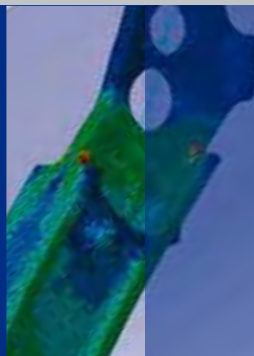
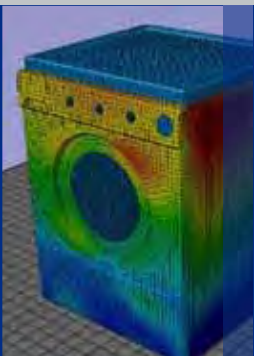


LMS Virtual.Lab 产品指南



LMS Virtual.Lab

三维功能属性仿真集成解决方案

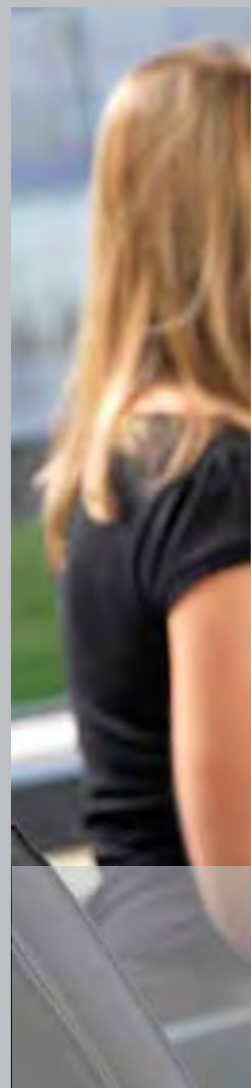
LMS Virtual.Lab提供一套集成软件平台用以模拟机械系统的品质属性，如结构完整性、振动噪声、耐久性、系统动力学特性、驾驶的平顺性及操纵的稳定性等。LMS Virtual.Lab包括所有关键过程步骤及所需的技术，可对每个关键属性进行从头到尾的评价。使用LMS Virtual.Lab，工程团队可以建立精确的仿真模型，模拟其真实的性能，并能在实物样机建造之前快速有效地评估及优化设计方案。

精确仿真产品的真实工作特性

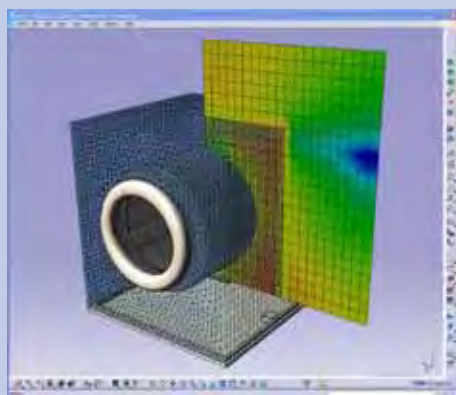
日益激烈的市场竞争促使制造商不断提供具有足够吸引力的产品，以满足或超越客户的期望。这就需要可靠的设计流程和界面友好易用的工具，帮助他们对新产品功能品质属性设计进行深入地了解，LMS Virtual.Lab恰恰满足这一要求。它能够精确地建立模型，并能仿真在真实的工况下产品的机械设计特性。LMS Virtual.Lab强大而精确的求解器，创新的工具，全面考虑进了使用者的真实使用情况，可准确地检测出产品设计的薄弱环节，使用户能够及时有效地评估多种设计方案，从而做出设计决策。

产品开发流程化

为了缩短产品推向市场的时间，研发部门必须加快研发过程的每个环节。LMS Virtual.Lab使他们可以从产品概念设计的早期，在建立详细的CAD模型出来之前就对产品进行设计进行评估。产品研发团队能够从一开始就做出正确的决策，从多个学科平衡产品的性能。更重要的是，可以避免以后昂贵的设计修改。LMS Virtual.Lab能有效捕捉和自动完成仿真过程，进而快速评估多种设计方案。其高效的求解器能以空前的速度和准确性处理大型仿真模型。总之，在不断缩短的产品开发周期的情况下，LMS Virtual.Lab是设计和开发更好产品的理想工具。

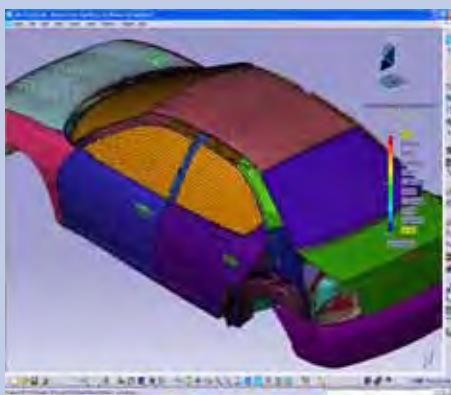


设计出正确的产品



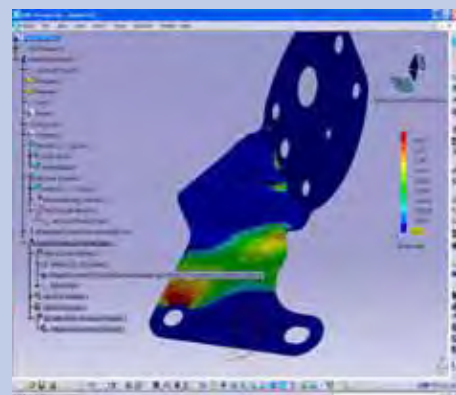
仿真产品的真实工作特性

远在进行昂贵且费时的样机试验之前，在真实的环境中对机械性能设计进行仿真。



实现关键功能品质属性间的平衡

在独立的集成的建模和仿真环境中，快速且精确地探索多领域功能品质属性的设计方案。

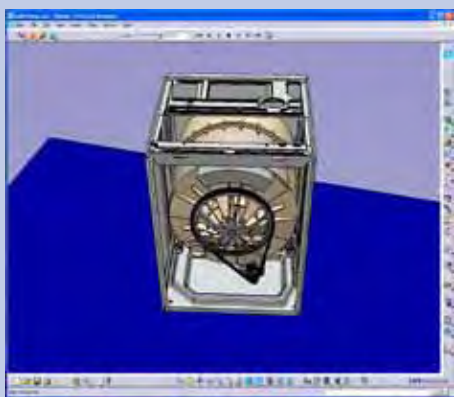


深入了解问题产生的根源

分析仿真结果并使用性能特性后处理工具追踪工程问题产生的根源。

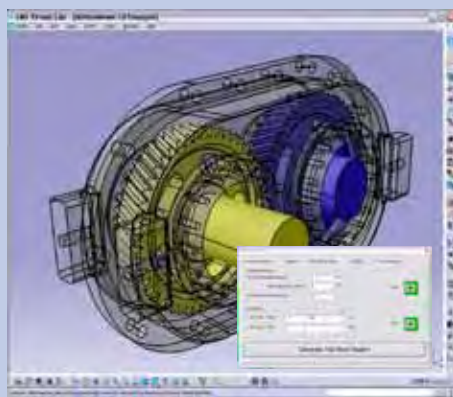


加快开发流程



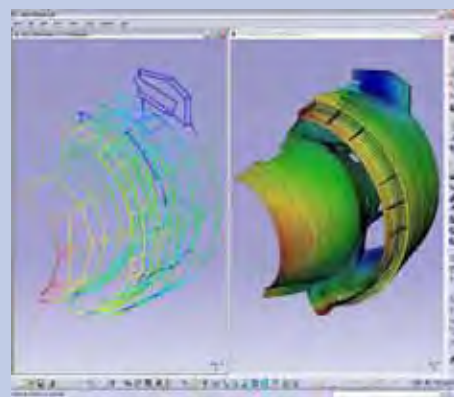
加快模型的建立

集模型创建、网格划分和多学科专业仿真于一个统一的建模环境中，避免了对任何单学科的独立模型进行建模的需要。



自动化的仿真流程

通过参数化的图表及自动评估多个设计方案，轻松地创建仿真模型。



试验与仿真的结合

通过使用真实的载荷、基于试验的模型以及验证过的仿真模型提高仿真的速度和精度。

加快模型的建立

系统级仿真面临的典型问题是建模时间长和模型不准确。LMS Virtual.Lab提供了一个统一建模环境，集成了所有必需的建模、网格划分和多学科仿真的能力，可以准确评估任何复杂机械系统的实际工作性能。

- ➔ 减少创建单学科独立模型的需求节省大量的时间，
- ➔ 避免建模的误差和不准确性
- ➔ 简单、可靠地进行结构完整性、振动噪声、系统动力学和耐久性之间的交叉属性分析

集成任务为中心的应用

流程化和快速的开发过程需要设计团队在不同工程学科之间紧密合作。LMS Virtual.Lab集成的工作环境，有助于不同团队之间进行数据、文件甚至模型的转换或交换。

- ➔ 与CATIA、I-DEAS、UG、ProE等主流的CAE软件有开放的数据交流
- ➔ 在不同的仿真和试验属性分析中实现模型、数据、分析结果的无缝交换
- ➔ 消除了不必要的数据和文件转换

结合试验与仿真的优点

LMS Virtual.Lab可以进行独一无二的混合仿真，将基于试验的模型和载荷与仿真模型及合成载荷相结合进行仿真。通过试验与仿真的结合，LMS Virtual.Lab加速了开发过程，同时随着建立起基于试验的验证，开发过程变得更准确可靠。

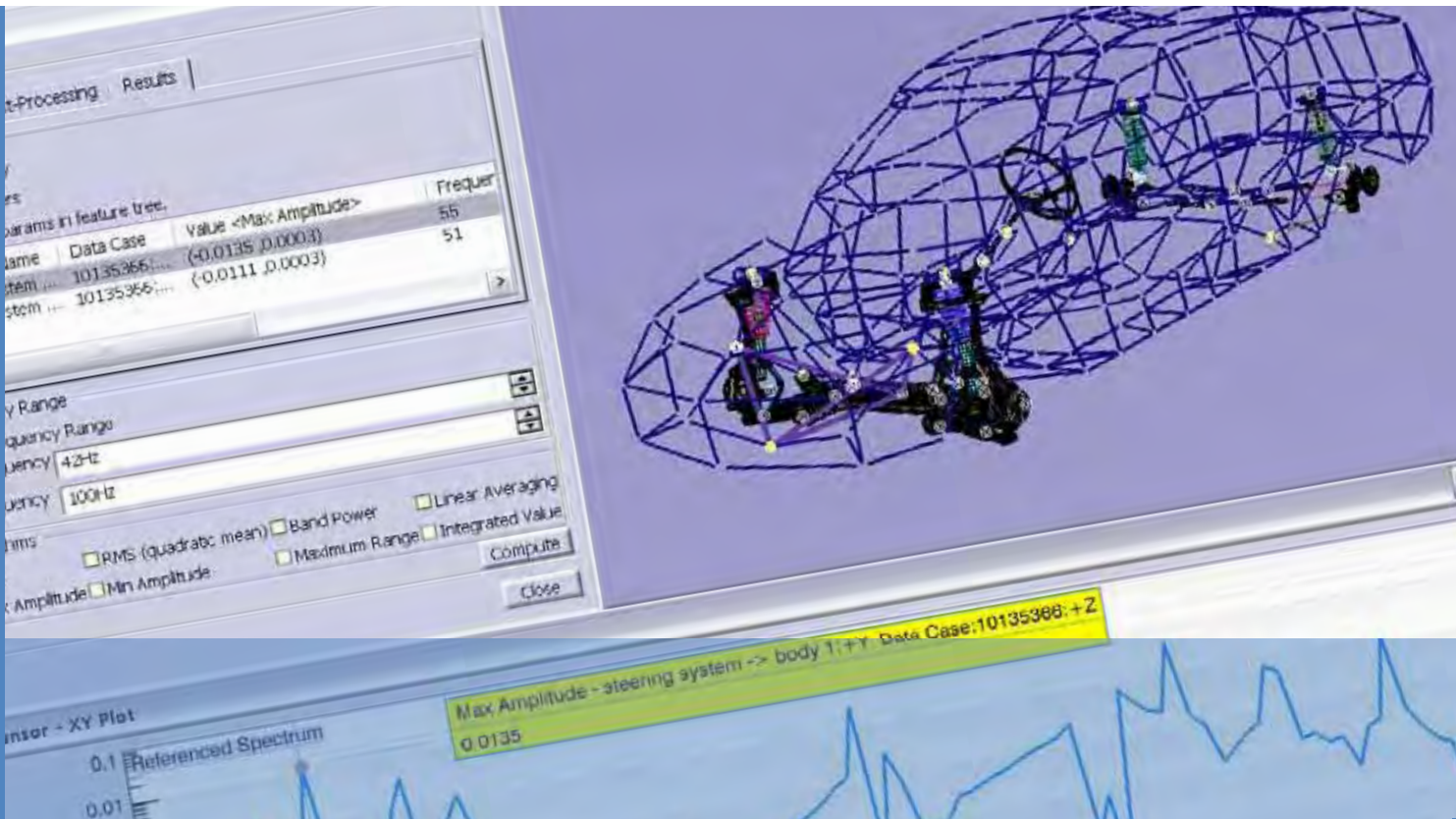
- ➔ 将基于试验的现有部件模型和新部件的仿真模型结合起来
- ➔ 从虚拟仿真和已有设计的试验过程中，创建精确的载荷数据
- ➔ 通过采用经试验验证的载荷及验证过的仿真模型，改进系统级仿真的速度和精度

追踪工程问题的根源

在处理工程问题时，快速修改是一种简单的方式。但是，修改设计通常会在解决了一方面问题的同时引起其它方面的问题产生。相应的，LMS Virtual.Lab能够帮助研发人员找到工程问题的根源，从而深入了解问题产生的原因，全面优化产品的设计。

- ➔ 精确生成能反映真实工况条件下的载荷
- ➔ 分析仿真结果，利用专门的属性后处理工具识别工程问题产生的根源
- ➔ 有效地进行多学科设计变量分析，进而优化设计



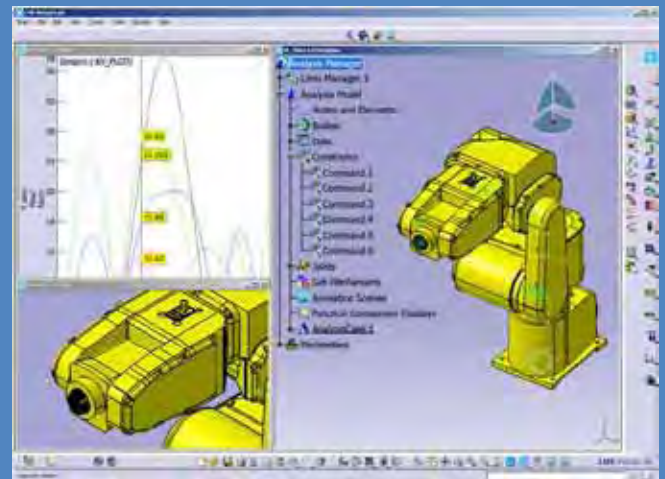


LMS Virtual.Lab Desktop 桌面

LMS Virtual.Lab桌面提供了软件运行的通用环境和分析初始界面，在LMS Virtual.Lab中有三种类型的桌面：

LMS Virtual.Lab Desktop 桌面

LMS Virtual.Lab Desktop是一个多学科的桌面，是进行所有结构、振动噪声、声学、耐久性和相关性分析的初始界面。在此桌面上，用户除了可以无缝读取各种CAD和CAE软件的模型和数据，还可以读取试验数据。LMS Virtual.Lab桌面包含完整的通用有限元分析前/后处理功能以及声学、耐久性和振动噪声应用分析的特殊工具。

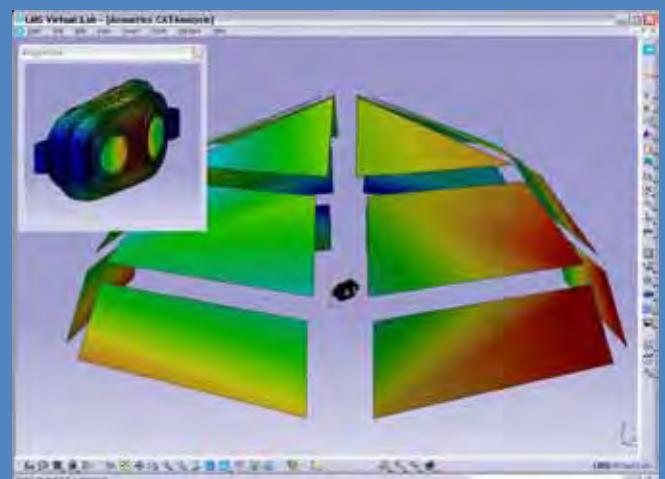


LMS Virtual.Lab Motion Desktop 多体桌面

LMS Virtual.Lab Motion多体桌面提供了进行任何机械或机电系统多体动力学仿真必需的前/后处理功能。用户可以在桌面中创建多体动力学模型并进行动画显示、视图和比较仿真结果。桌面具有大量的绘图特性，使用户能够浏览运动仿真模型的详细结果。

LMS Virtual.Lab Premium Desktop 高级桌面

LMS Virtual.Lab高级桌面涵盖LMS Virtual.Lab桌面和LMS Virtual.Lab多体桌面的功能。它非常适用于既需要多体功能又需要使用Virtual.Lab所包含的其它主要功能（声学、耐久性、结构或振动噪声）的用户。



LMS Virtual.Lab 概览

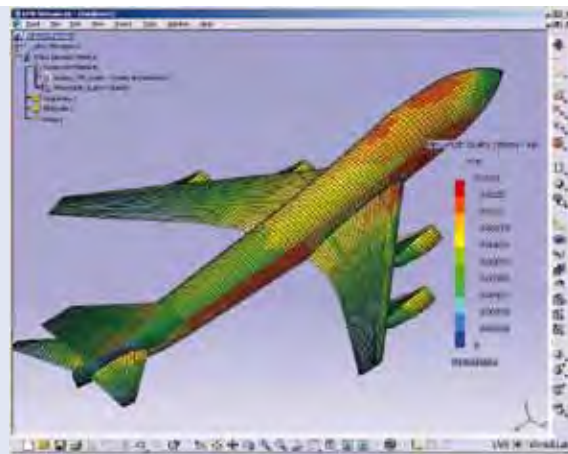
LMS Virtual.Lab Desktop 桌面

LMS Virtual.Lab Desktop桌面软件提供了功能品质工程的通用环境。通过 LMS Virtual.Lab 桌面，用户除了可以无缝读取各种工业标准的CAD和CAE软件工具的模型、载荷、几何和有限元模型，并可以读取试验数据。LMS Virtual.Lab桌面还为部件和装配模型，反映功能特性的工程数据、时间和频率函数等提供了一个全面的可视化环境。



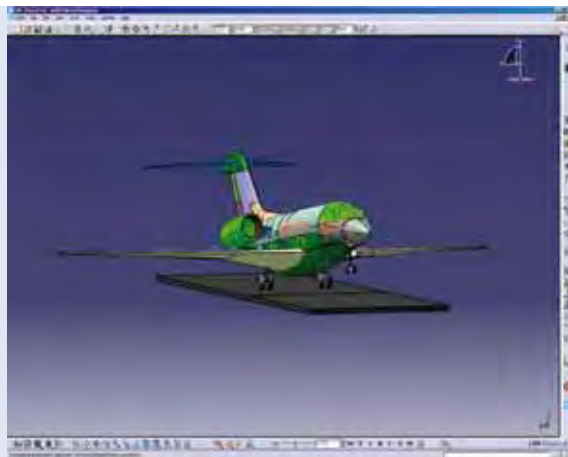
LMS Virtual.Lab Structures 结构分析

LMS Virtual.Lab Structures为结构建模和分析提供了完备的方法，它包含高级的模型建模方法和工具，可以有效地创建部件级、子系统和系统级模型。LMS Virtual.Lab Structures具有完备的划分网格的能力，它能完成从CAD建模到网格划分和分析的整个流程，它还可以支持Abaqus, Ansys, CATIA CAE and Nastran (MD, MSC, NX, NEi)这些有限元程序的前后处理。



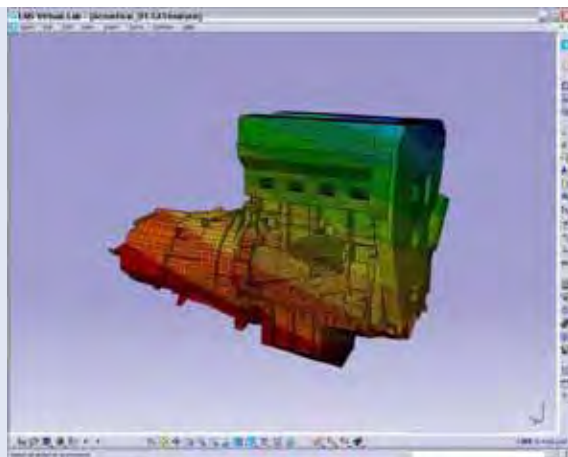
LMS Virtual.Lab Motion 多体动力学

LMS Virtual.Lab Motion为复杂机械系统的多体仿真提供了高效集成的解决方案。用户可以方便的从头开始或者直接利用已有的CAD模型来建立完整的和准确的分析模型。在LMS Virtual.Lab Motion可以直接在新设计的模型上运用力和运动来模拟真实的运行状态，仿真结果对优化设计的动态特性有重要帮助。计算出的载荷也可以用于结构分析、疲劳及振动噪声分析。



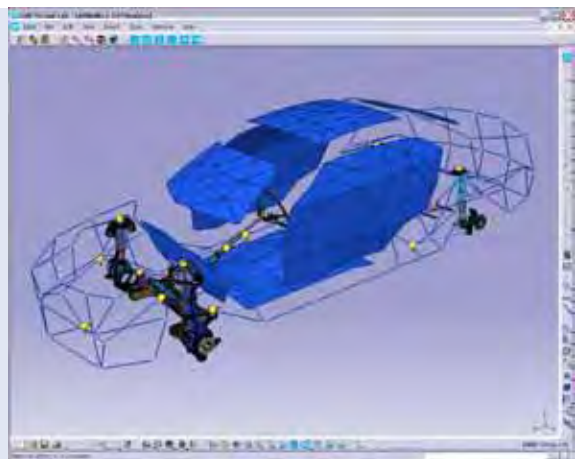
LMS Virtual.Lab Acoustics 声学

在LMS Virtual.Lab Acoustics的集成环境中可以使辐射噪声最小化或者优化声音品质。LMS Virtual.Lab Acoustics具有简便的建模工具，高效的求解器，以及易于理解的结果显示方法，这些可以使用户非常容易地解释声学特性。LMS Virtual.Lab Acoustics可以仿真内部声学辐射和外部声学辐射问题，所以它特别适合于结构辐射、发动机声辐射、传递损失等其他声学问题。



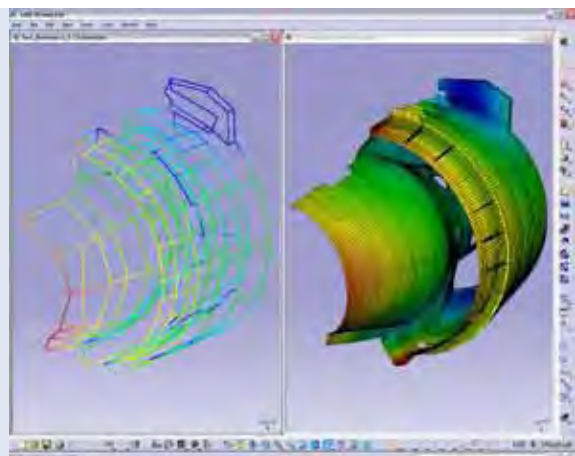
LMS Virtual.Lab Noise and Vibration 混合建模及振动分析

LMS Virtual.Lab Noise and Vibration可以有效地对一个新设计进行振动－噪声性能的分析 and 优化。它提供了创建系统级模型、创建真实载荷工况和计算振动响应所必须的所有工具，并包括各种查看计算结果的方法和分析工具，来分析振动噪声性能，可以精确地分析出产生振动噪声的因素。



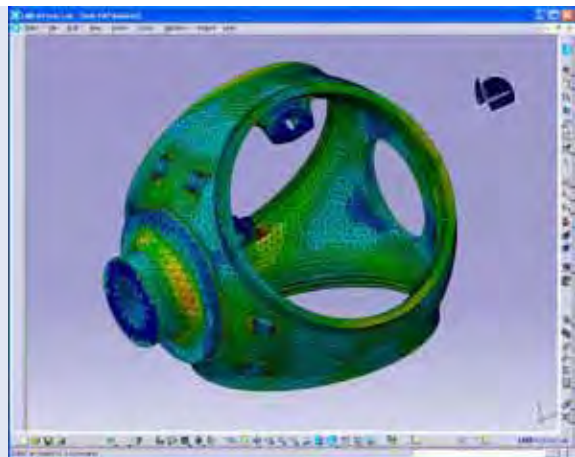
LMS Virtual.Lab Correlation 相关性分析

LMS Virtual.Lab Correlation允许用户将基于试验的模型和部件仿真模型集成到系统级模型，以实现高效的仿真。它可以直接读入有限元结果和试验数据，也可以将数据导出到Test.Lab中。LMS Virtual.Lab可以快速地将有限元模型和试验数据进行比较，识别出可能的仿真建模错误，并对有限元模型进行系统地改进。



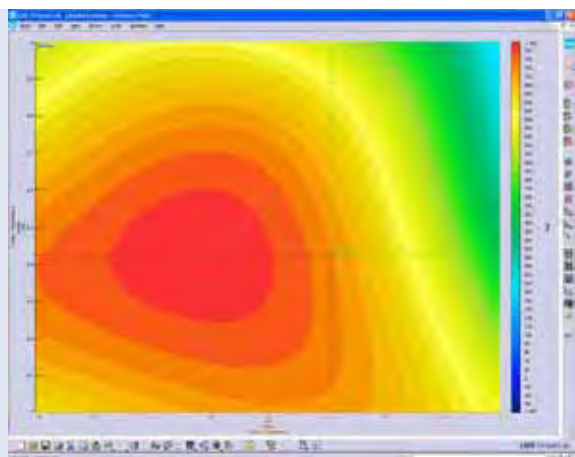
LMS Virtual.Lab Durability 耐久性

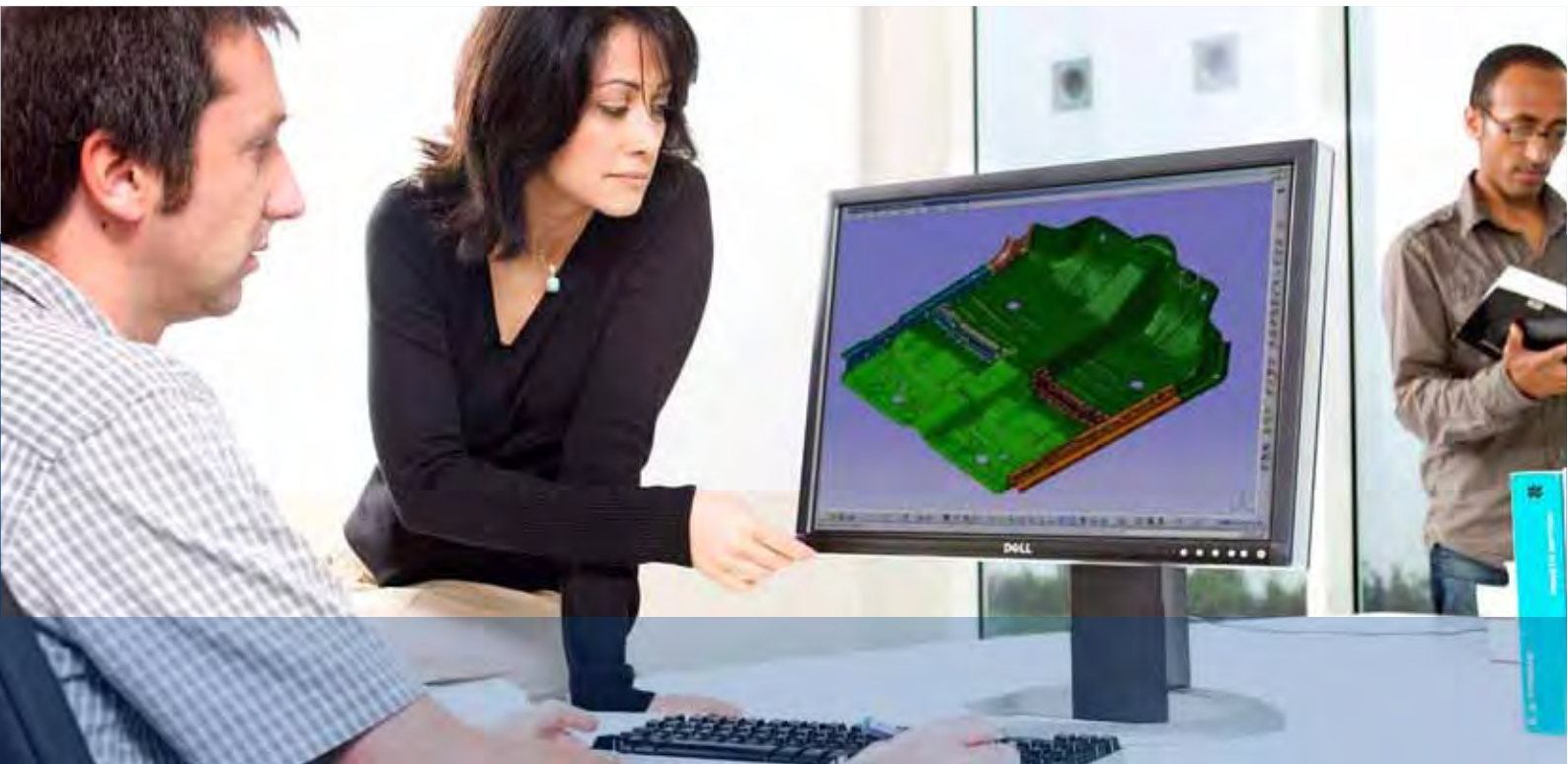
LMS Virtual.Lab Durability使得工程师在设计之初就可以设计出可靠的产品。它通过集成部件动态载荷和应力结果以及材料疲劳参数，可以预测单个件的疲劳和系统级的疲劳。LMS Virtual.Lab Durability可以直接预测出关键的疲劳区域，以及产生疲劳问题的根本原因。



LMS Virtual.Lab Optimization 优化

LMS Virtual.Lab Optimization可以让设计团队在考虑多属性目标设计之际，自动选择最优的设计。用户可以在对机械产品性能优化时，容易地识别出影响功能品质属性的关键变量。LMS Virtual.Lab Optimization利用试验设计 (DOE) 和响应表面建模技术 (RSM)，工程师可以快速地了解所有可能的、满足需要的设计方案。





LMS Virtual.Lab Structures 结构分析

多求解器有限元建模与分析

LMS Virtual.Lab Structures与达索公司的CATIA V5以及开放的SIMULIA平台无缝集成，扩展并完善了CATIA V5的CAE功能，为系统级建模和有限元前处理/后处理提供完整的独立的集成环境。这些功能可以让设计和工程团队在同一环境中对部件和总成的结构特性和性能进行分析，同时还能与初始的CAD模型保持紧密的联系。采用LMS Virtual.Lab Structures可以缩短开发时间，避免容易出错的文件格式转换以及数据之间的变换，从而提高了工程效率，改进了分析结果的质量和一致性，并能够加速典型迭代设计的进程。

同一环境中的完整流程

LMS Virtual.Lab Structures集成了不同的流程步骤和仿真工具。而这些仿真工具常常只能独立运行，得出互不关联的结果。LMS Virtual.Lab Structures的集成极大地减少了模型创建和网格划分的重复性工作，缩短了文件转换，数据变换的时间，并将专门的应用程序格式的数据结果可视化。

得益于与达索公司的CATIA V5的无缝集成，在LMS Virtual.Lab Structures中无需对原始几何模型进行格式转换，通过集成驱动包括Nastran (MD、MSC、NX、NEi)、Abaqus、LS-Dyna及Radioss等工业标准求解器，确保无缝集成和快速分析。这一集成的设计和仿真环境为整个组织提供了产品开发的统一流程。在开发创新产品设计的过程中，促进独立小组之间的合作和数据交换，最终体现在提升企业利润和市场份额。

满足基于几何结构或网格分析的灵活性

集成的LMS Virtual.Lab解决方案非常灵活，可以进行基于几何结构的分析，或者基于网格的分析。基于几何结构的分析方法能够让用户在初始CAD几何结构的基础上进行不同方案的设计，并在整个仿真流程中保持一致性；基于网格的分析方法可以让用户直接修改已有的网格模型和有限元模型，同时还能在修改初始CAD设计之前，灵活地分析其他的设计方案。

尽管LMS Virtual.Lab Structures与CATIA V5无缝集成，但是它仍然可以作为独立的解决方案，而无需在用户的计算机上安装CATIA V5软件。另一方面，LMS Virtual.Lab Designer Structures作为附件部分完全集成于CATIA V5有限元分析解决方案，提供有限元前/后处理功能和在CATIA V5环境中连接工业标准求解器的驱动软件。

仿真驱动的设计

LMS Virtual.Lab避免了有限元前/后处理的分歧，为在CATIA V5环境中进行的结构分析提供了集成的环境。这一解决方案可以帮助公司进一步开发基于仿真的产品，提供先进的分析方法指导工程师们在设计周期的早期进行性能优化。LMS Virtual.Lab Structures可以轻松运行假设分析功能，让工程师们快速评价不同的设计方案，从而提升产品创新性。采用集成系统可以保证一致的产品开发流程，在公司范围内共享相同的设计和仿真环境。在开发创新性产品的过程中，不同部件间的协作和数据交换可以提高团队合作能力，增加产品利润并扩大市场份额。

LMS Virtual lab Structures专注于结构分析前后处理，拥有强大的自动网格划分能力，包括基础及高级网格划分功能和几何修复功能。网格划分功能可以自动处理复杂线框、曲面和实体几何，自始至终与原始几何设计保持相关，任何几何体上的修改都能自动地反映在网格上。

LMS Virtual Lab Structures提供了各种不同CAD格式接口和一系列自带的几何模块，可以用来实现特定的设计变更或纠正某些问题。该模块一个有效的功能是通过旋转、平移或镜

- 可升级解决方案，用于部件、多体部件，子系统以及系统级分析
- 提供集成的求解器，进行线性、非线性、碰撞分析等
- 提升了仿真环境的一致性
- 通过模板和关联分析，加速了迭代设计进程
- 自动捕捉和记录分析历程及设定，并保存为标准化的模板
- 实现关键性能开发的早期设计决策
- 提升CATIA V5用户使用界面及环境

无缝集成以加快仿真进程

像将已生成的网格部件转化成新网格，或者通过捕获已有网格生成新网格。在网格创建过程中，工程设计人员能够利用高效的网格质量分析工具分析网格质量，定制企业质量参数规范，可视化网格质量。

除了自动网格解决方案外，LMS Virtual Lab Structures还提供了手工创建相关或非相关结点和单元、拉伸或映射网格等功能，以及诸如拉伸、移动结点，平移网格或组、劈分单元等网格编辑功能。

基于网格的前处理功能

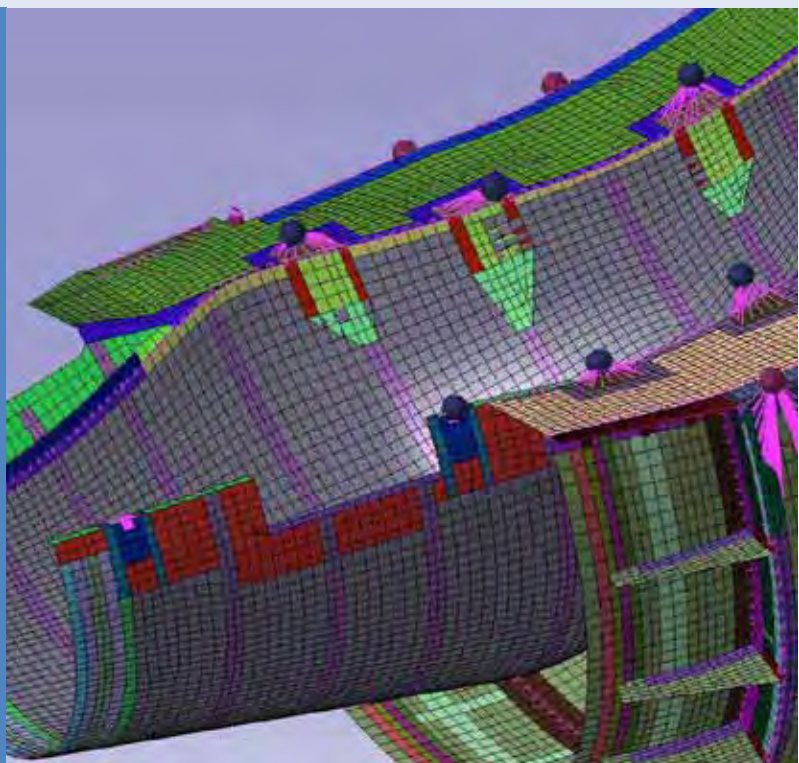
LMS Virtual Lab Structures提供了一整套基于网格前处理功能，完全集成并完善了CATIA V5的前处理功能。LMS Virtual Lab可以验证网格质量，自动根据公司标准检测网格质量，网格变形，检查结合和单元编号，根据自由节点、单元和边来验证模型等。LMS Virtual Lab还能够检验专用的求解器，例如为Nastran求解器识别刚体单元独立性问题。

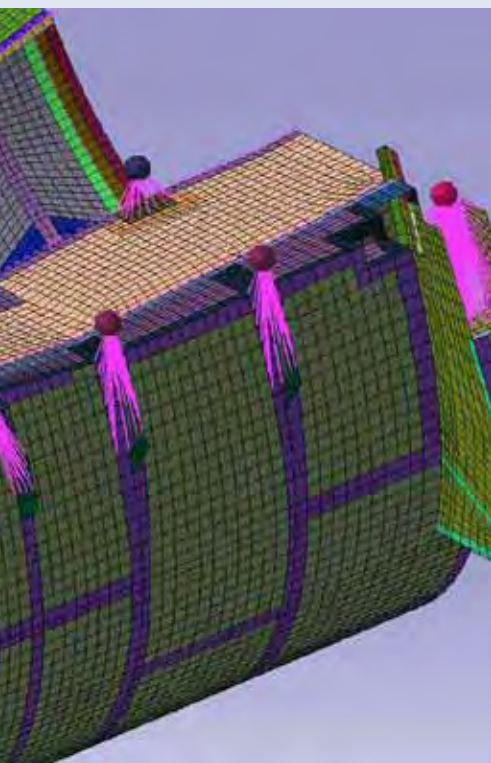
LMS Virtual Lab Structures还具有创建编辑通用和特殊求解器的工具包，能够应用于节点、单元、轴系统、材料和属性。内置功能能够定义复合材料，将CATIA V5生成的复合材料导入有限元求解器。使用LMS Virtual Lab软件可以拖曳、移动节点，解释网格或组，创建或影射网格。

集成的求解驱动器

LMS Virtual Lab Structures为标准工业求解器提供集成的驱动器，使用户能够设置、运行以及后处理各种类型的解决方案，包括静态、模态、瞬态、谐波和稳态热传导分析。用户在网格和/或几何结构上可以定义各种类型的载荷和约束条件。这样，就可以结合外部求解器进行综合分析，充分利用专门的求解器技术，提升在多个求解器方面的投资回报。软件的简单易用让初学者将外部求解器视为一个虚拟的黑匣子，同时系统还可以提供资深分析学家所需的所有先进的驱动控制。

LMS Virtual Lab Structures不仅集成了完善的有限元仿真处理功能，还提供了智能接口，为用户提供了通向CATIA V5以外世界的道路。通过此接口，网格(包括那些用达索公司网格创建工具建立的网格)、组、载荷、约束条件和结果都将以不同的形式输出，这些形式包括MSC Nastran、NX Nastran和ANASYS。同样，独立的网格(包括其分析设定参数)和不同的结果可以从不同来源导入。





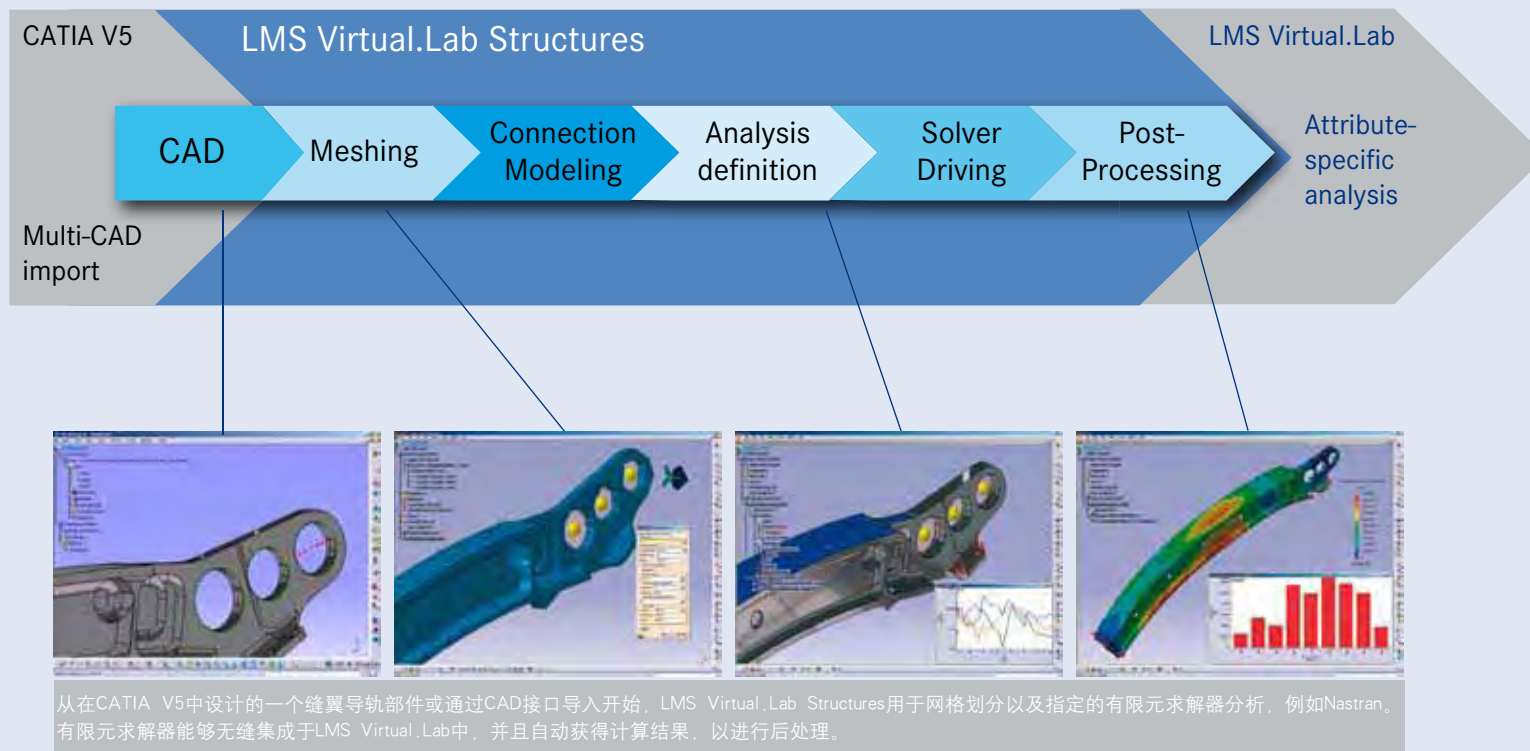
完善的后处理功能

完善的处理功能提供了多种格式来查询可视化结果(包括特殊的求解器输出), 例如显示高应力/应变分布的彩色等高线图、热点图, 可以同时显示3D动画的2D曲线图、柱状表图、变形图、以及动画显示。LMS Virtual.Lab还可以导入已选择的数据, 用于生成报告或深入分析。如分析显示过度的变形或应力, 可以改变CAD模型, 修改网格并对部件进行再分析, 直到结果达到令人满意的程度。所有这些都是在同一仿真环境中进行的。通过使用内置在LMS Virtual.Lab Optimization中的试验设计(DOE)和优化功能, 用户可以深入了解所有可能的设计方案, 并为最优性能对设计进行优化。

系统装配与建模

LMS Virtual.Lab提供了一套集成解决方案, 可以快速创建专门属性的子系统或系统级仿真模型, 适用于航天航空、汽车及其它工业, 可以驱动求解器, 如Nastran, 来分析其性能。仿真模型可以从一个独立属性的几何模型或者线架模型进行创建, 可以定义装配硬点, 将单独或多个特殊属性网格, 或者零部件分析文件与它们进行连接, 同样可以同时为通用零部件进行工程调控。一旦定义了装配设计, 工程师可以处理大量通用和特殊属性的点、线, 例如弹簧、螺钉、衬套、门(hinges)、焊点、焊缝、粘合和缝结合, 从而快速真确地创建仿真模型。整体的装配解决方案是高度集成一致的, 使得用户可以快速装配甚至分析工程设计中的变化和修改。

装配过程可以始于属性独立的几何体部件, 也可以始于已定义好装配硬点和相关特定属性网格的线框模型, 或者开始于组件分析文件。这使得工程分析和普通部件改进可以同时进行。一旦装配布局定义完成, 工程师们可以直接使用属性独立的连接件连接几何体和/或网格来建立运动副、螺栓、弹簧、点焊、铰链、焊缝焊接、粘合、密封等其他连接。用户可以直接访问一个大型数据库, 获取不同属性和针对不同求解器建模的表达方法, 迅速创建最精确的仿真模型。例如对于点焊, 不同类型的建模方案可用于强度、耐久性、动力学、噪声和振动仿真以及碰撞分析。



从在CATIA V5中设计的一个缝翼导轨部件或通过CAD接口导入开始, LMS Virtual.Lab Structures用于网格划分以及指定的有限元求解器分析, 例如Nastran。有限元求解器能够无缝集成于LMS Virtual.Lab中, 并且自动获得计算结果, 以进行后处理。

LMS Virtual.Lab FEA Pre/Post

有限元前/后处理

LMS Virtual Lab FEA Pre/Post有限元前/后处理模块是一个标准组件，可以用于线性、非线性和碰撞有限元分析，计算时调用工业标准求解器，如Nastran(MD, MSC, NX, NEi)、Abaqus、LS-DYNA和RADIOSS等。

多功能配置可以让用户导入模型或工业标准求解器格式的网格，检查和修复质量方面的问题，进行如定义施加载荷的蜘蛛网格等附加网格建模，定义或补充对网格属性和材料属性的定义，设置载荷和边界条件，驱动选定的求解器，以及利用多种显示方式对结果进行最佳后处理显示。

这一组件的典型应用是对导入的部件、子系统或系统模型进行有限元分析。该组件在仿真工程师中非常受欢迎，他们可以选择通用求解器或特定求解器。该选项可以用于处理模型连接点、焊点、粘合或焊缝焊接和曲面连接等。

对于那些外包网格划分的企业或使用专门独立的网格工具的仿真工程师，这个组件是理想的有限元分析前后处理工具。那些具有与CATIA V5兼容的网格的企业也将得益于这个组件具有嵌入式前处理和后处理功能，并可直接适用于几何连接建模等功能。

该模块也可作为变形(morphing)或车辆概念建模等更高级组件的标准插件配置。

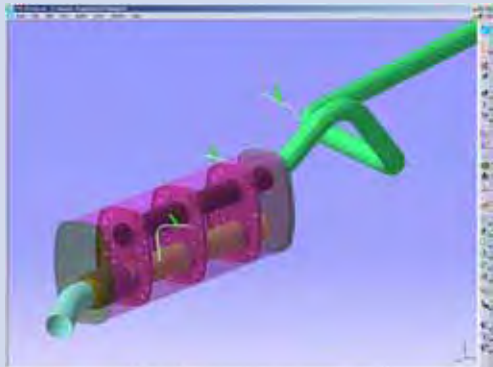
VL-STR.31.2

特点

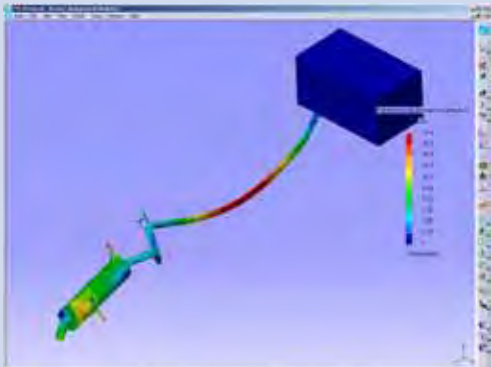
- 全面的前处理功能（网格质量，模型验证、节点和单元、几何属性和物理材料，连接）
- 多种通用和特殊求解器分析驱动设置
- 针对多求解器的属性、材料和连接等定义的环境
- 关联和非关联建模工具
- 全面的二维和三维后处理，结果处理和报告生成功能
- 几何与分析完全相关
- 针对Nastran、Abaqus、LS-Dyna及Radioss等不同求解器的完备组件配置

优点

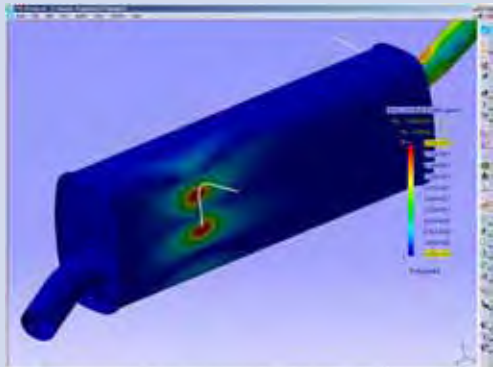
- 通过共享相同的环境促进多学科仿真的集成
- 通过与求解器的互动性提高结果一致性
- 通过可视化流程集成，大大加速工程研发和提高生产力



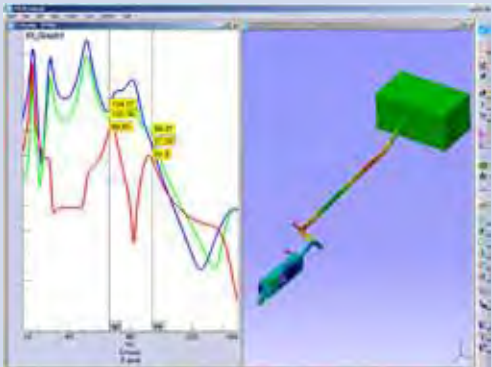
导入排气系统的有限元模型以及橡胶悬置模型。



在LMS Virtual.Lab中定义线性分析工况、驱动求解器及计算结果的后处理。



在LMS Virtual.Lab中显示并处理线性的瞬态分析得到应力结果。



悬置位置受力的频响曲线以及在所选频率曲线下的模型的整体变形。

LMS Virtual.Lab Meshing 网格划分

该模块是对于几何修复，创建网格和针对采用Nastran(MD MSC NX NEi) Abaqus LS-DYNA RADIOSS等工业标准求解器进行线性、非线性或碰撞有限元分析的最完整配置。

几何修复功能帮助用户确认导入的几何数据和改善对象的拓扑关系与几何属性。其功能包括通过指定公差或检查曲面之间的连接、锐边、曲率突变、薄表面和表面边界等是否存在错误。

该模块网格划分工具功能强大，结合了基本和高级的自动网格划分功能和相关的一些在线框、曲面或实体几何上生成有限元模型的功能。基于强大拓扑工具，原始几何的几何特征能自动简化以满足划分网格的要求，同时又不影响原始几何。这样可以大量减少手工编辑单元的时间，从而减少了许多模型准备时间。自动划分网格条件下，用户可以通过控制网格大小、单元分布、网格类型、结点分布以及网格捕获公差等参数完全控制网格的生成。这些参数可以加快流程自动化，并确保与企业标准兼容。已划分网格的部分总是与原来的几何相关，能够自动反映出CAD模型的进一步修改。

对于特定应用，该模块有相应的更高级的网格划分方法。例如，在航空航天方面可能要求划分极其结构化的映射曲面网格，对内燃机模型等复杂结构划分为最小的、六面体占主体的混合实体单元，或者需要自动考虑不同零件间兼容性等。这些问题都可以在网格划分模块中找到量身定做的解决方法。

对于寻找支持多种有限元分析求解器前后处理工具的企业而言，LMS Virtual Lab Meshing是一个理想的标准配置。此工具具备了所有以网格为基础或以CAD为基础进行分析的必需功能。充分参数化的高级网格划分工具使与设计关联的分析具有可行性和应用性。由于取消了几何数据转化，工作小组将节省建立分析和执行典型迭代设计的时间。

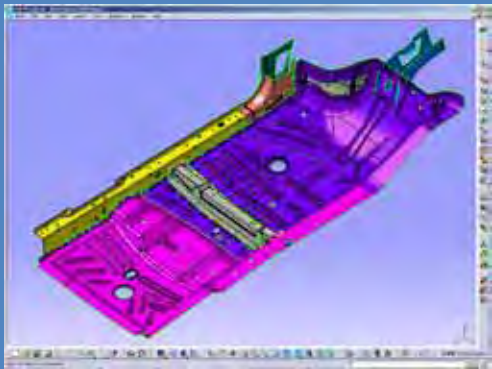
特点

- 除所有有限元分析前/后处理配置的特征还包括：
- 几何修复引擎修复几何缺陷
 - 自动简化几何并进行网格参数化划分
 - 专门的梁、曲面和实体网格划分工具
 - 灵活的定制化的模型质量检查与分析工具

优点

- 除了所有有限元分析前/后处理配置的优点还包括：
- 几何简化加速建模过程
 - 几何驱动与相关分析
 - 针对特殊应用，专业的网格划分工具减少建模时间

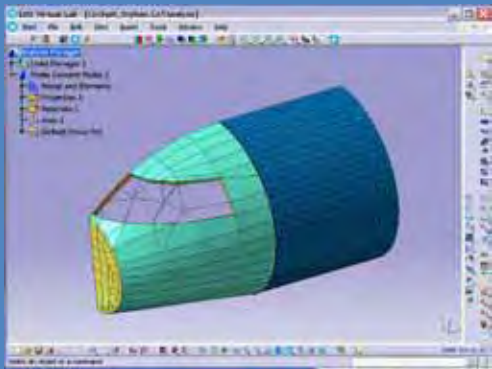
VL-STR.32.2



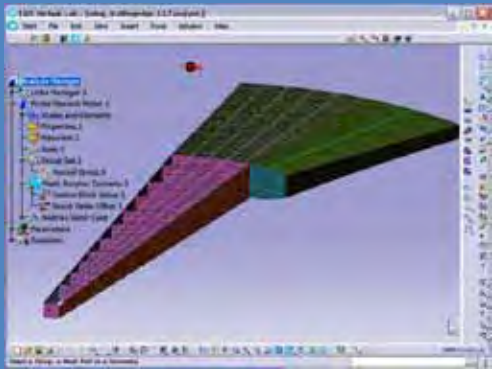
底板参数几何图形，包含焊点的重心位置。



车门的网格装配模型。



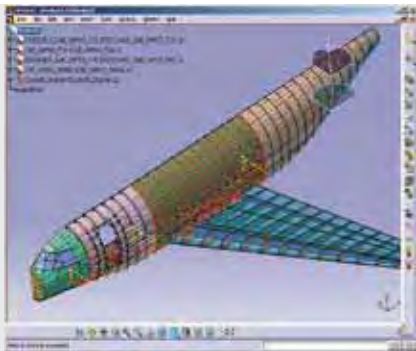
飞机前机身网格划分。



在LMS Virtual.Lab中的机翼网格划分。

LMS Virtual.Lab Structures - 选项

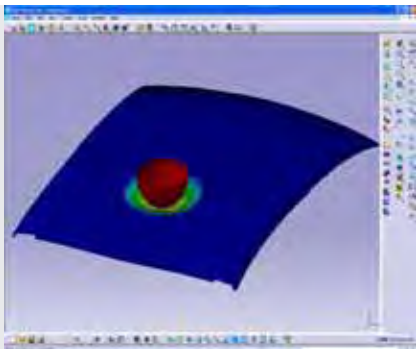
VL-STR.42.3



几何创建

这个选项给分析工程师提供了一套非常全面的几何建模功能，可以创建或修改现有的梁、曲面或实体模型，这些模型可以是CATIA V5格式或从其他CAD格式。生成的几何体与CATIA V5兼容并且可以参数化，可作为快速假设分析脚本。

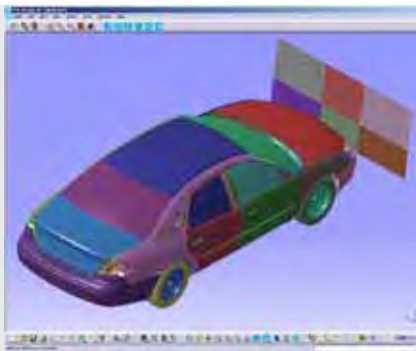
VL-STR.18.3



AFC协同工作能力

这个选项是使用Abaqus进行非线性分析的一个先决条件。该功能可确保Dassault系统中的Abaqus与CATIA协同工作，同时使适用范围覆盖面扩大到高级的前处理和后处理、基于网格或基于CAD进行分析、与Nastran协同工作以及孤立网格的导入等。

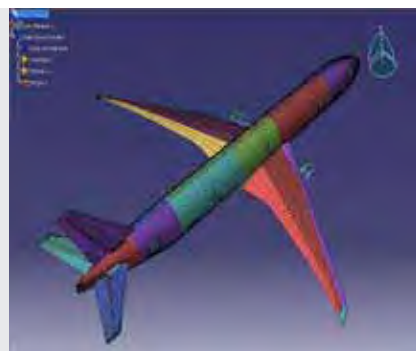
VL-STR.50.3



碰撞前处理

此模块是进行碰撞分析的专业前处理工具。可以导入LS-DYNA模型，进行碰撞分析所需的特殊检查(如穿透与干涉、连接和分析设置，如壁障的定义，接触的定义，初始条件，载荷和约束等)。

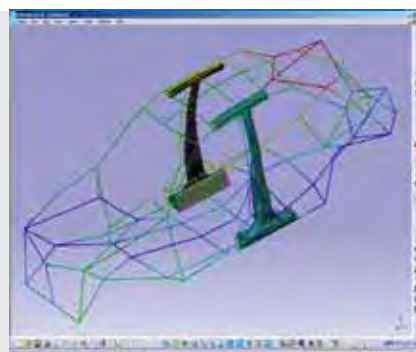
VL-MDP.10.3



装配

该模块用于一般模型装配，模型可以是单个的组件，也可以是CAD/FE子系统模型，其典型应用于汽车和航空航天领域，用于建立完整的系统级的分析模型。此模块包含了所有装配和焊缝清理功能，可以快速地创建属性和解决特定的装配模型。

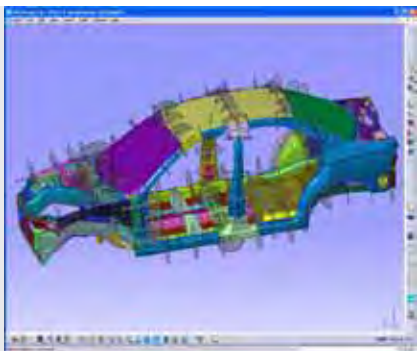
VL-MDP.12.4



基于波的子结构

该模块面向与创建有效的子结构模型，子结构内的组件之间存在大量的连接(节点、点焊、粘合等)。这项技术使用户能够快速评估模型中一个相对孤立区域的设计修改，典型应用于最优车体的密封和粘合工程中，可以方便地获取点焊和加强筋的最佳布置。

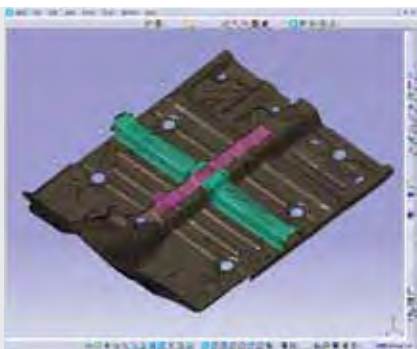
VL-MDP.25.3



车辆概念建模

该工具能帮助工程设计人员从详细结构或者整车模态分析模型或网格出发，快速地创建递增梁和铰接的概念模型。概念模型能帮助用户理解如何修改梁截面以及与车体的连接，以便获取更好的整车动力学性能。

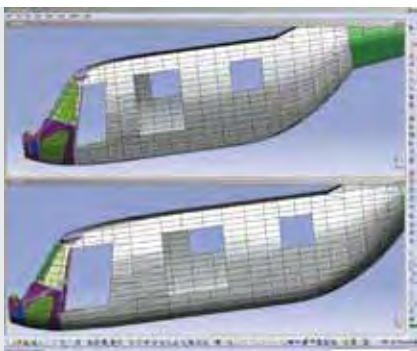
VL-MDP.02.3



网格编辑

该模块提供的工具能够进行一系列网格修改，包括缝合不兼容曲面网格、在已有网格中嵌入标记、通过已经定义好的模式在网格中挖孔等等。

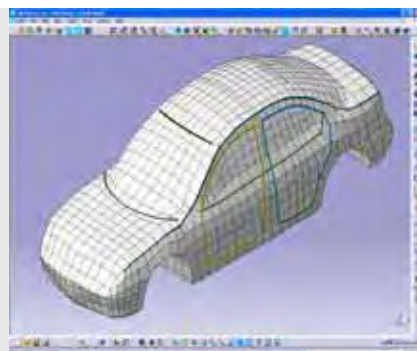
VL-MDP.20.3



网格变形

该模块提供了大量的工具来改变现有的网格，通过变形，如缩放、旋转、增加长度、曲面投影等来建立一个假想的设计或目标形状，而不需要重新划网格。同时因为在此过程中只有结点坐标发生改变，还可以保持模型的完整性和连通性。这使得分析工程师不必与设计部门联系就可以更快地分析更多的设计，从而更早给出更好的设计建议。

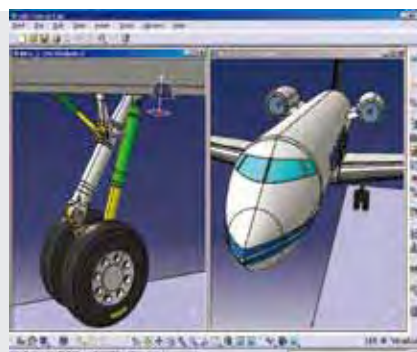
VL-MDP.21.4



高级网格变形

此模块用于在概念设计阶段的车辆模型变形。原有模型或网格可以以有效的特征结构曲线样式发生变形，如车顶线、车门曲线等。因此，可以在第一个有效的CAD模型确认之前就对概念模型进行变形和分析。通过结果反馈，可以显著提高初始CAD模型设计质量。

VL-GEO.xx.2



CAD接口

- STEP接口
- IGES接口
- ProE接口
- CATIA V5接口
- UG及ParaSolids (SolidWorks, SolidEdge)
- Autodesk Inventor接口



LMS Virtual.Lab Motion 多体动力学 优化机械系统的真实性能

如何在较短的开发周期内生产出更多高质量的复杂产品，这给生产厂商增加了很大的压力。传统的基于试验的开发过程不再是机械性能工程设计的一个选择，唯一有效的选择是在一个虚拟样机上评价其功能品质属性。LMS Virtual.Lab Motion可以使工程师远在实物样机试验前对机械系统的真实性能进行有效的分析和优化。

改进产品质量

对于工程师来讲，最具有挑战性的任务是要保证他们设计的机械系统的动力学性能满足规格要求。他们需要确保在实际工况下，例如重力和摩擦力，众多部件间的相互作用和运动关系与设计一致。仿真模型必须给出正确答案，满足精度要求，及时积极地影响开发过程。最好的解决方案是可以灵活调整的，以适应整个开发过程中的各个阶段。同样重要的是，这些解决方案要能根据所有的系统要求，包括耐久性、振动噪声、评价出动态运动性能。

模拟真实性能

LMS Virtual.Lab Motion是专门为模拟机械系统的真实运动和载荷而设计的。它提供了有效的方法可以快速创建和改进多体模型，有效地重复使用CAD和有限元模型，并能快速反复模拟评价多种设计选择的性能。工程师可以在早期的开发阶

段利用灵活可调的模型进行概念上的运动学研究。并在后续阶段中结合试验数据进行更具体的评估。在LMS Virtual.Lab中为了同时进行交叉属性优化，运动结果可以很容易地用于其它仿真分析。

- 评价复杂机械系统的真实性能
- 为结构分析、耐久性和振动噪声研究提供精确的载荷
- 在样机试验前分析和优化机械系统的真实性能

LMS Virtual.Lab Motion 解决方案可用于:



汽车和地面车辆

LMS Virtual.Lab Motion软件为车辆开发部门提供了一个专门的环境，可以高效地建模、试验和改进悬架、动力总成系统、车身部件、内部系统和其它复杂的车辆机构。工程师可以从早期的概念阶段开始，调节和优化悬架以满足平顺性和操纵性目标，分析新设计发动机的动力学性能，并为疲劳或振动噪声评估预测部件和系统载荷，控制系统用来模拟模型的驾驶和ESP系统。LMS Virtual.Lab Motion还能模拟农业、建筑及越野车辆在危险工作条件下的动力学性能，优化驾驶舒适度，避免人员和设备的危险，确定安全限度。



航空航天

从表面形状的初期设计草图，到襟翼、起落架、或舱门系统的完整建模和仿真，直至先进的整机降落模拟等等，LMS Virtual.Lab Motion可以使航空工程师符合严格的功能规范，以确保安全性、可靠性和稳定性。

控制系统对于整个系统正常运行和精度非常重要，这不仅体现在安全问题方面，也体现在功能品质属性方面。LMS Virtual.Lab Motion还可以评价空间机构总成在很多极限工况下的动力学性能，例如运载火箭与卫星。



工业机械

提供最好的投资回报是包括能源、工业和建筑机械行业等工业设备生产厂商所关心的。通过LMS Virtual.Lab Motion，可以实现更高速度、更为精确的运动仿真和更良好的操作可靠性。工程上面临的挑战非常广泛，包含多物理领域和多属性的仿真，例如高旋转速度及操作载荷、振动、变形和精度等。对于工业机械来说，仿真能够在提高效率和易用性的同时提供关键的设计分析和流程自动化。



家用及办公电器

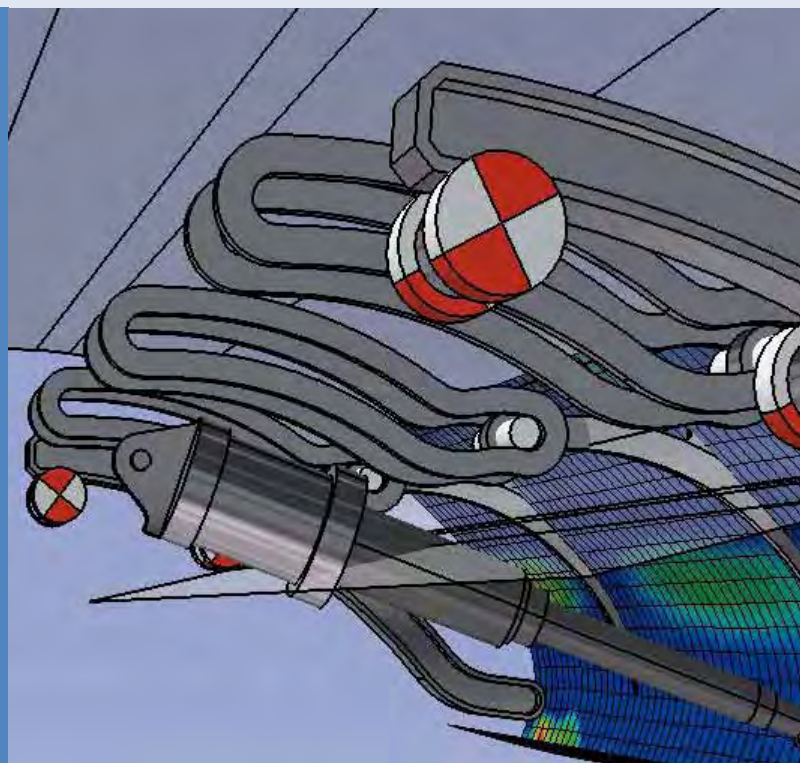
具有高精度力学特性的旋转机械的动力学仿真，增强了洗衣机、传真机、打印机、CD播放器、硬盘驱动器和高速DVD驱动器等电器产品的运行可靠性。LMS Virtual.Lab Motion可以帮助工程师掌控它们的动力学特性，在旋转速度不断增加的情况下，进一步减少家用电器运行的振动噪声。

在创建物理样机之前优化设计的有效流程

要在高成本的物理原型样机制造及试验之前开发出最优化的机械系统，需要精确的动力学运动分析结果。现在CAD软件中的运动学模块，仅限于对机构进行运动范围预测而不考虑柔性效应的干涉检测，这已不能满足需求。与之相较，LMS Virtual.Lab Motion多体动力学仿真软件通过引入惯性力、重力、刚度、阻尼及摩擦等因素对机构进行动力学系统行为仿真，可以在整个产品研发过程中提供更有价值、更有深度的工程见解。快速迭代仿真过程，可以准确预测机构动力学运动和内部载荷及应力，使工程师能够对多个设计方案的真实性能进行评估。

从CAD到CAE, 覆盖全面的建模过程

在LMS Virtual.Lab Motion中建立模型时，工程师首先可以直接导入或建立不同零件的细节化CAD模型或几何框架，创建构件之间的约束和连接关系，确保能正确描述整个系统运动学性能。之后，工程师通过考虑机构的动力学特性对模型及其边界条件进一步进行定义，以准确预测系统中的时域载荷。此时除定义刚度、阻尼、接触和摩擦等部件间作用力之外，还要给定重力、质量、及惯量等。作用力的施加可以通过一系列数学模型实现。例如弹簧力、阻尼力、衬套力以及和周围环境密切相关的接触力。包括像基本弹簧这样简单的力单元，也可以是精细轮胎等复杂模型。

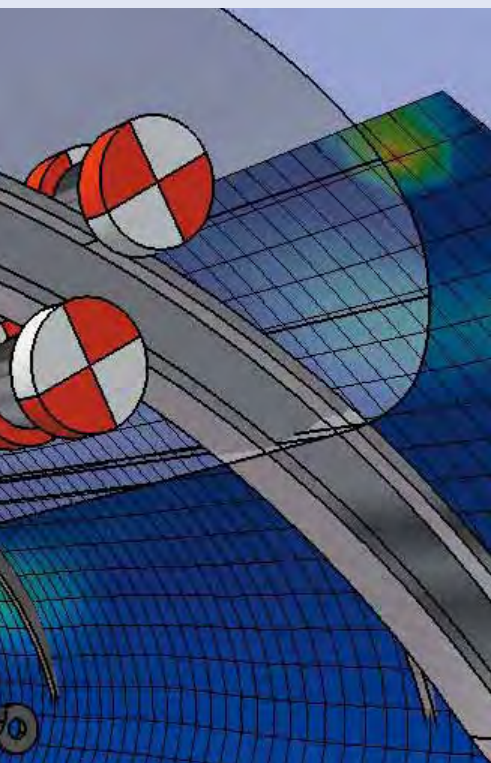


深入精细建模

基本模型建立后，可以通过更为详细的受力描述得以细化。例如，当一个结构的刚度不足以将其视为刚体时，工程师可以用柔性体来描述该结构。通过预先计算好的模态振型，可以得到结构在大的外载荷作用下产生的变形。模态数据可以由结构本身仿真得到，或导入外部的试验数据。起媒介作用的长柔性体如悬架稳定杆或风力涡轮机叶片等，可自动分解为多个梁的组合结构，用于计算结构承载时总的非线性变形。LMS Virtual.Lab Motion多体动力学软件中有对轮胎力、衬套力、弹性体接触、齿轮接触、梁、发动机、燃烧载荷、液力轴承、空气动力等多种模型的详细建模模板。

稳定快速的求解及丰富的后处理功能

当模型建立后，工程师可进行求解并同时用动画和图表查看结果。为更好理解模型性能，工程师可以方便地改进原有设计使结构具有目标性能，包括所涉及的载荷和应力分析。当模型包含液压、作动器、电磁等非常明确详细的控制和力的作用时，工程师可利用包含在LMS Virtual.Lab和LMS Imagine.Lab AMESim中完备的机电分析功能进行联合仿真。



易用性

LMS Virtual.Lab Motion拥有专用设计模块，这些模块能够帮助使用者提高效率，快速建立所需的专业详细模型，这大大缩短了手工建模的时间。弹出的专业分析模块界面位于LMS Virtual.Lab Motion用户交互界面之上，工程师可用其进行专业模型建模以及分析工况的设置。除专用模块外，使用LMS Virtual.Lab Motion还可以将现有子机构装配成一个系统。通过这种方法，子系统设计部门可以在保持系统级协同的同时独立开展工作。

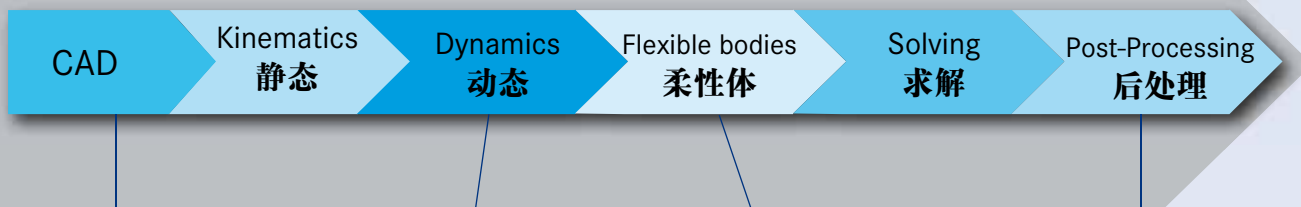
集成性

LMS Virtual.Lab提供进行多属性仿真的无缝集成环境。由于系统参数化和系统关联性，工程师可以以简单高效的方式解决模型中的问题，并实现模型优化。当一个模型参数改变时，程序自动分级对动力学运动仿真和耐久性、振动噪声分析结果进行更新。此外，可以使用设计桌面来实现对一整套参数的一键修改，既节省时间，又防止在文件调用和更新中出错，使工程师可以将更多的时间花在实际分析阶段而非建模阶段。

自动操作

基于VBA (visual basic应用) 日志和脚本，可对任何迭代性过程自动进行操作。该自动化能力是LMS Virtual.Lab Motion的另一个优点。工程师可以通过在LMS Virtual.Lab Motion内部或顶层建立专用的图形用户界面，来实现对某一特定过程的自动操作。这样不仅消除了大量重复性工作，节省了时间，也使仿真过程的重心由当前设计的性能分析转移到整个设计的性能优化上来。

LMS Virtual.Lab Motion



导入CAD几何模型以及建立部件连接和约束条件。



添加动力学单元来模拟接触和力边界条件。



通过考虑部件的变形和模态激励，柔性体建模提高了结果的精确性。



结合后处理的图形和动画可以帮助我们找到设计缺陷的根源。

LMS Virtual.Lab Motion Pre/Post 桌面

LMS Virtual.Lab Motion Pre/Post是进行多体系统动力学仿真的平台，包括所有建模和仿真分析所需的基本功能。求解器不包括在该平台中，但输入文件/结果文件可以导入/导出求解器。LMS Virtual.Lab Motion Pre/Post适用于对前后处理的需要超过对求解器资源需要的部门使用。

在LMS Virtual.Lab Motion Pre/post中可以建立完整多体模型。系统元件通过约束和铰链进行组装。零件之间及零件与周围环境之间的柔性连接通过匹配的细节化力单元进行模拟，来描述结构的真实动力学物理行为。

利用动画功能可以将复杂的运动过程可视化，包括柔性体中零件的变形云图和动力学运动过程中的干涉检测等。此外，专业后处理功能还允许用户检查动画中的扫描体积、力向量以及其它更多结果。多种图表功能能够使用户观察到系统中每个构件的全部运动细节，如平动和转动位移、速度和加速度等。对系统中所有载荷结果，包括内部、外部的力和力矩、零件的内应力等，都能进行图表显示。为方便分析者工作，亦提供悬架和汽车的专用后处理功能及其它用户自定义模板的画图功能。高级用户界面支持VB日志及脚本，可以让用户将精力集中在工作的设计分析和优化部分，而无需在设计建模和更新上花费大量无价值的额外时间。

LMS Virtual.Lab Motion前后处理的功能包括：

- CATIA V5几何建模
- 通过动力学铰链和约束进行机构组装
- 子机构法进行模块装配
- 基于刚度、阻尼、摩擦、接触或其他定义进行动力学建模
- 基于更高层次的力单元进行动力学建模
- 基于已有的有限元数据（仿真或试验方法得到）对柔性体进行建模
- 3D动画
- 所有结构、表显示
- 干涉检查，扫描体积及力向量的可视化
- 动力学模型自动转换为用于NVM的有限元装配模型
- 动力学模型与ADAMS模型自动相互转换
- 基于日志和脚本的自动操作功能

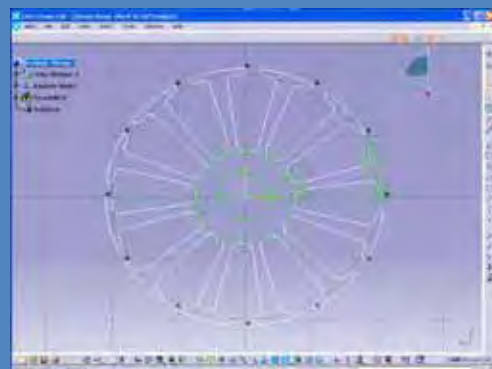
特点

- 基于CATIA V5的实体建模
- 对实体进行装配和动力学约束定位
- 刚体和柔性体高级动画显示
- 多种绘图方式
- 自动化功能和Visual Basic程序接口
- 与LMS Virtual.Lab Durability, NVH, Structures及Optimization各模块无缝连接

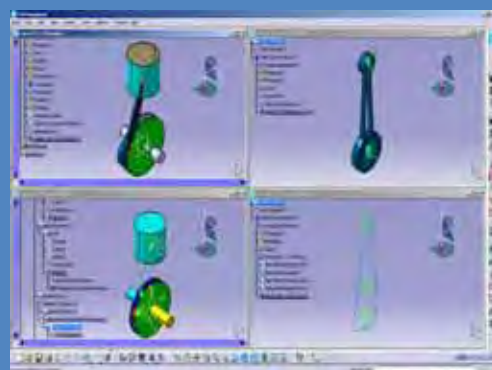
优点

- 建立更为详细、精确的系统动力学模型
- 通过动画和图表对复杂行为进行深入观察
- 采用交互属性仿真实现CAE分析最大化
- 预测任何类型机械系统的载荷、位移、速度和加速度
- 不需要大量物理原型即可做出重要设计决定

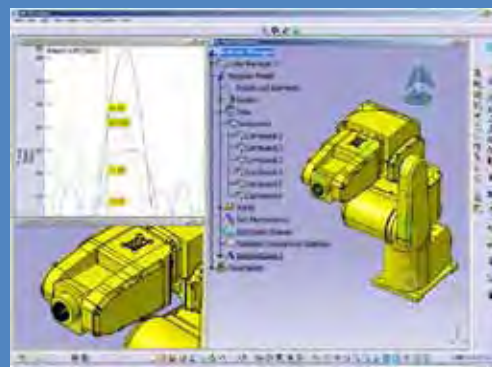
VL-MOT.80.1



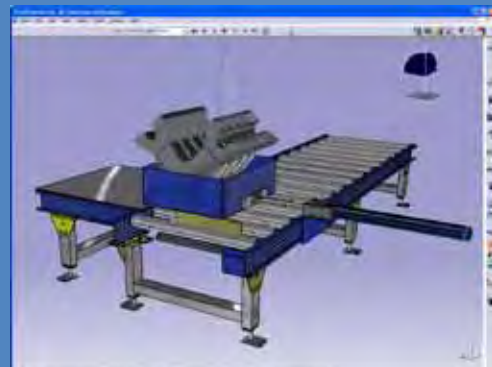
任何部件都由线架图和实体几何图表示，用户可以导入或自己绘制几何。



构件能够被模拟成刚体，完全的柔性体或多个梁的子结构。



后处理功能实现3D动画和2D曲线光标同步演示。



LMS Virtual.Lab Motion成功应用于多个工业领域中。

LMS Virtual.Lab Motion 标准动力学软件

VL-MOT.33.2

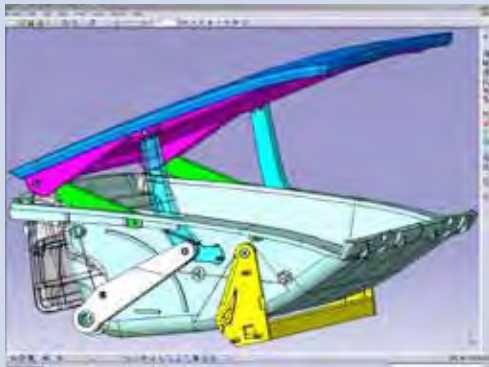
LMS Virtual.Lab Motion具备真实的多体动力学仿真所需的基本功能，包含建模、求解和分析。LMS Virtual.Lab Motion为各个部门提供的不仅限于前后处理功能的求解器，还包括扩展的并行和批处理求解器。

LMS Virtual.Lab Standard Motion是一个对机械系统真实运动和载荷进行仿真的完整集成解决方案。它可使工程师在进行昂贵的实物样机试验前快速地进行分析和优化机械设计的真实性能，并能保证机构具有预期功能。

LMS Virtual.Lab Standard Motion使用户能够建立、模拟和分析多刚体机械系统。机械单元包括连接处和约束特征以及一系列模型单元包括刚度、阻尼、摩擦力、接触力(包含CAD几何接触)。稳定和高效的求解器对即使是最复杂的动力学问题都能保证精确和高效的处理。数据结果中包括位移、速度、加速度和模型所有部件的相互作用力。其解决方案可以使用户改进它们的动力学性能，预测部件和系统的载荷，以便用于结构分析、振动噪声模拟、疲劳寿命预测和其它分析。

LMS Virtual.Lab Standard Motion在实体建模、参数化、CAD几何体、柔性体特点、控制和液压功能、求解器性能、动画显示和后处理功能等方面提供了极具前沿的领先技术。它独创地把所有需要的功能集成到一个用户界面友好的桌面环境，不需要其它求解器，并消除了费时的数据转换。用户可以利用一个基于CATIA V5的完全集成的CAD引擎，快速地创建和改进他们的机械系统经过完整参数化的虚拟样机模型。

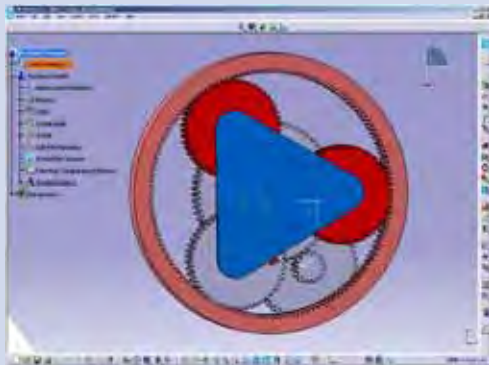
后处理功能帮助工程师能轻松识别和有效解决工程问题产生的根源，使得团队能够进一步开展设计工作及做出相关的重要决策。



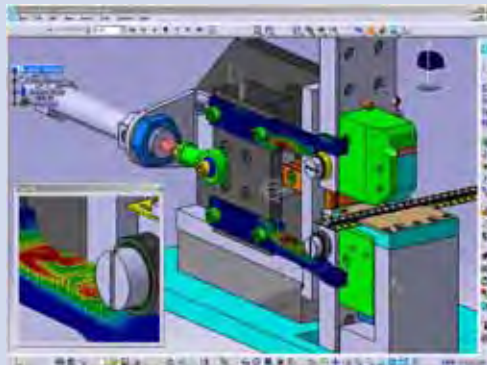
仿真重现了驾驶汽车时仪表盘的力学特性。



为了安全性和性能最优化，对整个风机系统以及它所有的控制系统进行仿真。



变啮合刚度的齿轮接触仿真可对其动力学特性、齿轮敲击和齿轮低鸣进行预测。



在高接触载荷作用下，通过柔性接触能精确预测组件上应力和疲劳寿命。

特点

- 基于CATIA V5实体建模器，能创建各个部件的几何模型
- 能利用完备的运动约束和驱动库装配部件
- 能利用弹簧、阻尼器、轮胎、摩擦力和接触力在部件之间施加作用力
- 基于实体建模和密度，包含部件的精确质量和惯量
- 基于精确和稳定的LMS DADS求解器
- 能进行运动学、动力学、逆动力学、准静态和预载分析
- 能计算力、位移、速度和加速度
- 基于模型中细致的实体建模进行碰撞检测

优点

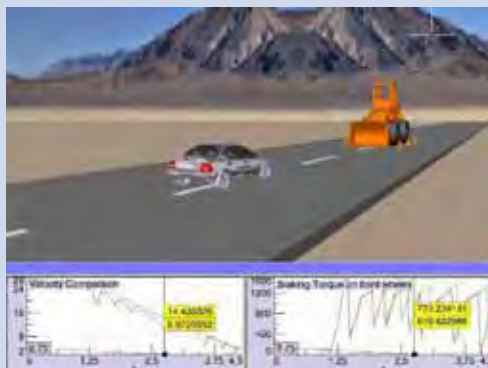
- 可完全探究机械部件内部作用力，以评价它们的强度和疲劳寿命
- 可动画显示复杂的动力学和运动并发现部件间潜在的碰撞
- 可识别并优化对设计的真实性能有很大影响的参数
- 通过计算产生特定机械运动需要的力和扭矩，改进发动机和作动器的尺寸
- 分析在样机试验中出现的问题，并能快速研究可能的解决方案
- 在没有人员或昂贵设备风险的情况下研究安全限度

车辆仿真包括对汽车标准工况进行多次运算。包括ISO行驶工况在内的预定车辆工况的现用库,可以通过任何用户自定义工况进行扩充。有两种方式进行驱动,一种是通过运动学驱动(开环);另一种是通过LMS Virtual.Lab Motion内置的路径跟踪控制算法进行驱动(闭环)。此外,通过IPG驾驶员模型可以考虑驾驶员-汽车之间复杂相互作用,在动力学车辆模型中考虑人的作用。

为了将动力分析的结果作为下游耐久性和舒适性分析的输入,即在LMS Virtual.Lab耐久性和LMS Virtual.Lab混合建模及振动分析软件中进行分析,关键的一步是对轮胎和路面进行精确建模。LMS Virtual.Lab多体动力学提供一系列专用轮胎模型,其特殊应用范围从低频(<10Hz)基本操纵和转向分析,直至高频(<100Hz)复杂的舒适性和耐久性分析。LMS Virtual.Lab中的TNO MF Tire基于著名的魔术公式(Magic Formula)经验模型,而LMS Virtual.Lab中的TNO MF Swift和LMS CD Tire都基于物理模型。LMS Virtual.Lab中的TNO MF轮胎为车辆概念研究和操纵稳定性仿真提供精确的可升级的轮胎模型;TNO MF Swift最适用于车辆舒适性分析。LMS CD Tire用在车辆舒适性和耐久性研究中,提供可进行升级的2D、2.5D和3D模型,准确跟踪高达80Hz的轮胎振动。除了这些特殊的轮胎模型以外,软件还提供简单版本的轮胎力模型,当轮胎性能并不是整个设计中的关键属性时,可用来进行车辆建模。LMS Virtual.Lab Motion中包含多种路面建模方法,提供范围从简单2D平滑路面到复杂数字化试车跑道的路面建模解决方案,可以对任意试验场路面进行数字化重建,用于计算和模型显示。



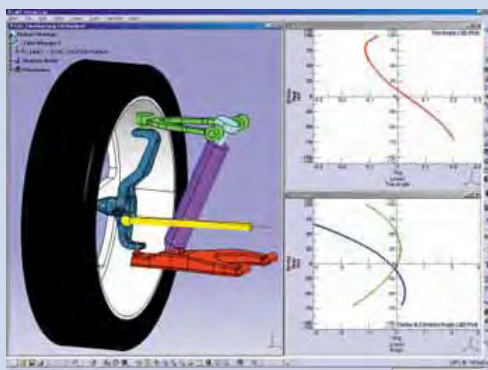
在任何台架测试中使用设计灵敏度分析优化四分之一悬架。



通过内嵌控制系统和IPG-driver联合仿真功能,可考虑真人驾驶交互作用,进行车辆平顺性及操稳性仿真。



仿真汽车在平路面,或在平坦的2维或3维路面(包括数字试验场)上行驶。



当没有数字路面时,使用虚拟试验台架来重现悬架上的载荷。

特点

- 整车建模模板,能在车身上快速装配前后悬架模型
- 具有基本二维轮胎模型的标准轮胎接口和STI接口能连接其他轮胎模型,例如TNO Delft Tire和F-Tire用于开环和闭环操纵的驾驶员模型
- 专门的车辆动力学后处理功能,包括车身倾侧、俯纵、横摆角和角速度,及悬架相关特性参数,例如:前束、外倾角、后倾角等
- 可把LMS CD轮胎和Monroe减震器模型与虚拟车辆模型无缝地集成在一起

优点

- 具有整车模拟模板,保证了虚拟车辆的有效建模和分析
- 通过模拟虚拟样车的平顺性和操纵性节省了昂贵的试验场试验时间
- 在早期设计过程中,通过在数字试验路面上驱动安装了轮胎模型的整车动力模型,为悬架优化提供了精确的耐久性输入载荷
- 在三维虚拟车辆模型的概念阶段,检验动力辅助转向、动力辅助制动、ESP等的控制策略

LMS Virtual.Lab Powertrain Motion

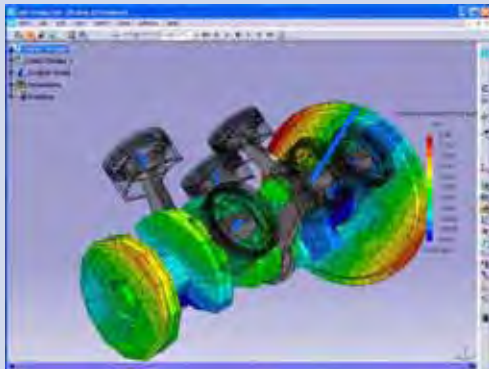
动力总成动力学

在新的和改良的发动机开发过程中，工程师常常面对一些相互矛盾的设计目标。他们既要减少发动机排放和燃油消耗，还要赋予发动机更多动力、振动更小、声辐射优化和免维护运行。这些都给他们带来了挑战。LMS Virtual.Lab Powertrain Motion是一个完备和集成的解决方案，可模拟发动机复杂的动力学性能，并可准确地预测其内部载荷。这些载荷可以用于确定疲劳寿命、振动和发动机声辐射。采用虚拟仿真，工程师可以在新发动机概念设计中快速地确定最满意的构思，例如：凸轮移相器、可变的气门开启机构和可变压缩比的发动机。LMS Virtual.Lab Powertrain Motion还可以帮助工程师研究轴的旋转、链条噪声、齿轮振动和扭振、以优化传动系统的动力学性能。

LMS Virtual.Lab Powertrain Motion提供了专门的动力总成建模模板，可以帮助用户快速地建立整个动力总成系统或特殊子系统的详细模型，如气门系统、曲柄系统、传动系统、正时链条和皮带传动系统。分别创建好的子机构可以轻松地连接在一起以研究耦合性能。动力总成模板可以产生完全参数化的模型，并对多种设计选择进行快速的修改和加速的分析。

一旦建立起虚拟样机模型，Virtual.lab Motion求解器可以处理广泛的动力系统问题。

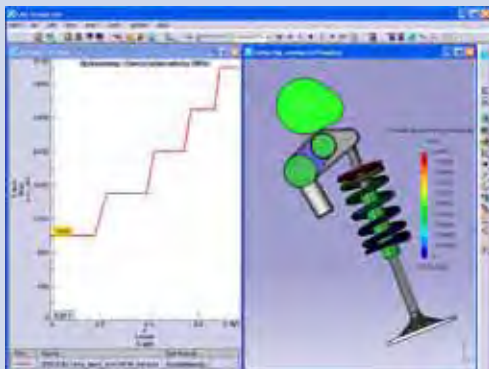
- 门系统：模拟高阶/高速的影响，包括弹簧颤动、凸轮接触设计、或气门座的性能
- 曲轴系统：分析曲轴与发动机本体的相互作用、轴承负载、曲轴振动和动应力
- 传动系统：传动支轴的弯曲与旋转、换挡撞击声、或传动系统的嗡嗡声
- 正时机构：复杂链轮齿、导向装置和链条配置的快速设计和动力学模拟



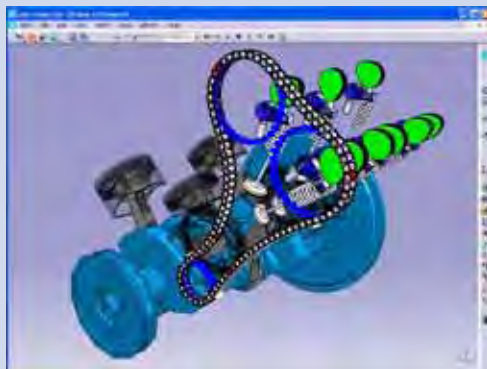
使用曲柄柔性体可精确预测径向轴承上的载荷。



对燃烧载荷，液动轴承和柔性发动机缸体进行建模，以快速获得精确结果。



通过3D柔性体捕捉螺旋弹簧的涌浪效应。



耦合曲柄连杆机构，气门机构，正时驱动和配件驱动进行仿真，深入洞察子系统之间的相互作用。

VL-MOT.35.2

特点

- 为液动轴承、柔性阀门弹簧、凸轮接触力、液压间隙调节器建模单元
- 燃烧转速计单元把测得的气体力作用到活塞和气缸盖
- 凸轮廓线合成工具
- 自动设置气门系统部件、气体力和适合发动机配置的点火次序
- 集成的发动机-速度控制，以模拟稳态的速度、速度扫描和瞬态全加速
- 柔性体支持动应力计算
- 动应力动画演示显示失效部位
- 拓扑热点检测给有限元网格上的应力区分级

优点

- 为液动轴承、柔性阀门弹簧、凸轮接触力、液压间隙调节器建模单元
- 燃烧转速计单元把测得的气体力作用到活塞和气缸盖
- 凸轮廓线合成工具
- 自动设置气门系统部件、气体力和适合发动机配置的点火次序
- 集成的发动机-速度控制，以模拟稳态的速度、速度扫描和瞬态全加速
- 柔性体支持动应力计算
- 动应力动画演示显示失效部位
- 拓扑热点检测给有限元网格上的应力区分级

LMS Virtual.Lab Landing Gear 起落架

起落架系统专用仿真解决方案使得研发小组有能力建立飞机起落架详细模型，从而可靠地对真实性能进行仿真。设计人员可以很快获取多种设计方案，在实物原型生产出来之前实现飞机最优化设计。LMS Virtual.Lab Landing Gear是在与多个飞机和起落架生产商的密切合作过程中开发出来的，可以应对起落架工程中的挑战，如对着陆、滑行、起飞等典型飞机运动工况中总的系统载荷进行预测。

LMS Virtual.Lab Landing Gear可以让设计人员对起落架动力学行为以及总体性能作深入细致深入的了解。包括起落架的可靠性、稳定性和安全性。在飞机降落、起飞和滑行工况中，起落架机构必须能吸收大量能量同时，不产生超出动态载荷极限值的反作用力。采用刚体或柔性体模型进行多体系统动力学仿真，可以协助工程师对起落架设计进行调试，以达到目标动力学性能。LMS Virtual.Lab Landing Gear也可以对新的设计系统进行极端工况或破坏载荷下的响应估算，而这方面的物理实验往往是极为危险和成本极高的。

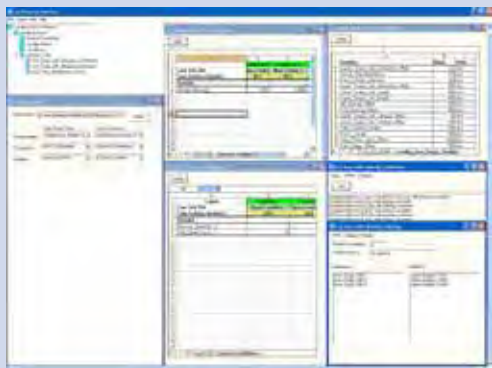
该模块的应用界面是在利用VBA脚本功能在Virtual.Lab Motion顶层开发出来的，可以根据其它类似的用户需要进行客户定制和重新生成。

特点

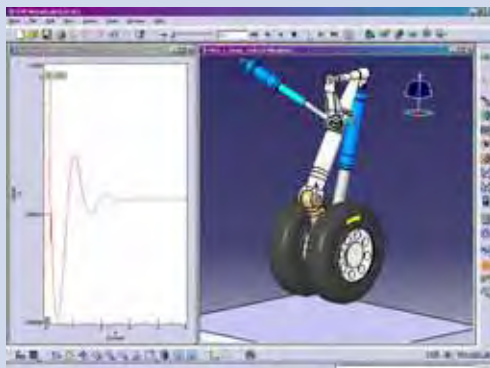
- 通过参数化模板或已有模型对起落架进行建模
- 实现起落架和任意类型飞机的连接
- 设置由模板或用户定义的包括着陆、滑行、起飞等的任意机动
- 对不同起落架、飞机和机动过程的组合自动计算地面载荷并生成报告

优点

- 模板的应用加速起落架建模及分析后的更新
- 高精度地面载荷预测
- 仍适用于LMS Virtual.Lab内部标准分析并保持对其完全开放
- 设计表、设计灵敏度分析及优化功能可以对模型进行多属性目标优化和更新



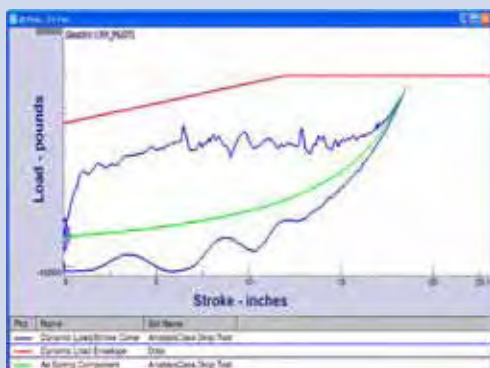
对起落架和飞行器拓扑构形的各种工况进行仿真，例如滑行、起飞、收回及降落。



通过LMS Virtual.Lab和LMS Imagine.Lab对油—气阻尼器和轮胎进行精细建模。



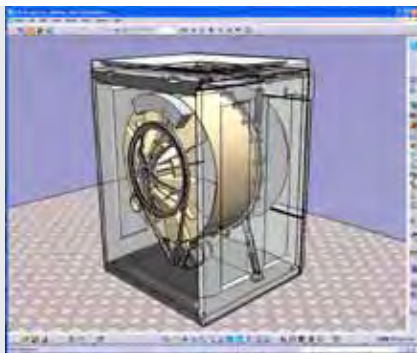
能够对不同部件进行灵活的建模以提高仿真的精确度。



仿真降落过程中吸收的能量，使得地面载荷不超过规定的范围。

LMS Virtual.Lab Motion - 选项

VL-GEO.xx.2

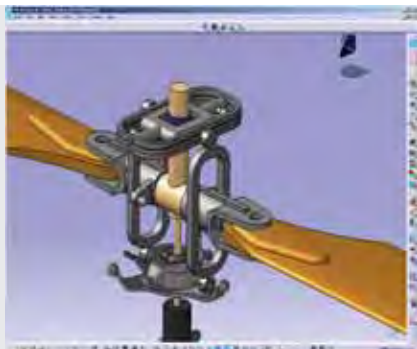


CAD 接口

- 所有CAD接口可导入零件及装配数据
- STEP接口
- IGES接口
- ProE接口
- CATIA V4接口
- UG及一般的Parasolids(SolidWorks, SolidEdge)
- Autodesk、Inventor接口*

*表示只导入零件数据

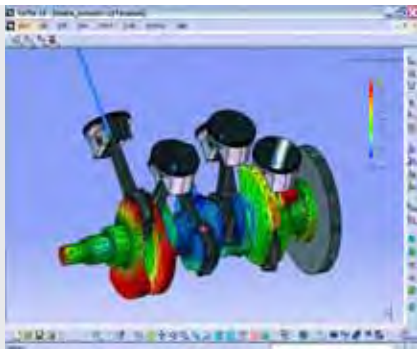
VL-MOT.20.2



CATIA V5 运动关系转换

作为一种将CATIA V5运动机构集成进LMS Virtual Lab Motion的简单高效方法，通过CATIA运动关系转换功能，用户只需一键即可实现零件、铰链和运动学约束的传递。模型转换结束后，可以在LMS Virtual.Lab Motion中添加产生动态力的元件，例如轮胎力、弹簧力、衬套力等。在LMS Virtual.Lab Motion中，用户可以很方便的进行更多可能的分析，例如动力学分析、逆动力学分析、预载荷和静力学分析等，实现在CATIA V5运动学分析基础上的提高。

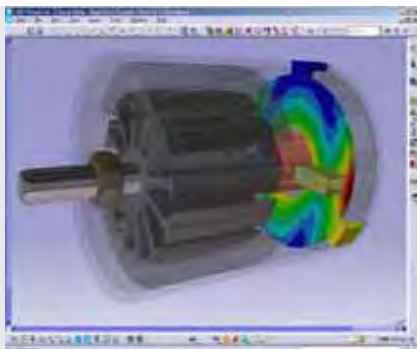
VL-MOT.72.2



柔性体

通过柔性体模型可以考虑了运动中构件的变形和模态激振，提高了多体模型的精度。该方法将多体仿真技术和有限元分析结果(Craig-Bampton模态)或模态试验测量得到的结果结合起来。软件提供多种通用有限元求解器的有限元分析界面，如Nastran、Ansys、Abaqus、Permas和I-deas等。用户可以直接将有限元求解器求解得到的模态结果导入。包括应力等最终结果可以通过动画进行显示。

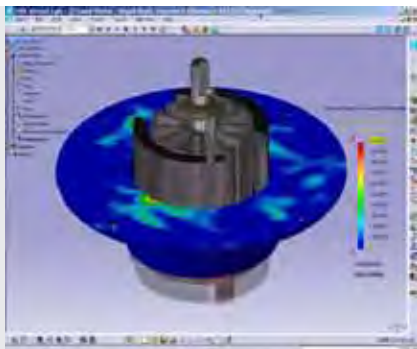
VL-MOT.73.3



柔性体高级功能

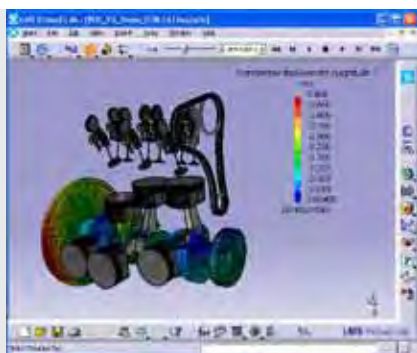
LMS Virtual.Lab Motion柔性体模块的可选项，能够提供更为复杂的柔性结构建模功能，包括各种结构前后处理结构分析功能，并可调用Nastran和Ansys有限元求解器进行求解。如果组合LMS Virtual.Lab Component Structure Analysis选项或CATIA V5 GPS，能完成以下高级功能：自动生成带有Craig-Bampton模态的柔性体；自动将类似横向稳定杆的大型复杂柔性体网格子结构化；模拟柔性体之间的接触力(即柔性接触)。

VL-FEA.02.4



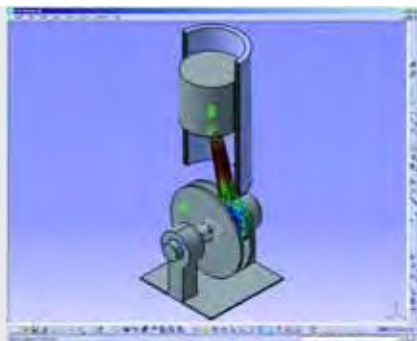
部件结构分析

对于类似汽车稳定杆等长的可变形零件，新开发出一种多梁表示方法，可以考虑大的结构非线性变形，同时相比经典柔性体还提高了求解速度。



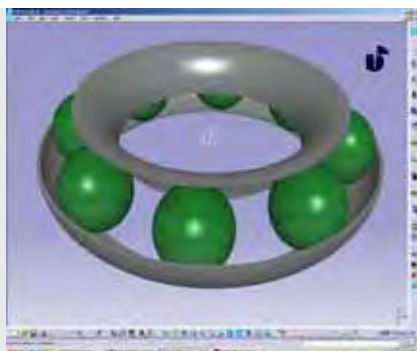
标准发动机

LMS Virtual.Lab Motion标准发动机模块将各种工具及特征进行组合，在一个用户友好界面(Powertrain Dynamic Simulator界面)内建立细节化的发动机仿真模型。此专业工具简单易操作，用户可以在功能丰富的通用环境中建立和编辑模型。其中包括所有必要模块：包括曲柄连杆机构、配气机构、螺旋弹簧、凸轮曲线生成器、凸轮接触、流速计、燃烧、液压间隙调节器等。



活塞润滑

用户使用活塞润滑模块可分析活塞在液膜中同轴和不同轴装配下的性能。可预测活塞和气缸壁之间的作用力，并施加到各移动构件上。油膜方程可用来预测及作用在活塞和气缸上的非线性压力分布和力的作用。压力分布则由间隙函数及间隙对时间的导数和滑油粘度之间的关系确定。应用该精细的建模方法，可提高发动机仿真和系统级载荷预测的精度。



液动轴承

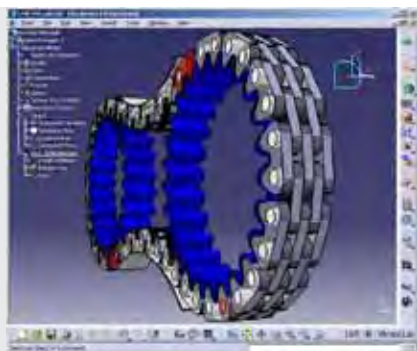
用户使用液动轴承模块可分析同轴和不同轴装配下的液动流体膜径向轴承的性能。常见应用包括发动机曲柄上的径向轴承，例如主轴颈、曲柄销或活塞销轴颈等。此模块可以预测轴承内高度非线性的油膜压力分布，确定作用力和力矩以将结构振动和周围结构耦合起来。提供两种算法：阻抗分析算法和基于有限元的算法。



弹性-液动轴承

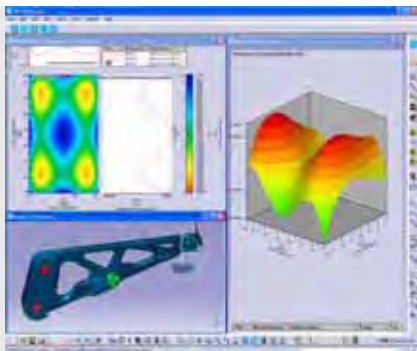
同液动轴承一样，用户可使用弹性-液动轴承模块对同轴和不同轴装配下的液动流体膜径向轴承的性能进行分析。常见应用包括发动机曲柄上的径向轴承，例如主轴颈、曲柄销或活塞销轴颈等。

弹性-液动轴承模块可求解轴承内高度非线性分布的油膜压力，并计算得到力和力矩将结构振动和周围结构进行耦合。



链和带应用

LMS Virtual.Lab Motion链和带应用模块用于快速建立详细的链带仿真模型。PDS(Powertrain Dynamic Simulator)界面可用于建立离散的皮带轮或链轮模型，以便通过LMS Virtual.Lab Motion进行进一步的分析。同步带模块可建立单级或多级带驱动系统仿真模型，附件驱动模块可建立离散皮带轮系统模型，包括Goodyear Poly-V汽车配件带等。链模块可建立使用滚子链连接或倒齿形链连接的离散链和链轮仿真模型。由PDS建立的链和带模型可以与配气阀、曲柄及其他动力总成子系统模型结合。



多体设计空间探索

LMS Virtual.Lab设计空间探索功能采用实验设计方法(DOE)在设计空间中定义一组最优实验解,使用户以最小的成本获得最精确的结果和尽可能多的信息。实验设计通常与响应面建模(RSM)结合。响应面建模通过实验设计中获得的离散数据点构造一个连续面。通过这种方法用户可以更深入的了解设计变量对某一特定结果数值的影响。



多进程批处理求解器（四节点累积）

LMS Virtual.Lab Motion多进程批处理求解器可以使用户远程管理不同的LMS Virtual.Lab Motion求解工况。可以在不同的机器上运行多个分析过程,或使多个分析任务在一台机器上按顺序进行处理。这种方式可以将CPU能力和license的使用最大化。此外,用户可以监控所有已提交的批处理任务过程。



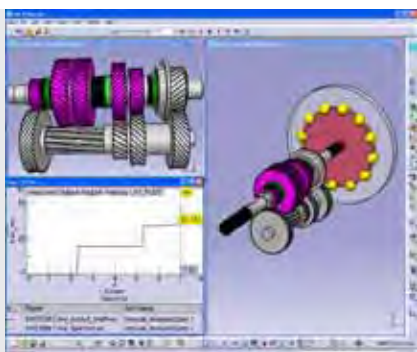
Motion并行求解

通过使用不同的并行处理器,LMS Virtual.Lab Motion并行求解功能可大大提高求解效率、节省运算时间。此功能将各种求解任务分配到不同处理器上,从而减少了计算时间。这特别适用于处理以模块形式构建的大型仿真模型,例如履带车辆或链和传送带等。



缆绳建模

这个模块用于滑轮间的缆绳动力学模拟。用户可以用多体模型手动建立缆绳各段模型,包括各段之间的非线性刚度和阻尼,并定义每个段或每个缆绳之间的接触单元。这个特殊的缆绳单元将替代这种离散的方法,采用多体和力单元,只用一个方程定义滑轮间的相互作用力。这个数学函数是一个微分方程,描述滑轮切向间的力和动态张力特性,其中为了简化而忽略横向振动。



齿轮

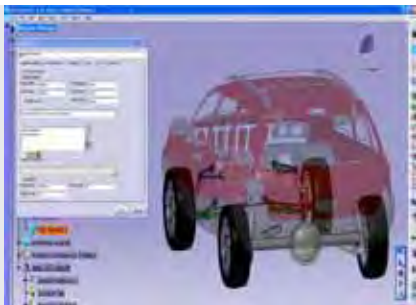
齿轮建模界面能将系统定义过程自动化。仿真对象包括螺旋齿轮和直齿轮,以及汽车、地面车辆或通用机械中的内啮合和外啮合齿轮组。可预测齿轮系统动力学行为,并通过对齿轮啮合的可变接触刚度进行仿真来获得组件上载荷。工程师可以根据这些信息来理解齿轮间隙和接触传动比在整个机械系统中的分配,这在寻找如齿轮敲击或齿轮低鸣等噪声的根源时用处很大。

齿轮系统可以组合进更大的系统模型中,进行系统级响应分析和进行精确载荷预测。



履带车辆建模

LMS Virtual.Lab Motion履带车辆模块提供便捷的界面来简化复杂多零件的履带系统的建模。履带材料可以是橡胶、人造橡胶带或离散的金属连接片。通过在用户界面输入简明信息来定义履带几何、质量属性、刚度和阻尼。可通过适宜的刚度、阻尼和初始条件创建多个构件，同时自动创建所有需要的接触力特征。对于需要研究复杂动态履带系统与地面和车辆交互作用的客户，会得益于此模块极为强大的功能和用途。



悬架建模

LMS Virtual.Lab Motion悬架模块为车辆悬架建模提供专门易用的界面。该界面可指导用户整个悬架建模和分析过程，功能覆盖范围从硬点位置导入以及组件和连接关系的定义，到应用于虚拟测试台架的专用后处理功能。用户能用预定义好的悬架模板作为初始模型进行建模，以大幅提高效率。



车辆建模

LMS Virtual.Lab Motion车辆建模模块为底盘和悬架分析师提供了专业易用的界面进行车辆建模，可进行操纵和转向、乘用舒适型、路面噪声和耐久性分析等。该模块允许用户进行模块化汽车装配，所用子系统包括悬架系统、转向系统、制动系统、动力和传动系统等。用户可以很容易地进行各种标准汽车工况的设置及后处理。各种专用的转向、制动、动力传动系统模块是互相兼容的。包括国际标准化组织确定的机动工况在内的预定义车辆机动工况库可以由任意用户定义的工况进行扩充。两种方式进行驱动，一种是运动学驱动(开环)，另一种是采用LMS Virtual.Lab Motion内置的路径跟踪控制算法进行控制(闭环)。



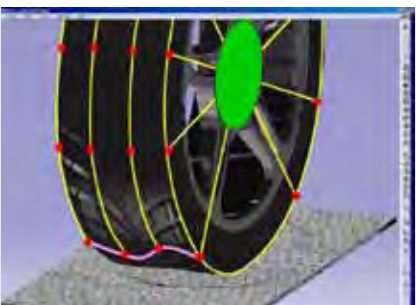
LMS Virtual.Lab中的IPG-DRIVER

通过LMS Virtual.Lab中的IPG-DRIVER可考虑多体车辆仿真中人的因素，在极其真实的环境下通过闭环工况仿真对车辆动态性能进行测试。IPG-DRIVER无缝集成在LMS Virtual.Lab Motion中，它是工业标准驾驶员模型，代表了德国卡尔斯鲁厄的IPG Automotive公司超过15年的研发成果。用户可以选择所需路径和速度及驱动方式，由IPG-DRIVER计算油门、刹车、离合器踏板位置、变速箱位置及方向盘输入。



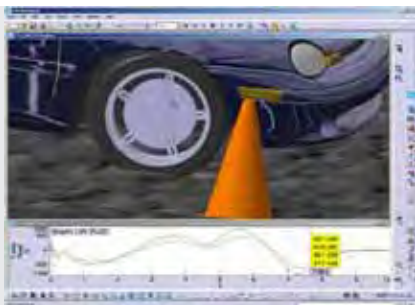
路面建模界面

利用路面建模界面可以很方便的对复杂三维路面或不平表面进行建模。它可以通过三种不同文件来源建立路面几何：样条曲线、样条平面和CDTire ROAD 2000格式。最后一种格式支持来自任意可能实验场的数字化路面信息。通过将求解器需要的解析路面与几何视图关联起来，可精简整个流程。



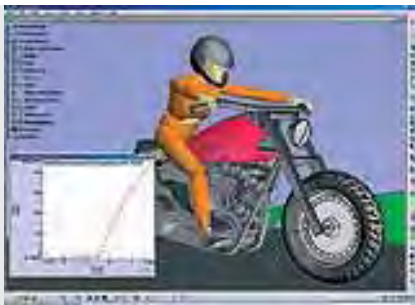
CDTire

LMS CDTire是进行汽车和卡车仿真的理想工具，允许工程师在进行整车操稳性、舒适性和耐久性分析时，考虑轮胎带动力学性能。LMS CDTire计算汽车在三维路面行驶时的作用在每个车轮上的轴力和力矩。LMS CDTire用于耐久性和舒适性研究，可精确捕捉所支持的频率范围内的振动。带振动可计算到80Hz以上。与经验轮胎模型不同，LMS CDTire是一种实际物理轮胎模型。轮胎带模型通过分布的质量-弹簧-阻尼模型来模拟，在轮胎接地面变形中同时考虑轮胎与路面之间的摩擦力。用户可以通过改变轮胎充气压进行快速假设分析研究。LMS CDTire包括三种轮胎模型，可根据路面形状和所需精度进行选用。



标准轮胎

使用标准轮胎模块可模拟转动车轮和地面间的轮胎力。可计算得到三个力（侧向力、纵向力和垂向力）及三个相应力矩并施加到车轮构件上。同一个模型中可以定义多个轮胎力，在轮胎力模型中还可以考虑非线性刚度和阻尼、分布式接触力及高级牵引作用。用户也可以对轮胎力源代码进行编辑，添加特殊的力的作用。标准轮胎力与国际标准STI（标准轮胎界面）是兼容的。



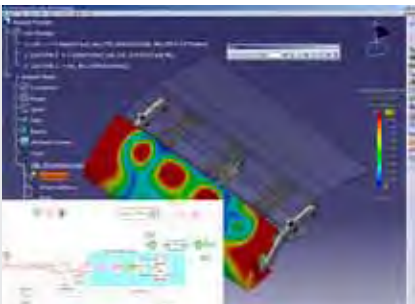
TNO MF-Tire

使用TNO MF-Tire可以进行精确的整车操稳性、舒适性和耐久性分析，对象包括乘用车、摩托车、卡车和飞行器起落装置等。TNO MF-Tire是世界标准的Pacejka Magic Formula轮胎模型在Delft-Tyre6.0上的实现，已得到广泛验证。该模块基于试验室及道路测量的半经验方法，能够快速可靠的对轮胎路面接触力和力矩进行仿真，对稳态和瞬态下轮胎的性能进行预测。



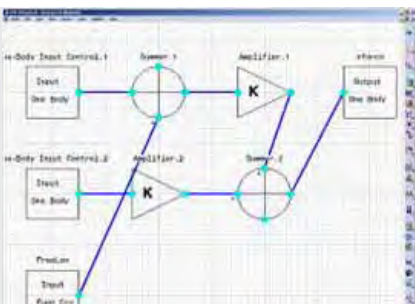
TNO MF-Swift

TNO MF-Swift轮胎模型是TNO MF-Tire在高频上的扩充。利用TNO MF-Swift，能够整车操稳性、舒适性和耐久性仿真进行精确仿真分析，对象包括乘用车、摩托车、卡车及飞行器起落装置等。与MF-Tire轮胎与路面接触力和力矩仿真相比，TNO MF-Swift增加了一般三维障碍物包络及轮胎带动力学性能分析。TNO MF-Swift经过无数次测量验证，是一个应用频率高于100HZ的卓越的3D轮胎仿真模型。



系统和控制

为实现对机电系统进行快速高效动态仿真，LMS Virtual.Lab Motion系统和控制模块内嵌有完整的控制和液压建模元件库。控制和液压元件库可以通过LMS Virtual.Lab界面直接获取，并连接到机械系统中完成整个闭环机电系统仿真。用户可以在任一个工作时刻将非线性机械系统线性化，还可以创建一个简单的路径跟踪控制来进行车辆分析研究。



控制和液压结构图查看器

此查看器可以帮助用户理解和调试内嵌在LMS Virtual.Lab Motion中的机电控制和液力元件。用户可以查看控制和液压系统的二维结构图，图中会很清楚地显示不同元件间的连接和反馈回路。



机电一体化界面

LMS Virtual.Lab Motion的机电一体化界面支持机电系统设计，通过与LMS Imagine.Lab以及第三方软件包(如Matlab/Simulink、DSH Plus和MSC.Easy 5等)联合进行仿真来实现。LMS Virtual.Lab Motion采用耦合计算方法，同时求解机械系统方程和多物理场受控作动系统方程。结果分别可以在LMS Virtual.Lab Motion(包括三维动画)和控制软件工具中得到。



LMS Virtual.Lab Acoustics 声学

更早更快做出声学工程方面的决策

您的用户期待更安静的产品吗？您的对手将声音品质作为其竞争优势吗？日趋严格的噪声排放法规对您产品的销售有影响吗？就在几年前，预测最简单产品的声场通常都需要几个星期，像发动机升速则更是要几个月才能完成。甚至对于专家来说，由于成本和时间的限制，参数分析和设计改进是不可行的，唯一的做法是在开发末期进行代价高昂的弥补，而在此时已经失去了所有的设计灵活性。

真正的节省开发时间

基于LMS Virtual.Lab Acoustics求解器的革命性突破，您现在可以在几分钟内修改设计重新建模，在几个小时内执行声学网格划分，在一天之内完成发动机加速的声学模拟。在产品的概念阶段，您就可以在做决定之前考虑到各种因素，并且从设计阶段起就可以系统地改善和优化产品声学性能直至最终成型。

更快速的声学仿真

通过将开创性的LMS SYSNOISE技术融合到LMS Virtual.Lab Acoustics中，LMS已经建立了全球首个端对端的声学性能工程模拟环境，通过虚拟模型进行产品的概念生成和设计改进，再到基于试验的验证。LMS声学求解覆盖常规应用，例如结构声辐射和腔内声场的模拟；也提供特殊声学工程问题，如发动机升速、流体流动噪声、随机声等的专门解决方案。

- 充分了解声学问题
- 准确快速地预测设计修改的影响
- 使吸声处理的成本和重量最小化
- 减小噪声级，并在实物试验前实现理想的声音优化设计

LMS Virtual.Lab Acoustics 解决方案可用于:



汽车及地面车辆

LMS Virtual.Lab声学软件能为工程师提供对乘用车、卡车、客车、越野车及火车的内部声音品质进行模拟、分析和改善的工具。工程师可以从设计阶段开始解决完整的发动机声学辐射问题。基于试验技术或多体分析的载荷识别可以保证发动机任何工况下的分析精度。轮胎对于车内声学舒适性和整车的通过噪声来说具有极大的影响。LMS Virtual.Lab声学软件包括完整的轮胎噪声模拟技术，如有限元(FEM)、无限元(I-FEM)、边界元(BEM)、频域和时域技术等。采用LMS Virtual.Lab声学软件，工程师可以分析像消声器和进气系统等质量较轻的部件产生的机械和声学载荷造成的孔噪声和壳噪声。



航空航天

LMS Virtual.Lab声学软件可以准确预测飞机内部的声学，同时考虑结构传递和空气传递路径。Virtual.Lab声学软件帮助飞机发动机制造商减小发动机辐射的噪声，用以遵守日趋严格的政府规范，同时提高乘客舒适性。随机声学技术能够计算当随机压力场作用在机身表面时机身的结构振动。



工业机械

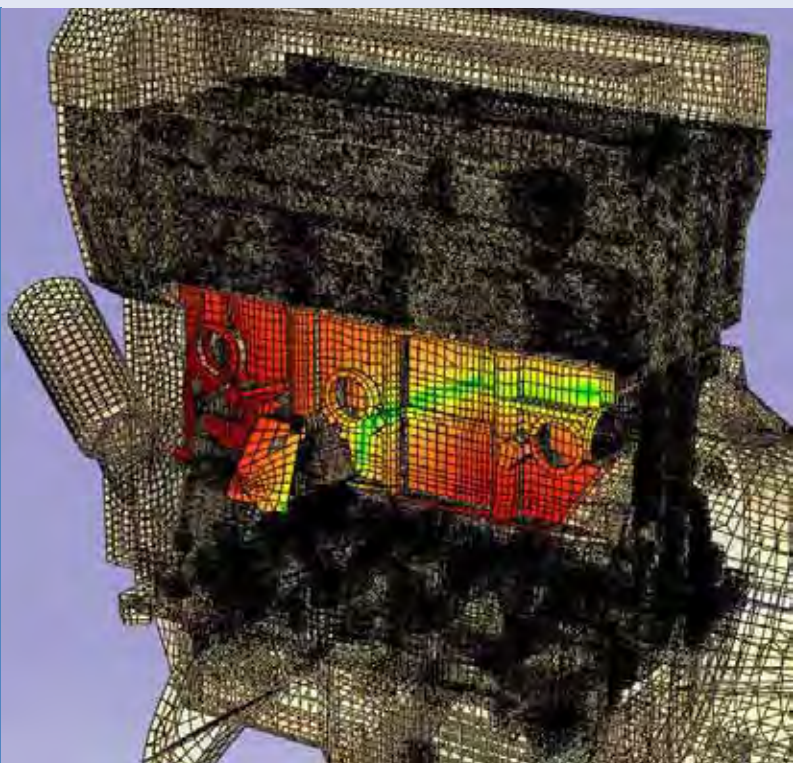
随着政府制定的越来越严格的大型工业机械噪声标准，LMS Virtual.Lab声学软件也越来越多的被用于辐射噪声的仿真，如大型的工业发动机、压缩机、泵、变压器和其它工业产品。



家用电器

家用电器制造商利用LMS Virtual.Lab声学软件可以分析研究如何减小如冰箱、洗碗机、洗衣机、微波炉或转孔机等产品的噪声级。扩音器和手机生产商采用Virtual.Lab声学软件来优化其产品设计的声学品质。结合声学边界元和有限元方法，仿真内部和外部的辐射声音。

声学仿真：工程流程中一个不可分割的部分



CAD和CAE模型的重复利用

为便于开始声学开发过程，LMS Virtual.Lab声学软件可以无缝链接到CAD和CAE工具，甚至链接到试验。这样，模型创建、不同应用的网格重塑、或不同文件格式间的转换就不会浪费更多的时间。您可以采用您喜欢使用的有限元求解器进行结构分析，甚至可以在LMS Virtual.Lab环境下进行后台运行。

声学网格的创建

LMS Virtual.Lab声学软件大大加速了空腔和外部声学网格的创建过程。外部网格划分软件，这个独一无二的方法，如同用橡胶皮去包一个结构：表面的细部特征被平滑了，影响声学响应的特征仍然保留。自动验证声学网格，检查自由边和汇合边确保正确的边界条件，识别出任何潜在问题，以防过程中出现错误。

模型的完成

即使从不兼容的结构模型开始，获得结构振动载荷并作为声学计算的输入也很容易。可以快速设置声学属性，如吸声系数随频率变化的吸声表面；加入复杂的特性用于细节研究，或自动创建ISO场点网格。声源的定义可以从单点声源到复杂的分布声源，如随机压力、扩散场、甚至是流体噪声。如果您的产品还受到移动部件产生的内力，您可以使用LMS Virtual.Lab Motion进行系统级机械仿真，用以准确地预测这些力和导致的结构振动。这种方法可以获得更精确的结果，也可以帮助更充分地了解声学问题的原因。

解决棘手的声学问题

当将声学仿真成功地应用到主流产品开发过程中时，计算的鲁棒性和速度就成为两个关键属性。这也是LMS的核心技术SYSNOISE被集成于LMS Virtual.Lab Acoustics声学软件中的原因。

求解器可用于稳态问题的频域计算和瞬态问题的时域计算。模态求解器、直接求解器、高速迭代有限元(FEM)求解器、高速边界元(BEM)求解器、并行求解器及声传递向量ATV求解器可以保证每个特殊应用的计算速度和精度。



显示并分析结果

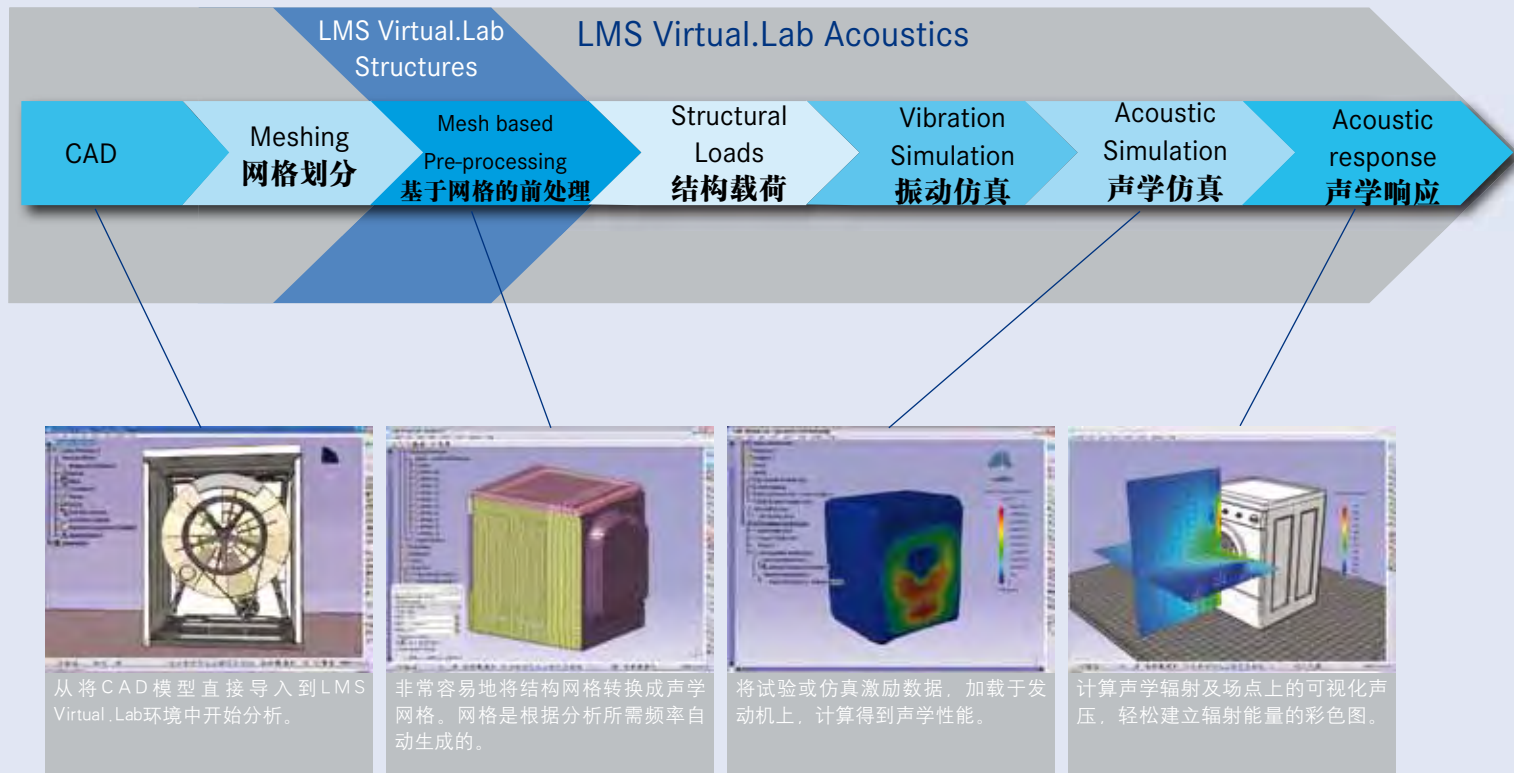
工程师需要验证声学品质，识别存在的声学问题，进而提供合适的解决方案。他们需要很多专业化的后处理工具，用以处理、显示及分析其数据。LMS Virtual.Lab声学软件可以完成以上所有的功能。从海量的原始结果中，您能够找出最重要的信息，对其进行后处理，确定设计方向，并创建声学数据图形。逼真的动画显示可以使您发现结构振动和声学特征，深入揭示究竟发生了什么。

修改并优化您的设计

充分利用LMS Virtual.Lab声学软件的优势，可以即刻预测出任何设计改变的结果。一种很有效的参数分析功能可使工作流程自动化。例如：可以将新的发动机升速激励数据作用于现有的发动机声学模型，还可以将先前的结果和新结果及目标值进行比较。通过使用试验设计(DOE)和优化模块，您可以自动探索设计空间，在考虑如重量或耐久性品质等非声学约束的情况下，找出最佳声学品质的设计参数。

自动化及脚本

LMS Virtual.Lab Desktop提供了记录和重演重复性处理的功能，如加载、声源布置、发动机辐射声模拟的设置等。利用Visual Basic脚本，用户甚至可以定制任务，只需点击一个按钮就可以执行一套标准的计算或生成和发布一份报告。



LMS Virtual.Lab Acoustics Pre/Post

声学前/后处理

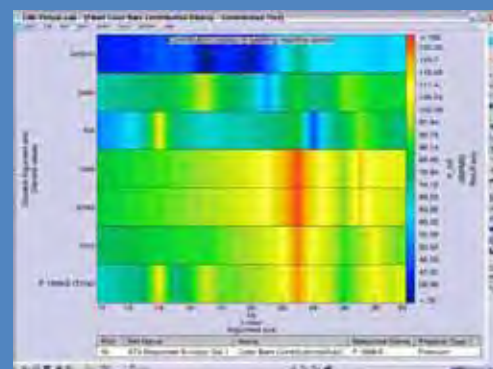
LMS Virtual.Lab 声学前/后处理模块嵌入了声学仿真所需的整套前/后处理功能。用户可以用它创建基于LMS Virtual.Lab求解器的完整声学模型，并且用其标准及高级显示方式进行声学模型后处理。

在前处理模式下，用户可以选择模型类型：包括直接边界元、间接边界元或声学有限元；可以定义声学几何，检查网格质量以及进行必要的修正；可以定义声学特性，例如吸声面板，或振动边界条件和声源边界条件等。而用于结果输出的场点网格(传声器位置)则可以通过各种标准形状(球面、半球面、盒子、平面等)建立，也可以由外部文件导入。

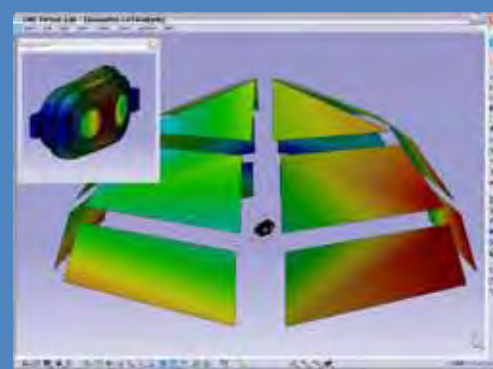
对于声学分析，用户可以通过不同类型的网格来完成(例如从外部文件导入的网格)。对此软件提供了检查和解决模型中诸如节点、单元和属性编号冲突问题的功能。基础的声学网格生成工具也包括在内。例如，表面创建可以把实体结构有限元网格转化成表面声学边界元网格用于声学分析。

在后处理模式下，用户可以深入检视声学分析的结果。标准显示，例如声功率(包括分贝加权)的二维绘图，用于向用户提供对噪声问题的初步认识，高级显示则是对标准显示的补充。例如对旋转机械声辐射或指定路径的瀑布图和彩色图绘制等。模态和面板贡献量显示用以突出一个系统中最关键的辐射部位，使用户获得更深刻理解。除了上述2维显示外，还支持各种三维结果显示，包括标准声压级图、高级的声指向性图和三维贡献量图等。这些图都可在指定的关键频率或对感兴趣的频带进行显示。

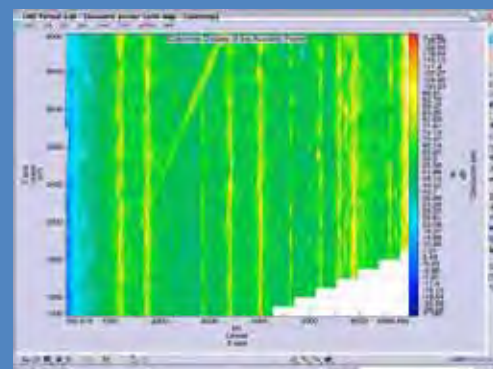
VL-HEV.21.1



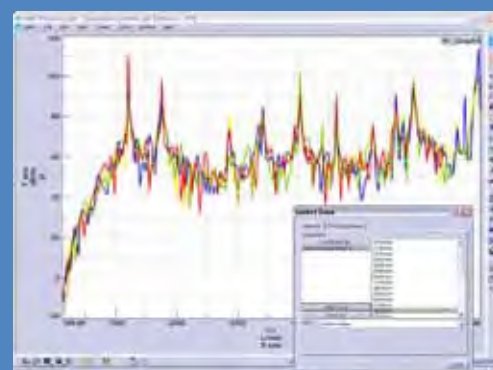
声学彩条图，很容易地突出显示关键区域。



产生噪声辐射的齿轮箱周围的场点网格(与麦克风的布置位置相同)。



瀑布图显示了工作状态下的噪声级别。



详细的2D图用于振动噪声分析。

特点

- 声学前处理：可处理所有类型的边界条件，包括用于声学边界元和声学有限元的各种不同声源和表面振动
- 声学前处理：声学属性定义可涵盖流体属性、恒定或随频率变化的阻抗、传递导纳和吸声材料
- 声学后处理：广泛的二维图和三维图绘制，包括复函数显示、2.5维的瀑布图和彩条显示、贡献量显示以及声压、声速和声功率的三维图绘制

优点

- 通过专用的声学特征库进行高效的声学前处理
- 通过为特定声学问题设计的专门功能，能够处理非常广泛的声学问题
- 借助高级分析功能，观察声学结果并且高效地精确定位结构的关键部位

LMS Virtual.Lab

Boundary Element Acoustics 声学边界元

LMS Virtual.Lab声学边界元软件是入门级、易于使用的声学仿真工具，用于预测和改进广泛的各种系统的声音和噪声品质。采用直接模型和嵌入的求解器技术，工程师能够更快地获得结果，并保证其精度。

LMS Virtual.Lab声学边界元软件使用边界元法(BEM)，可以有效地将复杂的三维几何模型简化为二维图形。只有结构系统振动或散射声场的表面区域需要进行建模。边界元模型尺寸通常只限于几千个单元，与同样复杂的完整三维有限元模型相比，这是更小、易于创建、易于检验，并易于处理的模型。这些简化模型可以在更短的时间内得出结果，使用户快速地了解其设计的声学品质。

LMS Virtual.Lab声学边界元可以准确地模拟结构声学耦合现象，例如当声源产生结构振动时(这种情况通常都发生在重量较轻的结构上)，如发动机压力的强烈变化使发动机进气系统振动产生额外的辐射噪声。此解决方案可以处理内部和外部辐射噪声问题，并囊括了广泛的应用，如板件的传递损失、电子或家用设备的声音品质、辐射噪声等等。解决方案可以与其它CAE软件一起运行，并无缝链接ABAQUS、ANSYS、CATIA/CAE、I-DEAS、MSC、NASTRAN和PERMAS，是进行更高级、更专门应用的理想起点。

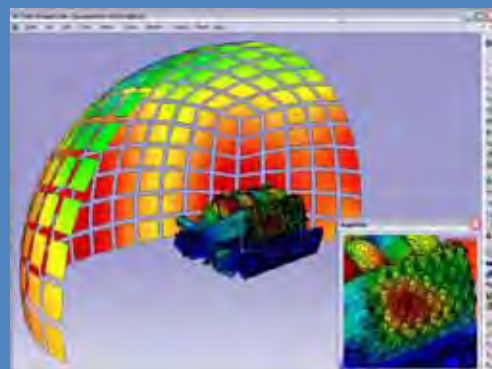
特点

- 间接和直接边界元法
- 完整的振动声学耦合
- 绘图及三维图像：SPL、ISO 3744声功率、RMS、dB加权、(1/3)倍频程、TL
- 边界条件：表面振动及压力，声源

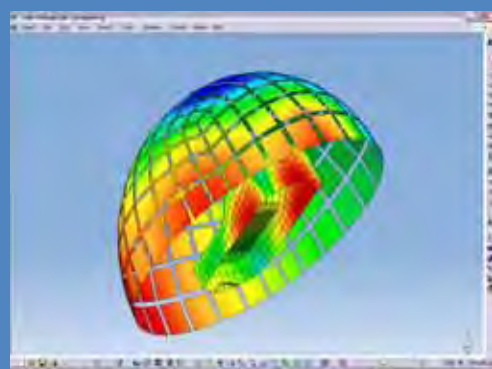
优点

- 只需简单建模，即可快速找出噪声的原因
- 准确预测声学品质，减小设计风险
- 网格粗化和高速边界元选项可用于加速开发进程

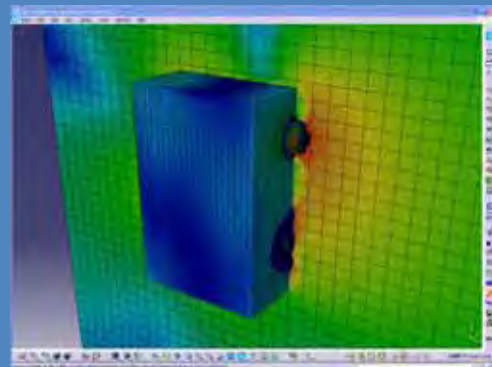
VL-VAM.35.2



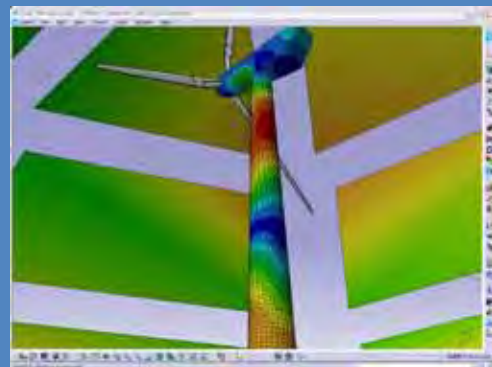
汽车进气系统噪声辐射。



最小化油底壳的噪声辐射。



扬声器声音指向性分布。



风涡轮对环境的辐射噪声。

LMS Virtual.Lab Fast Multipole Boundary Element Acoustics 快速多极声学边界元

多极边界元方法是一种用来处理超大规模边界元问题的技术。这项新技术是对现有的边界元技术的完善：经典的边界元求解器可以高效地处理最大20000节点的边界元模型，而LMS Virtual.Lab快速多极边界元高级求解器可以处理超过一百万节点甚至更多的声学模型。这样，考虑到高频的大型问题就得以有效解决，从而使得边界元方法的应用范围大为扩展。

快速多极边界元模块利用高速迭代技术以及基于多极扩展和多级别分层细胞子结构的复杂算法求解边界元问题。不同于对整体模型进行直接求解，该方法自动把模型分成若干区域，各区域又进一步不断地分解为更多子区域。最终每个小区域仍按照经典的边界元模型对待，而各小区域之间的关系则用一个转换算子描述，并采用快速迭代算法求解整体模型。这样总计算时间几乎线性正比于边界元模型的节点数，并且所需内存较少。该模块可以在Windows的PC机、多CPU系统和集群机上运行。

利用这项技术，模型求解速度大大加快，一系列全新的应用得以实现，例如高达几千Hz的完整车辆、飞机、船舶、潜艇、大型发动机、透平机等的外场声学问题研究等。

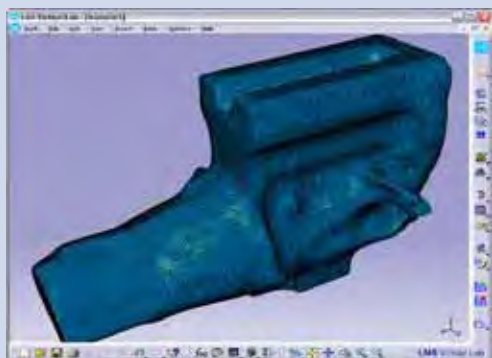
VL-VAM.41.2

特点

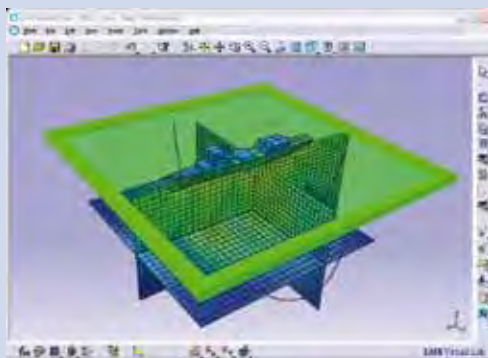
- 间接边界元法
- 考虑耦合
- 包含声源、振动边界条件、阻抗边界条件
- 具有多极扩展和预条件数生成的迭代求解器
- 在并行系统上的完全可扩展性

优点

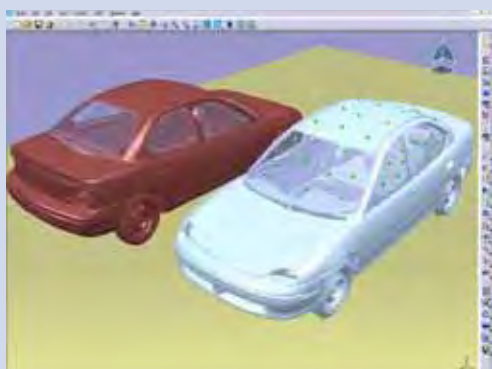
- 求解多达一百万单元甚至更多的超大规模边界元问题
- 计算大型边界元模型的速度更快
- 缩减声学前处理时间
- 极大地提高分析频率的范围



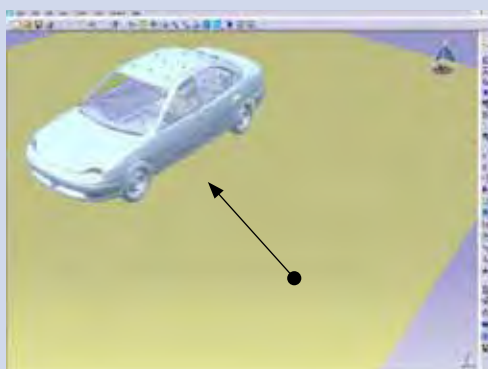
快速多极BEM方法能够有效地处理大型的频率高达8000Hz的声学模型。



通过大型BEM模型进行船舶辐射噪声分析。



仿真两车错车的超大BEM模型。



整车的通过噪声仿真频率高达几千赫兹。

LMS Virtual.Lab Finite Element Acoustics

声学有限元

VL-VAM.36.2

特点

- 无限元法
- 完全的声振耦合
- 二维和三维绘图：声压级，ISO 3744声功率，均方根，dB加权，(1/3)倍频程，传递损失
- Krylov迭代求解器，并行计算，FEM声传递向量获得最优求解速度
- 考虑温度场、体积吸声材料、流动效应（透平机，消声器）

优点

- 可以考虑多种材料属性
- 计算时间短：利用Krylov求解器可以使计算速度增快100倍
- 考虑温度场、流动效应等影响，快速找到噪声问题的根源
- 准确预测声学特性，降低设计风险
- 体积网格生成选项可快速生成复杂有限元网格

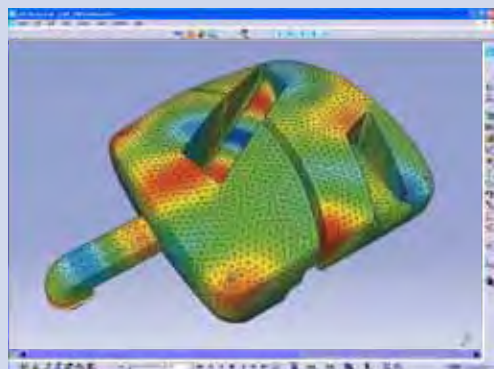
相较于边界元方法，LMS Virtual.Lab有限元声学提供了一种更高级的方法用于声学仿真。与边界元法类似，它可用于预测和改进许多不同种类系统的声学性能。边界元法和有限元法的主要差别在于后者需要对整个传播区域(空气或水)进行建模。

有限元声学包括另外的高级技术，如无限元方法，可以帮助用户使用缩聚的有限网格来模拟声辐射，而不必对整个传播区域建模。

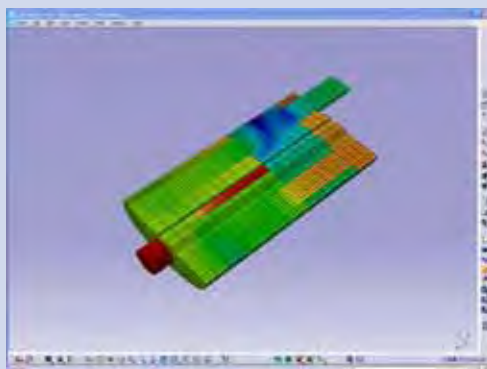
LMS Virtual.Lab有限元声学可以进行声学的时域和频域仿真。典型时域的例子是关车门产生的噪声。其它有限元声学的例子包括透平机中考虑温度场和流动效应的分析，消声器中体积吸声材料的仿真等。

和边界元法一样，有限元法也可以模拟完全的声振耦合，用以确定声源对结构的影响。

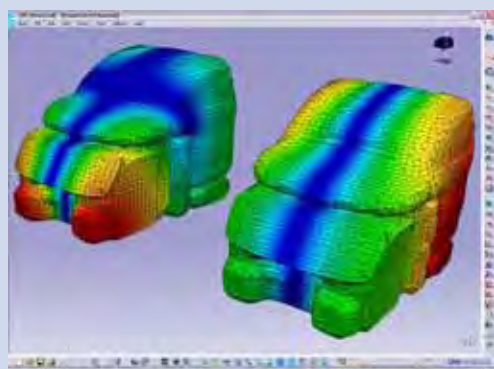
LMS Virtual.Lab有限元声学还拥有高级的Krylov迭代求解器使计算速度提高100倍，并且可以存档声传递向量实现在几分钟内完成多任务运行。在多处处理器平台上再结合并行计算功能，可使模拟速度再增快16倍。



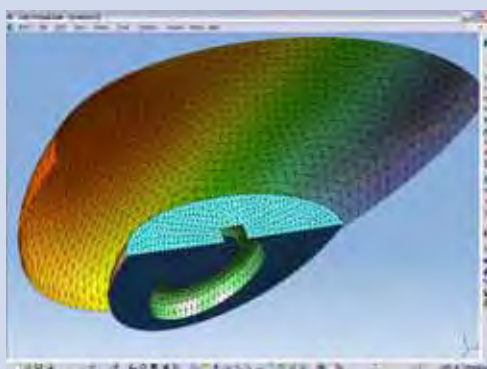
最大化制冷压缩机消声器的传递损失。



对排气系统的声学辐射进行建模。



对卡车舱内的声学辐射进行建模。



用无限元方法分析轮胎的噪声辐射。

LMS Virtual.Lab

Numerical Engine Acoustics 数字发动机声学

LMS Virtual.Lab数字化发动机声学软件是有效的工具，用于预测完整发动机升速的噪声辐射，以及了解噪声问题的原因。采用这种全面的解决方案，工程师可以仿真和优化发动机设计的声学品质。

LMS Virtual.Lab数字化发动机声学软件使用来自于通过Virtual.Lab Motion进行多体动力学分析、一维计算工具(LMS Imagine.Lab AMEsim)或测量得到的激励力。采用这种动力学载荷数据及结构模态(由标准有限元软件算出)，评价表面振动，用于多范围工况，并从中预测声学辐射。

采用LMS Virtual.Lab数字化发动机声学软件，工程师可以快速创建声学网格。与众不同的声学网格生成是基于声学网格包裹在结构网格之外，边界元法声学网格可以自动适应分析频率范围，最终将建立一个准确声学网格的时间从几个星期缩短到几小时。

解决方案的求解器使用了独特有效的ATV技术，可以进行快速多转速分析，并在分析不同设计方案时加速计算的再运行。基于表面振动，可以预测特定位置的总辐射噪声和声压级，将整个发动机噪声辐射过程从几个月缩短到一天。

基于以上结果，工程师可以通过ISO 3744标准网格分析总辐射功率和对激励力的声学灵敏度，并使用一套清晰的显示工具研究得到的声压级。

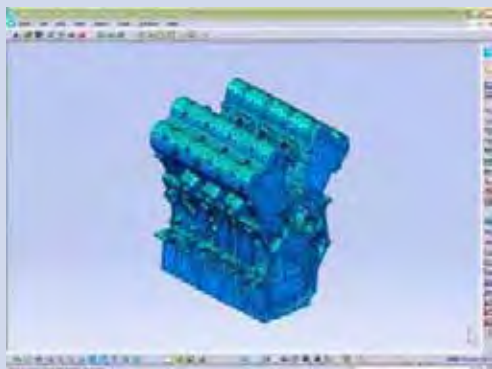
VL-VAM.38.2

特点

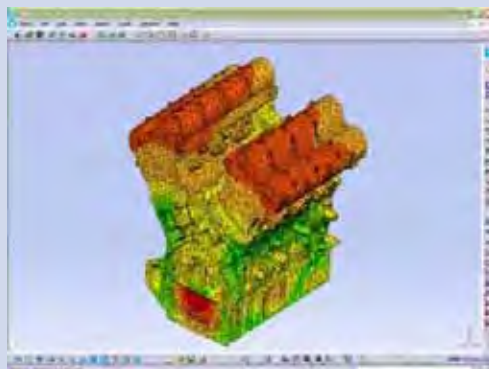
- 边界元法
- 基于结构网格创建声学边界元网格
- 基于ATV计算
- 集成结构强迫响应求解器
- 测量或多体仿真的结构激励—多载荷情况(多转速)和阶次分析
- 声压/结构力灵敏度
- 绘图及三维图像: SPL、ISO 3744声功率、RMS、dB加权、(1/3)倍频程

优点

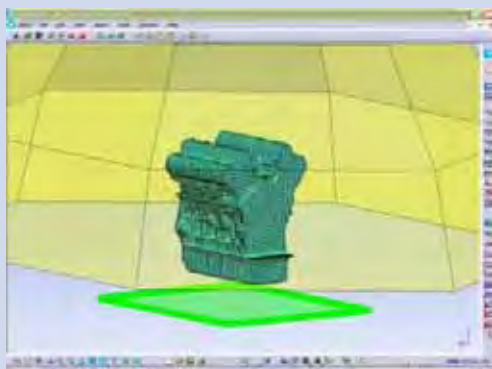
- 预测每种设计的辐射噪声
- 根据规格验证噪声级，找出噪声问题的原因，并在规定时间内提出设计改进
- 更深入的了解声学问题，有利于设计改进



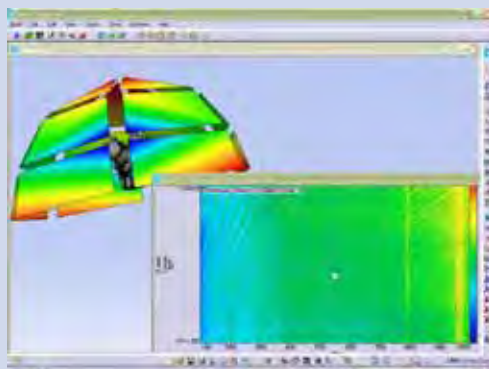
引擎的结构有限元建模。



发动机的模态变形。



声学模型包括地面反射面及麦克风布置位置(典型的ISO3744标准)。



结果显示了噪声辐射分布以及运行环境中总的辐射噪声。

LMS Virtual.Lab Acoustic Fatigue 声疲劳

从本质上讲，系统的噪声和振动特性可能是随机的。为了精确地处理噪声和振动问题，工程师们必须从随机统计的观点着手解决随机问题。强大喷气或火箭射流引起的高声场激励本质上是随机的，并由此引发飞机机身、航天发射器整流罩板、卫星等的随机振动。这些振动不能确切地定义，却可以用功率谱密度PSD描述。因此，潜在的疲劳破坏本质上是随机的并且直接和应力结果的PSD相联系。

LMS Virtual.Lab声疲劳是处理声疲劳问题的专门解决方案。通过集成随机声振模块和随机疲劳模块，该解决方案帮助工程人员理解给定结构的随机声振行为，以及进行疲劳热点和疲劳寿命的预测，从而对相关疲劳性能进行优化设计。

LMS Virtual.Lab声疲劳解决方案通过声振耦合分析，得到结构和声学响应，即而进行耐久性分析。对于声学响应部分，该方案可输出由随机结构和/或声激励引起的透射和散射声场。对于结构响应部分，该方案可以计算振幅，同时也支持随机结构应力恢复(基于结构单元的应力谱密度，以及由标准有限元求解器得到的结构模态应力向量)。由此，工程师可以用振动和应力水平来评估关键结构点，并且用它们作疲劳寿命预测。

另外，网格粗化技术还提供强大的网格划分工具，帮助用户极其快速地创建高质量声学网格，节省几天甚至几周的建模时间。

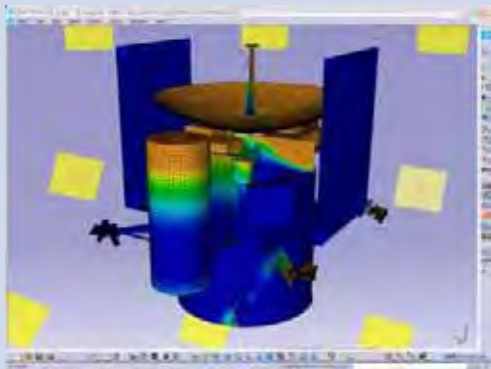
VL-VAM.39.2

特点

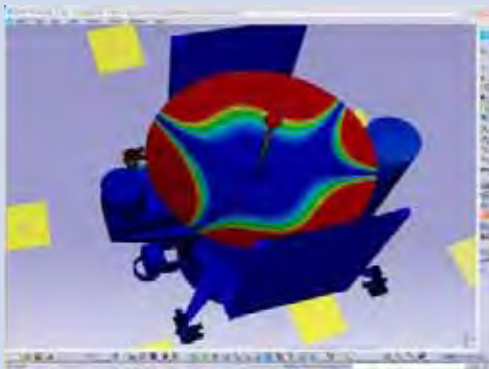
- 通过随机载荷输入的声振耦合模拟
- 得到任意结构点的加速度数据
- 在单一的环境中实现应力恢复

优点

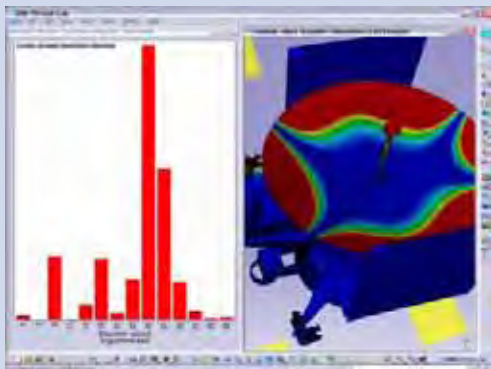
- 使用边界元技术对卫星等部件进行随机加载进行完全声振耦合模拟
- 使用随机加速度载荷精确定位关键热点
- 使用声振耦合分析得到的随机载荷预测疲劳热点和疲劳寿命



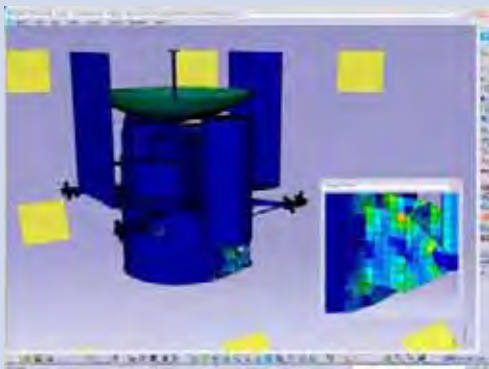
平面波作用于结构上，引起卫星的振动。



卫星的振动是由于结构受到噪声辐射产生的。



贡献量图突出显示了关键的模态。



根据声学载荷得到结构疲劳损伤区域。

LMS Virtual.Lab

Advanced Interior Acoustics 高级内场声学

LMS Virtual.Lab高级内场声学作为LMS Virtual.Lab Desktop中声学功能的补充，是一个端到端的内场声学分析完整解决方案。它在统一的用户环境中集成了所有必要的流程：声振建模、激励和边界条件的创建、声固耦合分析(Nastran可选)、以及优秀的可视化、结果判读和优化等功能。

LMS Virtual.Lab高级内场声学是利用Virtual.Lab声学求解器的高级解决方案。其专用工具包括可以快速生成空腔内场声学有限元网格的网格生成器，可以得到高质量、频率相关的全六面体网格，并可考虑光滑和尖角特征。

声学求解器提供一整套频率相关的声学属性输入，例如汽车座椅面板吸声材料或体积吸声材料等属性。为更好仿真内场声学，还可以对车内装饰引起的结构阻尼进行建模和优化。空腔内场声模态可用快速迭代求解器有效求解，并对内场声学问题作初始的深入分析。独特的声传递向量技术利用一次计算得到的声学有限元解，快速地对多载荷工况进行重新模拟。

LMS Virtual.Lab高级内场声学具有面板贡献量分析功能，计算每个板对车内总声压的贡献。而更详细的网格贡献量和热点探测功能则使用户更细致地理解和定位问题。此外，LMS Virtual.Lab高级内场声学还可以扩展到路径和模态贡献量分析，以识别对内部噪声级贡献最大的结构模态，和对腔内噪声占主导地位的传递路径。

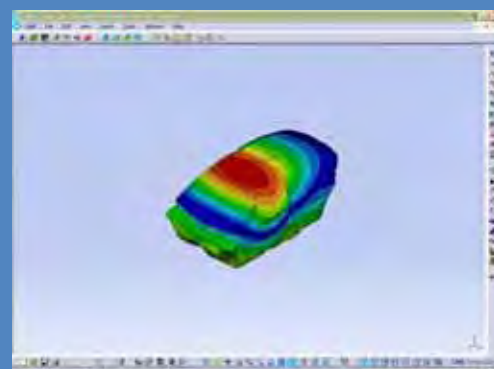
特点

- 有限元方法和声传递向量
- 流体和结构的模态分析
- 基于结构模型的自动空腔网格划分
- 基于结构和声学网格的面板定义，与有限元属性或材料定义无关
- Nastran驱动，支持所有相关的Nastran求解序列(SOL 103, 107, 108, 110, 111)
- 专用的面板贡献量后处理

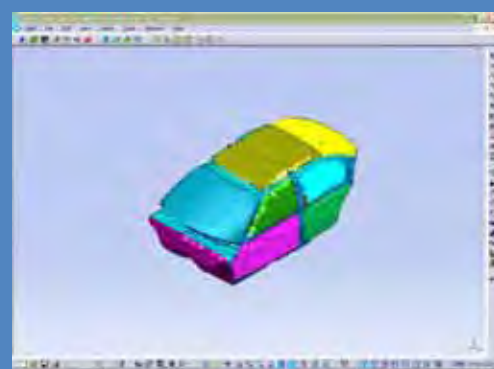
优点

- 快速自动生成声学有限元网格
- 从结构网格到声学网格的数据传递和映射
- 多种流体 / 结构耦合选项
- 简单灵活的声学贡献量分析设置，为结构和声学网格定义单元表面集
- 便捷的结果后处理，灵活多样的贡献量显示
- 自动腔体网格生成器创建腔体网格及结构和腔体网格的映射，多种声固耦合定义选项

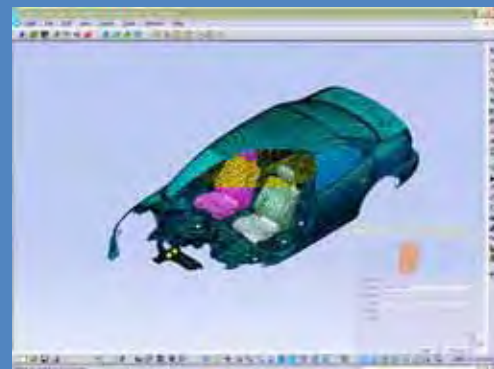
VL-VAM.40.2



车辆内部的声学模态。



向内部辐射噪声的板块。



通过对相关部件，如座位和仪表盘的建模，提高了内部声学仿真的精度。



关键频率下的结构变形突出了潜在的声学关键区域。

Aero-Acoustic Modeling 流体声学建模

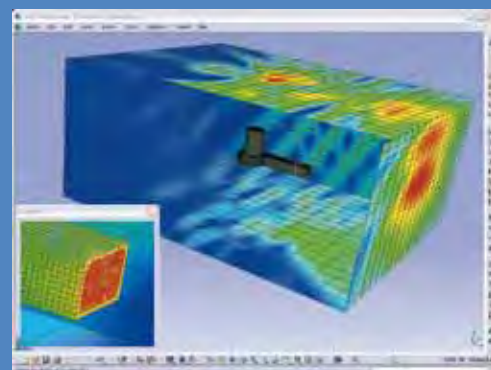
在减少主要的噪声源，如道路噪声/车内发动机噪声或液压引起的结构噪声之后，工程师现在面临的复杂工作是如何减少所有部位产生的所有类型的流体噪声。流体声学模拟解决方案帮助工程师准确地预测和解决流体引起的噪声问题。

基于边界元技术的流体声学建模帮助工程师精确地预测和求解一系列气动噪声问题，包括家电和风力透平机的风扇噪声以及飞机的湍流噪声等。

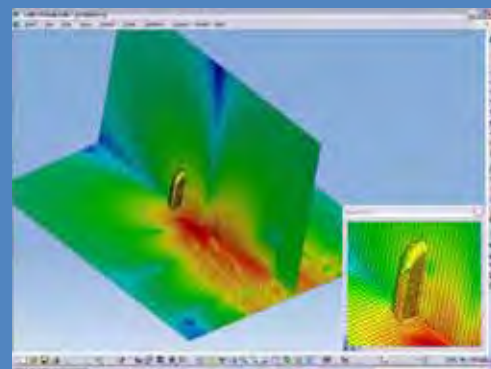
流体声学建模使用一套基于声比拟理论的实用方法来预测气动噪声。它从计算流体动力学(CFD)得到的流场提取相应的气动声源，并支持任何具有CGNS接口的CFD软件，然后利用边界元技术计算辐射或散射的噪声场。

这种有效并节约成本的解决方案只需对系统的边界建模，得出易于创建、处理和检验的较小的声学模型，却为实际问题提供了准确的解决方案。强大的后处理工具可以使工程师分析并显示声学模型修改的结果。

VL-ACM.41.3



鼓风机辐射的噪声，通过管道辐射到自由场。



镜面的噪声辐射，传递到汽车两侧的车窗。

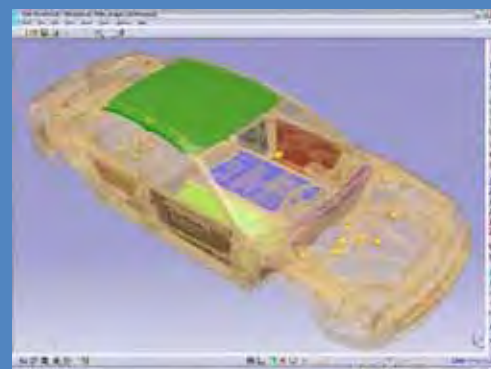
VL-ACM.31.3

Fast Trim 快速内饰

快速内饰模块帮助用户评估多层材料的声学特性，例如用于吸声和隔声的地毯、木材和泡沫等。多层材料一般应用于基础结构上，其结果用与频率相关的复传递导纳表示，传达多层材料两侧（空腔侧和基础结构侧）的声压和速度的局部关系。该结果用于评估多层材料对整车、整机等内场声学性能的影响。

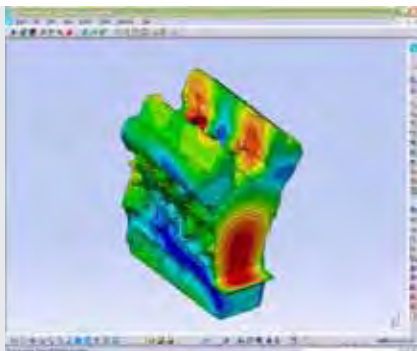


火墙上覆盖的地毯、底板上的覆盖的底板和车顶棚上的覆盖物构成了复杂的振动-声学系统。



在汽车的内部的不同位置处定义多层内饰属性。

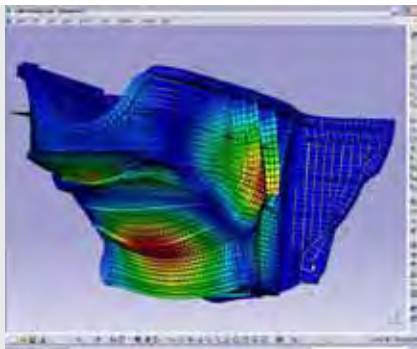
VL-ACM.32.3



声传递向量ATV

有限元及边界元声传递向量求解器对声学有限元或边界元模型进行设置并提交计算，对得到的声传递向量(ATV)进行存储。所得到的数据库可用于标准的基于ATV的最终影响分析，即可以实时无缝地进行，也可以在后续时间进行。这样振动响应分析的结果直接与ATV相乘可高效地计算出振动表面的声辐射。与传统的声学方法相比，其速度可以增快100倍。使用ATV工具，可以对机械噪声辐射特性在一天之内而不是几个星期完成模拟，计算结果可以在LMS Virtual.Lab Acoustics图形工具中进行后处理。

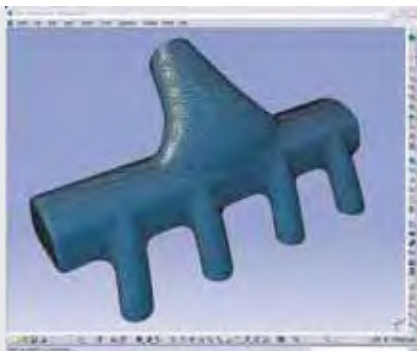
VL-ACM.33.3



高速边界元求解器

高速边界元法求解器模块从计算三个到四个“主频率”开始。这样，它就可以采用基于Padé扩展模块的智能数学过程预测所有频率的结果。尽管求解每一个“主频率”比用传统的边界元法要更费时，但是当进行其它频率的计算时速度则快得多。总体上，此模块进行声学辐射计算所需的时间是原来的30分之一。

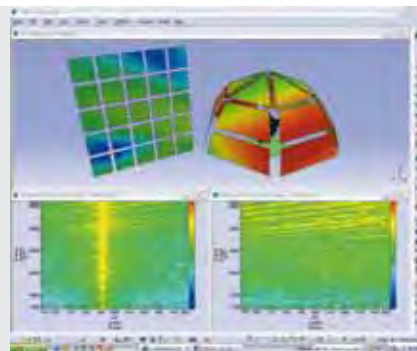
VL-AMP.05.3



声学并行计算(4节点递增)

该求解器帮助声学求解在多个节点上进行，例如多处理器计算机或同一局域网内的多台计算机。作为快速求解大型模型的理想方法，它适用于各种配置，包括频率级、矩阵级、线程级或组合级的并行。

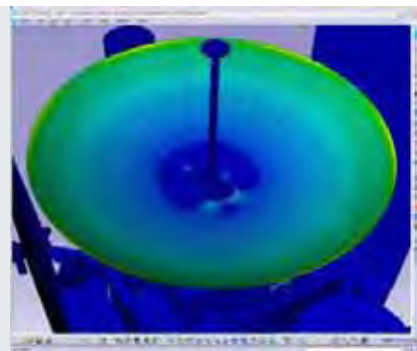
VL-NVP.14.2



修改预测

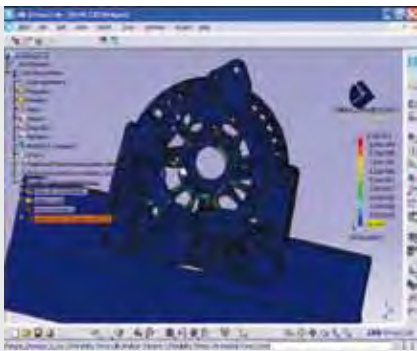
使用修改预测模块，用户可以在有限的时间内，对修改后的设计快速进行分析，实现对众多设计方案的声学性能的仿真。该模块在结构模态模型上应用设计修改，评估结构修改对总体噪声性能的影响，而不需要重新求解完整的结构或声学方程。

VL-NVP.20.3



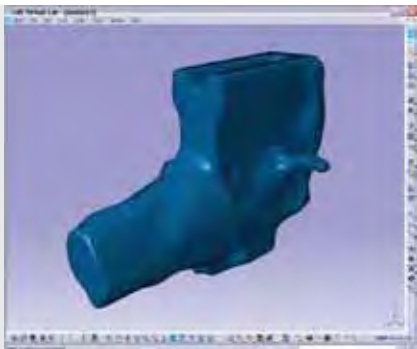
随机声振分析

该模块使用高级奇异值分解技术，可以处理航空航天工业中遇到的具有随机特性的噪声与振动问题，如喷气飞机或火箭产生的高强度随机声激励等。该激励会引起整流罩面板和航天器自身的随机振动。



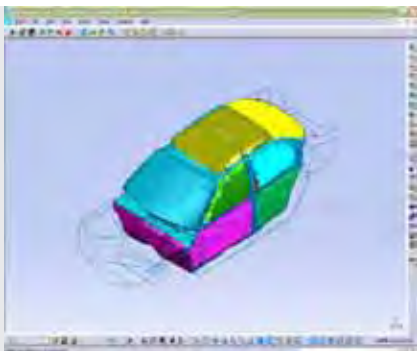
振动疲劳

传统上，疲劳破坏与时变载荷相关。然而，在许多场合载荷的时域信号不能明确地确定，如作用在风力发电叶片上的风载。这种情况下，可用随机振动疲劳的功率谱密度定义载荷。其它情况下载荷在频域明确定义。出于效率考虑，希望在频域中进行完全的模拟。基于振动疲劳模块，LMS在耐久性估计方法中集成了最尖端的技术。用户可受益于简单而一致的建模和高效率分析方法，其中包括实多轴载荷、局部应力行为、缝隙和焊点等。



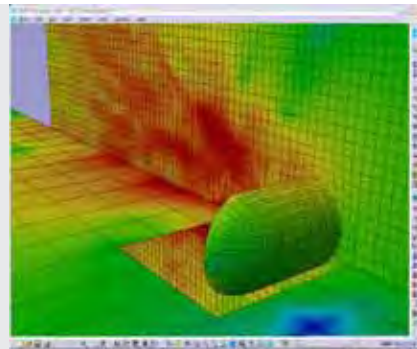
网格变形

LMS Virtual.Lab网格变形模块可以使工程师独立于其功能品质属性，修改和改变现有网格模型。在此过程中，无需进行网格重建，同时还保持了模型的完整性和连接性。工程师可以在设计阶段通过将先前模型改变为目标模型来进行分析，在开发设计早期，甚至是在第一个完整的CAD模型建成之前，得出更好的设计方案。



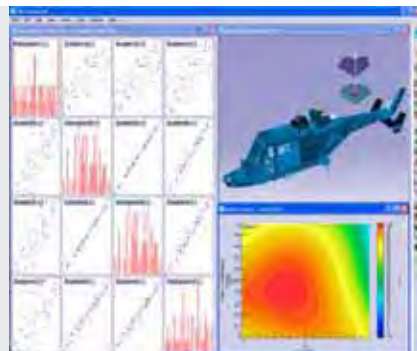
腔体网格剖分

腔体网格剖分工具帮助用户直接从结构网格生成以六面体为主的高质量网格，并保证结构网格与声学网格相当相近。在腔体高质量网格自动生成之前，会先对结构执行孔洞探测和和修补，以便对 interior 进行定义。用户可以控制自动化级别，可以选择剖分整个车内腔体或是某些局部。该网格剖分算法利用自适应网格技术还可以胜任尖角和光滑特征、以及座椅和足印等的处理。



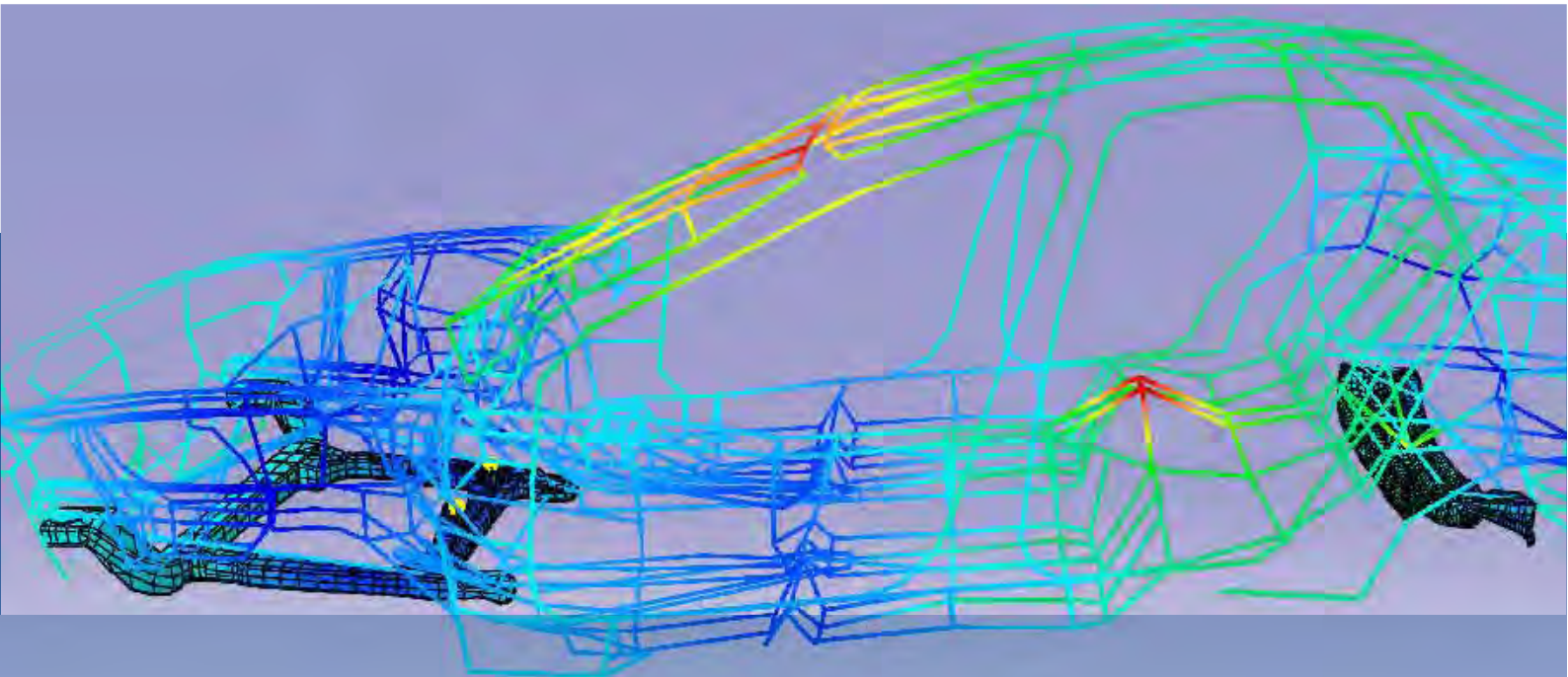
CGNS接口

计算流体动力学广义标记系统(CGNS)提供了一种通用的标准接口，用于把CFD的分析数据导入到LMS Virtual.Lab中。这使得LMS Virtual.Lab能与所有具有CGNS输出功能的CFD软件衔接起来。这些数据用作流体声学模拟的输入声源。



优化

LMS Virtual.Lab Optimization具有强大的功能，可以进行单属性和多属性优化。通过试验设计(DOE)和响应表面建模(RSM)技术，工程师可以快速了解所有满足设计要求的设计方案。遵循先进的优化流程，包括6 Sigma制造，LMS Virtual.Lab可以考虑实际误差的灵敏度，自动选择最佳方案，同时还满足最严格的鲁棒性、可靠性和质量标准。



LMS Virtual.Lab Noise and Vibration 混合建模及振动分析

从部件到系统级的振动噪声预测

虽然预测部件级别的振动噪声性能相对简单，但是大多数振动噪声问题只能在整个系统级别下才能发现。经验表明，建立一个大的预测模型是一个繁琐和艰难的过程，而且不一定产生符合实际的结果。怎样才能快速和可靠地建立系统级别的分析模型呢？怎样才能准确地预测出最主要的振动噪声源和快速地确定最适当的设计修改呢？

一个完整的振动噪声工程方法

车辆的NVH性能主要取决于车辆承受的各种载荷及其众多部件与连接之间引起的复杂的相互作用。因此，把车辆作为一个完整的系统进行优化是振动噪声工程中的正确方法。包括早期的概念开发阶段，LMS Virtual.Lab混合建模及振动分析软件支持整个系统模型的振动声学评价，它能捕获到所有的关键过程步骤，系统地改善整个总成系统的振动噪声特性。

实现适当的振动噪声性能

LMS Virtual.Lab混合建模及振动分析软件可以帮助设计部门评价多个变型设计的振动声学行为，它独特的混合建模方法可以智能地把有限元模型和试验模型结合起来。工业标准级的求解器可以进行快速和准确的预测，专门的后处理功能为用户在振动声学响应和传递路径分析上提供了快速的反馈。

对来自不同工程领域的数据进行丰富的噪声和振动分析

LMS Virtual.Lab Noise and Vibration混合建模及振动分析软件提供了一种将有限元建模与试验建模有机地结合起来独特的混合仿真方法。LMS Virtual.Lab Noise and Vibration不仅可以使用试验数据，还可以利用LMS Virtual.Lab Motion软件产生的多体和柔性体动力学仿真数据。通过该种方式，用户可以根据实际模型的尺寸来定义切合实际的载荷，以确定最佳的时域性能。LMS Virtual.Lab Noise and Vibration可以为LMS Virtual.Lab Acoustics声学模块提供数据以便进行更加深入的声场分析。

LMS Virtual.Lab Noise and Vibration 解决方案可用于:



地面运输车辆

LMS Virtual.Lab Noise and Vibration提供了用于分析和提高道路车辆噪声和振动性能的工具，该工具可以分析整车或单个部件。利用确定序列的载荷和随机道路激励数据，可以把发动机噪声和道路噪声都合并到设计图中。用户可以利用专门的后处理工具考察不同模态或者路径对某一响应的贡献情况；还可以确定不同的子系统之间如何互相作用及子系统如何与车体进行互相作用，例如发动机或悬挂系统等。



航天航空

航天航空工业有很多不同的规则。一次安全的卫星发射取决于整个卫星发射系统的动力学特性。利用LMS Virtual.Lab Noise and Vibration模块，用户可以对卫星以及整个完备的振动性能进行优化，来确保发射过程中设备的安全性。除了系统动力学特性之外，用户还可以利用互谱密度函数作为激励数据对发射条件进行仿真，以确定是否需要对结构进行修改。



工业机械

振动和噪声技术以各种不同的方式对工业部门产生着影响。一方面，机械操作者连续地暴露在不同水平的噪声和振动下，政府法规有必要对这些在生产第一线的工人们的健康和安全做出保障；在另一方面，振动还会影响产品的质量。LMS Virtual.Lab Noise and Vibration模块帮助用户了解振动产生于何处以及应如何得以改善。

- 在全系统仿真模型中，整合了通过试验得到的部件信息
- 分析出关键的振动和噪声贡献因素，确定最优的修正设计
- 建立第一个原型之前对振动和噪声性能表现进行精处理
- 重复利用其他的LMS Virtual.Lab模块里的数据以满足设计目标和约束条件

在生成物理原型之前，一个有效的优化设计过程

LMS Virtual.Lab Noise and Vibration混合建模及振动分析软件提供了所有用于在子系统和部件基础上建立系统级振动噪声模型的工具。在整个优化改进过程中，用户可以对单独的有限元模型或由试验得到的部件及装配连接模型进行修改，以提高系统级振动噪声的性能。LMS Virtual.Lab Noise and Vibration凭借其独特的能力，使得用户可以在一个集合中整合试验模型和有限元模型；软件的混合解决方案提供了所需要的精度和设计灵活性，确保可以得到可靠的仿真结果。快速的迭代过程提供了对系统级或部件级振动噪声性能的最大化认知，用于指导始于最初始阶段的所有改进过程。

建立真实的加载工况

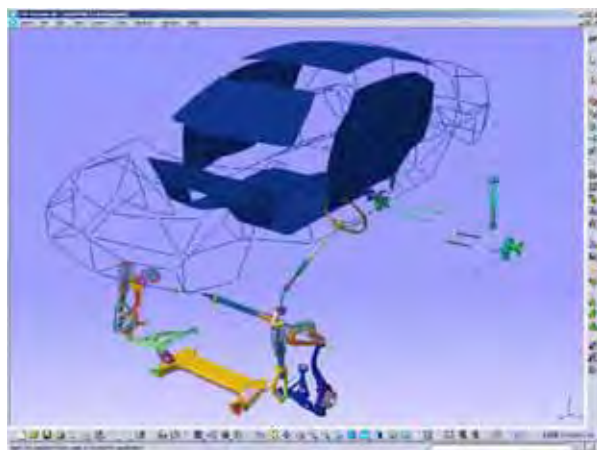
精确地反映用户真实使用情况的载荷是进行准确的振动噪声预测的一个关键的先决条件。LMS Virtual.Lab混合建模及振动分析软件对于如何得到加载工况，在系统总成的哪个地方加载提供了最大限度的灵活性。它可以处理任何类型的动载荷数据，无论这些数据是从力传感器得到的，还是基于位移或响应计算出来的。

直观易懂的结果

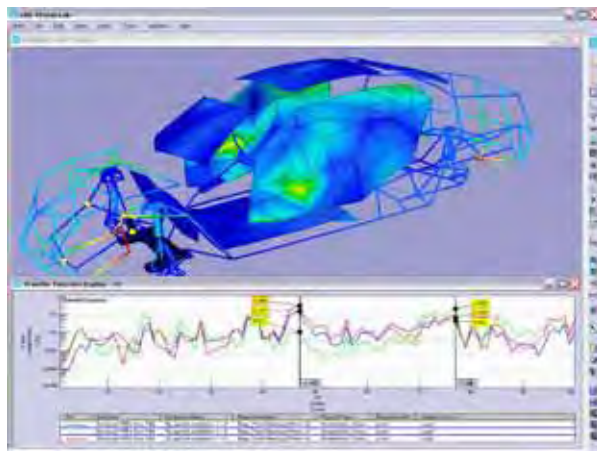
LMS Virtual.Lab混合建模及振动分析软件提供了一套全面的专门针对振动噪声工程的显示和分析工具。这些后处理工具可以帮助用户快速研究传递路径和高效评价单个系统或系统部件的振动噪声贡献量。

高效的设计改进

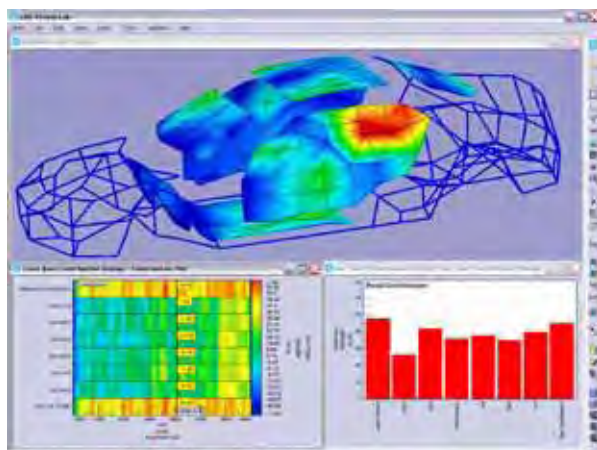
LMS Virtual.Lab混合建模及振动分析软件专门用于高效地修改和优化振动声学行为的设计。它提供了便利的工具，可以快速地设计修改，以帮助工程师在很短时间内评价出某个设计变型的振动噪声性能，并快速地检查多种方案，通过优化程序找到最佳的解决方案。



大量的试验部件和有限元部件的装配。



系统级模态及传递函数。



响应和贡献量分析。

LMS Virtual.Lab NVH Response Analysis

NVH响应分析

LMS Virtual.Lab NVH响应分析是一种容易使用的新型模拟工具，它可以预测出某个部件、子系统或者整个系统在工作载荷条件下的振动噪声行为。用户从CAE和试验中很容易读取所有有用的模型和载荷数据的同时，在任何时间可以得到最好的数据。基于模态和频响函数的快速响应预测求解器能快速地分析多种设计变型。专门的后处理工具可以帮助工程部门把实际响应与预设的或引入的目标进行比较，并优化振动噪声性能。

LMS Virtual.Lab NVH响应分析在读取和施加载荷方面提供了最大限度的灵活性。系统载荷可以是多种格式和类型，可能来源于测量、多体分析或声学模拟或一般的载荷源。这些载荷包含结构上的力、位移激励、以及声学载荷。声学载荷可以通过声源量分析从面板的机构振动中得到。通过结合测量载荷和虚拟模型来进行NVH响应预测，可以获得更真实的仿真结果和更可靠的设计把握。

工程师可以从一个有限元模型开始或者利用一个试验模型，很轻松地建立使用用户界面模板的NVH分析运算。方法包括基于频响函数和基于模态的NVH求解器计算系统的振动噪声响应。这些技术大大加速了仿真计算，使用户在有限的时间内评估许多设计选项。

众多专用的NVH后处理工具可以帮助工程师优化他们的振动噪声设计，并和预设的或引入的目标进行比较。高级的后处理选项可以帮助工程师快速研究传递路径，并评价单个系统部件的振动噪声贡献量。LMS Virtual.Lab NVH响应分析全方位支持设计修改技术，从手动修改分析到全自动的设计空间探索。

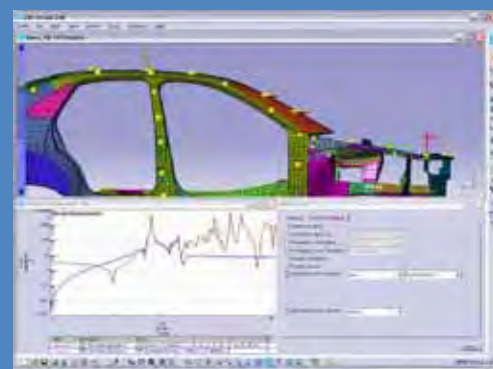
特点

- 可以从试验和有限元数据中读取模型和载荷
- 支持多种载荷数据形式：随频率、转速或者时间而变化的力、位移、速度、加速度、体积速度和体积加速度
- 基于模态和频响函数的快速强迫响应求解器
- 基于模态的频响函数综合，从模态数据中确定传递函数
- 路径和模态贡献量分析从而确定振动噪声问题产生的根源
- 多种的2D、2.5D和3D显示，进行工作响应分析

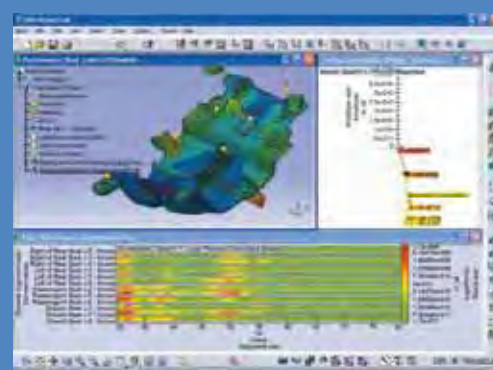
优点

- 在任何时候都能很容易地读取最有用的试验及CAE数据
- 创建模版获取分析过程以及促进未来的计算
- 内置的基于频响函数和模态的NVH响应求解器使预测更加快捷
- 结合测量载荷与CAE模型，采用混合模拟，提高了响应预测的精度
- 大量的智能NVH后处理功能和交互显示，使结果显示更好
- 更好地洞察结构和声学贡献量，路径和模态贡献量

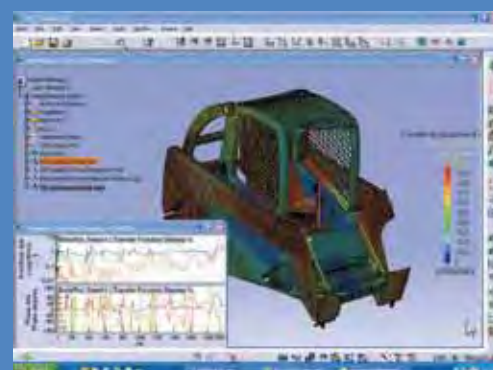
VL-HEV.21.1



传递函数及其对传递函数的模态贡献量。在模型上显示激励和响应的自由度。



将强迫响应的结果用模型变形和路径贡献量表示出来，以便能对问题快速做出评估。



模态结果和合成频响函数。



在以试验为基础的模型上进行基于频响函数的强迫响应分析。

LMS Virtual.Lab System-Level NVH

系统级NVH

LMS Virtual.Lab系统级NVH响应分析是一个全面的解决方案，它提供了多种工具可以把各个部件组装成混合的系统级模型。工程师可以轻松地从一或多个部件开始建立模型，包括有限元模型、试验模型或者CAD部件。

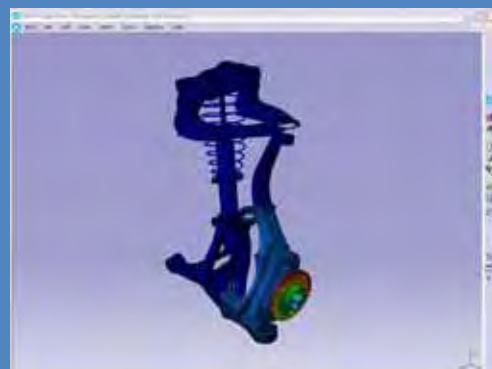
这些部件间通过特定的连接特性连接在一起，从刚性连接到任何特定的随频率变化的复刚度连接。随着开发过程的进行，越来越多的模型细节得以实现，利用细致的有限元或者基于试验的部件信息可以逐步修改模型中的不同部件。

在建立好仿真模型后，LMS Virtual.Lab系统级NVH响应分析软件可以利用内置的基于频响函数或模态的装配求解器，计算装配系统的整体动力学特性，即一组模态或传递函数。生成的装配模型由模态集或传递函数集组成，这样可以在进行整个系统的振动噪声评价时保证最佳的精度和最优的速度。

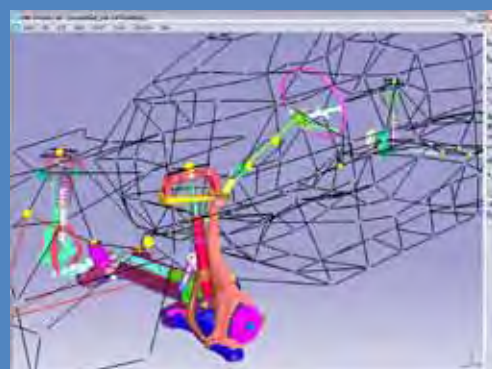
为了在工况下预测振动噪声特性，装配模型要与输入载荷结合起来，这些输入载荷可以来自一般的激励源、试验、多体仿真或声学仿真。求解器可以利用内置的基于模态或者频响函数的强迫响应求解器，或外部的有限元求解器，进行振动噪声响应计算。

广泛的NVH的显示和分析工具可以帮助工程师快速地研究传递路径，并高效率地评价各个系统部件的振动噪声贡献量。

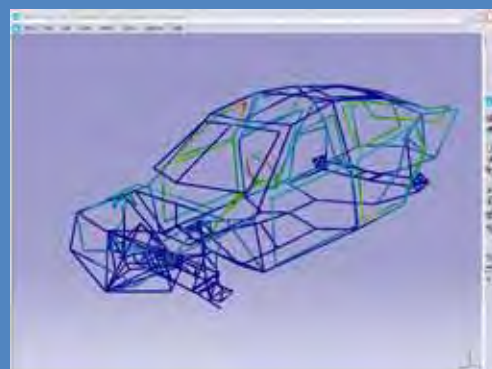
VL-NVC.35.2



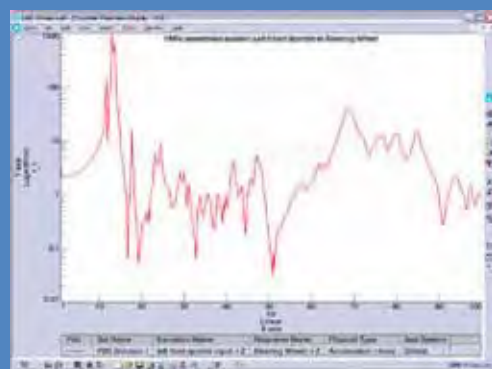
悬置部件的有限元模型。



装配在一起的汽车的混合模型。



模态耦合方案：装配模型的合成模态。



施加载荷后的响应信号。

特点

- 基于模板的节点到节点的部件装配，具有所有的连接类型：刚性连接，弹簧-阻尼连接，刚度随频率变化的连接
- 对在不同坐标和单位系统下定义的部件进行重新定位和调整比例的工具
- 能确定系统级动力学特性的基于模态和频响函数的快速装配求解器
- 能确定工作载荷下系统工作响应的快速响应分析求解器
- 用于高效率振源分析的路径和模态贡献量分析工具

优点

- 利用试验和有限元部件，建模方便
- 装配模板可以轻松替换并自动地重新连接部件模型
- 基于频响函数和模态的NVH系统综合与响应求解器能进行有效的假设分析
- 基于频响函数的系统综合能进行中频范围的预测
- 测量载荷与CAE模型的结合提高了仿真精度
- 频响函数或模态数据的方便共享使各个开发部门间的交流变得容易

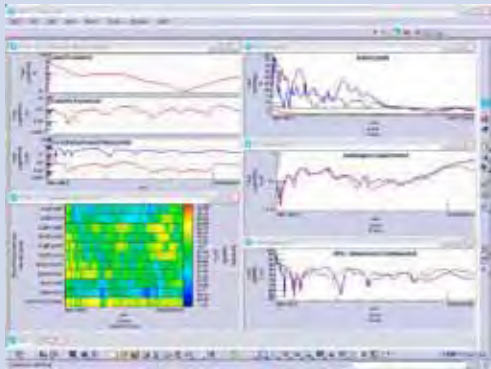
LMS Virtual.Lab Transfer Path Analysis

传递路径分析

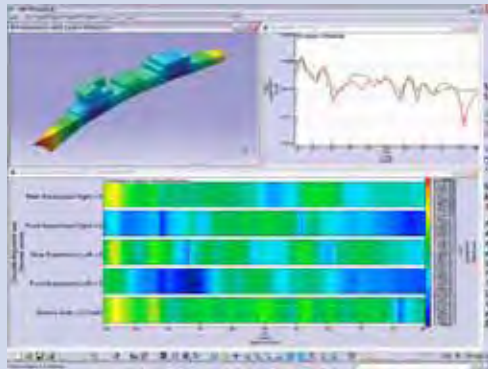
LMS Virtual.Lab传递路径分析软件是一个全面的解决方案，它提供了广泛的工具，可以预测和评价系统在运行载荷下的振动噪声响应，并能从实物试验数据中确定工作载荷。采用这一解决方案，工程师可以进行路径或模态贡献量分析，以确定引起噪声问题的根源，并可以对设计的振动噪声性能进行优化。

LMS Virtual.Lab传递路径分析软件提供多种估计方法，可以计算出能可靠地反映用户真实使用状况的载荷。其中有一种直接的方法，就是通过悬置上位移差乘以悬置的随频率变化的悬置刚度计算出作用力。当连接刚度已知时，这种悬置刚度方法是最合适的方法，例如对发动机悬置。还有一种求逆的方法，载荷可以从它们引起的运行响应计算出来，这种方法适用于刚度较大的连接，如刚度大的悬架衬套。体积加速度或者体积速度这类的声源(声载荷)，也可以经由通过试验获得的工作声压和声传递函数作为载荷识别逆算法的输入来得到。

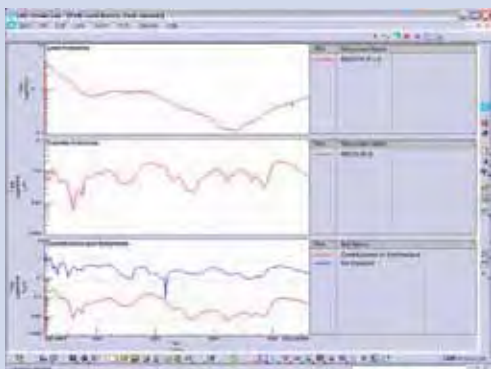
快速的基于模态和频响函数的响应预测求解器，及内置路径和模态贡献量评价工具，提供了所有的功能进行根本原因分析和目标设置练习。采用广泛的NVH专用的后处理工具显示响应结果，并可与预设的或导入的目标进行比较。



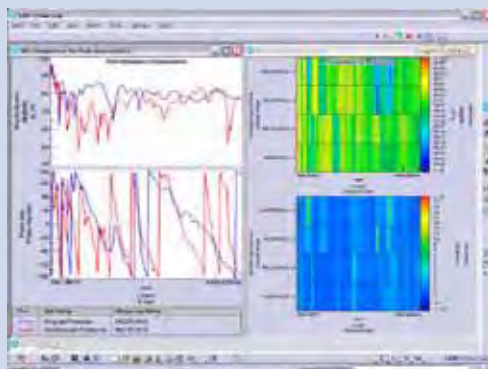
从物理原型的试验数据得到引起振动的载荷。



响应形态和函数结果。



路径贡献量显示。



与目标进行对比。

VL-NVC.36.2

特点

- 基于悬置刚度法或求逆法，从试验或模拟数据中识别载荷
- 快速的基于频响函数与模态的强迫响应求解器
- 确定振动噪声问题根源的路径和模态贡献量分析

优点

- 任何时候都能得到最有用的试验和CAE数据
- 简单易用的模板，便于计算
- 采用内置的基于频响函数和模态的NVH响应求解器使精确预测更快
- 深入理解结构排序，声学路径和模态贡献的含义
- 采用最先进的功能从测量数据中估计运行载荷，确定作用在结构上的载荷或者声源强度

LMS Virtual.Lab Ride Comfort and Road Noise Simulation

驾驶舒适性与路面噪声仿真

LMS Virtual.Lab Ride Comfort and Road Noise Simulation模块帮助用户预测工作状态下的道路噪声，并深入分析探求造成道路噪声问题的根本原因。利用该模块，工程师可以研究在局部相关负载下车辆的噪声和振动响应，判断造成噪声问题的根源，研究主要路径和主导模态，以一种更为基本和快速的方法对道路噪声特性进行优化。

LMS Virtual.Lab Ride Comfort and Road Noise Simulation模块中包含了某些LMS Virtual.Lab Motion软件中的内容，帮助用户来建立和求解多体以及柔性体动力学仿真，以便于进行车辆的平顺性研究。LMS Virtual.Lab Motion软件产生的模型可以被转换成相应的线性化NVH模型，同时还可以引入时域仿真来产生PSD(功率谱密度)，用作道路噪声频域研究里面的激励或响应数据。

用功率谱密度即PSD值表示的测量得到的激励或响应与计算得到的激励或响应可以是相关的，也可以是部分相关的。LMS Virtual.Lab Ride Comfort and Road Noise Simulation模块中提供了强迫响应求解器用于在给定激励信号PSDs的时候计算响应PSDs。

除了直接的响应计算，该模块还允许用户先定义一个互谱密度函数作为参考，然后再为响应信号生成一个确定的参考谱。计算过程中，可以采用一种被称为PCA(主分量分析)的前处理步骤；PCA利用特征值分解来把部分相关信号里的主成分分离出来。

不相关的主成分可以作为基于模态或频响函数的快速响应预测求解器的输入。内含的传递路径和模态贡献量工具提供了所有的功能用于开展每个主成分的根源分析，这使得用户可以在进行完主成分贡献分析之后，重组这些不相关的主成分并在一套完整的部分相关源上进行路径贡献分析，即多参考路径贡献分析。利用各种各样的NVH特定后处理工具，计算所得的响应可以跟预先定义的或导入的目标一样，直观地显示出来。

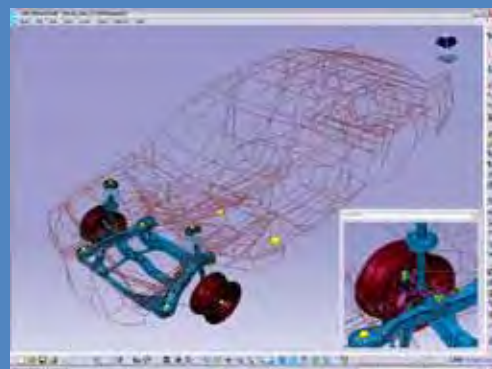
特点

- 建立多体和柔性体仿真模型
- 利用LMS Virtual.Lab Motion模块的仿真结果作为NVH分析的载荷
- 导入测量的工作互谱密度作为响应或者利用随机NVH求解器计算响应
- 不论是否对部分相关参考进行正交化，均能生成载荷或响应的参考谱（主成分分析）
- 对每一个参考或主成分，检查路径或模态对响应的贡献度，并把由不同参考产生的效应结合起来

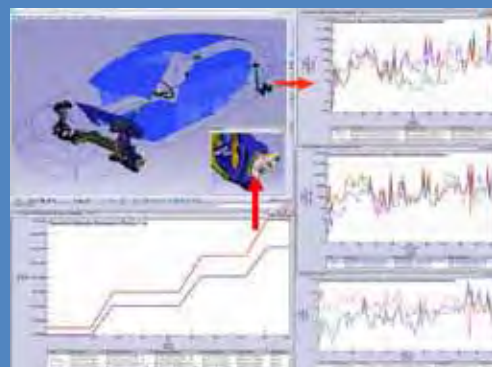
优点

- 通过引入时域和频域的仿真结果得到更广泛的关于道路噪声和驾乘舒适性（平顺性）的认识
- 利用试验或仿真的互谱密度作为载荷和/或响应
- 快速直接地设置处理一个互谱密度并把它转换成一个参考频谱

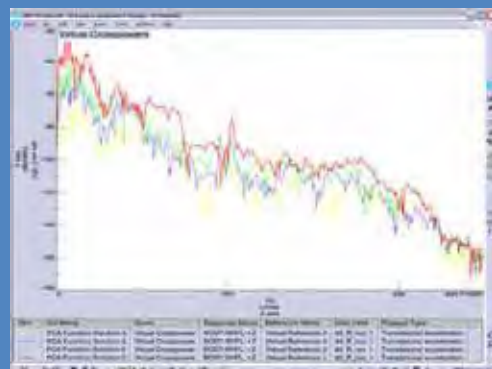
VL-NVC.37.2



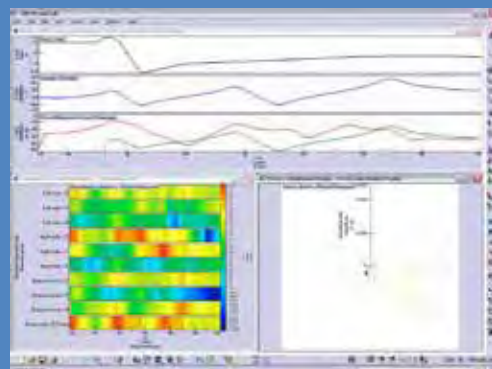
从装配动力学开始……



施加的随机或部分相关的PSD函数，可以是用户自定义的，或者是从仿真计算得到的，也可以是试验测得的时间数据。



用主分量分析将参考PSD正交化。



分析每个主分量的传递路径引起的贡献量。

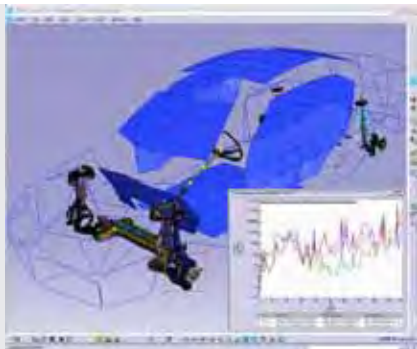
VL-NVP.11.2



载荷识别分析

载荷识别分析模块采用直接法、求逆法、或者结合这两种方法计算出作用在系统上的工作力。在直接法或悬置刚度法中，载荷是通过悬置上的工作位移差与悬置动态刚度相乘得到的。求逆法是采用响应是由作用载荷引起的原理来计算作用载荷的，即把载荷作用点与工作响应位置间的频响函数矩阵求逆，该逆矩阵与工作响应相乘就可以得到工作载荷。求逆法同样适用于基于工作状态的声压和声学传递函数的声学载荷。

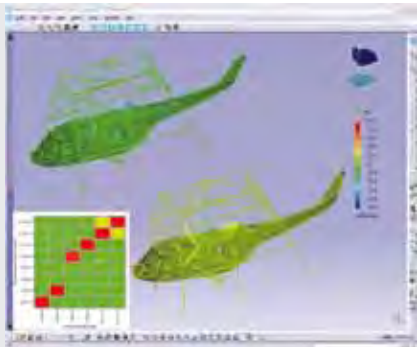
VL-NVP.2.1.2



随机NVH分析

随机NVH分析模块提供了用于在频域上处理部分相关的信号工具。核心的数据结构是基于互谱密度的，用户可以通过随机的或部分相关的激励信号来求解响应互谱密度。除了直接的响应计算，该模块还允许用户先定义一个互谱密度函数形式的参考，然后再据此为响应信号生成一个确定的参考谱。计算过程中，可以采用或不采用一种被称为PCA(主分量分析)的前处理步骤；PCA参照正交主成分，先把一系列的参考信号转换成一系列正交的主信号，再对响应谱进行计算。在随后的传递路径分析中会用到这些参考谱。

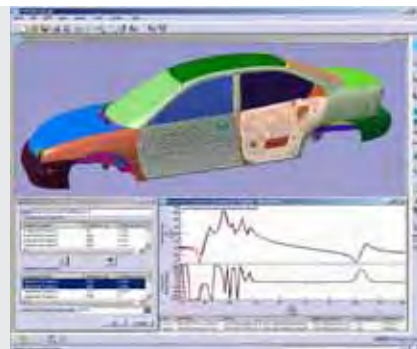
VL-NVP.14.2



修改预测

采用修改预测模块，用户可以在一个系统的模态或频响函数上定义初步的修改。修改可以是一个集中质量和一个单点调谐减震器，也可以是两个节点间的刚度或阻尼连接，甚至梁连接。在“基于模态或频响函数修改”中计算模型修改对原始模态或频响函数的影响，返回新的模态或频响函数，可以显示或用于后续分析。

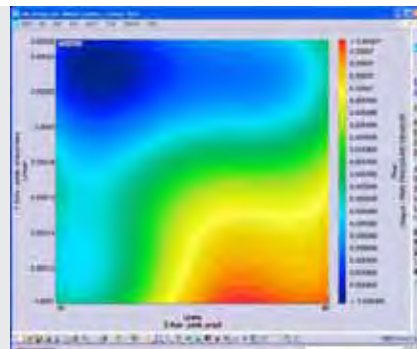
VL-NVP.23.3



板件模态修正

LMS Virtual.Lab板件模态修正模块帮助用户研究板件厚度百分比变化对结构模态频率和振型的影响。通过与LMS Virtual.Lab Optimization优化软件结合，该模块可以用来研究不同板件厚度变化时声振响应的灵敏度特性，如振动和压力响应水平，从而可以通过更新结构的板件厚度来满足所需要达到的目标水平。

VL-OPT.xx.x

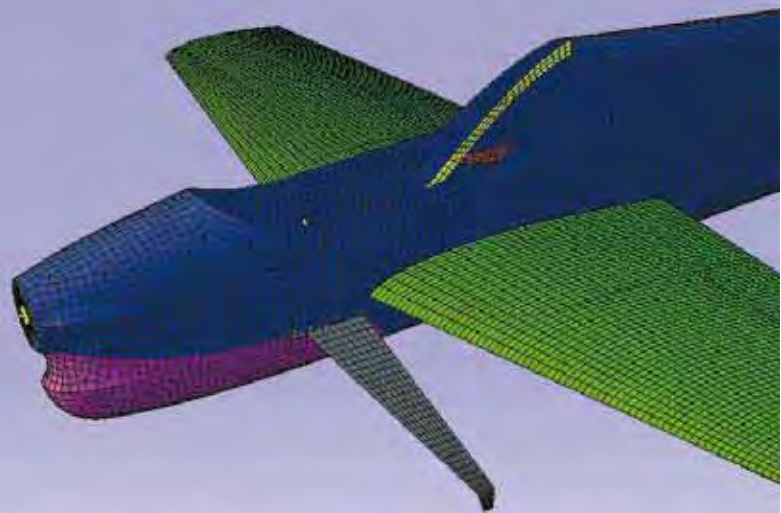


优化

优化软件提供一整套强大的功能，用于单属性和多属性目标优化。通过试验设计(DOE)和响应表面建模(RSM)技术，工程师可以快速了解所有可能的、满足需要的设计方案。采用先进的优化程序，LMS Virtual.Lab可以自动选择最佳设计，并考虑到其对实际误差的灵敏度，满足最严格的鲁棒性、可靠性和质量标准。

LMS Virtual.Lab Correlation 相关性分析

自下而上的系统级评估验证



要想进行高精度的仿真，必须确保有限元模型的可靠性和真实性。为了确保仿真结果可信，需要对模型进行部件级、子系统级、以及系统级的模型验证。这可基于试验数据进行对比分析，也可以利用经过验证的类似结构的仿真模型。只有自下而向上一步步的对模型进行创建和修正，才能有效避免建模过程中的误差累计。除了可以进行更可靠的假设分析之外，验证后的模型还可以让我们对理论假设有更深刻的理解，例如对材料属性、连接关系、铰链以及边界条件的假设。

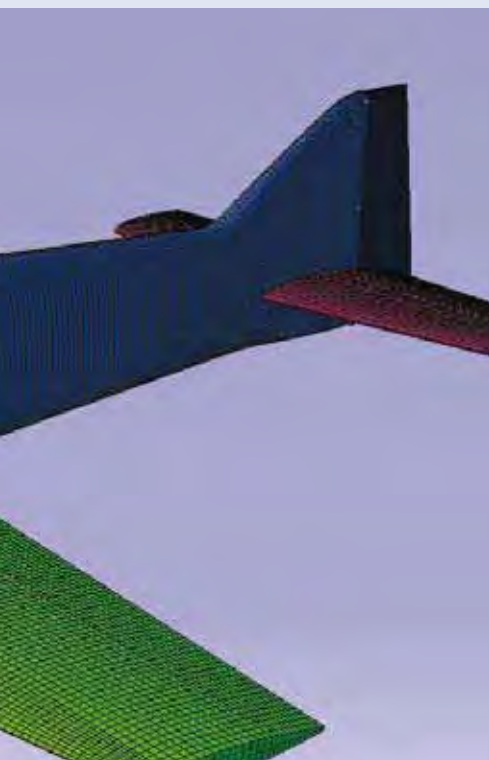
结构特性相关性分析

对于大部分结构设计，用静力试验进行校验就足够了，但是用于声振耦合分析的模型通常需要用试验数据对其动态特性参数进行验证。LMS Virtual.Lab Correlation不但支持仿真模型和试验数据之间的相关性分析，修正仿真模型，而且能够为结构试验提供指导和帮助。利用提供的完备的工具库，可以非常方便的对仿真结果和试验结果进行对比分析，例如模态振型、工作变形和频响函数。以原有的有限元模型为基础，得到试验测试时所需的激励点和响应点的数目以及他们的最优布置，用来指导试验。从而避免试验测试中的错误和大量重复性的工作。

基于相关性分析的模型修正

通过评估分析的结果来推断模型中需要修正的部位并不总是很容易。LMS Virtual.Lab Correlation相关性分析软件提供专门的工具，能够直接识别出模型中需要改进的地方。例如：通过灵敏度分析快速地从指定参数中找出影响最大的参数。同时，在LMS Virtual.Lab Correlation中可以选择驱动内置求解器或外部求解器来自动进行模型修正。例如：驱动Nastran Solution 200修正仿真模型的模态特性和频响函数。

- 基于试验数据对有限元模型进行评估
- 指出建模过程中误差产生的原因
- 定义系统目标和改进仿真模型
- 设计传感器和激励源的布置位置并进行优化



预试验

在准备设备对结构进行测量的时候，用户可以用已有的有限元模型来得到结构的相关信息，并建立最优的测量方案。对于一个模态试验来讲，测量方案指的是一系列的响应测量点和激励点(位置)。LMS Virtual.Lab的相关性模块中为用户提供了快速执行预试验分析的工具，且界面友好，容易操作，其目的就是为了得到一种优良的测量方案，以确保得到高质量的试验测量数据。

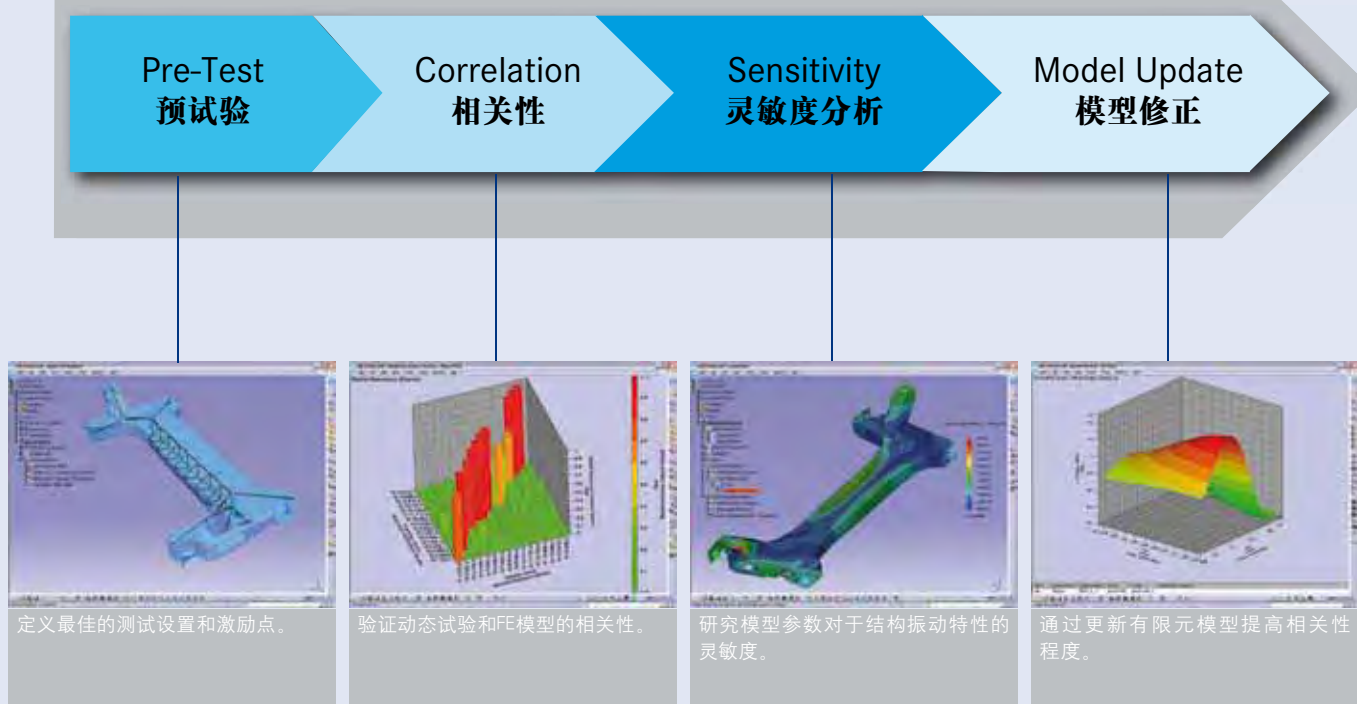
相关性

在得到好的物理模型的试验数据之后，用户就可以利用LMS Virtual.Lab的相关性模块，来定量地分析试验模型与其相应有限元模型之间的几何和动力学特性(传递函数或者模态振型)的相似性。模块中提供了几种常见的相关性矩阵，如MAC(模态置信准则)和FRAC(传递函数置信准则)，便于用户来交互式地研究模态振型或者传递函数的相关性。利用模块中专门的算法和后处理工具，用户可以对引起较差振型相关性的位置进行定位，并研究试验模型和有限元模型之间的刚度差别。

灵敏度和修正

在定量分析过两种模型之间的动力学相关性之后，用户可以在LMS Virtual.Lab里通过简单的设定去驱动Nastran的求解器Sol200，得到有限元动力学特性关于一系列设计参数的灵敏度，从而可以决定修改哪个参数以得到更好相关性结果。由Sol200求解器得到的灵敏度可以推导出MAC和频率差异的灵敏度，并用于有限元模型的修正。利用LMS Virtual.Lab的优化模块，可以计算得到各种各样的灵敏度，用户可以在设计参数的较大取值范围内对多种动力学特性进行优化。一旦确定了设计参数(输入)和相关函数(输出)的方案之后，LMS Virtual.Lab通过几种局部或者全局优化算法来进行DOE实验设计、RSM响应曲面建模和模型修正。

LMS Virtual.Lab Correlation



LMS Virtual.Lab Correlation 相关性

LMS Virtual.Lab相关性模块提供的工具保证用户在CAE技术环境中使用高质量的有限元模型，在动力学物理结构试验环境中确保传感器的布局正确和激励点比较有效。

用户可以从已有的有限元模型中建立一个合理的试验模型用于预试验分析。LMS Virtual.Lab的相关性模块可以直接在有限元网格上产生一个用于试验的传感器布局，并且根据有限元的模态量化传感器布局和激励点位置选取的好坏。对于有理想的传感器布局方案，LMS Virtual.Lab相关性模块提供了一种比较简单的方法来分析该模型未达标的原因。用户可以方便地修改这个用于试验的传感器布局，并且可以利用MAC来直接评估修改后的传感器布局的质量。对于激励点布局的修正，模块中则提供了DPR(驱动点留数)准则来选择激励点。

LMS Virtual.Lab相关性模块允许用户轻松快捷地比较试验模型和有限元模型的动力学特性，并处理它们之间不相容的网格。通过MAC矩阵，用户可以定量地阐明振型的相关程度。如果MAC值太小而不匹配模型，则MAC贡献准则会指出需要检查自由度。这样通过跟参考数据或者试验数据比较，用户可以检验不同的建模假设的正确性，提高了模型和仿真的可靠度。两个模型之间的正交性检验利用质量阵来比较系统动力特性，为相关性的精确度提供了一种度量。在LMS Virtual.Lab里，相关性模块用Nastran DMIG求解器来得到进行正交性检验所需要的缩减的系统质量阵。频响置信准则FRAC比较两种模型的传递函数，并提供有关全局刚度和质量建模误差的信息。

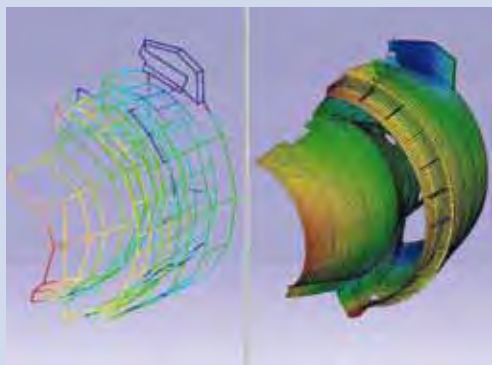
VL-COR.03.2

特点

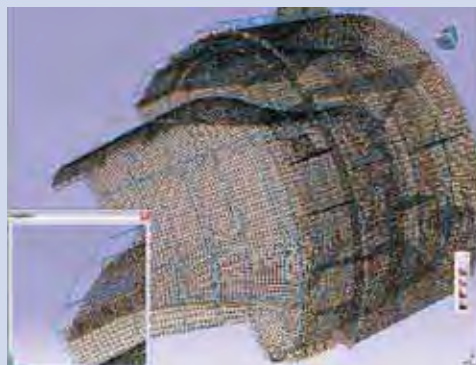
- 用Universal数据接口，试验和有限元的模型、模态和传递函数可以相互交换
- 模态确信准则MAC和MAC贡献支持误差定位
- 有限元或试验模态动画并列显示，对振型相关性进行可视化
- 频响函数确信准则(FRAC)
- 引入正交性检验以得到更好的动力相关性
- 引入驱动点留数法(DPR)来确定振动台激励位置
- 数据可以输出到Test.Lab或者以通用文件格式输出

优点

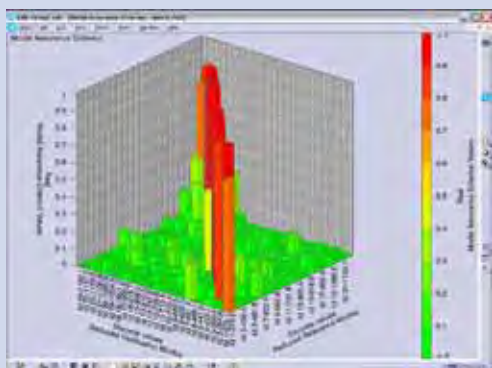
- 最大的试验信息，最少的激励和测量位置
- 直接LMS Test.Lab的整合提高了试验效率
- 测量结果确保了有限元仿真模型的有效性
- 识别建模误差，评估建模策略
- 提高了仿真模型的可靠性



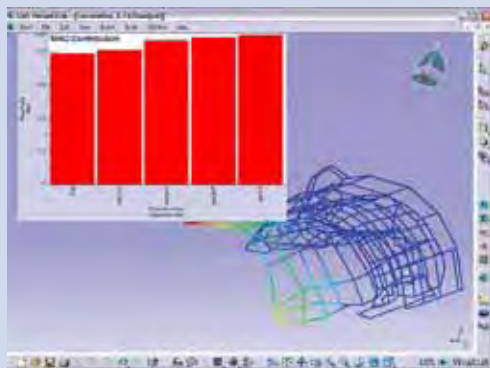
预试验分析能够帮助理解哪些位置包含物理测试。



以交互的方式建立试验点线框布局。



通过使用MAC的试验模型检查有限元模型的质量。



使用MAC贡献量找到问题所在。

LMS Virtual.Lab Model Updating 模型修正

LMS Virtual.Lab模型修正模块是一种计算模型相关性，并在参考模型数据的基础上对模型进行更新，以提高仿真模型质量的工具。通过LMS Virtual.Lab模型修正模块，分析者可以使模型更加地接近实际。首先把有限元模型跟参考模型相关联，典型的参考模型选择就是试验模型，当然也可以选择有限元模型。然后计算动力学特性关于不同设计参数的灵敏度，这一点可以通过从LMS Virtual.Lab的桌面模块中引入一个Nastran Sol200 case来完成；通过这种方式，用户可以轻松地定义用于灵敏度分析的单元组属性，包括材料和单元属性；动力学目标可以是整体系统质量，相关性较差的某个具体的特征频率，单位载荷下的振动水平或模态振型。随后就利用灵敏度信息来更新或优化Nastran模型以更好匹配真实的模型。对于非Nastran用户，利用LMS Virtual.Lab的优化模块依然可以对有限元模型进行更新或优化。

LMS Virtual.Lab模型修正模块让用户可以轻松地处理试验模型和有限元模型的不匹配问题。模型可以通过对齐、缩放和映射的步骤来进行几何上的关联。LMS Virtual.Lab的模型修正模块不仅提供了数值工具，如模态置信准则MAC和频响置信准则FRAC，还提供了用于检查两种模型之间的正交性的工具，并直接驱动Nastran进行质量或刚度缩减。

MAC矩阵和Nastran Sol200振型的灵敏度可以帮助用户计算并研究两种模型模态之间的MAC和频率差别。这些灵敏度帮助用户得到两种模型之间最佳的动力学匹配。更新过程中，LMS Virtual.Lab模型修正模块可以适当地处理模态切换，从而保证了在自动化更新过程中，采用正确的有限元模型与参考模型进行相关联。

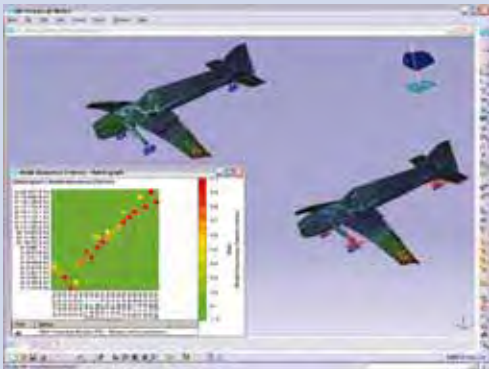
VL-COR.04.2

特点

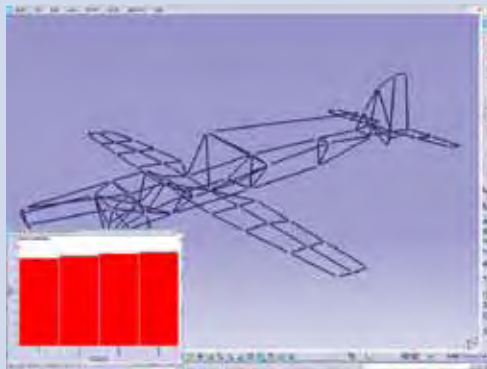
- 可以输入材料或者单元属性作为设计参数
- 设计目标可以为质量、模态频率和振动水平
- 模态置信准则(MAC)，模态对表，MAC贡献
- 频响置信准则(FRAC)
- 频率差异灵敏度和MAC灵敏度
- DOE(实验设计)，RSM(响应曲线建模)和几种优化算法

优点

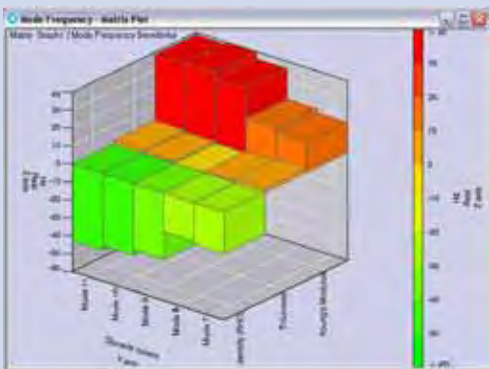
- 利用测量结果确保了有限元仿真模型的有效性
- 识别建模误差，评估建模策略
- 利用集成的优化能力提高了Nastran模型的可靠性



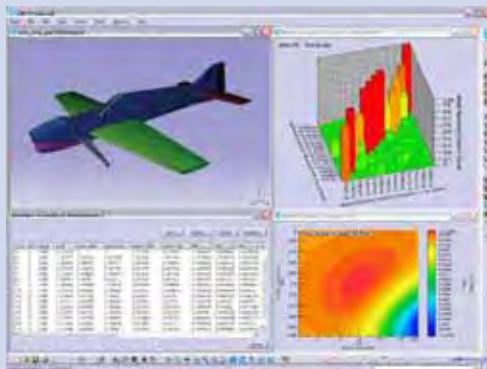
交互地了解试验和有限元模型的动态相关性。



使用MAC贡献量找到相关性差区域。



研究动态属性对于设计参数的灵敏度。



采用LMS Virtual.Lab Optimization优化软件研究设计空间及更新动态属性。



LMS Virtual.Lab Durability 耐久性 进行最佳的耐久性能设计

毫无疑问，对耐久性工程师来讲，最具挑战性的任务就是以最有效的方式设计出安全可靠的部件和系统。如果系统部件不具有足够的疲劳强度，可能会引起永久性破坏和对生命的潜在威胁。另外，错误所导致的产品召回还会消极地影响市场形象。如今，缩短的产品设计周期，更多的设计变化以及新的轻型环保材料的采用，增加了疲劳研发过程的复杂度。

将耐久性设计的挑战转化为优势

更短的开发周期和不断增加的品质要求使传统的基于试验的耐久性分析技术发挥到了极限。在实物试验前，对虚拟样机的耐久性性能进行评价和优化是其唯一可行的选择。几年以前，预测部件级的疲劳寿命需要几周时间，一个系统级的分析则需要好几个月。很难探究多种方案来优化产品的耐久性，唯一的选择就是在后期开发过程中使用昂贵的硬件处理。

得益于与先进的研究机构和主要用户广泛的合作历史，LMS公司将有限元(FE)、多体仿真(MBS)、试验和疲劳寿命预测技术紧密集成到LMS Virtual.Lab Durability中。这一革命性的解决方案可以使用户对部件和系统总成级别的多种不同设计选项的结构强度和疲劳寿命进行研究和优化，并积极地影响设计过程。LMS Virtual.Lab Durability能进行快速和精确的耐久性预测，而且其专门的后处理功能为工程师提供了所有关于耐久性关键信息的迅速反馈。

- 在更短的开发周期里验证更多产品变型的疲劳寿命
- 值得信赖地模拟大型柔性焊接结构或复杂悬架的耐久性性能
- 优化新的轻型环保材料系统的耐久性性能
- 更好地理解及提高疲劳试验

LMS Virtual.Lab Durability 疲劳解决方案可用于:



汽车及地面运输装置

LMS Virtual.Lab Durability可以准确描绘虚拟底盘零件的疲劳性能，有效预测车架、仪表板、横梁、车门系统以及遮阳篷顶、门闩和闭锁系统的疲劳寿命。LMS Virtual.Lab Durability对特殊的缝焊和点焊分析具有高度的精确性。先进的耐久性数值预测可应用于特殊引擎及动力传动系统零部件，典型部件如：引擎支架、齿轮箱链轮及排气管路等，可以通过LMS Virtual.Lab Durability实现有效优化。



航空

LMS Virtual.Lab Durability能预测机械系统的疲劳寿命，例如，起落架、操纵机构、机翼导轨和其它一些关键的装配体。基于所有可能的局部加载条件的组合来识别局部应力集中，并使远在建造样机之前解决疲劳问题成为可能。软件还提供了广泛的方法确定薄弱点并评价疲劳寿命。



工业设备

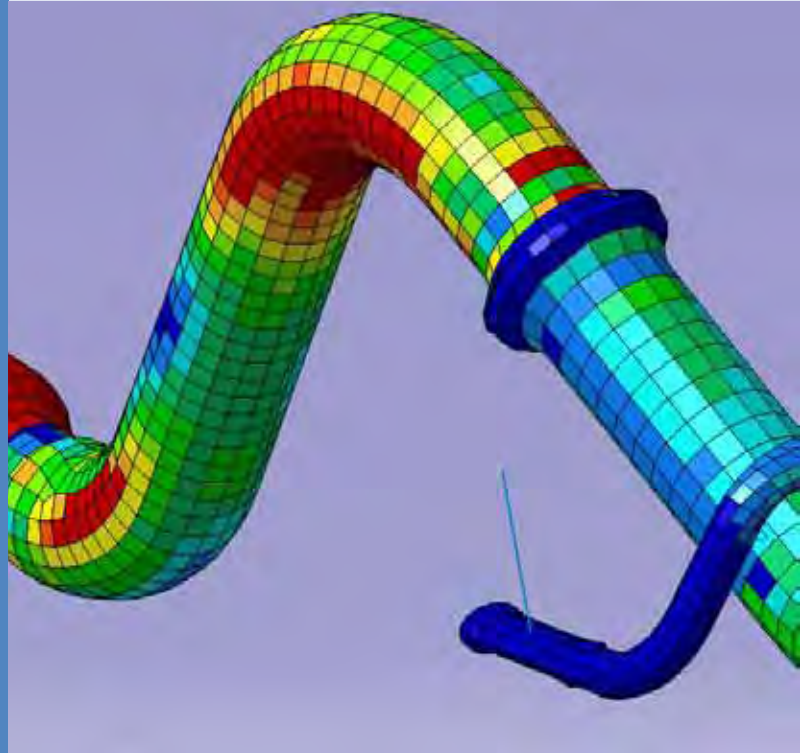
在工业应用中，经济效率依赖于那些典型地承受多轴动态大载荷作用的关键部件。任何受动态循环载荷影响的金属部件都能得到有效地优化。LMS Virtual.Lab Durability还能精确地确定用于大型风机的转子支架、集成到工业卡车上的起重装置的疲劳寿命等。



虚拟振动台

振动台作为关键的测试设备，目前已用于设计阶段，通过有效的正弦扫频、谐波激励以及随机载荷仿真实现结构耐久性性能的优化。LMS Virtual.Lab的振动疲劳模块可应用于虚拟振动台的耐久性试验，可以完成从简单激励到复杂多轴实验方案的任何虚拟振动台的试验设置。

一个集成的耐久性开发流程



LMS疲劳求解器近二十年来在提高计算速度和结果准确性方面不断完善成熟，最新的技术革新包括智能的数据过滤算法，焊接结构分析，时变应力梯度修正等。伴随技术革新的是软件的可用性突破，LMS Virtual.Lab疲劳已经实现多体仿真和疲劳分析的唯一真正无缝集成，具备了完善的自动操作工具以及用于分析疲劳源的最佳后处理工具。

有效的缝焊和点焊评估

车体和悬架系统可以有多达数千处焊接。对于点焊，LMS Virtual.Lab耐久性除支持Rupp/LBF方法、CDH及一种特殊JSAE模型外，还支持基于详细有限元模型的焊点应力疲劳分析方法。

LMS Virtual.Lab耐久性软件包能够实现缝焊耐久性评估的自动操作，无需要根据缝焊网格划分指导规则进行单调冗长的有限元网格质量调整。用户只需简单定义制造细节，LMS Virtual.Lab耐久性会根据所有可能的(局部)载荷条件组合识别局部应力集中，自动识别焊缝位置，并根据单元或已经定义的组进行连接类型划分，通常连接类型有对接焊、搭接焊及T型连接等。

显著的求解精度

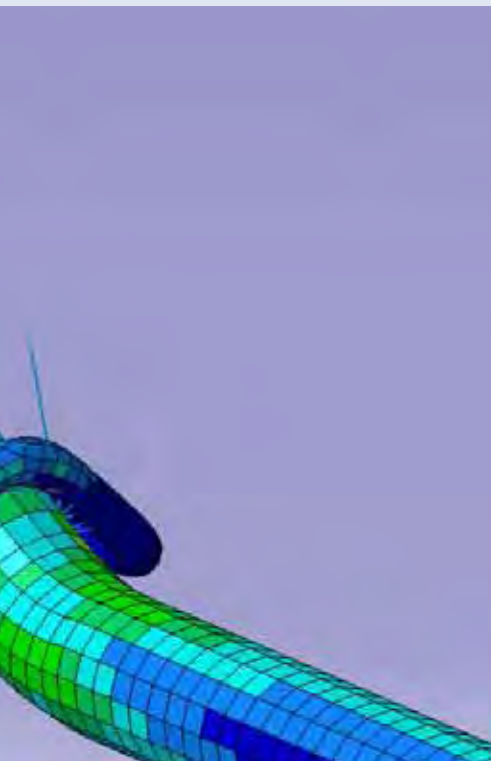
对于载荷的损伤评估，特别是对能够产生局部多向应力状态的多个独立输入力的损伤评估，具有很大的挑战性。针对这种情况，LMS Virtual.Lab通过临界面法得到了高度准确的结果，该法可以解释由细微裂纹造成的损伤的各向异性。同时能够对结构表面之下的疲劳裂纹进行分析。

适用于刚体和弹性体的疲劳寿命求解器

有些部件固有频率较高，载荷激励频率较低，如转向节等，而有些部件所受激励频率往往与固有频率相近，如轿车副车架、载重汽车车架或排气系统等。为了对各种情况都能进行精确有效的分析，LMS Virtual.Lab耐久性支持基于准静态、惯性释放、模态叠加等多种方法进行应力预测。

高效的疲劳加速算法

当建立真实工业模型时，LMS Virtual.Lab耐久性通过雨流投影技术自动消除损伤较小的节点和载荷数据。此时没有必要事先确定危险部位，所有位置会自动找出。通过这项技术分析一个具有数百个点焊和缝焊，35万多个单元的复杂车身模型只需几个小时。



从零件级到系统级的耐久性预测

在研发过程中整体装配的系统级分析结果往往出现的太晚。为解决这一问题，耐久性工程师需要在早期把子系统或系统作为一个整体进行分析。LMS Virtual.Lab耐久性在早期介入，将多体分析、柔性体分析和疲劳寿命预测紧密结合，可以准确有效获得任何系统部件的真实载荷条件下的耐久性性能。LMS Virtual.Lab的求解技术和真实结构建模能力可保证预测的准确性。

精确系统载荷仿真

LMS Virtual.Lab耐久性提供完全数字试验场和仿真与试验相结合的混合路面两种方法，在真实汽车原型产生之前就预测出部件的边界载荷条件。LMS数字试验场方法可通过对车辆行驶过程进行逼真仿真来预测轴头的载荷，模型中包括虚拟的轮胎力学模型和数字化的虚拟路面。对于过于复杂或成本过高难以数字化的试车路面，LMS Virtual.Lab耐久性可以提供另外一种合理的选择，即LMS混合路面。混合路面法合并前一代车辆路面试验获得的道路载荷和新车型的仿真模型，生成用于新车型疲劳计算的轴头激励信号。

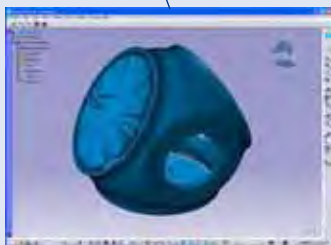
分析流程的自动化

LMS Virtual.Lab耐久性提供从零开始定义一个完整耐久性分析工况的所有自动操作功能。功能强大的LMS Virtual.Lab工具箱可定义模板、有效实现载荷和后处理准备的自动化操作，使用户受益匪浅。此外，自动操作功能还能提供广泛灵活的操作来实现与外部优化工具的交互。

LMS Virtual.Lab Durability



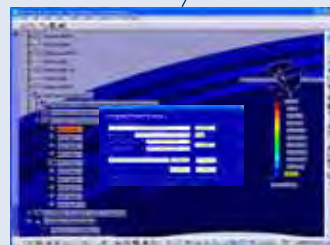
直接利用从工业标准工具中获得的CAD和CAE模型。



从多体仿真中导入的载荷用于耐久性分析。



建立和解决疲劳问题。



自动化工具可以处理大量的分析工况以及自动生成后处理的报告。

LMS Virtual.Lab Component Fatigue

部件疲劳

LMS Virtual.Lab Component Fatigue是一个完备的解决方案，它可在一个单一集成的软件环境里精确地评价单个部件疲劳性能。通过使用从样机测量或多体仿真得到的部件载荷，基于有限元的应力结果和循环疲劳材料参数，LMS Virtual.Lab Component Fatigue使工程师能预测疲劳热点区域和相关的疲劳寿命，并优化部件的疲劳性能。

简明的用户界面有一个清晰的、嵌入式的工作流程和设置模板，可以在整个过程中引导用户。无缝的读取有限元网格和应力，自动驱动MSC.NASTRAN和ANSYS，并直接导入部件载荷，使得用户可以在同一个环境里快速地准备疲劳分析。

LMS Virtual.Lab Component Fatigue软件提供了已被验证的LMS FALANCS求解器的所有疲劳寿命分析功能，包括低周疲劳、高周疲劳和无限寿命，应力梯度修正，表面下疲劳，还有焊缝和焊点分析。

利用专门的后处理功能，工程师可以快速识别和解决疲劳寿命问题，并进行多个设计选项的试验。提供的参数化分析可以在实物样机试验前，利用创新设计方案探索设计空间。

特点

- 紧密地集成了有限元、试验和疲劳寿命预测的过程方案
- 可从所有先进的FEA工具中无缝地读取结构有限元网格和应力
- 从样机测量或LMS多体模拟中直接地导入部件载荷
- 已被验证的精确和快速的工业标准疲劳寿命求解器
- 专门的耐久性显示和后处理工具
- 能捕捉到仿真工作流程的分析模板

优点

- 减少了疲劳寿命分析需要的时间
- 基于真实的载荷条件，快速和精确地预测疲劳寿命
- 在关键的耐久性区域得到迅速的反馈
- 理解疲劳问题的原因
- 探究多个设计选项并优化疲劳性能设计

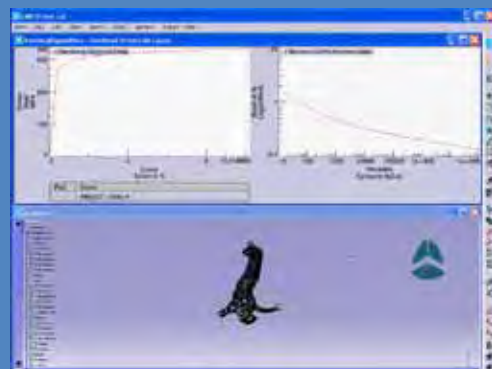
VL-DUR.24.2



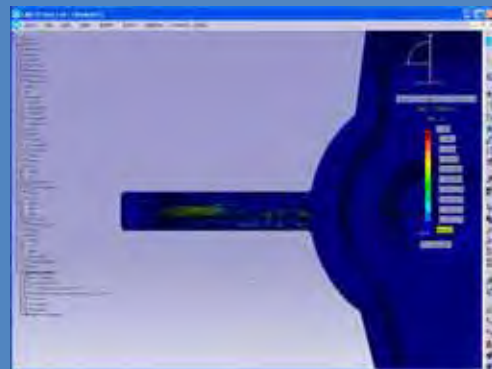
从CATIA V5中设计好的一个零部件开始……



……用户以交互的方式定义载荷工况。



LMS Virtual.Lab Durability运行疲劳分析以并确定关键的疲劳区域。



基于分析结果，用户可以修改设计以及评估对疲劳寿命的影响。

LMS Virtual.Lab System-Level Fatigue

系统级疲劳

LMS Virtual.Lab System-Level Fatigue是一个完备的解决方案，能优化子系统或装配体，并能跟踪系统部件的强度和疲劳。工程师利用嵌入的LMS Virtual.Lab Motion求解器，从规定的运动到多体仿真计算部件载荷。这些部件载荷与结构应力结合在一起，最后运用材料疲劳参数预测部件的疲劳热点和相应的疲劳寿命。

简单易用的界面使多体模型的构建十分容易，专门的模板和向导引导用户完成整个过程。繁简可变的建模使得在任何时候改进模型和处理刚性部件或柔性部件成为可能。以前冗长并易出现错误的集成柔性体的操作，现在只需要点击几下鼠标就能顺利完成。所有需要用户做的事就是选择部件有限元网格并把它拖进系统模型。所有的物体连接都是自动地建立，基于检测到的粘接节点和自由度数。

LMS Virtual.Lab System-Level Fatigue可以从路谱输入细化到部件级的载荷响应。多体模型被放在虚拟试验台上，并自动地设置应用路面轮廓的合适边界条件。对于各个系统部件，预测出来的动载工况信息、模态参预因子、激励位置和局部坐标系设置都自动地传送到疲劳寿命求解器中。后处理功能对引起任何部件疲劳寿命的载荷传递路径提供了快速和关键的深入理解，使工程师能快速的研究疲劳热点，并对许多系统级设计变型进行再分析。

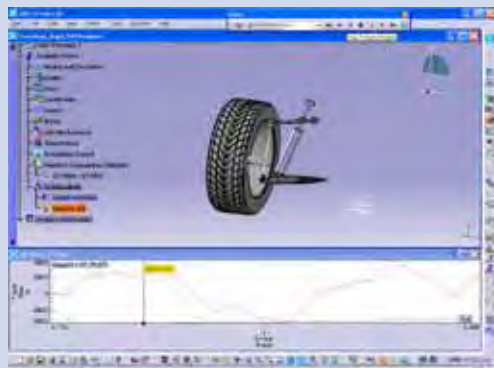
VL-DUR.25.2

特点

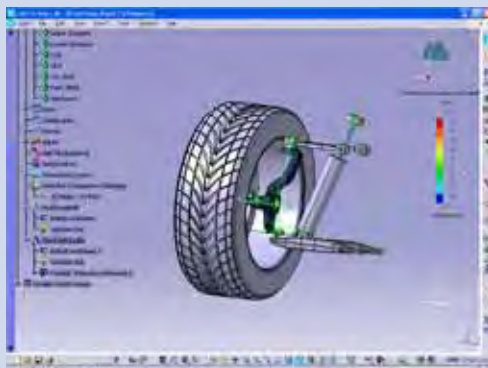
- 为系统载荷预测轻松创建多体模型，并细化
- 为详细的部件耐久性分析自动传递部件载荷，消除了冗长的载荷分配
- 通过为优化载荷输入而调节系统特性来优化耐久性性能
- 同步的运动、加载和疲劳优化
- 柔性体建模和优秀的多体求解器保证了精确的部件载荷预测

优点

- 在失去设计灵活性之前，在设计过程早期分析耐久性性能
- 安全、有效的过程避免手工的载荷传递
- 精确地预测部件载荷
- 通过优化载荷传递路径，优化系统级的疲劳性能



优化悬架的驾驶和操作平顺性；方便地应用真实的道路文件。



通过点击一下鼠标就能得到的柔性部件代替转向节。



压力历程被自动传递到耐久性分析中。



疲劳结果同样能在整个系统中进行后处理。

LMS Virtual.Lab Vibration Fatigue 振动疲劳

一般情况下，疲劳破坏与局部应力或应变随时间变化的加载历史有关。个别情况下用频域来描述该问题则更为实际。

例如受随机激励的振动台或运转中的风力涡轮机，载荷的时域信号并不容易确定，一般采用稳态随机过程进行描述，又例如受发动机激励的发动机附件来描述，其载荷则在很小频段范围内。另外一个例子是模拟完整正弦扫频激励的虚拟振动台，通常在时域中进行处理。但为提高效率起见，最好方法则是用谐波振动方法在频域完成仿真。

LMS在基于频域的求解器、零部件级和系统级的载荷传递等方面有丰富的经验。通过振动疲劳求解器，LMS将最前沿的知识与耐久性评估方法结合起来。其简单一致的设置方法和高度有效的分析方法，包括频域中随机和确定性载荷等，会使用户很容易从中受益。该求解器将众所周知的算法与诸如多轴载荷、局部应力行为、缝焊和点焊功能等技术革新组合起来，获得更高精度的结果。可以根据不同的应用对后处理特征进行修改，以便快速准确识别关键区域，为耐久性问题提供答案。

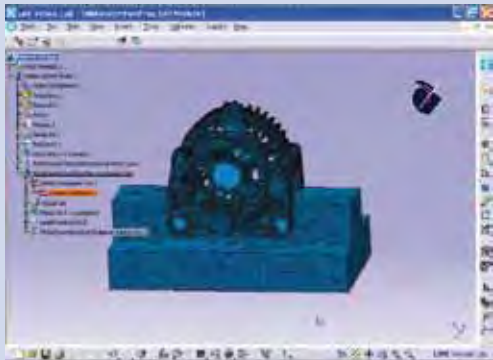
VL-DUR.23.2

特点

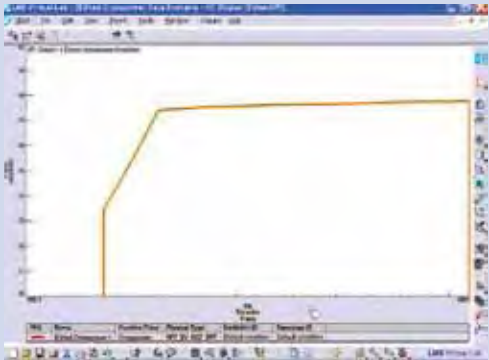
- 单轴&多轴载荷输入(对载荷相关性而言是功率谱密度/互功率谱密度输入)
- 正弦和随机激励载荷
- 对大型模型和多重载荷条件处理效率高(包括存储要求)
- 多轴局部应力状态
- 以耐久性为中心的后处理

优点

- 高度优化的计算效率减少运算时间
- 对多重载荷的理解减少运算风险
- 深入观察设计结果
- 分析任何频域载荷
- 在设计初始阶段对疲劳进行优化设计



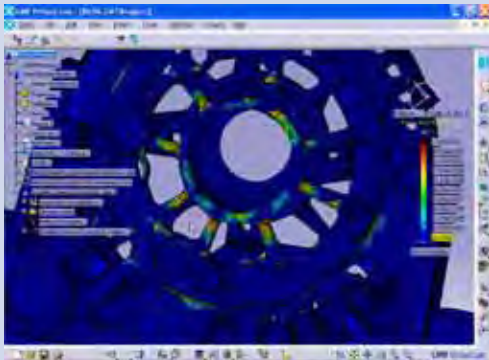
对承受正弦激励的电机组座，需要进行模态分析。



定义功率谱密度曲线。

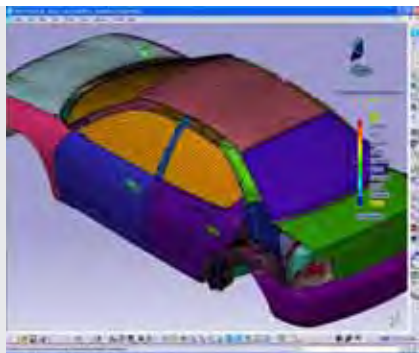


用户定义疲劳分析工况……



……在数分钟内评估结果。

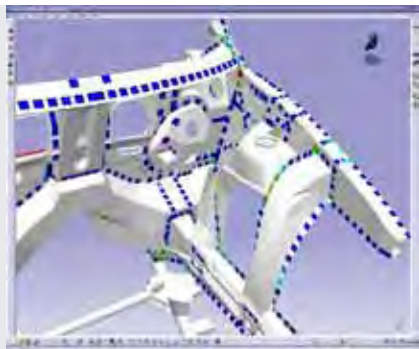
VL-DMP.04.3



耐久性并行处理（四节点累积）

LMS疲劳求解器的并行处理功能可有效解决大型问题。为了利用现代双核处理器，已在标准配置里将大型问题分析计算分为两个过程。耐久性并行处理选项的添加提高了计算能力，通过增加另外四个并行处理节点大幅度降低运算时间。该选项为可累积式，即用户可以用两个license增加八个节点。耐久性并行计算选项与振动疲劳求解器 (VL-DUR.23.2)、FALANCS零部件级&系统级疲劳求解器 (VL-DUR.24.2 and VL-DUR.25.2) 兼容。

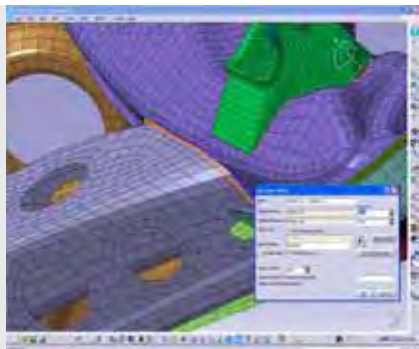
VL-DUR.12.3



点焊建模

本功能包具有在网格中寻找、修正、新建点焊连接的功能，能够从CAD结构和现有网格中直接提取点焊定义，并通过交互或自动的方式定义新的焊点。本模块支持从简单杆和六面体到用于强化耐久性分析的Nastran的CWELD单元和精细点焊模型等多种点焊形式。点焊建模涵盖焊点疲劳寿命分析，包括传统的基于力的方法 (Rupp, LBF, 及JSAE) 和局部基于应力的方法。独特的智能化算法将前者的易用性和优良性能与后者的强化精确度相结合，获得理想的计算性能和准确度均衡。

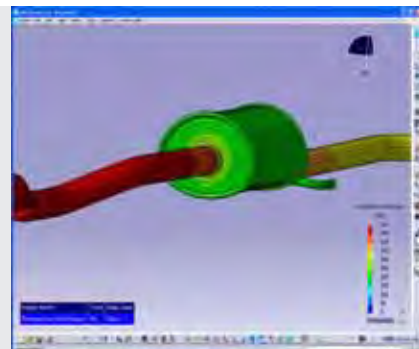
VL-DUR.13.3



缝焊建模

一般的，缝焊连接的零件都为有限寿命，在设计过程中对焊接结构的疲劳性能分析就较为关键。结构的载荷可以用载荷-时间历史变换表示，也可在频域中表示。该模块允许用户对多重载荷进行检查，可自动检测到不同薄板之间的焊缝位置，自动将其划分为对接焊、端接焊、搭接焊以及不同角度的T型焊接，并利用有限元模型的信息赋予薄板适宜的厚度。设计者只需定义特殊的制造及焊接细节。

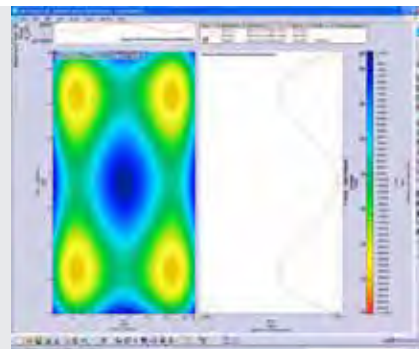
VL-DUR.14.3



热疲劳

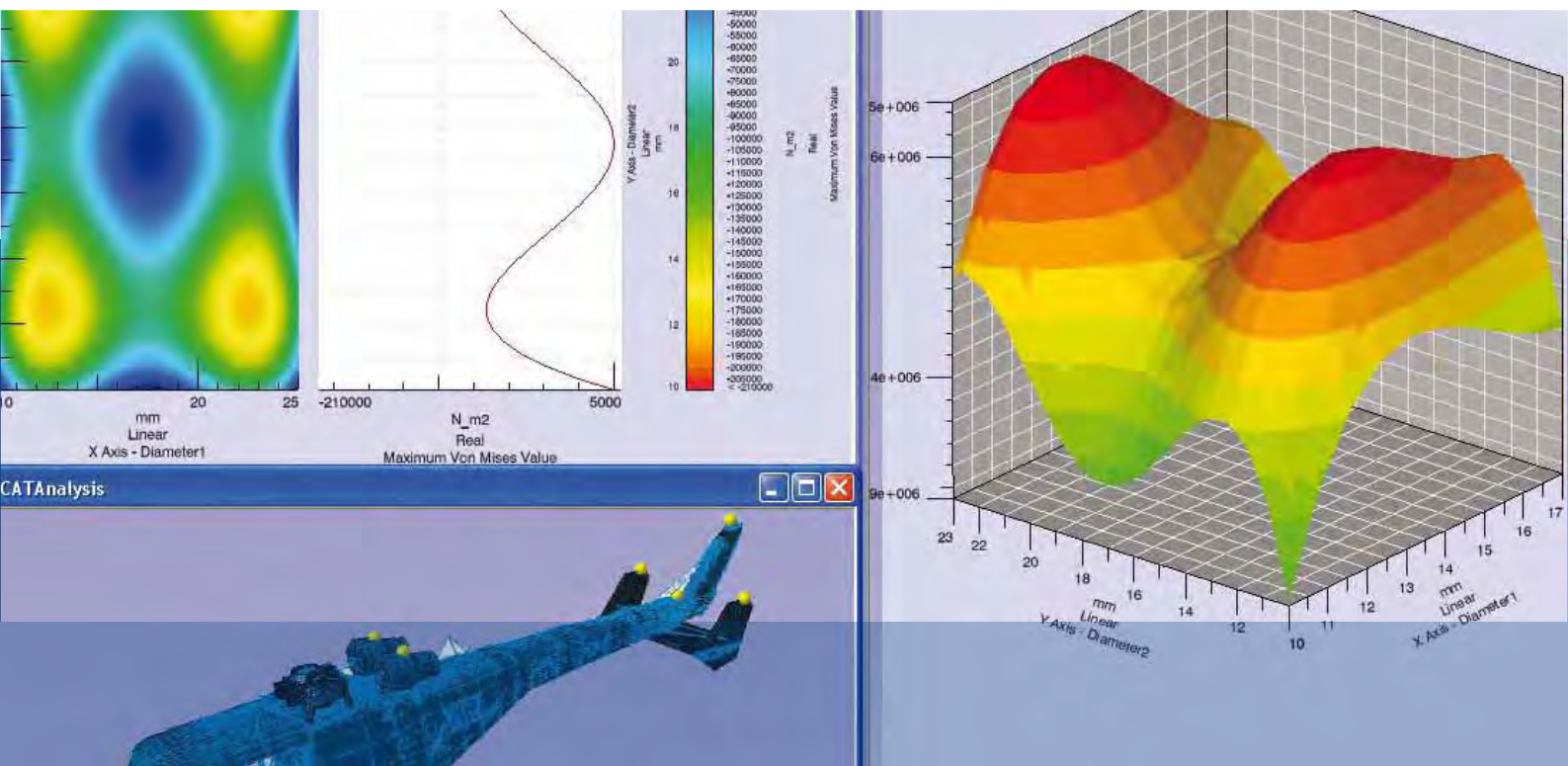
环境温度特别是温度的变化对结构疲劳有显著的影响。一方面，工程师在疲劳分析中需要将温度的影响考虑进去；另一方面，造成这种影响的材料性能的数据获取成本又很高。本模块提供一种多级方法，可以获得计算精度和效率的较好折衷。从简单的依赖于温度的S-N曲线到依赖于温度的应力-应变行为及蠕变和氧化，用户可根据具体问题来选择求解方法。

VL-OPT.22.2



优化

LMS Virtual.Lab Optimization功能强大，可进行单一优化及多属性优化。利用实验设计 (DOE) 和响应面建模 (RSM)，工程师可对所有满足要求的可能优化设计选项快速进行深入观察。利用包括六西格玛制造规范在内的高级优化程序，LMS Virtual.Lab可以自动选择最优设计，同时考虑真实世界的可变性并满足最严格的鲁棒性、可靠性及质量规范。



LMS Virtual.Lab Optimization 优化

设计探索，可靠性工程和性能优化

LMS Virtual. Lab Optimization是一个集设计空间探索、全局优化、离散优化和稳健性设计于一体的高性能优化设计环境，通过参数研究、多学科优化和产品稳健性评估，能够帮助设计者和工程师改善产品设计，优化复杂的多学科问题，评估设计可靠性，加深对设计问题深层次的研究和认知。

LMS Virtual. Lab Optimization与LMS Virtual. Lab虚拟设计平台无缝集成于一体，自由驱动各种通用CAE求解器，与CAD紧密结合，能够识别CAD模型的几何特征，轻松定义几何尺寸与形状变量，材料参数变量以及其他设计变量，CAE与CAD数据真正相关，实现CAE与CAD的协同，将CAE优化的结果输出

成CAD模型。同时，在LMS Virtual. Lab Optimization中提供了流程化的管理，可以方便定义优化目标 and 设计约束等问题。

LMS Virtual. Lab Optimization拥有高效的优化算法，可以寻求任何设计问题的最优解，加快设计方案的探索速度，评估不确定性模型的稳健性来降低风险，从而大大提高了工程师设计过程的效率。同时，新的脚本功能增加了LMS Virtual. Lab Optimization的可扩展性。

LMS Virtual.Lab Optimization 优化

设计空间探索

设计空间探索允许用户利用各种DOE (Design of Experiments 试验设计) 技术, 自动地探索和研究设计空间。通过DOE技术, 实现最少的试验来采样设计空间, 筛选重要设计变量, 达到与设计性能最相关的信息, 为准确的近似设计性能提供坚实的基础。通过分析这些虚拟实验的结果, 用户会对设计及其相关权衡的变数有更深层的认知。

DOE采样方法:

- 全因子法
- 部分因子法
- 中心复合法
- 随机抽样法
- 拉丁超方法
- Taguchi法
- Plackett—Burman法
- Box—Behnken法

模型近似技术

LMS Virtual.Lab Optimization针对不同分析类型的响应提供了多种有效的近似模型生成算法。

- 最小二乘法
- 多项式逼近技术
- Kriging插值法

用户自定义算法

利用快速生成的近似模型, 用户可以在响应面基础上快速搜索最优值, 洞察系统设计性能, 筛选重要参数以及快速评估设计的稳健性。

优化算法

LMS Virtual.Lab Optimization提供了参数优化、尺寸优化以及几何形状优化, 面向多体动力学仿真、振动、噪声和疲劳等多种领域。其优化算法如下:

- 二序列规划法
- 基因算法
- 自适应进化算法
- 模拟退火法
- 差异演化算法

用户可以根据不同的优化问题, 采用不同的优化策略, 在DOE形成的响应面基础上或是直接利用高保真模型进行优化。另外, LMS Virtual.Lab Optimization提供了完善的多目标优化算法。

- 正态边界交汇法
- 加权目标法
- 加权切比雪夫方法
- 最小最大优化法
- 非主导排序进化算法
- 权衡方法
- 层序法
- 欧几里德范数法
- 目标规划法
- 全局规范方法

用户凭借以上算法可以进行两个或多个竞争目标的优化设计, 通过高级的多目标分级、加权和平衡技术, 高效地获取帕累托点。

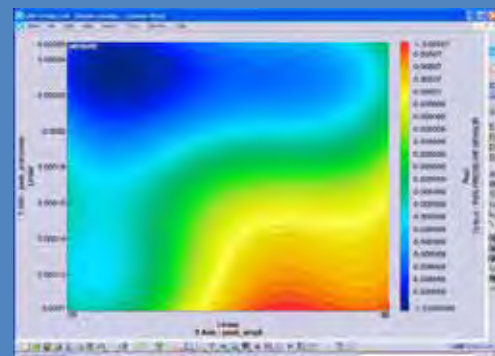
稳健性设计

LMS Virtual.Lab Optimization中开发了随机性研究引擎, 通过这些高效的算法, 用户可以研究随机性参数变化的敏感度, 像工艺制造误差、风速、环境温度等, 进而评估和改善产品设计的稳健性和可靠性。

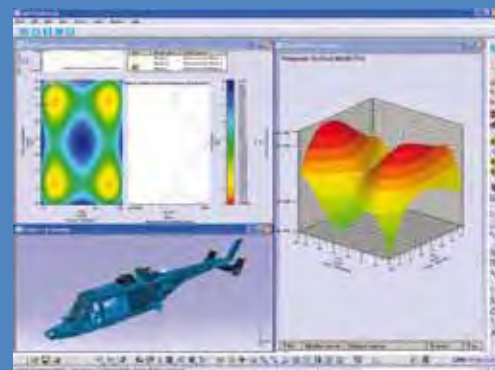
- 蒙特卡罗仿真方法
- 一次二阶矩法
- 二次二阶矩法

通过LMS Virtual.Lab Optimization高效的算法, 帮助工程师设计出更安全、更可靠以及更高质量的产品。

VL-OPT.22.2

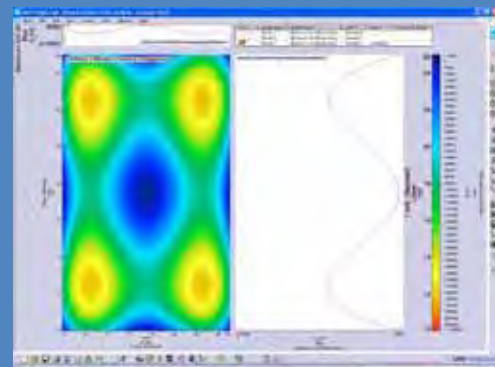


响应面建模: 2D图形。

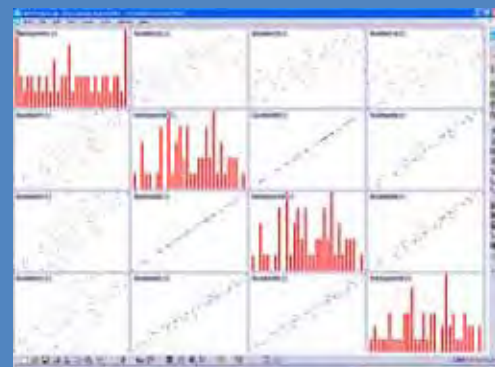


响应面建模: 3D曲线图形和2D曲线/部分。

VL-OPT.35.3



响应面建模: 模型部分2D彩色图。



相关性/优化散点图: 对角线区域上的柱状图, 对角线区域之外的散点。

LMS国际公司

北京代表处

北京市朝阳区亚运村汇宾大厦B0716室
邮编: 100101
电话: 010-84973605
传真: 010-64993735

上海办事处

上海市浦东新区浦东南路855号世界广场14D室
邮编: 200120
电话: 021-58886182
传真: 021-38870422



LMS公司是汽车、航空航天和其它先进制造业领域的工程创新合作伙伴。通过我们近30年的工程经验，LMS公司帮助用户将更好的产品更快地投入市场，并将卓越的技术和效率转化为其战略竞争优势。

通过1D和3D虚拟仿真软件、试验系统和工程咨询服务的独特组合，LMS关注的是产品的关键功能品质属性，涵盖从系统动力学、结构和声学品质，到耐久性、安全性及功耗方面。通过热、流体动力学、电气和机械系统特性方面的多领域解决方案，LMS能够应对与智能系统设计相关的复杂的工程挑战。

通过我们的技术、员工及工程经验，LMS公司已经成为全球超过5000个领先制造商选择的合作伙伴。LMS通过了ISO9001:2000质量标准认证并在世界各地建立分支机构。有关LMS更详尽的信息，请访问以下网站：
<http://www.lmschina.com>

Worldwide

For the address of your local representative,
please visit www.lmsintl.com/lmsworldwide