SIEMENS

Siemens PLM Software

LMS解决方案——
NVH、声学、舒适性新纪元

siemens.com/plm/lms

NVH、声学和舒适性的新挑战

NVH工程设计面临的压力越来越大：在噪声和振动方面的法规要求也越来越严格；混合动力汽车和电动汽车带来全新的噪声环境；燃油经济性要求使用结构更轻、尺寸更小的新型发动机。当然，客户对行驶动力学和舒适性的预期也越来越高。NVH行驶动力学作为区分品牌价值的重要指标，已经变得比以往任何时候都更加重要。

优化燃油经济性对NVH性能的影响比较大，而燃油经济性又直接受整车重量的影响。车身系统所关注的新材料(如复合材料)和钣金粘接技术，以及底盘和动力总成的轻量化设计都对汽车的NVH和声学性能提出了越来越高的要求。如果处理不当，燃油经济性的设计方案则会导致整车振动量级增大。汽车轻量化设计方案则会影响传递路径，导致传动系统出现轰鸣问题，同时也会诱发传动系统出现瞬态NVH问题，例如明显的变速器齿轮啸叫和敲击声问题。

由于未安装发动机，电动汽车的车内声品质问题往往以高频噪声为主。例如小型电动零部件的附属噪声、空调系统噪声、风扇噪声、逆变器和电池冷却噪声以及变速器啸叫声等。路面噪声和风噪也会进一步使车内声品质恶化。

行业内用于混合动力和电动汽车的NVH基准测试、声品质分析和目标设定的专业知识非常有限，数据库也很缺乏。上述这些只是在汽车NVH开发中，所遇到新挑战和机遇中的几个典型问题。

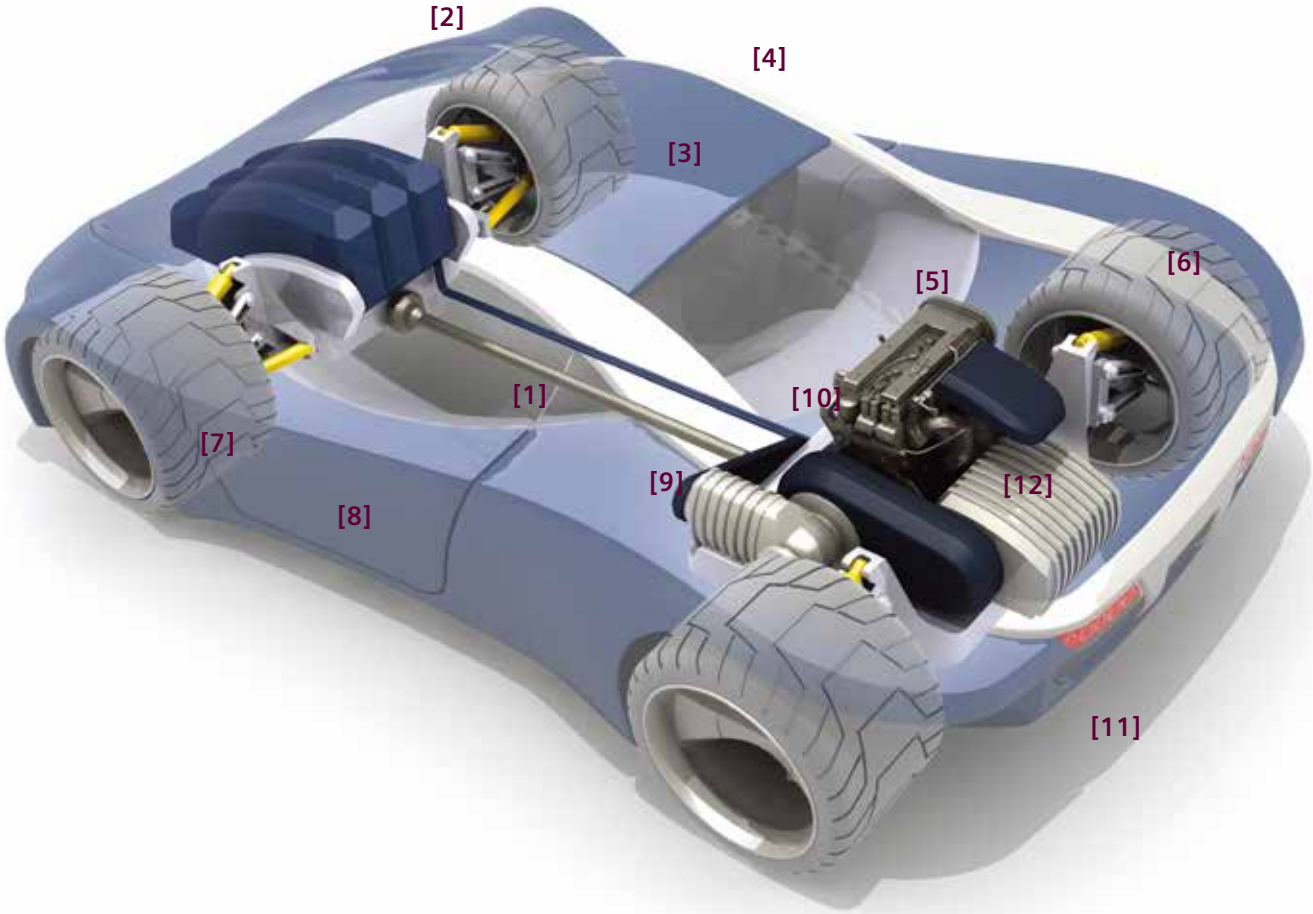
受节能挑战影响的NVH、声学和舒适性

制造节能车辆已在汽车制造商和供应商的开发日程表中占有重要地位

通常情况下，这一概念与混合动力和全电动技术的成功使用密切相关。不过，对于传统汽车(在可预见的未来生产的车辆中可能仍占主导地位)来说，这意味着内燃机(ICE)的小型化以及整车轻量化进程将被继续推进。

所有这些新概念均会对所开发汽车的噪声、振动和舒适性(NVH)有重要影响:

- 发动机设计过程中所采取的燃油经济性优化措施会导致汽车声学和振动性能降低，从而造成NVH质量问题，比如喷射系统中的脉冲噪声和涡轮增压器中的高频啸叫噪声。
- 重量减轻和内燃机小型化设计可显著影响噪声和振动的传递路径，从而诱发传动系统轰鸣声问题。此外，扭矩控制策略和发动机启-停也会产生瞬态振动。
- 在没有低频内燃机噪声的情况下，电动车辆(EV模式)的车内声品质受小型电动零部件、空调系统和风扇高频噪声以及变速器啸叫噪声影响比较大，而路面噪声和风噪可能会进一步降低用户的声学舒适性体验。
- 电动机、逆变器以及电池冷却系统产生的噪声，与混合动力电动车辆中驱动模式切换产生的瞬态NVH问题一样，都是一种新挑战。



[1]传动系统和动力总成集成

- 传动系统扭振
- 悬置优化
- 传动轴不平衡和轰鸣声
- 混合式发动机和增程器的瞬态行为
- 驾驶性能
- 转向性能

[2]外部噪声

- 关门声品质
- 通过噪声法规
- 驾驶员主观评价

[3]内部声学

- 声品质
- 内饰优化

[4]车身刚度

- 结构和空气声传递

[5]发动机

- 燃烧、气缸和轴承力载荷路径分析
- 发动机辐射噪声
- 燃油喷射噪声
- 涡轮增压器噪声
- 传动链噪声

[6]驾驶舒适性和路面噪声

- 轮胎噪声
- 结构传递噪声
- 车身刚度
- 稳态和瞬态

[7]制动器

- 制动啸声
- 制动盘动态抖动

[8]部件声学

- 空调噪声
- 电池热管理噪声
- 逆变器和电子组件噪声

[9]变速箱

- 齿轮敲击声、啸叫声
- 变速箱辐射

[10]发动机集成

- 结构声和空气声传递
- 高频电机噪声

[11]排气系统

- 管路、消声器的结构激励和声学激励
- 壳体辐射
- 排气尾管小孔噪声
- 底板辐射

[12]进气系统

- 进气噪声
- 壳体辐射
- 涡轮增压器噪声

LMS NVH解决方案

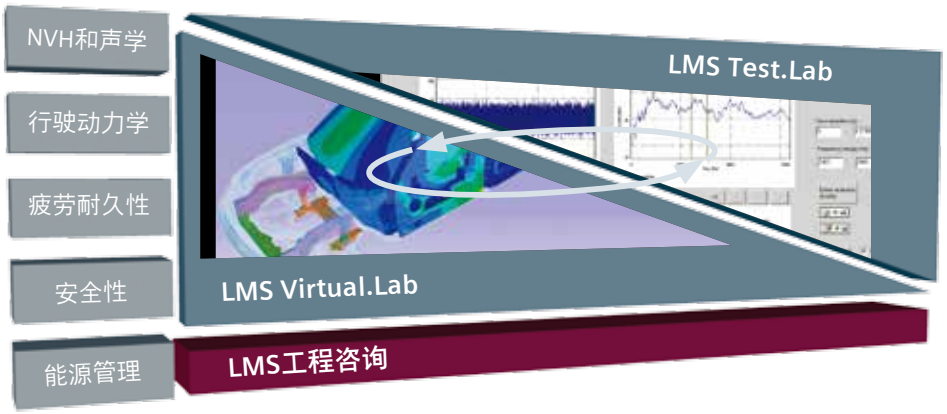
由世界领先的试验和仿真技术所支持的软件、工程服务和硬件设备

与行业领先汽车制造商密切协作，LMS解决方案进一步巩固了在NVH节能工程优化领域的领先地位:

- 可靠的混合测试-仿真开发流程，支持有效地提前做出设计决策，显著降低开发时间和成本；它依赖于LMS™软件独特的相关性功能，可以将样机测试结果和CAE仿真结果进行相关性分析。
- 市场领先的NVH和声学测试平台，可保证在试验室内、底盘测功机和道路上进行快速而精确的数据采集，并为测试准备、结果分析和后处理提供无与伦比的支持。
- 最先进的仿真平台，可以进行包括NVH和声学在内的多种优化。

此外，LMS在成功执行工程项目方面具有久经验证的丰富经验，可以为客户提供以下服务:

- 工程服务，让汽车制造商和供应商更加深入地了解NVH优化流程和方法在行业内的最佳实践。
- 在执行故障排除诊断或正向开发项目过程中解决与NVH相关的挑战，并特别侧重于技术转让、开发过程改进和在职培训。

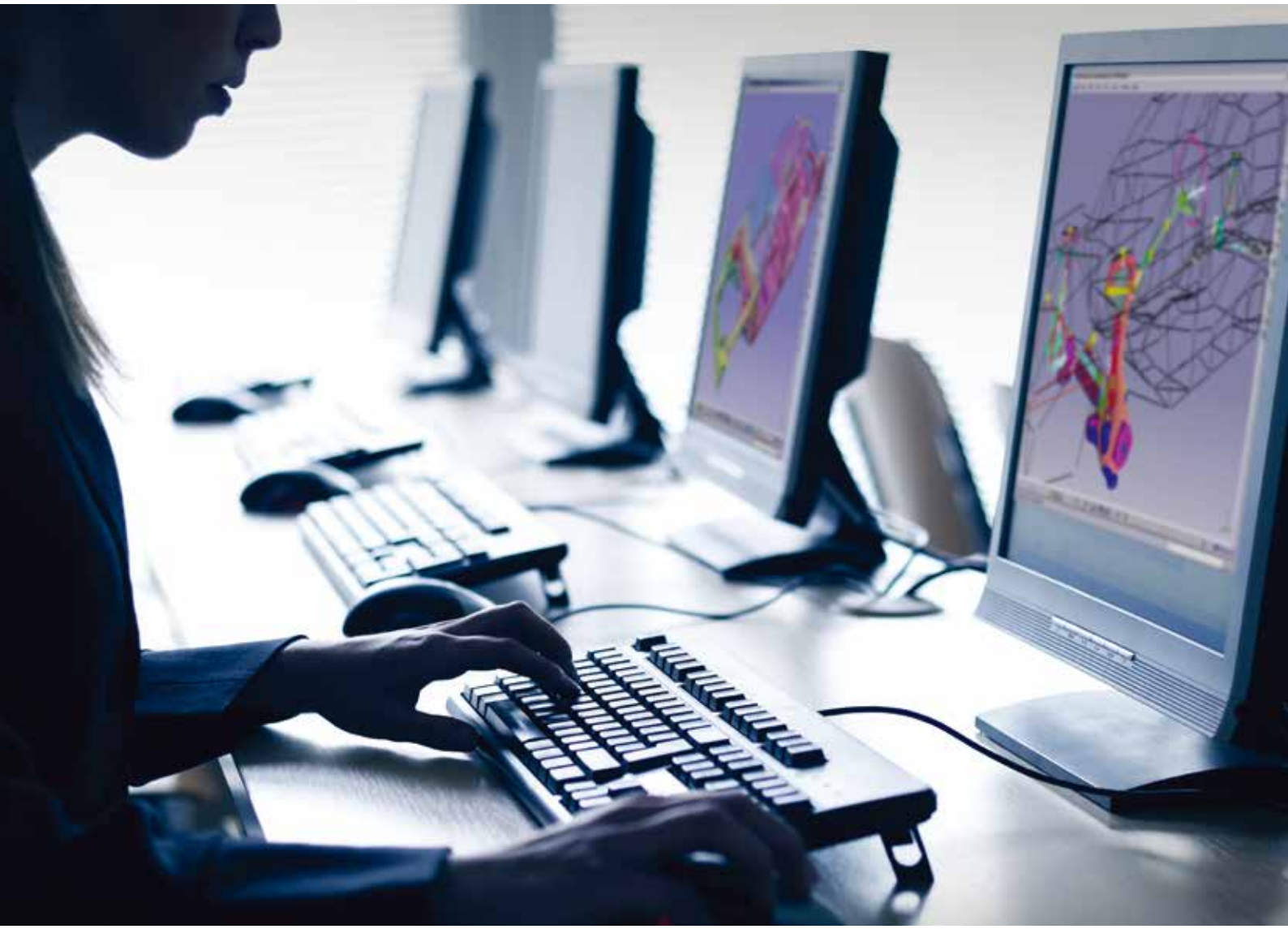


NVH测试 — 仿真开发流程

在引入新的生态相关设计概念后，采用我们的混合式工程设计方法的许多客户的产品上市时间周期缩短了30%至50%。

我们开创了一种独特的混合式测试-仿真分析工程设计方法，将测试结果集成到仿真过程中。在此过程中，将提前设计的基于试验的模型和竞争产品的模型混合到一起，搭建一个新设计的部件或子系统的虚拟模型。这种创新方法可实现：

- 提前做出NVH和舒适性决策以精确评估不同的节能设计概念和与性能相关的体系架构选择。
- 提高生产效率和效益：由于进行基于测试的细化，可实现高效的子系统工程设计和可靠的整车性能认证。
- 在每个开发步骤实施卓越的仿真和/或测试技术以对组件、子系统和车辆设计进行NVH和声学性能优化。



支持多属性工程设计流程的测试和仿真解决方案

市场领先平台——基于测试的工程设计解决方案

测试专家在集成NVH和声学工程方面可以依赖于LMS解决方案的生产力和效率。LMS Test.Lab™软件包括用于车辆、发动机和传动系统应用的解决方案。所有的LMS测试解决方案都适用于LMS SCADAS™硬件，从紧凑的便携设备、自主的智能记录仪到高通道数的试验室系统。

LMS Test.Lab软件可以将基于试验的模型信息，与LMS Virtual.Lab™和LMS Imagine.Lab™等仿真平台得到的结果进行数据交换及相互验证。

LMS Test.Lab支持ASAM/ODS作为行业标准以实现更广泛的测试数据交换，而LMS™ Tec.Manager软件为测试数据提供一种协作式数据存储库环境。

作为对客户NVH节能挑战的响应，LMS Test.Lab软件增加了新的功能，从支持多转速跟踪系统和更复杂驱动系统的LMS SCADAS硬件系列特定开发，到特定发动机、发动机组件和传动系统测试与分析程序，以及新的声音评估、定位和声品质技术。

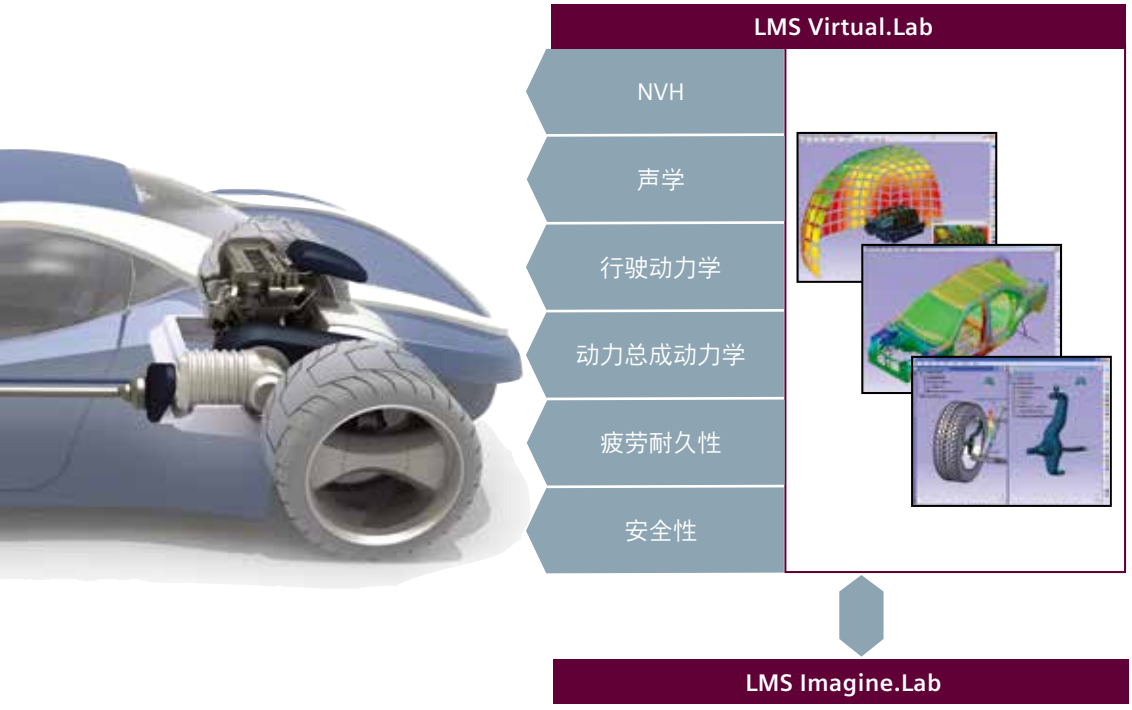
最先进的多属性优化仿真平台

LMS Virtual.Lab是一个集成的三维CAE仿真软件，用于对机械系统性能进行仿真和优化。LMS Virtual.Lab涵盖所有流程步骤和所需的技术，可以对多种属性执行端到端的设计评估。除了常规结构分析外，它还支持多种行业标准器和CAD集成模型装配。我们依靠优秀的求解器技术和卓越的流程集成，为声学、NVH、耐久性、安全性和多体动力学仿真提供了一系列专用仿真工具以便进行系统集成和改进。

我们持续注重于开发市场领先的LMS Virtual.Lab Acoustics技术，延伸了对节能趋势应用支持，对卓越声学求解器技术的投资拓宽了求解器的计算频率范围，使客户受益匪浅。

由于汽车轻量化设计的需要，我们不断改进车身NVH声学建模技术，进一步拓展车内外噪声优化功能。

此外，我们正在快速扩展LMS Imagine.Lab平台进行机电系统仿真，即便在没有由CAD生成的三维几何体的情况下，也保证进一步提前做出与节能相关的设计方案。对于动力总成和底盘方面的特定NVH问题，LMS Imagine.Lab Amesim™软件的作动器和振动源建模功能是对三维和测试环境下工作的补充。



LMS NVH工程咨询服务

由于具有多学科和多属性车辆专业技术，世界各地的LMS工程服务团队在为汽车OEM和供应商提供支持方面处于独特的优势地位。

LMS工程咨询服务帮助客户探索与开发有关和与节能有关问题的解决方案，涵盖从快速车辆故障排除问题到整车正向开发的整个范围。更具体地说，LMS工程服务提供以下支持:

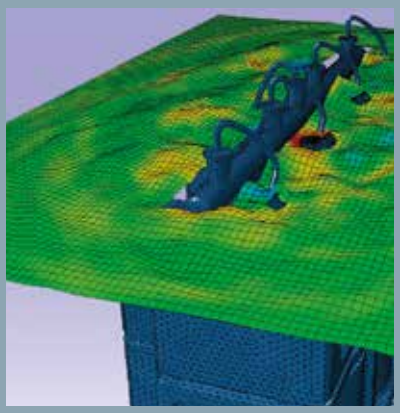
- 流程重组和技术创新咨询。这需要利用我们在行业最佳实践方面的丰富经验。通过技术部署，我们能够让客户实施这些创新流程，同时提高其能力以便仔细平衡车辆各项功能要求。
- 整车和子系统联合开发中，我们全权负责实现性能目标。我们在将NVH、声学和舒适性等使用性能属性与燃油经济性和轻量化相平衡方面具有出色的技能。
- 故障排除和设计细化，这可处理仅在样车测试期间出现的问题。在这个后期开发阶段，需要快速解决问题，同时充分考虑任何重大设计变更的可能结果和限制。在这种情况下，我们为开发后期的故障排除提供一种集成并且行之有效的方法，此方法搭配使用多种测试和仿真技术，以避免使用效率低下而又耗时的反复试验法。提前分析了可能的不同解决方案的影响，并通过最终原型机测试对最佳设计变更进行验证。

与任何其他工程设计解决方案相比，LMS方法除了提供行之有效的开发过程外，还具有显著优势，因为它保证软件工具和模型可以在以后的项目中继续使用。在项目持续期间，我们会维护所交付的软件，提供持续支持和版本更新。我们提倡开放式技术共享文化，包括模型、数据和关键报告。

另外，我们还定期组织现场技术交流。此合作过程不仅可以实现项目目标，而且还会完全技术转让一种基于仿真的车辆级方法。

最重要的是，我们坚信客户在现场工作的参与，和值得信任的的客户关系的维护，项目成功的关键。

在传统车辆和HEV/EV(混动\纯电动)车辆的车辆开发计划中，我们在开发流程方面取得了很多业绩。我们已成功执行了许多NVH项目，在改进车辆驾驶性能和NVH性能的同时，集成了新的节能技术。

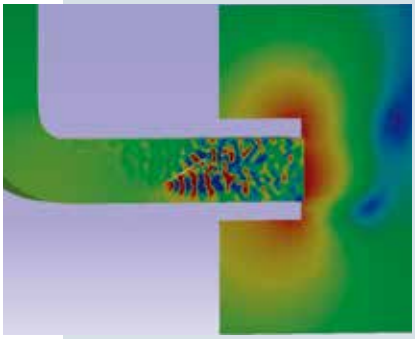


LMS工程咨询服务具有各种各样的测试设施供客户自由选择:

- 大型半消声室内的底盘测功机
- 结构测试实验室和半消声室
- 消声室和混响室
- 安装在适应空间的振动测试平台
- 轮胎-悬架NVH测试设备
- 发动机和变速箱NVH测试台
- 试验场

为NVH节能工程设计提供集成方法

从汽车组件和子系统到整车系统，节能压力对汽车NVH性能开发提出了新的挑战和机遇。

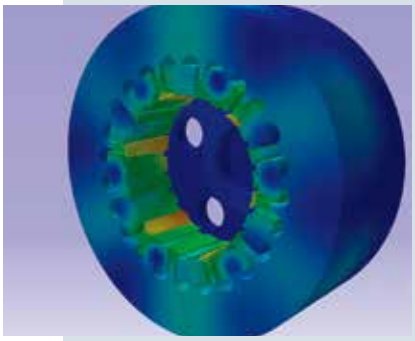


空调和冷却系统

对于混合动力和电动汽车而言，虽然不存在传统的ICE噪声，但HVAC噪声渐成显著问题。

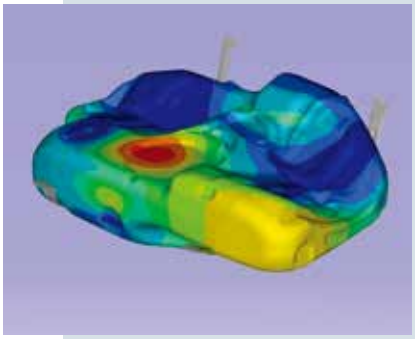
- 风扇产生的单频噪声，通过空调壳体向车内传播结构声或者空气声
- 从HVAC管道传播的空气扰动是另一个显著噪声源
- 制冷剂回路中的压缩机也会导致高压脉动

为了延长混合动力和电动汽车的电池寿命，车辆内部的空气被抽出用于电池的冷却。基于测试的噪声源分级技术与基于仿真的技术相结合，为车辆集成问题和组件优化提供了正确的解决方案。



电气设备

来自电机的噪声属于高频噪声。电磁力为电机提供必要的扭矩，但是会导致电机振动并产生辐射噪声。对于电机而言，更高的效率、增强的扭矩和更低的成本往往与改进噪声性能相冲突。我们可以提供解决方案来评估并优化来自电动机以及其他子系统的噪声，如雨刮、座椅或车窗运动以及电子组件电源的噪声。



燃油冲击噪声

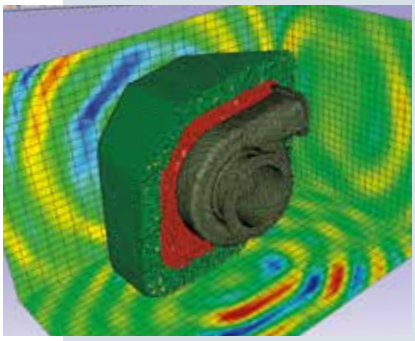
车辆在加速时会发生燃油冲击而产生噪声，客户会以为这是质量问题。启动-停止功能增加了对此类噪声的关注。为了减轻冲击噪声，必须仔细设计供油系统。我们提供专门的应用程序，可以结合CFD、结构化FE和基于时间的声学仿真技术以便支持精确的噪声预测。

发动机动力学

为了提高燃油效率，研究并实施了经过细化的发动机系统配置，例如可变汽门机构以及新的发动机策略(如可变排量发动机或停缸技术)。需要进行深入的测试和仿真才能正确对瞬态行为进行定量和定性。我们提供集成的测试和仿真解决方案，可实现完全同步的采集和分析，从而支持深入的工程量化。

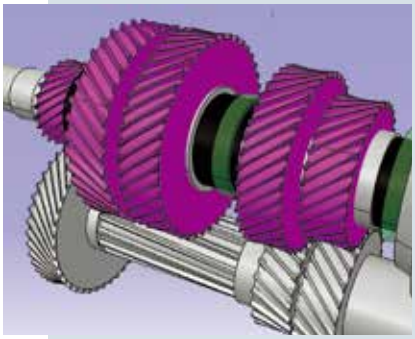
喷射系统

我们提供专用解决方案以支持高性能喷射系统的开发。类似冲击的喷射器嘀嗒噪声由针-基座冲击和脉冲波所致，沿燃油管路传播。LMS解决方案的关键是能够精确并高效地对这种激励进行建模以便分析喷射器单个部件以及集成喷射系统(包括轨道、软管、连接器和发动机)的噪声和振动。同样，高压喷油泵是一个主要噪声源，我们为此提供了解决方案。



涡轮增压器

由于叶轮高速旋转，涡轮增压器相关噪声属于高频谐波噪声。结构传递噪声由复杂的转子动力学导致，而空气传递的噪声是由涡轮增压器内部的脉动空气所致。连接到涡轮增压器上的涡轮谐振器可减少尖锐噪声(通常称为涡轮啸叫声)。为了降低该噪声，我们为这两种类型的问题都提供了解决方案。

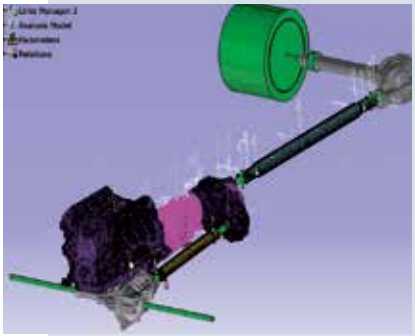


变速器

由于燃油经济性要求，变速器系统中的扭矩变化不断提高，由此导致齿轮敲击声问题。轮齿的咔嗒噪声问题越来越显著，尤其是在HEV汽车中，因为此类车辆采用更复杂的变速器技术，例如行星齿轮组和双离合器。我们提供的测试和仿真解决方案可以用于预测齿轮相互作用产生的载荷，也可以用于优化变速箱壳体的辐射噪声。

传动系统

持续小型化趋势的最重要的后果之一就是车辆传动系统的扭转激励提高。在针对重量和效率对动力总成进行优化时发生的这种演变会导致许多舒适性问题。它还可能产生远超扭矩的载荷。我们提供门类齐全的基于测试的解决方案，可在任何运行条件下测量实际的旋转振动或传动系统载荷。



传动系统集成

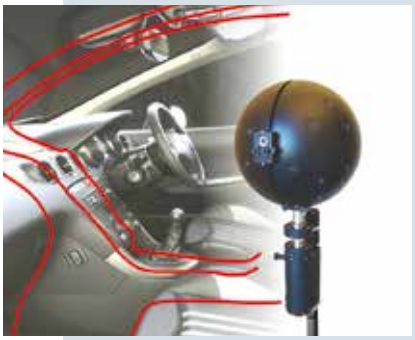
扭矩变换器在低转速时锁定，启动-停止功能由于瞬态车辆激励而导致舒适性问题。扭矩锁定情形可导致特定的非线性抖动现象。与轻踩油门/松开油门相关的舒适性是另一个相关的性能问题，因为新一代发动机会在较低转速下产生较高的扭矩，从而导致更大的传动系统隆隆声。我们提供一种基于测试和CAE仿真的可扩展解决方案，包括发动机和变速器控制战略(当相关时)。我们提供支持宽频率范围传递路径分析的适应性技术，适用于瞬态和稳态发动机和传动系统集成应用。

驾驶平顺性

通过仿真和测试相结合的方法解决了低频驾驶舒适性问题。在设计验证期间，可使用灵活的多体仿真模型解决瞬态和稳态驾驶舒适性问题。在原型机阶段，通过将模型分析和传递路径分析与运行数据分析相结合，可进一步分析驾驶平顺性。

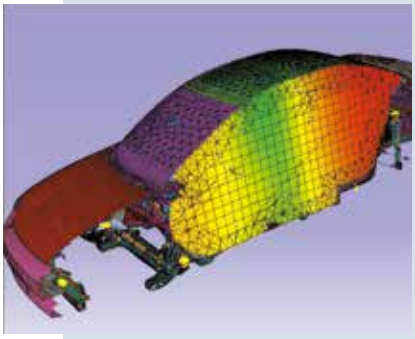
路噪

路面噪声是汽车内部噪声的一个主要贡献，尤其是在匀速行驶时。对于混合动力或电动车辆，由于隔声性能较低，路面噪声变得更重要。通过结构和空气传递的路面噪声来自轮胎与路面之间的解除。它通过汽车传播到接受者。为了解决这些NVH问题，我们始终如一地运用基于源-传递路径-响应的技术。可以在车辆开发过程中提前通过仿真识别关键的传递路径。



风噪

在匀速或高速行驶时，具有宽频特征的风噪，在混合动力或电动汽车中要比在标准ICE汽车中更明显。后视镜、雨刮、立柱、天窗和其他流动干扰部件等汽车辅助设备会导致不必要的风噪声。创新型组件设计和用于将这些辅助设备连接到汽车的替代连接方式可降低空气扰动，导致低噪声水平。我们提供基于测试的声学阵列技术和声学仿真解决方案，可在部件级和整车级有效地解决这些与流动有关的噪声问题。



车身设计和声学包

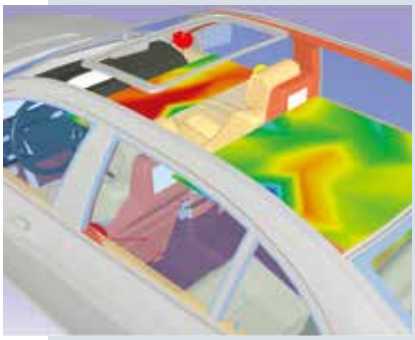
平衡车辆声学包的重量和性能是一项细致的工作，需要使用经过优化的轻量材料来管理更高范围的频率。轻量材料可有效促进车辆生态排放量的降低。我们提供一系列高级解决方案，用于测试和预测轻质材料对车内噪声和车外噪声的影响。基于试验和基于仿真的技术可以将代表发动机、进排气和轮胎等噪声源数据和整车声学仿真模型有效地结合在一起。随着汽车声学内饰的频率达到8kHz及以上时，仿真模型会变得非常大，而难以计算。为此，LMS在整车声学仿真方面开发了独特的技术。

基准测试和声品质

根据所选的动力总成体系架构，不同频域内结构声和空气声的贡献之间的平衡具有显著差异。这为目标设置和基准测试举措带来了新挑战，尤其对于混合动力和电动汽车。通过进行富有竞争力的基准测试，我们开发出了一种结构化流程，用于将目标逐级分解到系统级和部件级。在汽车开发过程中，会对这些目标进行监控。

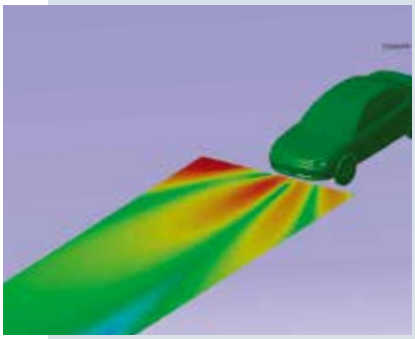
通过噪声

由于环境噪声越来越受到关注，因此制定了用于通过噪声(PBN)认证的新ISO362标准，该标准要求开发外部PBN测试解决方案。在持续的发动机小型化和更轻材料的使用背景下，需要了解更深入的工程设计知识才能成功运行这些测试。我们提倡将室内通过噪声测试与声源定位(SSL)相结合。这会在设计过程中最大程度地洞悉产生最大噪声的部件。使用计算方法生成源-接受体-传递路径的数值估算可以让车辆开发人员在虚拟原型设计阶段获得通过噪声估计值。



音频和多媒体

对音频和多媒体系统日益增长的品质需求，要求更多地使用仿真技术来支持音频组件的尺寸设计和位置布置。我们开发出了最先进的技术，旨在通过声场仿真软件缩短开发时间并提高车内音频声品质。



行人安全性

在低速行驶时，电动或混合动力汽车极为安静，因此会给行人带来危险。为了提高安全性并符合即将推出的法规，汽车制造商正在向混合动力和电动车辆中安装声音警报系统。由这些系统发出的声音旨在警示，而非骚扰行人。我们提供用于设计这些声音系统的解决方案。更具体地说，可以研究并优化所发出声音的指向性、频率和质量。

“在福特，我们使用各种*LMS*工具解决不同车型的关键*NVH*问题。为了使所有福特汽车具有全球平台和统一的认证体系，我们必须实现全球化。今天，我们正在努力在我们的所有车辆上实现相同的标准，不管是动力总成声品质、汽车制动性能还是操纵性能。我们计划尽快在我们的所有车辆中实现统一的标准。”

Mr.Barb Samardzich
欧洲福特公司副总裁

关于 Siemens PLM Software

西门子数字化工厂集团旗下的Siemens PLM Software是全球领先的产品生命周期管理(PLM)软件、系统和服务供应商，在全球拥有77,000多家客户，装机量达到九百万套。总部设在德克萨斯州布莱诺市的Siemens PLM Software，帮助成千上万家公司通过优化产品生命周期流程开发卓越的产品，涵盖规划、开发、直至制造和支持在内的全过程。我们的HD-PLM愿景，就是让参与产品开发的所有人都能随时随地得到所需的各种信息，从而作出最佳决策。
有关Siemens PLM Software产品和服务的详细信息，请访问www.siemens.com/plm。

北京

北京市朝阳区望京中环南路7号西门子大厦9层，100102
T: 010-85292900
F: 010-85292998

上海

上海市杨浦区大连路500号西门子上海中心B楼3层，200082
T: 021-38894065
F: 021-38894929

广州

广东省广州市天河区天河路208号粤海天河城大厦 10楼，510620
T: 020-37182915
F: 020-89231226

亚太区

Suites 4301-4302, 43/F
AIA Kowloon Tower,
Landmark East
100 How Ming Street Kwun Tong, Kowloon Hong Kong
+852 2230 3308

Website: www.siemens.com/plm/lms
E-mail: info.cn.lms.plm@siemens.com

©2014 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. Siemens and the Siemens logo are registered trademarks of Siemens AG. LMS, LMS Imagine.Lab, LMS Imagine.Lab Amesim, LMS Virtual.Lab, LMS Samtech, LMS Samtech Caesam, LMS Samtech Samcef, LMS Test.Lab, LMS Soundbrush, LMS Smart, and LMS SCADAS are trademarks or registered trademarks of Siemens Industry Software NV or any of its affiliates. All other trade marks, registered trade marks or service marks belong to their respective holders.

40774-X16-ZH 5/15 o2e