



3DEXPERIENCE®

SIMULIA 全线产品手册



Abaqus 统一的多物理场有限元仿真分析软件

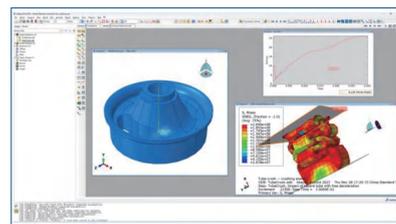
Abaqus是一款全面的有限元分析软件，适用于解决从简单线性到高度复杂的多物理场非线性工程问题。它包含广泛的单元类型和材料模型，能够高精度模拟金属、橡胶、高分子材料、复合材料、钢筋混凝土、可压缩超弹性泡沫材料以及土壤和岩石等多种工程材料。Abaqus在多物理场分析方面表现出色，能够精确求解结构力学、热传导及辐射、质量扩散、热电力耦合、声学、电磁力、岩土力学、压电效应和电化学等与力学相关的多种问题。

Abaqus以其卓越的非线性求解能力而闻名，这使得它在处理复杂工程问题时表现出色。Abaqus能够精确模拟这些非线性行为，包括材料的塑性变形、断裂、接触问题以及复杂的边界条件等。Abaqus软件包含有统一的前后处理界面--Abaqus/CAE，以及最常用到的求解器--Abaqus/Standard和Abaqus/Explicit，这些不同的求解器之间可以传递数据，以实现显隐式的联合仿真分析。目前最新版本均支持GPU加速，可进一步提高了仿真计算的速度。

Abaqus具有卓越的兼容性，支持导入多种CAD文件格式，如stp、igs、prt等，确保与主流设计软件的无缝对接。此外，它还能精确导入Auto CAD的DXF草图，强化了其在工程设计中的实用性。Abaqus的GUI基于Python开发，提供丰富的二次开发接口，可支持在Windows和Linux下通过Python或C++进行定制化扩展。目前最新版本已升级至Python3，提升了用户的开发体验，用户可利用各类丰富的外部Python库，进一步的提高仿真作业效率。

Abaqus/CAE

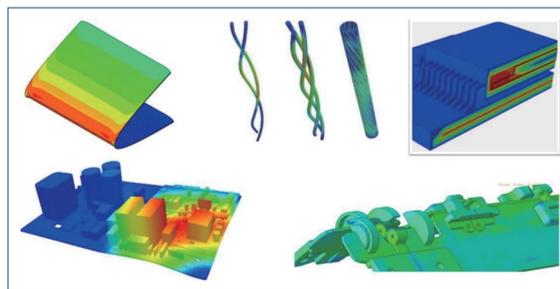
Abaqus/CAE作为高效的人机交互前后处理器，在统一的环境中可实现CAD建模、网格划分、材料赋值、载荷与边界定义、提交并监控计算过程、结果后处理分析等功能。在友好的操作界面下，初学者和资深用户都能快速并高效完成仿真任务。得益于它统一的工作界面，用户可以轻松地不同分析阶段间切换，从几何建模到结果评估，无需频繁切换工具，降低了操作失误率及时间消耗。



无与伦比的 Abaqus 求解器

► Abaqus/Standard

Abaqus/Standard是一款多功能的通用求解器，擅长处理从简单线性问题到复杂的多物理场非线性问题。它能够高效、精确地求解包括结构静力学、线性动力学、蠕变、热传导及辐射、质量扩散、声学等在内的各类专业问题，还能模拟热固、热电、电磁力、压电、声音等多物理场耦合问题。因此，它被用来模拟一系列实际工程问题，例如结构承载工况下大变形、强度及寿命问题、高低温湿环境下开裂失效问题，模态分析及线性振动响应问题，材料周期载荷工况下的疲劳问题，压电现象，电化学反应等。在进行非线性分析时，Abaqus/Standard能够自动调整收敛性标准和时间步长，确保求解结果的准确性。这种全面的能力使得Abaqus/Standard成为解决广泛工程问题的理想选择，特别是其求解三大非线性问题时的体验，在业内获得了用户们的广泛好评。

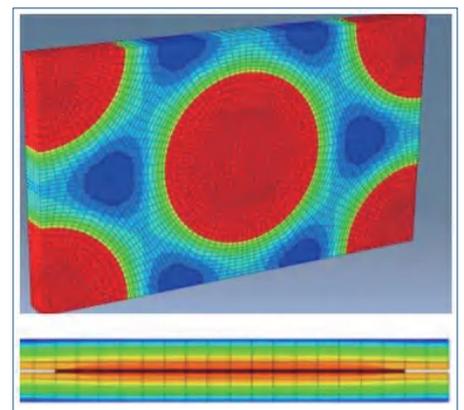
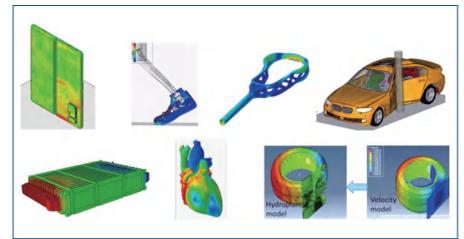


► Abaqus/Explicit

Abaqus/Explicit是一款强大的显式积分求解器，擅长高效、精确地模拟广泛的非线性动力学问题，在工程实践中也常用来分析准静态问题。它能进行完全耦合的瞬态--位移分析、声固耦合分析，以及电池充放电和热失控分析、退火过程分析和冲压成型分析等。

Abaqus/Explicit适用于分析瞬态动力学问题，被广泛应用于交通汽车、消费电子、航天航空、医疗器械等行业中。例如，它被广泛用来模拟手机在跌落时的行为，能够准确地计算出手机在跌落过程中的力学行为，这非常有利于提升手

机耐冲击可靠性验证的效率，从而更便捷地来优化手机品质。又比如，它同样也被用来模拟汽车整车及各类零部件的碰撞耐冲击性能，这对于评估汽车安全性能和结构完整性至关重要。特别是针对冲击跌落这类瞬态动力学过程中包括有强非线性行为时，Abaqus/Explicit不仅可以提供众多的非线性材料模型，还可以做出高效且准确的计算。这些优点使其成为解决非线性瞬态问题及准静态问题的理想工具。制造过程中的高温金属轧制和钣金冲压、螺钉锁附、装配变形、缓慢挤压等工艺过程也均适合用Abaqus/Explicit进行模拟分析。



► Abaqus/CEL

CEL(Coupled Eulerian-Lagrangian)是Abaqus中用于模拟流固耦合问题的技术。它结合了固定的Eulerian网格（描述流体）和随物体移动的Lagrangian单元。CEL通过定义网格和单元间的耦合区域及边界，如接触边界来模拟固体和液体界面的相互作用，类似轮胎涉水、洗衣机滚筒等场景均可使用这一技术进行模拟分析。

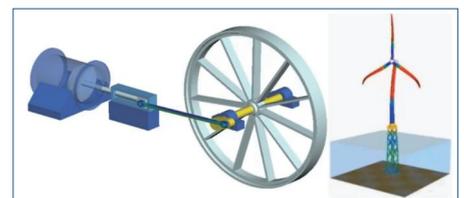
► Abaqus/Composite

Abaqus/Composite是Abaqus软件中的一个专注于复合材料的建模及分析的插件模块，用来模拟复合材料（层合板、夹层结构、三维编织材料等）在不同工程应用中的力学行为。通过Abaqus/Composite，工程师能够快速准确的构建复合材料模型并求解分析复合材料的性能，从而更快速地实现创新设计和材料选择优化，被广泛应用于航空航天、汽车、风电、体育器材等领域。

Abaqus 与 Simpack 的刚柔耦合

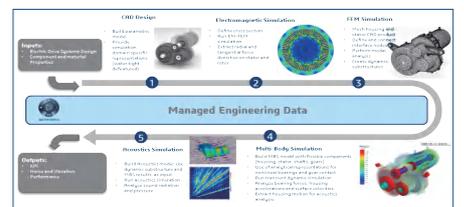
Abaqus与Simpack的刚柔耦合分析通常通过两者的接口进行联合仿真。用于研究刚体与柔性结构之间的相互作用。在许多实际工程应用中，刚性部件（如齿轮、轴、连接件等）与柔性结构（如薄板、框架或软性材料）共同工作，如何精确地模拟它们之间的相互作用是结构分析中的一个重要问题。Abaqus用于处理柔性结构的变形和响应，而Simpack则用于模拟刚性部件的运动和动力学行为。

通过这种刚柔耦合分析，工程师能够更准确地预测和优化系统的整体性能，尤其是在多刚体系统与柔性结构相互作用的复杂问题中。例如，在汽车碰撞测试、风机叶片动态承载、机械传动系统、航空航天器的动力学分析等领域，Abaqus与Simpack的结合可以有效提高仿真计算的效率和准确性。



Abaqus 与 Wave6 耦合声学

Abaqus和Wave6的耦合声学分析，为用户提供完整的振动声学分析流程，可以考虑产品结构振动引起的噪声辐射和声传播问题，帮助用户提升产品声学指标，优化声学包设计。Wave6支持直接导入Abaqus创建到的有限元分析模型，来进一步构建声学分析模型；Abaqus计算得到的结构模态或结构振动结果，可以通过输出原生odb文件导入到Wave6中，进行由于结构表面振动引起的声辐射和声传播分析以及声学贡献量的分析。



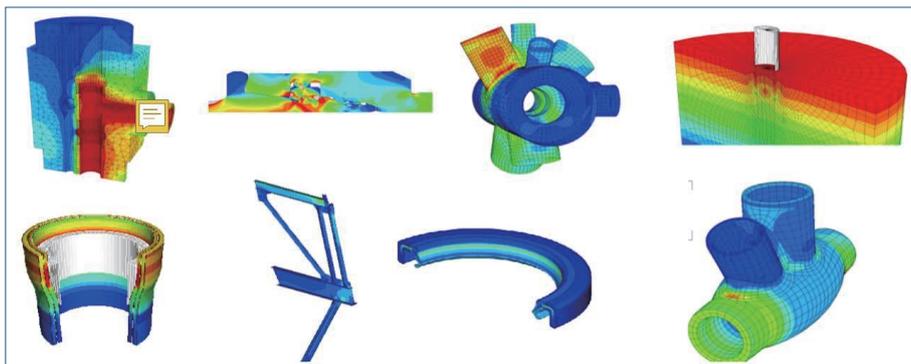
其他模块

▶ Abaqus/Design

Abaqus/Design是一个可选择的附加产品，用于设计灵敏度(DSA)。设计灵敏度用于预测设计发生变化时对结构响应产生的变化。

▶ Abaqus/Aqua

Abaqus/Aqua是另一个可选择的附加产品，是用于海洋工程。它包括海洋平台和立管分析，J管道拉伸模拟，基座弯曲计算和漂浮结构研究。稳态水流和波浪效果模拟可以实现对结构加载，漂浮和流体惯性加载，对于在流体表面以上的结构还可以实现风力加载。



▶ Abaqus/Foundation

Abaqus/Foundation提供了Abaqus/Standard中线性静态和动态分析的功能，同时提供了更为经济的价格选项。

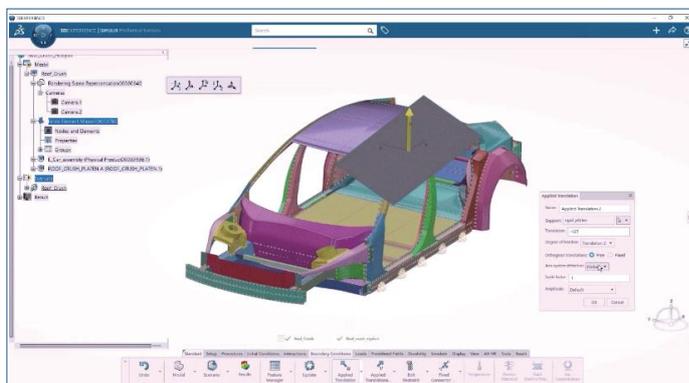
▶ CAD 模型接口--CATIA、SOLIDWORKS、I-DEAS NX、Pro/E、Parasolid

Abaqus/CAE提供众多主流CAD软件的几何模型导入接口，借助这些接口模块，用户可以直接导入各主流原生格式的几何模型进行清理等前处理工作，这将能够尽可能的减少使用中间格式转换再导入带来的信息丢失及几何误差，最真实的还原用户的几何模型。

另外Abaqus/CAE中还提供插件模块将网格模型逆向生成sat几何模型，帮助用户更快的将网格数据复现成CAD设计数模。

▶ Abaqus Power'By 3DEXPERIENCE

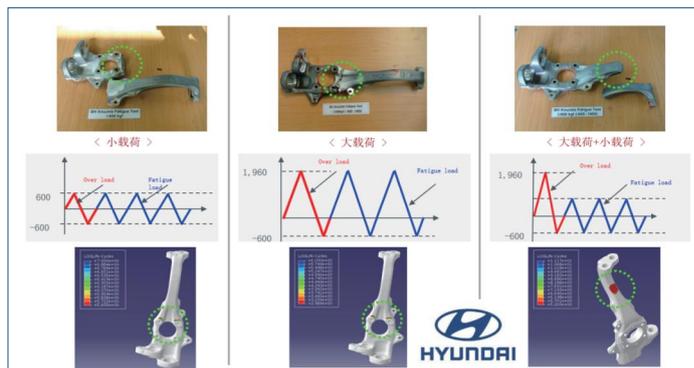
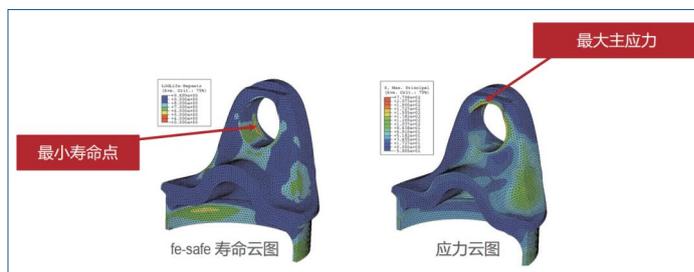
Power'By技术可将Abaqus等传统工具软件集成到达索系统新一代3DEXPERIENCE®平台，以实现数据的统一管理及协作应用。这样不仅保留了Abaqus软件的独立使用体验，还能够最大化的拉通与3DEXPERIENCE®平台之间的数模进行协同作业。同时，最新的统一类型的许可证，允许Abaqus等工具软件的求解器与3DEXPERIENCE®平台的求解器之间共享使用，保障了用户投资收益的连续性及应用广泛性。



fe-safe 专业疲劳寿命分析软件

fe-safe采用世界上最先进的疲劳分析技术，是一款拥有丰富疲劳损伤算法、全面材料库，并且操作简便的耐久性疲劳分析软件。由于fe-safe疲劳算法基于海量的工程实践，另外客户的反馈也表明，fe-safe可给出准确的危险点和疲劳寿命预测。

与传统的疲劳算法不同，fe-safe能够敏锐的计算出相同当量的载荷，由于加载顺序不同对结构疲劳寿命的影响；另外fe-safe包含复杂的多轴疲劳算法，能够精确计算出疲劳破坏最先发生的位置往往不是最大主应力所在位置。fe-safe提供了不同于传统的疲劳分析方法，有着最先进的疲劳寿命计算解决方案。



fe-safe 最大的特点

功能最全面

全球疲劳分析技术领导者，疲劳分析功能全面，包含多个疲劳分析模块和算法；

计算准确度高

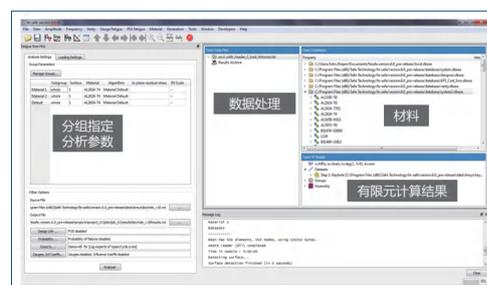
基于高级多轴应变算法，据大量客户反馈：计算结果同实验高度一致；

易用性和可扩展性

操作界面简单应用，上手极快，同时能够基于宏脚本进行界面定制以及仿真自动化功能开发。

计算效率高

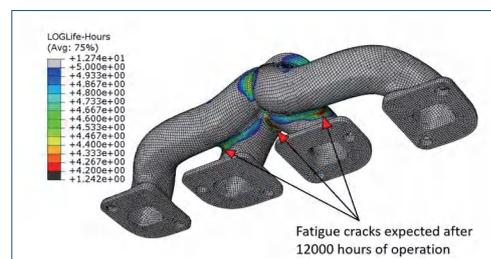
支持分布式并行计算，支持多核并行，大大提高计算效率；



全面和先进的疲劳分析功能

- 高级、高精度的多轴疲劳算法
- 橡胶材料疲劳分析
- 焊缝、点焊疲劳分析
- 铸铁疲劳
- 时域、频域振动疲劳
- TCD(Theory of Critical Distances)算法
- 无限寿命方法
- FKM规范算法
- DTMF热机疲劳分析

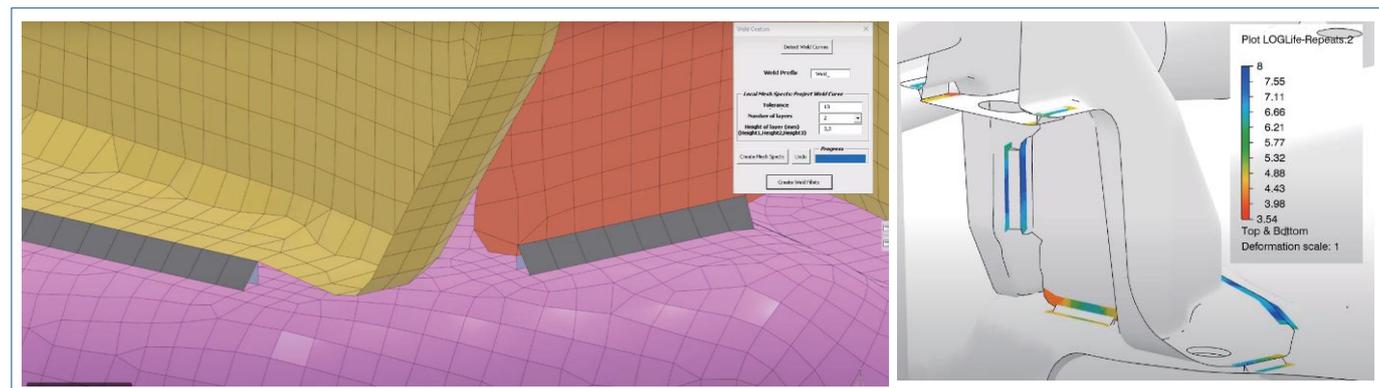
fe-safe2024版本新增功能，该方法源自德国Fraunhofer Institute，能够考虑疲劳、蠕变和氧化损伤。和传统的热机疲劳唯象方法不同，DTMF方法基于断裂力学（微裂纹扩展），具有物理机理明确、需要的疲劳相关参数较少等优势。



特殊模块

► fe-safe/Verity 模块

此模块为焊缝、焊点疲劳分析模块。Verity基于原Safe Technology公司和Battelle Institute合作开发的结构应力法(SSM)，该方法可以规避通常疲劳分析中令人困扰的网格敏感性问题，使用此方法工程师可以准确预测焊点和焊接结构的破坏位置和疲劳寿命，界面设置简单。



► fe-safe/Rubber 模块

橡胶结构的疲劳特性日益受到关注。由于橡胶独特的微观链状结构，因此对于橡胶需要用独特的分析方法：基于有限元分析结果，利用实测的橡胶材料裂纹扩展特性（裂纹扩展速率和撕裂能关系），计算橡胶件的多轴疲劳寿命，而且能同时考虑温度和环境等因素对橡胶疲劳寿命的影响。



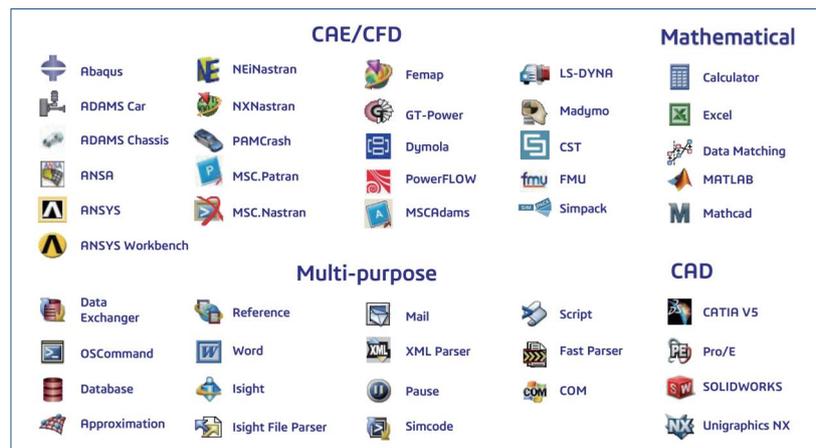
Isight 多学科多目标优化设计

仿真流程自动化和设计优化解决方案--在大幅提高产品性能、质量和可靠性的同时显著缩短设计周期、降低产品成本

Isight是一个仿真分析流程自动化和多学科多目标优化工具，它提供了一个可视化的灵活的仿真流程搭建平台，同时提供与多种主流CAE、CFD分析工具的专用接口，利用此工具，用户可以方便的以拖拽的方式可视化的快速建立复杂的仿真分析流程，设定和修改设计变量以及设计目标，自动进行多次分析循环。同时提供了试验设计、优化方法、近似模型和六西格玛设计等一套完整的优化策略包，来帮助用户深入全面的了解产品的设计空间，明晰设计变量与设计目标之间的关系，进而实现多学科多目标优化设计。

丰富成熟的第三方软件接口与开放的集成平台

提供包括仿真工具如Abaqus、ADAMS、Nastran、ANSYS、CST、Simpack、PowerFLOW等，CAD工具如CATIA、UG、Pro/E、SOLIDWORKS等，还有MATLAB、Excel、Mathcad等众多工程分析中经常使用的相关工具。同时也提供通用接口Simcode与企业自有的特殊工具软件或自编程序集成。Isight提供的Component如下图所示：

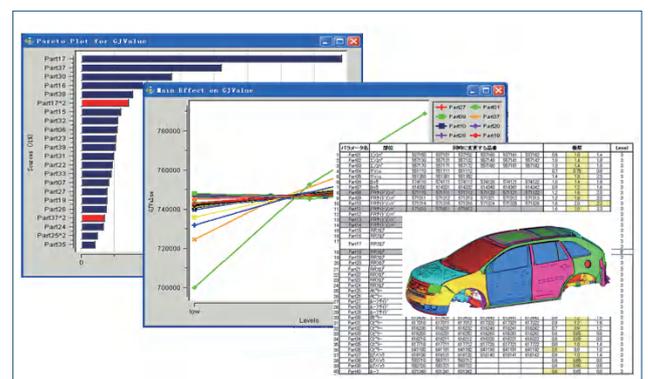


Isight 提供了完整而先进的优化技术包, 包括试验设计、优化设计、近似模型和质量工程, 使工程师能够全面深入的了解产品的设计空间。

► 试验设计 (DOE)

包括：中心复合法、全因子法、部分因子法、Box-Behnken法、拉丁超立方方法、优化拉丁超立方方法、正交数组法、自适应技术、Sobol序列技术、Python DOE技术、数据文件和参数研究法以及用户自定义的数据文件。

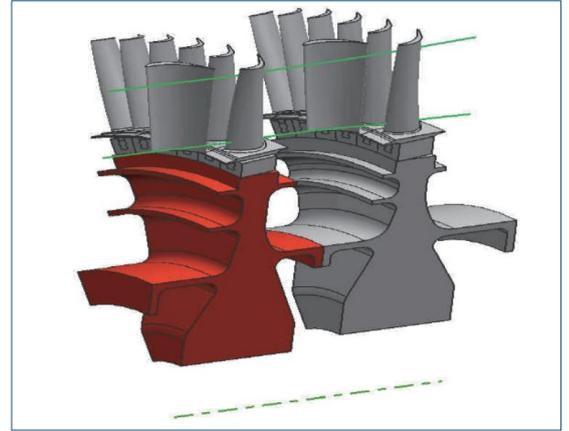
帮助用户了解和评估各个设计变量对设计响应的影响，便于进行设计参数的筛选以减少优化问题规模。



通过Isight DOE分析，丰田汽车在白车身减重中可以了解哪些设计变量是影响设计目标的主要因素，以及变量与目标之间的变化关系。

► 优化设计

提供适应于不同类型优化问题的多种优化算法，包括数值优化算法，全局探索的算法，多目标算法等。具体包括：Hook-Jeeves模式搜索法，简约下降梯度法LSGRG2，序列二次规划法NLPQLP，修正可行方向法MMFD，下山单纯型法Downhill Simplex，整数规划法MOST，满应力法Stress Ratio Optimize，混合整型序列二次规划法MISQP，自适应DOE法，多岛遗传算法MIGA，自适应的模拟退火法ASA，进化算法Evol，邻域培养遗传算法NCGA，第二代非劣遗传算法NSGA-II，基于存档的微遗传算法AMGA，多目标粒子群法Particle Swarm，全智能优化器Pointer和Pointer2。并支持组合优化策略，实现从全局到局部的优化策略，取长补短，全局探索，局部加速收敛。

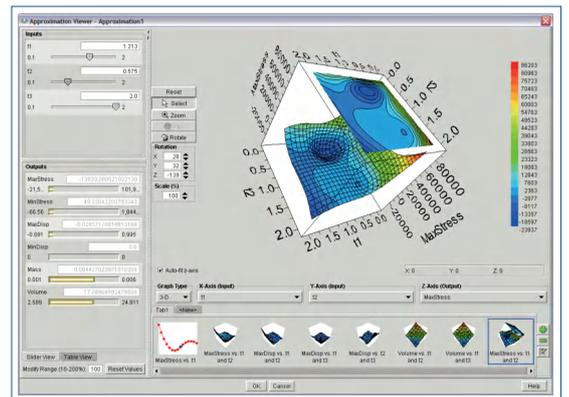


Rolls-Royce发动机公司，利用Isight在欧盟的VIVACE项目中对航空发动机叶片进行多学科优化分析。

► 近似模型

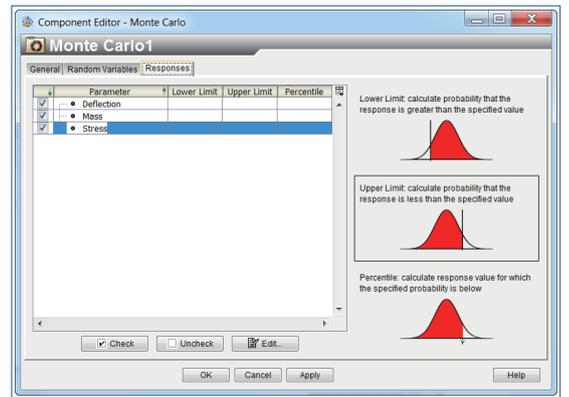
针对单个仿真时间比较长的问题，提供了近似模型，它是一种数学模型，能够近似模拟一组输入（独立设计变量）和输出（响应）之间的关系；可以帮助用户代替耗时的精准仿真的计算费用，可以与多种策略进行任意组合。

提供的近似模型包括：响应面模型(RSM)、正交多项式模型、Kriging模型、Universal Kriging模型，径向基和椭球神经网络模型，基于近似模型的优化内外循环控制。



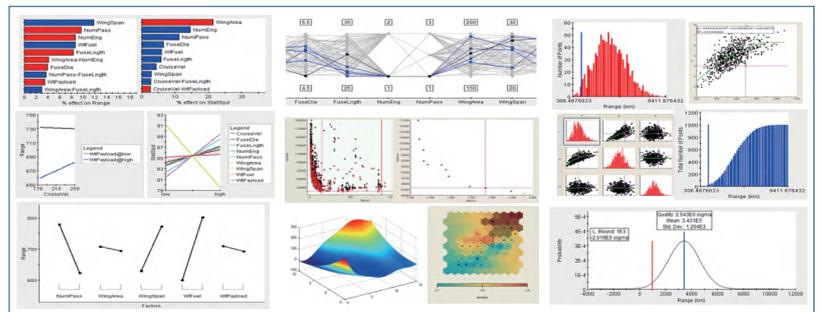
► 质量工程

质量工程帮助设计人员搜寻不仅理论上可行，而且实际上（存在随机波动）也同样可行的设计方案。提供的质量工程方法主要包括：蒙特卡罗模拟，可以评估设计的稳健与可靠程度；SDI方法，可以提高设计的可靠度；田口方法(Taguchi)，可以提高设计的稳健程度；面向六西格玛的设计(DFSS)更是世界质量工程设计中的标准性设计方法。



► 丰富的优化后处理工具

Isight提供一系列专业的后处理工具帮助用户对优化迭代历史进行监控，可以自动生成实验设计、优化的各种后处理图表，如主效应图、Pareto贡献率图；提供虚拟现实的可视化近似模型；也提供数据挖掘工具EDM对优化设计数据进行筛选过滤，可以进行多目标权衡分析，生成多目标优化的帕累托非劣解集等。



实验设计确认关键参数

多方案权衡选择最优方案

可靠性稳健性评估与优化

Tosca Structure & Tosca Fluid & Tosca EMAG 非参数优化解决方案

Tosca提供结构拓扑优化、形状优化、起筋优化、尺寸优化、流体内流道拓扑优化、电磁拓扑优化和形状优化等优化设计求解器，并且Tosca兼容主流结构有限元软件、疲劳寿命分析软件、计算流体动力学软件，以及电磁仿真软件的求解器。

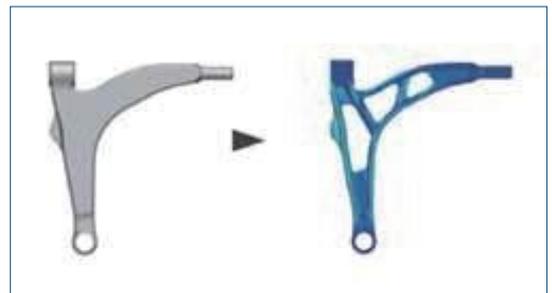
Tosca 功能模块

Tosca软件是国际上处于领先地位的非参数优化设计软件，目前已广泛应用于汽车、航空航天、高科技、工业装备等众多领域。在产品概念和详细设计阶段，Tosca提供前所未有的杰出优化解决方案，促进产品性能提升，降本增效，方案创新，轻量化，缩短产品研发周期。Tosca结构优化支持几何、接触、材料非线性，以及疲劳特性优化。最终优化计算结果能转化为CAD几何面。Tosca具备控制法和敏度法，多种材料插值技术，能高效处理超大模型的优化，具备多工况、多模型优化能力；支持Abaqus/CAE、AnsysWorkbench、ANSA、Tosca.Gui作为前处理进行优化问题定义；结构优化支持Abaqus、ANSYS、MSC.Nastran等众多主流有限元求解器，支持Ncode、Femfat、fe-safe等众多疲劳寿命分析求解器。流体拓扑优化支持Fluent和StarCCM+。电磁拓扑和形状优化支持CST。Tosca优化求解模块包括Tosca Structure.Topology（结构拓扑优化）、Tosca Structure.Shape（结构形状优化）、Tosca Structure.Bead（结构起筋优化）、Tosca Structure.Sizing（结构尺寸优化）、Tosca Structure.Thermal（结构热拓扑优化）、Tosca.Nonlinear（非线性优化）、Tosca.Durability（疲劳耐久优化）、Tosca.Fluid（流体拓扑优化）、Tosca.Emag（电磁拓扑和形状优化）、Tosca Structure.Smooth（结果光滑）等模块。

► Tosca 结构拓扑优化

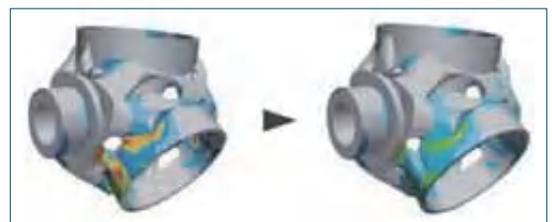
Tosca Structure的Topology模块通过在给定的设计空间，满足指定加载工况和边界条件进行优化计算，得到最优设计。可帮助客户显著缩短设计时间、提供更高水准的设计、节省材料，减轻重量。

Tosca拓扑优化支持的约束或目标包括：刚度（柔度或位移）、固有频率、内力或反力、应力、重量和体积、质心和惯量等。Tosca也支持在拓扑优化中施加一系列的制造约束，如：冻结区域、最大和最小路径、拔模约束、模式重复、空洞控制、对称约束、增材制造、筋条设计、铣削控制等。



► Tosca 结构形状优化

Tosca Structure的Shape模块主要用于详细设计阶段，此时结构的总体布局或多或少已经固定，只允许轻微的变化。Tosca结构形状优化的设计变量通常是部件的外表面几何，能够高效进行百万量级以上网格数量的形状优化，设计目标往往是应力分布更加均匀、提升刚度、提升固有频率、提升疲劳耐久性能。Tosca形状优化支持网格平顺，在形状优化过程中，确保网格质量满足一定要求。



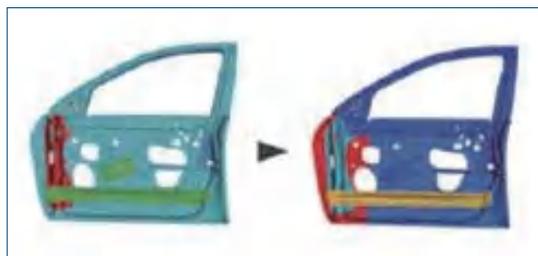
► Tosca 结构起筋优化

Tosca Structure的Bead模块用于优化板壳结构中加强筋的位置和方向，通过在钣金结构中添加加强筋，能够提升钣金件的刚度、动力学特性、疲劳寿命。使用Bead模块，往往只需2-3次求解迭代即可完成复杂模型清晰的加强筋布局优化。



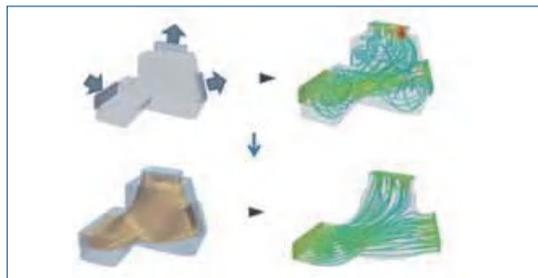
► Tosca 结构尺寸优化

Tosca Structure的Sizing模块能够完成厚度优化，模块通过参数自动调节，如改变壳的厚度参数，从而改善结构的特性，如增加刚度的同时降低设计重量，减小局部应力，提高振动频率等。Sizing求解器允许将每一个壳单元厚度作为设计变量实现自由尺寸优化，也可将一组壳单元厚度作为一个设计变量进行优化，以保证一个指定的设计区域厚度能同时变化，以保证优化结果最终能通过制造实现。



► Tosca 流体拓扑优化

Tosca.Fluid拓扑优化主要用于一个特定设计空间，进行流道的拓扑优化设计，实现最低的压力损失，尽可能避免回流现象，支持内流、稳态、单相流；同时Fluid也可以用于降低出入口压力差、平衡两个出口流速、声压优化等。流场优化Tosca.Fluid可以与目前主流的CFD工具集成，一次CFD运行即可进行优化，拥有非常易用的GUI界面。



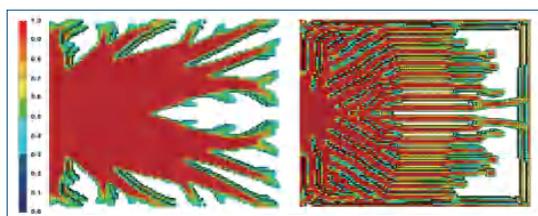
► Tosca 结构非线性优化

Tosca结构优化支持接触、几何、材料非线性，结合Abaqus或ANSYS求解器，Tosca可以应对复杂的非线性优化收敛性问题，包括优化过程中接触状态的变化，结构刚度变化引起的几何非线性，塑性和超弹性材料，各向异性材料模型。Tosca+Abaqus隐式动力学方法，可以很好的应对结构非线性屈曲优化。基于Tosca控制法，支持结构显式动力学的拓扑和形状优化。

1. 几何非线性		NLGEOM=YES (基于Abaqus开启的方法)
2. 接触		滑移 摩擦 罚函数/拉格朗日
3. 材料本构模型		设计区域和非设计区域

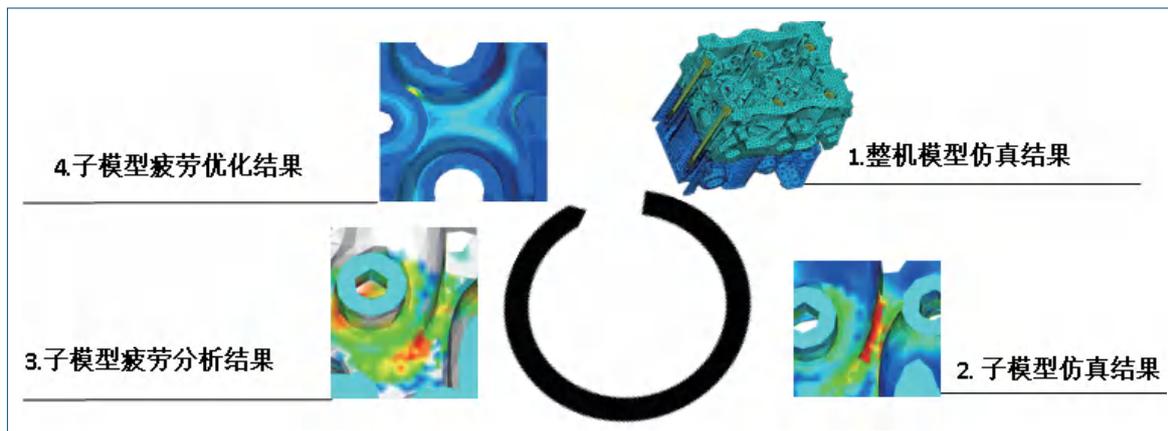
► Tosca 结构热拓扑优化

Tosca Structure的Thermal模块可以考虑热拓扑优化，支持Abaqus稳态热传递分析步，可以考虑热传导和对流。支持热柔度、温度、内部热流、反通量等优化响应。对于对流边界条件，Tosca会自动缩放定义在外面的对流边界条件，在每个迭代步，更新对流表面位置。



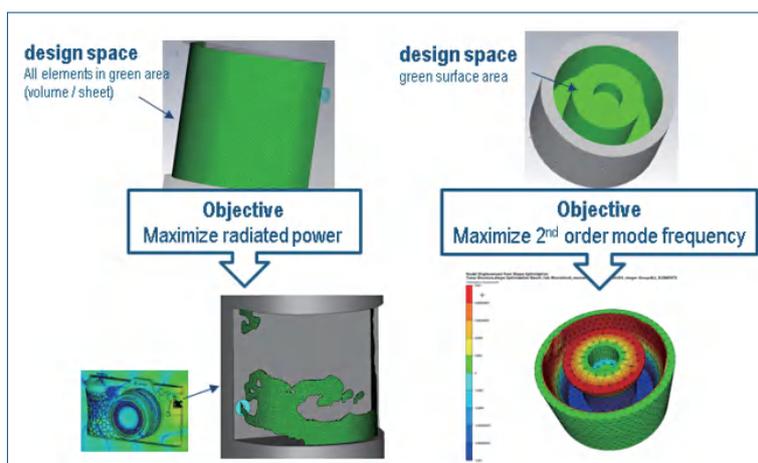
► Tosca + Abaqus + fe-safe 疲劳耐久优化

缸盖分析模型网格、节点数太大，非线性因素较多，分析工况较复杂等，因此直接对整个模型进行优化仿真效率很低。利用Tosca的Shape优化功能，结合Abaqus的子模型技术、fe-safe的热疲劳分析功能，可快速对缸盖进行联合优化，实现三个软件之间自动优化循环，不仅能提高缸盖的疲劳寿命，而且减少大量研发时间。



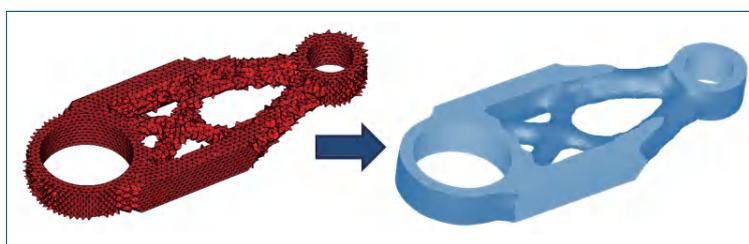
► Tosca 电磁拓扑和形状优化

Tosca电磁拓扑和形状优化时，调用著名的CST软件进行电磁仿真求解。



► Tosca 优化结果光顺

Tosca Structure的Smooth模块可以对优化结果进行光顺，以便进行后续的几何重构。



Simpack 专家级多体动力学仿真分析软件

Simpack是专家级机电系统运动学/动力学仿真分析软件，是世界上第一款采用完全递归算法、利用相对坐标系建立模型的多体动力学软件。Simpack软件可以用来仿真模拟现实世界中任何的机械/机电系统，从仅有几个自由度的简单系统到复杂系统，如电驱动、汽车、机车、风电等，都能利用Simpack软件进行仿真分析。可以应用到产品概念设计、详细设计、试验研究、故障诊断以及产品维护的全生命周期内。主要应用领域包括：汽车、铁路、风电、航空航天、通用装备等。



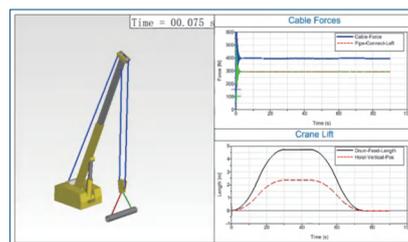
Simpack 主要特点

- 先进的求解器解算技术，具有求解速度快、适应性强、稳定性好、精度高等特点
- 卓越的高频NVH分析能力，高达声学级别
- 专业的传动系建模和仿真功能，分析传动系在真实工况下的瞬态特性和NVH性能
- 先进的实时仿真功能，支持硬件在环(HiL)、软件在环(SiL)和人在环(MiL)
- 提供丰富行业经验的专业化模块，例如汽车、发动机、铁路、风电和传动系等



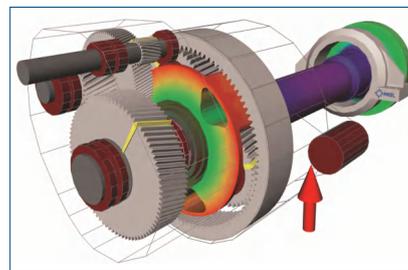
运动学和动力学分析

运动学/动力学分析是Simpack软件的核心功能，其它专业模块和解决方案都是建立在运动学/动力学模块的基础上。Simpack基础功能包含前处理、求解器和后处理。Simpack能进行运动学、动力学、特征值、线性系统分析、平衡分析、预载荷分析、阶次分析、工作变形分析等多种分析。核心的递归算法保证了求解的稳定性、可靠性以及高效性。



刚柔耦合分析

Simpack具有与主流通用有限元软件的双向数据传递功能。Simpack在刚柔耦合动力学模型的求解上，仿真速度快，且具有很高的稳定性和可靠性。并提供与疲劳分析软件的直接接口，用于疲劳耐久性的快速分析。Simpack还支持Abaqus非线性几何缩减，并具有和Abaqus的联合仿真功能，用于更精确的刚柔耦合分析。



实时仿真

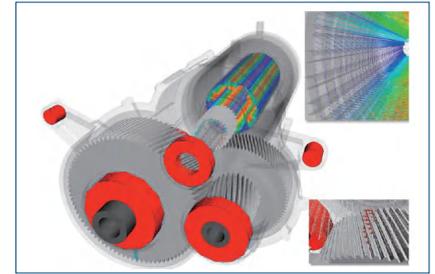
Simpack实时仿真模块是全新一代的实时仿真工具，具有跨越实时硬件系统及操作环境、支持并行计算、高效利用处理器强大性能等特点。不需要输出模型或者代码，直接利用Simpack所创建的多体动力学模型即可用于实时仿真。同时解决了实时仿真中计算速度、硬件更新等诸多问题，为3D多体动力学模型实时仿真的大规模应用奠定了基础。应用范围包括：硬件在环、软件在环和人员在环，驾驶模拟器、台架试验台、主动安全和高级驾驶员辅助系统测试等。

	模型精度	可获取目标	自由度
其它方案	查找表模型 简单的部件模型	低频模型测试 (静态悬挂)	<20
SIMULIA	高精度部件模型	模型相关性可达高频 虚拟部件分析和测试	>200

传动系分析

Simpack Drivetrain传动系统分析方案含有齿轮、花键、电机、滚动轴承、滑动轴承、链传动、带传动和绳索传动等建模工具，能对风电、车辆、机械装备、航空航天等行业中的传动系进行详细建模并进行仿真，获得传动系的瞬态动态特性以及NVH特性，尤其能获得真实工况下的传动系特性，全面评估传动系性能并优化。

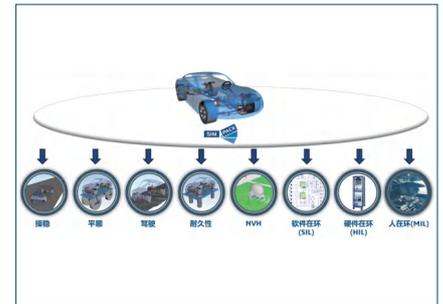
Simpack提供专业的电驱动产品建模和分析方案，能对电驱进行瞬态分析，并能分析齿轮、轴承以及电磁力对电驱产品性能的影响。



汽车分析

Simpack Automotive主要用于汽车整车的动力学分析、性能评估和优化，以及零部件性能分析。Simpack含有专业的建模元件，能建立详细的汽车零部件和整车模型，以及各种分析工况。Simpack Automotive模型采用开放式数据结构，能方便地建立乘用车、商用车和摩托车等车辆的动力学模型。

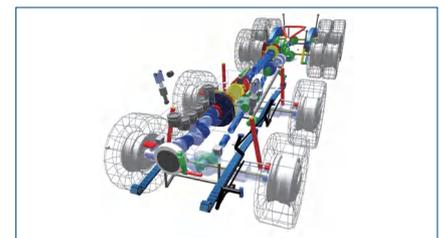
Simpack Automotive应用在从低频到高频、从小幅度到大幅度运动领域内几乎所有的车辆动力学分析。使用同一个Simpack车辆多体模型，能应用在全部的动力学分析领域，使得Simpack Automotive成为汽车制造商企业级的多体仿真平台。



发动机分析

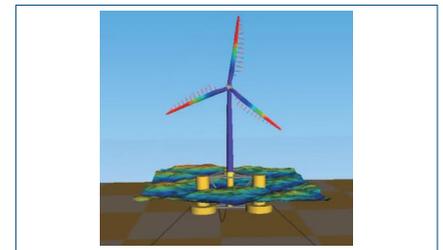
Simpack Engine包含链传动、HLA模块、动态弹簧、气缸力等模块，利用这些模块，能建立发动机曲轴系统、配气机构、正时机构以及发动机整机的详细模型，也能建立非标机构，适用于所有型号的发动机多体动力学仿真分析。

利用Simpack Engine，可以建立混合动力汽车(HEV)传动系的整体模型，分析混动传动系的动态特性以及NVH性能。



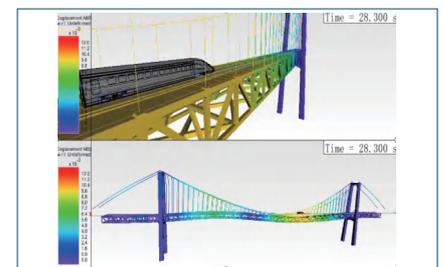
风电分析

使用Simpack Wind可以建立风电的齿轮箱和整机模型，包括塔筒、机舱、轮毂、叶片等。叶片支持线性和非线性两种类型；气动接口支持AeroDyn和AeroModule；液动接口支持HydroDyn，并具有MAP接口用于漂浮式海上风电仿真；风电控制器支持Bladed style DLL、MATLAB等。主要应用有：传动链振动分析、载荷分析、整机动态性能仿真、控制策略优化分析、变桨和偏航分析、动应力和疲劳分析、硬件在环实时仿真系统等。Simpack Wind是风电行业应用最广、客户最多的多体仿真软件。



铁路分析

Simpack Rail铁路解决方案是针对轨道-车辆动力学仿真开发的专用模块，能进行铁路行业涉及的全部动力学分析，高效地评估并优化轨道和车辆之间的动力学性能。Simpack Rail能建立车桥耦合模型，对轨道车辆以设计时速经过该桥梁工况进行仿真，评估车桥耦合系统的安全性和舒适性。Simpack还能用于磁浮列车、单轨列车的动力学分析。Simpack是全球轨道车辆行业动力学分析领域的领导者，在全球范围拥有广泛的用户群。



设计 CAE

集成在 CATIA V5 的设计 CAE 一体化平台，快速优化产品性能

产品研发的挑战

全球化的竞争要求产品的性能要更好制造、要更快速、成本要更低，但不能以牺牲产品的品质为前提。为了满足这种挑战，很多企业已经采用了计算机辅助工程(CAE)技术来减少产品物理样机以降低成本、缩短整个产品开发周期和改善产品性能。然而，传统的CAE工具主要在开发周期的末期,被少数的高学历人才在使用，这样大大限制了CAE在设计过程中的作用。

对CAE来说，要想在产品开发过程中发挥积极的影响，就需要及早地在设计阶段使用，并且让设计工程师能快速和可靠地开发出不同的设计方案。这就需要有一个很容易使用并且聚焦在设计工程师的需求上的CAD/CAE的集成环境。

强大的竞争优势

为了满足这种挑战，SIMULIA提供了在CATIA设计环境中的真实模拟功能。设计师能够使用自己熟悉的CATIA用户界面来对他们主要的模型在CATIA里面直接进行分析。由于没有几何形状的传递和转换，数据完整性得到保证。从简单的零部件到复杂的装配体，CATIA Analysis集成式功能可以快速地进行设计分析的循环迭代。由于CATIA Analysis利用了CATIA V5的基于知识工程的构架，可以很容易地基于产品的性能特征和分析结果进行优化设计。其无法抗拒的易用性使得CATIA Analysis特别适合设计师来考察自己设计的尺寸的准确性和快速评估产品的真实性能。

满足所有用户需求性能

- **设计师：**利用分析来设置部件尺寸，并确保设计能在第一时间内完成
- **分析师：**执行虚拟测试来评估设计的性能是否将满足要求
- **方法开发师：**开发标准分析的方法，然后给设计师提供这些方法使用模板和知识工程

为什么选择 CATIA CAE ?

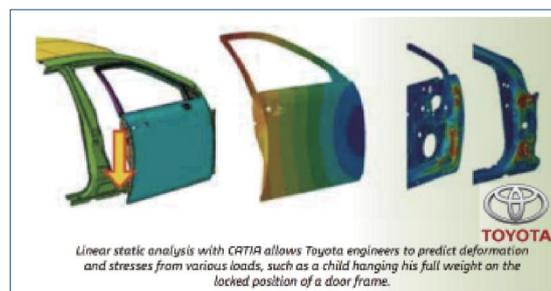
CATIA Analysis允许使用CATIA的设计师们利用分析技术的功能来进行评估和改善他们的设计。同时也给工程分析师们提供了创建复杂有限元模型的技术，并且保持了用CATIA创建的主设计的几何关联性，因此避免了时间浪费和几何模型转换过程中的易于产生的错误。

“使用CATIA Analysis，一个设计师而不是分析专家，现在能够对汽车传动箱--变速齿轮装配体进行分析。在过去，这样的分析只有出现严重问题需要设计修改的时候才会出现。然而，今天随着不断进步的CAE工具，传动箱--齿轮装配体的所有分析工况可以在30分钟内设定好。”

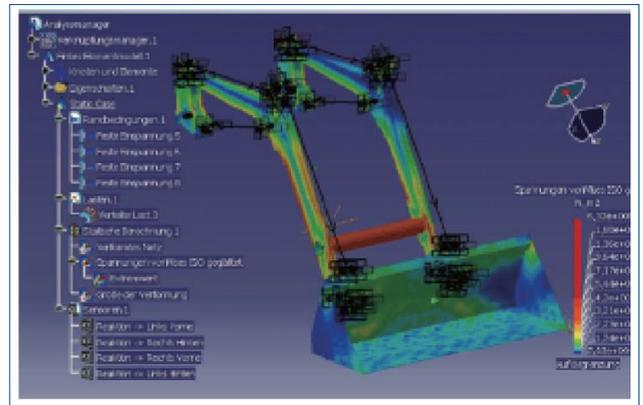
——内田孝尚博士，本田技术研究所四轮开发中心CATIA大项目的领导者，日本“设计CAE的先驱之一”

特征和优越性：

- 友好的使用环境
- 快速的设计--分析循环
- 多学科的协同
- 基于知识工程的优化
- 被业界证明了的解决方案

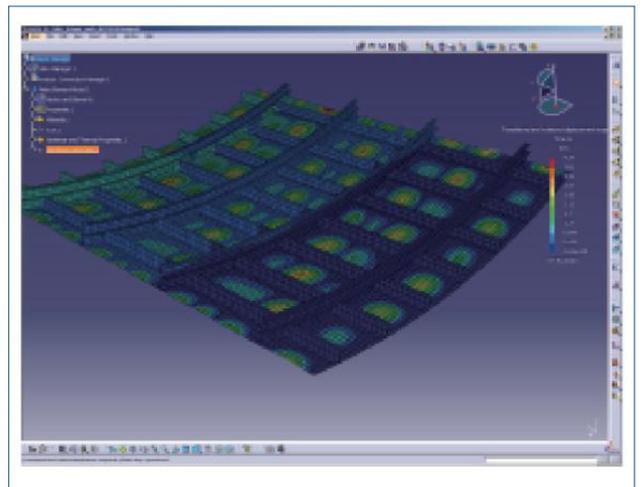


CATIA Analysis给设计师和分析师们提供了一个直观的能满足不同需求的用户界面。其用户界面是CATIA里的自然延伸，因此对CATIA用户来说就很容易用。CATIA用户们可以在数字样机(DMU)环境中快速的预览设计特征来获得他们设计的真实的机械性能。CATIA V5工具和环境--对所有CATIA的模块，包括Abaqus for CATIA和其他合作伙伴的解决方案，都是共用的。



快速的设计 -- 分析循环

CATIA Analysis作为CATIA的一部分，分析的定义是零部件和装配体设计定义的延伸，是直接定义在CATIA几何上面的。因此，可以很简单和方便地来进行分析以便帮助设计部件的尺寸和比较不同设计的性能。设计变更的影响能够通过快速自动的更新来进行评估。设计师在用CATIA Analysis时自然地将分析作为他们的设计过程的一部分，使得他们可以更好地了解自己的设计以及改善所设计产品的性能，以便在产品设计的初期提高设计的品质。

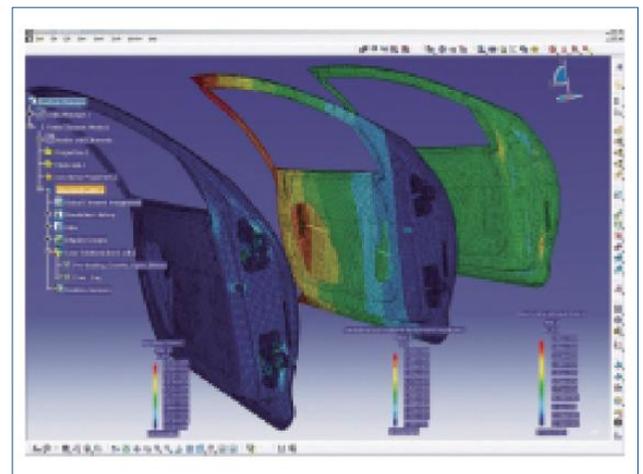


多学科协同

CATIA Analysis支持并行功能，允许用户紧密的工作和避免返工。由于设计师和分析师使用的是同一个环境，他们可以进行协同，避免不必要数据转换、返工和维修。对设计师们日常例行的可以标准化的分析工作，CATIA Analysis的分析环境使得方法开发者可以创建自动化分析的模板。

基于知识工程的优化

CATIA Analysis活用CATIA基于知识工程的构架，通过利用和部件设计相关的知识工程的定义，可以对设计方便地进行优化。结合分析特征的再利用和基于知识工程的规则和检查的应用，可以确保遵循了企业内部的最佳实践。通过使用了知识工程的模板把标准分析过程自动化以后,极大的提高了设计-分析过程的效率。



被业界证明了的行业解决方案

CATIA Analysis求解器的速度经常会让设计师和那些熟悉其他分析求解器的仿真专家感到吃惊。创建有限元模型、计算和展示结果的时间常常只需要几分钟。稳健的、内嵌的有限元求解器和网格生成器很好地平衡了速度和精度的矛盾。自适应网格功能自动调整了网格使得不需要浪费额外人力调整网格的时间，获得准确结果成为可能。

CATIA V5 CAE 产品

► Workbench -- 创成式结构分析

- 创成式零部件结构分析(GPS)：针对单一零部件进行创成式的应力和固有振动分析
- 创成式装配体结构分析(GAS)：针对混合装配体的应力和固有振动分析
- 创成式动力学分析(GDY)：创成式结构动力学响应分析，进行频率响应分析和瞬态响应分析
- 非线性结构分析(ANL)：利用Abaqus技术进行基础非线性结构分析
- 热分析(ATH)：利用Abaqus技术进行的热分析模块

► Workbench -- 高级网格划分工具

- 高级壳网格划分器(FMS)：用来生成相关壳网格的高级选项
- 高级实体网格划分器(FMD)：用来生成相关实体网格的高级选项
- 基于规则的网格划分器(RBM)：可以大规模的生产高质量的壳网格

► CATIA V5 CAE 功能：

- 零部件和混合装配体（例如实体、面和线框模型）的线性应力分析
- 瞬态和频率动态响应分析
- 接触分析
- 屈曲分析
- 热-机耦合分析
- 模态分析
- 大装配级的装配体分析
- 多个分析模型的装配
- 热分析
- 非线性分析
- 热应力分析

SPDM 先进的 V+R 验证数据及流程管理平台

SIMULIA SPDM是基于达索系统先进的3DEXPERIENCE®平台构建的面向仿真和试验的数字化协同管理平台。SPDM同时支持B/S和C/S两种架构应用，通过C/S客户端构建多层次、多工具、复杂的仿真分析流程或试验数据处理流程，利用B/S架构的浏览器执行仿真和试验流程，实现多人、多地理位置的协同验证闭环。

平台功能由验证能力库、验证规划、任务管理、模型管理、验证执行、数据管理和应用六大部分，以及基于3DEXPERIENCE®体验平台底座的协同架构组成，其架构和能力范围如下图（左）所示，其涵盖业务逻辑闭环如下图（右）所示。



► 验证能力库

验证能力库是企业构建仿真与试验知识体系的核心模块，主要通过性能指标库、流程模板库、报告自动化模板库、结构化数据知识库、验证任务库五大核心库管理构建SPDM平台的智能引擎。

验证任务库将性能指标库，流程模板库，报告自动化模板库，结构化数据知识库有效整合在一起，如下图（左）所示。

流程构建引擎是流程模板库的关键核心功能，是知识积累和重用的核心基础。其功能包括：流程构建、工具集成、流程模板化、多学科优化算法、流程自动化等功能；流程构建引擎还包含丰富的组件支持商业软件，自研软件，脚本等，具备足够的开放性；其中设计探索组件支持DOE、优化、蒙特卡罗、可靠性分析等多种算法；此外除了基础组件，流程构建引擎还支持将已搭建流程整体或部分封装成库，进一步加强复用，提高效率，如下图（中）所示。

流程构建引擎具备完整的多学科优化能力且具备基于平台的协同能力，可单独作为多学科优化平台来使用。

流程模板引擎是进一步降低流程使用复杂度的所见即所得的WEB界面构建工具，可以为流程模板构建简化的向导式操作页面，为仿真工程师和设计工程师提供简洁的操作，如下图（右）所示。



报告自动化模板库可支持基于markdown，Python，pptx模板描述文件等方式快速制作，并且支持按需灵活编辑。结构化数据知识库可按需结构化组织和管理相关知识和基础数据，如文档库、材料库、基础模型库、CAE模型库等。

► 验证规划

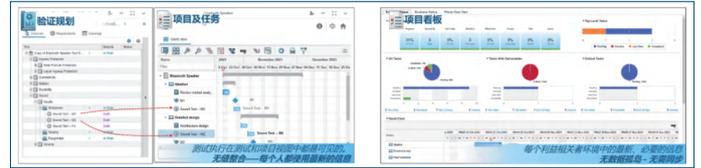
基于验证能力库，我们可以快速构建针对产品不同层级，不同领域的仿真和试验规划，明确各专业领域要达到什么样的目标，要验证什么样的设计，用仿真还是试验进行验证，即验证规划。验证规划有效的衔接有效地整合了需求管理、设计、项目任务管理和验证执行。

通过验证规划模块您可以快速构建统一的验证规划结构（仿真、试验或者其它），并且在上下文中监控验证过程。验证规划有效地整合了需求管理、设计、项目任务管理和验证执行，而不仅仅是链接。如下图：



► 任务管理

基于验证能力库和不同项目阶段的验证规划，可帮助您快速构建项目的任务计划和排程，并组织各领域工程师进行仿真和试验工作。任务管理同时支持计划任务和临时任务。如右图，验证规划的验证项直接在项目中进行计划管理。



► 模型管理

仿真验证过程中，CAE模型的构建通常需要大量时间。SPDM支持您按照不同专业领域，不同颗粒度按需进行CAE模型管理，并形成CAE模型库，如右图。方便CAE模型库的管理和重用，从而提高CAE模型构建效率。同时，SPDM支持您从传统方式转换为基于达索系统设计仿真一体化技术(MODSIM)技术进行更加快速的设计仿真一体化验证，进一步加强设计仿真的联动，使得验证效率进一步提高，如右图。



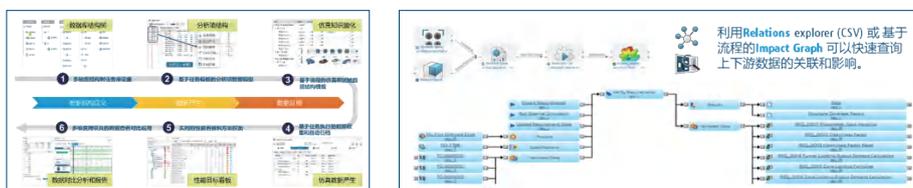
► 任务执行

基于验证能力库和验证规划，平台将每个任务执行的必要信息都有效的整合在一起，形成从接收任务到任务交付过程的一站式任务执行工作台。用户收到任务后，要验证什么性能目标（需求）、验证什么产品、用什么样的方法（流程）、要交付什么样的结果（性能看板&自动化报告）都直观的展现在工作台上，如右图。

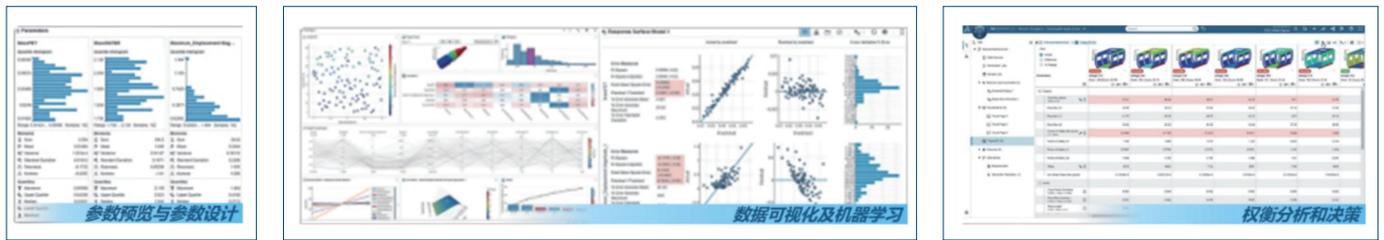


► 数据管理和应用

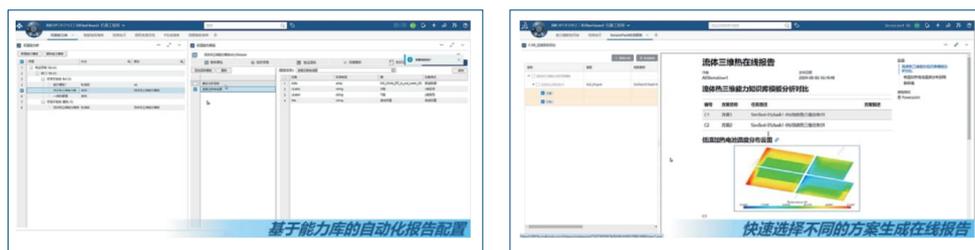
数据管理是V+R验证平台的首要任务。包括对产品结构模型、简化模型、有限元网格模型、材料数据、载荷边界条件、结果数据、分析报告、关键参数、关键结果、试验数据等的管理。SPDM提供多种功能来管理以上数据，包括从数据的分类组织结构、数据版本、权限、查询对比、检入检出、关联追溯、大数据、轻量化展示、生命周期、知识库等全方位管理能力。SPDM基于验证能力库构建了全面的从数据结构定义、数据产生、再到数据应用的完整体系来实现验证数据的全面结构化数据，如下图（左）所示。数据结构化数据之后，系统自动形成了其从需求，设计，任务，仿真，试验等数据的完整追溯关系，如下图（右）展示了数据关系和影响图。



使用结果分析(Results Analytics)应用程序中高级分析和可视化工具,可帮助您根据设计目标选择最佳选项。该应用程序实现从大型数据集(如物理仿真、仿真流程、试验数据)收集的数据进行挖掘、比较、统计、分析、优化,实现科学化、智能化多方案最优设计方案选择。权衡分析得到决策设计点后,您可将决策设计点推送到仿真流程模板进行方案验证。如下图:



基于验证能力库构建的自动化报告模板,可以帮助您使用自动化报告应用程序,按需选择已经结构化存储的仿真或者试验数据,快速生成在线报告或者PPT等格式的报告。



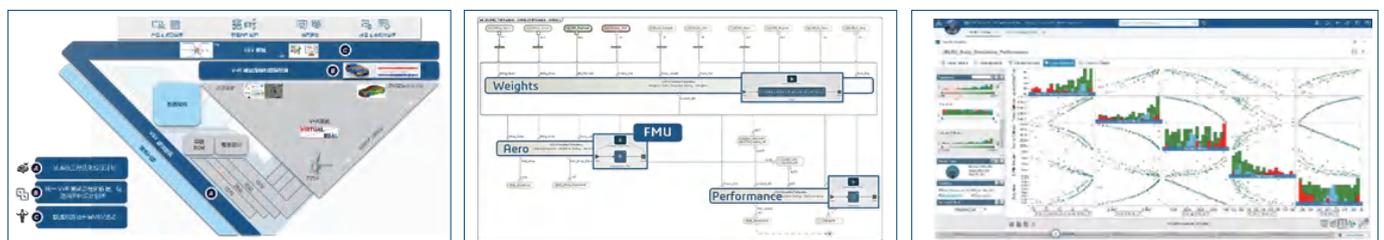
► 协同架构

协同架构是SPDM平台实现单一真实数据源、跨学科、跨专业、跨部门、跨地域协同验证的基础。其包括支持协同仿真和试验数据处理的分布式计算功能,如下图(左,中);支持业务协同的可视化问题协同管理功能,如下图(右)。



SPDM在MBSE中的应用

SPDM作为验证与确认(V&V)的核心模块深度融入MBSE体系,如下图(左)所示。其流程引擎能够与CATIA Magic无缝双向联动,您可按需通过Magic调用流程计算或通过流程驱动Magic进行计算,如下图(中)所示。并且,通过SPDM多目标决策功能可支持多方案/多属性权衡分析,如下图(右)所示。



Wave6 振动噪声仿真软件

Wave6 建模和仿真方法

- **功能齐全：** Wave6在同一环境中提供主要的振动声学分析方法。所有用户都可以访问所有方法。无需附加许可证。
- **充分利用您的硬件：** Wave6提供在工作站上使用无限CPU内核或在HPC集群上使用无限节点求解的选项。
- **现代有限元(FE)和边界元(BEM)方法：** Wave6软件包括一个完整的针对振动声学的有限元库，并包括完全嵌入式的AMLS特征值求解器。Wave6加速边界元方法是全新开发的，旨在实现高性能计算。
- **下一代统计能量分析(SEA)方法：** Wave6提供基于波动理论的SEA方法使您能够快速准确地创建噪声和振动的系统级模型，并轻松诊断主要的传递路径。流水线的工作流程可以确保模型构建快速且自动化。
- **冲击和可听化：** Wave6提供包括用于冲击和可听化的新方法，可深入了解运载火箭和汽车音频信息娱乐系统等各种系统的瞬态响应。
- **优化：** Wave6内置优化工具可以帮助用户自动完成优化设计，包括基于参数的优化，以及拓扑和尺寸优化。实现在一定成本、重量约束下的声学性能最优设计。

Wave6 的关键价值

▶ 新一代软件：

- 由行业专家团队从头开始编写的新一代分析软件
- 现代软件架构旨在充分利用多核工作站和HPC集群

▶ 最先进的分析方法：

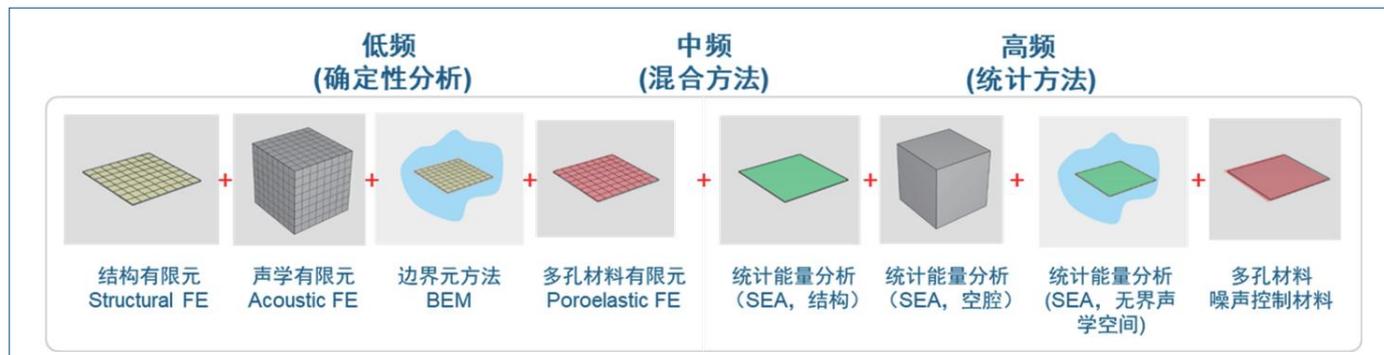
- 完整的振动声学分析方法，完全集成到一个现代求解器中
- 用于模拟结构振动噪声和流致振动噪声的突破性新方法

▶ 快速模型构建：

- 交互式和直观的用户界面
- 易用的模板化和流水线自动工作流程
- 自定义的完全嵌入式Python脚本
- 可录制的用户界面，通过脚本重播操作

▶ 独特的许可模式：

- 所有用户都可以使用所有功能（无需购买额外的附加模块）
- 充分利用可用的硬件。SMP/DMP硬件可使用全部计算资源求解。

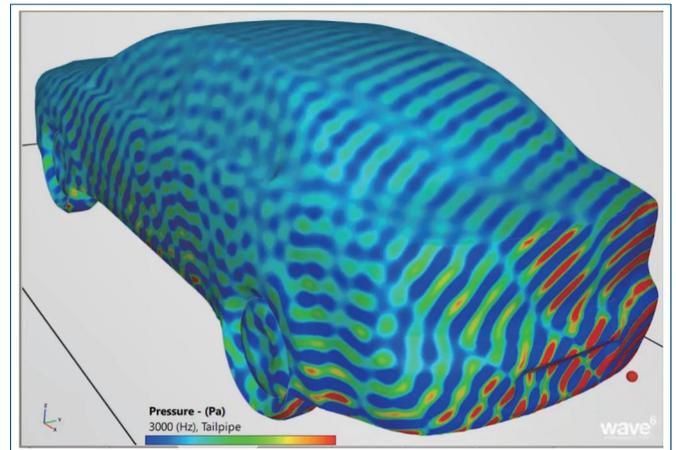


Wave6振动声学仿真的行业应用

噪声和振动仿真在各个行业都有应用场景。而且在前期设计中都变得越来越重要。以下是Wave6在交通运输、航空航天、船舶行业的一些典型应用方向，还有其他行业的更多应用，请联系达索系统了解。

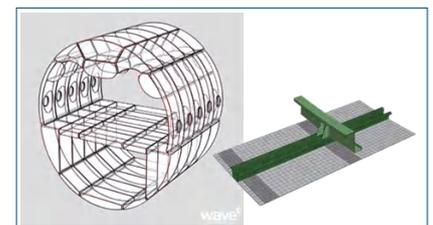
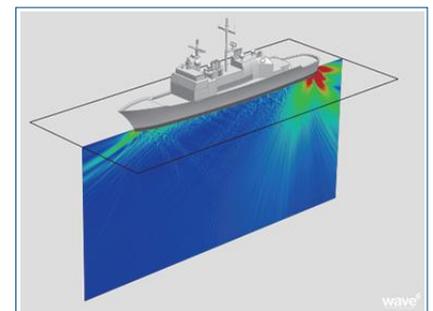
► 交通运输：

- 外部结构、声学 and 流体噪声源引起的内部噪声
- 声学包设计
- 发动机、变速箱、电动机和逆变器的声辐射
- 动力总成噪声封装优化
- 通过噪声和轮胎噪声
- 制动噪音
- 扬声器和信息娱乐系统的全频谱建模
- 引擎盖下燃油和HVAC管路中的压力脉动
- 来自后视镜和车身体底部的风噪声
- 油箱晃动噪音
- 消声器、HVAC壳体噪声和管路噪声
- 风扇产生的气动声学噪声



► 航空航天和国防：

- 由于外部发动机、螺旋桨和气流噪声源导致的飞机和旋翼飞机内部噪声
- 天线、门封条和振荡冲击的局部激励
- 通过复杂机身结构传播的振动噪声，并优化毯面设计和阻尼处理
- ECS系统的流致噪声和振动
- 航天器和运载火箭中的随机动力学环境
- 漫射声场、直接声场和空气动力学激励
- 点火分离装置的冲击和冲击响应谱(SRS)
- 无人机和城市空中交通噪声的方向性和可侦测性



► 船舶和海洋工程：

- 船舶、潜艇噪声和振动的系统级模型
- 不同螺旋桨设计的水下噪声辐射和散射
- 安装效果和对周边装置声辐射的影响
- 流致振动噪声通过船体和内部空间传播的过程
- 设备振动噪声通过安装结构传播的过程和船体水下声辐射
- 通过拖曳阵列声纳的声传播，包括声纳自噪声
- 通过流体和HVAC管路系统的振动噪声
- 豪华游艇的噪声和振动性能
- 油气管路中的噪声和振动以及疲劳失效的倾向
- 噪音污染的法规要求，降低对人员和海洋生物的影响。

+更多应用 ...

请联系达索系统了解

PowerFLOW 先进的数值仿真技术驱动产品设计

PowerFLOW以Lattice Boltzmann技术为基础，为瞬态流体问题提供高保真的CFD解决方案。同时PowerFLOW已融入达索系统3DEXPERIENCE®平台，在保持仿真精度的同时，增强了仿真与设计的关联性，实现了端到端的解决方案，真正推动了设计仿真一体化理念。使用PowerFLOW可以精确识别并量化真实物理环境下，高度复杂的几何结构及其周围的流体、气动声学现象和热现象。PowerFLOW能够有效地改进产品设计以满足关键性能指标，可以在早期阶段实现真正的数字化设计过程，取代昂贵的后期测试。经过多年研发与客户验证，PowerFLOW已成为公认的行业解决方案领导者。



为交通运输行业提供可靠的解决方案

交通运输行业包括：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。行业中与流体流动相关的众多设计问题均可通过PowerFLOW进行精确的仿真分析。使用PowerFLOW，工程师可在产品设计与开发流程的初期，准确的评估产品性能，进而显著的减小设计成本，缩短开发周期。

SIMULIA PowerFLOW可提供以下几个领域内广为验证的应用解决方案和最佳实践方法：

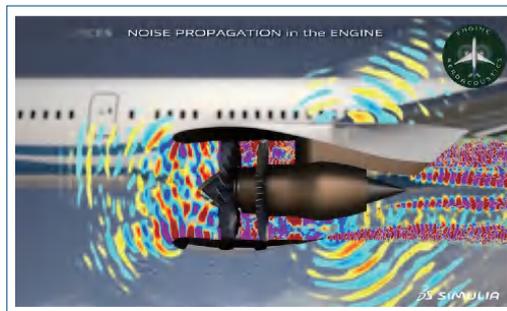
- **外流场：**气动效率、车辆操控性、除尘和水管理、面板变形、驾驶动力学、旋转变形胎纹胎
- **风噪声：**乘客舱风噪声、底盘风噪声、雷达风噪声、镂空尾翼噪声、缝隙/密封风噪声、后视镜和单一频率的噪声、天窗和侧窗颤振、路过/远场噪声、冷却风扇噪声
- **热管理：**冷却气流、热保护、制动器冷却、驾驶循环仿真、熄火浸置、电器及电池冷却、进气温升/进气口布置
- **环境控制：**乘客舱舒适性、空调箱和分风系统性能、HVAC系统和风扇噪声、除霜除雾
- **动力总成：**动力总成冷却、排气系统、冷却水套、发动机缸体
- **污水管理：**A柱溢流，灰尘堆积、轮胎甩水

真实的旋转几何

PowerFLOW模拟真实旋转几何的能力使其能够准确并有效地预测空调风机或冷却风扇等旋转部件的噪声及性能。该技术改进了用旋转参考坐标系进行仿真模拟的传统方法，提升了模拟此类含旋转部件应用的计算精确度。

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
- 制动器冷却
- 车轮空气动力学
- 泵、风机、涡轮机、搅拌器等



数字风洞™

就对标工作而言，仿真设置对真实风洞环境及试验模型的还原能力显得尤为重要。PowerFLOW内置了参数化的数字风洞模版，用于外流场和风噪声计算。

用户可根据实际的风洞模型环境，进行软件数字风洞模版的修改及自定义。数字风洞的模版包括：

- 静止及运动的地面模型，包括对真实风洞中中央移动带及轮带的模拟
- 指定入口边界层的位置，模拟真实风洞中的边界层抽吸
- 指定入口边界层的厚度分布，模拟真实风洞中的边界层抽吸

耦合计算

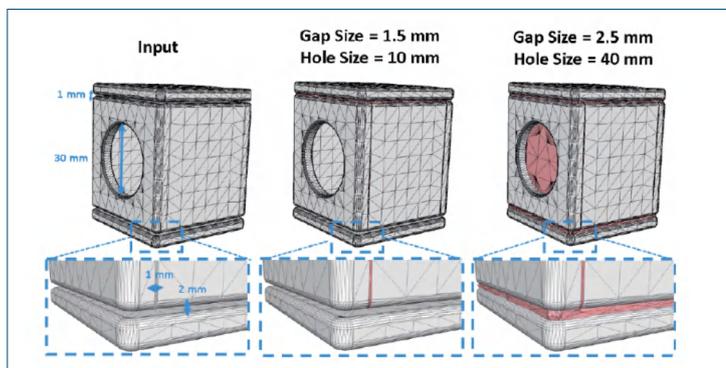
PowerFLOW可与软件包内的软件进行耦合计算，扩展仿真能力：

- **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®**：模拟噪声传播，识别噪声源，准确预测和分析气动噪声



快速的仿真时间周期

- 为实现最快的计算速度，PowerFLOW需在高性能计算环境下运行。PowerFLOW具有较好的并行性能，其并行效率可实现数百个核的线性增长
- 网格模型共用。处理好的面网格模型可同时用于不同的仿真应用，如外流场的网格模型可同时用于风噪声仿真或热管理仿真
- 高效、自动化的前处理功能。在PowerDELTA中通过Precise Wrap间隙填充技术自动创建网格模型，实现自动填充孔和间隙以及自动删除内部零件操作
- 标准化、自动化的后处理工程模板：PowerINSIGHT为用户提供了全面的自动化后处理，高效的结果展示和沟通，最大程度地缩短了产品研发周期



XFlow 简介

XFlow是具有革命性的新一代CFD软件。基于格子波尔兹曼方法(LBM,Lattice Boltzmann Method)，突破了传统网格方法的瓶颈，可以有效求解几何域中涉及运动机构、自由表面、流固耦合等复杂的计算流体动力学问题。易于使用、无需网格、并行计算高效、边界条件处理简单、模拟精确。

软件特点:

- 前处理器、求解器、后处理器完全集成在同一个用户界面内。可以通过移动工作窗口以及选项来配置用户界面布局。
- 粒子法简化了整个分析流程，将算法参数最小化，避免了冗长复杂的网格划分过程。
- 支持复杂边界条件和物理过程分析：耦合换热、跨/超音速流、多孔介质、非牛顿流、多相等。
- 善于分析物体运动过程和自由液面的流动：包括波浪、刚体、强迫或约束运动条件下的流场变化。
- 自适应的尾流跟踪和细化：靠近壁面自动提高精度，动态追随后迹发展过程。
- 气动声学分析：不需要人为地稳定或跟踪自然压力波的演变，直接进行声波分析。
- 近乎线性的并行计算加速性能。



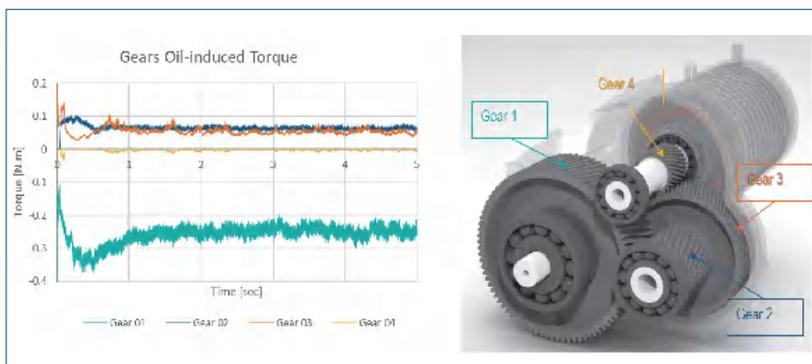
专业的齿轮箱润滑解决方案

基于格子波尔兹曼算法的XFlow是一款天然瞬态可压缩的求解器，具有高保真低数值耗散特点。基于粒子的、完全拉格朗日方法，可以轻松处理空气动力学、运动部件、自由表面流动和流固耦合问题。无论系统复杂性、齿轮类型或润滑方法如何，XFlow都能提供对系统性能的详细洞察。润滑模拟可减少物理测试的次数，减少开发时间和成本。同时定量预测实验难以获得的润湿面积和扭矩损失等结果。

XFlow的自动网格生成可最大限度地减少用户输入，从而减少网格划分和前处理时间，XFlow支持GPU计算以加快求解时间。算例设置和后处理简单直观，使用户能够将精力集中在设计迭代和优化上。此外，软件渲染功能可提供逼真的可视化效果，更深入地了解流动性能。

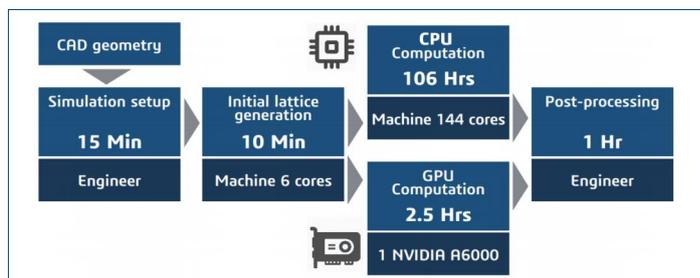
相关领域润滑解决方案:

- 动力系统润滑
- 轴承部件润滑
- 运动的几何部件，例如旋转齿轮或活塞
- 油液飞溅
- 润湿区估计
- 扭矩损失
- 喷油器
- 导出移动几何体的传热系数



GPU 加速模拟

XFlow大大减少了模拟准备和初始域离散化的时间，它使您能够优化工程和计算机时间成本的平衡。具有许多可用内核的经典工作站或HPC环境需要对硬件和维护进行大量投资。由于支持GPU计算，XFlow允许用户通过减少硬件投资来加快模拟运行时间。



扁线电机喷油冷却

电机油冷是复杂的传热和流体动力学问题，XFlow除了模拟瞬态流动外，还可以模拟对流传热和固体内部导热。当热和流动尺度不同时，任何显式方案的竞争力都会降低，因此XFlow采用解耦流动-热的方法分析喷油冷却。

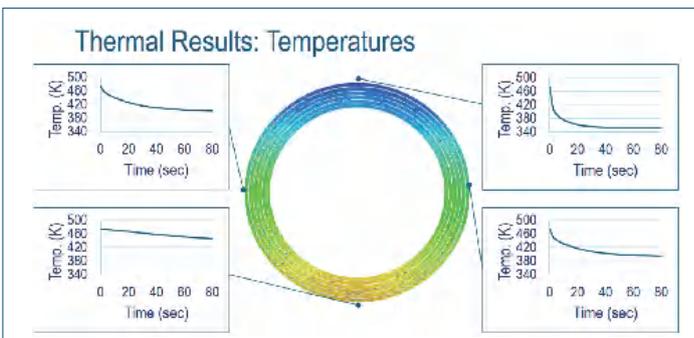
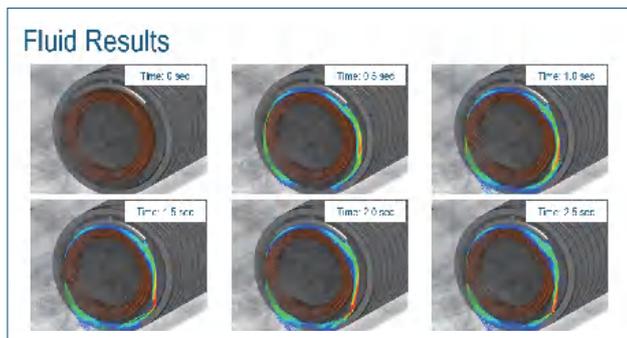
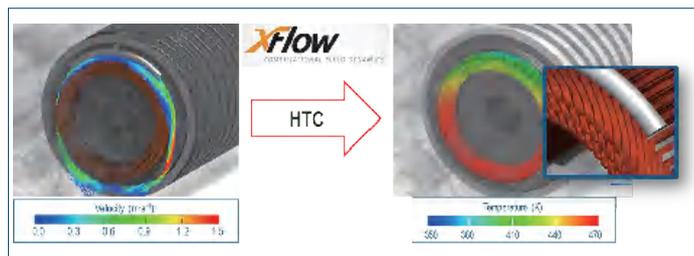
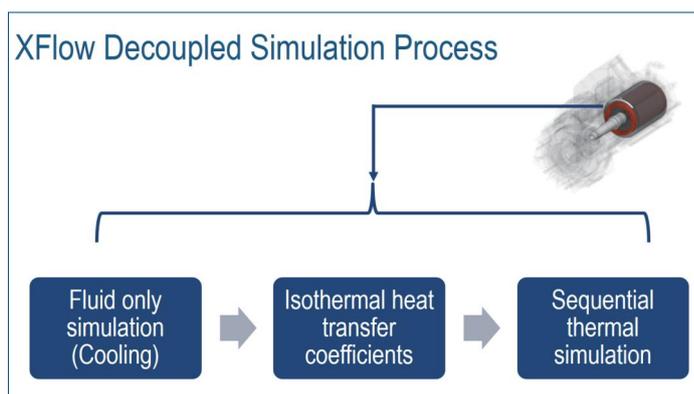
XFlow采用顺序耦合方式分开模拟油液流动和定子绕组冷却。

流动仿真获得定子绕组表面对流换热系数，作为独立热分析的边界输入，热分析直接读取流体计算结果进行固体导热分析，模拟绕组的冷却过程，预测固体内部的瞬态温度。

XFlow自动生成流体域和六面体网格，出色的两相流求解器可准确捕捉流动状态，多核并行计算显著提高仿真效率。

热分析与流动分析的无缝衔接，实现定子绕组完整的温度仿真。

在XFlow中进行流动和热模拟，可快速设置不同几何参数以优化流动行为，保证电机所需的冷却，提高电机开发效率。



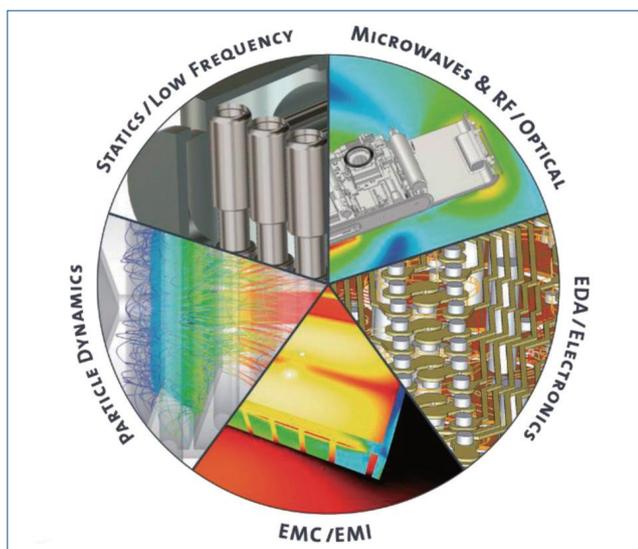
CST Studio Suite 功能完备的三维电磁仿真软件包

CST Studio Suite (CST工作室套装) 是一款业界领先的高性能三维电磁分析软件包, 用于设计, 分析和优化电磁(EM)组件和系统。

覆盖电磁全频段应用的多个电磁场求解器包含在CST Studio Suite的同一用户界面中。求解器可以耦合以执行混合仿真, 使工程师能够灵活地以高效和直接的方式分析由多个组件组成的整个系统。与其他SIMULIA产品的协同设计允许将EM仿真集成到设计流程中, 并从开发的最初阶段介入, 加快产品开发流程。

EM分析的常见主题包括天线和滤波器的性能和效率, 电磁兼容性和干扰(EMC/EMI), 人体场暴露, 电机和发电机中的机电效应以及大功率设备的热效应。

CST Studio Suite以其精度、速度和易用性被世界各地优异的技术和工程公司广泛采用。通过对虚拟样机进行电磁仿真有助于在设计过程的早期识别风险和确保合规性, 从而缩短设计迭代周期、降低开发成本并加快产品上市时间。



核心优势

▶ 电磁仿真

- 从静场到高频直至光波
- 适用于微波、RF与光学、EDA与电子、EMC、粒子动力学、静场和低频等领域
- 耦合仿真：系统级，混合求解，多物理场，电磁场/ 电路协同仿真

▶ 建模

- 一体化全参数化设计环境
- 导入/导出各种CAD和EDA文件
- 应用广泛的复杂材料模型

▶ 分析

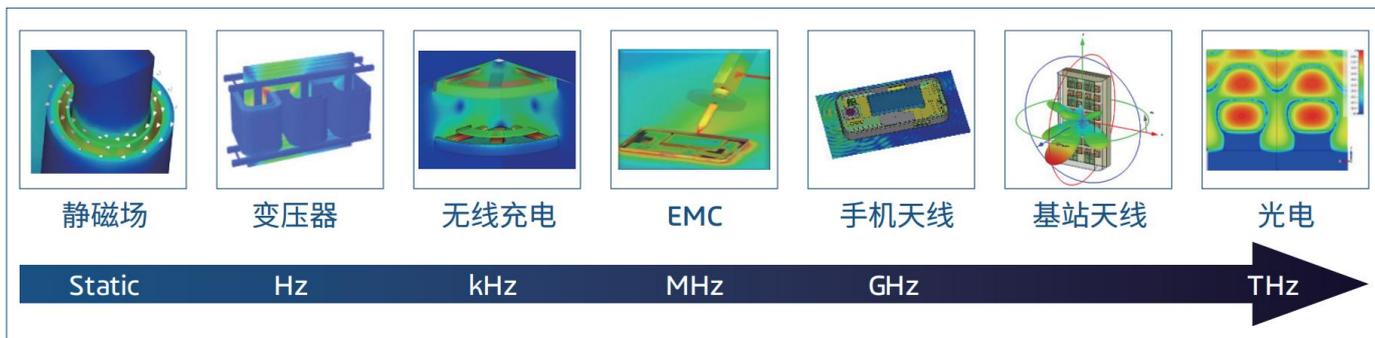
- 强大的后处理和可视化工具
- 内置优化器

▶ 高性能计算

- 工作站：CPU多线程和GPU加速
- 集群：分布式计算和MPI并行

▶ 3DEXPERIENCE R2025X平台上的电磁分析师角色

- 设置协作空间, 添加人员, 每个人都在同一组数据上工作; 它可以在您工作时进行同步和版本控制
- 模型, 网格, 场景和结果的轻量级可视化; 便于决策者查看结果并减少生成报告的时间
- 直接访问几何结构
- 基于Web的门户, 可从任何地方提交和监控CST Studio Suite作业
- 基于3DEXPERIENCE以“连接”模式运行CST Studio Suite
- 协作, 可视化, 版本控制和知识捕获的功能
- 支持所有CST Studio Suite功能, 包括继续开放以运行任何自定义插件或脚本
- 从3DEXPERIENCE配置, 提交和监控CST Studio Suite求解器



电磁频谱：CST工作室套装为整个电磁频谱内的各种问题提供求解方案

CST 设计环境



► 建模

CST Studio Suite提供功能强大且完全参数化的CAD界面，用于构建和编辑仿真模型。导入和导出工具意味着模型可以从各种CAD和电子设计自动化(EDA)软件导入。SOLIDWORKS的完全参数化双向链接意味着可以将CST Studio Suite中的设计更改直接导入SOLIDWORKS项目，反之亦然。

► 材料

适用于广泛的应用领域，例如磁场，光子学和生物物理学，以及由于复杂的非线性材料特性而产生特征性电磁效应。CST Studio Suite包含多种材料模型，可以模拟大量现象，包括铁磁性、等离子体、光电效应、二次电子发射和生物热效应。

► 人体模型

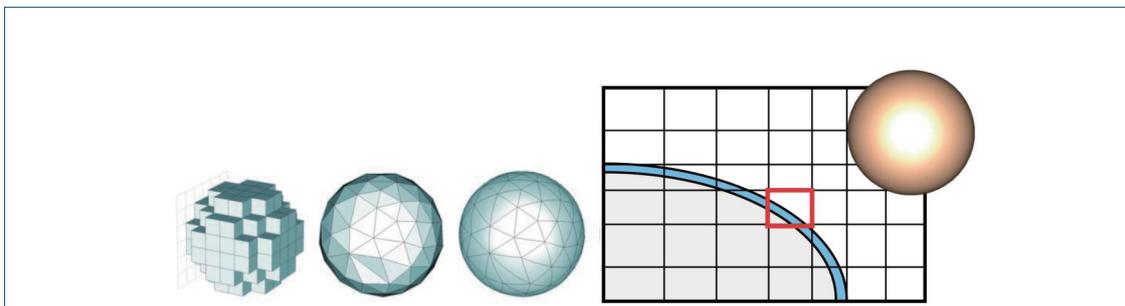
电磁场与人体的相互作用是许多产品的重点关注指标，例如手机、电动汽车、先进医疗设备等领域。电磁仿真是分析人体内复杂场分布的唯一途径。CST Studio Suite包括基于体素和基于CAD的人体模型，具有详细的内部结构、准确的电磁和热特性。通过仿真，确保产品性能并且避免电磁场对人体产生危害。

► 网格

准确的网格剖分对于仿真来说至关重要。CST Studio Suite提供快速、自动的网格剖分，网格加密和自动调整，以提高模型关键部分的网格质量。CST Studio Suite专有网格技术——理想边界近似PBA®保留了传统阶梯网格的速度优势，即使对于具有数十亿网格单元的模型，也能准确地对曲面结构进行网格剖分，同时兼顾了仿真速度和精度。

► 综合

CST Studio Suite提供一系列综合工具，用于自动构建设计模型。其中包括用于滤波器综合、建模、仿真和优化的Filter Designer 3D；用于天线阵列的Array Task。此外，还提供了用于天线选型、设计以及阵列综合的Antenna Magus；用于无源微波器件（例如双工器，耦合器等）设计的FEST3D。



自左向右：经典阶梯六面体网格、四面体网格、四面体曲面元网格和采用CST专有技术的PBA®网格

CST 仿真技术

► 求解器

CST Studio Suite提供多种不同类型的求解器，包括通用时域和频域求解器，以及EDA、Cable、电机、粒子等领域的专业求解器；多物理场效应也可以使用CST中的热求解器和结构力学求解器进行仿真。通过完备的求解技术，CST为所有电磁问题提供准确高效的解决方案。

► 优化器

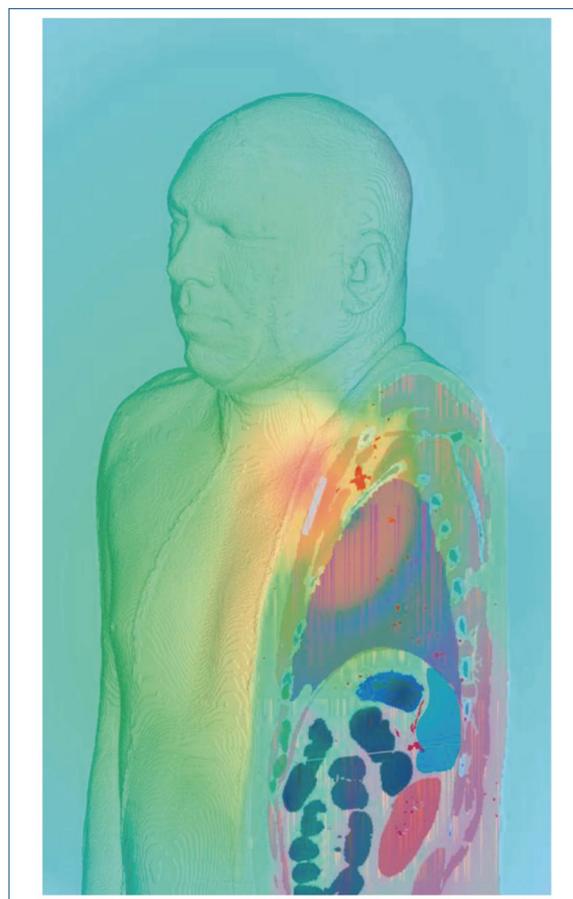
仿真的主要优点之一是能够自动且快速地优化产品性能。CST Studio Suite包含局部优化器和全局优化器，所有模块中内嵌的优化器均可用于任何形式的参数优化，包括模型的几何结构、材料属性和激励波形。

► 后处理

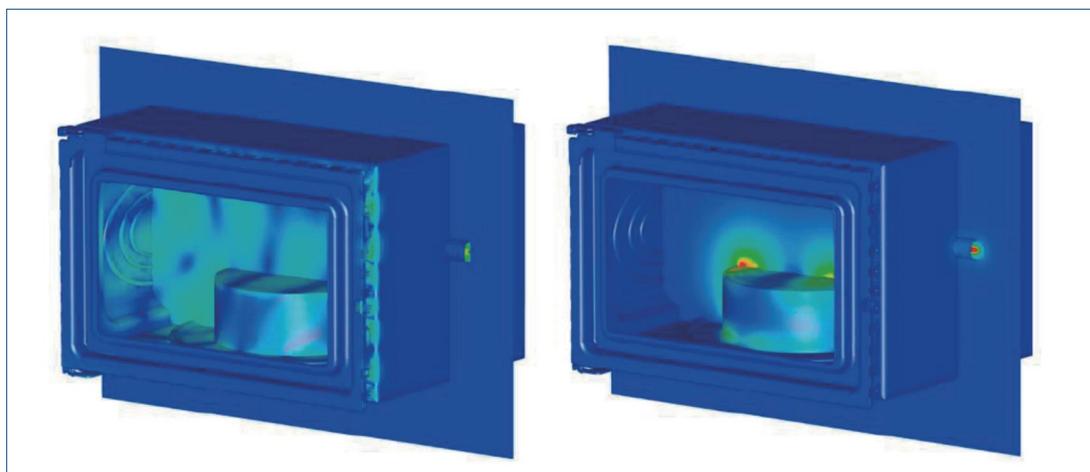
后处理功能可以实现所有计算和监测结果的可视化，以及多个次级结果的计算，例如电感、电容、远场、SAR 值、眼图等。CST Studio Suite中的后处理模板不仅提供常见工作流程的解决方案，还可用于创建自定义工作流程的多功能通用模板。

► 混合和系统仿真

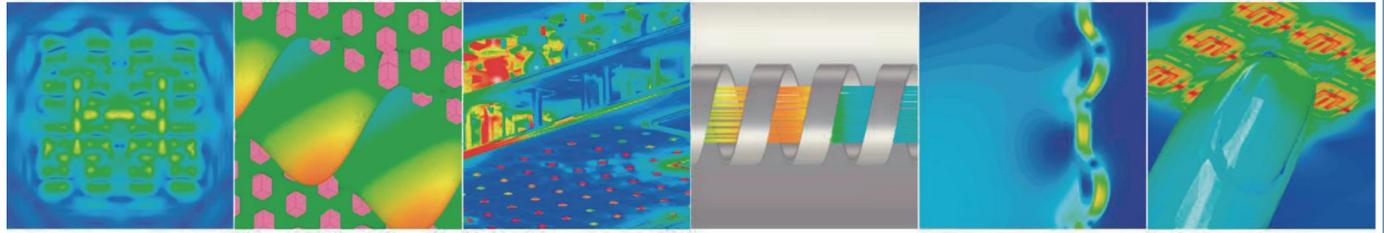
不同的仿真应用通常需要不同的求解器。例如，天线通常采用时域求解器进行仿真，但是诸如车辆之类的大型平台适合采用更高效的积分方程求解器；对于汽车天线的安装性能分析则需要组合多个求解器进行混合仿真。基于系统装配和建模(SAM)功能，对复杂的模型完成装配后，再通过Hybrid Solver Task进行系统仿真和优化。



生命科学：人体内心脏起搏器天线产生的电场



工业设备：微波炉中的3D电场（左）和热（右）分布



行业应用

航空航天与国防

- 天线及天线布局
- 滤波器
- 雷达散射截面(RCS)
- 电磁兼容设备、电缆
- 电磁环境效应(E3)
- 设备共址干扰
- 微放电

建筑，城市和地区

- 建筑屏蔽
- 电缆布线
- 防雷保护

能源与材料

- 高压元件
- 发电机和电动机
- 太阳能板优化
- 变压器

工业设备

- RFID
- 无损检测(NDT)
- 电机和执行器
- 焊接和光刻

高科技

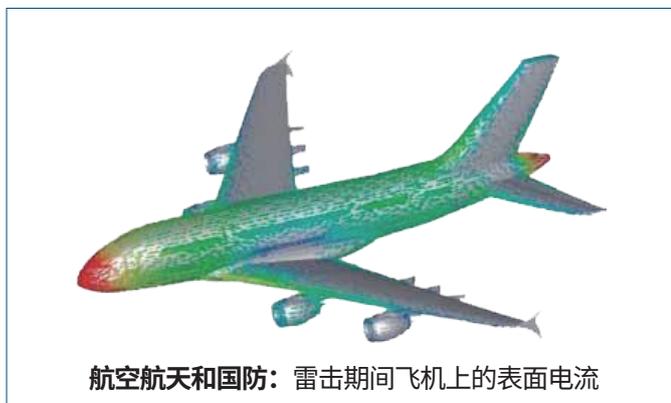
- 天线性能
- 微波射频元件
- 电磁兼容(EMC)
- 信号和电源完整性(SI/PI)
- 触摸屏
- 电缆和连接器
- 人体比吸收率(SAR)

交通运输

- 天线布局
- 电缆线束
- 汽车雷达
- 电机
- 无线充电
- 车载电子设备
- 传感器

生命科学

- 核磁共振成像(MRI)
- 植入安全
- 可穿戴设备
- X射线管



航空航天和国防：雷击期间飞机上的表面电流



CST 工作室套装

组成CST工作室套装的各模块紧密集成，方便用户全面运用求解器技术并能进行电路和多物理场联合仿真。



CST微波工作室：行业领先的多功能3D电磁场仿真工具，用于快速准确的仿真微波与射频、光学、EDA/电子器件及EMC等问题。



CST电磁工作室：用于设计和分析静场与低频电磁应用，例如电机、传感器、制动器、变压器和屏蔽。



CST粒子工作室：3D电磁场中带电粒子动力学分析的专业工具。应用包括电子枪、行波管、磁控管。



CST线缆工作室：是一个3D仿真工具，用于线缆和线束的信号完整性以及电磁兼容/电磁干扰分析。



CST设计工作室：用于管理复杂系统设计流程的综合性通用工具。可用于3D电磁场与电路的联合仿真及系统仿真。



CST多物理场工作室：用于热仿真和机械应力分析的多物理场模块。



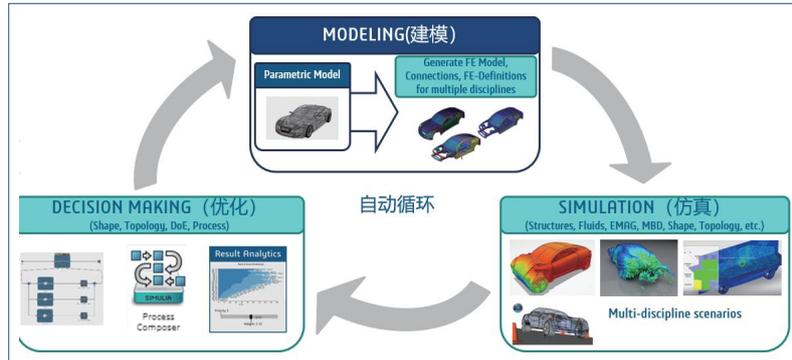
CST PCB工作室：用于印刷电路板上信号和电源完整性仿真以及电磁兼容/电磁干扰仿真。



Filter Designer 3D：专业的带通及双工滤波器设计的综合工具，支持交叉耦合和先进的拓扑结构。

SIMULIA 3DEXPERIENCE 解决方案

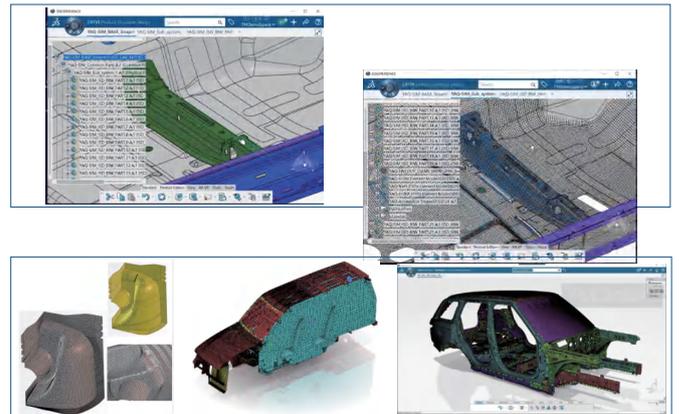
SIMULIA 3DEXPERIENCE解决方案，将设计和随后的仿真验证及优化分析融为一体，基于单一平台和单一模型，实现设计仿真一体化(MODSIM)。避免了传统方式中，将设计模型导出，利用前处理工具完成模型设定后，提交计算以及后处理的多个断点的出现。提升仿真建模迭代效率及准确性。MODSIM新模式下，基于设计模型，利用3DEXPERIENCE中的网格划分功能，可以形成仿真分析的网格模型，同时设计模型中的材料参数，厚度信息等都可以完全继承；包括各种连接关系也可以由设计模型抽取获得，并且在同一平台完成计算及后处理。模型支持自动化执行的情况下，还可以实现多学科优化。



设计分析一体化/网格划分

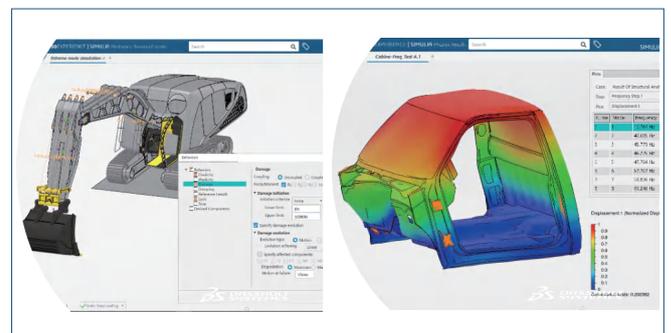
3DEXPERIENCE提供了十分强大的CAD-CAE实时关联和网格协同管理功能，能够基于3D数模的结构树直接创建网格模型，并且保证结构更新后，网格模型可以自动更新。

3DEXPERIENCE提供强大的网格划分功能，用于全自动或手动创建网格，包括梁、壳、四面体、六面体等网格，支持基于规则的网格划分，并且和几何紧密关联。同时，针对各种复杂的连接关系也可以自动创建，大幅减少前处理建模时间。



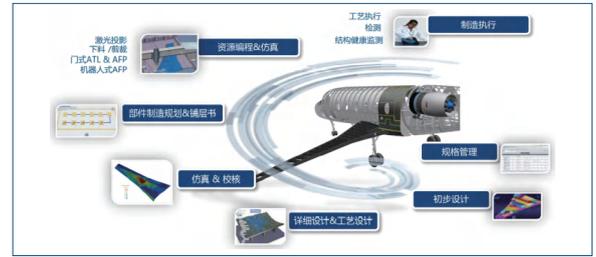
求解分析及结果后处理

3DEXPERIENCE®平台为结构设计工程师、结构分析工程师、性能工程师等不同的角色设置了不同的模块，进行求解分析及结果后处理，其中的求解器完全采用Abaqus非线性分析求解器，功能丰富强大，包括线性及非线性静力学、失稳和后屈曲的弧长法静力分析、线性动力学分析（包括频率提取和复频分析、基于模态或直接的稳态动力学、基于模态的瞬态动力学、随机响应）、非线性动力学（隐式、显式）、特征屈曲分析、子结构产生，准静态分析；包括线性及非线性静力学、低速和高速动力学、热场分析。后处理模块由高性能可视化引擎驱动，使用并行处理并利用高性能的多核系统，可以实现大模型的轻量化快速浏览与查看。



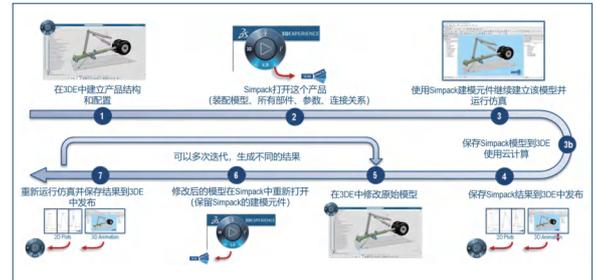
复材建模与分析

基于3DEXPERIENCE®平台的复材方案实现复材设计仿真制造一体化，将所有学科汇集成单一数据流，实现卓越的工程开发和制造。新型一体化复材方案具备平台化、自动化、智能化的特点。



与 SIMULIA 工具软件集成

3DEXPERIENCE®平台的Power'By能将传统SIMULIA产品的模型和数据跟3DEXPERIENCE®平台进行连接和协同，为传统SIMULIA产品增加价值。3DEXPERIENCE®平台的Power'By能让传统SIMULIA产品充分利用3DEXPERIENCE®平台优点，记录和分享成功仿真分析流程和方法，与其他成员协同工作，发布以便他人在已有工作基础上继续工作。支持Abaqus、Simpack、CST、Wave6以及XFlow等工具集成。



与第三方工具软件集成

3DEXPERIENCE的Process App可以帮助客户实现软件工具集成、仿真流程构建、仿真流程模板、多学科多目标优化、仿真结果分析等功能。通过Process App快速调用第三方工具，构建仿真分析流程模板，并通过网页页面快速发布与执行，执行完成后可以通过数据挖掘与分析模块实现了解设计输入与目标结果的关联关系。对于可以实现自动化的流程，Process App也可以通过优化计算实现设计的自动寻优。



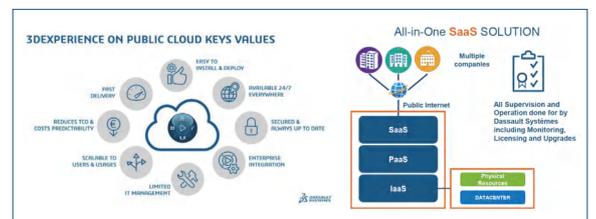
基于 3DEXPERIENCE® 平台的多物理场耦合

多物理场耦合仿真常用于分析多个物理场及多个尺度对整个系统的影响，是多学科分析及优化的主要手段。常见的物理学科包括固体力学、流体动力学、声学、电磁学、化学等。多尺度可包括：逻辑控制层面、宏观层面、微观层面、实测试验等。MCK是Multiscale systems specialist role的缩写，其以数字连续，基于科学的3DEXPERIENCE®平台为基础，为多物理场/多尺度仿真搭建了框架，提供了协同仿真的功能。

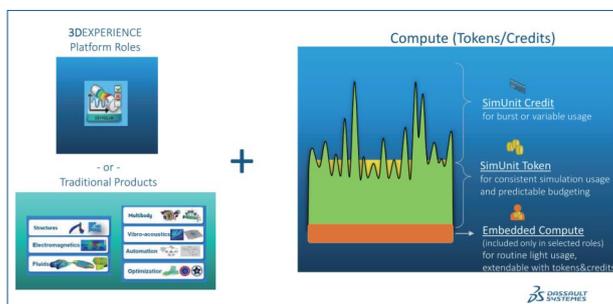
	V+R Product Simulation	Multi-physics Scientific Discipline			
		Solids	Fluids	Electrical	Controls
Multi-scale Refinement	Logical Lumped	ρ, σ, ϵ	$\rho, \mu, \nu, \theta, \beta, \gamma$	E, μ, θ	Control, Signal, Embedded, Planning, Software
	Physical Continuum				
	Physical Discrete				
	Real Real Test				

基于 3DEXPERIENCE® 平台的仿真云和云计算

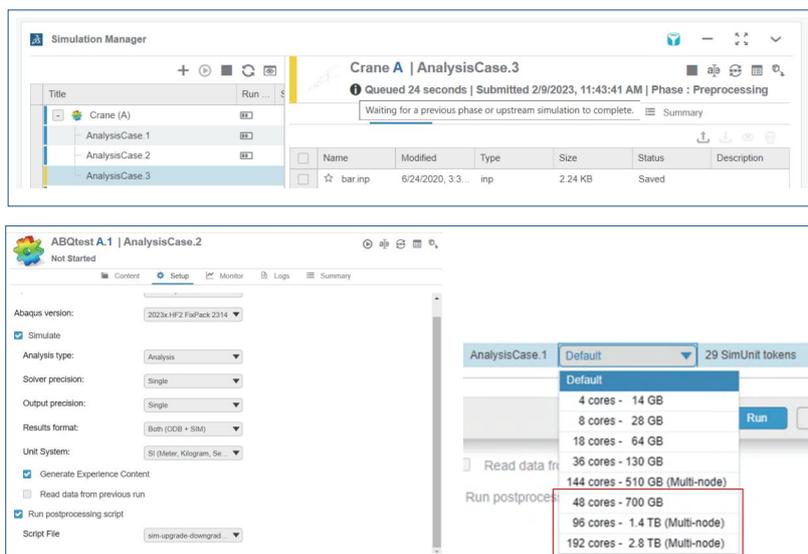
3DEXPERIENCE®平台中的多种仿真分析模块(role)，均支持云计算功能，满足用户按需计算，高效执行仿真的要求。3DEXPERIENCE云仿真计算根据用户分配角色和许可提供相应的计算能力和规模，不同角色在云端被分配相应的存储空间，按需分配的角色中内置计算核数，满足用户对计算资源的需求。针对结构、流体、电磁等多学科、多物理场的分析均可以在云架构中完成。



3DEXPERIENCE云仿真计算平台提供了多种灵活的token配置模型，除了分析角色内嵌的计算token外，还可以通过SimUnit Token及SimUnit Credit形式灵活配置计算资源，以满足不同企业不同仿真场景的需求。

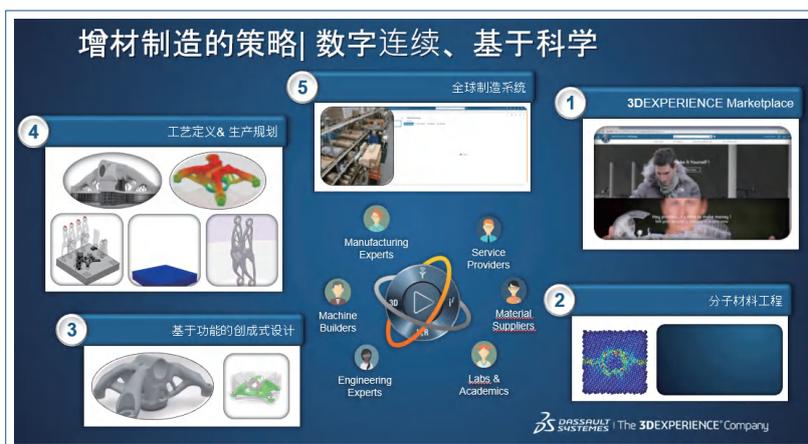


同时在平台上可以利用Power'By的方式来直接调用云求解，支持的软件有Abaqus、Simpack、PowerFLOW、XFlow、Wave6、CST Studio Suite和CATIA SCANer，目前针对Abaqus还支持后处理的子程序。



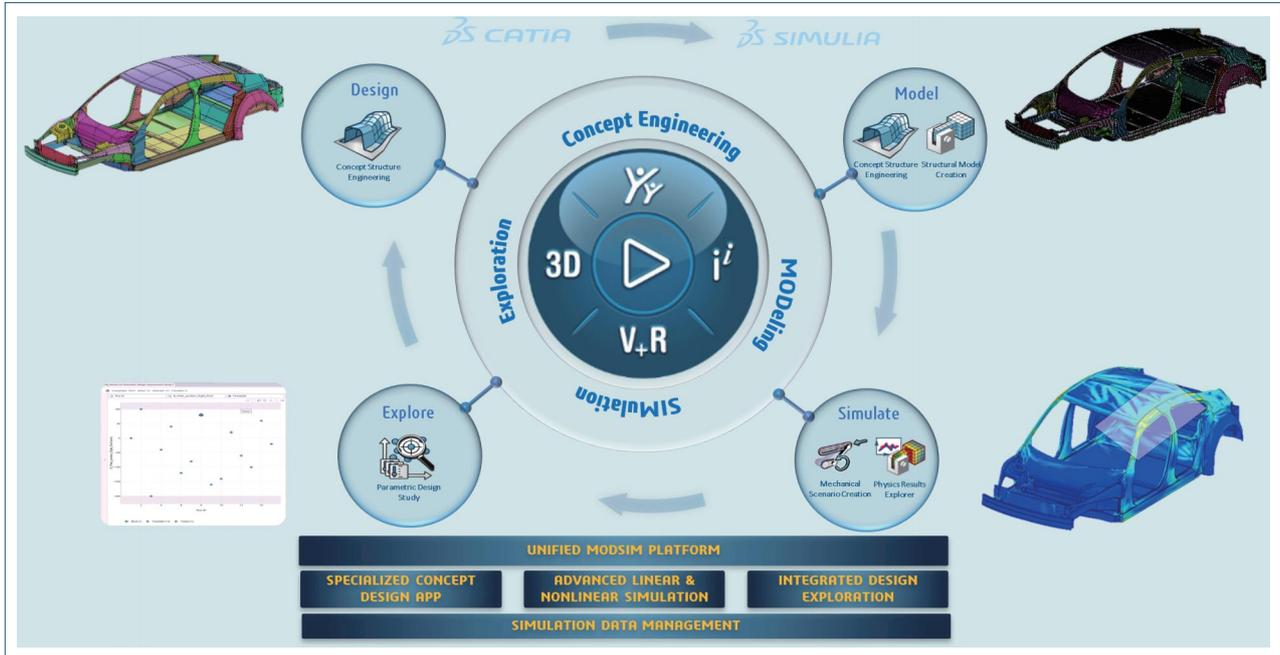
3DEXPERIENCE 增材制造解决方案

在达索系统的基于模型的端到端的一体化解决方案中，可以实现从原材料研究到创成式设计、工艺设计、工艺仿真，并且还延续到增材制造完成后的热处理、线切割等工艺，涵盖了各个方面的内容。是基于协同创新和同一数据源为底层构架，集成了原材料开发、创成式设计、工艺规划、打印过程的工艺仿真和打印完后的二次加工、排产系统等，其中最核心的是利用仿真的技术来驱动上面的各个环节，再结合半实物仿真和物理测试进行相关的标定和反馈，真正实现基于一整套全流程解决方案在研发部门和制造部门之间的协同，达到产品开发的高效性、准确性和一致性。



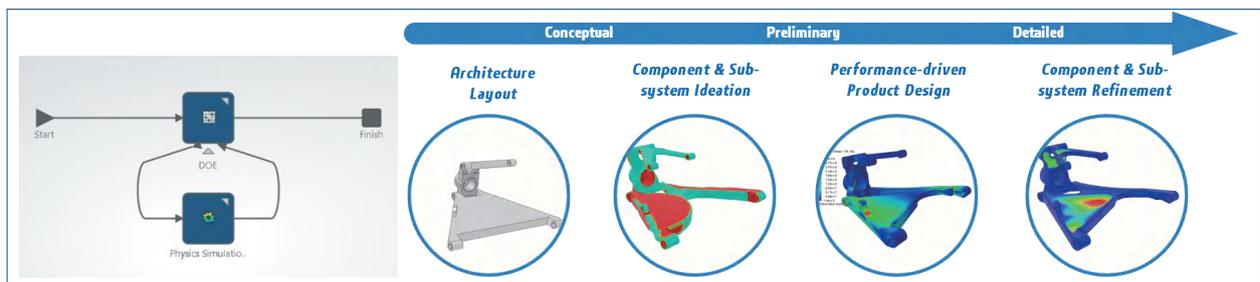
基于 3DEXPERIENCE® 平台的概念设计仿真

基于达索系统3DEXPERIENCE®平台中强大的CATIA概念设计和SIMULIA仿真技术，提供从概念设计建模-仿真计算-结果后处理-参数优化全流程解决方案。在统一的MODSIM概念环境中，支持壳、壳+实体的概念设计仿真建模，通过参数驱动自动更新模型，在概念设计阶段对大量设计方案进行快速验证，在最短的时间内充分发掘产品潜力。未来，可与AI充分融合，通过一个安全的集成式在线生态系统快速生成企业专属AI智慧引擎，为企业提供高效研发创新能力，最终赋予工程师无与伦比的设计能力和洞察力。



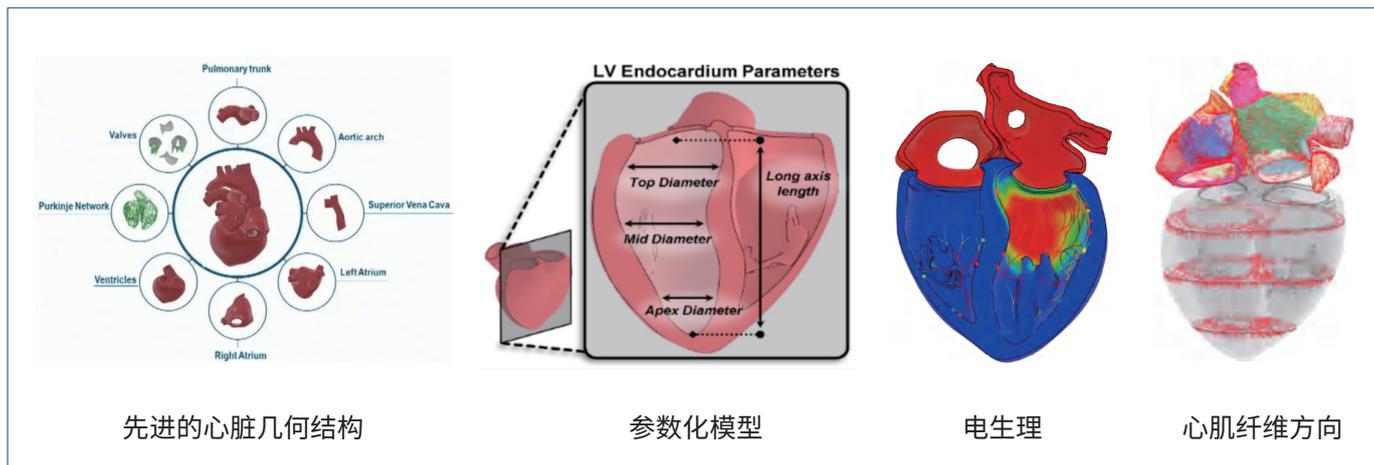
基于 3DEXPERIENCE® 平台的仿真优化驱动设计

3DEXPERIENCE支持参数和非参数优化，在参数优化中可通过流程直接添加试验设计(DOE)方法、近似模型、优化算法等组件，进行多学科优化分析。针对多学科优化结果，提供灵敏度分析、数据权衡分析等功能满足多学科优化后处理需求。在非参数优化中可以基于设计空间，探索多种设计方案。支持拓扑、起筋、形貌、尺寸优化等。通过对比不同设计方案充分挖掘设计潜力。



数字化心脏及人体模型

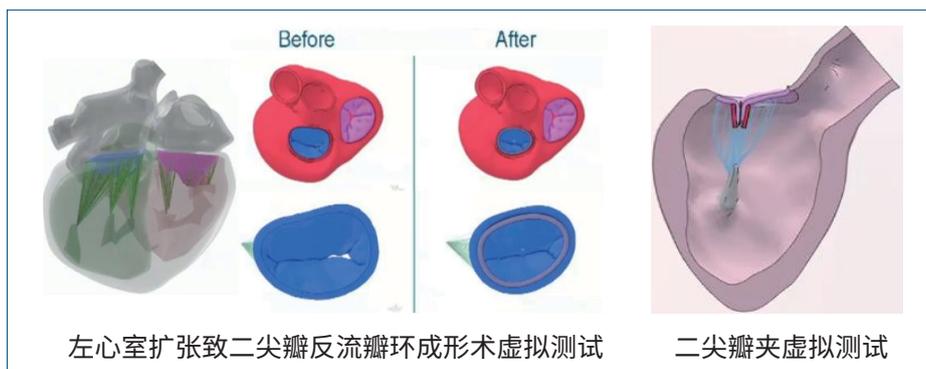
加速心血管植入器械在3DEXPERIENCE®平台上的设计研发周期



如果我们将权威可行的仿真技术应用于人体建模，将能彻底改变患者护理

数字化心脏人体模型是一款突破性的计算模型，能够仿真人类心脏真实跳动时的电生理及力学行为。它通过提供逼真的数字化测试环境来评估新的植入器械的设计有效性与安全性，可以显著提高更安全、更高效的心血管植入器械（例如人工瓣膜）和心率调节管理设备（例如植入式除颤器和射频消融仪）等产品的研发效率。借助此类功能，器械制造商可以定义在物理实验室中难以甚至无法复制的心脏疾病状况，仅需数天而非数周即可仿真植入器械与心脏之间的相互作用和影响，有助于简化和加速医疗器械的开发，大幅降低新器械的整体开发成本。

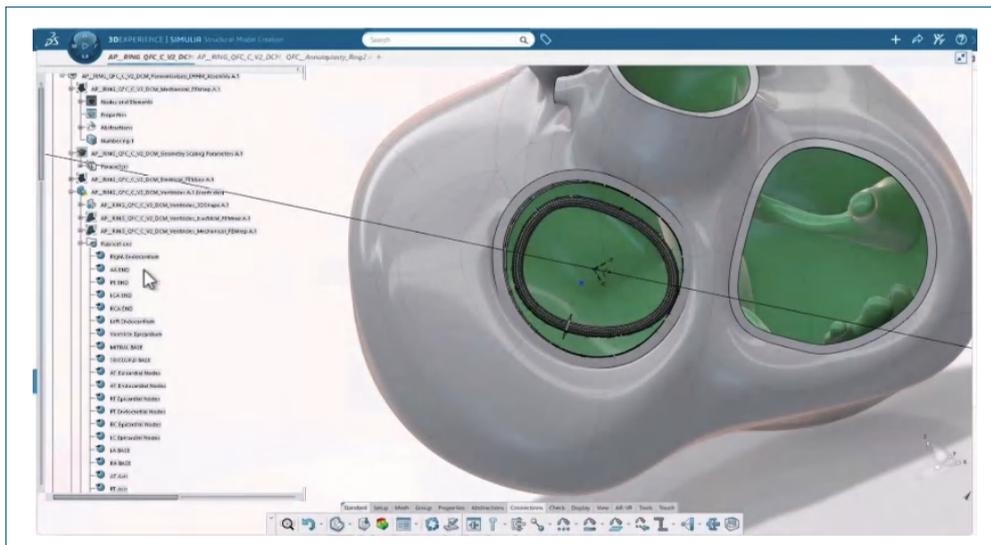
3DEXPERIENCE® 平台上的心脏模型



- 通过人类心脏模型仿真了解心血管基础行为
- 交互式更新模型参数，研究不同疾病状态并探索治疗方案
- 评估和改进心血管器械（人工瓣膜、起搏器等）在跳动心脏内的性能表现
- 通过生成特定患者病情模型或具有群体特征的数字化模型，对器械或治疗方案进行虚拟仿真测试，帮助确定治疗方案、改进手术决策

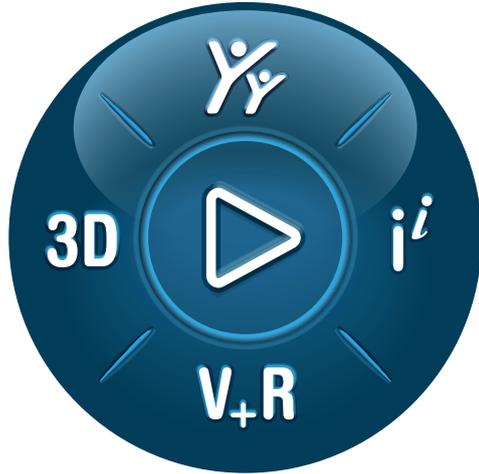
亮点

- 符合真实解剖学的健康成人心脏CAD模型：
 - 数字化全心模型(LHHM)包含心脏传导系统、四个心腔室、四个瓣膜、上腔静脉、肺动脉干和主动脉弓
 - 数字化左心模型(LHM)包括左心房、左心室、二尖瓣和腱索
- 通过缩放、参数调整和手动拖拽变形等操作实现高度的个性化定制模型，对几何形状的任何调整均能自动反映在有限元模型中
- 电生理模型可仿真心脏的电信号激活顺序，并包含详细的浦肯野纤维网（仅适用于LHHM）
- 心脏力学模型可仿真模拟心肌组织的主动和被动响应，并支持根据几何形状灵活地调整心肌纤维方向
- 通过建立1D-3D混合血液流动模型，对心脏的血流动力学行为进行建模模拟，以缩短计算时间
- 预定义的顺序耦合工作流程（仅适用于LHHM）：
 - 电生理分析确定电势的时空分布
 - 力学分析计算心脏的结构响应
- 丰富的后处理结果及交互式可视化：
 - 支持仿真结果自动化后处理，可输出心电图、各腔室压力-容积环、射血分数、瓣膜处的血液流速等结果
 - 观察动态的心脏运动、应力、应变及电信号传导过程和分布



应用

- 起搏器导线体内耐久性
- 无导线起搏器体内性能
- 经导管主动脉瓣置换术(TAVR)支架体内性能
- 二尖瓣成形环体内性能
- 二尖瓣夹体内性能



3DEXPERIENCE®

达索系统致力于成为人类发展进程的催化剂。自1981年以来，达索系统通过积极引领虚拟世界创新来改善现实生活，造福消费者、患者和民众。

达索系统的3DEXPERIENCE®平台促进各行各业、各种规模的370,000名客户开展协作，构思和创造可持续创新，为世界带来意义重大的深远影响。

如欲了解更多信息，敬请访问：www.3ds.com

欧洲/中东/非洲

Dassault Systèmes
10, rue Marcel Dassault
CS 40501
78946 Vélizy-Villacoublay Cedex
France

亚太地区

地址：浦东新区陆家嘴环路1366号
富士康大厦1701-1704室 200120
电话：021-38568000
传真：021-58889951

美洲

Dassault Systèmes
175 Wyman Street
Waltham, Massachusetts
02451-1223
USA

中国 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：010-65362288
传真：010-65989050

中国 广州

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

中国 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1804室 610041
电话：028-66847801
传真：028-66847866

中国 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：027-87119488

中国 台北

地址：台北市105敦化北路167号
11楼B1区
电话：+886 2 21755999
传真：+886 2 27180287

Virtual Worlds
for Real Life

