



SIMULIA PowerFLOW

流体、热传和风噪声软件



PowerFLOW 5.5

通过仿真提升产品设计和研发流程

独特的、天然瞬态的、基于格子波尔兹曼的物理模型使得SIMULIA PowerFLOW运行的仿真计算能够精确预测真实世界的状态。使用PowerFLOW工具包，工程师在开发流程初期早于样车制造前就能够评估产品性能——此时改型能够最显著地影响设计和预算。

为交通运输行业提供可靠的解决方案

PowerFLOW能够精确计算众多交通运输行业中和流体流动相关的设计问题,这些行业包括:汽车、商用车、工程机械/农用机械、列车、摩托车、赛车、军用车、客车、航空航天等等。

SIMULIA提供以下领域内广为验证的应用解决方案和最佳实践方法:

外流场:气动效率、车辆操控性、除尘和水管理、面板变形、驾驶动力学

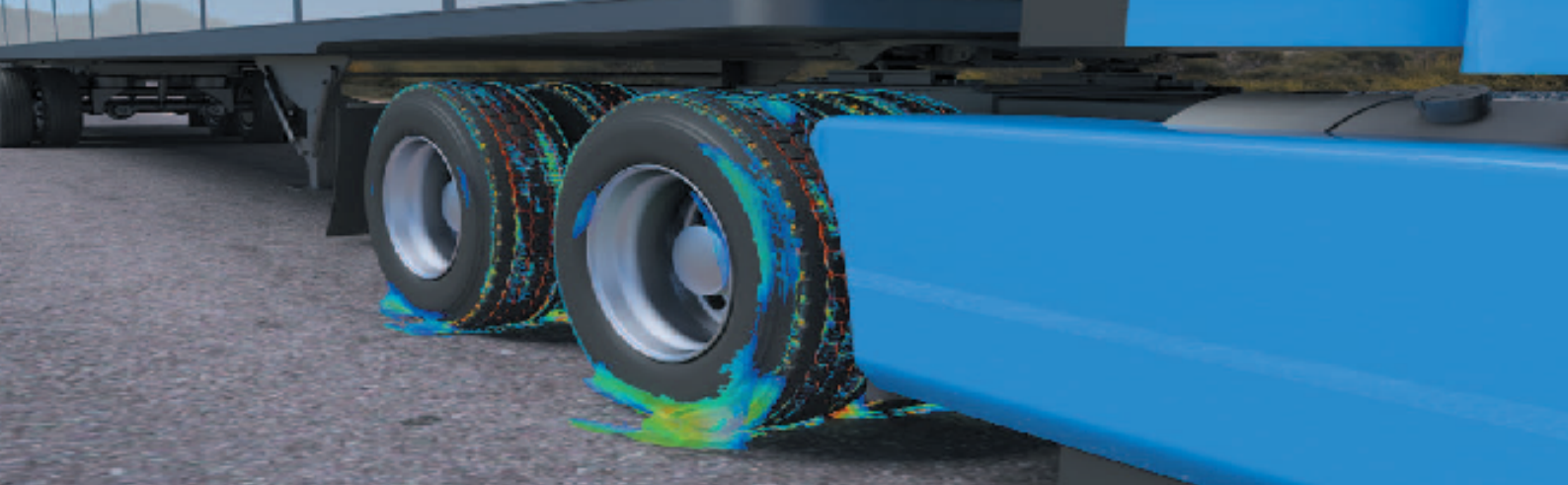
风噪声:乘客舱风噪声、底盘风噪声、缝隙/密封风噪声、后视镜、啸叫和单一频率的噪声、天窗和侧窗颤振、路过/远场噪声、冷却风扇噪声

热管理:冷却气流、热保护、制动器冷却、驾驶循环仿真、熄火浸置、电器和电池冷却、进气温升/进气口布置

环境控制:乘客舱舒适性、空调箱和分风系统性能、HVAC系统和风扇噪声、除霜除雾

动力总成:动力总成冷却、排气系统、冷却水套、发动机缸体

污水管理:A柱溢水,灰尘堆积、轮胎喷雾



真实的旋转几何

PowerFLOW模拟真实旋转几何的能力使它能够准确有效地预测空调风机和冷却风扇的噪声和性能——这是用标准的旋转参考系模型是无法做到的。这也改进了对任意包含旋转部件的应用的计算精确度,而且是天然瞬态的。应用包括:

风扇噪声和性能: 模拟轴流式风扇、离心式风扇、混流式风扇和横流式风扇; 能够计算流量、压升

- 制动器冷却
- 车轮空气动力学
- 泵、风机、涡轮机、搅拌器等

耦合计算

PowerFLOW能够和其他配套SIMULIA应用实现无缝耦合以扩展的仿真功能:

- **PowerTHERM®**: 使用全耦合、世界领先的辐射和传导求解器预测表面温度和产生的热流量
- **PowerCOOL®**: 使用全耦合的冷却系统仿真模型预测热交换器性能和上水室温度
- **PowerACOUSTICS®**: 气动噪声预测和分析

数字风洞™

- 为了和实验数据相验证, 模拟真实物理风洞的设置和模型是非常重要的。
- 对外流场分析, **PowerFLOW**内置了现成的参数化数字风洞模版用于外流场和风噪声计算。
- 标准的数字风洞模版可以自定义设置成和您的风洞相一致
- 数字风洞模型包括:
 - 静止和运动的地面平面模型以更准确地反映真实世界情况
 - 边界层吸点以和风洞实验相对应
 - 指定一个已知的实验边界层入口分布

快速的仿真时间周期

- **PowerFLOW**的构架是基于在高性能计算环境下运行以实现最快的计算速度而设计的——其并行效率呈线性增长直到数百个核
- 一个模型,多次计算:一旦准备好一套表面网格模型,同样的模型可使用SIMULIA集成的一整套产品工具运行其他的计算(如热或噪声)



PowerTHERM



使用 PowerFLOW 和 PowerTHERM 耦合计算通过乘客舱的热气流，展示了空调出风口和人体模型上的温度。

一套完整的热管理解决方案

热管理是车辆设计的一个关键方面。当采用密封包装、热敏电子设备、塑料等设计以减轻重量时，组件可能超过安全许可的工作温度限制，并且系统有可能出现故障。此外，这些条件可能会降低附件组件的性能，从而导致严重的耐用性、安全性和质保问题。车辆系统（例如发动机、变速箱、暖通空调或动力转向等）将消耗大量的能量，其相关的热效率对燃油经济性、性能和乘客舒适度具有直接影响。需要对冷冷却气流、组件位置和热防护进行仔细分析，以避免昂贵的后期设计修复——或者在车辆操作中出现故障。

传统的热设计很大程度上依赖于原型测试，无论是在热风洞中还是在有自然风流的道路上。测试过程非常昂贵，耗时且不灵活。由于发动机舱和车身底部气流的高湍流特性，使得热电偶仪表的物理测试非常困难，甚至无法预测。在风洞中，湍流的固有瞬态特性难以被可视化的，然而我们需要理解这些复杂的结构，并按需要放置到最佳的位置以保护车辆组件。

温度是与周围流体的传导，辐射和对流之间复杂相互作用的函数。准确预测这种热交换对仿真方法提出了重大挑战。

SIMULIA解决方案

PowerTHERM®和PowerFLOW®耦合，提供了一套完整的、广泛验证的数字化热管理解决方案。PowerFLOW独特的、天然瞬态的、基于LBM方法(Lattice Boltzmann Method)的算法使得它运行的仿真计算能够准确预测最复杂的几何模型在真实世界里瞬态流场环境下的表现。PowerTHERM是一个全耦合、高精度的热传导和热辐射求解器。PowerFLOW和PowerTHERM的组合使得工程师能够准确预测并看到整车内外的流场和温度场。工程师们能够辨别出问题区域并提出改型建议以解决问题。快速的建模和仿真周期使工程师能够快速对基本模型做出设计改动，并评估改动后的热性能提升。

PowerTHERM已被验证于解决很多的热管理问题，包括：

- 发动机舱热保护
- 制动器冷却
- 关闭发动机/热浸
- 电器和电池冷却
- 空调系统性能
- 乘客舱舒适性
- 除霜除雾

效益

更快的产品开发

通过早期热评估改进设计

减少开发费用

在整个开发流程中减少或消除对样车测试的需求

改善产品

全面的、早期的热测试提升产品的可靠性和寿命

节省保修成本

改进的热评估办法在设计早期辨别潜在的保修风险

提升效率

通过保持在最优的热运行工况，提升汽车的效率

提高用户满意度

通过分析乘客舱内流场和乘员舒适性提高用户满意度



使用PowerFLOW仿真和PowerTHERM耦合，发动机舱的热管理可以在开发周期的早期进行评估和优化——评估零件寿命的关键

功能

PowerTHERM能够计算表面温度和由于传导、对流和辐射引起的热流量。对流由PowerFLOW计算，并通过一个一体化的、允许双向数据传输的界面耦合到PowerTHERM。耦合计算模型作为常规PowerFLOW计算模型的一部分，很容易建立。这样一个完整的流动和传热计算使得用户能够高效、准确地预测热的结果。

先进的传导、对流和辐射求解器

- 多重反射热辐射
- 壳和实体热传导模型
- 通过和PowerFLOW耦合计算热对流
- 一维水平对流和流体流动模型可用于耦合内部流场的建模，例如排气系统内部
- 和温度相关的属性，如传导率、比热和发射率
- 处理多层结构的零件:固体、气体、真空或混合物
- 高效、可靠的数值格式，带有自适应求解算法

精确、高效地计算多重时间尺度

- 稳态或者瞬态
- 从几秒钟到几小时

高性能并易用

- 快速、方便地生成和建立热模型
- 和PowerFLOW流体计算无缝、一体化耦合
- 结果在PowerVIZ (SIMULIA强大的计算结果可视化和分析环境，用于分析流场结果)中分析
- 可选择并行计算以缩短计算时间

电池模型

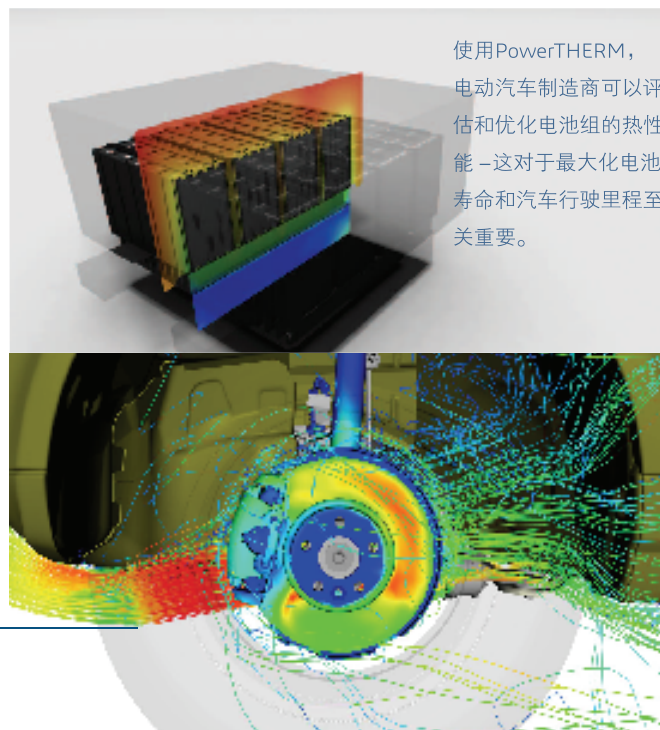
- 可选模块，用于电池或电池包的热-电耦合分析
- 支持充电和放电状态
- 捕捉真实的、随时间变化的载荷和充电

用于准确分析环境控制的自然环境模型

- 阳光载荷一直射、漫射和反射
- 风载荷

人体舒适性模型

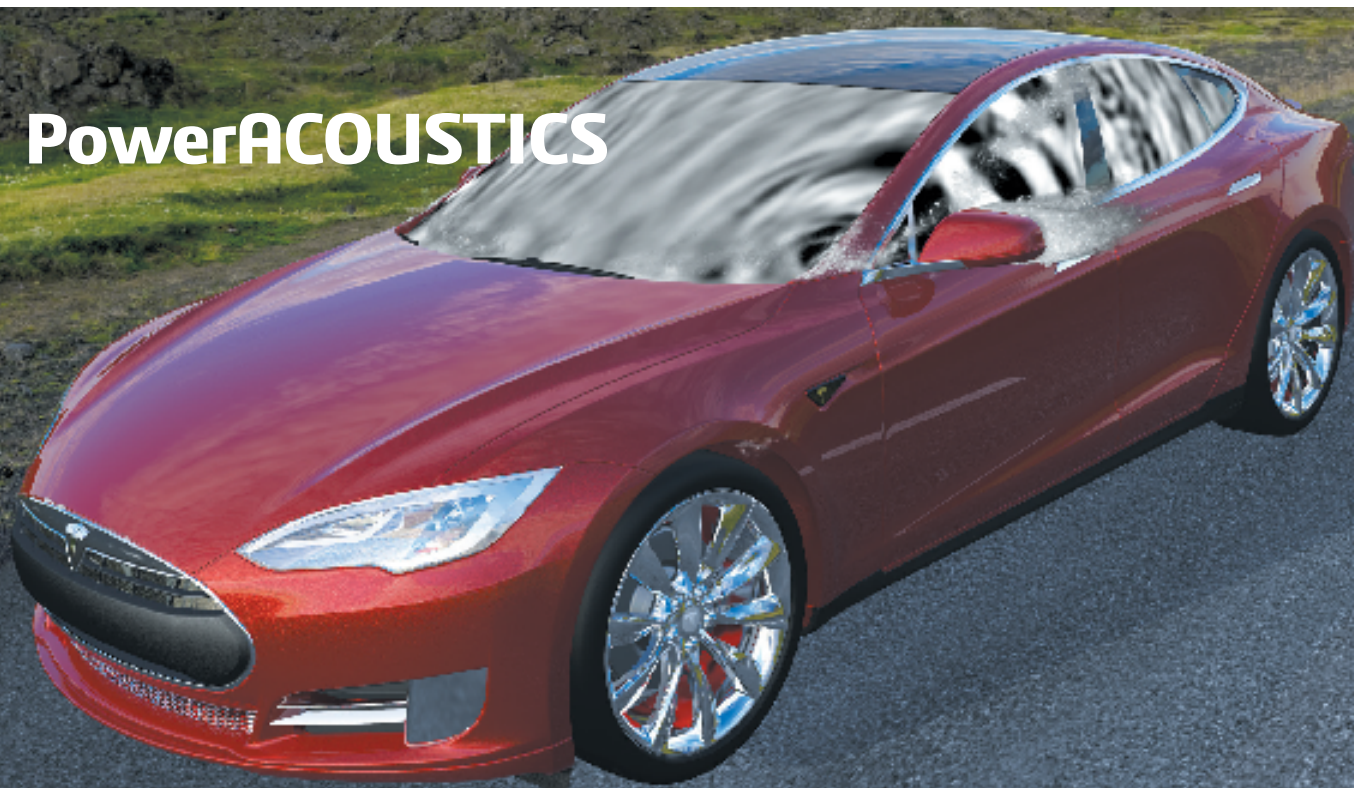
- 可选模块，用于计算在复杂环境中人体的热舒适性
- 将仿真测试的、穿着衣服的假人放置在仿真环境下算舒适性指标
- 考虑全部的传导、对流和辐射传热
- 计算局部的热调节响应，如流汗、呼吸和血液流动的变化
- 稳态或瞬态的整体或局部热感觉和舒适性分析



使用PowerTHERM，电动汽车制造商可以评估和优化电池组的热性能—这对于最大化电池寿命和汽车行驶里程至关重要。

使用SIMULIA PowerFLOW和PowerTHERM评估和优化制动器的冷却气流。

PowerACOUSTICS



数字原型

PowerFLOW 和 PowerACOUSTICS 相结合能够高效的模拟产品的气动噪声性能。这一解决方案通过对流场细节的可视化分析，有助于更好的理解设计特征和设计更改对噪声性能的影响

评估噪声性能

通过音频信号对比设计方案的差异。噪声可以通过听觉直观的分析，而不是仅仅通过对图表的观察。这能够帮助噪声工程师及非专业人士更好的感知噪声的水平并评估设计改型的影响

满足噪声要求

针对法规的要求评估轿车、工程机械、火车及飞机的噪声性能，有助于产品尽快的通过实际测试

观察噪声源

找出噪声问题的根源是一项艰巨的任务，需要时间和经验。PowerACOUSTICS 的FIND模块能够识别系统内部和外部的噪声源，驱动设计优化

营造舒适安静的汽车驾驶环境

并满足噪声设计目标

PowerFLOW模拟的外流场和噪声载荷可以无缝的导入PowerACOUSTICS®噪声传播模块(NTM)，用于研究驾驶室内驾驶员或乘客头部空间的风噪贡献。PowerACOUSTICS可用于研究车身外形设计的缺陷，评价整车设计的噪声水平，评估风速、偏航角及不同声学包设计对噪声的影响。

对于不同行业的地面交通运输设备制造商，如何达到设定的乘员舱内部噪音目标值，获取准确的噪声信号，并满足政府设定的环境噪音法规已变得越来越重要。例如，相关报告显示:驾驶室风噪声，暖通空调及风扇噪声仍然是汽车消费者主要关心和投诉的问题。

在产品开发过程中，声学工程师总是面临诸多挑战。例如，昂贵的风洞实验，且该实验测试仅当物理样机搭建完成后才可能实施。由于风洞测试只能在产品设计后期才能进行，从而导致无法实施较大的设计更改。通常，由于噪声问题在设计过程中没有尽早被发现，后期需要进行设计返工或增加吸声和隔声材料，这些都会显著增加设计成本和车身重量。

通过仿真可实现噪声可视化。然而通过实验找出噪声问题的根源是非常困难的，因为噪声的产生与几何细节及不可见的湍流旋涡紧密相关。在产品设计初期，仿真可能是最佳，甚至是唯一的噪声评估手段。在产品开发的后期，仿真是实验有效的补充，甚至可以替代实验获得解决方案，从而发现可能的噪声问题，为最终设计提供有效优化方案。

现有大部分CFD/CAA求解工具对于瞬态湍流的预测无法达到足够的精度，也无法满足目前产品研发要求的时间周期。PowerFLOW是一款独特的、瞬态可压缩的流体软件。PowerFLOW经过了大量工业和学术上的验证，并公开发表于诸多技术文献中。它为大部分气动噪声问题提供完整和快速的解决方案。

PowerFLOW可以模拟流场及固体壁面附近的瞬态流动，同时精确捕捉产生于流动区域内的湍流噪声源并模拟其传播过程。PowerFLOW能够模拟风扇和鼓风机的真实旋转，且该旋转网格技术已申请相关专利。另外PowerFLOW还能够准确模拟材料的吸声特性，称之为声学多孔介质模块(APM)。

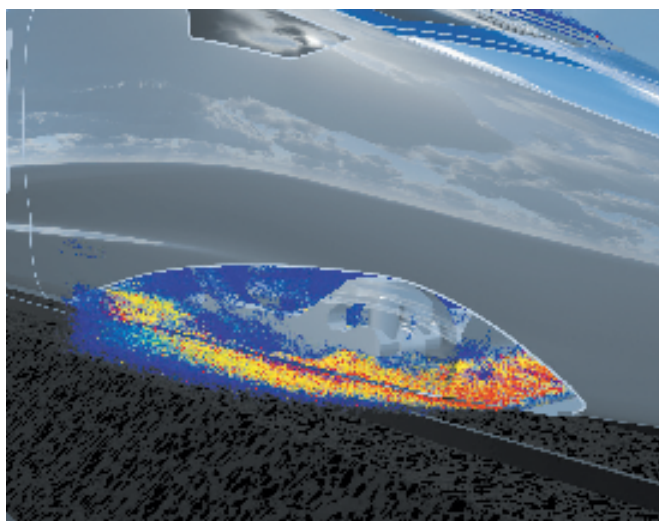
PowerFLOW本身可以用于纯声场的模拟，在高频段准确的捕捉噪声的传播及衍射效应。PowerFLOW的结果包括瞬态的压力和速度场，可以通过SIMULIA优异的气动噪声后处理软件PowerACOUSTICS®准确识别噪声源。PowerACOUSTICS为不同的气动噪声应用提供出色的解决方案。

PowerACOUSTICS包含以下四个模块

- **信号处理模块 (SPM)** 用于在频域和时域中分析PowerFLOW的声压信号，并生成音频文件以便于通过听觉直接评估噪声水平。这一模块是绑定在PowerACOUSTICS基础使用许可证上的。
- **噪声传播模块 (NTM)** 可用于评估轿车、卡车及工程机械的内部风噪声水平，包括通过驾驶室和底盘的面板及密封部件传入的噪声。这一模块为可选项。
- **远场噪声模块 (FFN)** 用于评估高速列车、飞机及重型机械设备在移动或停车状态时产生的环境噪音。这一模块为可选项。
- **流动噪声识别模块 (FIND)** 够简单直观的指出任何几何结构的流动噪声问题根源并定量的评估噪声辐射声功率。这一模块为可选项。

可靠并经过广泛验证的解决方案

SIMULIA的气动噪声技术已经得到行业内部专家、学术合作伙伴及客户的认可，并通过合作的项目得到广泛验证。实验验证在很多先进的风洞和声学设备上进行，包括不同车型在不同测试工况(流速，偏航角)下的流场细节对比和内部噪声评估，以及近场和远场的麦克风噪声对比。针对不同的工程应用，开发完成了一系列融入最佳实践的计算模板，具有较高易用性和良好的计算精度。



PowerACOUSTICS®FIND模块显示了高速列车转向架附近的噪声源

噪声传播

通过驾驶室和底盘的面板及密封结构传入驾驶室内部的风噪声预测

- 预测外部风噪声激励通过汽车结构传到乘员头部空间的噪声频谱
- 预测外部风噪声激励中湍流和声波的贡献
- 应用统计能量分析法(SEA)及经过验证的驾驶舱声学仿真模板为噪声分析提供完整的解决方案
- 能够将面板贡献度导出到第三方的SEA求解器，有助于将输出结果应用到客户已有的NVH流程当中

内部风噪声水平评估

- 研究驾驶室内部的风噪贡献并评估人耳对噪声的位置敏感度
- 输出不同的噪声度量，如分贝，A加权分贝，响度或语音清晰度(AI)来评估声品质
- 分析不同传播途径的噪声贡献度，包括玻璃面板，底盘及密封
- 能够导入非仿真的噪声源，如通过噪声测试获取的路/胎噪及发动机噪声

设计参数及声学包属性研究

- 评估并对比不同的后视镜、A柱、发舱盖及附件设计对噪声性能的影响
- 评估不同噪声源的相对贡献度以便明确噪声问题的主要根源
- 设置并改变面板和驾驶室声学属性并评估其对内部噪声的影响
- 量化面板及内部吸声属性变化对噪声的影响

可靠且经过验证的解决方案

- 外部风噪最佳实践与内部噪声传播模块相结合的整套解决方案已经得到广泛的验证
- 客户完全可以对结果的准确性和稳定性放心，并基于此解决方案设计更安静的汽车

信号处理

完整的时域和傅里叶空间信号处理

- 针对测点、测量靶、测量面及流场的瞬态结果进行完整准确的时域和频域信号分析
- 评估噪声水平、相关性、一致性等许多重要参数

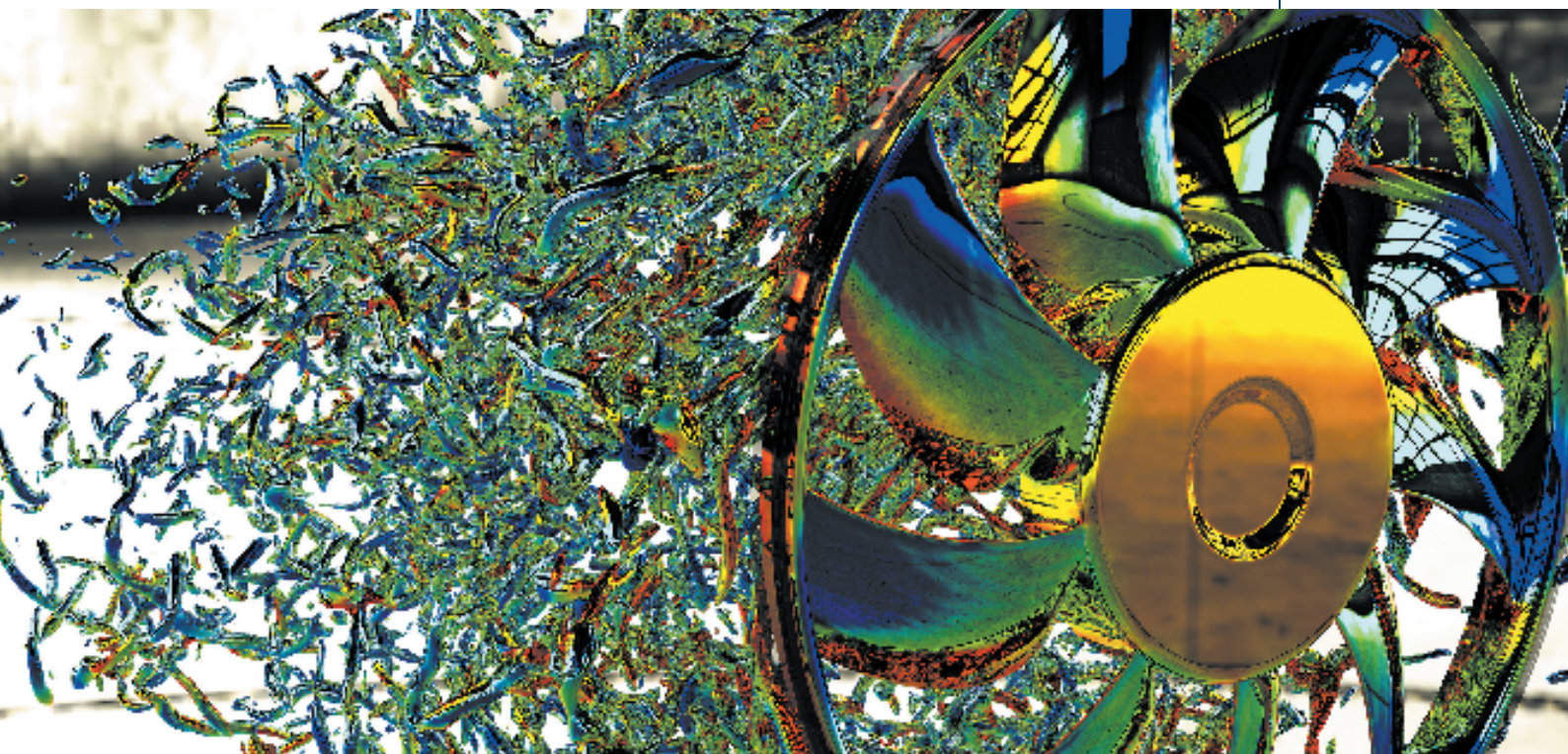
2-D 和 3-D 滤波功能

- 通过频带过滤动画找出指定频段的噪声问题
- 应用噪声滤波技术(AWF)从湍流中提取隐藏的声场

结果展示

- 生成音频信号以便于更好的评估设计结果
- PowerVIZ®生成真实场景渲染的可视化三维图片和动画有助于更好的研究物理机理和相应几何特征的关系

Signal processing



远场噪声

应用于环境噪声评估中的高精度远场噪声模块

- 可以跨越PowerFLOW计算域，对距离生源任意位置处实施噪声评估
- 应用基于FWH声类比法的远场噪声求解器
- 基于声音对称面假设评估地面反射和吸收效果

预测飞越/通过及风洞结构对噪声的影响

- 预测飞机和起落架，火车或工程作业车的通过噪声
- 可以导入实际或虚拟平面，用于设定固体或可渗透边界条件

获取噪声和数字认证指标

- FAA, ISO, DIN 标准流程可应用的远场噪声压力信号

深入观察噪声源位置

- 进行噪声源的贡献度分析
- 输出的远场麦克风信号可通过逆向求解算法定位噪声源

流动诱导噪声识别

直观且易用的气动噪声设计工具

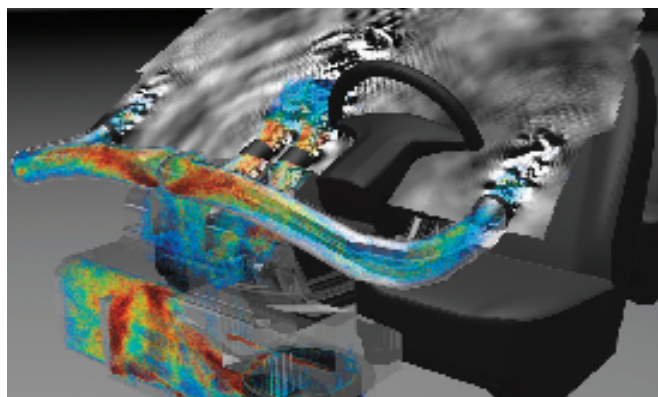
- 识别并量化任何几何结构内部或附近的宽频流动噪声源
- 帮助工程师识别重要的噪声源，并据此有效的降低噪声水平

三维噪声源的可视化和分类

- 具有真实场景渲染功能的PowerVIZ®用于观察空间噪声源的位置
- 噪声源的分类用于辨识特定声源区域

确定几何特征优化的优先级

- 识别引起噪声问题的几何细节
- 声源功率可以作为优化研究的目标函数



通过FIND模块识别汽车暖通空调系统内部的噪声源 (彩色图)，通过压力的时间导数识别驾驶舱内的流场和 噪声(灰度图)





我们的 **3DEXPERIENCE®** 平台能为各品牌应用注入强大动力，服务于12个行业，并提供丰富多样的行业解决方案体验。

作为一家为全球客户提供 **3DEXPERIENCE®** 解决方案的领导者，达索系统为企业和客户提供虚拟空间以模拟可持续创新。其全球领先的解决方案改变了产品在设计、生产和技术支持上的方式。达索系统的协作解决方案更是推动了社会创新，扩大了通过虚拟世界来改善真实世界的可能性。达索系统为140多个国家超过21万个不同行业、不同规模的客户带来价值。如欲了解更多信息，敬请访问：
www.3ds.com。

北京

地址：朝阳区建国路79号华贸中心
2号写字楼707-709室 100025
电话：010-65362345
传真：010-65989050

上海

地址：浦东新区陆家嘴环路1233号
汇亚大厦806-808室 200120
电话：021-38568129
传真：021-58889951

广州

地址：天河区珠江新城珠江江西路5号
国际金融中心2504单元 510623
电话：020-22139222
传真：020-23388206

成都

地址：武侯区人民南路四段三号来福士广场
写字楼2座17层1708室 610041
电话：028-65112803
传真：028-65112806

武汉

地址：武昌区中南路99号
武汉保利广场A座18楼 430071
电话：027-87119188

台北

地址：台北市105敦化北路167号
11楼B1区
电话：+ 886221755999
传真：+ 886227180287

E-mail: simulia.cn.support@3ds.com

