙伴和 ACENTISS 共同开发带有飞行引导系统的自动飞行控制系统、电动伸缩式起落架、30 kW 和 40 kW 双电机以及电子数据链路（在地面控制站与飞机之间建立连接）。该系统于 2016 年年底在飞行测试中成功演示。在 2017 年开始的后续赞助计划 AURAS（全电动无人侦察和航空成像机载系统）中，开发出了飞机的自动起飞和着陆功能以及与小型无人机联合使用的地面控制站（图 4）。

### 展望

目前，ELIAS 与小型无人机结合使用的目标在于实现高效近距离侦察（图 4）。同时，紧凑型移动地面站针对未来的任务进行了优化。飞行测试安排在 2019 年，用以测试预编程的地面控制任务，包括自动起飞和着陆以及在现场与小型无人机结合使用。■

Hans Tönskötter 博士、Andreas Rohr，  
ACENTISS GmbH

#### Hans Tönskötter 博士

ACENTISS GmbH（总部设在奥托布伦）的机载系统高级经理 Hans Tönskötter 负责无人驾驶电力侦察系统技术的开发。



#### Andreas Rohr 工学硕士 (FH)

Andreas Rohr 是 ACENTISS GmbH（总部设在奥托布伦）的航空工程师和飞行员，负责飞机的持续开发。

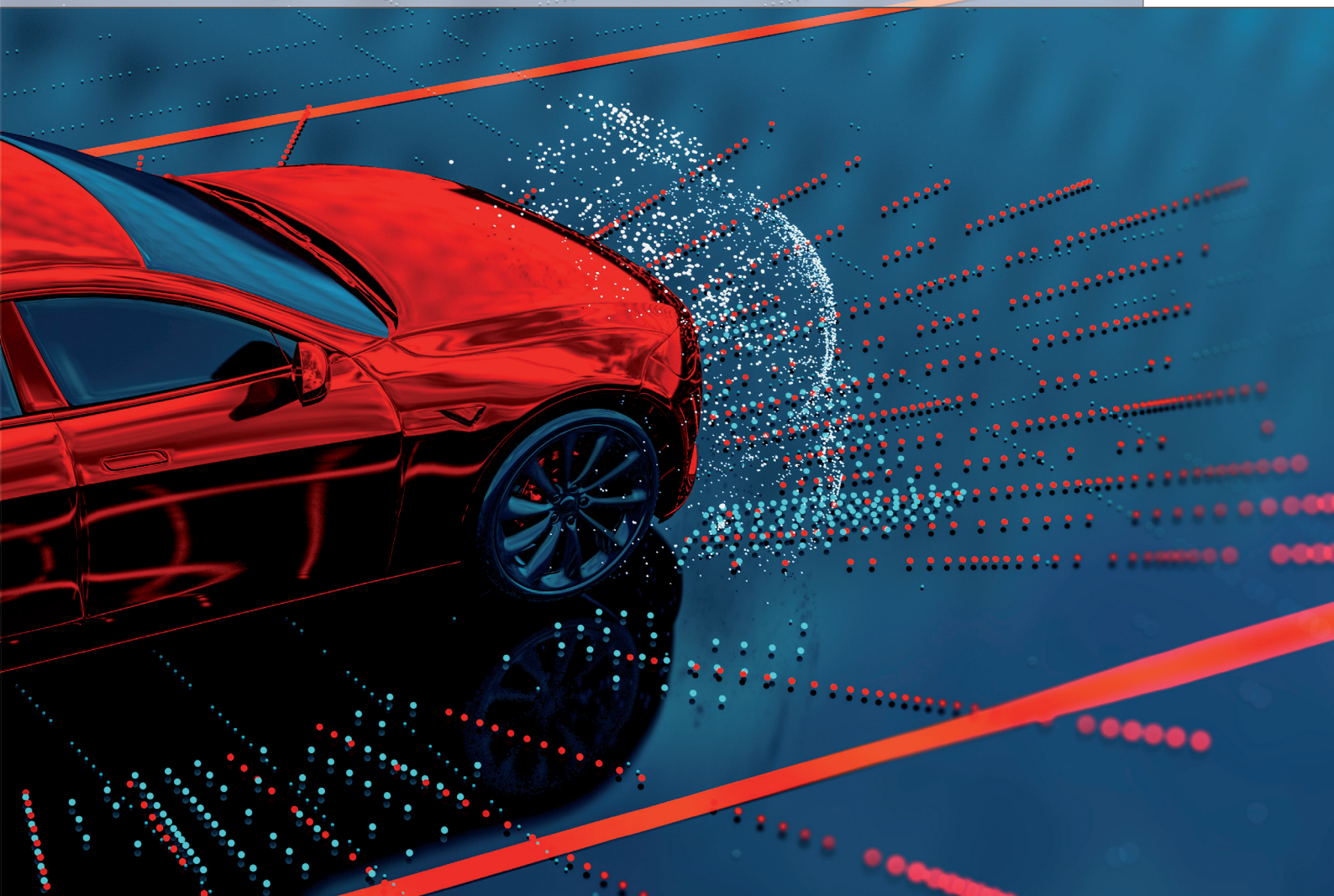


A red car is shown from a front-quarter perspective, set against a dark blue background with a complex digital overlay. The overlay consists of numerous small, glowing dots in yellow, blue, and red, connected by thin lines, creating a network-like pattern that suggests sensor data or a navigation system. The car's body is highly reflective, mirroring the ambient light and the digital elements.

开发 ADAS 和自动驾驶功能

# 基于传感器 驾驶

P3 开发了一个“自主测试数据和分析平台” (ADAPT), 可帮助客户评估 ADAS 和自动驾驶功能的实现。这些功能包括基于视觉的功能以及用于测试传感器及传感器配置和算法的功能。ADAPT 利用 RTMaps 软件验证和确认 ADAS 及自动驾驶算法。



**随**着运输行业的基本转型趋势越来越明显，P3 提供了有效的策略帮助 OEM 和供应商为未来做好准备。他们的目标是向市场推出自动驾驶的新型连接服务和技术。在 ADAS 和自动驾驶汽车开发领域，P3 提供了一系列服务，包括：

- 制定技术路线图和业务战略
- 全球产品和汽车服务基准测试
- 功能系统和子系统要求的定义
- 功能安全分析 (ISO 26262)
- 快速原型开发 (硬件/软件)
- 数据策略和数据分析
- 灵活的项目管理和启动

P3 的子公司 P3 North America 最近推出了 ADAPT 汽车，展示它的高级驾驶辅助系统 (ADAS) 和自动驾驶汽

车的开发，从而充分展示了 P3 在此领域的技术与能力。ADAPT 是自主测试数据和分析平台的简称。

#### 自主性相关因素

P3 的第一步是考虑将来必须测试哪些传感器、软件和硬件。P3 的工程师们认为测试必须全面支持各种类型的传感器，因为他们预计 SAE 3 级或更高级别的车辆可能会有各种不同的配置。他们制定了一个目标，即打造一个模块化车辆，从而能够安装各种传感器。P3 的目的是在一种稳定可靠的系统配置下，提供实时的静态与动态数据，并不受天气或交通情况的制约。P3 的工程师们进行了一项基准研究，以审查各种不同的传感器，包括全景摄像头传感器、前视摄像头传感器，环视摄像头传感器、中/远程雷达传感器、激光雷达传感器、短

程雷达传感器和超声波传感器。另外，他们还评估了通用通信接口（例如，USB、以太网、CAN）。为了便于演示，P3 允许在车辆中组合使用扫描与固态激光雷达、超声波传感器、前视摄像头以及前视雷达，但是也不必全部同时使用。

#### 设计规格

为了对演示车辆所需的 ADAS 功能进行概念化、设计和建模，P3 采用基于模型的系统工程，该工程支持系统设计规格的开发。这种工程方法包括识别功能和软件测试要求（即模型在环 [MIL]、软件在环 [SIL]、硬件在环 [HIL] 等）以及创建车辆和功能架构模型。所有这些方面都能帮助产品级软件和硬件的验证和确认。P3 的工程师们明确指出了危险场景，并设定了适当的系统安全目标。从最初的评估

&gt;&gt;



P3 的 ADAPT 演示车配有带 RTMaps 软件的数据记录 PC 和一组传感器（激光雷达传感器、超声波传感器、前视摄像头传感器和前视雷达传感器）。



中，工程师们定义了系统和技术安全的实现要求。

### 装配车辆

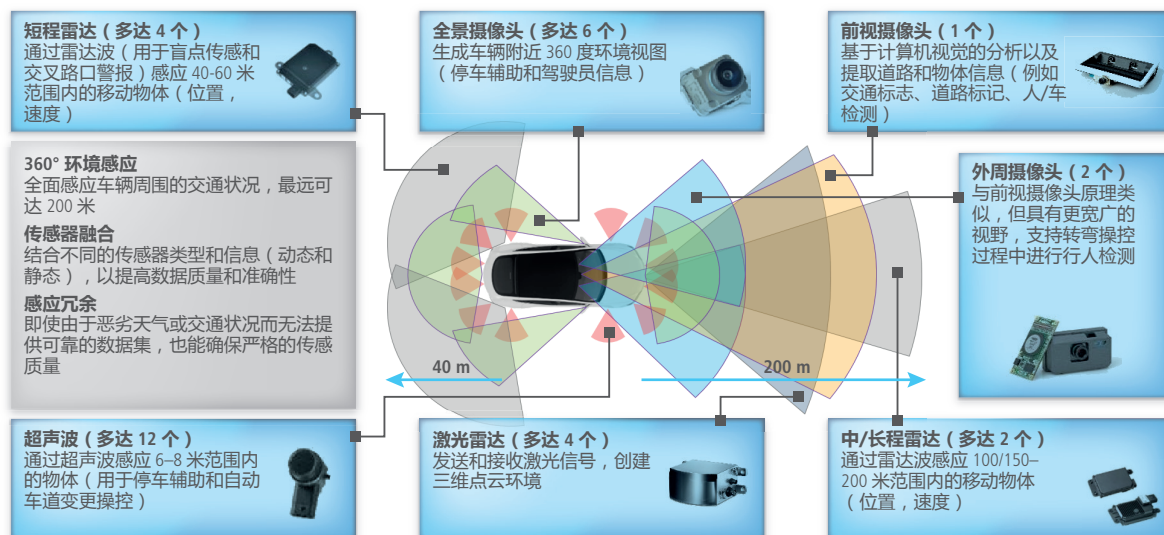
凭借对功能安全要求的充分理解，P3 工程师们开始安装测量和测试设备。他们将各种传感器安装在车上。他们根据所需的布局和接口元件准备了传感器连接器和布线，并安装了 PC 来

记录传感器的数据。为车辆装配仪器时的重要步骤包括：

- 将传感器与公共通信接口（例如，USB、以太网、CAN）整合
- 创建车辆的架构，并考虑可能添加的所有传感器位置和扩展
- 将传感器安装在需改装（例如，保险杠）和无需改装的空间中

- 将车辆与可靠的电源管理集成，以支持其它设备和多种配置
- 支持最大的传感器套件和测试场景的可扩展存储设备
- 可轻松访问所有设备，具有足够的可扩展空间，同时为乘客留出足够的空间，并保持车辆的安全性和完整性

自动驾驶汽车系统包括一套复杂的传感器、软件和硬件。





固态激光雷达安装在车顶上。



电源管理、I/O、数据记录和处理单元安装在车辆后备箱中。

- 确保实现最佳布线，需要具有足够的灵活性，以应对环境压力，并能持续使用，但又足够短，以减少数据丢失
- 防止干扰现有传感器（例如，阻挡其它传感器的视野、网络干扰、电噪声）

#### 设置数据记录系统

收集准确的实时数据对于正确操作 ADAS 和自动驾驶功能来说至关重要。因此，P3 工程师们列出了他们在设置数据记录系统时需要注意的事项。他们要求添加的一些质量指标包括：

- 了解传感器相互连接和通信的方式
- 实现实时可视化数据处理（例如，将雷达数据的极坐标转换为三维坐标
- 同步实时处理数据或根据 GPS 时钟处理数据
- 监测传感器通信（P3 使用 RTMaps 看门狗模块确保采集到数据）
- 保存原始数据（用于在回放框图中测试所修改的算法）
- 保存已处理的数据（以便在测试后节省回放时间）
- 确保传感器通过组件交互得以正常工作（P3 通过 RTMaps 提供必要的信息，即 CAN 消息、偏航率等）

#### 管理传感器融合

有了建立数据记录系统的明确计划之后，P3 的下一步是找到一种方法来处理和管理各个传感器收集的数据。P3 开始建立一个车载数据预处理系统，来操纵多个数据采集系统。ADAPT 平台旨在加速新型自动驾驶(AD)和 ADAS 功能的开发，因为它结合了所有必要的要素，能够高效、稳健和可靠地测试传感器、传感器配置和算法。该平台允许收集实际数据以进行基准测试和数据分析。OEM 和一级供应商还能够实时动态驾驶条件下测试不同的硬件和软件配置。ADAPT 配备了

>>



“我们一直在使用 dSPACE MicroAutoBox 及 ControlDesk，并推荐使用这两款工具来增强 ADAS和自动驾驶原型的鲁棒性。这使得原型系统可以在近似汽车级的工况下工作。”

Modar Horani, P3 North America 系统工程管理负责人



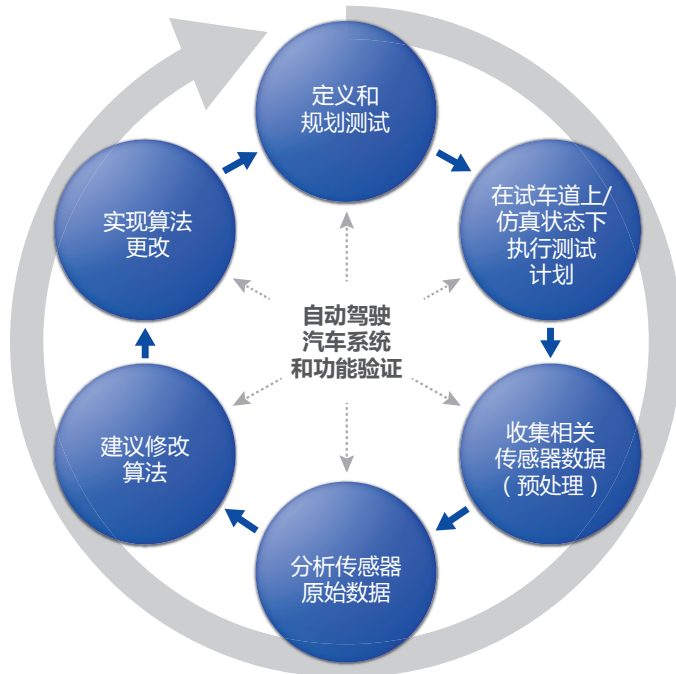
**建立和完善自动驾驶汽车系统的里程碑。**

RTMaps ( Real-Time Multisensor 应用程序 )，这是一款由 Intempora 创建并由 dSPACE 经销的软件平台。RTMaps 可实时收集数据并测试数据处理算法。该平台强大的实时执行性能使其能够应对众多软件任务之间的时间一致性和原始数据流的高带宽要求。Modar Horani 在 P3 North America 担任系统工程的管理负责人。他领导系统工程师团队支持客户 ( OEM和一级供应商 ) 进行系统功能需求的开发，为子系统以及功能安全 ( ISO 26262 ) 进行分析，并进行软硬件的快速原型验证。Horani 解释说，P3 通过RTMaps记录来自众多传感器的数据，包括摄像头、激光雷达、雷达、CAN、GPS、IMU 和超声波。他还表示，RTMaps 与 dSPACE 工具链的连接非常顺利。Horani 说道：“RTMaps 的界面简洁、易于使用，并可快速修改现有环境。”“为了确保传感器正常工作，我们通过 RTMaps 向传感器发送控制信号，而内置的看门狗安装包确保将有效数据

输入到记录图中。总的来说，我们对 RTMaps 的功能非常满意。性能保证无缝运行，并且记录十分可靠。”

**测试计划和分析收集的数据**

在演示车辆成功装配传感器和数据记录系统后，P3 就开始确定需要执行的一系列驾驶测试，最终目标便是确



规划测试和分析自动驾驶汽车系统数据的重要步骤。



“总的来说，我们对 RTMaps 的功能非常满意。性能保证无缝运行，并且记录十分可靠。”

Modar Horani, P3 North America 系统工程管理负责人

保测试无误。驾驶测试旨在实现以下目标：

- 确认系统就绪和传感器标定
- 从各种相关的道路、天气和交通状况中收集数据
- 验证某些被测算法的性能

P3进行了仔细的实验设计，以确定最合适的实验环境和可变因素。所考虑的一些变化包括收集不同天气条件（从正常天气到恶劣天气条件）下的传感器读数。例如，在公路同一路段行驶时，收集晴天、雨天、雪天和雾天的数据。GPS 跟踪能够对记录的数据进行对准和排列，并能在恶劣的条件下识别相应的挑战。某些驾驶测试在专用试验场设施上进行，以建立经过验证的地面实况。此外，需要根据地面实况数据对传感器和算法结果进行标定。P3 能够从各种传感器收集大量实时数据，以评估传感器功能。

### 修改算法

使用从演示车辆传感器收集的数据进行各种驾驶测试，例如前后避撞以及车道偏离预警，工程师启动了快速原型开发，以评估结果及其对系统性能的影响。他们能够识别错误并修改和实施各种 ADAS 算法，以提高演示车辆的性能。dSPACE MicroAutoBox II 原型设备和 dSPACE ControlDesk 实验软件用于修改和

实施 ADAS 算法。Horani 解释道，MicroAutoBox II 易于使用，与基于模型的主要开发工具（即 MATLAB®/ Simulink®）巧妙集成，可加速实施新概念和创新概念。Horani 说道：“我们

一直在使用 dSPACE MicroAutoBox II 及 ControlDesk，并推荐使用这两款工具来增强 ADAS/AD 原型的鲁棒性。这使得原型系统可以在近似汽车级的工况下工作。”

>>



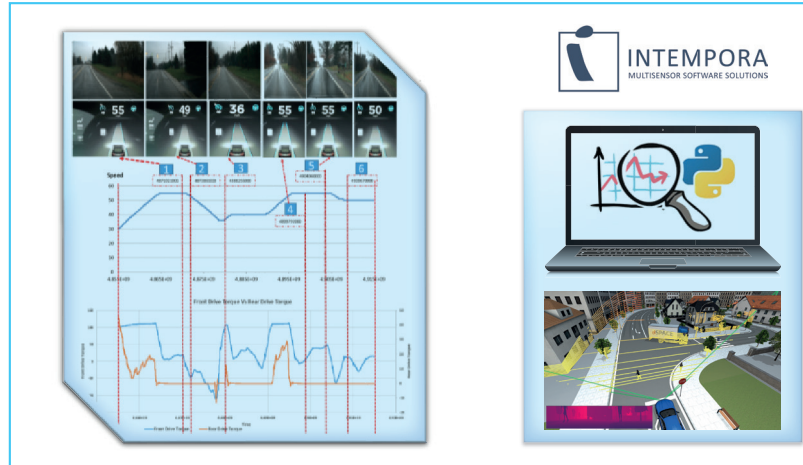
在合并各种传感器信号以及实时执行相关的处理算法的过程中，RTMaps 和 MicroAutoBox 都发挥了重要作用。

### 使用 RTMaps

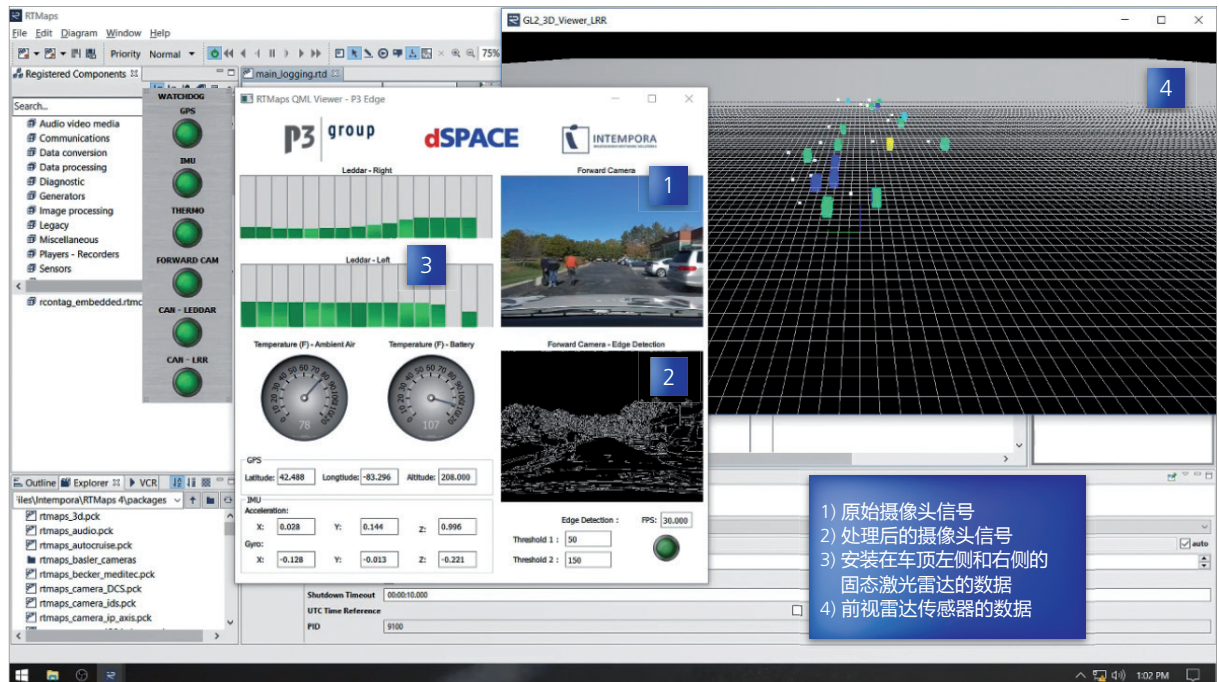
除了演示车辆之外，Horani 表示 P3 会在以下两种情况下利用 RTMaps 验证和确认 ADAS 算法：

- 1) 在路上，算法在汽车的 PC 上运行、收集和可视化实时数据；
- 2) 在实验室中，收集的数据用作输入，以验证被开发算法的性能。

此外，Horani 表示 如果项目的算法由多个编程语言开发（例如，Python、C、MATLAB），并需要集成，那么RTMaps 将是理想的解决方案。Horani 解释道：“RTMaps 具有一系列优质本机套件，可以用于连接传感器。但是，除了本机套件，客户通常还要求使用专用传感器。RTMaps 提供的工具有助于开发定制套件。”



使用 RTMaps 和其它解决方案进行验证和确认：审查和分析是否正确实现了所有安全要求，并尽早予以确认。



使用 RTMaps 对原始的和处理过的传感器数据进行数据分析。



### P3 的后续计划

在验证其功能性自动驾驶车辆系统后，P3 可以更好地开展未来的 ADAS 和自动驾驶汽车开发项目。该公司致力于扩展其“自主测试数据和分析平台” (ADAPT) 的功能，以添加其它传感器，用于各种应用，例如 V2X 通信应用。他们还评估基于视觉的 ADAS 功能的实现。P3 提供管理咨询和创新工程解决方案，可加速汽车产品和服务的开发。他们将管理支持、咨询服务和工程解决方案相结合，可以快速、敏捷地了解实现新技术所需的条件。在 P3 North America，除了新的汽车服务和数字化转型外，他们的重点领域还包括自动、互联的电动

交通。P3 在全球 40 多个地方拥有近 4,000 名顾问和工程师，致力于开发和实现创新解决方案，以应对当今复杂的技术挑战。ADAS 评估平台的成功实现扩展了 P3 的服务和功能，进而支持 ADAS 和自动驾驶功能的开发和验证。这个平台易于使用，而且是模块化设计，能够在整个开发周期进行支持，从早期研究和原型设计到产品开发、集成和验证都可以。P3 正在全球范围内部署该平台，以加速向未来的自动驾驶过渡，这种交通方式更安全、更环保且能够实现互联。■

本文已得到 P3, Inc. 的许可

## 概览

### 任务

设置基于数据和分析平台的演示车辆，并用于自动驾驶，帮助客户评估 ADAS 的实现和自动驾驶功能。该平台包括基于视觉的功能以及传感器、传感器配置和算法的测试。

### 挑战

收集准确的实时数据对于 ADAS 和自动驾驶功能的正常工作至关重要。因此，必须支持各种传感器接口和通信协议，并且必须同步处理它们的信号。验证被测算法的性能的关键在于监测传感器数据、保存原始数据和已处理数据以及足够灵活的信号路由。

### 解决方案

P3 依靠 RTMaps 和 MicroAutoBox 连接众多传感器，并记录来自这些传感器的数据，包括摄像头、激光雷达、雷达、CAN、GPS、IMU 和超声波传感器。RTMaps 可实时收集数据并测试数据处理算法。该平台强大的实时执行性能使其能够应对众多软件任务之间的时间一致性和原始数据流的高带宽要求。MicroAutoBox II 原型开发设备与 ControlDesk 结合使用，可以修改和实施 ADAS 算法，并在车辆运行过程中实时执行。



观看以下视频，了解如何通过 RTMaps 进行数据分析。  
[www.dspace.com/go/dMag\\_20181\\_P3](http://www.dspace.com/go/dMag_20181_P3)

“ // 不断创新。” – 这是 Tula Technology 秉承的一贯作风。这家创新型工程公司攻克了困扰汽车行业数十年的发动机设计难关。这个难题就是如何停用单个发动机气缸。Tula 的开发人员不断创新，开发了一种基于软件的方法。该方法将先进的数字信号处理、各种算法和复杂的传动系统控制相结合，可根据需要自动设置单个发动机气缸的停用（跳过）或激活（点火），以满足驾驶员对扭矩的需求。这种解决方案称为 Dynamic Skip Fire (DSF®) 技术。

#### Dynamic Skip Fire

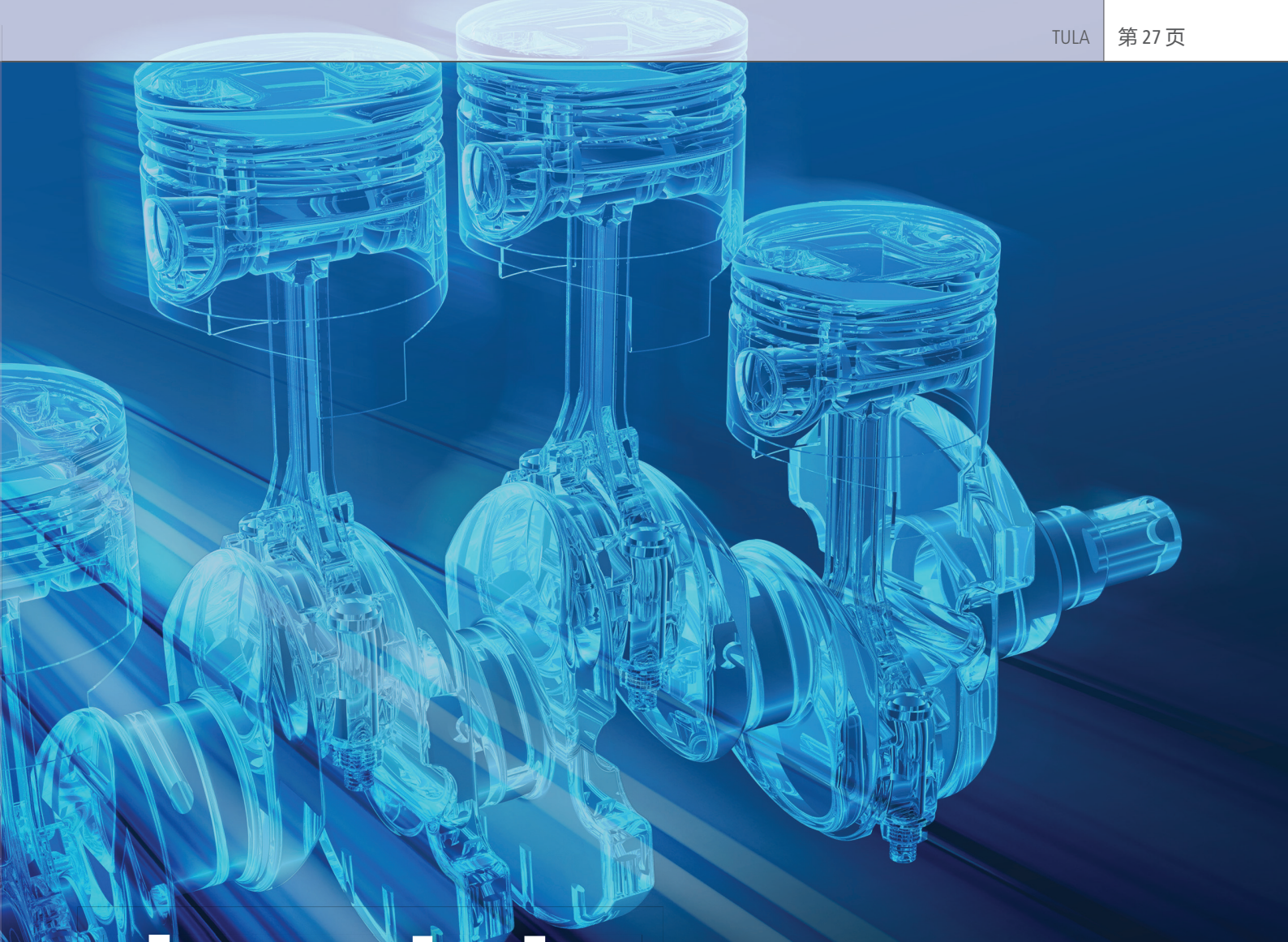
通过 DSF 技术，发动机控制系统可自动打开或关闭各个燃油缸，以最高效率满足车辆的动力需求。与传统的气缸停用方法相比，Tula 的 Dynamic Skip Fire 算法可以在 0% 至 100% 气缸工作状态下近乎连续地点火。该操作通过显著降低泵送损失、提高燃烧效率以及改进减速期间的催化剂管理来降低油耗。DSF 技术可以为驾驶员提供所需的动力，同时使发动机保持高效工作状态。这种解决方案可以使油耗和二氧化碳排放降低 10-15%。通用汽车 (GM) 已经注意到这种节省

油耗的新技术，并已经投资 Tula，以及一些其它的公司，包括德尔福、红杉资本、Khosla Ventures 和 Sigma Partners。德尔福还是 Tula 的一级战略合作伙伴。

#### 追求自动化测试

自 2008 年硅谷科技公司在美国加利福尼亚州圣何塞成立以来，Tula 一直在优化其 DSF 解决方案。该公司已获得 52 项专利，目前有 70 多项专利正在申请中。Tula 于 2009 年首次联系 dSPACE。当时，dSPACE 正着手探索嵌入式软件开发和电子控制单元 (ECU) 测试选项。如今，Tula 建立的自动化测试平台整合了多种 dSPACE 工具，包括用于快速控制原型开发的 MicroAutoBox II、用于信号调理的 RapidPro、用于仿真和测试发动机的硬件在环 (HIL) 系统、用于实验控制的 ControlDesk、用于架构和系统建模的 SystemDesk 以及用于编写和更新标准化测试及记录和共享测试数据的 AutomationDesk。为了进一步扩展其自动化测试功能，Tula 最近采用了虚拟验证环境，并将虚拟验证仿真平台 dSPACE VEOS 纳入了实验室应用。 >>

**DSF**  
DYNAMIC  
SKIP FIRE



# 加快 发动机验证

借助虚拟验证，可将确认和验证活动的时间减半

如果不借助于物理硬件，您能更快地执行测试活动吗？硅谷技术公司 Tula 自建立虚拟验证环境以来，其确认和验证活动所需的时间缩短了 50%。

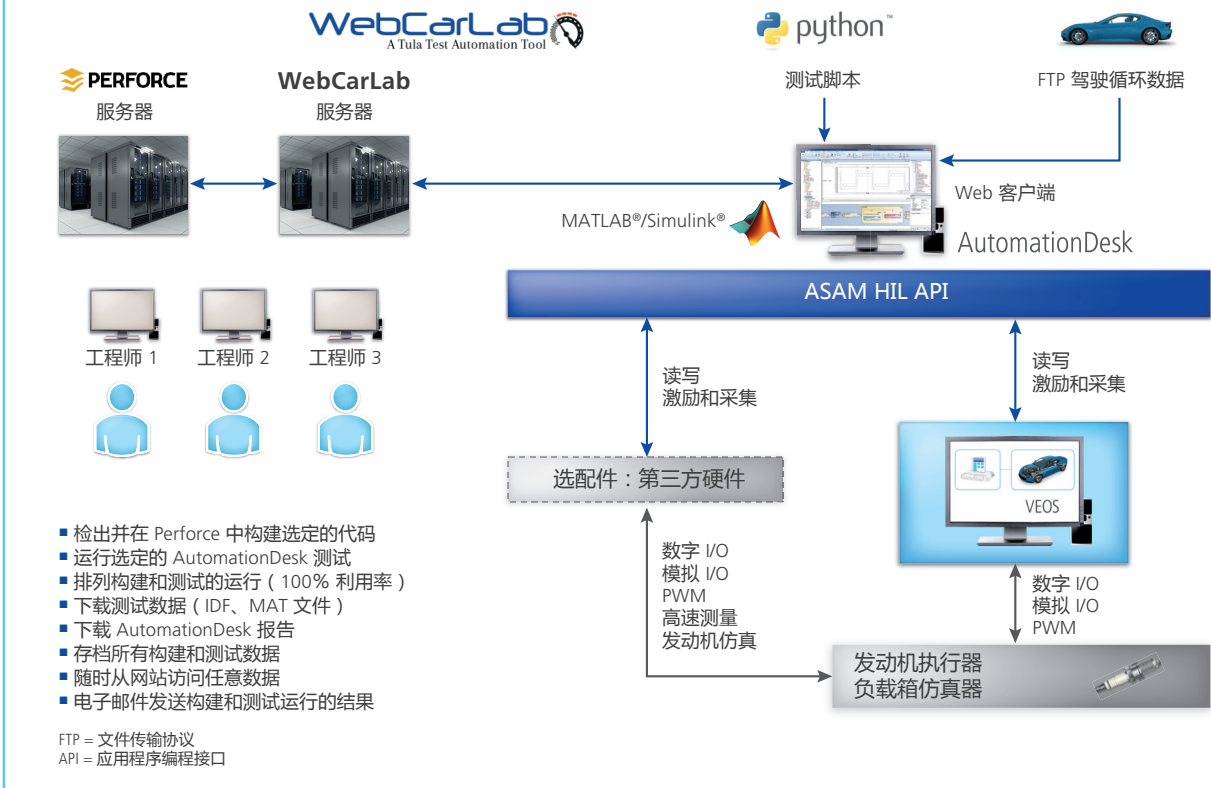
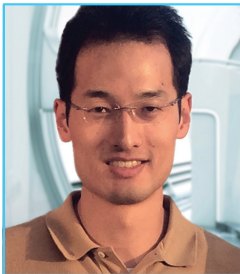


图 1：在 Tula 新的确认和验证工作流程中，所有代码和测试脚本都在 dSPACE AutomationDesk 中进行组织，并使用基于 PC 的仿真平台 dSPACE VEOS 来执行。



“我们发现，在开发过程的早期阶段仅使用 PC 和 VEOS，通常能更快地验证软件。”

Tula Technology, Inc. 嵌入式软件和系统工程师 Alfred Wong

**更快的验证速度、更早的故障检测**

为了更快速地完成验证任务并在软件生命周期早期阶段发现错误，Tula 在 2016 年采用了虚拟验证。Tula 的嵌入式软件和系统工程师 Alfred Wong 解释道，由于存在多个依赖关系，他们验证和确认软件更新的过程非常耗时。除此之外，由于与团队成员共享 HIL 台架，在管理多个客户时硬件和时间限制均互不相同，从而形成了巨大挑战。因此，公司寻求更好的替代方案。Tula 建立虚拟验证环境的主要

目标是：

- 重复利用通过 AutomationDesk 开发的测试
- 在没有物理硬件的虚拟环境中执行确认和验证任务
- 降低成本，减少维护时间

**dSPACE 工具链的优势**

Tula 采用 dSPACE 虚拟验证工具链的原因是它能够实现以上所有的目标。该解决方案的主要组件之一是仿真平台 dSPACE VEOS。该软件在标准 PC

上运行，为工程师提供了许多新选项，用于开发新功能，并在完全虚拟的环境中确认、验证和测试 ECU 软件。自实现其虚拟验证平台以来，Tula 已经实现了所有这些目标，并且取得了重大成果。该公司表示已将确认和验证 (V&V) 处理时间缩短了 50% 以上。Tula 将其归功于新测试功能。由于测试在虚拟环境中执行，无需使用物理硬件，大大节省了时间。

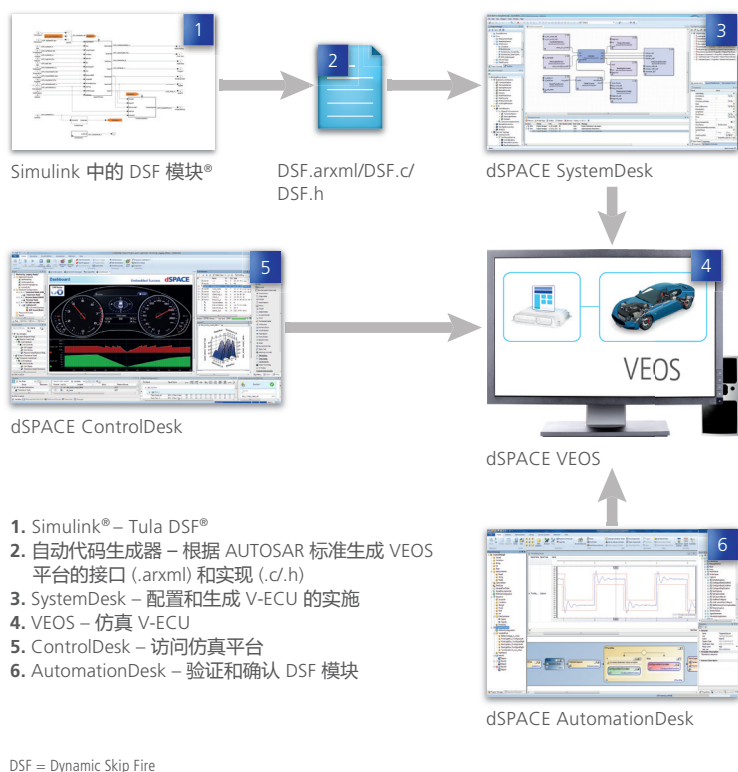


图 2：使用 Tula 的 DSF 功能生成 V-ECU 的标准工作流程，并在 VEOS 上通过仿真进行测试。

### 将虚拟验证应用到 Simulink® 模块

Tula 针对其 Dynamic Skip Fire (DSF) 技术使用了虚拟验证。具体来说，Tula 对其 DSF 算法 Simulink® 模块应用了虚拟验证。生成的 DSF 算法在虚拟 ECU 上通过 FTP 循环作为输入进行运行，并且记录输出。然后，Tula 将记录的输出（软件在环）与预期输出（模型在环）进行比较，以确定是否满足要求。Wong 说道：“虚拟验证可以节省我们的时间，在软件生命周期的早期阶段发现错误，并省去了 HIL 台架测试的步骤。在发动机和车辆上部署软件之前，通过虚拟验证，我们对软件更有信心了。”

### 快速总结经验

Tula 在设置其虚拟验证平台时必须不断总结经验教训。他们成功应对的设置上的挑战包括将 Tula 软件导入虚拟环境，为硬件组件创建物理模型以及使用相同的初始默认值启动测试。Tula 使用信号发生器来创建输入值，否则这些输入值将从硬件组件生成。他们还将初始值设置为默认值，并等待软件在注入激励信号之前达到稳定状态。Wong 澄清说，虚拟验证并不能取代 MicroAutoBox II 进行功能原型开发，但可通过省去 HIL 测试，使流程得到进一步优化。Wong 说道：“我们在开发 PC 上使用虚拟验证在软件生命周期的早期阶段验证

## Tula 的虚拟验证环境

Tula 的虚拟验证环境包括以下工具：

- 用于对架构和系统进行建模以及生成虚拟 ECU (V-ECU) 的 SystemDesk
- 用于仿真 V-ECU 的 VEOS
- 用于快速控制原型开发的 MicroAutoBox II
- 用于信号调理的 RapidPro
- 用于仿真和测试发动机的硬件在环 (HIL) 系统
- 用于控制实验的 ControlDesk
- 用于编写和更新标准化测试以及记录和共享测试数据的 AutomationDesk

功能要求。它比物理硬件的操作成本低，并且可以使我们的物理硬件用于其它工作。” Tula 还打算在下一个客户项目中利用虚拟验证。 ■

*Tula Technology, Inc. 已许可*





# 快速 起动

从静止加速到3万转  
只需 2.6 秒

## 如何快速启动直升机发动机，以便在紧急情况下使其用作冗余安全发动机？慕尼黑工业大学的涡轮机械和飞行推进系主任利用受控压缩空气将启动时间缩短了 90%。

出于安全原因，现代直升机通常装配两台涡轮轴发动机。这种冗余设计可以确保当其中一台发动机发生故障，另一台发动机还可以提供必要的动力来维持直升机飞行或启动预防性着陆程序。因此，多发动机直升机在高速飞行和爬升阶段通常具有超额的发动机功率，因为通常只有在起飞和着陆时才会同时启用两台发动机。在其它时间，同时工作的发动机仅在部分载荷范围内运行，因而油耗相对较高（图 1）。现在，发动机运行优化策略希望能降低油耗。

### 理念：降低油耗

我们计划以受控方式关闭其中一台发动机（指定单发动机工作，ISEO）。这要求另一个发动机能够提高功率输出，从而改善油耗特性。因此能够降低油耗，减少废气排放。这种操作尤其适用于高速的长时间飞行，例如用于海上平台补给飞行或长时间跨大陆

接力飞行。研究表明，在目前的技术水平下，此方法可以节省高达 21% 的燃料。

### 问题：损失功率

由于在 ISEO 模式下飞行时仅使用一台发动机，这会降低飞行安全性。如果正在工作的发动机发生故障，之前停机的另一台发动机无法立即接管飞行。因为通过标准的启动发电机程序启动发动机需要耗时 26 秒。在这一启动阶段，直升机的主旋翼仅以自旋方式继续旋转，而这种自旋是由于直升机下降时周围流经的气流所致。与此同时，直升机会迅速掉落。假设通常的下降速度为 15 m/s，这样飞机就会掉落 400 多米。只有过了这段时间，重新启动的发动机才能再次提供足够的动力。以 ISEO 模式飞行时，必须考虑飞行高度跌落的因素，因此飞机实际可用的飞行航程会受到限制，但可以通过更快的发动机启动过程得以避免。 >>

**解决方案：缩短发动机起动时间**

小型直升机燃气轮机通常由电池驱动的电动机起动。因为这种类型的起动器系统针对重量进行了优化，所以它只能为核心发动机，也就是燃气发生器的输出轴提供有限的加速扭矩。电动机与发动机之间的传动齿轮无法提供更高的扭矩。因此，为了缩短发动机的起动过程，需要借助其它方法。其中一个方法是将强大的压缩空气射流引导至核心发动机的径向压缩机叶片的后缘，以快速驱动轴的旋转（图 2）。这种方法非常有效，因为直升机中的大多数涡轮轴发动机在核心发动机轴上都能发挥很大的杠杆作用。

**目标：实现可靠的自启动**

快速起动系统必须非常可靠，这至关重要。此外，起动时间必须足够短，以平衡整个 ISEO 系统中，快速启动系统所引起的额外重量。除了分析计

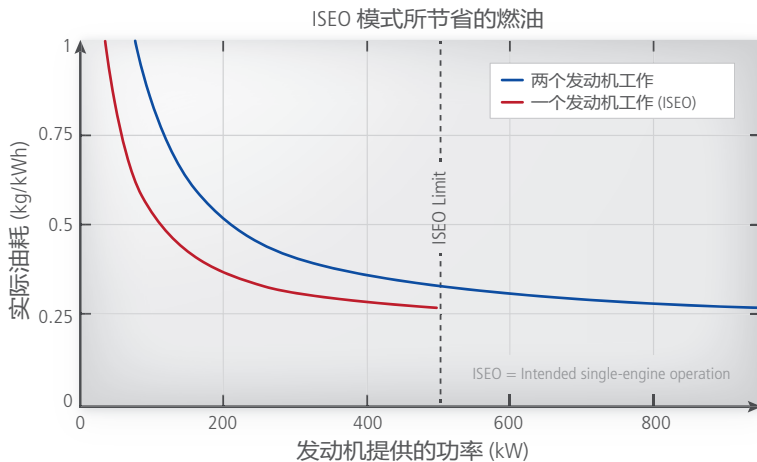
算之外，该大学的研究团队还对这类系统进行了实验。为此，他们在教授实验室的测试台架上使用了 Allison 250-C20B 涡轮轴。在第一次功能测试中，改进之后的径向压缩机外壳上有五个集成的 de Laval 喷嘴（这些特殊形状的喷嘴用于产生高速气流）。一开始，测试台架为喷嘴提供 13 巴的压缩空气。后来，直接使用可以提供 200 巴压力的压缩气罐。

**需求和挑战**

处理高压并优化发动机控制单元的反应时间是一项很大的挑战。一方面，在快速起动期间，百分之一秒的时间延迟都会产生极大影响。另一方面，受控组件必须快速准确地工作。计算出的快速起动时间仅为 3 秒，在此期间，发动机需要从静止加速到每分钟 3 万转。这相当于核心发动机设计转速的 60%。在此间隔期间，控制器必须执行各种控制和监测

- 1 高压涡轮机：为燃烧室产生的热气体减压，然后驱动压缩机，并通过变速箱驱动附件。最大转速约 50,000 rpm。
- 2 低压涡轮机：在高压涡轮机后对热气体减压，然后使用变速箱推进直升机转子。最大转速约 30,000 rpm；持续功率：298 kW。
- 3 压缩机：由六个轴向以及一个径向功率驱动构成。最大空气率约 1.5 kg/s；最大压缩比：1:7。向燃烧室供应压缩空气。
- 4 带有喷射器件和火花塞的罐形燃烧室。
- 5 燃油计量装置，由 dSPACE 系统控制。
- 6 用于发动机正常起动的起动电机。
- 7 废气扩散器，将废气减压至环境压力。
- 8 电磁涡流制动器，由 dSPACE 系统控制。直升机旋翼仿真，随后执行直升机功率需求的仿真。
- 9 发动机供气。
- 10 瓶装压缩空气（最大 230 巴，15 升）提供快速起动所需的压缩空气。

图 1：在 ISEO 状态下，只有一台发动机在较高负荷下工作，而不是两台发动机在不利的部分负荷下工作，因此燃油效率更高。因此，只有一台发动机工作就能获得两台发动机同时工作所产生的性能，而且油耗较低。



任务。这些任务包括在达到特定转速时控制燃料释放阀或者发送信号关闭压缩空气阀。此外，必须监控一些影响系统安全的变量指数，例如燃烧室后部的气体温度。由于测试操作需要设置各种快速起动参数，dSPACE ControlDesk作为一种图形化的人机交互界面，为此提供了极大的便利，因为它提供了多种选项来配置仪表、显示器、输入掩码等（图 4）。



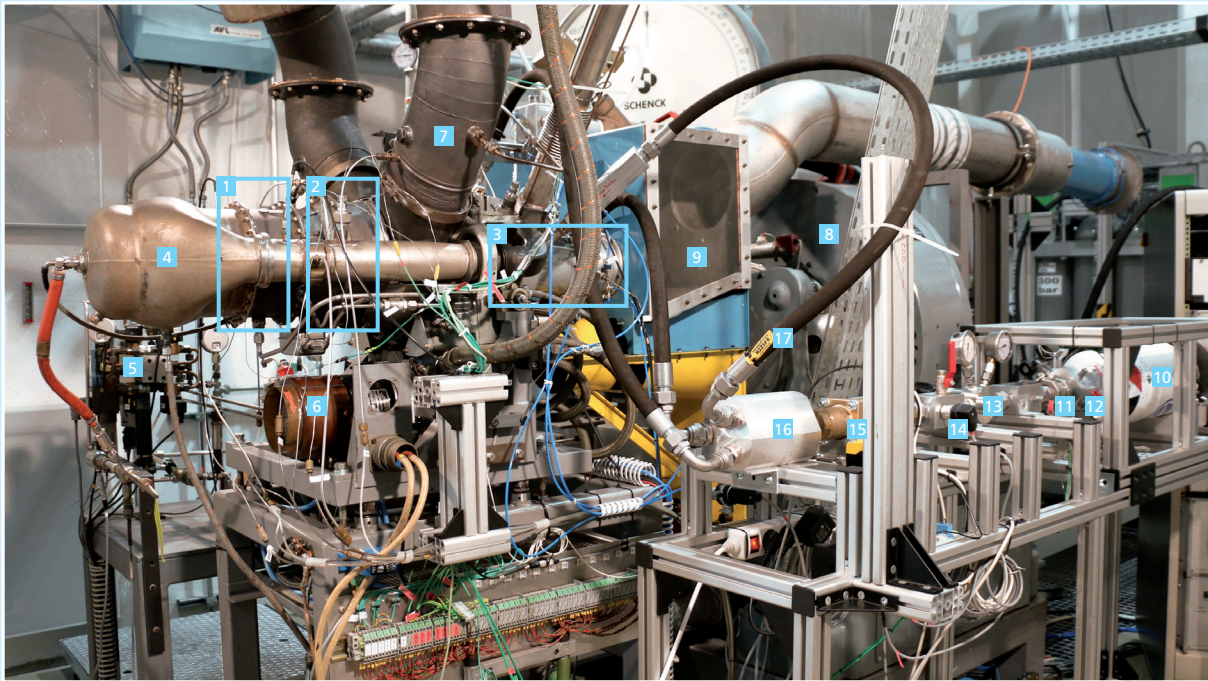


图 2 : Allison 250-C20B 涡轴发动机测试台架图示。

- 11 用于在气瓶充气时关闭主压力管路的球阀。
- 12 用于气瓶进气阀以及压力和温度测量的适配器。
- 13 可调压力调节器，用于维持喷嘴处固定的输出压力。
- 14 维护工作期间的转接头，用于受控压力释放以及用于压力和温度测量。
- 15 同轴阀用于释放压缩空气以便快速启动，由 dSPACE 系统控制。
- 16 三个喷嘴供气管路所在的配气模块。
- 17 喷嘴连接管。

“通过开放且功能强大的 dSPACE 实时系统，我们可以使用 MATLAB/Simulink 快速有效地实现和使用新的控制功能。”

Martin Kerler, 慕尼黑工业大学

### 预开发控制系统

该大学的团队进行了模型在环测试，以预先测试快速起动控制系统。为此，他们在 MATLAB®/Simulink® 中为发动机的现有准非线性实时状态空间模型添加了起动阶段的模型。根据测量数据，该团队将发动机的常规工作

范围进行了扩展，进一步包括了静止与发动机怠速之间的范围。他们通过实际快速起动系统的一维数值仿真来定义系统基本参数（例如快速加速扭矩），并从中获得重要的控制参数（例如阀门开启时间）。这些值都包括在额外的快速起动控制算法中。这

些算法还规定了必须喷射的燃油量，因此核心发动机可以通过燃烧室中产生的热气体迅速加速。这些早期测试有助于解决全自动快速起动过程中的潜在问题，并验证相关的控制算法。下一步是在试制发动机上实现快速起动。

>>

### 构建集成控制系统

该大学的团队使用了 dSPACE 系统进行发动机控制。该系统由安装于 PX10 Expansion Box 的双核 DS1007 PPC 处理器板卡、DS2103 多通道 D/A 板卡以及 DS2002 多通道 A/D 板卡构成。32 通道的输出和输入板卡提供了足够的功能，可在发动机和快速启动系统中执行广泛的控制和监测任务。在 Simulink 中建模的控制器被分布到处理器板的两个内核上。其中一个内核会预处理和后处理输出/输入值，并且监测发动机参数。此外，还会集成虚拟 Simulink 发动机模型，从而与真实的发动机同时运行。第二个内核则负责实际的控制任务。因而整个系统能够以毫秒级的速率实现控制任务执行。该团队使用 dSPACE ControlDesk 创建了一个图形化用户界面来控制并监测发动机及快速启动系统。通过用户界面还可以在发动机运行期间改变控制参数，而不必重新

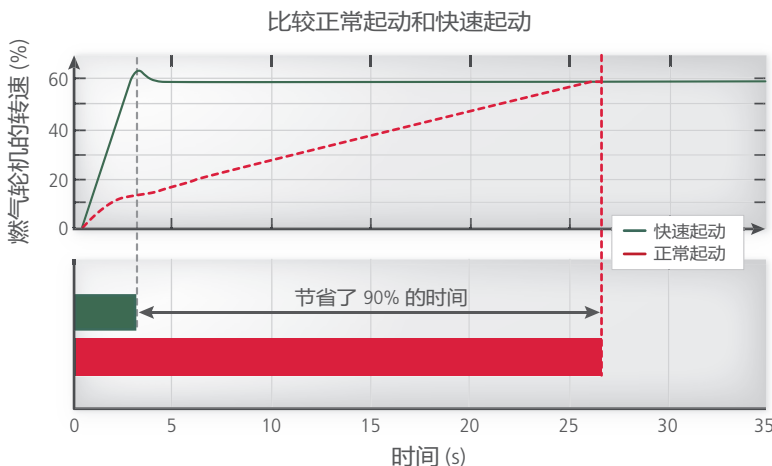
编译发动机控制器。20 多年来，始终与时俱进的 dSPACE 系统（硬件和 ControlDesk）与 MATLAB/Simulink 的组合已成为大学测试平台上测试和研究工作的强大开发工具。该系统还为持续开发任务做了充足的准备，可供长期使用。

### 首轮运行测试的结果

使用独立的 200 巴压缩空气供应系统对发动机进行首轮运行测试的目的是实现发动机快速启动，更为重要的是确保启动时的安全性和可复现性。压缩空气喷嘴关闭的时间间隔特别巧妙，因为发动机的压缩需要在数毫秒之内进入正常工作。在第一次运行测试后，团队调整了一些参数，从而实现了从非平稳加速到静止空转的稳定过渡。快速启动系统在 20°C 的典型环境温度下，将发动机启动时间减少了 90%，即从 26 秒降低至 2.6 秒。与此同时，核心发动机被加速到每分

- 1 发动机状态显示
- 2 油耗显示
- 3 发动机参数警报显示
- 4 发动机紧急状态控制
- 5 发动机正常控制
- 6 激活/停用快速启动系统
- 7 激活/停用火花塞
- 8 激活/停用启动电机
- 9 选择模型在环或硬件在环仿真
- 10 选择压缩空气来源
- 11 选择正常启动或快速启动
- 12 选择发动机控制：直升机仿真器或测试台架
- 13 设置发动机极限
- 14 发动机重要参数警告信息的显示面板
- 15 发往发动机与快速启动系统的 DA 控制信号显示
- 16 FADEC（全权限数字电子控制系统）输入测量值的 A/D 显示
- 17 排气阀控制面板
- 18 电磁涡流制动器控制面板
- 19 泵检测逻辑控制
- 20 FADEC 的其它显示和选择元件

图 3：涡轮发动机正常启动（红色）与快速启动（绿色）比较。在 2.6 秒内进行快速启动，达到最大速度的 60%。与正常启动所需的 26 秒相比，将启动时间缩短了 90%。



钟 3 万转。压缩空气罐内的压力从 200 巴降至 100 巴，消耗了 1.52 千克压缩空气。

### 总结与展望

本次运行测试在独立供应压缩空气的情况下能够可靠地实现 300 kW 涡轮轴发动机快速启动。达到的启动时间超过了预测值，理论上可以进一步降低。现在，进一步研究的重点是快速



图 4 : dSPACE ControlDesk 的图形化用户界面清楚地显示了发动机测试中全面的控制和显示参数。

“dSPACE ControlDesk 可清楚地显示与操作发动机相关的所有测量值和控制参数。ControlDesk 极大的灵活性使您可以快速实施新创意。”

Martin Kerler, 慕尼黑工业大学

起动时的热力学燃烧过程、系统工作对磨损和生命周期的影响以及整个直升机动力传动系统的仿真。此外，大学团队希望采用更高的压力和新的喷嘴形状设计进一步测试压缩空气系统，目标在于对重量和体积进行了

优化的起动系统进行测试，使其可以集成到直升机中。dSPACE 的系统在整个开发和测试过程中已经展现了出色的能力，并极大地帮助测试获得成功。

Martin Kerler, 慕尼黑工业大学

Martin Kerler

Martin Kerler 是德国慕尼黑工业大学涡轮机械和飞行推进系统的研究助理，任职至 2017 年 9 月底。

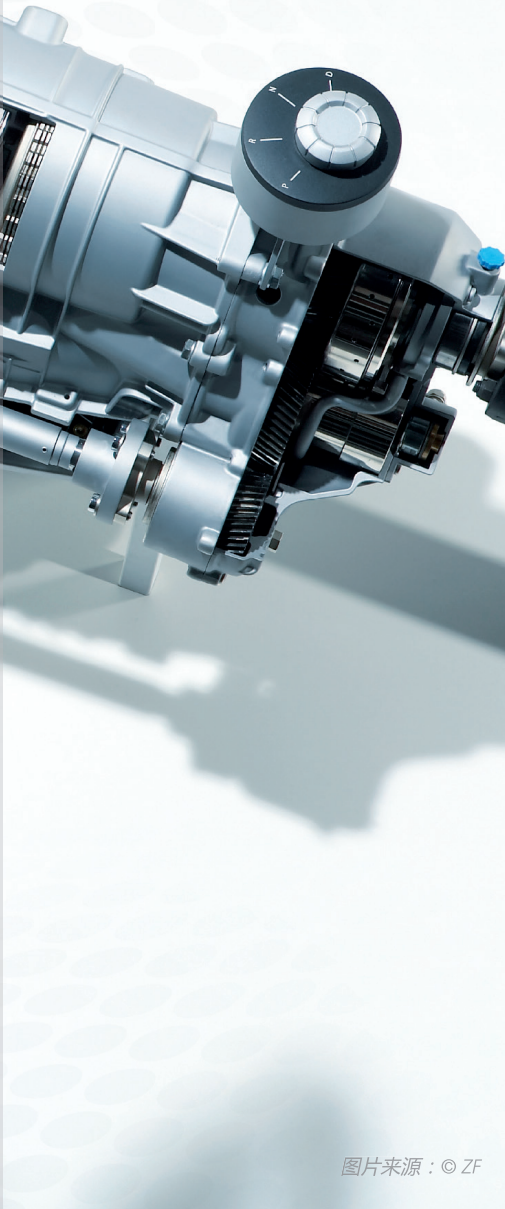




通过仿真驾驶测试和实际  
负载对采埃孚动力传动系  
统进行测试

# 虚拟 扭矩

采埃孚技术小组越来越多地使用虚拟解决方案,用于在早期开发阶段测试和验证新的真实动力传动系统。为此,需要使用高动态响应的测试台架对试车道、整车甚至是驾驶员进行逼真的仿真。dSPACE 的 ASM 工具套件便是一款理想的仿真工具。



图片来源：© ZF

**现**代车辆中的动力传动系统在设计上越来越模块化，可以适应众多驱动类型。除了自动式、双离合式、手动式及手自一体式变速器，如今的车辆还具有广泛的混合动力配置以及纯电动驱动配置。驱动可以进一步区分为中轮驱动、轮边驱动和轮毂驱动。因此，测试台架必须能够对所有这些配置进行可靠的可复现测试。这就要求车辆仿真模型是开放式的，并且易于修改。

#### 动力传动系统测试台架的优势

采埃孚使用高动态响应的测试台架可以尽早地测试动力传动系统的功能和生命周期。这样的测试台架可以在仿真车辆中测试整个真实动力传动系统，其目的在于尽可能真实地对各种动力传动系统和车辆配置进行仿真。这些仿真必须尽可能真实，以便涵盖在实际驾驶测试期间所有负载（负载集合）以及所有可能的功能和配置中的车辆行为。只有这样才能在测试台架上对动力传动系统进行逼真的评估和优化。在分析期间，对车辆中主动元件的行为进行仿真是很重要的，例如推进发动机与变速器之间的交互作用。这可以确保换挡更偏重舒适型还是运动型。不同驾驶员的行为也具有一定的相关性，即他们是小心驾驶车辆，还是高速行驶。仿真必须真实地反映踏板的状态和方向盘的运动。

#### 以仿真作为坚实的基础

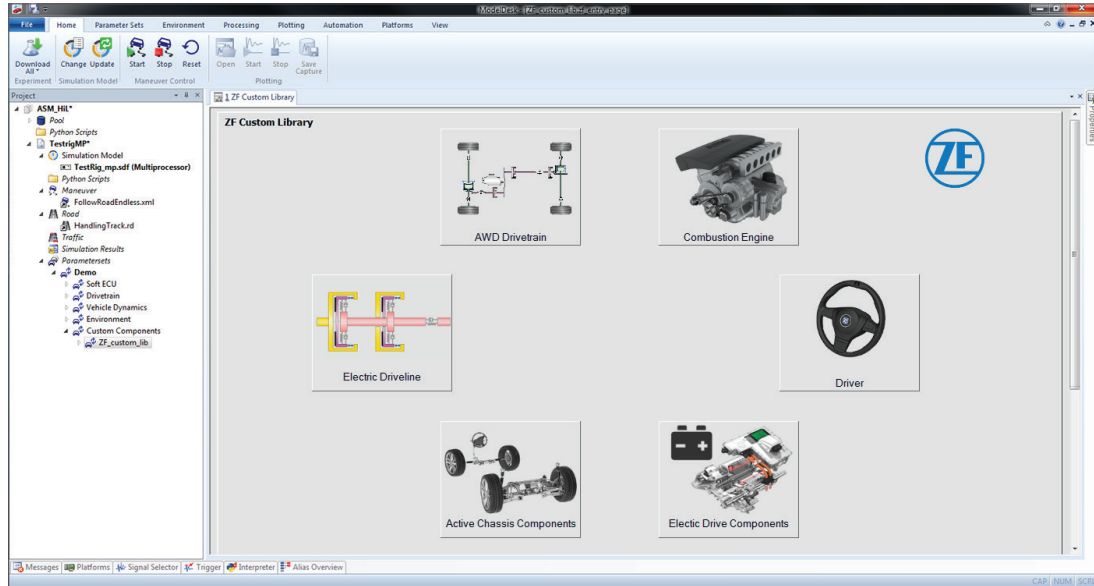
在设计高动态响应测试台架时，采埃孚首先必须找到合适的车辆仿真解决方案。这意味着工程师必须构建一个虚拟车辆，使其动态行为适合于控制测试台架。这通常使用实时仿真模型来完成。该仿真模型可以灵活地配置和参数化以用于所有所需的车辆类型。在对技术、经济和过程相关因素进行评估后，结果表明 Automotive Simulation Models (ASM) 工具套件是最理想的选择。ASM 不仅具有开放式模型结构，还无需使用额外的仿真环境，从而节省了许可证费用。

#### 设置虚拟车辆

ASM 内置的虚拟车辆包括前轮、后轮和四轮驱动以及所有混合动力和电驱动模型。ASM Vehicle Dynamics 模型配备了所需的车辆动力学功能。为了仿真汽油或柴油发动机驱动装置，采埃孚使用了一种专有模型，其可以无缝集成到模型环境。基于 ASM Environment 模型的环境模型优化了对道路及其各种属性（如地面条件、斜度和坡度）的仿真。ASM Traffic 模型也是仿真的一部分，因此可以考虑周围的交通状况。采埃孚库的其它模型已集成到整个车辆模型中，例如，可转向后桥或主动减震器。ASM 的开放式结构特别适合采埃孚模型的集成。例如，开发人员能够准确访问开发的组件所需的信号。 >>

**“为了高效使用主动动力传动系统，我们使用 ASM 工具套件执行逼真的驾驶测试。”**

Oliver Maschmann, 采埃孚



通过 ModelDesk 中一目了然的页面，可以方便地访问特定于客户的模型库。

### 实现图形化用户界面

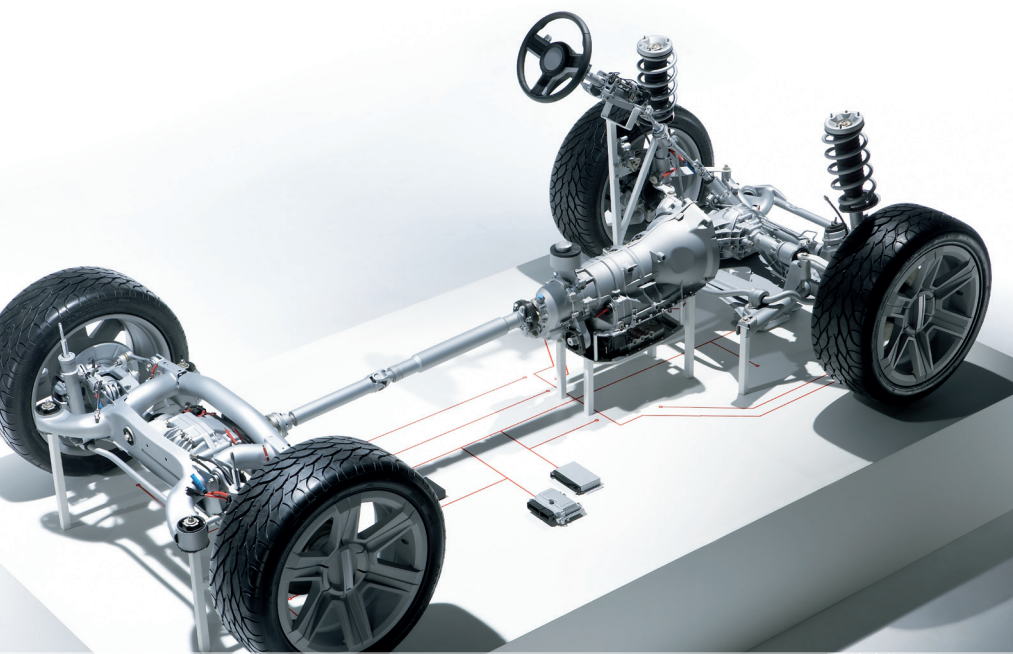
由于需要在具有相同设置的多个位置使用测试台架及其仿真环境，因此它们必须易于使用且视图直观。为了满足这一要求，ASM 配备了 dSPACE ModelDesk，为模型参数化和配置提供了一个图形化用户界面。此外，

开发人员只需使用一个用户界面即可执行准备好的测试程序和仿真。这个过程可以通过脚本轻松控制，因此很容易实现自动化。ModelDesk 可用于所有 ASM 库。对于采埃孚库中的专有模型，开发人员可以自动生成合适的用户界面。为此，ModelDesk 含有

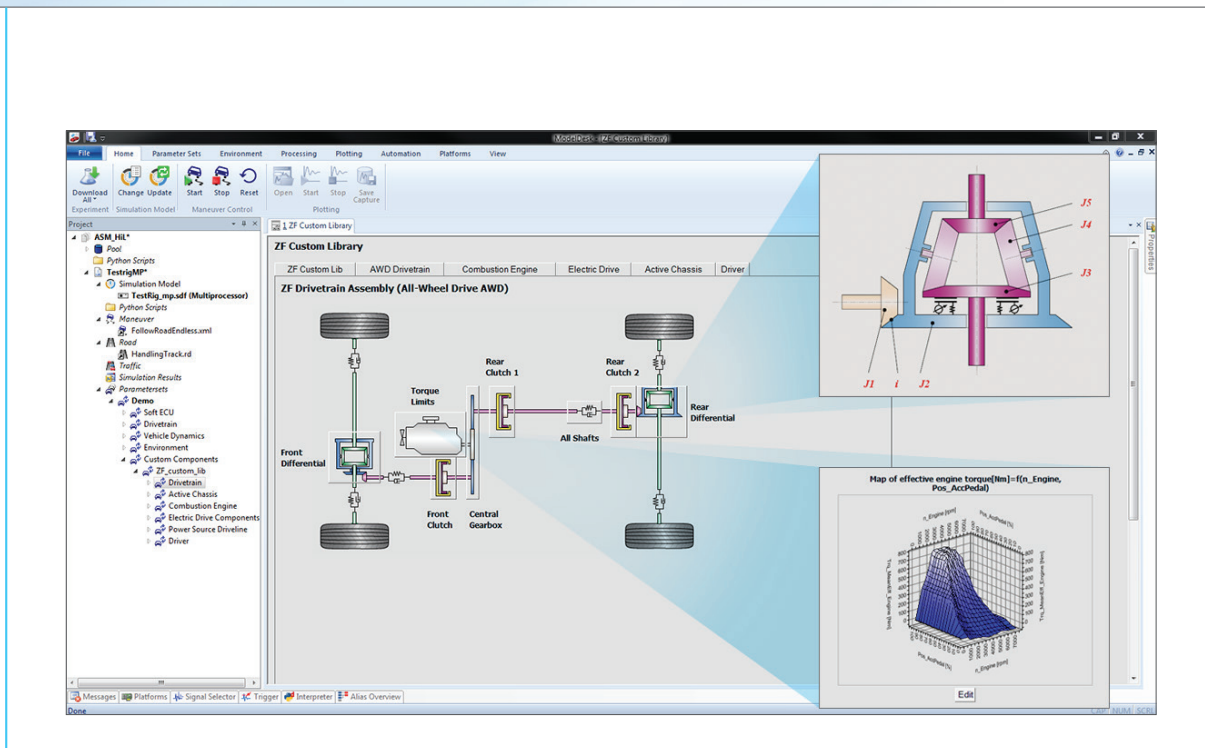
一个分析模型的解析器，然后自动生成一个功能框架，其中包含用于工具自动化的所有参数、映射和接口。ModelDesk 的这个框架以 HTML 网页形式供使用。通过 Cascading Style Sheets (CSS) 可以实现所有创建的用户界面的一致性，且符合采埃孚设计要求。这项任务的手动操作强度非常低，因此即使库更广泛，也可以在一天之内创建所有页面。

### 准备部署

在设置仿真环境后，必须进行验证。为此，开发人员使用了来自实车的测试数据作为基准。仿真车辆必须在相同条件下（速度、转向角等）返回相同的结果（横摆率、纵向加速度、横向加速度）。此外，还根据采埃孚的要求对驾驶员模型进行了扩展和优化，并进行使用。目标就是确保能够合理、真实地执行踏板和转向系统的操作。基于 PC 的仿真平台 dSPACE VEOS 使开发人员能够在测试台架上进行测试之前，在台式版上虚拟启动



图片来源：© ZF



特定于客户的模型库的内容清晰地显示出来，可轻松更改。

整个设置。如果需要，所有进程和测试案例的执行速度都可以比实时更快。如果开发人员需要对数百公里的驾驶测试进行仿真，上述方法非常有效，因为只需几分钟便可完成测试。将 ASM 与 VEOS 相结合还可以使开发过程保持一致，并更加高效。由于采用开放式架构，所以可以在 Simulink 中使用任意数量的 Functional Mock-up Unit (FMU)，也可以将功能设计付诸实践，即便它们还未成熟。它的另一个优势在于可以很容易地将测量数据集成到仿真中。同时，建议使用 ModelDesk 中的处理功能，因为它可以准备好相关数据。

### 评估和后续步骤

安装的 ASM 工具链可用于对车辆动力学进行仿真，使采埃孚能够更好地

在测试台架上实现动力传动系统的真实测试。这些模型能够满足用户对高动态响应四轮测试台架在周期时间和精度方面的苛刻要求。此外，研究表明此仿真方式适合在测试台架上使用客户软件，以自动化闭环驱动负载集合的方式来测试动力传动系统。在驾驶测试期间，也可以分析舒适性指标，例如在起步阶段。该系统不断进行优化，以便在自动化测试运行期间提供更大的道路网络和交通流量。工具链在全球供应：用户可以在全球各地的采埃孚开发中心购买。用户可以使用专有库在采埃孚所有办公地点创建相同的测试台架配置，从而确保完全一致的应用。■

Oliver Maschmann, 采埃孚

### 对动力传动系统测试台架的要求仿真的组件：

- 带转向的主动式底盘
- 带混合动力模块的内燃机
- 主动式后轴动力学
- 车辆动力学
- 纵向和横向驱动
- Soft ECU

### 灵活性：

- 使用真实和仿真的动力传动系统
- 动力传动系统中的主动组件（主动轴差速器、可切换四轮驱动、差速器锁等）
- 动力传动系统中用于其它配置的模块化接口

### Oliver Maschmann

Oliver Maschmann 在采埃孚公司（总部设在德国腓特烈港）负责高动态响应测试台架。





# 环境识别

使用 SLAM 算法进行环境识别

在实现自动驾驶的过程中，随时了解车辆在其环境中的位置显得至关重要。但是在没有详细地图或卫星导航的情况下，如何确定车辆的位置呢？为此，SLAM 算法提供了智能解决方案。

了解车辆在其环境中的确切位置是自动驾驶的重要前提条件。最常见的解决方案是使用精确的地图和卫星或惯性导航系统（惯性测量单元 (IMU)）以及航位推算导航（使

用运动方向和速度进行位置识别）。但是，在可预见的未来，还只有一些成片拼凑的详细地图网络可供使用，而且卫星辅助定位的精度通常也不够高。为此，同步定位与地图构建 (SLAM) 算法提供了相应的解决方案。

这些算法使用环境传感器（例如激光雷达传感器）的数据生成整个车辆环境的三维地图，并在该环境中定位车辆。当前环境中可用的数据越多（例如将粗略地图数据与采集的三维数据进行比较和对应），算法的精度就越高。





### 在 RTMaps 中使用 SLAM 算法

来自 Dibotics 的增强型 LiDAR 3D SLAM 算法可用于多传感器开发环境 RTMaps 的预配置组件库（实时多传感器应用，请参阅信息框简介：Intempora 的 RTMaps 工具）。

RTMaps 集成在 dSPACE 工具链中。SLAM 算法是一种完全基于传感器数据的感知和定位算法，它们既不需要传感器融合，也不需要测距（基于推进系统的位置估计，例如车轮旋转）。仅仅基于激光雷达传感器的数据，SLAM 算法便可以通过组合大量数据集实时生成三维模型。然后，可以从不同的角度查看三维模型，并且还能对被检测对象进行分类（图 1）。同时，车辆可在此环境中进行定位。之后，环境模型将成为自动驾驶应用后续开发步骤的基础，例如，其可用于轨迹规划和运动控制。在 RTMaps 中，SLAM 库的一个简单应用示例是其可回放驾驶测试期间采集的传感器数据。基于模块的开发通常简单而直观。首先，通过拖放操作将所需组件从 RTMaps 组件库添加到图表中。然后通过对话框对组件进行参数化，并在最后一步中根据需要需要通过数据链路进行连接。最后，只需单击按钮即可执行和测试应用。为此，需要通过回放模块回放保存到存储介质的原始数据，并将其传输到 SLAM 和分段算法。算法输出将通过三维可

视化模块以图形方式进行显示。在鼠标操作期间，可以更改三维模型的观测视角。由于 RTMaps 具有多线程功能和高效的内存管理，即使是复杂的算法也可以被高效运行。

### 在车辆中开发自动驾驶功能

为了在车辆中快速执行原型开发和算法测试，应用系统必须连接到真实的环境传感器。只需将 RTMaps 图中的回放模块替换为用于采集传感器数据的组件，即可完成这一连接。开发环境提供各种接口，用于连接摄像头、雷达、激光雷达和车辆总线。它还设置了时间戳，按照与时间相关的方式采集、处理和回放传感器数据。对于自动驾驶功能的开发，我们通常使用特定算法处理所生成的三维环境模型的信息，例如用于情况分析或轨迹规划。这些算法可以作为自定义组件（基于 C++、Python 或 Simulink® 代码）集成到 RTMaps 中。在集成自定义算法时，开发人员可以通过使用 Windows® 和 Linux 中的 SDK Wizards 以及大量代码示例获得支持。此外，可以直接与车载开发平台 dSPACE MicroAutoBox 上执行的控制算法进行所需的数据交换，例如用于运动控制。通过专用组件库能够在 dSPACE 工具链中无缝集成 RTMaps，并确保通过 dSPACE 实时平台实现时间同步的数据传输。 >>

RTMaps 可以在所有重要步骤中帮助开发人员创建自动驾驶算法，支持开发人员在嵌入式平台上进行开发。

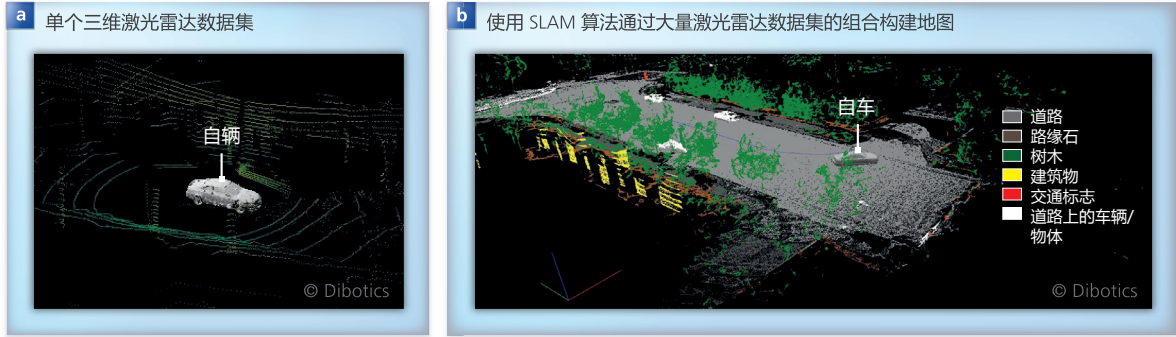


图 1：将未经处理的单个激光雷达点云数据 (a) 与由大量激光雷达数据集 (b) 构建的三维地图进行比较，证明了 SLAM 算法的有效性。

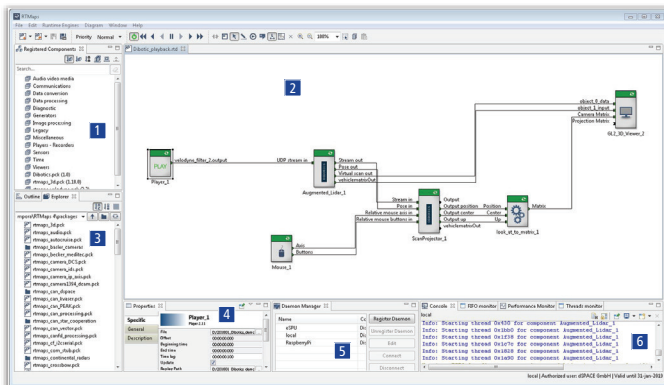
**连续工作 – 从 PC 到嵌入式平台**

开发平台的功能及性能（例如计算能力或硬件加速）能够影响复杂算法的运行行为。因此，开发人员往往希望尽可能在早期阶段在目标平台上进行开发。无论他们选择哪一种平台：在 RTMaps 的便捷工具支持下，他们都能在 PC 上熟悉的操作环境中工

作。利用 Remote Studio Connector（图 3）可以经由 TCP/IP 直接连接目标平台以处理和执行 RTMaps 框图，而目标平台本身则无需连接键盘、鼠标或显示器。这样的开发特性使工作环境更加便捷，因为开发人员一直在适合所选系统的组件库中工作，还可以直接从所选平台的数据系统加载和

保存应用。此外，通过参数化选项还可以在目标平台启动时立即在运行环境中加载和启动所需的应用。通过向 RTMaps Studio 添加嵌入式平台支持，自动驾驶功能的原型开发达到了最佳水平，因为开发人员对嵌入式平台的 PC 环境十分熟悉，进而可以简单、方便地进行开发工作。■

图 2：RTMaps 的用户界面。模块化开发环境可以轻松处理各种多传感器应用。为此，RTMaps 提供了丰富全面的组件库。



- 1 组件库 – 显示在 RTMaps 环境中注册的/可用的组件模型。这些组件按功能分类（传感器、查看器、图像处理等）。
- 2 RTMaps 框图 – 用于创建应用程序框图。本例中所使用的元件是用于回放激光雷达数据的模块、用于 SLAM 和分段算法的 Dibotic 组件、用于设置观测视角的鼠标控制元件以及三维可视化元件。
- 3 资源管理器和概览 – 资源管理器：提供了计算机本地目录视图，通常显示的目录带有可在 RTMaps 中注册的程序包。概览：此视图显示了整个框图，能够进行概览和快速导航。
- 4 属性 – 用户可以为当前图表设置不同的参数。
- 5 Daemon Manager – 用户可以连接到嵌入式平台，并且可以打开、处理和执行远程图表。
- 6 控制台 – 提供有关各种主题的信息，例如命令、组件消息、警告和错误。

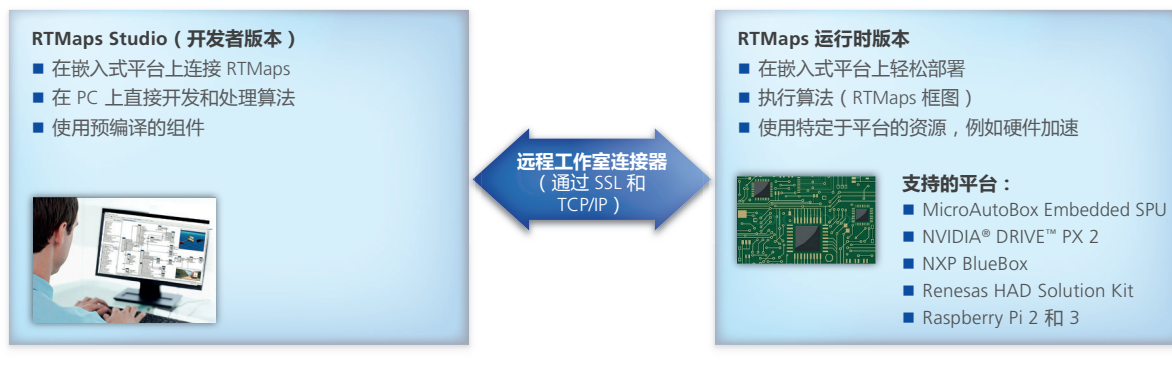
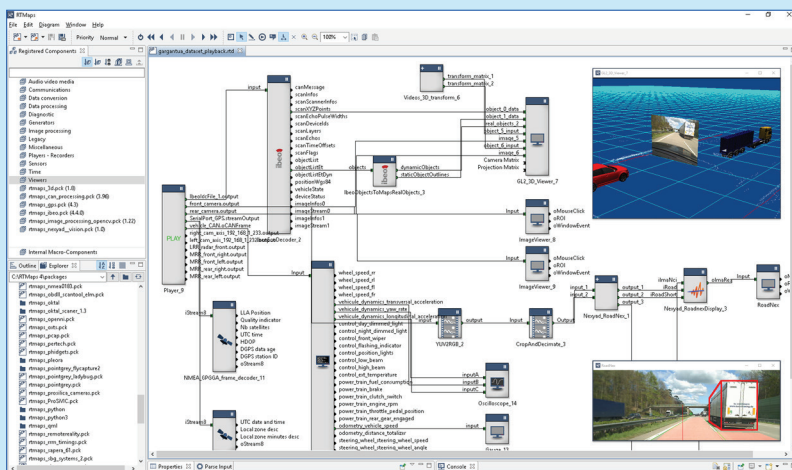


图 3 : 通过将 RTMaps 与 Remote Studio Connector 结合使用, 开发人员可以访问各种嵌入式平台上的嵌入式原型环境, 并且可以在熟悉的 PC 工作环境中工作。

## 简介: Intempora 的 RTMaps 工具



ARM 的平台上提供独特的多线程功能, 并进行高效的内存管理。

### dSPACE 工具链中的无缝集成

dSPACE 专门为实时系统和基于 PC 的仿真平台 VEOS 提供了一个 Simulink 环境下的接口模块库, 用于将 RTMaps 集成至 dSPACE 工具链中。ControlDesk 也可以与 RTMaps 轻松连接, 以实现对所开发应用的参数化操作。

### 新增: 直接在嵌入式平台上进行原型开发

通过将 RTMaps 与 Remote Studio Connector 相结合, 现可以更快地在嵌入式平台上进行更快捷的原型开发, 从而实现高度自动化的驾驶。无需为嵌入式平台连接鼠标、键盘以及显示器, 用户可以基于熟悉的 RTMaps 开发环境, 在远程 PC 上方便直接地对目标平台进行开发工作。

### 面向多传感器应用的强大开发环境

Intempora RTMaps (dSPACE 自 2016 年以来一直是此产品的经销商) 是一款模块化的软件开发和运行时环境, 用于复杂的多传感器应用, 在自动驾驶、机器人和航空航天工业等特定领域发挥了重要作用。开发人员通过使用全面的组件库可以准确地采集、同步和处理来

自各种传感器 (摄像头、雷达和激光雷达) 的数据。用户特定的组件可以使用 C++、Python 或 Simulink 代码进行开发, 而且易于集成。一些更为复杂的算法, 如: OpenCV, 来自 Dibtotics 的增强型激光雷达三维 SLAM 算法, 以及 NVIDIA 的 DriveWorks 都已经是现成的组件库资源。RTMaps 可以在基于 PC 和



助

力 未来

用于电动开发、测试和仿真的  
解决方案。

电动载具早已成为一个复杂的工业领域，它不仅仅局限于电动汽车。基于长期经验，dSPACE 提供了设计精良的产品组合和创新的解决方案，涵盖了电动应用的各个方面 – 从发电和配电到充电站，再到储能系统，无所不包。



如今，电动汽车已成为一个热门话题。每一家 OEM 和供应商都设计了自己的电动汽车和所需组件。排放法规也变得更加严格，而且很多国家，比如中国，对电动汽车的需求不断增长，从而开辟了巨大的市场和商业机遇。电动汽车有三个核心主题：

- 车辆通电，包括动力传动系统、储能系统和辅助装置（例如转向系统）
  - 建立充电基础设施
  - 发电和配电
- dSPACE 多年来一直积极开展电驱动开发工作。例如，1997 年我们与 Adtranz 合作开发了一款电力机车传动系统，并于 1998 年与 ABB 合作开

发了一款用于电力电子设备仿真的硬件在环仿真器。基于这些项目以及许多其它项目，我们不断扩大 dSPACE 的电动汽车产品系列。现在所有必需的开发步骤都包括在内，从功能开发到产品级代码生成，再到测试和仿真，十分完善。

## 电动汽车

### 电动机

与内燃机不同，电动机动态性能更好，即使转速低，也能产生高扭矩。功率范围十分广泛，从几瓦至数百千瓦都有。为满足高动态响应要求，dSPACE 在其产品组合中加入了功能强大的 FPGA 平台，该平台也可集成在 MicroAutoBox II 或 SCALEXIO 系统中。为此，SCALEXIO 系统还增加了 DS2655 FPGA Base Board。用户可以使用现有的 FPGA 模型，例如 XSG Electric Components Library，也可以使用 RTI FPGA Programming Blockset 或 XSG Utils Library 自行编程 FPGA。为了在现实条件下执行验证，dSPACE 提供电子负载对电动机进行仿真，并且支持 100 W 至 500 kW 的功率测试（图 1）。通过使用 dSPACE ASM Electric Components Library 可以对车辆电气系统组件进

行基于处理器的实时仿真。同步电机可以与 FEM 工具 JMAG® 相结合，进行非线性效应仿真。此外，还支持众多应用，从闭环控制中电驱动装置和逆变器的应用到整个汽车电气系统

（包括蓄电池、起动发电机及交流发电机）的应用，都有涉及。此外，控制工程师还可以使用 XSG AC Motor Control Library 访问预配置的实现和工程方法，以开发驱动控制功能。>>

图 1：HIL 仿真器可在不同级访问电动机 ECU。无论是在信号级、功率级还是机械级，dSPACE 都为每个测试案例提供了广泛的产品系列。

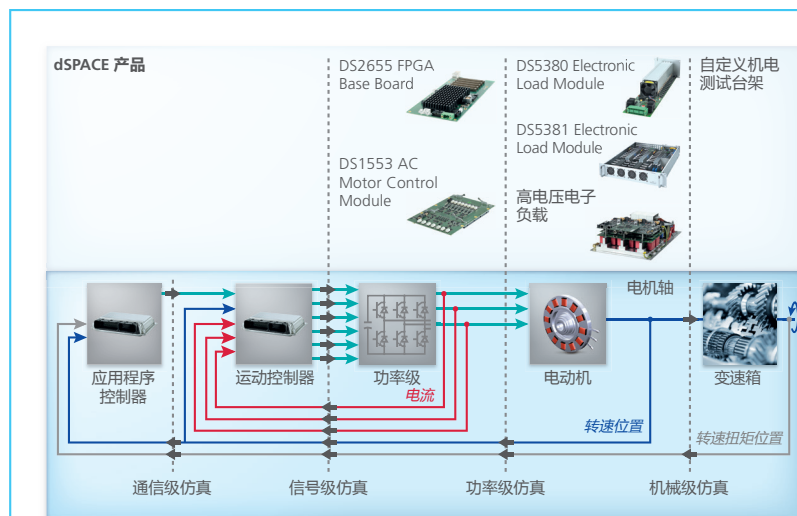




图 2：电池管理的产品既有可在车辆中使用的紧凑型系统，又有用于整车测试的大型系统，十分广泛。

### 电池系统

电池管理系统 (BMS) 是电动汽车的核心组件，负责在整个电池生命周期内维护电池性能。BMS 确保每个电池单体的电压处于最佳工作状态。dSPACE 提供专用硬件用于开发 BMS 功能，例如 **EV1093 Battery Cell**



图 3：紧凑、坚固的外壳使 RapidPro 成为车辆、实验室和测试台架环境的理想选择。

### Measurement and Balancing Board

板卡。一块板卡可以控制多达 24 个实体电池单体。使用的板卡越多，控制的电池单体也越多。EV1093 既可以用于实验室系统，也可以装配外壳，用于车辆中。为了验证 BMS ECU，HIL 测试系统必须提供精确的仿真电池单体的电压和温度。EV1077 Battery Cell Voltage Emulation Board 可以注入 0 至 6 V 的电压。损坏的单体也可以在这个范围内进行仿真。

### 电力电子

电力电子是电动汽车的关键技术。电动汽车中使用的某些组件包括用于电

驱动装置的变频器、用于调节不同电压电平的 DC/DC 转换器以及用于电网与车辆之间接口连接的充电器。为了尽可能逼真地测试这些系统，测试系统必须达到微秒级的响应时间。为了快速方便地开发直流转换器功能，dSPACE 提供了 **RapidPro 系统**，其中包括一系列用于可配置信号调理和功率级的模块。在 HIL 测试期间，**通过 dSPACE Electrical Power Systems Simulation Package** 可对基于拓扑的电力电子模型进行实时仿真（这些模型由 MathWorks® 通过 Simscape Power Systems™ 专业技术进行设计）。基于 FPGA 的仿真能实现低延迟，支持 2.5 μs 的步长。预配置的 FPGA 应用既不需要 FPGA 专门知识，也不需要专门的软件，因而更便于项目启动。如果模型更复杂，则可以在多个处理器或 FPGA 上同时进行拆分和计算，因此也可以进行实时仿真。

### 电子辅助单元

在电动汽车中，所有辅助装置必须能进行电力操作。典型的辅助装置包括电动助力转向 (EPS)、电动制动系统和电子制动伺服装置。由于这些装置都是安全关键型系统，所以除了信号级和功率级的测试外，还必须执行机械测试。dSPACE 提供可定制的**机电测试台架，可用于在实验室条件下执行逼真的驾驶测试，测试系统的行为**。通过合适的仿真模型，可以在现实条件下测试 EPS 应用的执行器。dSPACE 系统种类繁多，从实验室的小型旋转测试台架到整个转向系统的大型测试台架都有。

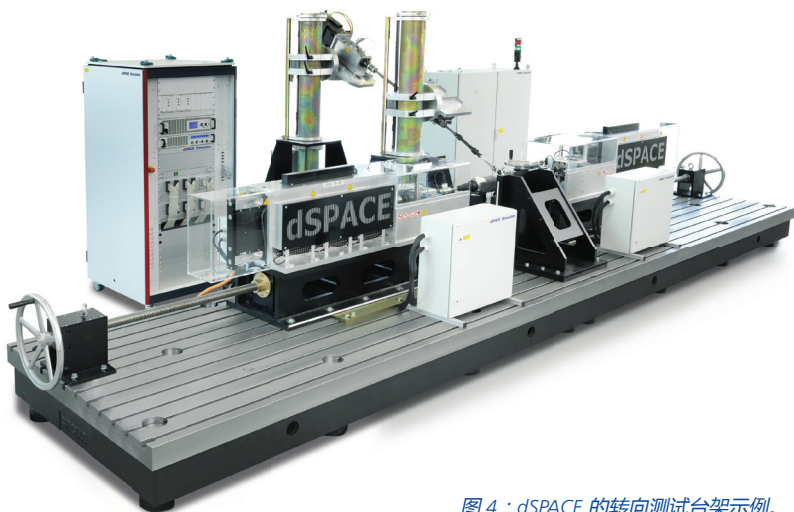


图 4 : dSPACE 的转向测试台架示例。

## 更多信息

如需 dSPACE 产品的更多应用案例示例, 请点击以下链接 [www.dspace.com/go/dMag\\_20181\\_emobility](http://www.dspace.com/go/dMag_20181_emobility)。  
如需了解详情, 请申请获取 dSPACE 有关电动汽车的海报: [www.dspace.com/go/sales](http://www.dspace.com/go/sales)

## 充电站

放眼全球市场, 电动汽车制造商数不胜数, 各自的充电技术也五花八门。在车载电池充电时, 车辆会与充电站进行通信以缩短充电时间, 并交换所

需信息, 相关信息包括车辆与充电站之间的技术微调、安全性以及支付方式等方面。不同的标准适用于世界不同地区的充电技术, 例如日本的

CHAdeMO、欧洲和美国的 ISO 15118 以及中国的 GB/T。dSPACE 提供的解决方案可以集成到 HIL 测试系统中, 有助于测试不同的通信协议。

## 能量生产和分配

电动汽车使用各种来源的能量, 例如风能和太阳能, 以及目前来自传统发电厂的电能。因此, 协调配电变得更加复杂, 其中一个原因是可再生能源产生的电能受到日常性和季节性波动的影响。为确保电网稳定, 必须精确控制频率和功率因数。由于电动汽车越来越多, 能量管理系统以及系统之

间的通信也提出了更严格的要求。通过 dSPACE **Electrical Power Systems Simulation Package (EPSS)**, 可以在 dSPACE 系统上针对各种发电和配

电系统执行仿真。用户将该软件包与 dSPACE RCP 系统一起使用时, 能够创建配电系统的模型预测控制, 并对整个能量系统进行仿真。■

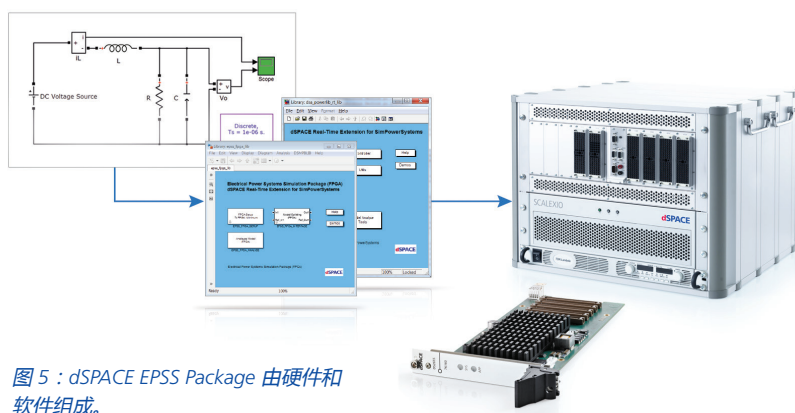


图 5 : dSPACE EPSS Package 由硬件和软件组成。

dSPACE 工具链中的汽车以太网

# 非一般的 总线



以太网网络标准与典型总线系统相比具有许多优点，并且越来越多地应用于汽车工业。dSPACE 工具链已广泛支持以太网，经过更改后可用于汽车应用，并且应用范围越来越广泛。



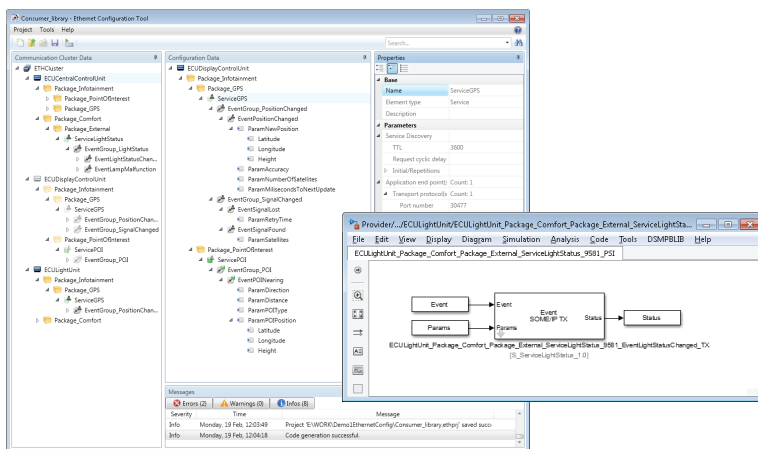


照片：Harald Czékalla，www.fotoharry.de

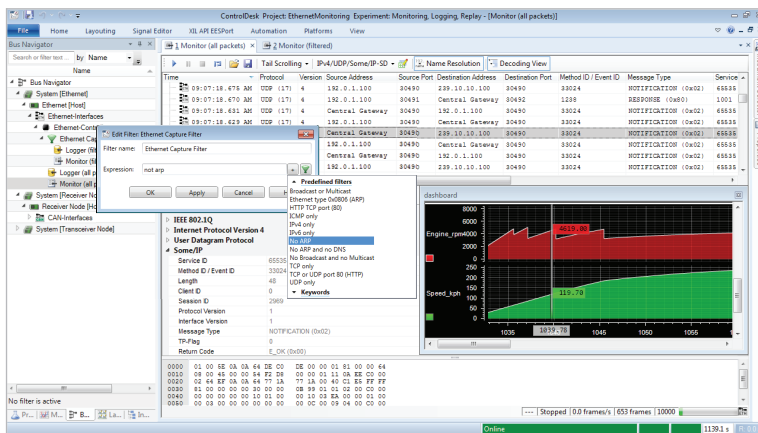
每推出一款新车型，制造商们都希望能在辅助系统、连通性和功能方面胜人一筹。这使得电子控制单元 (ECU) 之间传输的数据量成倍增加。如今的辅助系统通过添加复杂的功能进行扩展，从而实现部分自动驾驶或全自动驾驶。然而，传统汽车总线系统的带宽已不再满足要求。因此，我们采用以太网网络标准来解决这一难题。这项技术适用于新环境，也可用于汽车领域，被称为“汽车以太网”（参见信息框）。目前的带宽高达 1000 Mbit/s，远远超过 CAN/CAN FD (<10 Mbit/s)、FlexRay (10 Mbit/s) 和 MOST (高达 150 Mbit/s)。此外，以太网在不同层面上支持大量协议，其中一些（例如 SOME/IP）则是专为车载应用进行的设计和标准，因而能够以不同形式（针对带宽优化或实时优化）进行广泛的应用。 >>



丰富的可能性：汽车以太网在物理层之上提供多个软件层，可针对特定应用在不同协议的组合中使用软件层，例如 SOME/IP、AVB 和 TSN 协议。



实现：通过使用 Ethernet Configuration Tool，开发人员可以高效、便捷地设置和配置汽车以太网应用。此外，还可以考虑最新的 AUTOSAR 标准。



监控：dSPACE ControlDesk 中的 Bus Navigator 能够轻松监控和记录以太网流量。内置的以太网滤波器可以将数据采集限定为单独的以太网数据包类型。通过使用 ControlDesk 中的 Time Cursor，能够轻松地将记录的以太网通信与其它总线 and 测量数据进行比较。

### dSPACE 工具链 – 蓄势待发

dSPACE 工具链已在许多应用中支持汽车以太网。支持的主要工具是面向快速控制原型 (RCP) 和硬件在环 (HIL) 应用的多功能 SCALEXIO 系统，为此将提供一系列配备多达 5 个端口的以太网板卡。MicroAutoBox 产品系列的最新产品，即采用 Intel® Core™ i7-6822EQ 处理器的 Embedded PC 和即将推出的 Embedded SPU，可配置多达 6 个汽车以太网端口，可用于车载原型开发。此外，大量 dSPACE 硬件产品还配备有传统的以太网端口，可通过媒介转换器适应不同的汽车以太网速度。即将推出的 SCALEXIO 以太网板卡 (DS6333-PE/CS) 的端口甚至采用模块化设计，因此可以为不同速度 (100 Mbit/s 和 1000 Mbit/s) 的传统以太网和自定义汽车以太网进行匹配。

### 实现

我们可以使用 Ethernet Configuration Tool 在 FIBEX 或 AUTOSAR 通信描述的基础上建立基于服务的网络仿真，以用于以太网 SOME/IP 协议。Ethernet Configuration Blockset 是 dSPACE Ethernet Configuration Package 的一部分，其可在所支持硬件的实现过程中提供必要的 Simulink 模块。通过提供面向 AUTOSAR 的支持，可轻松实现相关安全机制，其中包括端到端保护、安全的车载通信和全球时间同步，这对于驾驶辅助系统尤为重要。

## 汽车以太网



汽车以太网是已建立的以太网网络标准的修改版本，专为车载应用而设计。新增的物理层通过非屏蔽双绞线 (UTP) 电缆实现了高性价比的布线，且不违反现有技术需求，例如电磁兼容性。目前，两个带宽已针对汽车以太网实现标准化：100BASE-T1（也称为 BroadR-Reach）和 1000BASE-T1（千兆以太网，1000 Mbit/s）。目前正在开发从 10 Mbit/s 到 10 Gbit/s 的其它带宽范围。如果没有原生汽车以太网支持，传统以太网接口则可通过媒介转换器转换为 100BASE-T1 和 1000BASE-T。由于以太网软件层可以被轻松分离，因此可针对特定应用使用不同协议的组合。这包括基于 IP 可裁剪且面向服务的中间层（SOME/IP）、音频-视频桥联（AVB）和时间敏感

型网络（TSN）。SOME/IP 协议专为车载应用而设计，是 AUTOSAR 规范的一部分。由于 SOME/IP 协议具有基于服务的通信概念和动态化的服务发现，它可在有限的协议层系统开销下，提供最大的灵活性。SOME/IP 已被许多 OEM 使用，并成为 ECU 之间控制信息传输的标准。AVB 协议结合了多种 IEEE-802.1 标准，涵盖了数据流时间同步、延迟和抖动方面的各种要求。这也是 TSN 协议的参考点，该协议包含更多 IEEE-802.1 标准集，特别适用于对时序和带宽要求严格的应用。然而，与 AVB 相比，并非 TSN 中的所有 IEEE 规格都已被正式采用为标准。

## 借助于 dSPACE 产品系列，汽车制造商已经为汽车以太网做好准备。

### 记录和可视化

为了完善 dSPACE 工具链中的汽车以太网支持，我们可以灵活地监控不同的以太网协议。核心工具便是可选配的 ControlDesk Bus Navigator 模组。当与具有汽车以太网功能的硬件（如 SCALEXIO）、VEOS（基于 PC 的仿真平台）上即将可用的以太网仿真或 PC 总线接口相结合时，Bus Navigator 模组可以轻松处理网络中所有的以太网数据包。我们现在就可

以通过 ControlDesk 轻松监控和记录汽车以太网通信。未来，dSPACE 还将提供专用的以太网总线控件。用户只需单击几下，便可根据需要定制布局。ControlDesk 中的 Time Cursor 可用于将记录的以太网数据流量与其它测量数据或协议（例如 CAN、LIN 和 FlexRay）进行快速比较。内置的以太网抓包过滤器能够针对特定以太网报文进行数据捕获。dSPACE Release 2018-A 版本实施了一个用于解码以

以太网通信的树形视图和一个用于改进单个以太网数据包名称映射的功能。

### 结论

由于带宽和大量支持协议的需求不断增长，以太网标准在汽车工程中的地位将得到巩固。dSPACE 工具链已经包含许多硬件和软件产品，并且在许多应用案例中支持新的标准，这给汽车工程师的工作带来了诸多便利。未来，dSPACE 将继续加强对汽车以太网的支持。■



三十年前，dSPACE 通过快速控制技术迅速推广了机电系统和电子控制单元。从那时起，dSPACE 工具在全球开发部门广泛应用。即将离任的首席执行官 Herbert Hanselmann 博士介绍了他的职业发展道路。

*您有没有想到会担任 dSPACE 的首席执行官长达 30 年之久？*

没想过。之前，我没想到会在 dSPACE 做长达 30 年的 CEO。我最初是想为其他工程师提供当时独特的技术。当初，我计划将公司从 4 名员工增长到 20 名员工在我觉得已经足够了。

*如果 dSPACE 进展不顺利，您是否有其它的发展计划？*

我相信所有的创始人都有能力，其它公司担任工程师，并且都能发展得很好。我当时认为，既然已经不打算在大学里担任终身公务员型副教授，要么涉足工业领域，要么成为一名正教授。备选方案有很多。

*您是怎么想出 dSPACE 这个名字的？*

在 dSPACE，大家都知道我热衷于使用首字母缩写。Digital Signal Processing and Control Engineering（数字信号处理和控制工程）是我们的核心工作内容。那时候，有一个耳熟能详的数据库软件叫做 dBASE。因此，我将这些首字母小作整合，提出



dSPACE 首席执行官  
三十载风雨历程 – 回顾

了 dSPACE 这个名字。今天，我会选择一个不同的名字。因为一听到这个名字，人们总以为我们公司从事航天业务。我们需要对 dSPACE 这个名字不断作出解释。起初，我收集了一些信封，这些信封上都有一个有趣的地址。我最喜欢的一个信封上面写着：“Dora Siegfried Paula Anton Cesar Emil”，然后是街道地址。我们之所以收到这样的信，是因为我们在电话里就是这样拼读公司名称。

*您取得了如此大的成功。是否也曾经遇到过一些挫折？您现在可以承认了。*

谢天谢地，好在没什么大的失误。尽管我们进行了广泛的市场调查，但有一款产品并不是那么成功。我们本可以向市场中的竞争对手发起挑战，但为时已晚。我们也低估了客户的惯 >>



性。如果客户对产品不满意，勉强使用，而竞争对手迅速修复了某些缺陷，那么即使再推出新产品，客户也不会再那么关注了。

有人说，您曾使用汽车的油尺成功修复了一个吱吱作响的购物车。首席执行官应该或必须具备怎样的工程师的品质？

那不是一辆购物车，而是放某些测量设备的手推车，需要推到底特律的丽思卡尔顿酒店。过了一段时间，我又在日本为客户焊接了一些东西。过去，客户经常说公司有一位工程师首席执行官是不多见的。这是一种恭

维，但也是多年以前的事了。如今，公司不断壮大，并且我们有大量有才能的技术领导者，工程师首席执行官已经不再那么重要。

在您看来，使用 dSPACE 设备进行测试的最不寻常的客户项目是什么？

我们的 dSPACE 杂志经常会刊登些不寻常的示例。我记得，其中一个是分娩仿真器，另一个是用于切入人类颅骨的工具。此外，我还对日本摩天大楼屋顶上的液压减震器记忆犹新。还有在迪士尼乐园里开车的应用。然而，对于汽车来说，它的应用比较常规。并且也是十分严肃的话题。

dSPACE 的成功有什么秘诀？

一开始，我们的机电工程师需要设身处地地帮助客户解决问题，这尤为重要。有时，我们甚至会帮助客户解决其它问题，比如这些问题有时并非我们产品所针对的领域。控制工程、电子、软件和物理等多学科相结合总是很重要的。我们的设备表现出色，为我们赢得了荣誉，而且不需要太多后期工程便可最终完成工作任务。虽然犯错在所难免，但我们总是尽力帮助客户摆脱困境。我们不能将对客户的良好支持列为一个开销项，这关乎工程师的职业道德，并可以赢得客户的信赖。还有一个决定性因素，就是我

## dSPACE 早期活动与成就

早期：dSPACE 三十年前发表的文章及产品承诺。

现在：用户对 dSPACE 解决方案的评价。

### dSPACE 发表的第一篇报告

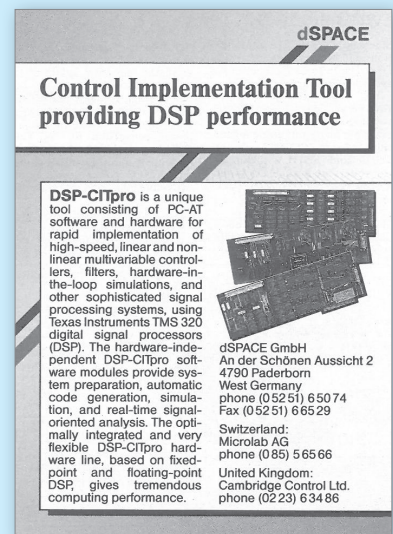


1988 年，通过 Elektronik 杂志中的一篇文章，人们首次关注新成立的 dSPACE 公司。主题：“借助 DSP 控制高速机械”。

伊尔梅瑙工业大学的 Arvid Amthor 解释了 dSPACE 产品在当下的实践中发挥的作用：

“dSPACE 硬件和软件帮助我们实现了快速纳米级精确定位所需的高采样率。”

### 1990 年产品展示



dSPACE 首批产品广告之一。推出的产品：一款包括系统软件、处理器和 I/O 的集成式解决方案，适用于严苛的控制任务。

用户信赖我们，并青睐我们的产品，这十分令人欣慰。IABG 的 Franz Hangl：

“dSPACE 的无缝集成开发环境使我们能够高效地执行项目。”

们愿意在我们的工具中投入大量的工作，为客户提供先进的技术，我们会不断加大投资产品组合的力度，不会放慢速度。由于如今技术发生了巨大变化，所以最后这一点现在变得尤为重要。

**首席执行官的继任者 Martin Goetzler 在管理公司方面经验丰富。您是怎么最终选择他的？**

我一直想为公司选拔一个新的首席执行官。而且，我想在 2018 年开始实施这个计划。然而，当我觉得有机会让 Martin 加入时，我改变了之前的选拔计划。我认识他 15 年了。虽然他不是一名工程师，但这无关

紧要。dSPACE 有足够的工程师。Martin 在管理科技公司方面经验丰富。我希望他能让公司变得更专业化，推动那些一直处于困境的议题，并促进公司不断发展。

**您是如何看待放手公司事务这件事的？那您之后有什么打算呢？**

若在转型期结束时放手公司事务，实际上要到 2019 年初。所幸有了 Martin 之后，我不会独自处理某些事务，这减少了我的压力。因为 Martin 已经上任。离任后的我难说清闲，因为我仍然会处理 dSPACE 的一些事务。我只是不再担任 dSPACE 的首席执行官。公司将继续由我们家族运

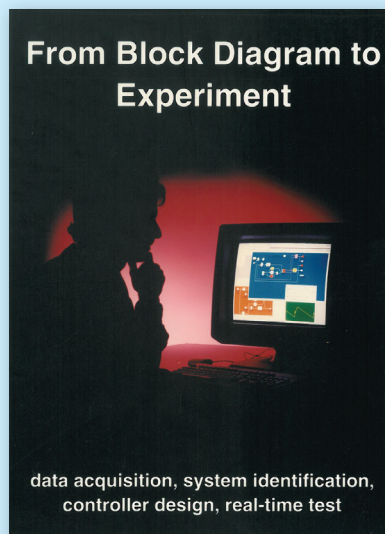
营，因此作为公司的所有者，我仍有很多需要处理的事务，此外我还要监督公司的运营。而且，我们还希望下一辈家族人才参与公司事务。我也有很丰富的业余生活。我已经有很长时间没有去旅行、划船和放松了。接下来，我要去放松放松。

**您对 dSPACE 的未来有什么期许？**

我期望我们可以进一步提高市场地位，并根据市场需求进行改进。我还希望公司能获得一些新动力。但最重要的是，我希望公司保持良好的声誉，并进一步提高知名度。■

**非常感谢您接受采访。**

## 交易会海报

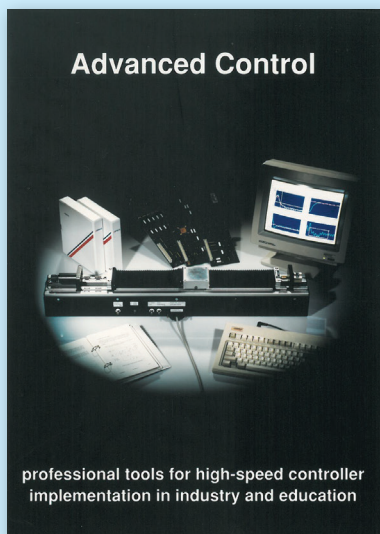


**From Block Diagram to Experiment**

data acquisition, system identification, controller design, real-time test

如何尽快将设计付诸实施？首批贸易展海报之一介绍了 dSPACE 工具最重要的任务之一。

## 性能宣传



**Advanced Control**

professional tools for high-speed controller implementation in industry and education

dSPACE 一直以精益求精。在 dSPACE 的海报和产品承诺中，总是瞄准要求更高的客户。

## 来自客户，服务客户



**dSPACE NEWS**

Volume 1 Issue 1 April 1992

Improved Communication Through dSPACE News

Welcome to the first edition of dSPACE News! Through our newsletter we hope to keep you abreast of our most recent technological developments and provide you with information, both technical and non-technical in nature.

We plan to complement our technical brochures with a variety of expert reports ranging from Questions and Answers and Applications Notes to customer achievements and in-house successes. We will also cover development projects and provide you with contacts for our representatives from around the world. Through our Events Calendar you will be able to track in detail when we can speak face-to-face with you about your hardware and software needs.

By including an address card provided, you can order further information on topics you are interested in. We will also highlight papers and presentations to both our customers and in-house staff and include a comprehensive Product Directory for your reference.

We look forward to providing you with an invaluable resource through this newsletter, but need your help to guide us. Together with your feedback we can achieve our goal and communicate the information you need to accomplish your goals.

**To our German-Speaking Readers:** Die wir auf deutschsprachigen Lesern, bitten wir um entsprechende, unseren Newsletter nur in Englisch zu versenden. Wir freuen Sie um Ihr Verständnis.

**Contents**

Business	Products
1. Expanded Premises	5. AutoBox
2. Improved Communication	7. Prototyping Board
3. Hardware Department	8. Product Directory
4. Growing Business	
5. Carl Schenck	
6. Karlsruhe via	
7. ITX Industry	
<b>Customers</b>	<b>Technical</b>
1. CEA Robotics Institute	1. Real-time Control
2. Carl Schenck	2. System Performance
3. CEA Robotics Institute	3. Applications Notes
4. Carl Schenck	4. Questions & Answers
5. Laser Automation	5. Software News

dSPACE 新闻 1992 年第一期。dSPACE 定期请客户在杂志中分享用户体验，并报道一些激动人心的项目。

麻省理工学院的 Trumper 教授总结如下：

“通过促进控制器的快速实验实施，dSPACE 工具使我们能够专注于应对研究中的挑战，而不会陷入实施细节的困境。”

汉堡联邦国防大学 Kay Kochan 评价道：

“借助 dSPACE 的模块化硬件概念，我们可以利用几乎没有限制的可扩展性来发挥计算性能，并使用它来开发可以在高采样率下实时执行的系统。”

我们在 2017 年的读者调查中收到了以下意见：

“我对客户杂志以及 dSPACE 产品及其产品支持非常满意。”

## 开发适用于 AURIX™ 2<sup>nd</sup> Generation 的安全相关功能

英飞凌推出的 AURIX™ 2<sup>nd</sup> Generation 微控制器系列具有先进的功能，能够进行安全相关应用。自 dSPACE Release 2018-A 版起，dSPACE 工具 Generic Serial Interface (DCI-GSI2)、ECU Interface Manager 和 RTI Bypass Blockset 将支持 AURIX™ TC3xx 的旁通、测量和标定功能以及其它须访问 ECU 内部函数和变量的应用场景。因此，dSPACE ECU 接口产品成为了开发和测试典型嵌入式应用（如发动机和变速箱控制）以及安全相关应用的核心组件。这包括转向和制动系统以及用于自动驾驶和电动汽车的基于传感器的应用。 ■



## dSPACE 工具链之 Python 3

2020 年 4 月，Python Software Foundation 将不再对 Python 2 进行支持。因此，自 dSPACE Release 2018-B 起，dSPACE 将其软件工具的 Python 更改为当前版本 Python 3。Python 是 dSPACE 产品的关键编程语言之一，在集成式 Python 解释器自动化 ControlDesk、编写实时测试以及 AutomationDesk 操作方面发挥着至关重要的作用。对于受此迁移影响的 dSPACE 客户，我们将在迁移过程中提供全面支持。关于 Python 2.7 与



Python 3.6 之间的差异以及 dSPACE 工具迁移注意事项方面的信息，可以在 dSPACE 网站上下载《Python 3.6 迁移指南》进行参考。有关 Python 迁移方面的疑问，请联系 dSPACE Support 部门。Python 3 的迁移将为客户

提供诸多支持，例如完整的长期支持、简易的结构、全面的 Unicode 支持以及更高效的标准功能。 ■

可供下载的《Python 3.6 迁移指南》：  
[www.dspace.com/goldMag\\_20181\\_Migration](http://www.dspace.com/goldMag_20181_Migration)

支持表单链接：  
[www.dspace.com/goldMag\\_20181\\_Support](http://www.dspace.com/goldMag_20181_Support)



请关注我们的社交媒体账号。  
[www.dspace.com/go/socialmedia](http://www.dspace.com/go/socialmedia)



# MotionDesk – 现实照明条件可视化



在 dSPACE Release 2017-B 中，我们全面增强了三维可视化软件 MotionDesk 的可视化引擎，除此之外，还改进了现实照明条件的仿真。因此，MotionDesk 又实现了进一步优化，致力于成为一个可以应对高级驾驶辅助系统开发中所有应用案例的工具。新的照明模型不仅可以让您更真实地观察环境，还可以将具有特殊照明条件的场景（例如夜间行车）纳入测试范围。

## 基于摄像头 ECU 的众多新功能

新软件功能对于开发和测试基于摄像头的 ECU 以及相关的传感器仿真尤为重要。基于摄像头的系统能够识别来自 MotionDesk 的逼真三维动画，因此可以作为各种测试的基础。典型的应用领域是车道保持辅助系统、自

动紧急制动系统以及车道检测和交通标志识别系统的开发。

## 白天和黑夜的真实照明条件

MotionDesk 提供多种配置选项，可精确仿真真实场景。现在，可以更改模型中涉及的所有光源的形状、颜色和强度，例如前灯、路灯和环境光等等。而且，光源可以附着在模型中的任何对象上。这种灵活性可确保实现光线充足的仿真环境和可单独调节的照明条件。利用简单的星历模型，就可以在 ModelDesk 中对太阳进行定位。这样，就可以对不断变化的光照条件进行仿真，例如日出和日落。环境光和阴影可以根据太阳位置的选定值呈现动态变化。为了实时测试前灯，仿真车辆可以在 MotionDesk 中配备不同的前照灯模型，只需加载相

关前照灯的不同亮度分布即可。结合 dSPACE 提供的 Automotive Simulation Model (ASM)，您可以测试各种应用案例，例如，用于开发自适应前照明系统 (AFS)。

## 产品中的其它照明效果

引入新的照明模型只是 MotionDesk 开发的第一步，预示着将会有一系列的软件修改和优化。后续版本的 MotionDesk 将进行多项改进，例如太阳眩光、道路反光和大气影响。因此，dSPACE 3D 可视化软件可以满足未来高级驾驶辅助系统开发的要求。 ■



请点击以下链接观看新型照明模型视频：  
[www.dspace.com/gol/dMag\\_20181\\_MotionDesk](http://www.dspace.com/gol/dMag_20181_MotionDesk)



dSPACE MotionDesk 现在可以单独调整测试场景的光照条件，并根据相关应用案例进行精确定制。因此，MotionDesk 中的三维动画非常适合开发高级驾驶辅助系统和自动驾驶领域的各种应用，例如自适应前照明系统 (AFS)。

# ConfigurationDesk 和 Bus Manager – 提高 RCP 和 HIL 应用的效率

新版 ConfigurationDesk 是 SCALEXIO 系统的实现软件，亮点在于其以创新的方式改善了易用性，并提高了效率。主要的新功能是面向任务的用户界面、与 Simulink® 更紧密的集成以及优化的 Bus Manager (其可作为插件进行集成)。

## 任务特定的用户界面

上下文关联的新导航栏提供不同的视图集，从而能始终精准显示当前工作步骤所需的功能。这样，用户在操作时能一目了然，并专注于某一项任务。

## 与 Simulink 更紧密地集成

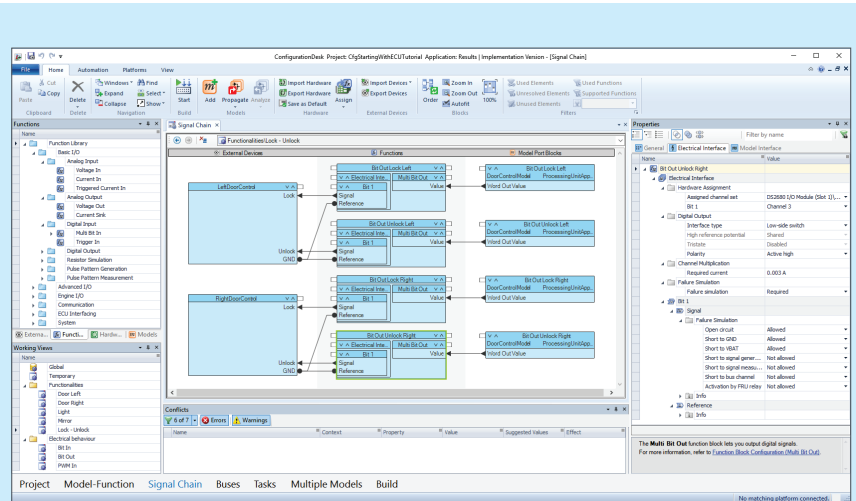
ConfigurationDesk 与 Simulink 的交互和信息交换得到了进一步优化。例如，现在可以使用 Simulink 新建 ConfigurationDesk 项目，并且可以通过 Simulink 模型开启整个系统的构建。只需一次单击，用户便可将 Simulink 中的模型端口模块切换至 ConfigurationDesk 相关的步骤，反之亦然。对 ConfigurationDesk 模型接口所做的变化也可以轻松传输至相关 Simulink 模型。

## 优化的 Bus Manager

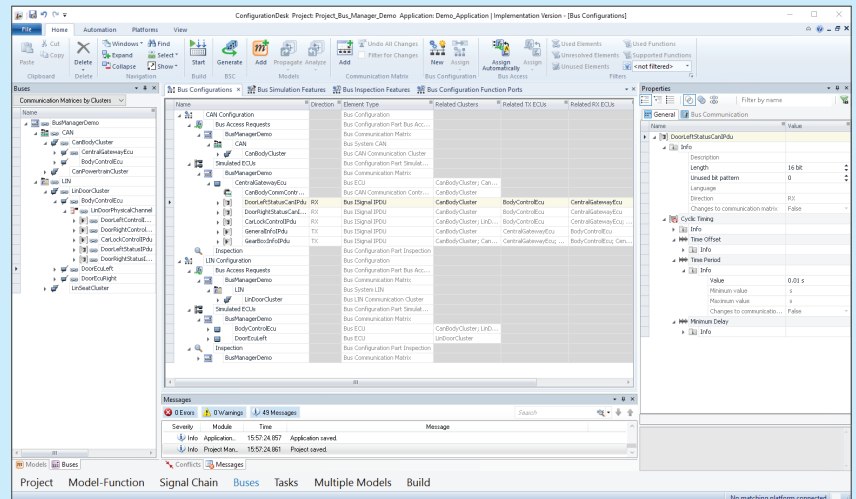
dSPACE Bus Manager 是在 dSPACE 系统上对总线通信进行仿真的核心工

具。dSPACE Bus Manager 所导入的通信矩阵能够让客户一目了然，并且其拖放式配置无需编程技能。因此，效率和便利性得到了提高。用户可以使用自动化界面和更新功能，根据新要求快速调整现有配置。新版本还提供

了用于总线通信检查和操作的新功能，其中包括修改帧和信号值、检查原始数据以及仿真计数器等。此外，通信矩阵的导入也得到了增强。除了现有格式，还支持新标准 AUTOSAR 4.3.1 和 FIBEX 4.1.2。■



ConfigurationDesk 是一种直观且图形化的开发工具，专为 SCALEXIO 硬件系统的行为模型以及 I/O 功能进行配置与实现。



用户使用 Bus Manager 导入通信矩阵、以清晰的结构对其进行展示，并加以修改

# dSPACE on Board

借助 dSPACE 开发工具探索有趣的创新应用

## 自动驾驶

宝马公司展示了未来与5级自动驾驶汽车的交互可能。从使用智能手机呼叫车辆，到坐在后座上使用平板电脑轻松操控汽车，未来的驾驶场景可谓精彩纷呈。安装在汽车行李箱中的 AutoBox 是智能控制系统的一部分。



图片来源：© DPCcars

未来的汽车可以像私人出租车那样运行。  
[www.dspace.com/goldMag\\_20181\\_BMW](http://www.dspace.com/goldMag_20181_BMW)



图片来源：© DPCcars

自动驾驶汽车的“培训设施”。AutoBox 是一款业内公认的成熟工具，安装在汽车后备箱中。

## 太空中种植西红柿

微型卫星 Eu:CROPIS ( Euglena Combined Regenerative Organic-food Production In Space ) 的使命是在与月球和火星相似的环境条件中探索封闭的生命支持系统。他们使用专用的温室种植西红柿，并与其它生物系统相连。德国航空航天中心 (DLR) 正在使用 dSPACE Simulator 测试姿态与轨道控制系统 (AOCS) 系统。



图片来源：© DLR

Eu:CROPIS 用于评估太空植物栽培。  
[www.dspace.com/goldMag\\_20181\\_DLR](http://www.dspace.com/goldMag_20181_DLR)



dSPACE PX20 Expansion Box 中的 dSPACE Simulator 支持姿态与轨道控制系统 AOCS 的测试。

## 自动驾驶演示车

虚拟车辆研究中心已获得官方许可，可以在奥地利开放道路上对自动驾驶汽车进行驾驶测试。此许可还授权功能演示，其计算平台包括 MicroAutoBox Embedded PC。这台车能够对训练进行经验总结，其经过长期充分的训练后，可以独立在公路上行驶。



图片来源：© Virtual Vehicle

演示车可以沿道路轨迹独立行驶。  
[www.dspace.com/goldMag\\_20181\\_VV](http://www.dspace.com/goldMag_20181_VV)



图片来源：© Virtual Vehicle

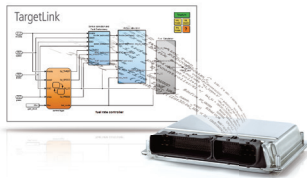
MicroAutoBox 是自动驾驶控制系统的一部分。  
[www.dspace.com/goldMag\\_20181\\_VV2](http://www.dspace.com/goldMag_20181_VV2)



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\\_20181\\_REF\\_C](http://www.dspace.com/goldMag_20181_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。无论是要对电机、电力电子组件、电池、电网还是充电基础设施进行开发或测试，都可以从dSPACE获得一站式的解决方案。dSPACE 的多年丰富经验和一站式解决方案值得您的信赖。

使用 dSPACE 开发工具,成为行业先锋。