

# MSC Software 工程设计与仿真解决方案

CAE 仿真加速智能变革



# 关于 MSC Software 公司

## CAE 仿真加速智能变革

MSC软件公司开发了可预测性仿真软件技术，使工程师能够使用数字样机来验证、优化产品和设计工艺。几乎每一个制造业企业都在使用我们的软件来进行仿真，在某些情况下，甚至可以代替传统上的物理样机来“构建和测试”产品的设计。我们与客户合作，能够帮助他们提高产品质量，节省生产时间并降低产品设计和测试相关的成本。我们的软件能够准确地、可靠地仿真产品在实际工况下的情况，帮助工程师快速、经济、高效且恰到好处地设计出更多创新产品。

众多国际领先的制造业企业使用MSC软件公司的工程仿真技术进行线性以及非线性有限元分析（FEA），声学分析，流固耦合分析（FSI），多物理场分析，优化分析，疲劳与耐用分析，多体动力学分析以及控制系统仿真分析。我们的旗舰产品MSC Nastran开创了许多当前工业行业所依赖和使用的技术，用于应力应变分析与预测，振动与动力学分析，声学分析以及热力学分析。

MSC（McNeil Schwendler）软件公司成立于1963年，同时被美国国家航空航天局（NASA）授予将NASTRAN软件进行商业化的合作合同。纵观MSC悠久的历史，公司通过自主开发以及并购的方式，又拥有了下列知名CAE软件产品：Patran、Adams、Marc、Dytran、MSC Fatigue、SimManager、Easy5、Sinda、Actran、Digimat、MaterialCenter、Cradle CFD、VTD、FormingSuite、MSC Apex和Simufact。我们的软件开发方向将坚持致力于将众多独立学科的CAE工具融合到完整且统一的多学科建模与求解环境之中。我们的产品将通过多物理场和多学科交互助力工程师提高虚拟样机的可靠性以及精确性，MSC同样是业界将数据仿真模拟拓展到工程生命周期管理的领军企业。

在全球排名前 1000 的工业企业中，有 900 家以上使用和信赖 MSC 公司的软件产品以及提供的技术服务。这些企业所在行业包括：

- 航空、航天、国防
- 汽车、船舶、交通
- 农业
- 重型工业设备
- 医疗器械
- 石油及天然气
- 电力器械
- 可再生能源
- 消费品
- 材料行业
- 电子产业

我们认识到有必要将数字样机以及虚拟测试为少数专家带来的收益扩展并应用到工程领域的众多产品开发之中，MSC公司提供了全球少有的材料数据及流程管理平台，并成功地在汽车、航空航天、船舶、电子等行业进行了应用。2017年，MSC软件公司被全球领先的推动生产力、质量并贯穿地理、空间，为工业企业所应用的信息技术供应商Hexagon（Nasdaq Stockholm HEXA:B）公司收购。目前，MSC软件公司在全球20多个国家 / 地区拥有近1500名员工。



# CEO 致辞

Paolo Guglielmini

半个世纪以来，MSC软件公司一直在为我们的客户提供可靠性的保障。使用我们的软件仿真复杂的制造系统，可以缩短产品上市时间，并且在设计结束后，节约物理测试和保修索赔的时间，确保产品质量。

我们通过发展物理模型和最新的计算技术进行仿真来实现如上保障，在海克斯康集团下，MSC建立的这些准则将带领我们继续前进。我们致力于使汽车设计更安全、更高效，飞机设计更符合空气动力学、对乘客更舒适，船舶设计更坚固、能够行驶更长的距离，机械运行更高效、维护更少，医疗器械更好地帮助人们保持健康。

我们的客户每天都会面临着难题。可以减少开发时间吗？方案可行吗？能创新吗？安全吗？省油吗？能提供新的乘客舒适度标准吗？能持续更长的时间吗？能击败竞争对手吗？通过准确地了解产品在制造前的性能，制造商可以更快地交付更好的产品，并具有更高的可靠性，而不必担心产品被召回。除此之外，我们的软件可以使产品满足环境和法律标准，并实现可持续制造。

CAE仿真技术的第一个应用领域是航空航天工业。从第一次测试开始，就要确保安全飞行，那么就促使它在技术上领先于其他任何行业。MSC已经成为并一直是国际知名航空航天企业值得信赖的合作伙伴，在制造的每一阶段都确保了可靠性。2003年，美国国家航空航天局（NASA）通过MSC交付的NASTRAN结构分析仿真软件为社会创造了超过100亿美元的价值。最终，这种仿真技术被各行各业广泛采用，从汽车到机械，从能源到基础设施，从消费品到电子设备。当今世界上几乎每个主流OEM和制造商都是MSC客户。联系我们，了解更多信息以及我们如何实现未来的自主性，帮助您在21世纪实现智能制造。



Paolo Guglielmini – 海克斯康制造智能总裁，MSC Software CEO



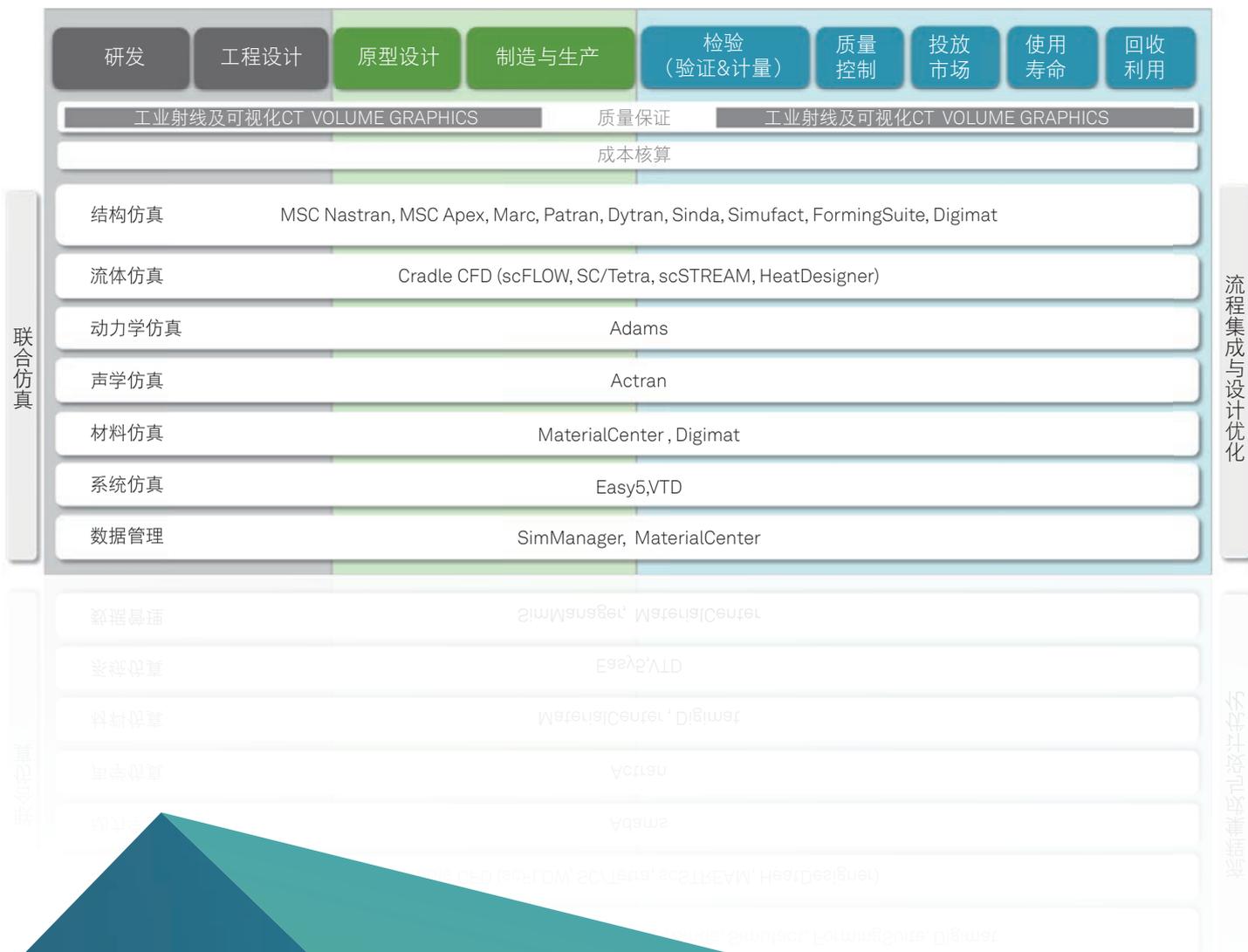


<b>Marc</b>	<b>26</b>	<b>Virtual Test Drive (VTD)</b>	<b>42</b>
高级非线性解决方案 学科：结构 & 多物理场		完整的自动驾驶模拟工具集 学科：系统	
<b>Simufact</b>	<b>28</b>	<b>FTI – FormingSuite®</b>	<b>44</b>
金属加工工艺仿真解决方案 学科：工艺仿真		钣金行业的智能成本核算和 早期可行性解决方案提供者 学科：工艺仿真	
<b>求解器解决方案</b>			
<b>MSC Nastran</b>	<b>30</b>	<b>服务</b>	
多学科结构分析 学科：结构 & 多物理场		<b>全球工程服务</b>	<b>47</b>
<b>Dytran</b>	<b>32</b>	<b>培训</b>	<b>48</b>
显式动力学与流固耦合 学科：结构 & 多物理场		<b>MSC 学习中心</b>	<b>48</b>
<b>Sinda</b>	<b>34</b>		
高级热分析解决方案 学科：结构 & 多物理场			
<b>MSC Fatigue</b>	<b>35</b>		
基于 FE 的耐久性仿真工具 学科：耐久性			
<b>建模解决方案</b>			
<b>Patran</b>	<b>37</b>		
完整的 FEA 建模解决方案 学科：结构 & 多物理场			
<b>工程生命周期管理</b>			
<b>SimManager</b>	<b>38</b>		
仿真流程和数据管理 学科：工程生命周期管理			
<b>MaterialCenter</b>	<b>40</b>		
材料生命周期管理 学科：工程生命周期管理			

# 解决方案组合

## 业界领先的仿真产品组合

MSC软件公司的产品使工程师能够使用数字样机验证并优化设计。几乎所有制造行业的客户都在使用我们的软件来进行仿真，在某些情况下甚至可以代替物理样机来进行产品和流程设计、开发、测试和部署，以及最终报废和回收。



# MSC One

## 通过产品组合令牌系统解锁工程仿真的世界

MSC One是一个扩展的产品令牌系统，允许您在一个基于令牌的授权系统中使用各种MSC仿真产品组合。

MSC One提供年度订阅服务，并提供一套多学科工程软件工具，使您的产品开发投资更加的高效。

### MSC One主要包括：

- 作为一个订阅产品，MSC One的功能可以根据当前和未来的项目需求扩展或收缩。
- 涉及更多相关联的物理场和学科，更好地仿真零部件和系统的多物理场行为。
- 能够使用MSC Apex、MSC Nastran、Patran、Adams、Marc、SimManager、MaterialCenter等MSC系统中的产品。
- 能够访问MSC Apex，并使用任何可用的新模块。
- 当前和未来所有MSC产品基本上都将在MSC One中提供。

### MSC One方案

使用基于令牌的新的订阅系统，您将收到一个令牌池。借出的令牌，用于访问和运行MSC One许可系统下可用的全套CAE解决方案。每个单独的软件都需要一定数量的令牌才能运行。每次使用后，您的令牌都将返回到池中以供其他的使用。MSC One提供了许多MSC软件供用户使用。

### 给谁用？

- 大型全球化企业
- 预算紧张且工程需求庞大的中小型公司
- 无法投资直接购买每个软件的咨询公司

\* 某些产品例外。请与您的MSC代表联系以获取更多信息。

更多信息，请联系 [info@mscsoftware.com](mailto:info@mscsoftware.com)

### 优势

#### 创新

- 使用您公司以前无法使用的仿真解决方案，加速产品的创新。

#### 提高生产力

- 随着项目和 CAE 的成熟和变化，创建一个灵活的环境。

#### 降低风险

- 随着工程需求的变化，可以增加或减少功能，从而降低财务风险。

#### 减少成本

- 可以使用不常用的 CAE 软件，否则这些软件很难决定是否购买。
- 整合您的 CAE 软件供应商，以最有效地扩展您有限的预算。

### MSC One 的优势会使以下人员感兴趣：

- 工程项目经理
- CAE 工程部门
- 工程副总裁
- 采购部门

# MSC Apex | 创成式设计

## 自动化的轻量级设计优化

MSC Apex创成式设计是基于直观的CAE环境MSC Apex构建的全自动生成设计的解决方案。它在后台采用了革新的创成式设计引擎的同时，充分利用了MSC Apex的所有易学易用的功能。这种优势的结合大大减少了设计优化工作流程中所需的工作量。

MSC Apex创成式设计专门用于生成只有增材过程才能制造的详细且高度复杂的结构。这种基于应力的创新算法通过最小化质量来产生不同的几何，从而优化出了人类大脑无法想象的几何形状。

- 简单化：通过高度以用户为中心的软件设计来进行优化，不需要具备专家的知识。
- 自动化设计：几乎全自动生成满足设计标准的多个光顺的候选设计方案，同时保证重量最小化。
- 导入和验证：导入现有的几何，找到优化的候选设计方案，并进行设计验证—所有这些都单个CAE环境中进行。
- 直接输出：导出可直接制造和立即使用，而无需人工再修改的几何结构。
- 一个过程：将生成的几何导入Simufact 增材制造或Digimat 增材制造中，为每一个零件获得第一时间正确且低成本高效率的结果。

### 生产力的提高

具有 9 个载荷工况的赛车的车轮托架可以在 8 小时内进行结构优化，而通常则需要超过 1.5 周的工作时间。优化的结果是已经光顺和机械正确的设计，可直接用于制造。通过优化减少重量，使生产时间缩短了近 50%，大大降低成本。





## 功能

- 导入CAD文件
- 直接快速创建（多个）优化模型
- 线性静载荷工况的自动优化
- 综合的光顺功能可用于清理表面&在支柱及壳体间的完美过渡
- 基于应力的算法显著减轻重量
- 创成式设计研究能在短时间内优化出多种结果
- 可以支持CPU、Nvidia GPU和Windows & Linux上远程求解
- 和工艺软件交互
- 支持局部坐标系、压力、重力

## 优势

- 创新的设计理念-无需人工干预
- 易于使用，不需要大量的培训，通过一个更有效的产品设计过程节省成本
- 根据优化设置生成多个设计候选方案
- 输出直接可行的零件设计
- 生成的结果适用于直接增材制造生产，并且利用了该技术的潜力
- 机械完整性验证和可制造性的交互操作
- 生成高度复杂的自然形状的轻量化设计，以降低生产和运营成本

# MSC Apex | 建模器

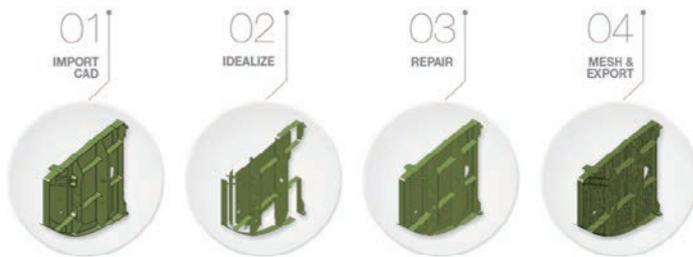
## 直接建模 & CAD 与网格划分解决方案

MSC Apex建模器是一种特别直接的CAE建模和CAD与网格划分的解决方案，具有CAD清理、网格创建和属性设置的操作流程，该解决方案的特点是尖端和交互式的工具，易学易用。

- 智能工具：MSC Apex拥有一套完整的直接建模工具，用户可以快速有效地对几何进行清理和编辑，只需选择感兴趣的实体，如面、边或顶点，通过推、拉、或拖动可实现任何修改。不需要额外的操作，几何模型的任何修改都会触发网格模型自动更新。这样的操作方式带来的好处就是，所需要的工具数量仅仅为传统软件的1/10。
- 工作流程：MSC Apex的架构还考虑了FEA/CAE的智能化工作流。一个典型的例子是智能的中间面提取功能，可快速将3D的FEA模型转换成2D模型。通过使用MSC Apex提供的工作流程，用户可以轻松地将典型的CAD模型到分析准备就绪的FEA模型的工作流的效率提高10倍。
- 基础技术：MSC Apex包含一个衍生性框架，以实现几何图形和分析数据之间的完全关联。一旦对“上游”对象进行了修改，更改将自动同步到“下游”对象，包括网格，属性甚至仿真结果。这种直接建模方式在CAE行业中是独一无二的，并提供了良好的用户体验。
- 易学易用：MSC Apex具备多功能的易学易用的应用工具。它还拥有众多学习帮助文档，例如教程、视频文件、操作流程和鼠标指令，通过这些可以提高到一天学会的工作效率。

### 高效性

对于这个航空舱壁，使用传统的CAE工具，建立几何模型并进行网格划分需要50个小时，在MSC Apex Modeler中，整个过程仅需花费5.5个小时，可以很轻松的实现中间面提取，连接独立的曲面，划分网格并指定厚度以及偏移量。



	Today's Workflow	MSC Apex Workflow
Expertise Required	High	Low
Analysis geometry creation	35h	3h
Mesh creation	3h	2h
Property Assignments	12h	.5h
<b>Complete entire scenario</b>	<b>50h</b>	<b>5.5h</b>

## 功能

### 草图绘制

- 绘制线条，正方形、圆、椭圆、圆角、倒角和高阶几何
- 投影、分割和编辑现有草图

### 直接建模

- 特征识别和删除特征
- 通过“推/拉”或者“拖拽顶点/边”交互式地编辑实体和曲面
- 分割和填充几何面
- 添加/删除和抑制/释放顶点和边
- 支持装配体中的自动部件替换

### 中面创建和修补工具

- 提取中面的方法包括自动偏移，等厚度，间距偏移和锥形的方法
- 增量式的方法可以为厚度均匀或者不均匀的平面实体或者曲面实体创建中面

### 从独立网格中提取几何形状

- 从独立的FEA模型中可以生成面片几何以及NURBS几何，并可以对其进行编辑，重新使用/重新划分网格
- 使用用户控件修改和更新面片几何区域
- 识别2D和3D特征，进行后续几何图形编辑
- 将检索到的几何图形导出为通用的文件格式

### 网格划分及网格编辑

- 通过对曲线、面和体进行网格划分，可以得到如下单元类型：梁单元、四边形单元、三角形单元、四面体单元以及六面体单元
- 几何编辑，网格自动再生
- 基于特征网格划分和网格种子点设置的网格细化

- 构造硬点，方便部件之间的连接
- 可以通过平铺，4边或4边以上映射的方法划分面网格
- 可视化检查单元质量

### 模型属性

- 材料创建和赋予
- 属性创建和分配
- 均匀或者非均匀的截面自动创建厚度和偏置量属性
- 定义交互工具，包括依赖绑定和离散绑定等
- 定义重力、点质量、强迫运动、约束条件和压力

### 与黄金标准求解器的互操作性

- 不断扩展对MSC Nastran数据导入、导出以及生成数据的支持
- “抽象”概念可将Apex/MSC Nastran更紧密的进行集成
- 支持访问Adams/Car的模型/结果数据以进行后处理
- 在单一环境中，允许Adams/Car结果数据和结构有限元模型之间进行几何关联和载荷映射

### 高效的后处理

- 在GUI中嵌入图像/视频捕获功能
- 启用多视图结果浏览环境

### 基于Python的API实现自动化

- 允许用户自定义的工具自动地执行重复性工作并开发内部工作流程
- 提供完整的IDE支持
- 无需编码，支持宏命令录制和播放

# MSC Apex | 结构包

## 基于计算部件的结构分析

MSC Apex结构包是一个集成的有限元求解模块，它为用户提供了线性结构分析的功能（不久，还可以实现非线性的分析功能）。现在，Apex提供了4种类型的线性分析，分别是：线性静态分析，线性屈曲分析，正则模态分析以及频率响应分析。

MSC Apex结构包封装了一个直观的用户界面，用于场景定义，分析准备检查，同时还集成了求解器。用户使用界面和求解器集成的方法给使用者带来了独特的能力，当有限元分析模型准备好进行分析之前，可以利用MSC Apex来进行交互式的和增量式的验证。这种增量验证的方法与前后处理器和求解器分开的传统方法相比是一种创造性和智能化的革命。

通过对“MSC Apex-MSC Nastran-MSC Apex”工作流的不断扩展支持，用户可以根据不同的设计阶段和任务选择最佳方案：

### 方案1—外部MSC Nastran解决方案

由于内部流程和 / 或客户要求，许多已有的Nastran客户还是决定使用MSC Nastran作为外部的求解器。

### 方案2—内置MSC Apex结构包求解来支持外部的MSC Nastran求解

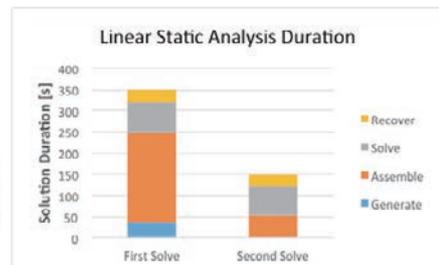
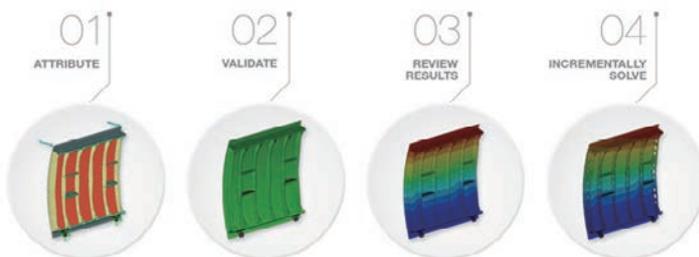
在研发阶段，用户可以选用集成的Apex求解器用来进行FEA模型增量式的构建和验证。一旦验证完毕，已经准备完毕的FEA模型可以通过外部的MSC Nastran进行求解计算，随后再通过Apex进行结果探索。

### 方案3—内置MSC Apex结构包

这种情况下，不强制使用MSC Nastran求解器，用户可以利用内嵌的Apex求解器所有的功能。

## 提高生产率

对于起落架舱门的装配体，计算部件技术被用来执行一个增量分析，在修改了一个装配体中的部件之后，一个增量分析或者后续分析将比第一次计算的效率要提高 2.5 倍。

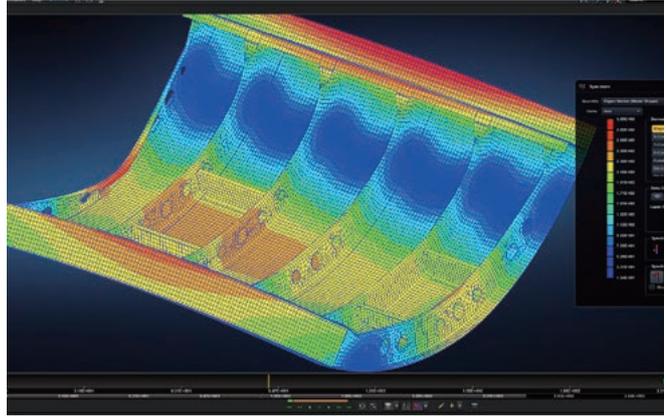


## 功能

### 线性结构分析

#### 提供4种线性仿真

- 线性静力分析
- 线性屈曲分析
- 正则模态分析
- 频率响应分析



### 增量式验证和求解

- 引导用户快速完成分析模型的准备检查工作，包括几何的完整性，单元网格质量、材料属性、单元属性、载荷和边界条件、交互设置和仿真设置
- 管理多个场景（模型代表，输出请求，分析类型）
- 指定分析对象（零件、子装配体、装配体）

### 衍生性框架

- 修改“上层”对象时快速更新仿真结果

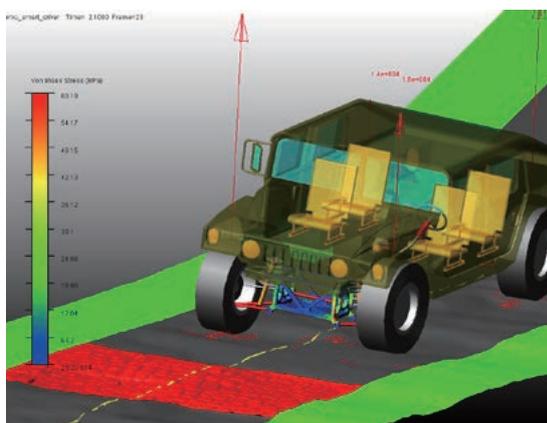
# Adams

## 多体动力学仿真解决方案

Adams是我们的黄金标准软件，帮助工程师研究运动部件的动力学以及载荷和力在整个机械系统中的分布。产品制造商经常在设计过程的最后阶段才知道系统的性能。机械，电气和其他行业在系统工程过程中根据他们的特定要求进行了验证，但是全系统测试和验证的阶段太晚，导致返工和设计变更的成本风险比早期的更高。

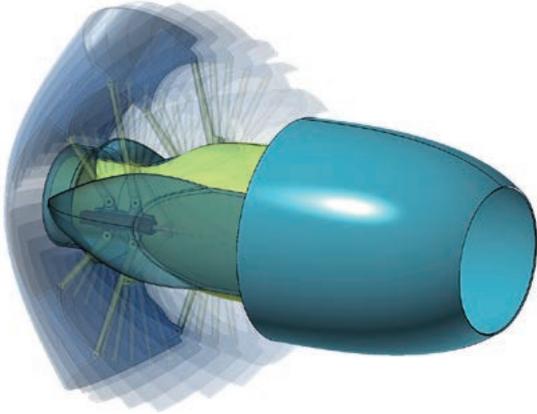
作为世界上最著名，使用最广泛且屡获殊荣的多体动力学软件，Adams通过支持早期的系统级设计验证来提高工程效率并降低产品开发成本。工程师可以评估和管理各个学科之间复杂的相互作用，包括运动，结构，驱动和控制，以更好地优化产品设计的性能，安全性和舒适性。除了丰富的分析功能外，Adams还利用高性能计算环境，针对大型问题进行了优化。

利用多体动力学求解技术，Adams只需花费FEA软件所需的小部分时间即可完成非线性动力学求解。通过Adams仿真计算得出的载荷和力可以更好地评估它们在整个运动和操作环境范围内的变化情况，从而提高了FEA的分析精度。利用Adams，您不必等到计算完成才能看到仿真结果。即使您的仿真正在运行，您也可以观察动画和曲线，继续完善您的设计，从而节省宝贵的时间。对于设计优化，您可以定义变量，约束和设计目标，然后让Adams自动迭代设计，从而提供最佳的系统性能。



### Adams/Car

- 在构建和测试物理样机前了解产品的性能并改进您的设计
- 分析设计变更更快，比物理样机测试需要更低的成本
- 不同种类的分析更快更简单
- 工作在更安全的环境，不用担心因为恶劣的天气而无法测试或由于测试设备故障而丢失测试数据



## 功能

- 导入各种CAD数据格式，包括STEP、IGES、DXF、DWG和Parasolid
- 提供丰富的连接和约束库，用于定义部件连接方式
- 通过在装配体上定义内部或外部载荷来定义产品的工作工况
- 可以进一步细化模型，考虑部件柔性、自动控制系统、约束副摩擦和滑动、液压和气动执行元件以及参数化设计关系
- 能够自动生成柔性部件，而不需要借助FEA软件生成MNF文件导入
- 通过定义目标、约束和变量进行迭代优化设计
- 自动生成的线性模型和复杂载荷用于后续的结构分析
- 全面且易于使用的接触计算能力，支持二维和三维之间的任何组合的模态柔性体和刚体之间的几何接触
- 复杂大位移机构的线性和非线性结果
- 通过Adams-Marc联合仿真来考虑部件几何非线性和材料非线性
- 利用FE Part创建几何非线性梁部件

## Adams/Machinery

- 高精度模拟常见的机械传动系统，如齿轮、轴承、皮带、链条、电机、绳索和凸轮
- 大幅提升的工作效率和令人难以置信的快速建模-求解-评估过程
- 一个自动化、易用性导向驱动模型创建过程
- 在Adams/Postprocessor中可以直观的进行结果评估

## Adams Real Time

- 在HIL测试环境中连接实际设备和虚拟样机来测试系统的交互性
- 在DIL测试环境中连接真实的驾驶员和虚拟样机来评估车辆和驾驶员的表现
- 连接Adams和VTD在自动驾驶仿真中捕获高频响应

## 高性能计算（HPC）

- 并行计算支持Adams/Tire
- 共享内存并行求解器
- 最先进的线性分析能力
- 高效的Adams-to-Nastran转换工具来取代人工转换
- HHT积分器能够对动力学分析中的运动方程进行更快速的数值积分



# Actran

## 声学仿真的黄金标准

声学仿真技术几乎涉及所有的工程领域。原因很简单：没有一个行业能够允许噪声或声音不合格的产品。

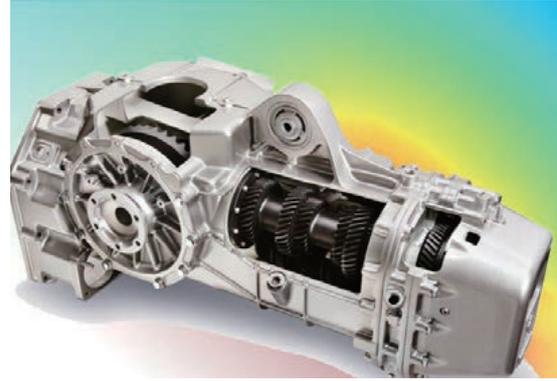
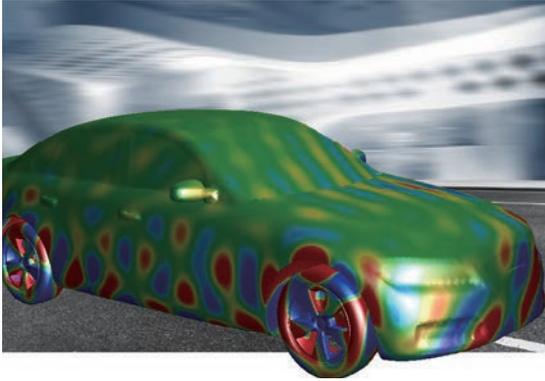
Actran帮助交通运输，航空航天和国防，机械和消费品行业满足日益严格的噪声法规，或者确保新设计与公司的声学商标一致。

凭借丰富的建模功能和高性能求解器，工程师可以在有限的时间内应对声学，振动或流动引起的噪声挑战。用户友好且高度可定制的图形用户界面可确保将声学模拟可靠而经济地集成到任何工业流程中。

### 典型应用

- 动力总成，变速箱和电动发动机的噪声预测
- 发动机进气和排气系统声学特性
- 后视镜和空调环控系统的气动-振动-噪声分析
- 轮胎和通过噪音评估，包括声学处理优化
- 车辆内部声学舒适度，包括全内饰车身的NVH性能评估和声学包优化
- 多层结构声学传输损耗预测，考虑随频率变化的声学处理效应
- 传输路径分析和设计变更影响比较
- 考虑安装效果（结构振动、吸声等）的风扇噪声评估
- 音响设备集成性能评估
- 飞机进气和排气噪声的声学处理和机舱设计优化
- 机身气动噪声的传播预测
- 水下噪声传播
- 高强度随机声载荷和振动导致的振动声疲劳预测





## 优势

- 最新的HPC技术可以预测、了解和改善产品设计的声学性能，同时缩短优化过程
- 借助软件自有文件格式和灵活的API，可将声学性能评估与现有工业流程无缝集成
- 可自定义的界面提高了声学分析的生产率和鲁棒性

## 功能

- GUI支持高级结果可视化，包括专用的声学后处理功能（极坐标图，3D方向图，贡献图，声学量）
- 具有基于声学标准的嵌入式声学测点生成功能（ISO 3744，ISO 3745，SAE J1074和IEC 61672-1）
- 根据用户的需求自定义的界面
- 基于自适应求解器的网格划分技术，可实现高效计算并减少用户网格划分工作
- 高度集成到多体时域代码Adams和CFD代码scFLOW中进行联合仿真
- 与结构分析FEA软件（如MSC Nastran）进行联合仿真
- 分析静态介质和复杂流动中的声音传播和辐射

- 使用无限单元和自适应完美匹配层（APML）模拟自由场辐射
- 在小空间流体中建立声学粘热损失模型
- 采用直接频率法或模态频率法进行振动-声学耦合分析
- 丰富的结构单元库：实体、壳体、梁、弹簧、刚体、多层复合结构等
- 基于BIOT理论的多孔弹性单元库，用于通过体积作用的声学材料建模
- 用于有源结构建模的压电单元库
- 随机载荷：扩散声场，湍流边界层等
- 使用线性和二阶单元进行2D、3D和轴对称模型分析
- 从定常和非定常的CFD结果（SNGR技术，Lighthill和Möhring类比）中，提取气动声源，预测由湍流引起的噪声
- 支持CFD代码自有文件格式
- 基于有限元和虚拟SEA方法的低、中和高频求解功能
- 直接和迭代求解以及KRYLOV快速频率响应求解
- GPU加速功能解决大模型和高频问题

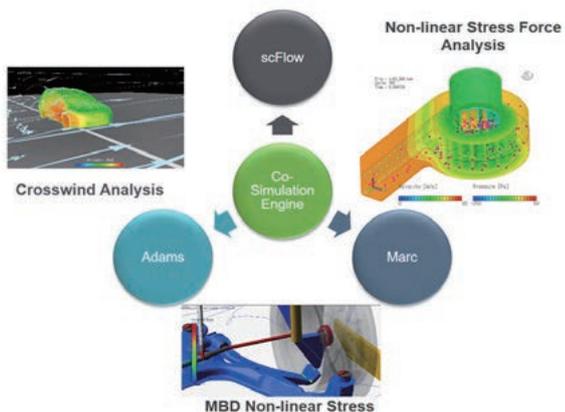
# MSC CoSim

## 多物理场分析成为现实

通过将多个仿真学科结合在一起，联合仿真为工程师提供了独特、更完整和整体的性能洞见。包括声学，多体动力学（MBD），CFD，结构分析以及显式碰撞动力学在内的所有分析都可以在MSC中连接在一起。根据分析类型的不同，工程师可以通过两种方式使用MSC解决方案：联合仿真（将多个物理场同时应用于模型）和链式仿真（将载荷工况结果从一种分析传递到另一种分析）。

### MSC CoSim引擎

开发MSC CoSim引擎是为了提供一个联合仿真正接口，用于将不同求解器/学科与多物理场框架直接耦合。第一个版本现已上市，使工程师能够在Adams，Marc和scFLOW之间建立联合仿真模型。

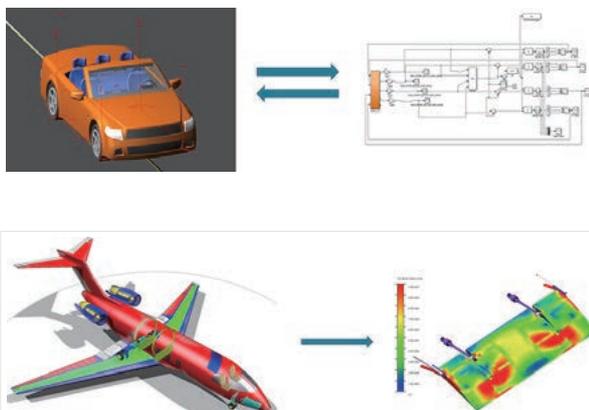


### 其他开放式协同仿真解决方案

除CoSim引擎外，MSC还支持一系列其他联合仿真方法，包括功能模型接口（FMI），Adams Marc协同仿真接口（ACSI）等。

### 链式仿真

链式仿真使来自不同部门的CAE工程师能够顺序集成多个学科仿真，并提高总体仿真精度。例如，将道路载荷数据从Adams整车模型传递到下游的MSC Nastran模型，以进行应力和耐久性分析。



# Cradle CFD

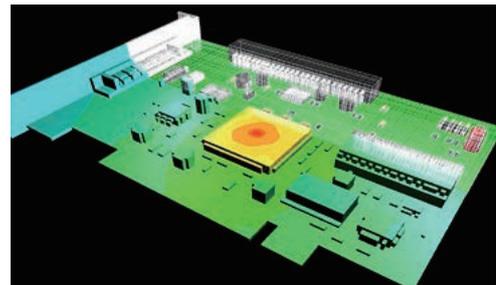
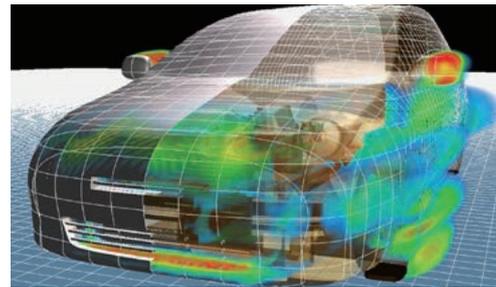
## 专注于多物理场的计算流体动力学软件

Cradle CFD提供实用的、最先进的计算流体动力学仿真和可视化的解决方案。它具有卓越的处理速度、精细的技术和高用户满意度的实用性，已被用于各种应用，如汽车、航空航天、电子、建筑和建筑、土木工程、风扇、机械和海洋开发，以解决热和流体问题。它也整合了多物理场协同仿真和单向联合仿真功能，以实现与结构、声学、电磁、机械、一维、优化、热环境、3D CAD和其他分析工具的耦合，从而使用户能够有效地解决跨多个学科的工程问题。Cradle CFD具有强大的后处理功能，并且屡获殊荣，可以生成视觉上强大的仿真图形，轻松表达仿真数据结果，使具有各种技能水平的用户都能够进行高级仿真处理并获得宝贵的设计建议。Cradle CFD解决方案包含以下产品：

### scFLOW

scFLOW是新一代CFD工具，它使用非结构化网格精确表示复杂的几何形状。通过简化的工作流程，前处理器可帮助用户生成高质量的多面体网格单元并构建复杂的模型，而求解器可确保更高的稳定性和速度，scFLOW能够解决航空航天和汽车的空气动力学问题，风扇、泵和其他旋转设备的性能问题，电子设备的设计问题，多相流现象，船用螺旋桨空化以及其他各种问题。

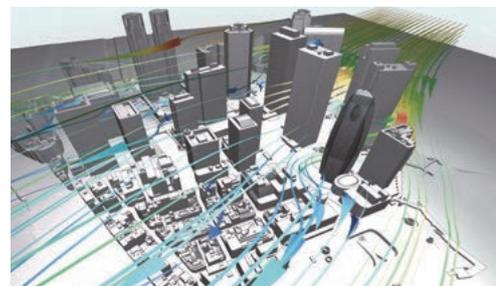
通过协同仿真和单向联合仿真，再加上MSC公司的Marc，MSC Nastran，Adams和Actran软件，可以实现与流体、结构、声学和多体动力学更真实的耦合和多学科分析。

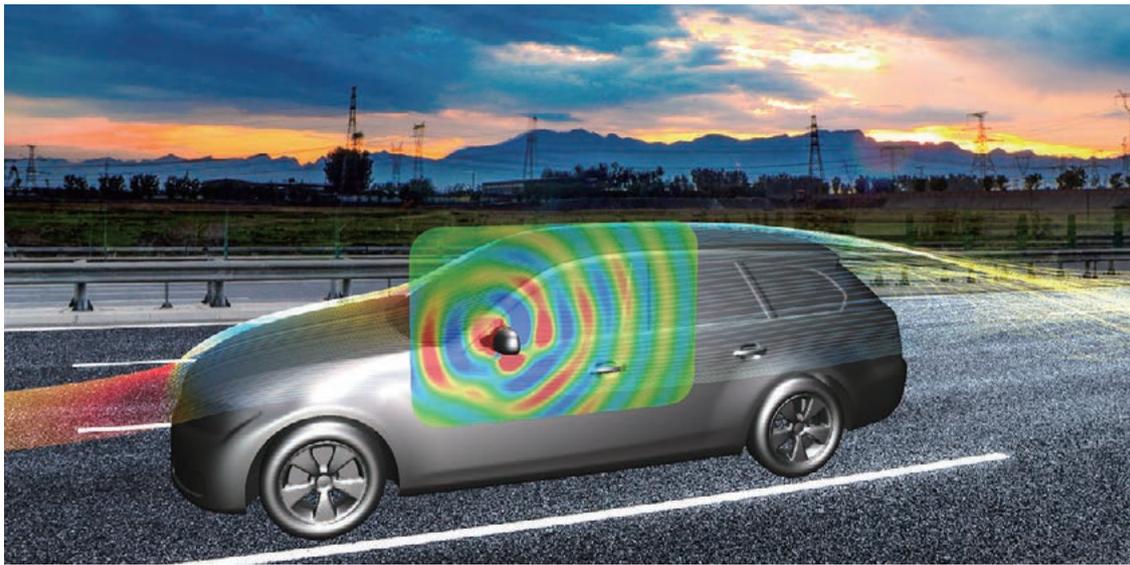


### scSTREAM

scSTREAM是一种通用CFD工具，它使用笛卡尔网格或棱柱状结构化网格，使网格生成和高速仿真过程只需其他解决方案的小部分时间。

由于网格的性质和可进行大规模计算的分析系统，scSTREAM擅长处理用户工程问题遇到的大计算量的仿真问题，例如电子设备和室内环境的热问题，风和热岛现象。





## scPOST

scPOST是一款功能全面的通用数据可视化软件，可让非专业和专业用户即时创建丰富的设计性能视图。

它具有可共享的轻量级格式功能，该格式支持虚拟现实，以提供更加身临其境的数据可视化体验。

除了流体动力学结果，它还支持Actran，Adams，MSC Nastran和Marc的其他仿真结果，所有这些都可以在一个可视化解决方案中。

## HeatDesigner

HeatDesigner是专门用于电子设备冷却的热分析的结构化（笛卡尔）网格热流体分析软件。它使用Software Cradle的scSTREAM通用结构化网格热流体软件产品的核心技术。

HeatDesigner针对不需要精确再现精细几何曲率即可预测准确流场的场景。但是，HeatDesigner能够容纳超过一亿个元素的网格，使其能够捕获精细的几何细节。与scSTREAM一样，HeatDesigner的主要优点是计算速度快和内存消耗低。

## 功能

- 从主流的三维CAD软件和大多数通用的中间数据格式（Parasolid XT, STEP等）中导入本地数据
- 能够求解可压缩（基于密度的求解器）和不可压缩（基于压力的求解器）流动
- 通过VF和FLUX方法考虑热辐射的影响
- 离散、嵌套网格以及移动物体功能可以评估对象的旋转、平移运动和热流结果
- 能够评估6自由度运动，其中刚体受流体力作用被动地平移和旋转
- 自由表面功能可计算气体和液体之间界面的几何形状
- 进行自由表面分析，以评估沸腾和冷凝，导热，潜热和气液相变化
- 分析液体和固体之间的相变，凝固，融化，流动之间的相互作用以及潜热引起的热传递
- 计算由温度变化和固体内蒸发 / 水分迁移引起的湿度和结露
- 评估螺旋桨在水下高速旋转时的气蚀和可能的腐蚀
- 使用DEM（离散元素方法）进行多相分析，使流体和颗粒流的耦合分析成为可能
- 粒子仿真运动受直径、密度、下降速度和粒子与流体之间的相互作用的影响
- 考虑颗粒粘附在墙面上时发生液化
- 考虑外力和静电场对带电粒子的影响
- 导入接线图，例如由电子CAD生成的Gerber数据来生成模型
- 将瞬态热阻测量得到的温度变化结果转换成结构函数(热阻-热容特性)，从而精确地生成热模型
- 照度分析，以评估和考虑在自然采光和人工照明情况下方向性对物体的亮度的影响，
- 参考气候数据（ASHRAE和NEDO）来分析太阳辐射，其中太阳的位置由经度，纬度和日期自动计算得到
- 温度调节模型（JOS），分析人体和周围环境的温度和湿度变化
- 估算舒适度（PMV和SET\*），热应力程度（WGBT）和通风（SVE）
- 映射功能通过将周围区域的较大范围用作边界条件来最大程度地减少计算负担
- CradleViewer，轻型查看应用程序，支持虚拟现实，使用户可以轻松访问和共享模拟数据
- 丰富的自动化API集，允许用户高度自动化工作流程，将Cradle CFD解决方案推广给非专业用户
- 强大的可视化后处理功能

# Digmat

## 非线性多尺度材料与结构建模平台

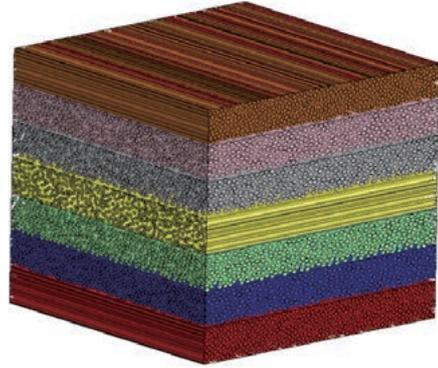
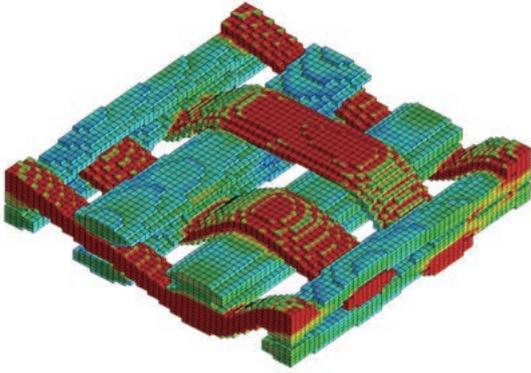
Digmat使工程师能够对复合材料进行微观和宏观分析，预测其性能并计算其机械、热和电性能，也可以建模多种复合材料，包括由热塑性和热固性聚合物以及弹性体制成的复合材料。

Digmat复合材料建模技术依靠细观力学方法来准确预测多相材料的行为。提供了优化的解决方案，弥补制造工艺、材料设计和结构有限元分析之间的差距。Digmat使用制造模拟、纤维排向、残余应力、熔接线、孔隙分布的输出结果来计算复合材料精确的非线性应变率相关材料性能。NVH、刚度、碰撞、耐久性和蠕变是可以应用Digmat解决方案的分析示例。

使用Digmat作为CAE套件的一部分，您的产品开发将变得更加可预测，从而使您可以优化复合结构设计，节省时间和资源。

### Digmat模块：

- Digmat-MF：基于平均场方法的多相材料非线性本构快速预报工具。
- Digmat-FE：基于代表性体积单元（RVE）随机几何建模和有限元求解，精确预报复合材料的非线性行为。
- Digmat-MX：材料模型库，包含材料供应商提供的上百种牌号的复合材料模型和实验曲线，并能根据实验曲线逆向回归材料模型参数。
- Digmat-CAE：Digmat与主流工艺和结构有限元软件间的接口，可使用非线性多尺度建模方法准确预测复合材料和改性塑料部件的性能。
- Digmat-MAP：Digmat 2D/3D网格映射工具，可将工艺软件计算得到信息映射到结构有限元模型上。
- Digmat-HC：蜂窝夹层板虚拟试验解决方案。
- Digmat-RP：改性塑料结构分析整体解决方案，能够快速实现从工艺仿真到有限元计算的整个过程。
- Digmat-VA：复合材料许用值虚拟实验平台。
- Digmat-AM：仿真非金属增材制造工艺过程的工具包。



## 功能

- 支持多种材料、多种性能和多种CAE分析技术的整体解决方案
- 包含平均场方法和RVE建模方法两种多尺度建模技术
- 材料交换平台，用于在材料专家和结构工程师之间准备、存储、检索和安全地交换Digimat材料模型
- 具有柔性加载定义的复合材料的虚拟试验—单调和循环
- 支持多种复合材料，包括纤维增强塑料，硬质金属，陶瓷，纳米和层合板
- 支持多相夹杂、多层分布等复杂材料微观结构

- 支持多种材料非线性，考虑温度及应变率对材料性能的影响
- 支持失效、蠕变以及疲劳分析
- 与大多数工艺仿真软件和结构有限元软件具有接口

## 优势

- 通过高质量的材料建模提升仿真预报精度
- 基于实验数据轻松表征复合材料的复杂本构模型
- 通过弥补FEA和仿真之间的差距来提高准确性
- 改善沟通并标准化材料库以减少错误

# Easy5

## 高级控制和系统仿真

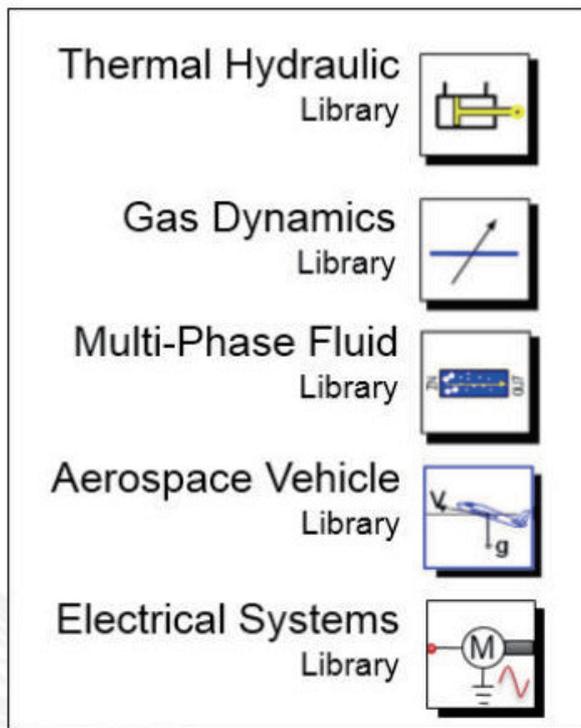
工程上，飞机、汽车、农业机械及其它复杂机构不仅需要基于系统工程化方法进行部件和子系统分析，还需要针对整个系统进行测试研究。传统的建模和分析方法较为耗时并花费较高，而今，每个行业都面临着前所未有的挑战，既要满足日益增长的创新需求，同时降低成本和上市时间。

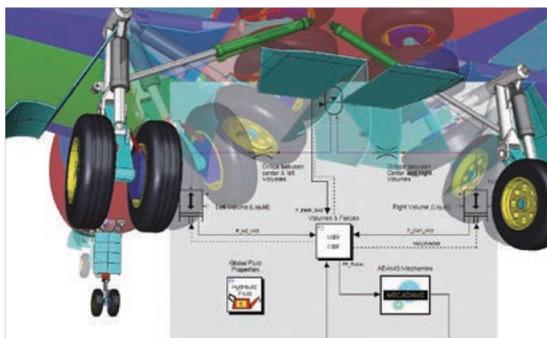
Easy5提供精确可靠的多学科建模和动态系统仿真功能。全球多家知名企业在基于Easy5进行系统级性能分析工作，通过应用Easy5有效减少物理样机数量，降低成本，同时加速产品开发进程。

对于动态系统，其动态行为往往具有时域特性，经常用一阶微分（或差分）方程进行描述。Easy5利用提供的元件库，通过图形化原理框图方式简化了这类系统的模型创建和分析工作。系统工程师可以在熟悉的框图环境下，添加简单或复杂的元件，并按照原理流程连接这些元件，连接的风格简单易用，根据建模需要可分级处理。

Easy5中典型的应用包括控制系统、液压（含热效应）、气动、气流、温度、电气、机械、制冷、环控、润滑、燃料系统，并可考虑采样数据 / 离散时间等。

如下图所示，Easy5包含的5类应用库：





## 功能

- 基于现有的数百个元件方便地搭建系统模型
- 便于地基于原理框图进行系统建模、仿真和分析
- 通过Easy5关联其他应用实现完整的系统虚拟样机创建
- 支持64位的Windows和Linux系统
- 通过集成SimManager共享模型和数据（限于Windows）
- 可自定义的组件库
- 易于使用的GUI与Windows风格的功能
- 与其他CAE软件关联，如Adams、MSC Nastran和Simulink®
- 支持FMI进行更灵活的联合仿真

## 优势

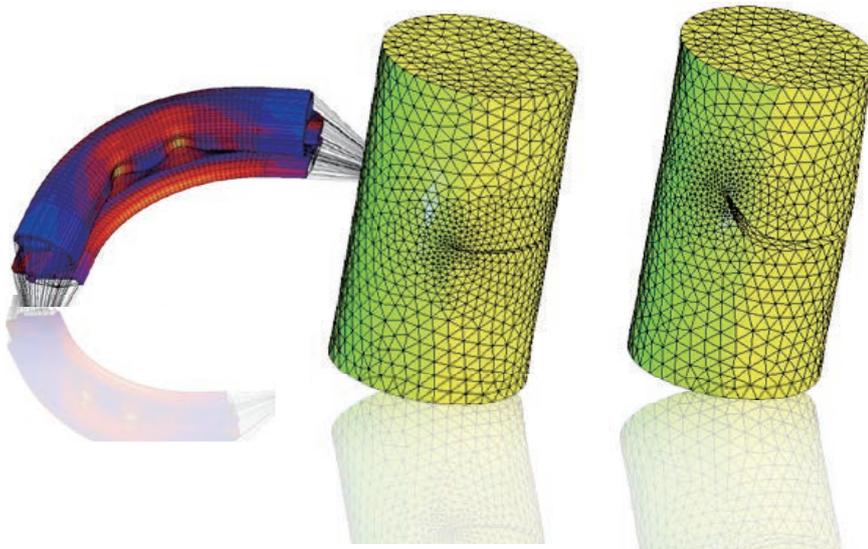
- 快速准确的处理复杂的多域系统
- 在设计流程的早期改进产品
- 有效了解问题并设计对策
- 使用共享库降低CAE成本
- 通过集成其他软件联合仿真提高CAE效率

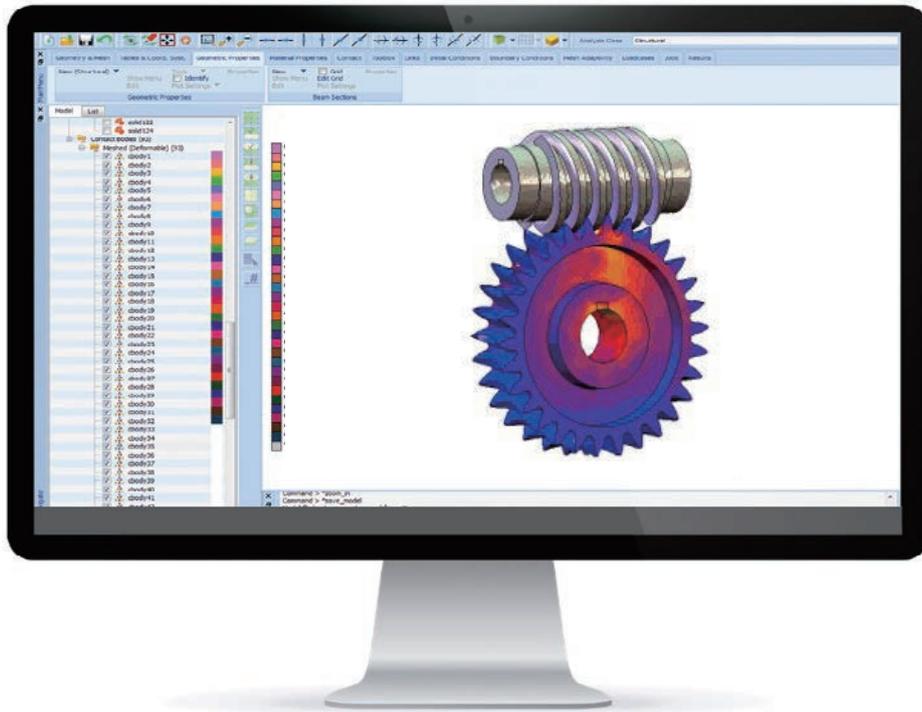
# Marc

## 高级非线性解决方案

Marc是一款功能强大的通用非线性有限元分析软件，能够针对广泛的工程设计与制造应用中的静力、动力和多物理场耦合问题进行准确仿真。Marc强大的模拟非线性材料和多变边界条件的能力使它能够帮助用户处理大量的复杂的设计问题。

- 非线性和多物理场解决方案：采用强健的非线性算法和多物理场耦合分析功能，包括热机耦合分析、电磁、压电分析、电-热-结构耦合分析、与结构响应耦合的静电场和静磁场分析等，求解的问题类型贯穿整个产品生命周期，包括加工制造过程仿真、设计性能分析、工作负载性能分析和失效分析。
- 非线性材料：具备大量的金属和非金属材料的本构模型库，并且有超过200种用于结构、热、多物理场和流体分析的单元类型。
- 失效和损伤分析：可以依据包括韧性材料、脆性材料、复合材料、弹性体材料和混凝土等不同类型的材料选择合适的模型来研究损伤和失效。研究裂纹扩展以避免结构的灾难性破坏。
- 接触分析：便于进行接触模型的建立，实现对各部件之间不断变化的相互作用关系的分析和可视化。在耦合分析中可以包含摩擦和塑性热生成。
- 自动网格重划分：采用局部和总体网格自适应重划分功能来克服高应力梯度和 / 或单元大变形所引起的问题。
- 并行处理：通过长期验证的并行计算功能可以取得更高的计算效率。充分利用系统中的多核处理器和GPU来取得更高效的求解性能。
- 集成的前后处理：专门为非线性分析而设计的集成的用户界面可让用户很方便地建立和分析复杂的模型。对一些重复性高的仿真，可以采用Python脚本语言来进行客户化定制，使整个仿真过程实现自动化。





## 功能

- 先进的非线性材料本构模型
- 业界证明的用于准确模拟产品性能和加工过程的接触功能
- 非线性结构、热学、电磁学耦合分析
- 高级热传递分析功能
- 特殊用途材料模型，包括记忆合金与焊料模型
- 具有全面的连接件和紧固件模型用于模拟常见部件之间的连接
- 最先进的迭代求解器和在共享以及分布式存储机器上的并行处理
- 自动网格重划分和网格自适应功能，提高求解的强健性和准确性

- 先进的金属和复合材料结构的损伤和疲劳分析

- 预测在实际负载状态下裂纹萌生和裂纹扩展

## 优势

- 强健的求解技术，极大地提高了在许多行业中使用非线性解决方案的价值
- 通过实施一体化的仿真缩短设计优化过程，提高设计质量和产品性能
- 可靠的分析能力，降低产品设计、开发、制造与保修成本

# Simufact

## 金属加工工艺仿真解决方案

Simufact是基于有限元法(FEA)的全球领先的工艺仿真方案，适用于金属成形、连接、焊接和金属增材制造的工艺仿真。Simufact能够进行完整的工艺链仿真，从下料、制坯开始，到多工步塑性成形、冲孔、裁边和后续的热处理，再到机械连接、焊接乃至结构的机械性能分析等。Simufact可以帮助用户优化工艺仿真流程，提高产品质量，并有效降低成本投入和减少上市时间。

### Simufact Forming

Simufact Forming是一款成熟的金属成形工艺仿真软件。该软件涵盖了成形工艺技术的所有重要领域：热锻造、冷成形、挤压成形、钣金成形、轧制、环轧、旋压、自由锻等。Simufact Forming可以帮助用户对成形过程的成形缺陷、微观组织、模具应力、材料流动以及常规热处理和感应加热等工艺过程中的材料性能的变化进行预测。此外，软件还支持基于热力耦合的机械连接和压力焊接等连接工艺的仿真分析。

### Simufact Welding

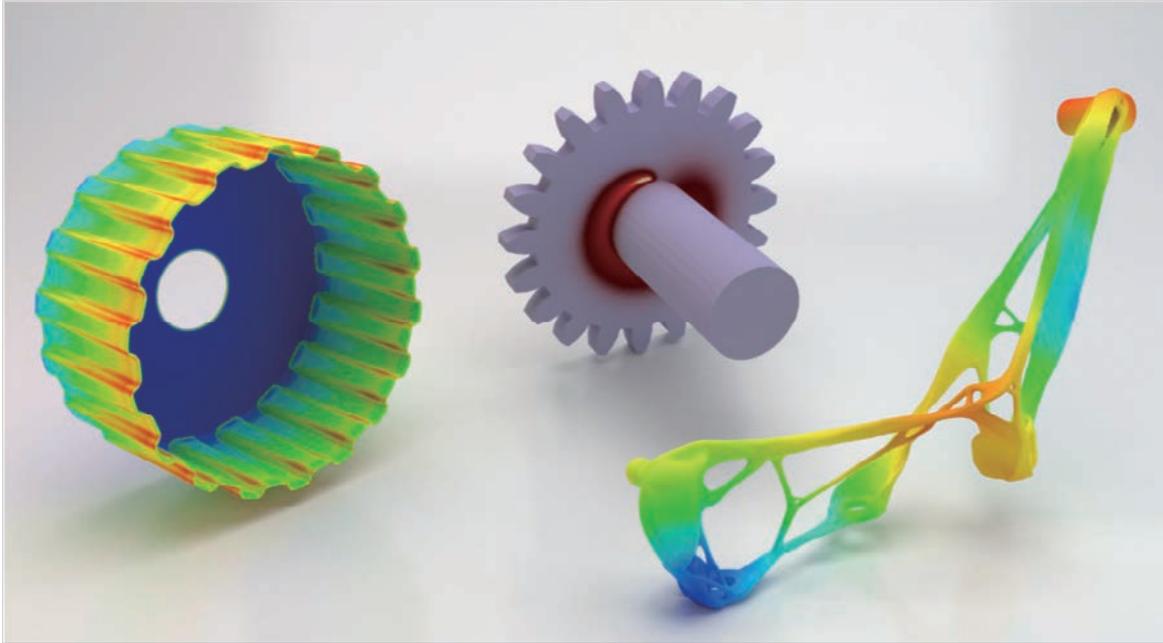
Simufact Welding适用于多种熔焊和压力焊接工艺仿真计算，可以考虑焊接顺序和焊接夹具等工艺参数对焊接质量的影响。例如电弧焊、激光焊、电子束焊、钎焊以及电阻点焊等常见的焊接工艺，都可在Simufact Welding中进行仿真分析。Simufact Welding新增了“直接能量沉积”（DED）模块，可用于金属能量沉积增材制造工艺仿真。此外，Simufact Welding还可进行夹具卸载、冷却、焊后应力释放、热处理等工艺的建模仿真。Simufact Welding内置多种计算方法，用户可以根据需要控制计算速度和精度。

### Simufact Additive

Simufact Additive是专门用于金属粉床熔融增材制造的工艺仿真分析软件，软件采用宏观固有应变技术，可以快速获得仿真结果，预测应力和变形等结果。此外，软件可以进行热学或者热机耦合计算，进一步考虑增材制造过程中，温度相关结果的预测。

Simufact Additive是旨在预测整个金属3D打印过程、热处理、切割和HIP过程中的变形、残余应力和温度分布的软件解决方案，并提供补偿设计功能减少和避免零件的变形翘曲问题。

所有Simufact软件解决方案均提供了附加模块，例如微观结构分析模块、软件并行计算模块、第三方CAD软件接口、软件定制化模块以及材料数据库模块。



## 功能

- 一流的金属制造工艺解决方案
- 成形应用领域
- 冷、热连接应用领域
- 3D打印应用领域
- 工艺仿真专用的前后处理环境
- 准确的材料描述
- 制造过程中零件性能的预测
- 开放式架构
- 强大的求解器能够解决由简单到复杂乃至最前沿技术对应的制造问题
- 集成最先进的技术，确保最佳精度

## 优势

- 一流计算精度且求解高效稳定
- 全工艺链、可扩展的解决方案
- 降低模具和工艺开发过程中的成本
- 所有相关工艺过程的各阶段之间具有完全的数据互通性
- 实际工艺过程导向式建模
- 专业工艺专家团队支持
- 协助工程师短时间内开发出有效的成形方法，不影响实际设备试模
- 更快、更好地灵活应对新的需求
- 对成形温度和机械力进行控制管理

# MSC Nastran

## 多学科结构仿真

MSC Nastran是世界上第一个有限元结构分析软件，也当今众多行业的黄金标准，是一款多学科结构分析软件，被工程人员应用于分析横跨线性、非线性、自动化结构优化和疲劳强度等领域的静态、动态、热等多学科结构问题，所有上述分析学科都支持高性能计算。MSC Nastran是业内最受信任的软件解决方案。其预测结果是业内与实际情况最为一致、最为准确的。工程师使用MSC Nastran都能够获得“正确的结果”。

制造商可在产品开发的各个阶段使用MSC Nastran的独特多学科方法进行结构分析。

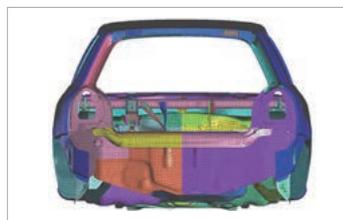
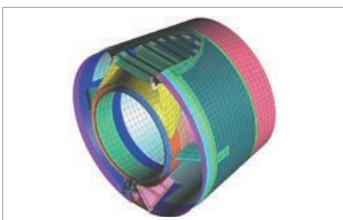
### MSC Nastran可以被用于：

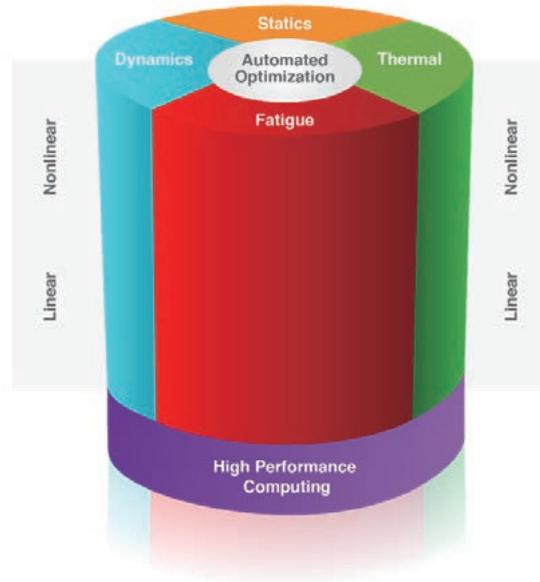
- 早期的产品设计过程中的虚拟开发，节省传统开发中相对应的物理样机成本
- 改进产品服务期内的结构问题，减少维护时间和费用
- 优化现有设计性能或开发产品的独特功能，与竞争形成工业优势

MSC Nastran基于久经验证的数值方法开发，主要基于有限元法。提供隐式和显式有限元法解决非线性问题。

### MSC Nastran的优势

- 多学科结构分析：要获得全面的工程分析能力，必须要多个软件解决方案，并且必须使用每种新工具对用户进行培训。MSC Nastran具有多学科分析，可为用户提供针对各种工程问题的一体化结构分析解决方案。
- 结构装配建模：通常很少单独分析一个结构构件。结构系统由众多组件构成，必须进行整体分析。MSC Nastran具有多种方法，可以将多个组件连接起来进行系统级的结构分析。
- 自动化结构优化：设计优化是产品开发中的关键，但通常是多次迭代进行的，需要大量的人工工作。MSC Nastran包含优化算法，这些算法可在允许的设计空间内自动寻找最佳设计。





## 功能

### 多学科结构分析

- 仅使用一个平台执行线性或非线形分析，包含：静力学、动力学（包括NVH和Acoustics）、热和屈曲等学科，减少对多个软件供应商提供多学科结构分析程序的依赖性
- 基于嵌入式疲劳技术计算产品寿命，减少评估疲劳寿命时间
- 评估高级复合材料行为、基于逐步失效分析和用户自定义程序与Digimat联合评估纤维加强的塑性行为

### 结构装配建模

- 使用永久粘接加速网格划分，保证客户以更少时间完成网格过度连接，传统网格划分中这部分工作时间消耗巨大
- 使用特殊联接单元，节省以焊点、紧固件等单元类型创建装配模型的时间
- 使用超单元技术可节省大装配模型的多次分析时间，可选择的与合作制造商共享超单元信息，同时保护设计机密信息

- 执行接触分析，自动探测模型中可能接触，生成接触关系，输出接触应力与接触关系

### 自动化结构优化分析

- 允许设计变量基于材料属性、几何尺寸、载荷等，优化目标可以为应力、质量、疲劳寿命等
- 形状优化功能增强形状和截面结构
- 地貌（或自由尺寸）优化功能可发现复合材料每层纤维最优厚度
- 形貌优化决定钣金零件设计中的最佳筋槽位置和压模图案
- 拓扑优化移除多余材料体积
- 多模型优化可同时优化多个跨学科模型

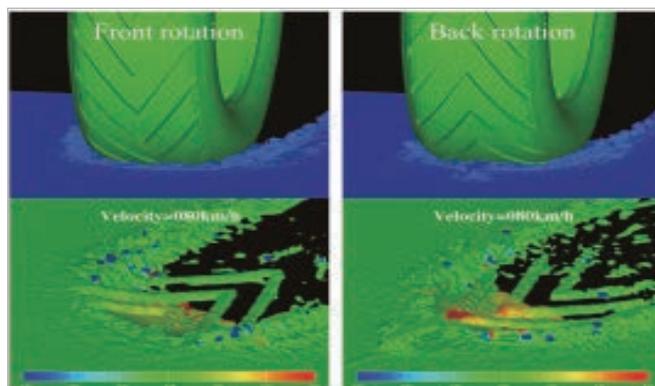
# Dytran

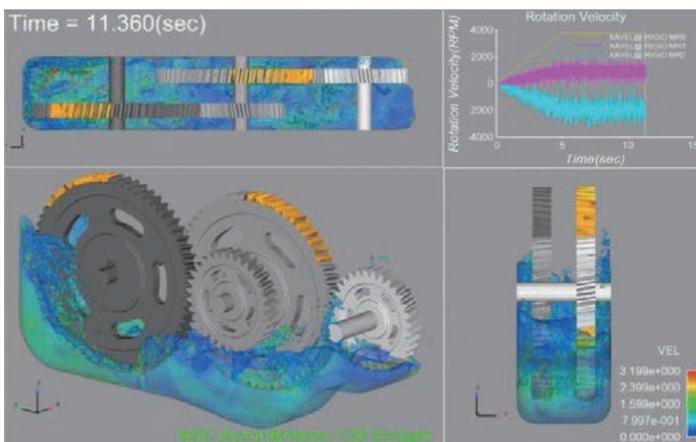
## 显式动力学与流固耦合

Dytran是一款显式有限元分析（FEA）软件，用于模拟诸如冲击、碰撞这类持续时间很短的物理过程，模拟这类物理过程中结构的复杂非线性行为。通过使用Dytran，工程师能够研究产品在实际使用环境中结构完整性，以确保产品安全性、可靠性以及各种常规性的要求。

Dytran软件包中提供有限元法、有限体积法以及流固耦合分析的功能。通过流固耦合算法，Dytran可以在一次仿真中分析结构部件与流体或者处于流态的发生极度大变形的材料之间的耦合。Dytran提供了针对非常复杂问题高度精确的仿真方法。

- 结构瞬态分析：使用显式求解技术，Dytran对大型复杂的瞬态动响应问题有更高的求解效率。用户可以选用多种单元类型，包括体元、壳元、梁元、膜应力元、连接元，以及刚体元来模拟结构。
- 非线性材料：用户可以选用多种材料模式来仿真结构的响应和失效。可供选择的材料本构模型包括线弹性体本构、屈曲准则、状态方程、失效与层裂模式、炸药燃爆模型以及复合材料模型等。
- 接触分析：具有能够模拟结构零部件之间的相互作用的接触分析功能。可以不考虑接触面之间的摩擦，也可以考虑摩擦效应以及包含分离过程的滑移现象。可以采用单接触面自身接触功能来模拟结构发生屈曲后自身折叠从而发生自接触的情况。
- 流固耦合：采用Dytran软件包内部的拉格朗日求解器与欧拉求解器，通过流固耦合算法可以在一个模型中模拟流体动力学过程及其对结构的作用。流体与结构之间的相互作用是通过定义在结构表面的耦合面来实现的。
- 高性能计算：利用最新数值计算方法领域的成果以及高性能计算机硬件技术，Dytran在运算效率方面取得了更大的提升。它可以在种类广泛的计算机平台上运行，包括从个人电脑到超级计算机的各种机型。用户还可以利用软件的并行计算功能来取得更高的求解效率。





## 功能

- 先进的显示非线性分析求解技术能够用于模拟和分析复杂、极度非线性、瞬时动态事件
- 强大且高效的三维接触与耦合算法，以及用于结构分析的拉格朗日有限元法和用于流体和多材料流分析的欧拉有限体积分法
- 完整的单元模型库，包括梁、壳、体、弹簧和阻尼器
- 全范围非线性材料模型用于金属、合金、泥土、泡沫、橡胶、液体和气体
- 支持欧拉解算器和流固耦合计算的分布式并行 (DMP)

## 优势

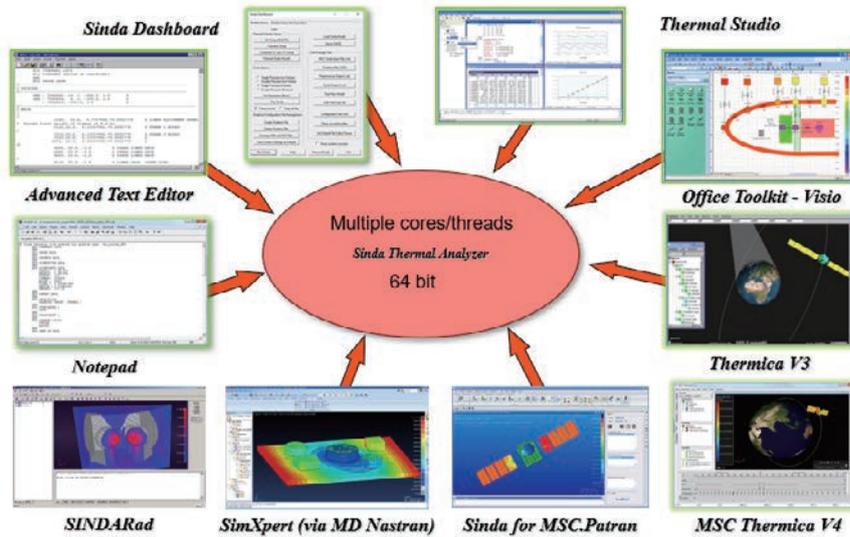
- 具有高效简单的建模流程和最先进的流固耦合 (FSI) 仿真能力，使用Dytran将用于物理原型的成本最小化，减少多余的测试环节
- 快速获得对现实世界各种问题涉及到的非线性、动力学行为的详细深入的了解，这是其它一些仿真软件难以解决的问题
- 在设计周期的早期，使用单个分析包和仿真环境对复杂的场景进行建模并做“假设分析”
- 应用Dytran，能够提高产品质量，将出现故障的几率和反复设计的开支最小化

# Sinda

## 高级热分析解决方案

MSC Sinda是世界上最权威的热分析求解器，起源于美国航天和高科技领域，已有57年的研发历史。自1982年起成为美国工业标准，全球数百家公司广泛应用，包括NASA、Lockheed Martin、Boeing、Northrop Grumman和Raytheon等著名企业或部门。MSC Sinda与MSC Patran和MSC Thermica全面集成，为MSC用户提供最佳的热分析解决方案。Sinda是一款经过航空航天和高新技术市场（包括Astra、ERS1-2、Gomos、Mars Express、Silex、Soho）多年验证的世界级高级热分析软件。

Sinda不仅有强大的热学分析程序语言，还能够构建其他分析软件很难甚至不可能做到的复杂的热学场景。它采用先进的热阻-热容网络法进行热分析，在解决热问题时具有许多优势。另外，因与多种热模拟工具如Patran、SimXpert、SindaRad、THERMICA、Thermal Studio和Visio集成，使Sinda使用起来更加灵活。



### 功能

- 使用直观的阻容网格方法建立热学模型
- 处理涉及非线性材料、辐射以及其它复杂边界条件的高级热学问题
- 可与各种前/后处理器、辐射分析软件相集成，可以利用现有模型，减少学习时间，提高项目的一致性
- 提供独特的程序逻辑和大量库函数，能够分析任意数量的“假设分析”情景
- 能够轻松设置参数化分析，例如灵敏度、优化以及测试相关性，从而提高设计改变对于热场的影响
- 在航空航天领域和高新技术市场得到 57 年使用验证的工具
- 支持 44 种内置的对流换热准则，可以用于模拟内部、外部强迫对流和自然对流换热
- SindaRad 作为 Sinda 的组成部分，采用 hemi-cube 方法，可以处理大型辐射模型，快速计算大量的辐射角系数
- 可以采用温度控制器进行加热和制冷，温度控制器包括开/关、比例温控、稳态，和 PID 控制等 5 种选项
- 相变材料建模，用于热存储和反结冰模拟分析，可

以采用热焓方法或者 Sinda 的两种处理相变问题的内部函数

- 可从 25 个稳态和瞬态解算器中进行选择，几乎对任何工程问题都能够快速、准确得到收敛解
- 材料库包括各向同性材料、流体材料、涂层材料和主要用于地面环境模拟的常用地表材料
- 含 Thermal Studio; 一款基于 Windows 图形界面，用于创建和运行模型并以 x-y 曲线图表方式查看分析结果的软件
- 可集成到 Patran、THERMICA 和 Visio 中，建模后直接提交计算和后处理

### 优势

- 结构和热双向耦合分析，共用同一个 Patran db 文件，结构和热的操作界面可以快捷方便地切换，保留全部几何信息
- 航天器热设计与分析，支持多弧段定义各种轨道、多层次的姿态运动、全轨道飞行任务和各种复杂运动和指向模式
- 用于模拟地面和大气层内的热环境，包括阳光、地面、天空、季节、气流等因素对飞机、汽车、太阳能电站、土木结构等的地面热效应

# MSC Fatigue

## 基于 FE 的耐久性仿真工具

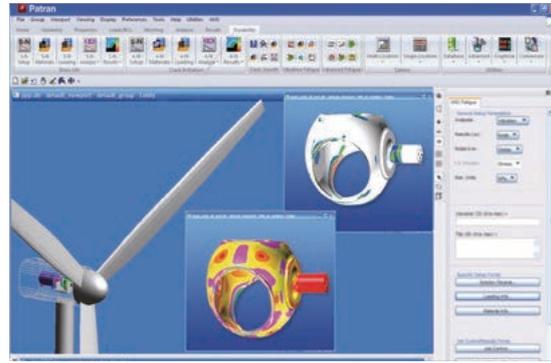
MSC Fatigue是一款基于有限元的疲劳和损伤容限求解器，同时也是唯一一款可以解决时域和频域静态和动态问题的完整断裂和疲劳寿命计算软件。针对重复加载循环进行测试，有时需要数百万次，通常太过昂贵和耗时，不太实际。有限元分析程序可以告诉您应力“热点”的位置，但无法告诉您这些热点是否是疲劳失效的关键区域，或者何时疲劳会成为问题。许多制造商不得不接受较长的样机开发周期、超重的组件、不可预测的保修问题以及客户的信心丧失。MSC Fatigue使得耐久工程师快速准确地预测产品在任何时间相关或频率相关载荷条件下的使用寿命。它的优势包括减少样机测试、减少产品召回、降低保修成本以及增加产品设计通过测试的信心。

MSC Fatigue的高级寿命估算功能允许用户使用与应力分析相同的有限元结果执行全面的疲劳分析。统一的环境可使用户在一个用户友好的界面中进行CAE分析、动态分析和疲劳分析。它包括由MSC Software历时20年开发的高级模块，以及作为nCode DesignLife程序套件的一部分最新模块。

### 模块

MSC Fatigue提供了多个模块，您可以根据需求进行选择：

- 应力寿命和应变寿命：使用来自有限元模型的应力/应变结果、载荷变化和循环材料属性，使用全寿命法来评估产品寿命，也称为应力寿命（S-N）法，或者裂纹萌生法，也称局部应变寿命（E-N）法。
- 虚拟应变片：在MSC Nastran有限元模型中创建虚拟软件应变片，分析多个时变载荷作用下应变片响应的时间历程。
- 多轴疲劳模块：相对于单轴或比例加载状态，多轴分析使用非比例载荷、多轴应力状态评估疲劳寿命。用裂纹萌生法（E-N）和全寿命法（S-N）来进行评估寿命和安全因子分析。
- 振动疲劳模块：利用随机振动载荷下的来自外部直接PSD响应或内部MSC Fatigue计算的PSD响应结果预测结构疲劳寿命。
- 裂纹扩展模块：利用有限元模型数据和结果，评估裂纹传播速率和时间。该应力结果可以是模型中一点或一定面积内平均的名义应力或远场应力。
- 焊接疲劳模块：基于动态或静态有限元结果，利用全寿命法（S-N法）评估焊接连接的疲劳寿命。
- 轮毂疲劳模块：对车轮或其他旋转体进行疲劳分析，这些结构的特点为承受的载荷是沿着旋转体外围传播的。



## 功能

- 高周疲劳、低周疲劳和裂纹扩展分析
- 应力寿命 (S-N)、应变寿命 (e-N) 和线弹性断裂力学 (LEFM) 方法
- 无分析节点和单元数量限制
- 可修改的材料数据库，包含完备的S-N、E-N、循环和部件曲线等材料数据
- 支持静态、瞬态和准静态载荷
- 支持的分析载荷工况多达500个
- 可修改的载荷库，带有标准时间历程
- 支持RPC、DAC和ASCII格式载荷文件
- 支持非比例、多轴应力状态
- 基于PSD输入的频域分析

- 基于大量裂纹几何数据的裂纹几何函数库
- 点焊和缝焊分析

## 优势

- 减少物理样机测试
- 更少的产品召回
- 更低的保修成本
- 增加设计通过测试要求的信心

## 前提

- Patran

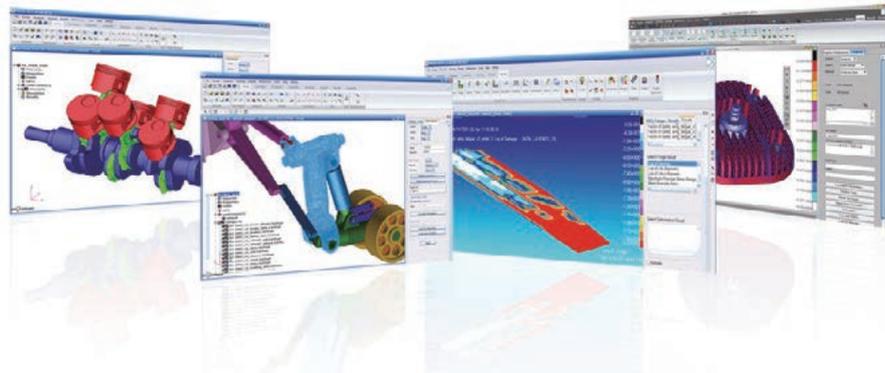
# Patran

## 完整的 FEA 建模解决方案

Patran是世界上使用广泛的有限元前/后处理分析软件，为MSC Nastran、Marc、Abaqus、LS-DYNA、ANSYS、Pam-Crash等多种求解软件提供实体建模、网格划分、分析设置和后处理功能。它是一个全面的有限元前/后处理分析软件，帮助工程师将产品概念化、开发和测试产品的设计。Patran将设计、分析和结果评估结合在一起，全球领先的制造公司用它作为创建和分析仿真模型的标准化工具。

Patran有着丰富的工具，可以创建线性、非线性、显示动力学、热力学以及其他有限元求解类型的分析模型。从方便工程师处理CAD间隙和裂片的几何清理工具到直接建模的实体建模工具，Patran有效简化了FE模型的创建过程。可以通过使用全自动网格划分技术从CAD实体生成1-D、2-D或者3-D网格，也可以使用手动方法或者二者的结合，很容易地在曲面和实体上创建网格。最后，Patran包含了当下流行的绝大多数FE求解器的载荷、边界条件和分析载荷设置，可以有效减少多模型环境的调配工作。

Patran全面的、经过行业验证的功能可确保虚拟样机制作工作快速得出结果，以便您可以根据需求评估产品性能并优化设计。



### 功能

- 使用直观的图形化界面，直接访问CAD几何模型，具有自动/交互式特征识别功能
- 支持多款MSC软件公司求解器以及第三方软件公司求解器
- 使用强大的曲面和实体网格生成功能，具有高级曲面mesh-on-mesh能力
- 具备丰富的连接单元，支持螺栓预紧力载荷
- 自动捕捉复杂装配体各部件间的接触关系，轻松定义非线性分析
- 通过设置MSC Nastran优化您的设计
- MSC Nastran优化任务

- 定义超单元来进行大模型分析
- 为Marc定义耦合分析工况
- 使用大量的后处理工具来查看结果
- 通过报告模板实现结果报告标准化
- 通过PCL语言自定义用户界面

### 优势

- 提高设计和研发过程的效率
- 通过仿真技术的使用来降低开发成本
- 使用多学科分析和优化方法提高生产效率和精度

# SimManager

## 仿真流程和数据管理

SimManager是管理所有CAE仿真相关的仿真流程和数据的管理平台。致力于满足各个仿真部门复杂的数据管理与处理需求。我们的客户非常赞赏我们对CAE问题的深入了解，以及从经验中获得的洞察力，帮助他们实现更高效率。MSC软件提供了一整套的解决方案，将人员、流程和技术结合到一起，使得仿真流程和结果保持一致性。

SimManager是基于Web平台的仿真数据和流程管理系统，可管理从项目启动到最终报告生成的所有仿真数据和流程。使用SimManager，仿真分析过程将变得更加高效，减少了产品优化的成本和缩短产品推向市场的时间。实施对仿真流程和数据管理，可以帮助满足所需的认证要求，并保障所有仿真数据完整性和安全性。

从工作组级到企业级应用都可以提供竞争优势：

- 提高生产效率
- 提高产品质量
- 建立最佳实践并将其标准化
- 更高效的合作
- 完整的团队配合
- 缩短产品开发时间
- 加快研发流程与产品创新
- 数据可追溯



## 仿真流程管理与自动化

- 自动化减少了密集的、重复的需要手工完成的仿真任务和流程
- 工作任务和通知使项目按照既定路线进行，使管理监督透明化
- 仿真性能参数看板能够支持设计迭代方案对仿真目标达标情况进行快速评估
- 集成高性能队列优化了仿真过程的执行和求解器的运行
- 通过谱系追溯，使仿真过程和输入输出数据都可以追溯查找
- 利用现有的硬件与软件设施
- 基于Web的配置方法能够实现快速部署



## 企业级集成

- SimManager可集成MSC仿真工具软件、第三方仿真工具软件、客户自研软件和程序
- 具备与目前各主流PDM系统集成能力和成功案例
- 可以与客户其他外围系统（如项目管理、身份认证等）集成
- 无缝集成队列系统，包括LSF、OGE、PBS系统及国内供应商提供的队列系统
- 可以与试验管理系统集成及实现仿真试验数据对比

# MaterialCenter

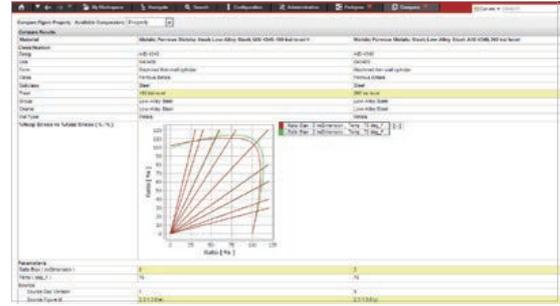
## 材料生命周期管理

MaterialCenter是连接材料专家与仿真的材料生命周期管理系统，可管理企业中和材料有关的试验、流程、设计、CAE等多方面数据，并保证所有数据在企业内的单一来源性。MaterialCenter从各项集成流程中自动获取数据信息，确保企业产品生命周期中的数据可追溯性。系统能够满足独特的材料数据、材料过程及工艺过程数据要求，它可以帮助工程师检索特殊工艺方法和材料，并推动复杂材料（如合金、弹性体、塑料、复合材料等）产品创新。MaterialCenter可以与多种商业CAE产品及其他应用（如PLM、CAD、企业内部应用）紧密合作，并为不同行业工程师提供按需可变的商业数据库产品。

MaterialCenter借鉴了世界上大型OEM企业在材料管理方面的公认经验，为企业提供所有与材料相关活动的单一入口点，包括物理测试数据的输入和约简、多尺度材料建模、审批 workflow 以及输出仿真材料数据等流程。MaterialCenter保证了工程师使用的材料数据是经过审批的、完全可追溯过程的、统一来源的，从而提高工程师仿真准确度、减少数据丢失，并省去了繁琐的手工数据管理活动。

复合材料开发时间及成本的降低是企业保持市场竞争力的重要保证，集成计算材料工程（10x ICME, Integrated Computational Materials Engineering）是帮助企业实现这一目标的有力方案。10x ICME方案支持对复合材料进行仿真性能预测及虚拟试验，从而快速获得和验证试验数据（包括虚拟试验数据和用于验证的物理试验数据）。MaterialCenter与Digimat VA之间的新型创新产品集成可以实现上述方案并解决行业内关键挑战。

作为使用材料生命周期管理系统MaterialCenter和虚拟材料预测与仿真解决方案Digimat VA得到强大的软件组合，10x ICME可以减少物理试验量从而降低产品开发时间和成本，还可以解决行业中的一个关键挑战：高效率地管理大量的数据并进行比较、分析和验证工作。例如，材料性能的评定需要进行物理试验和仿真试验，有了MaterialCenter与Digimat VA这两种产品的集成会使得很多工作变得容易，例如物理试验数据和虚拟试验数据的多组数据相互对比、数据向前向后追溯、数据验证等等。



## 功能

- 可自定义的仪表盘，快速评估材料数据管理项目和监督管理
- 集成可高度自定义的请求与审批工作流程，保证项目可追踪性
- 所有材料相关的数据输入、输出和流程，都被系统存档以实现数据谱系追溯
- 面向过程的自动化数据管理方法，最大程度地减少手动数据输入活动
- 直观且友好的强大系统界面，支持所有数据（表格、曲线、图片等）的搜索、提取和对比等操作
- 基于Web的数据管理流程接口支持分布式数据创作和维护
- 内置的队列系统接口支持优化材料模拟过程执行

## 10x ICME解决方案

10x ICME（集成计算材料工程）旨在解决材料开发和应用过程中的工程挑战，能够帮助您在材料开发过程中节省数百万美元。10x ICME与众多全球OEM及材料供应商保持着合作，方案适用但不限于塑料、复合材料、陶瓷和加工工艺（例如注塑、自动铺纤、增材制造）。我们致力于为客户实现10倍的投资回报、10倍的质量、10倍的成本节省和10倍的产品上市效率。

- 在材料处理上支持与Excel、Digimat和第三方应用程序集成
- 自动捕获所有的数据处理过程
- 基于Web的配置方法能够实现快速部署
- 可配置支持多地点（全球）协同工作

## 优势

- 较低的IT资源需求，能够快速部署系统
- 通过使用统一来源、从可追溯流程获得、经批准的材料数据，提升数据的业务处理效率
- 系统部署周期短，能很快看到效率提升
- 系统方案具有可扩展性，在保持较低的维护成本和IT资源需求的情况下能够适应客户不断变化的需求

# Virtual Test Drive (VTD)

## 完整的自动驾驶模拟工具集

VTD是世界上使用广泛的开放平台，用于创建、配置和动画化仿真环境以及用于ADAS和自动驾驶汽车的培训、测试和验证的场景。它提供了用于道路网络创建、场景定义、车辆动力学、交通和声音模拟、模拟控制、图像生成、传感器感知等的模块化工具集，创建复杂驾驶场景的数字现实。VTD是一个在市场上已经存在20多年的软件包，它在全球的汽车、航空航天和铁路行业被广泛使用，同时也在矿业、农业和航运业中得到应用。可以用于MiL、软件在环（SiL）、硬件在环（HiL）、驾驶员在环（DiL）和车辆在环（ViL）的交通场景模拟。VTD的最新研究进展能够在云端进行大规模的方案“边缘情况”的检测。这是通过使用数以千计的并行流程分析数百万种方案来完成的，比实时仿真更快地完成数十亿次虚拟测试，提高了ADAS和AD系统的速度。

### VTD可以使用开放的标准（OpenDRIVE、OpenCRG和OpenSCENARIO）：

- OpenDRIVE是全球领先的开放格式，也是驾驶模拟应用中道路网络描述的实际标准。
- OpenCRG是用于创建、管理和评估详细路面的领先的开源数据格式和工具套件。
- OpenSCENARIO是最先进的用于定义模拟道路网络中动态行为的开放格式。

VTD的Road Designer（ROD）是一种交互式的路网建模器，可以用作3D世界创建的基础。它由代表不同国家3D对象和纹理的大量资源库组成，可以创建完整的数据库和基本构造块（所谓的“平铺”）。



## 功能

### 传感器

- 简化的传感器提供对象列表，高保真的传感器提供原始数据，例如图像和点云
- 传感器用于道路标记检测
- 用于自定义传感器模型的SDK

### 行人

- 行人能够在指定道路上的进行特定运动
- 行人能够在测试中以及系统互动时自发地在道路上进行大量的移动（例如，行人看着车辆，朝车辆走去）

### 场景

- 可以模拟从简单的到有200多个参与者的复杂的城市情况
- 场景可能是基于现实世界，也可能是完全人工的

### 车辆模型

- 从踏板车到火车和直升机的所有运输方式，都可以“按比例”建模，精度可达毫米级
- 可以基于采集数据进行精确的建模

### 天气

- 时间、云、能见度、降水量的变化支持参数化设置

### 交通模型

- 模拟独立的、智能的单元，能够自动或按指定模式运动

### 大规模缩放

- 并行分析了数千个场景，来检测边缘情况

- 使用PROSTEP OpenPDM技术的PDM集成

- 自动捕获所有的数据处理过程
- 基于Web的配置方法能够实现快速部署
- 可配置支持多地点协同

## 优势

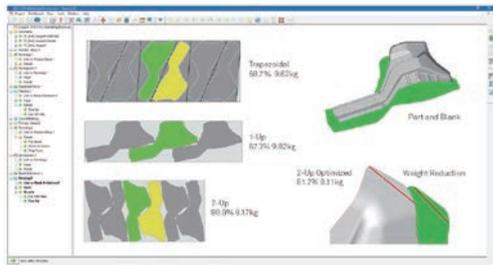
- 支持OpenDRIVE<sup>®</sup>，OpenCRG<sup>®</sup>和OpenSCENARIO<sup>®</sup>
- 通过网络接口实现高度模块化和可扩展化
- 适用于不同应用领域（MiL、SiL、DiL、ViL、HiL）
- 精确的传感器模型（基于目标信息列表和基于物理的传感器模型）；可通过SDK自定义
- 高质量图像实时渲染（PBR技术），支持用户自定义
- 包含各种3D模型库和特定国家/地区的标志/信号数据库
- 复杂交通工况仿真
- 通过GUI和命令行，轻松地进行实时数据监控和输入
- 可在个人计算机和完整的HPC环境下运行
- 轻松集成其他Hexagon AB解决方案，如Adams实时精确的传感器建模的车辆动力学模型
- 从Hexagon的Leica Geosystems中获取数据，建立场景模型
- 一千种方案中的边缘案例检测和云端技术支持

# FTI – FormingSuite®

## 冲压行业成本管理优化、早期成形性分析及工艺分析智能解决方案

对于冲压钣金件成本管理/优化，设计和早期成形性分析来说，FTI技术已经成为了一个行业标准。

FormingSuite及CATSTAMP软件工具可为用户提供贯穿产品全生命周期的成套智能化解决方案，切实有效的帮助用户解决成本/设计/工艺问题。

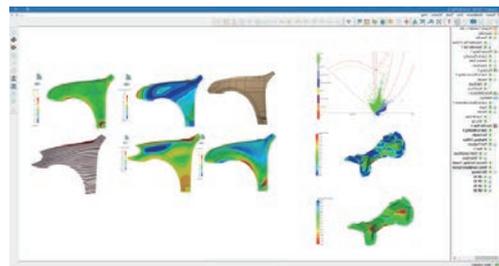


### COSTOPTIMIZER:

- 一键展开料片；
- 智能化排样推荐，贴合实际产能选择最经济合理的材料利用方案；
- 排样优化功能由成本导向设计，实现材料利用率二次提升；
- 成本管理者的优选方案，实现目标成本可预估，实际成本可控制，提高企业市场竞争力。

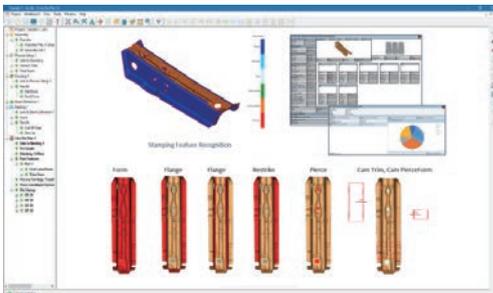
### FASTFORM Advanced:

- 早期成形性分析：工程师在设计阶段同时优化零件的可制造性，提早发现制造隐患（如开裂、起皱等）；同时软件高速的分析能力可实时响应设计迭代；
- 回弹分析：为工程师提供回弹补偿工艺方案的指导方向；
- A类件外表面质量分析：设计阶段即可验证外覆盖件表面质量；
- 早期设计阶段引入成形性分析，减少后期由于可制造性带来的设计变更，减少成本浪费，缩短产品周期，提高产品质量。

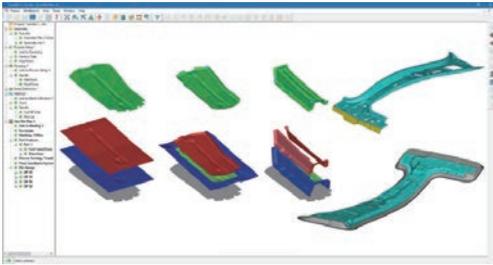


### Process Planner:

- 自动识别零件特征，判断影响工艺工序的设计关键点
- 自动生成工艺工序规划，提供可视化工艺流程
- 预估模具成本及工艺信息：如模具尺寸、重量、剪切线长度、法兰长度等；
- 提供加工所需压机规格参数，如压机吨位、闭合高度、工作台尺寸等；
- 软件自动生成的工艺报告包含详细成本及工艺信息，使用者可用于模具采购/自制成本管理；可用于议价/报价。
- 报告可根据客户要求定制模板格式，建立企业标准化、可重复的文档管理规范。



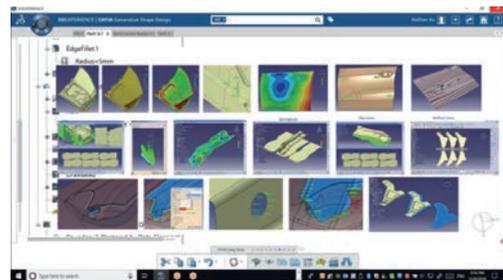
## FORMINGSUITE Professional:



- 强大的制造工艺仿真分析功能，使用增量法分析仿真，验证工艺可行性（虚拟制造）
- SDF功能可快速建立工艺模面，提供更准确的工艺评估，得到精确的板料形状及更加精确的修边信息。
- 协助工艺工程师进行制造工艺分析，减少试模次数，提高产品质量

## CATSTAMP

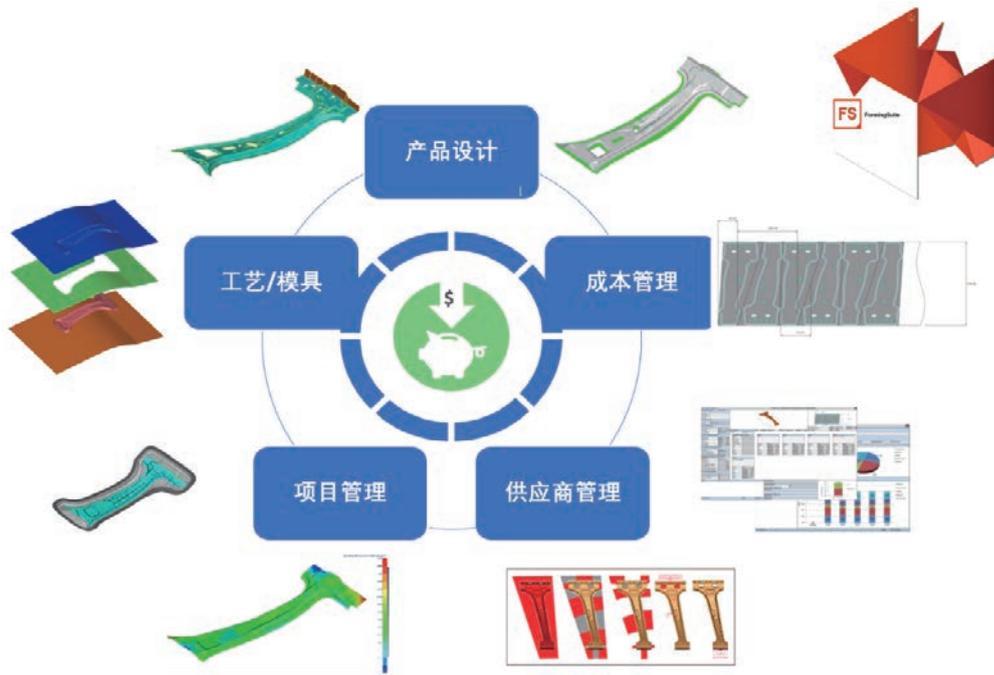
- FTI将功能集成入CATIA操作环境下，避免数据转换风险，贴合工程师操作习惯，方便数据管理；
- 可进行一键展料、智能排样、排样优化等操作，进行材料成本管理和材料利用率提升；
- 早期成形性分析及A类外板件表面质量分析功能，减少后期制造过程中的成形性问题，缩短周期并提高产品质量；
- TLD剪切线开发功能，为模具设计提供相关工艺信息。



## RSES- 同步工程系统

- 使用同步工程系统的第一款车型（白车身钣金件）大致可提升 3%-5% 的材料利用率，并减少后期 33% 由于成形性导致的设计变更次数；
- 以 FormingSuite 软件为基础，使用模板驱动 ACS 批量化成本计算系统进行整体项目分析；
- 高效的计算速度：6-8 小时可完成一个白车身整体分析
- 详尽的报告信息：生成整体分析报告，并连接到各个零件的详细分析报告；包括：重量、材料利用率、排样方式等相关信息；
- 数据管理系统可实时跟踪项目状态，历史信息，即时零件优化信息；使项目垂直管理平台化，系统化；
- 多达 35 门工业技术培训及专业技术支持团队，确保同步工程系统在用户处的使用效果，并协助企业提升团队能力建设。





**FTI 智能解决方案的优势:**

**简单易用**

- 针对非有限元用户（模具工程师，设计工程师，成本工程师等）
- 对于特定行业应用案例，建立实际有效的应用支持
- 简单流畅的操作流程
- 一体化解决方案

**早期介入**

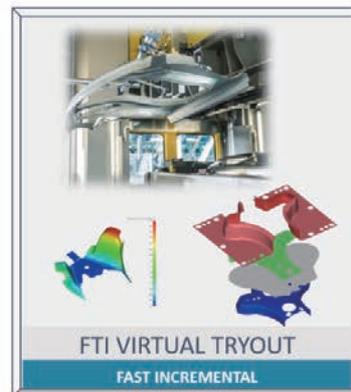
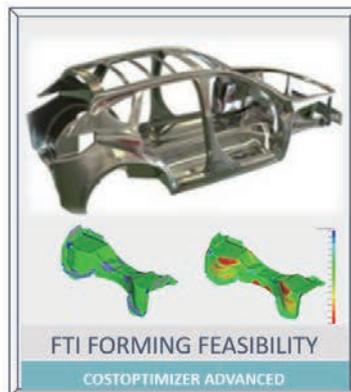
- 产品设计阶段对于可制造性和成本数据分析-远远早于生产阶段
- 保证项目周期-减少设计变更，缩短周期

**应用广泛**

- 良好的用户反馈
- 用户覆盖主机厂机器供应链相关供应商

**快速求解**

- FTI求解器在几分钟，甚至几十秒即可完成求解



# 全球工程服务

## 与您一起用 CAE 部署仿真和交付确信

### 行业经验

MSC全球工程服务队伍是一个工程师和科学家组成的团队，他们的专业知识横跨各个工程学科和行业。MSC拥有超过50年历史的CAE仿真公司，我们以大量的工程实践经验，帮助您在CAE仿真中获得成功。

### 可以信赖的工程专业知识

如果您想获得可信的结果并且与在计算机辅助工程方面像您一样经验丰富的工程师合作，MSC是一个值得信赖的、可以来改善您的产品开发流程的团队。

### MSC全球工程服务团队以各种方式为公司提供帮助：

- 快速启动项目
- 知识传输
- 指导；现场或通过网络的方式
- 员工扩充
- 专人上门服务
- 仿真项目
- 定制和过程自动化
- 方法开发
- 解决方案工具包
- 仿真过程和数据管理
- 培训

### 灵活的服务产品

我们根据您的具体需求提供咨询支持。

包括以项目为基础进行分析；一年一次或两次，或者是派遣全职工作人员帮助您在内部创建可重复的流程。

您可以依靠 MSC 全球工程服务人员来：

- 节省时间
- 自动化 CAE 流程
- 进行基于项目的仿真
- 培训员工
- 指导和支持员工
- CAE 结果与测试数据的关联并验证
- 传输知识

更多信息，请访问[info@mscsoftware.com](mailto:info@mscsoftware.com)

# 培训

MSC软件课程旨在为您提供独家的产品知识。我们的课程开发人员和讲师与产品开发人员一起工作，以获得对新产品功能的了解。通过官方课件，与您分享这些独特的见解，其中包含最有用的技巧和技术。您可以信任MSC Software课堂的教学质量。无论您是一名想要得到晋升或开始新职业的学生，还是一名想要了解新技术的团队领导者，您都可以找到一门最符合您培训要求的课程。我们提供各种标准课程和定制课程，这些课程既可以在MSC培训机构举办也可以在客户所在地举办。

## 灵活的培训方式

为了进一步满足您的需求，我们针对现场授课提供了以下选项：

- 公开教室培训—在我们世界各地的办公地点提供大范围精选的课程。
- 公开在线培训—在线学习的方式与传统方式相比，互动性更强、更深入，而且无需旅行的奔波。全部课程都是在您的电脑上在线直播的。在线直播的培训方式效率更高、更经济，是一种提高MSC软件技能最方便方法。
- 在您指定的场所进行培训—如果您拥有大量需要培训的员工，这种方式避免了大量差旅费，将停工时长最短化，并可根据您的实际情况安排时间。
- 定制课程—如果我们标准的研讨课程无法满足您的培训需求，一个定制的课程将会包含多个课题的组合，可能来自于多个标准课程，或者具有在我们标准课程中无法找到的特殊素材。MSC公司将同我们的管理人员一起，设计您所需要的课程。

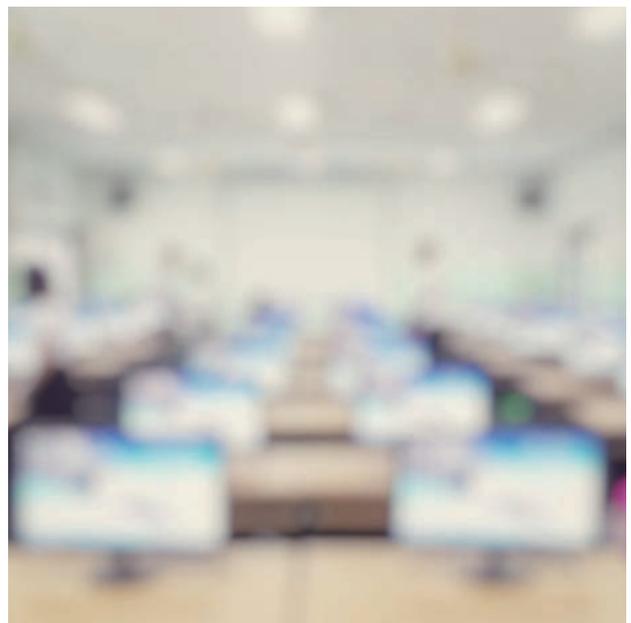
MSC公司能够以直播或在线方式实现定制和针对个人的课程。我们也能够协助您准备针对个人课程的合适硬件和软件许可。请查阅MSC软件公司培训页面，获得课程描述的相关细节，以及世界各地的授课时间。

请访问[mscsoftware.com/training](https://www.mscsoftware.com/training)获取全球培训安排。

## MSC学习中心

MSC电子学习中心提供了各专题专家的音频培训课程。通过完整的培训（包括讲座、研讨课程、演示和研讨课程复习题），您可以采用自定进度和自我指导的方式完成培训，从而可以提高您的仿真技能。

请访问[www.mscsoftware.com/msc-learning-center](https://www.mscsoftware.com/msc-learning-center)获取培训课程。







海克斯康是全球传感器、软件和数字信息技术解决方案的领导者，致力于充分发挥数据的潜力，提升工业、装备制造业、基础设施、安全和移动出行等领域的效率、生产力和质量。

来自海克斯康的专业技术和解决方案，正在塑造智能制造和智慧城市两大生态系统，使其更互联、更自主，从而实现可扩展、可持续的未来。

MSC Software隶属于海克斯康制造智能业务单元，是全球十大原创软件公司之一，也是通过仿真软件和服务帮助产品制造商改进其工程方法的全球领军者。海克斯康制造智能业务单元专注于为客户提供贯穿设计工程、生产制造和计量测试的解决方案。凭借使工厂更智能而推动以质量为核心的智能制造。

#### 海克斯康 | MSC Software

北京市朝阳区望京西路甲 50 号卷石天地大厦 A 座 14 层

客户服务热线：010-8260-7000



更多信息，请访问

[www.mscsoftware.com.cn](http://www.mscsoftware.com.cn)