

# 多学科协同仿真平台及应用

张旗利 2020.02

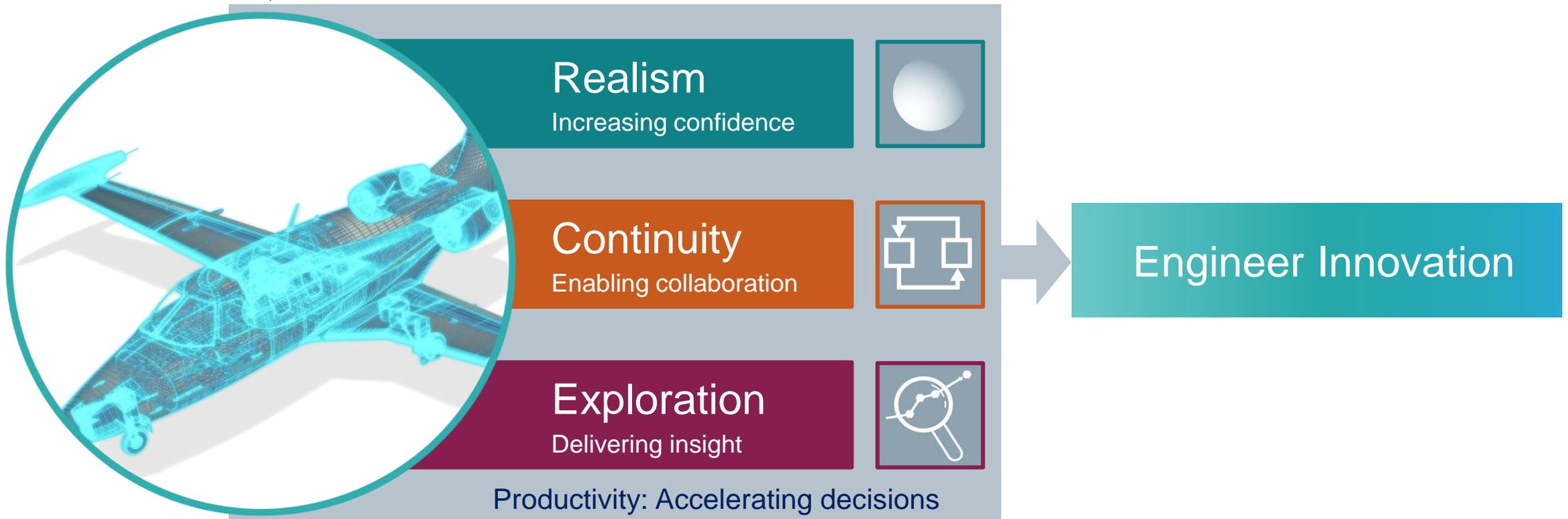
# 1

## 多学科协同仿真平台总体介绍

---

# 性能数字孪生驱动产品工程创新

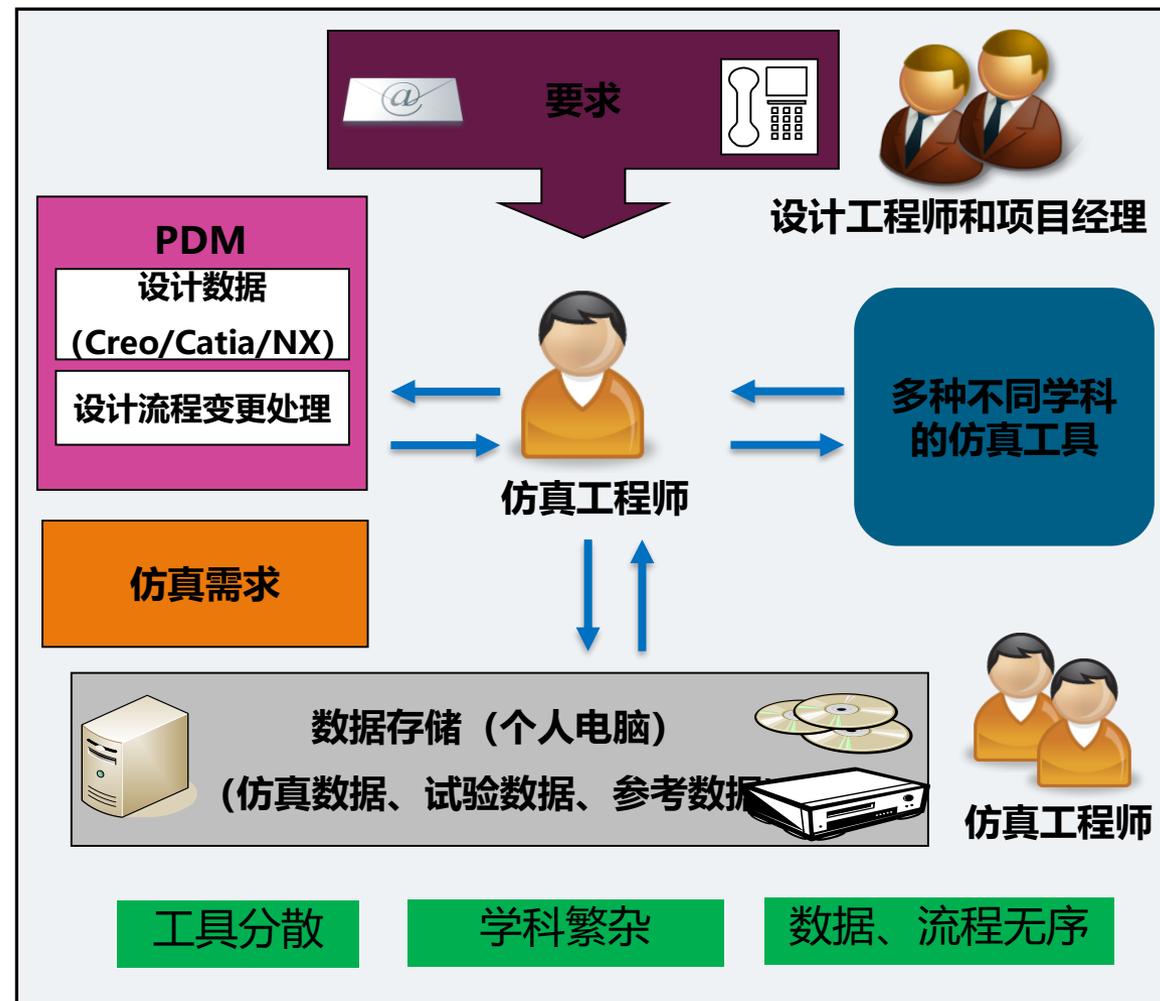
Performance Engineering



# 仿真发展趋势及典型业务需求

## 典型业务需求:

- ❑ **单学科及多学科耦合仿真:** 现代产品越来越复杂化, 涉及多个学科, 需要进行结构、流体、热、电磁、电路、多体动力学、控制、噪声等单学科仿真及多学科耦合仿真, 以对产品性能进行综合预测并更好的指导产品设计。且需要统一平台, 以实现各学科仿真模型共用及数据无缝传递。
- ❑ **多学科优化及设计空间探索:** 产品开发从逆向设计转为越来越多的正向设计, 需要进行多学科优化和设计空间探索, 以设计出更优秀、更创新的产品。
- ❑ **仿真数据与流程管理:** 仿真需要从当前工具分散、学科繁杂、数据流程无序的未管理状态, 变为统一平台下, 实现仿真流程、数据的有效管理、仿真知识集成及与产品设计、工艺、试验之间的有效协同。
- ❑ **仿真与设计和试验结合:** 从工具层面和平台层面实现设计、仿真、试验之间的有机结合和高效协同。

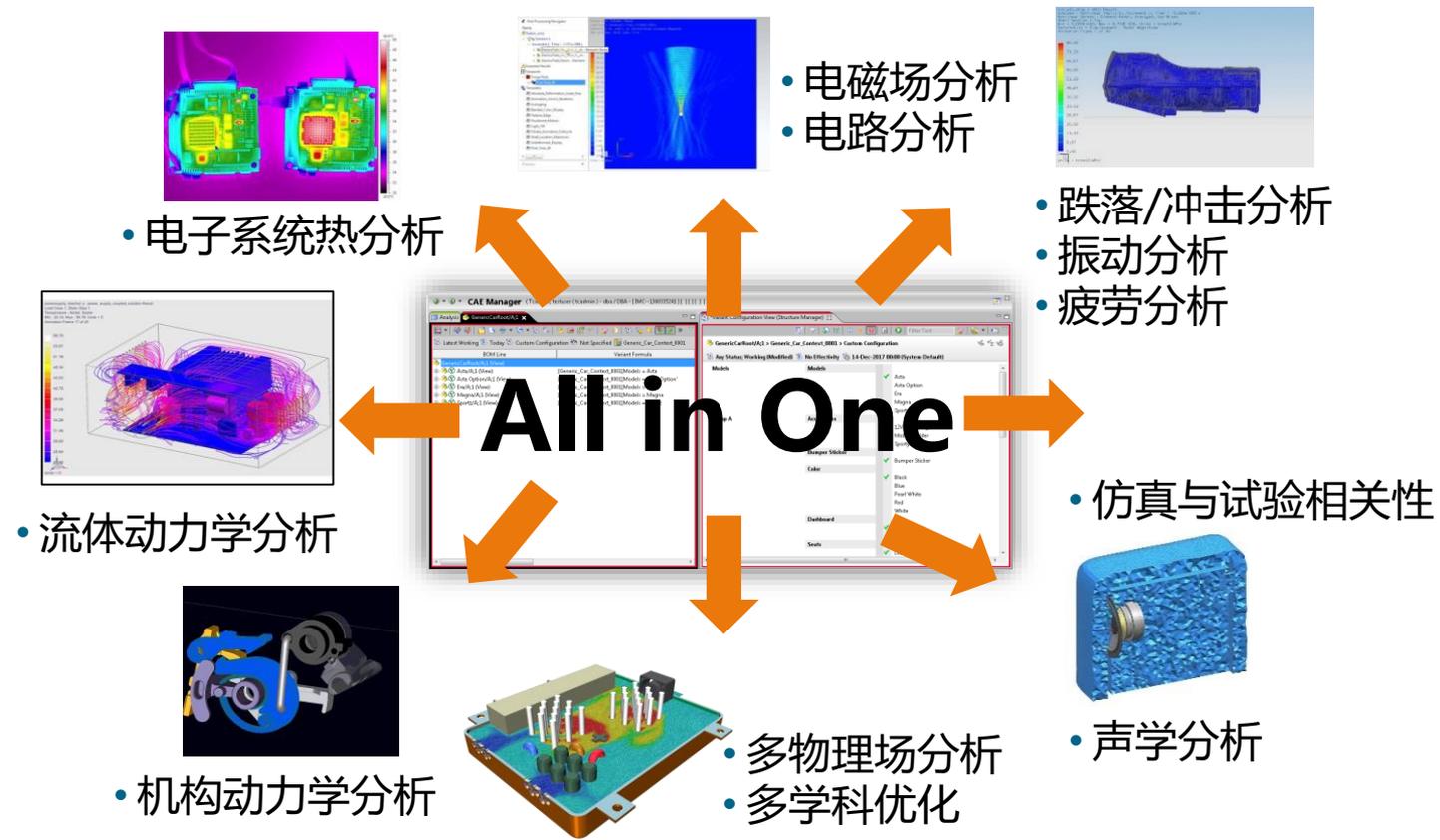
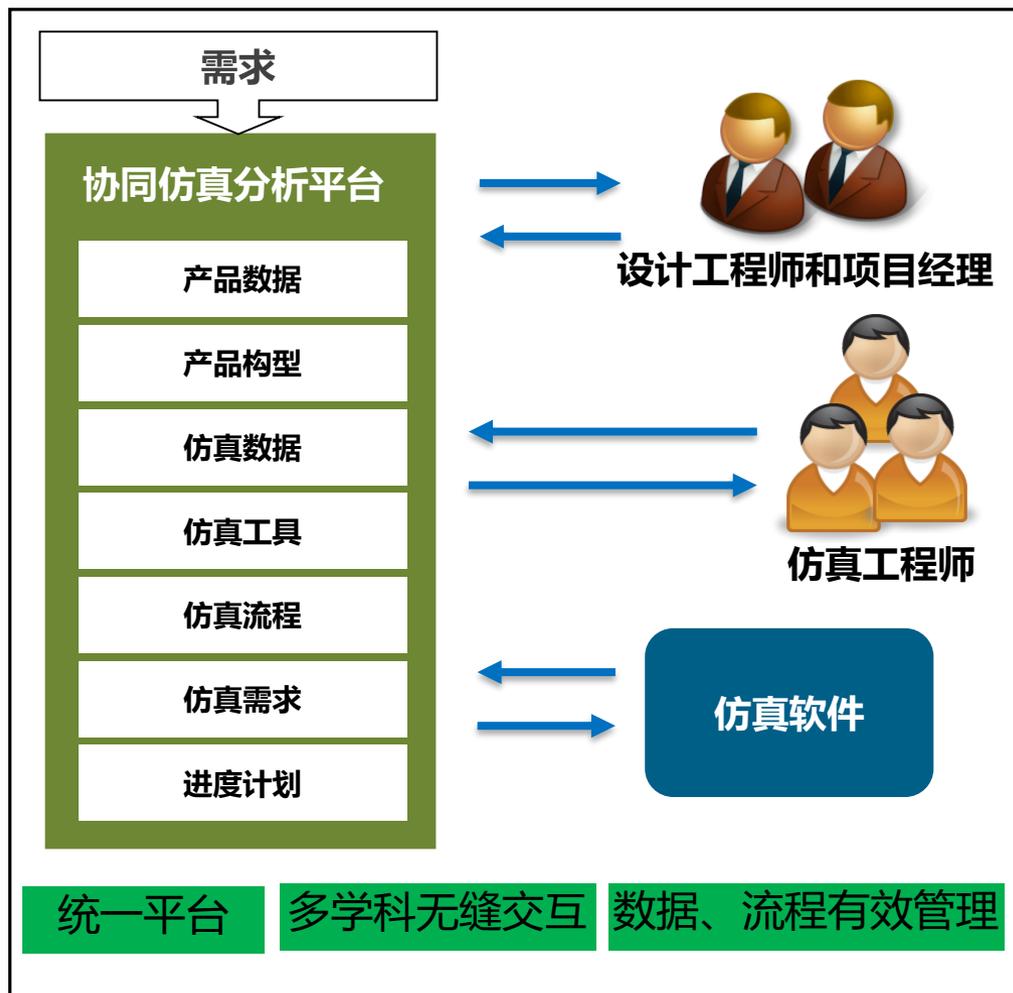


典型的未管理仿真环境

# 多学科协同仿真平台方案

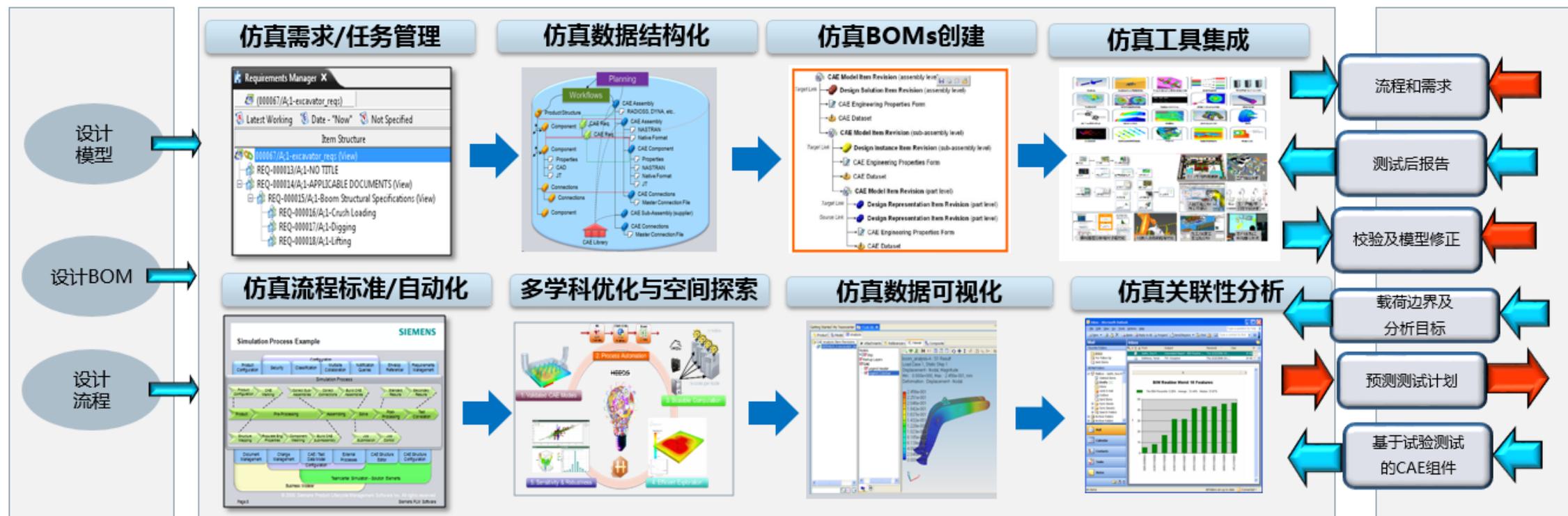
**SIEMENS**  
Ingenuity for life

## 统一的协同仿真分析环境



多学科协同仿真平台通过打造统一的协同仿真分析环境 (All in One), 使得所有仿真工程师在统一平台进行单学科、多学科仿真优化和设计空间探索, 多学科无缝交互, 仿真数据、流程有效管理。设计工程师和项目经理、仿真工程师都面对统一的平台环境进行协同工作, 实现设计、仿真、试验高效协同, 从而大大提升仿真工作的效率和置信度, 真正实现仿真驱动产品研发和创新。

# 多学科协同仿真平台框架



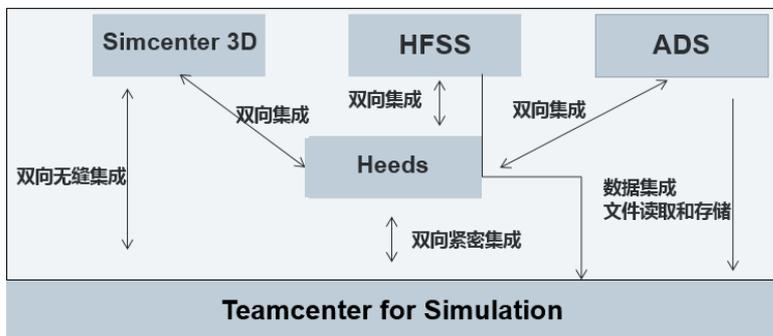
仿真知识库  
(材料库、模型库、建模、分析方法和规范等)

仿真工具封装和流程化应用  
(集成众多仿真工具, 并打通流程)

仿真数据管理与应用  
(不同学科仿真模型、结果数据的有效管理、共享和重用)

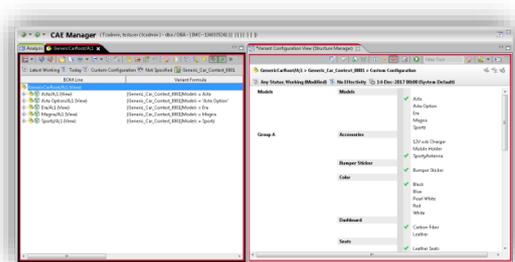
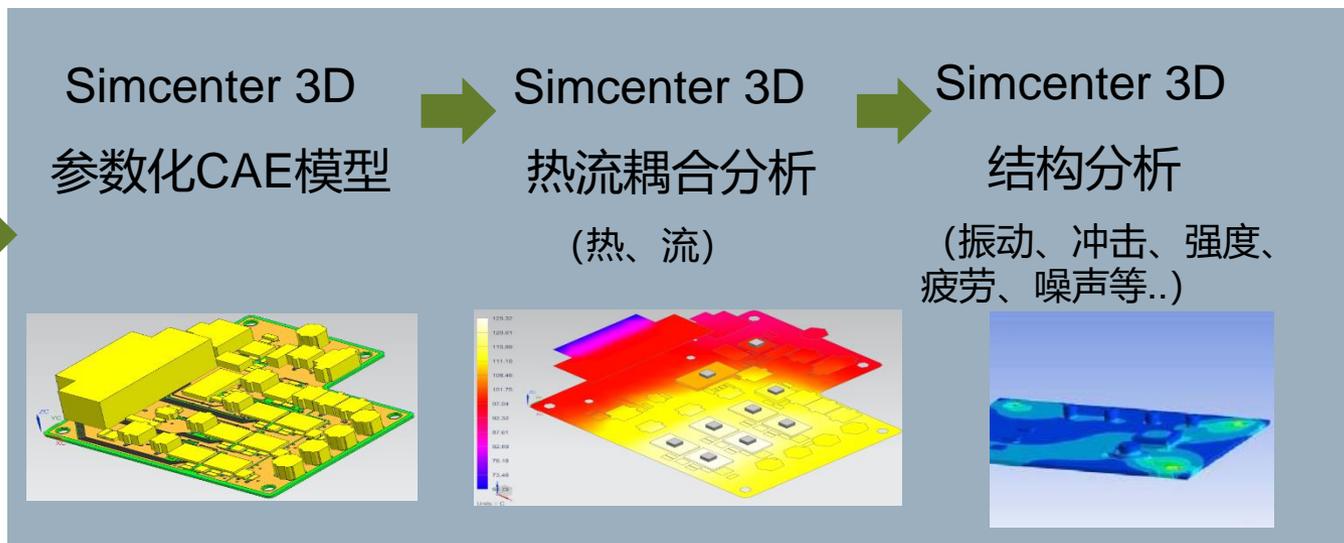
## Teamcenter 异地设计/仿真/试验协同管理平台及全生命周期构型管理

# 多学科协同仿真平台应用场景示例



参数化CAD模型

设计参数  
(尺寸、位置、  
数量等)



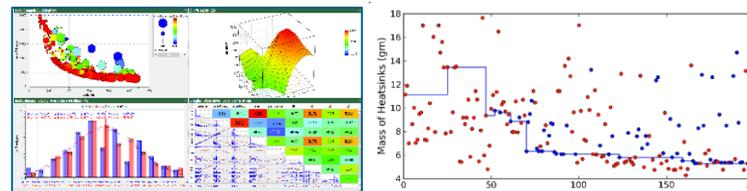
Teamcenter for Simulation



利用Heeds实现  
设计空间探索

Heeds和Simcenter 3D无缝连接，实现分析和优化循环迭代。

Teamcenter for Simulation和Simcenter 3D及Heeds双向无缝连接，无缝提取和上传数据。

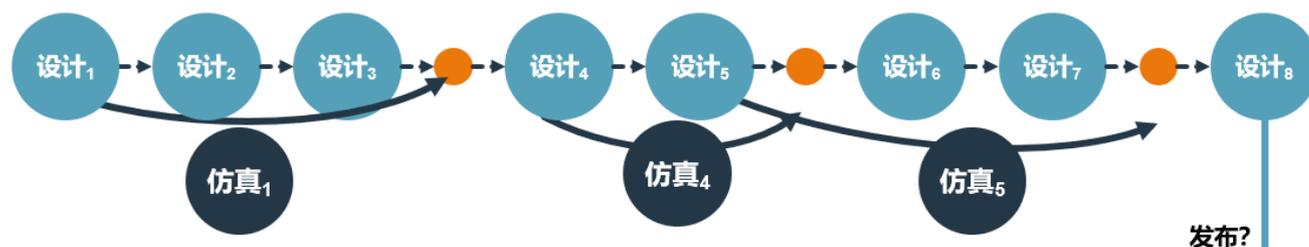


改进的设计

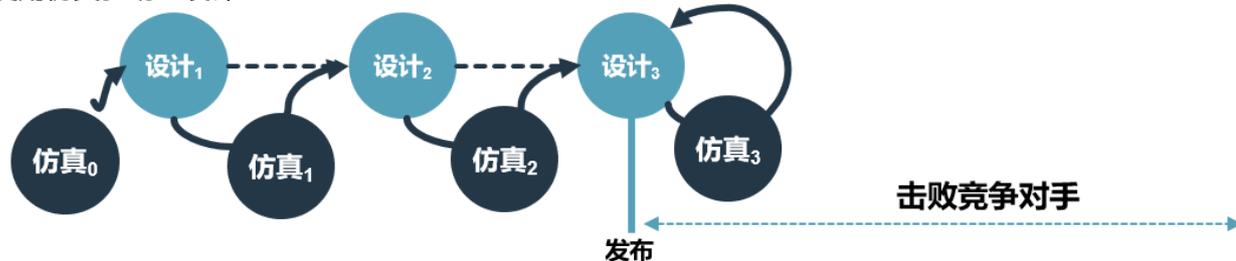
# 多学科协同设计仿真平台打通设计和仿真，实现快速迭代

- 同步建模技术实现任意来源CAD模型的直接读取和编辑修改，CAD模型变更，CAE模型关联更新。
- 设计仿真一体化环境，实现仿真驱动设计，快速优化迭代循环

传统方式



使用仿真驱动型设计



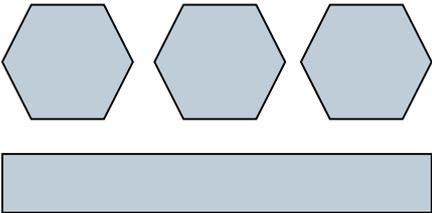
# 多学科仿真平台打通不同学科仿真

## From Multi-Discipline to Multi-Physics Depending on the Engineering problem at hand

The engineering problems at hand are handled each discipline/physics at the time. Examples:

- 3D: Acoustics / Durability/ Crash/ Motion/ ...
- 1D: Fluids / Electrical / Mechanical/ ...
- Test: Structures/ Rotating / Vibration Control/ ..
- CFD: Flow, DEM, Spray, ....

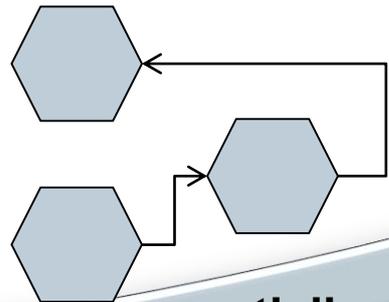
There is a benefit in maximum model(ling) re-use across the disciplines/physics.



**'Parallel'**  
**Multi-Discipline**

The output of 1 discipline/physics is the required input for the next discipline/physics. The different disciplines/physics don't impact each other at each state. Examples:

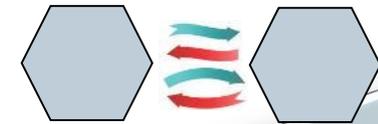
- Aero acoustics
- Vibro-acoustics (non-coupled)
- EMAG acoustics
- ...



**'Sequential'**  
**Multi-Discipline**

Different disciplines/physics impact each other at each state, so both disciplines/physics need to be handled together. Examples:

- Motion + 1D Sub-Systems
- 1D + Acoustics
- CFD + Structure Coupling
- FSI
- ...



**'Co-Simulated'**  
**Multi-Physics**

Same as prior, but for accuracy, performance, & stability, coupled simulation is required. Examples:

- Coupled Vibro-acoustics in NX Nastran
- Thermal/Flow
- Mechanical/Thermal
- ...



**'Coupled-Simulated'**  
**Multi-Physics**

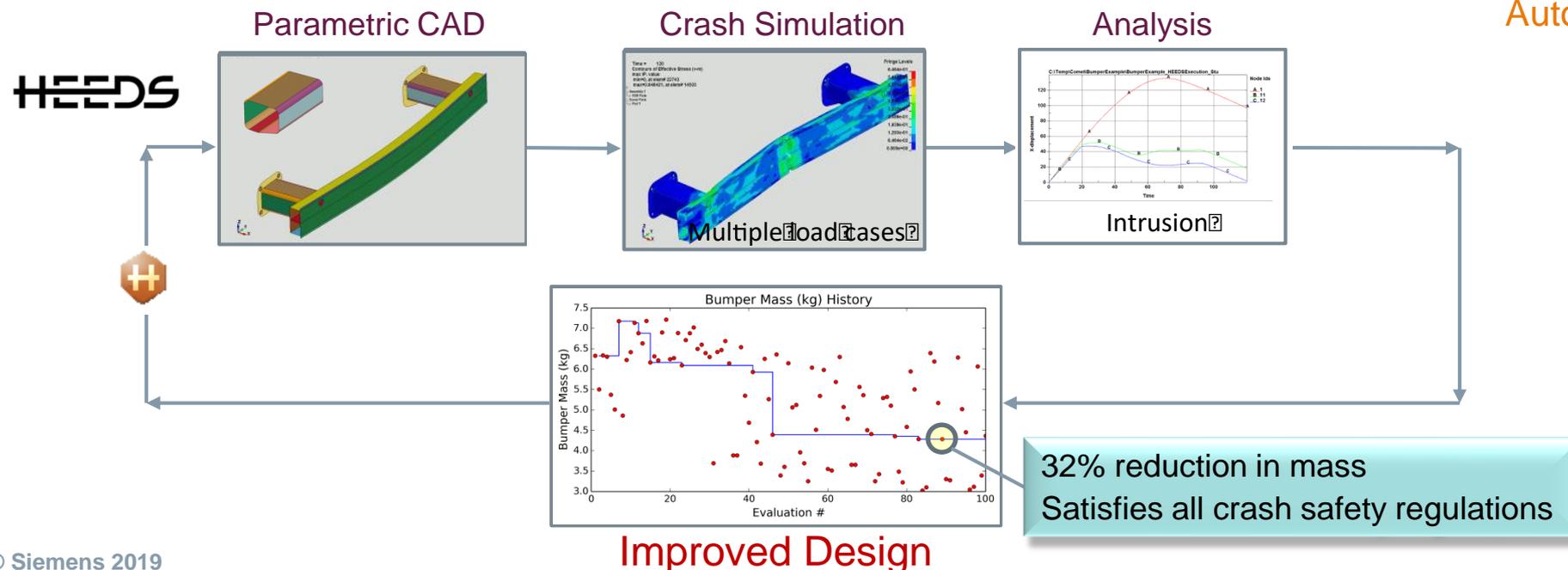
# 多学科仿真平台实现结构分析优化

## Design Space Exploration

- Process Automation (Automate building of virtual prototype)
- Distributed Execution (Accelerate testing of virtual prototype)
- Efficient Search (Look for better design alternatives)
- Insight & Discovery (Ensure reliable product performance)

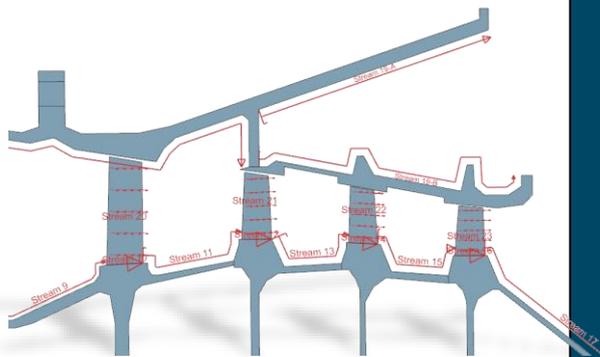


Automotive Bumper

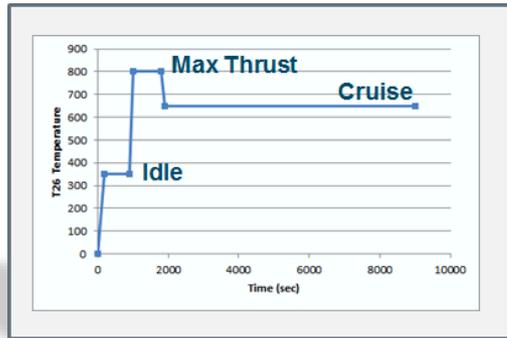


# 多学科仿真平台实现热固耦合分析优化

## Challenge

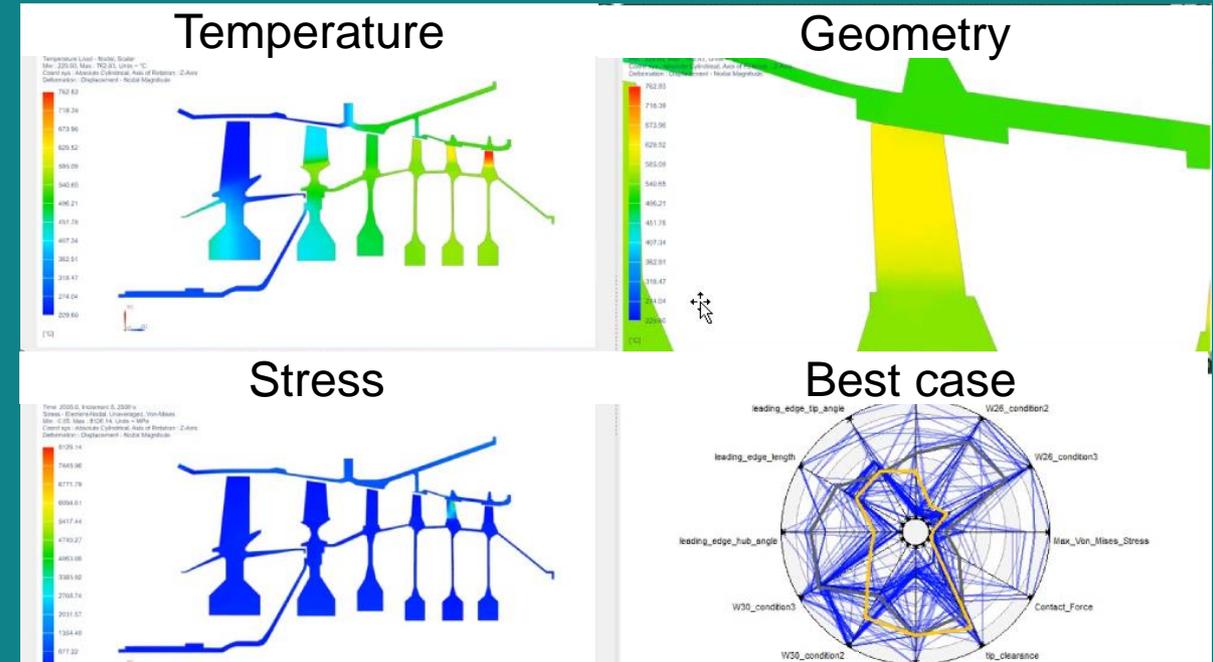


Optimize geometry, mass flow and temperature at the same time under stringent constraints



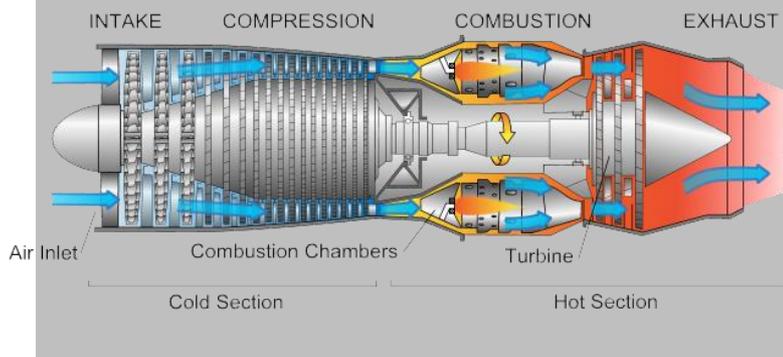
## Simcenter solutions

Design space exploration with Heeds & Simcenter



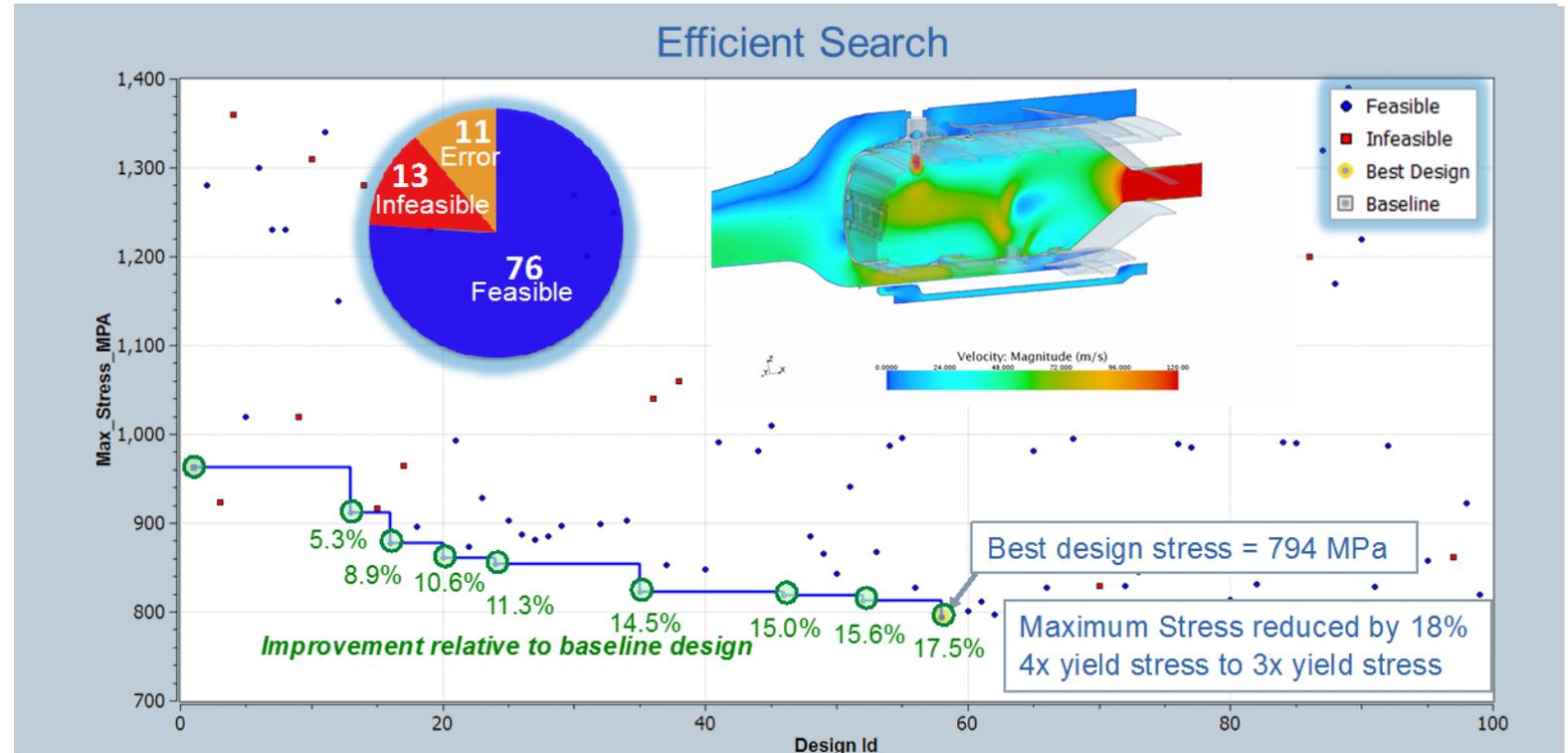
# 多学科仿真平台实现热流耦合分析优化

- Evaluate changes to dilution hole geometry to reduce cracking



Considered:

- 8 design variables (diameter, height, slant, orientation of two dilution holes)
- 1 temperature profile constraint
- 100 design variants



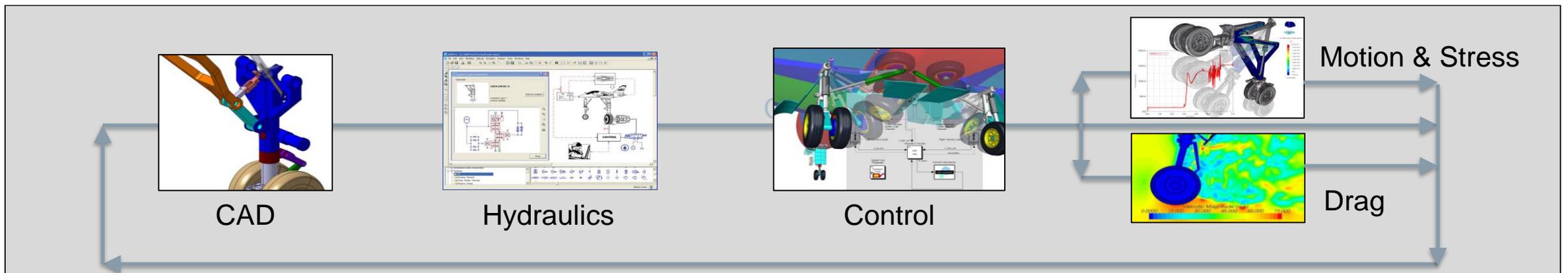
*In two weeks, we were able to evaluate 100 design variants and find a good solution to our performance challenges. Previously, it would have taken over 6 months to evaluate just a few alternatives.*

# 多学科仿真平台实现1D&3D联合仿真优化

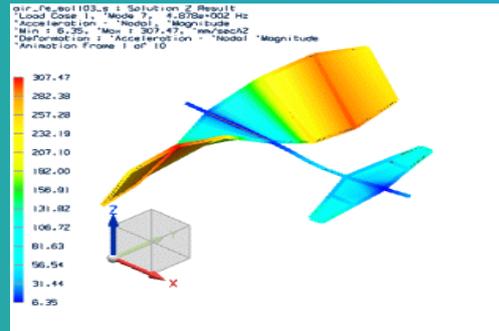
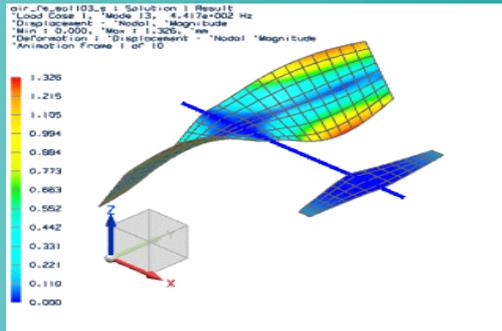


**HEEDS**  
Multidisciplinary Design Exploration Platform

The HEEDS logo features a gold cross centered within a brown hexagon. Below the hexagon, the word "HEEDS" is written in a stylized, gold-colored font.

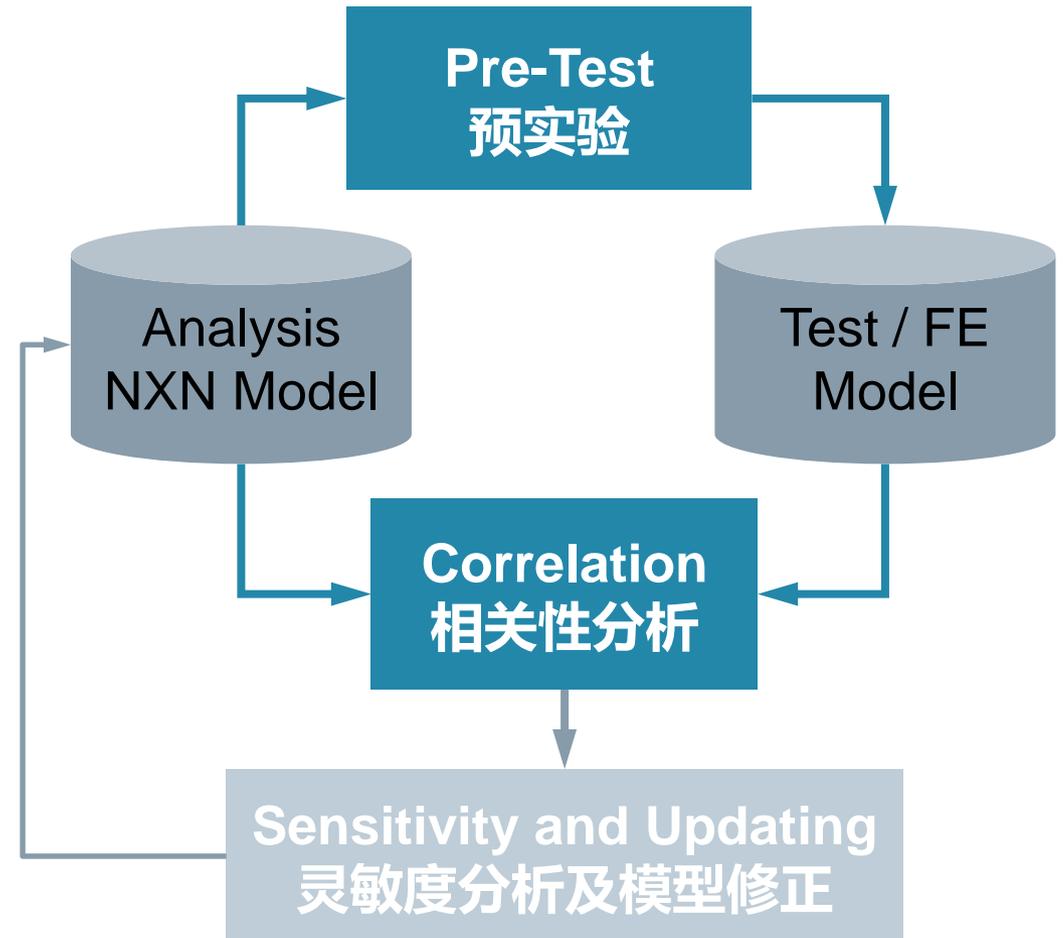


# 多学科仿真平台打通仿真和试验



## 主要功能:

- 预实验分析
- 试验仿真相关性分析
- 仿真仿真相关性分析
- 灵敏度分析(NX Sol 200)
- 模型修正



# 多学科仿真平台实现1D和3D数据管理

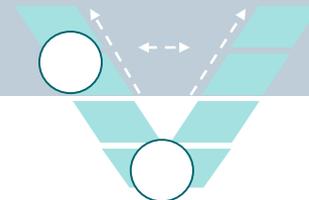
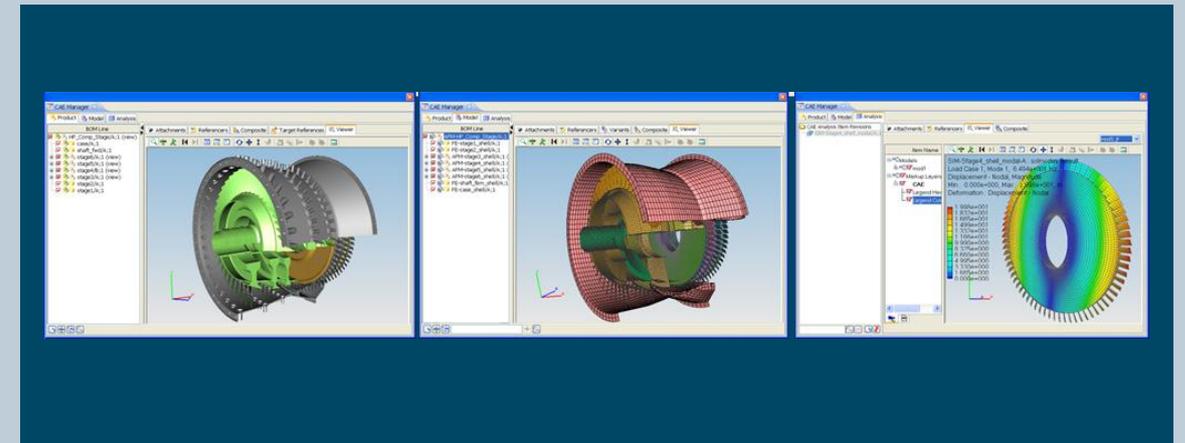
## Teamcenter

### 1D Model Management

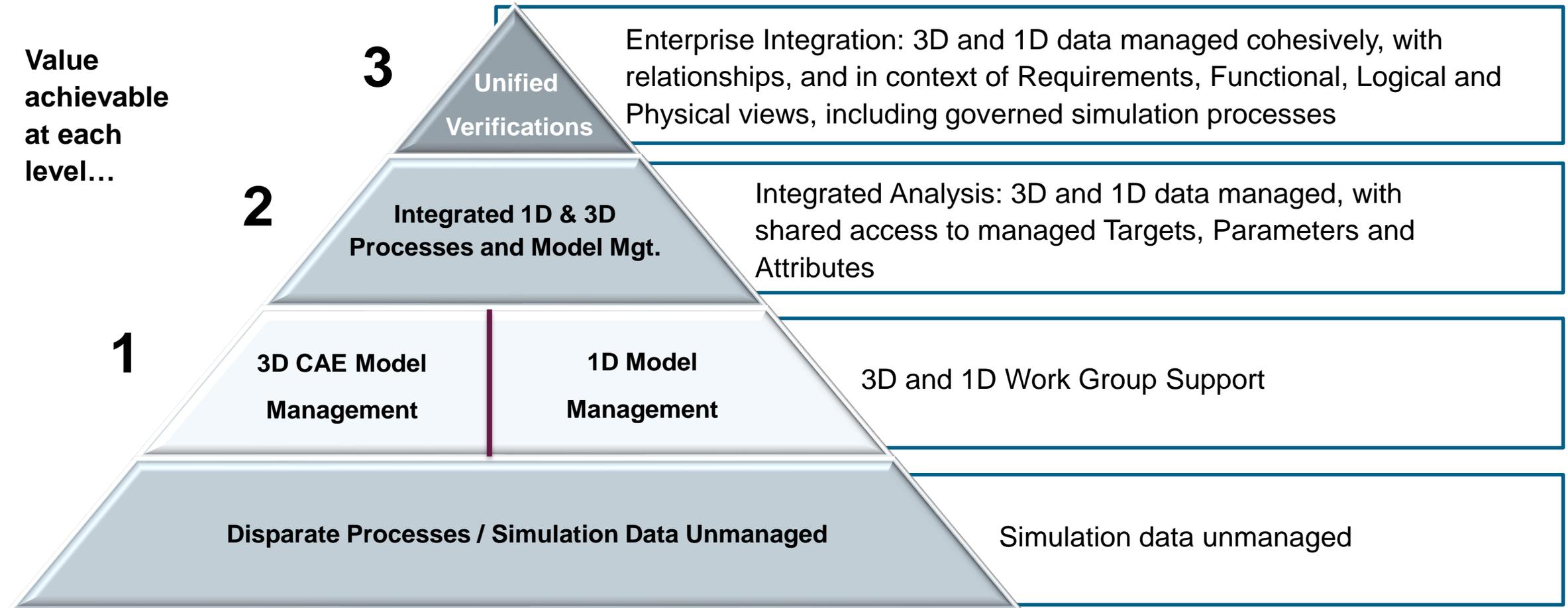
Link to system architecture and requirements management including closed loop validation and verification

### 3D Model Management

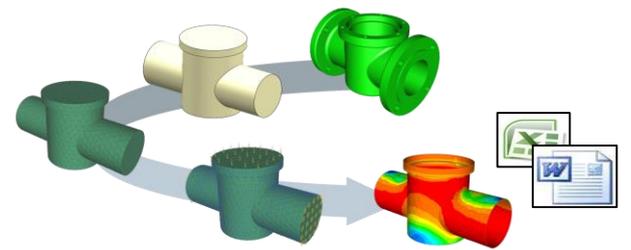
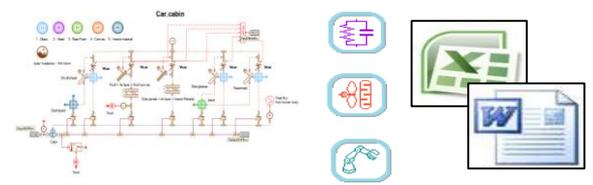
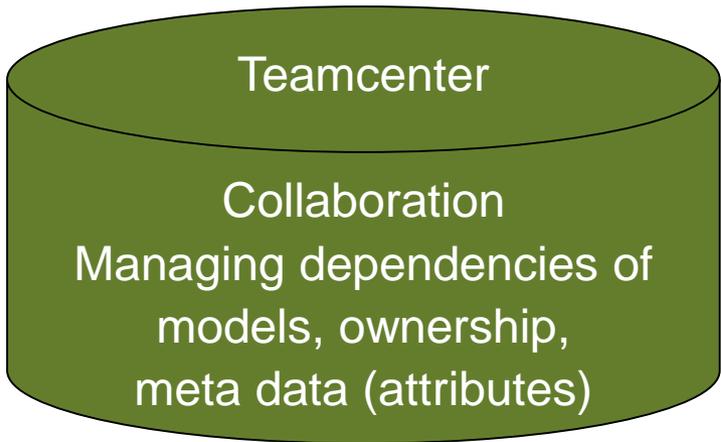
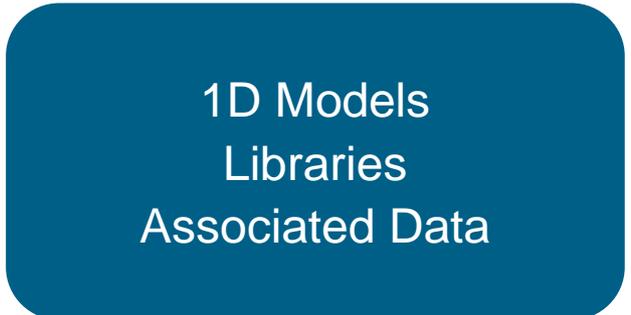
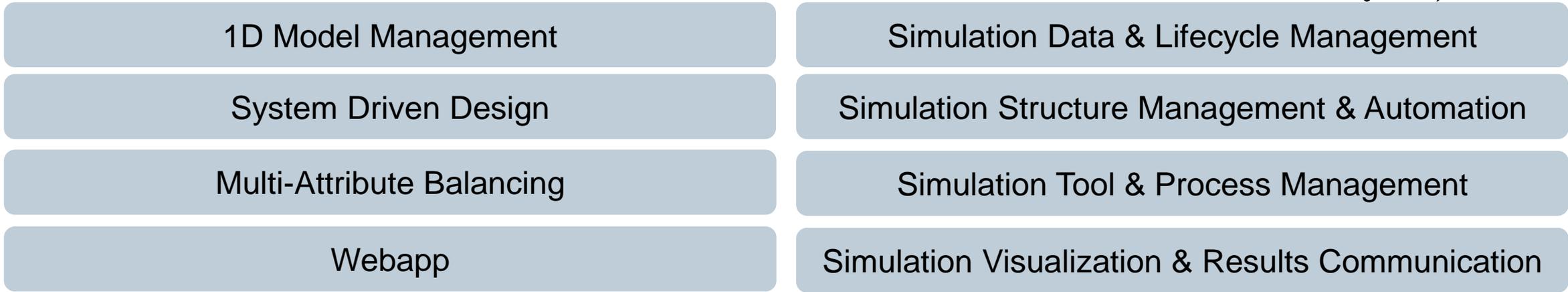
Link to design requirements and CAD



# 多学科仿真平台实现1D和3D数据管理



# 多学科仿真平台实现1D和3D数据管理



# 2

## 多学科协同仿真平台十大关键能力

---

# 多学科仿真优化平台

## 十大关键能力

关键能力1：仿真分析规范体系

关键能力2：流程驱动仿真任务

关键能力10：仿真结果可视化与数据统计分析

关键能力3：多学科优化流程

关键能力9：与仿真指标体系/需求的关联

关键能力4：  
仿真数据和仿真BOM管理

**十大关键能力**

关键能力8：与高性能运算平台集成

关键能力5：  
多学科优化工具集成模式

关键能力7：仿真数据与设计变更同步

关键能力6：  
知识库与知识推送

# 关键能力1： 仿真分析规范体系

## 内容

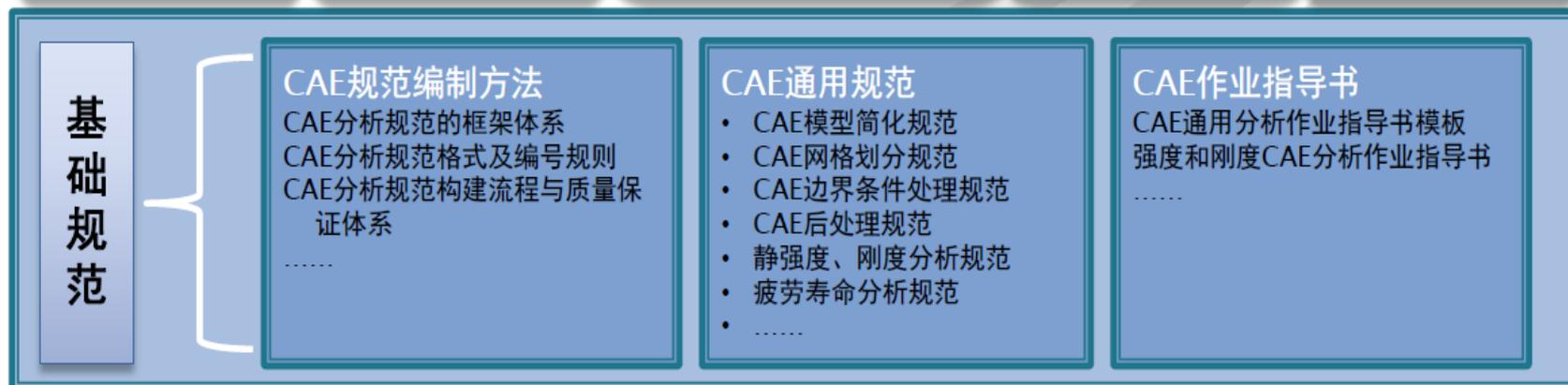
- 仿真**基础通用**规范
- 各学科、各**专业**结构分析规范
- 仿真工具的版本、数据格式、文件存储等
- 仿真作业指导书

## 价值

- ✓ **统一**的规范、**统一**的标准、**统一**的方法。
- ✓ 为建立企业知识库提供**基础支撑**

## 仿真分析规范体系示例

结构分析	疲劳耐久性分析	多体动力学分析	装卸料分析	工艺分析
有限元建模规范 工况规范 强度评价规范 线性非线性屈曲分析规范 模态分析规范 结构优化规范 热应力分析规范	基于AAR、BS、IIW分析规范 基于等效结构应力法分析规范 载荷试验测验规范 试验数据处理规范 试验疲劳分析规范 虚拟迭代反求规范 有限元疲劳分析规范	车辆动力学建模规范 整车刚柔耦合建模规范 整车动力学特性分析规范 货车运行稳定性和曲线、道岔通过性能分析规范 牵引制动性能以及轮轨动力学分析规范 整车振动分析规范 列车纵向动力学分析规范	货物冲击分析规范 堆卸料分析规范	焊接与热分析规范 板材冲压成形分析规范 锻造与热分析规范 铸造分析规范



# 关键能力2: 流程驱动仿真任务

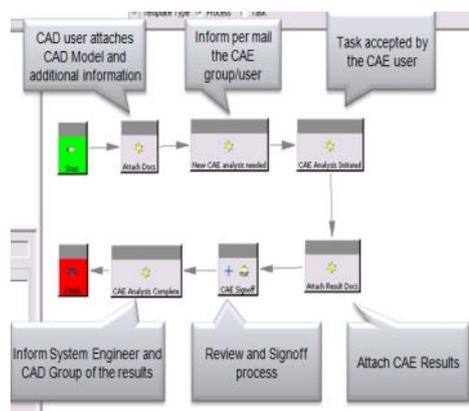
## 内容

- 支撑**完整的流程自动化**，仿真人员可以捕获和执行流程任务，显著提高效率
- 支持的流程类型有：
  - 业务流程自动化
  - 仿真任务和流程自动化
  - 多学科优化仿真

## 价值

- ✓ 通过流程**正式打通不同学科**间需求、设计数据、结果的自动化关联
- ✓ 捕捉仿真流程步骤，可以形成可供**重复利用和标准化的最佳实践**
- ✓ 建立**流程和数据的可追踪**关系
- ✓ 数据的**生命周期状态**

合同验证流程



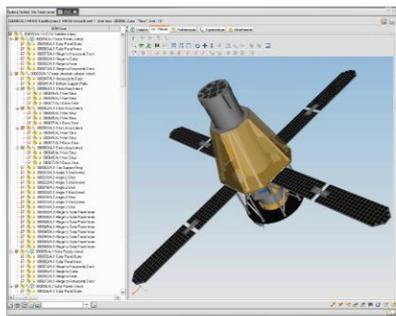
**业务流程自动化**

**仿真任务和流程自动化**

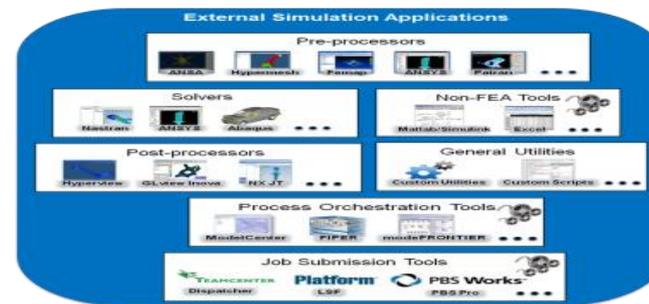
**多学科优化**

**Teamcenter**  
捕捉和管理仿真流程与知识

# 关键能力2: 流程驱动仿真任务



产品版本



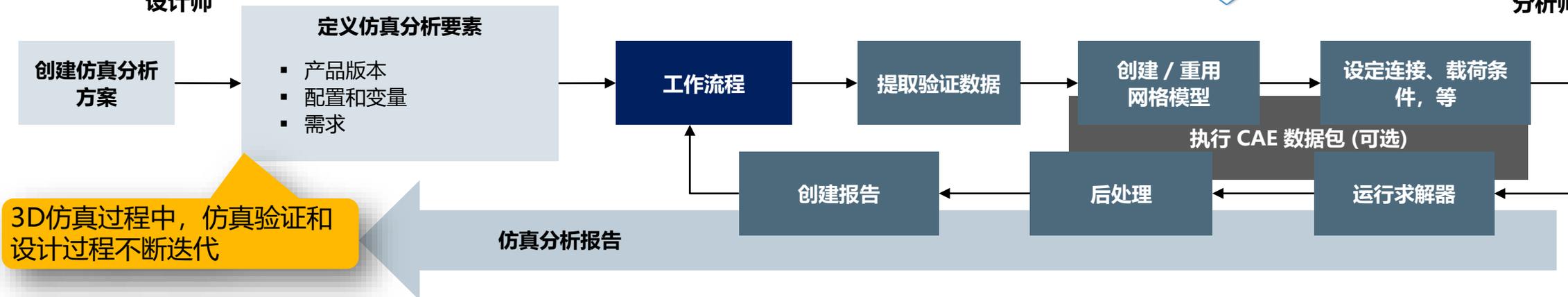
外部仿真应用  
软件



分析师



设计师

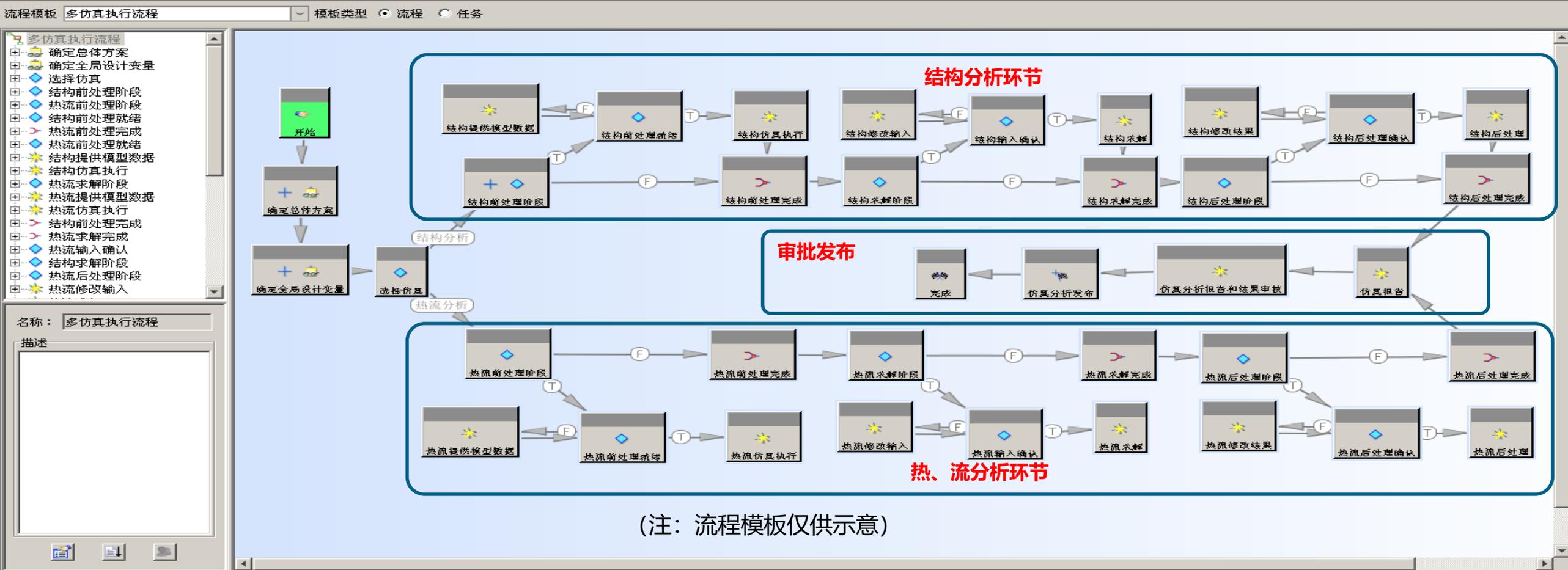


3D仿真过程中, 仿真验证和  
设计过程不断迭代

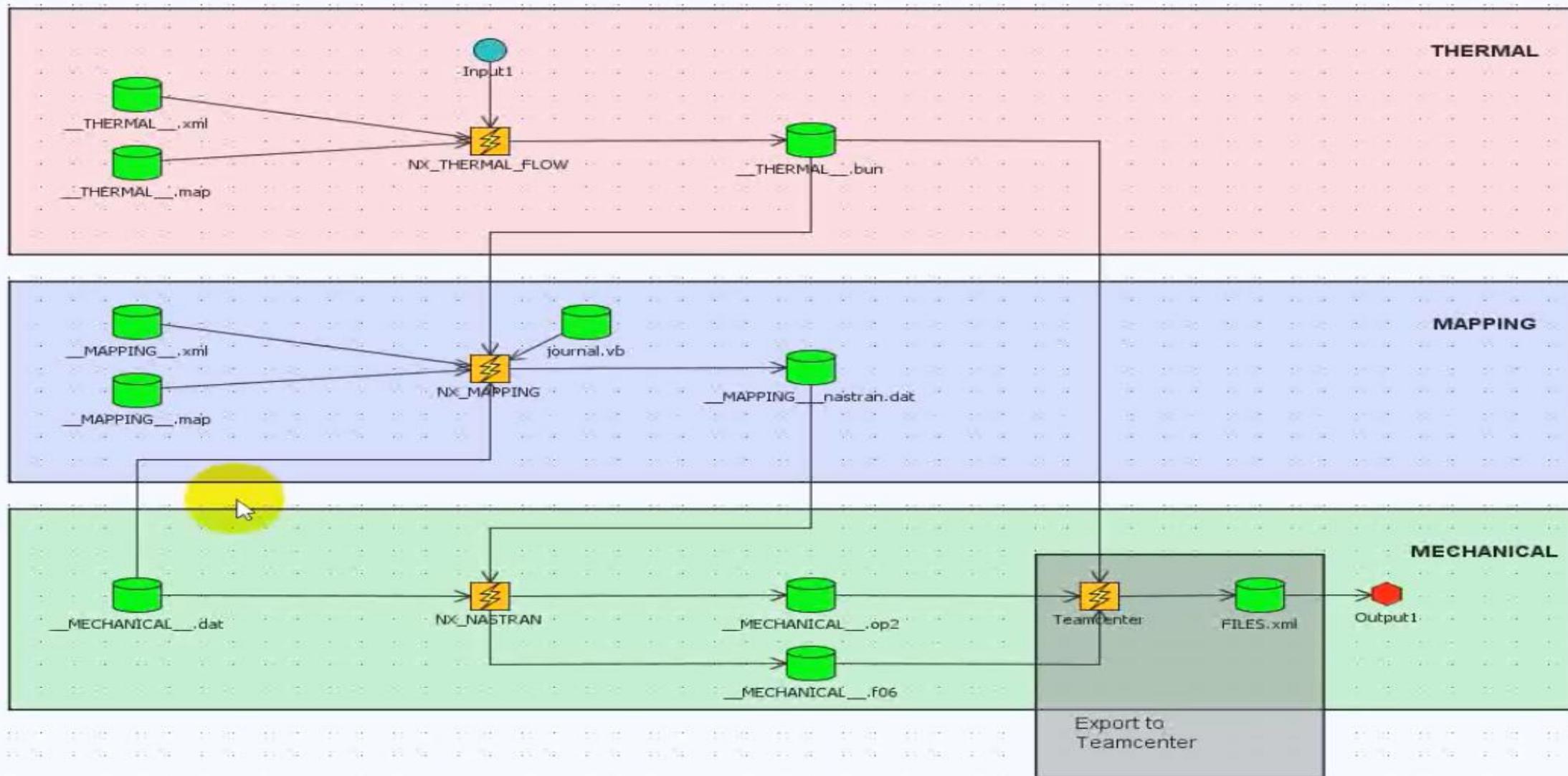
TEAMCENTER

# 关键能力2: 流程驱动仿真任务

## 多学科仿真执行流程样例



# 关键能力2: 流程驱动仿真任务



# 关键能力3: 多学科优化流程

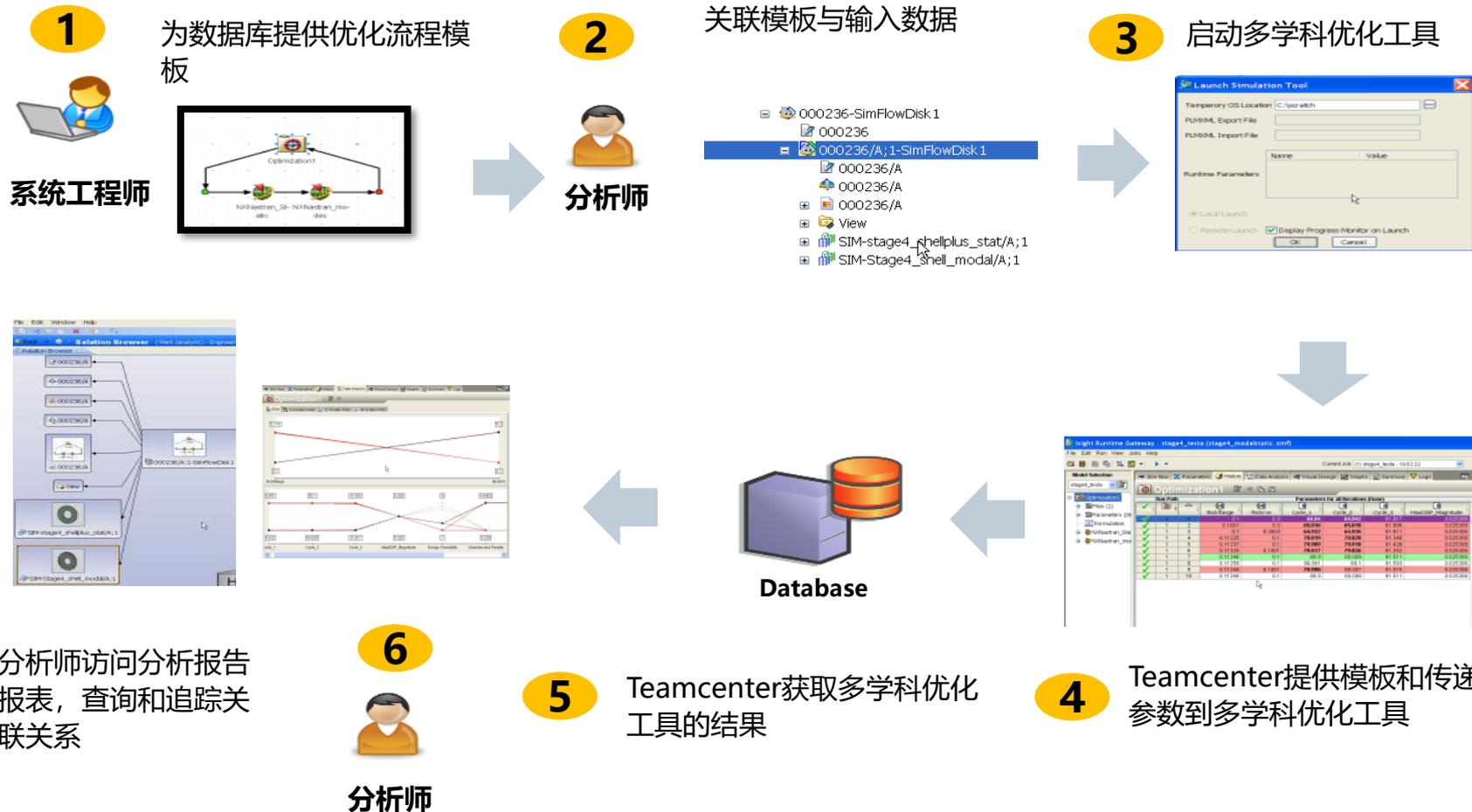


## 内容

- **开放式架构**支持多学科流程优化
- 通过**配置集成**任意流程自动化工具 (iSight/ModelCenter/Optimus等)
- 管理**全生命周期流程**数据, 包括: 流程模板、自动执行脚本、流程输入和输出

## 价值

- ✓ 提升企业已经购买的流程工具价值, 实现**流程一体化**
- ✓ **流程优化和维护**的易用性。



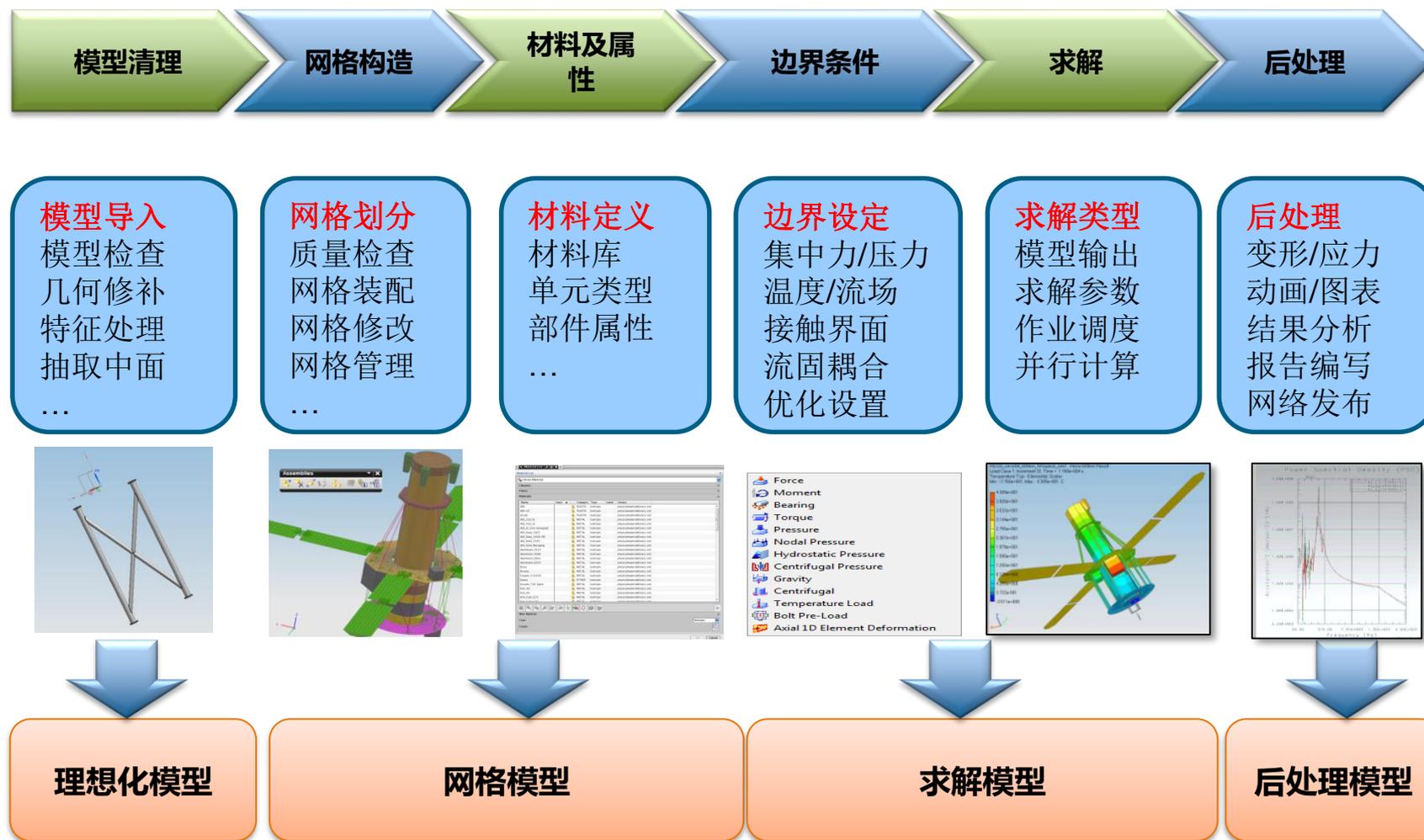
# 关键能力4: 仿真数据与仿真BOM管理

## 内容

- ❑ 管理仿真**各阶段特定**仿真数据
  - 理想化模型/网格模型/求解模型/  
边界条件和参数/后处理模型
- ❑ 可**任意定制扩展**仿真对象类型,  
支持多专业、跨学科对象
- ❑ 管理**大文件**数据, **内部或者云链接**

## 价值

- ✓ 实现仿真**全流程**各环节业务数据对象创建
- ✓ 跨专业、部门各类型**数据权限控制**
- ✓ 基于**最佳实践**, 可直接定制应用
- ✓ **避免大量开发**。



# 关键能力4: 仿真数据与仿真BOM管理

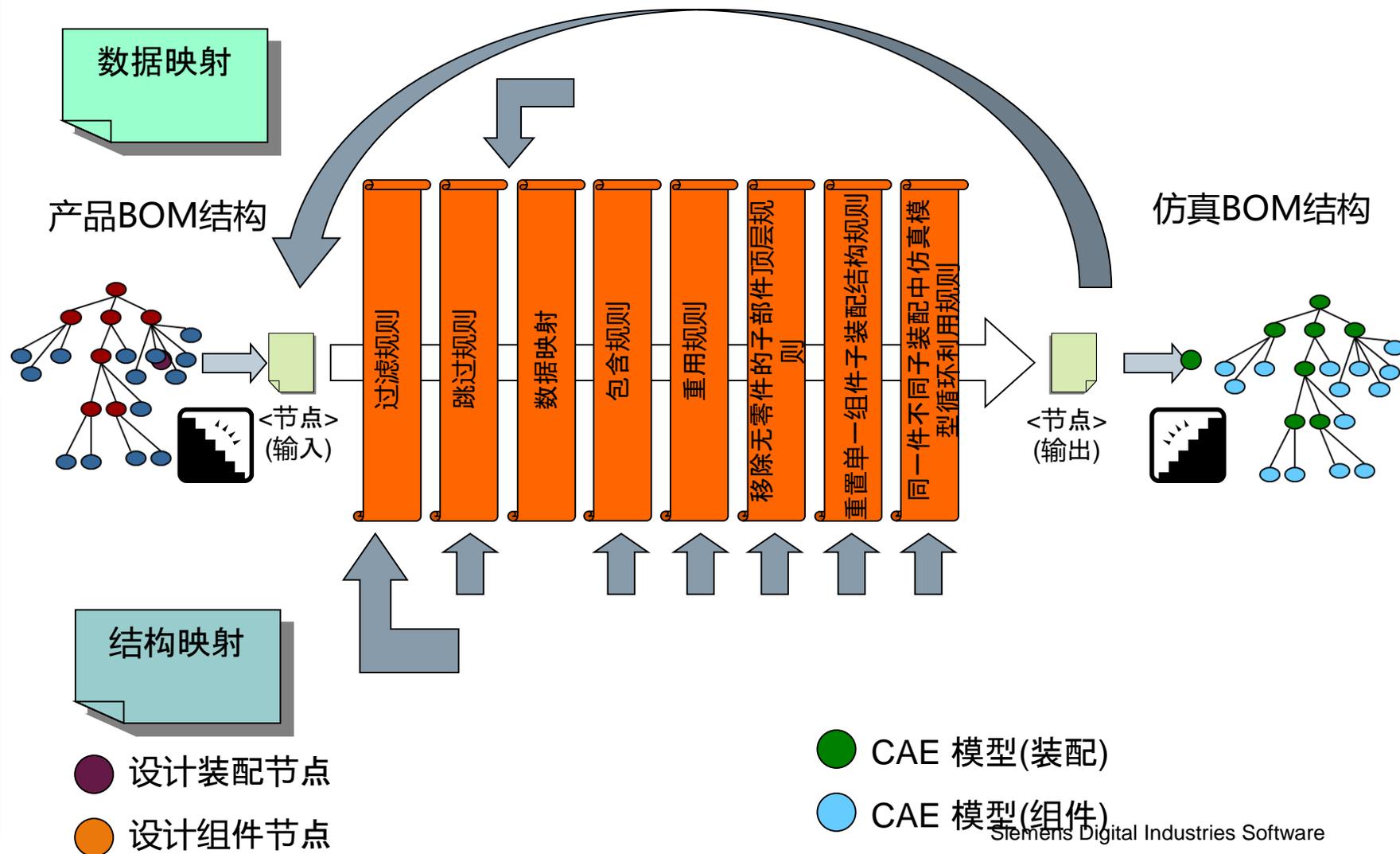
## 内容

- ❑ 基于**特定规则**由设计BOM**自动**生成仿真BOM
  - 数据映射
  - 结构映射 (过滤/跳过/包含/重用等规则)
- ❑ 根据**不同学科、工况**同一设计BOM可以对应不同的仿真BOM (**一对多**)

## 价值

- ✓ 实现**整机、系统、分系统、组件级**等仿真BOM创建, 形成装配有限元
- ✓ 实现**概念设计阶段自底向上、详细设计阶段自顶向下**重用或新建仿真结构。

■ 由设计BOM (CAD BOM) 根据规则自动产生仿真BOM (CAE BOM) 模型



# 关键能力4: 仿真数据与仿真BOM管理

## 内容

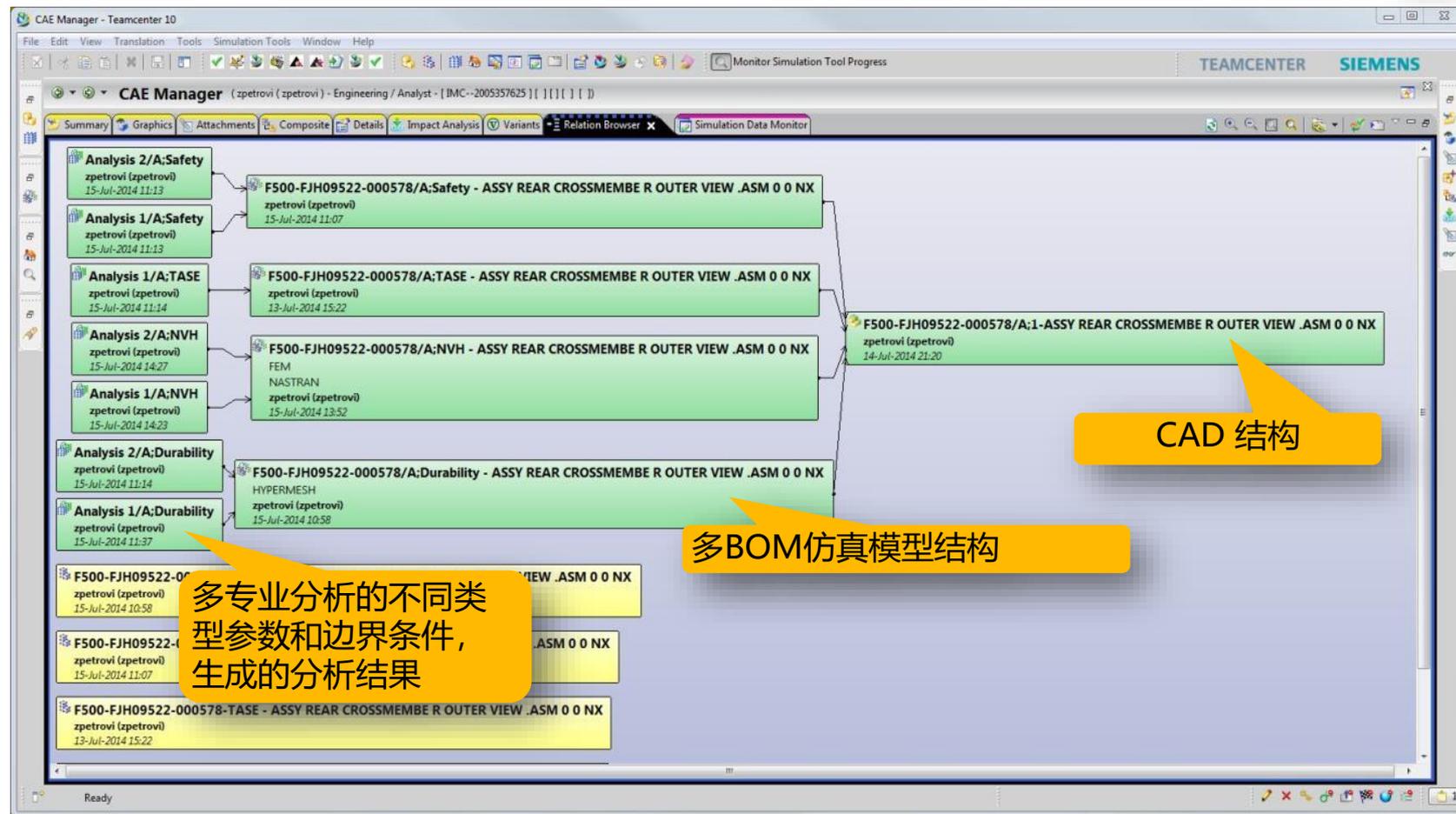
### 设计数据与仿真数据的谱系图

- 原始CAD结构
- 多BOM仿真模型结构
- 针对多学科定义的不同类型参数和边界条件产生的分析结果

## 价值

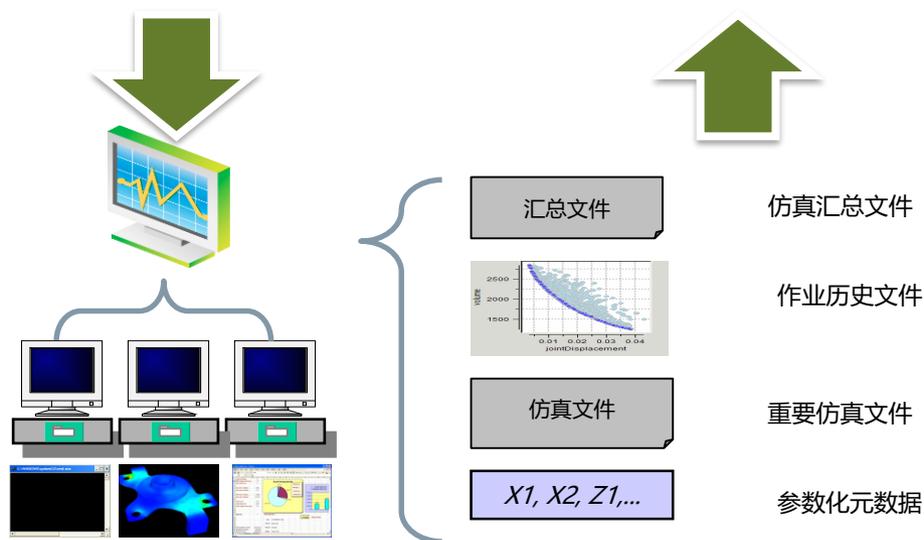
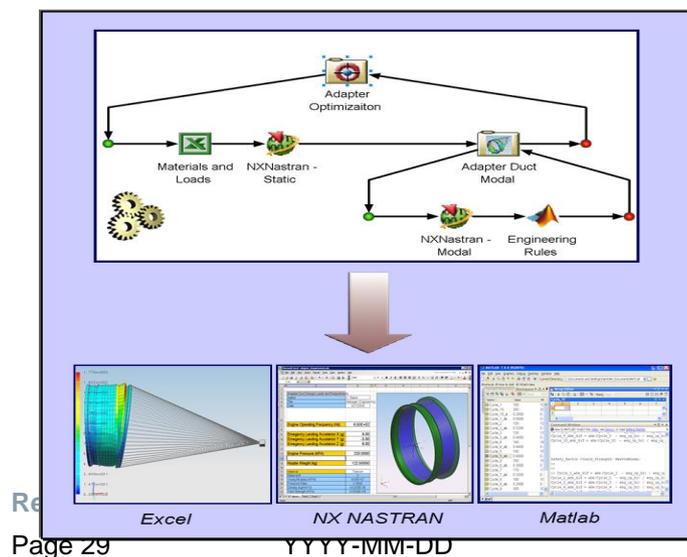
- ✓ 实现完整的**双向追溯**能力
- ✓ 在产品和各类仿真分析数据 (几何体简化、仿真模型、载荷条件、结果等) 和学科之间建立**关联关系**。

设计与仿真数据谱系关系图



# 关键能力5: 多学科优化工具集成模式

## Teamcenter + 多学科仿真工具集成模式





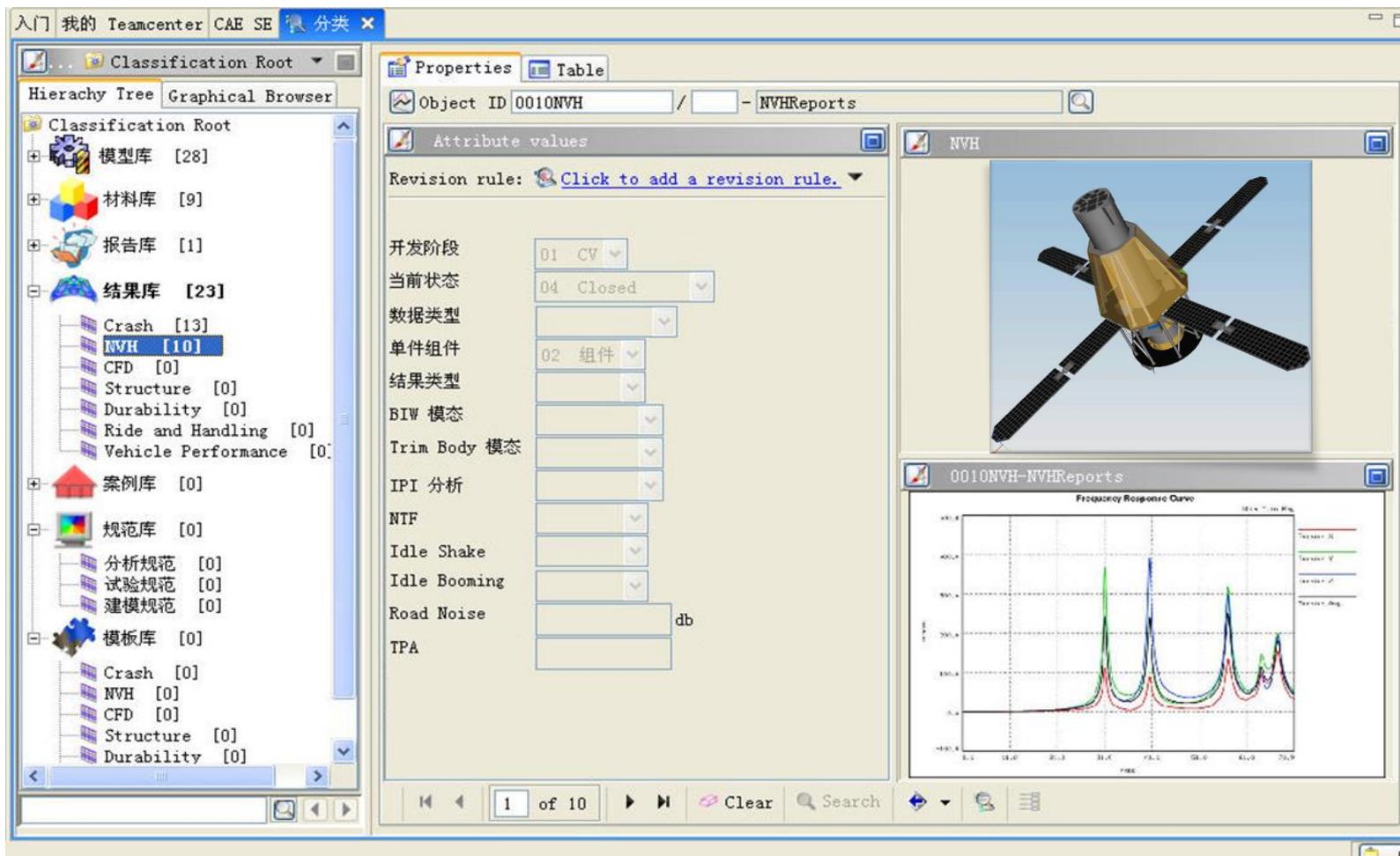
# 关键能力6: 知识库与知识推送

## 内容

- 仿真知识的重用
  - 模型库/材料库
  - 报告库/结果库
  - 案例库
- 仿真知识推送
  - 知识固化, 向导式
  - 数据挖掘

## 价值

- ✓ 由个人经验转化为企业的**仿真智力资产**
- ✓ 建立**企业最佳实践库**, 从成功走向成功
- ✓ 将**依靠管理制度的约束转化为程序固有的内部逻辑**, 减少人为因素, 提高标准化程度和仿真的效率、效益



# 关键能力6: 知识库与知识推送

## 流程向导式推送

将原先孤立、分散的功能和界面进行统一，实现知识的固化和重用



**Technical Document Snippet:**

$C = (G-T) \cdot g = (20-1.3) \times 9.8 = 281.26 \text{ kN}$

上述计算的载荷C为转向架侧架承受的垂直静载荷，根据标准TB/T1335-1996《铁道车辆强度设计及试验鉴定规范》及TB/T1959-2006《铁道车辆侧架、侧架静载荷及疲劳试验》定义的计算工况均依据该载荷C进行定义，不同工况对该静载荷进行适当缩放。

**5.3.2 载荷工况定义**

根据TB/T1335-1996的要求，侧架有三种静强度计算工况：

- 第一工况：在垂直载荷C作用下的应力工况；
- 第二工况：在垂直载荷1.5C作用下的应力工况；
- 第三工况：在横向载荷0.4C作用下的应力工况。

根据TB/T1959-2006的要求，侧架静载荷工况也有三种：

- 第一工况：横向载荷0.57C；
- 第二工况：垂直载荷2.14C；
- 第三工况：垂直载荷4.04C。

对于轴重30t的转向架而言，侧架承受的载荷，根据TB/T1335-1996和TB/T1959-2006的要求计算如下：

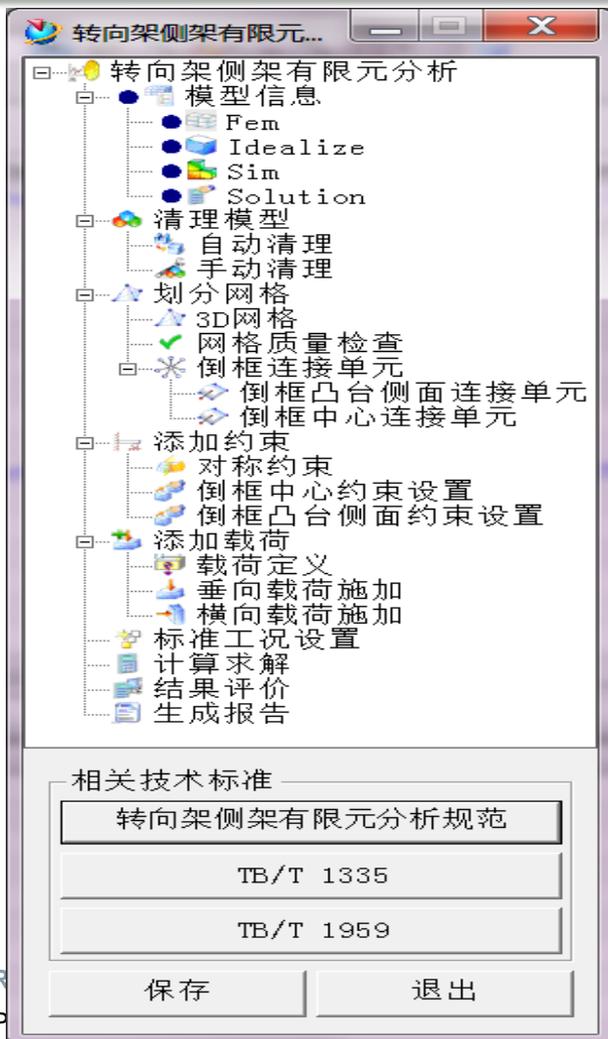
	施加载荷	载荷大小(Qk)
静强度计算载荷	垂直载荷C	281.26
	垂直载荷1.5C	421.89
	横向载荷0.4C	112.5
静载荷计算载荷	横向载荷0.57C	160.32
	垂直载荷2.14C	601.9
	垂直载荷4.04C	1136.3

**5.3.3 载荷及约束施加**

垂直载荷作用在弹簧承台上；横向载荷作用在侧架侧架上，每一侧架承担二分之一，由滑槽侧向外施加，载荷作用区如图所示。在A'、B'处施加相应的约束。

# 关键能力6: 知识库与知识推送

## 流程向导式推送



### 流程清晰

- 清晰的CAE分析流程，有利于培训新员工；

### 选项完整、多界面

- 设置的选项增多，分布在不同对话框中，灵活性增加

### 可编辑

- 大部分的步骤都可以编辑；解算前后可以修改设置

### 通用性好

- 由于选项多，所以通用性相对单对话框模板要好；

### 智力资产，智慧化设计

- 向导式推送实现知识与经验固化、重用，标准统一有效

# 关键能力7: 仿真数据与设计变更同步

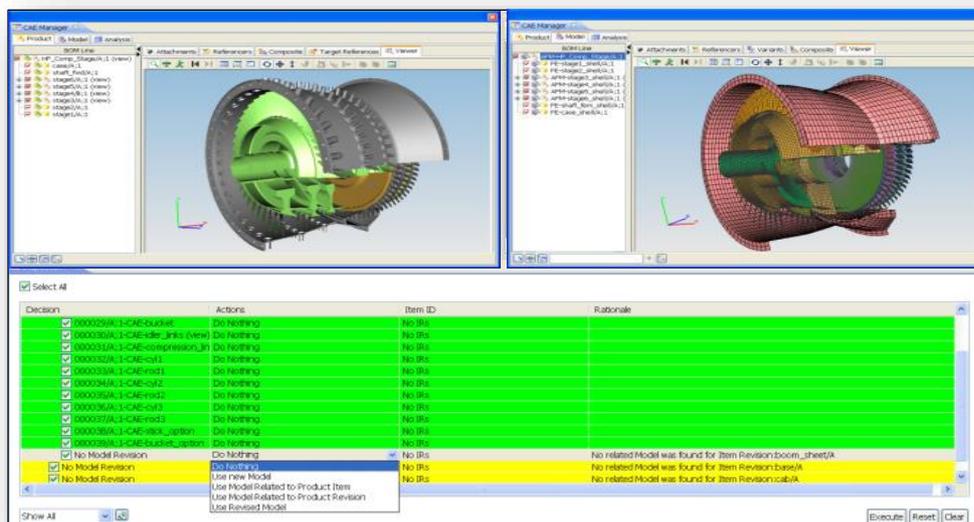
## 内容

- 借助**同步功能主动检查**设计产品是否已变更产生新版本
- 比较仿真结构与产品结构**确认设计变更(新的部件、修订的部件、删除的部件等)
- 用**不同颜色区分**差异的BOM行
- 通过订阅服务, **主动通知**变更

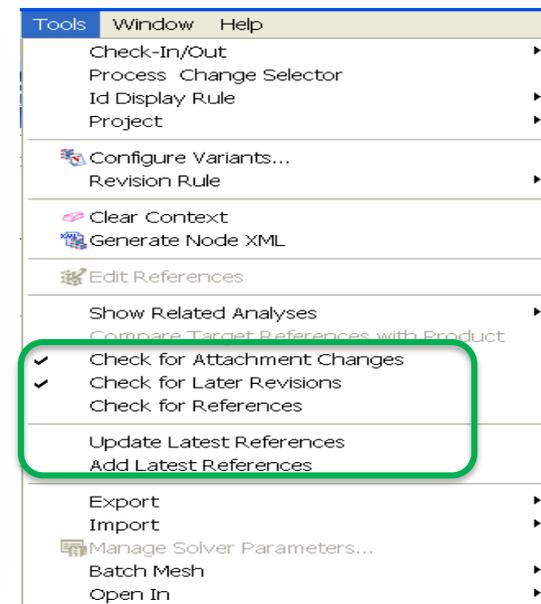
## 价值

- ✓ 实现**变更通知**转化为**主动检查变更**能力
- ✓ **变更影响面**的快速查询。
- ✓ **图形化所见即所得**变更差异

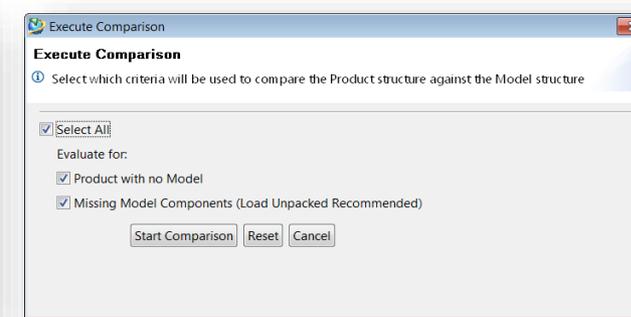
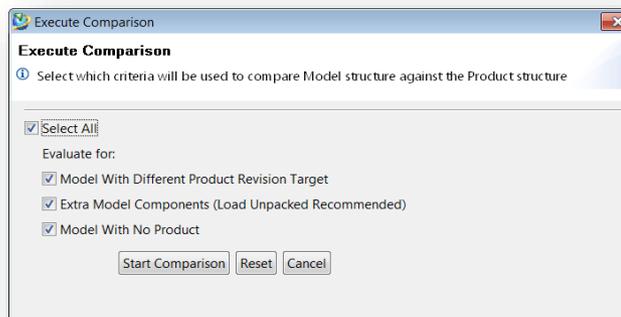
## CAE Manager / 检查器 (Inspector)



## 变更同步功能



## 选择差异比较的条件



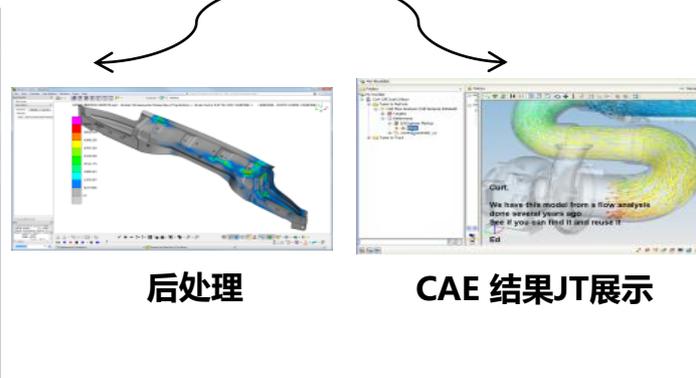
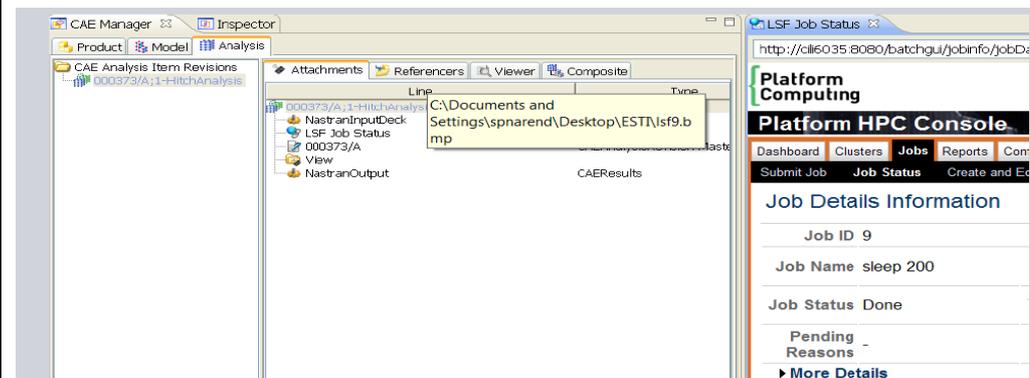
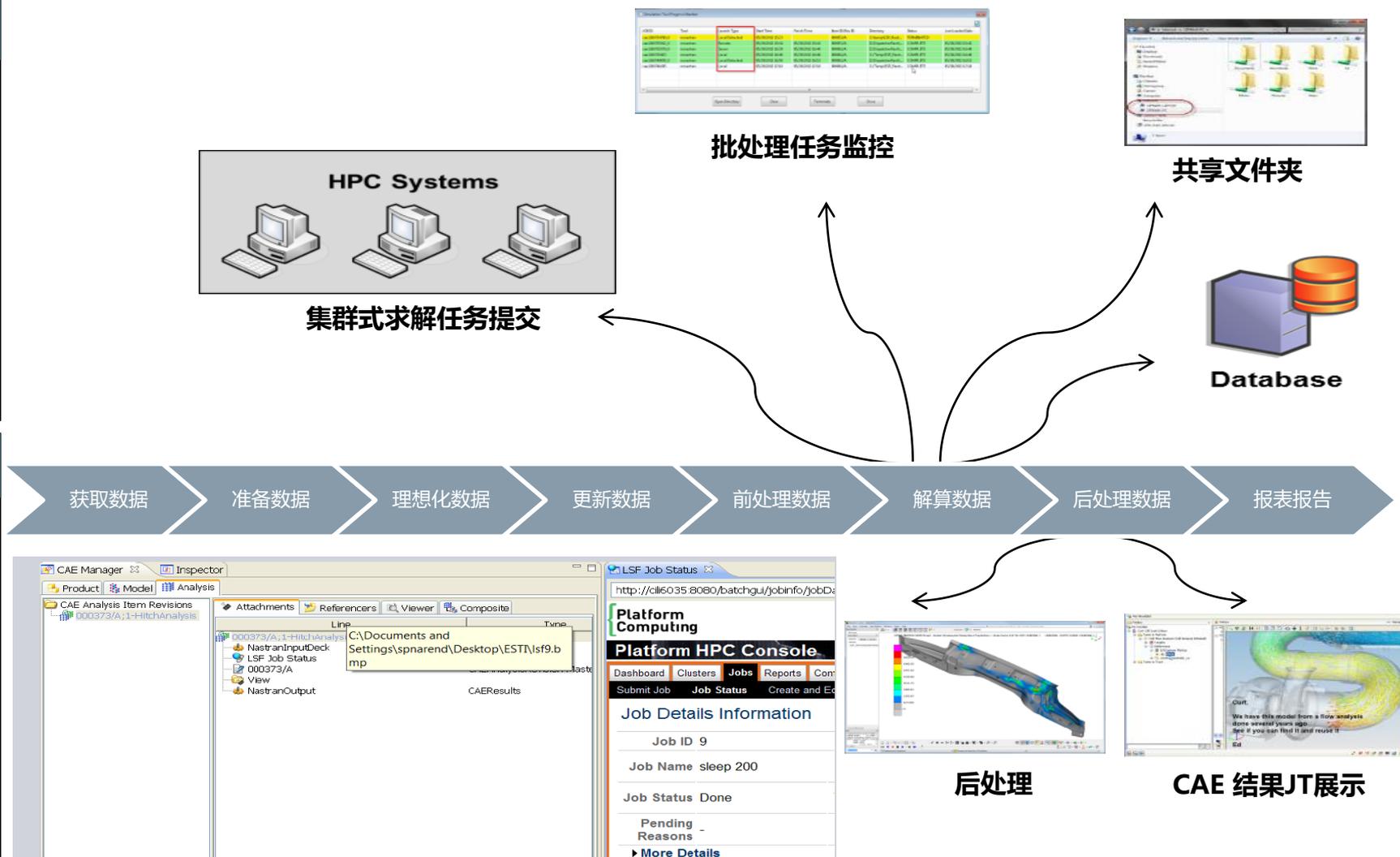
# 关键能力8: 与高性能运算平台集成

## 内容

- 与PBS Pro ,LSF等计算管理软件平台集成
- 可配置**本地**解算器计算启动
- 可配置实现**远程**解算器计算启动
- 可通过定制实现在PDM系统上实现**提交任务、调度、状态监控、数据传递和整理**

## 价值

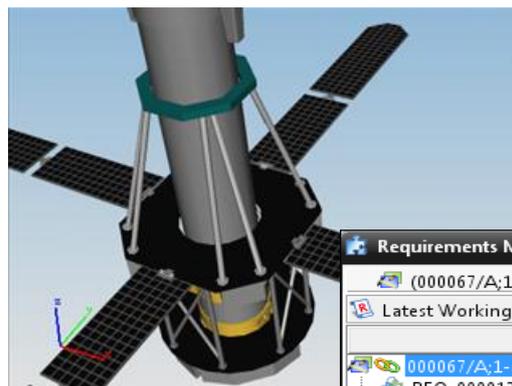
- ✓ **同一个平台**内实现提交、调度、状态监控和数据管理，不需来回切换系统。



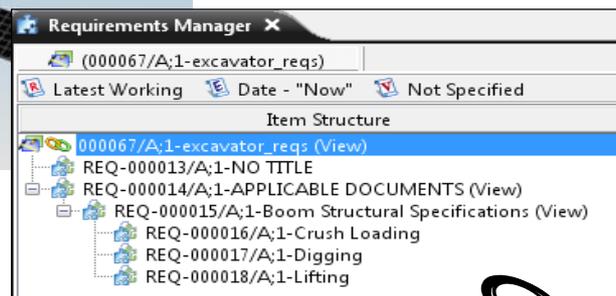
# 关键能力9： 与仿真指标体系/需求的关联

## 内容

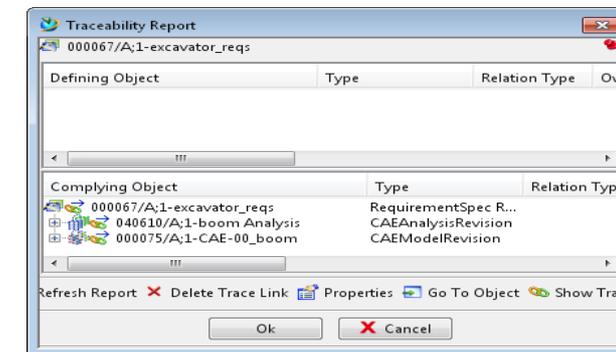
- 仿真总体与分**指标的结构化**
- 获取和管理所有指标需求，并与仿真数据的关联都要建立**追踪链接标记**
- 在分析结果和指标需求、验证过程中形成**闭环**



需求

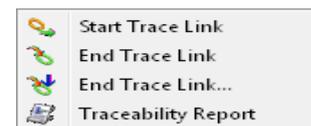


## 追踪报告 Traceability Report

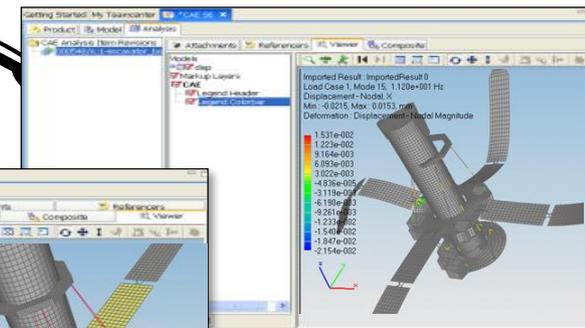
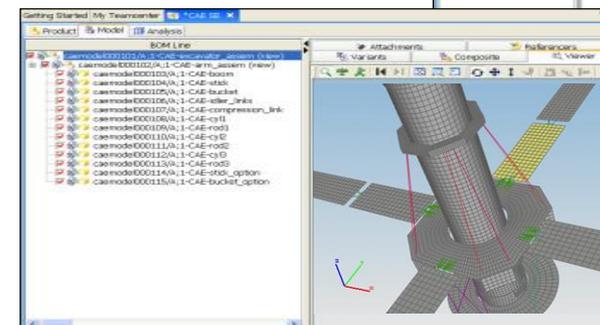


## 价值

- 实现指标/需求在全生命周期中的**可追溯性**。
- 指标/需求的**变更可以双向定位**仿真数据，实时、完整、有效
- 验证**需求闭环，指标需求符合性**



需求链接



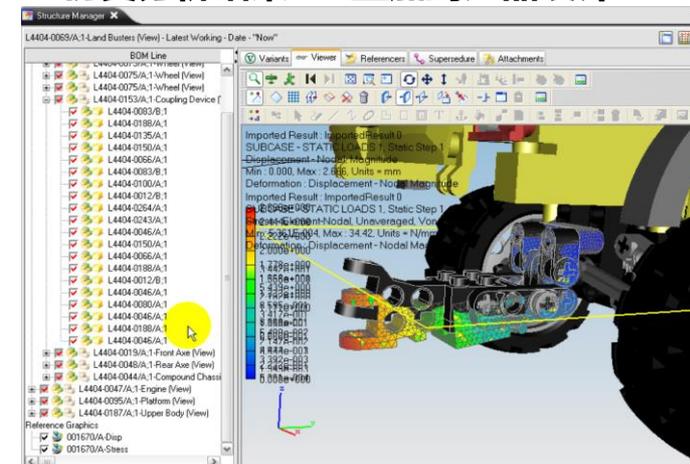
仿真结果

# 关键能力10: 仿真结果可视化与数据统计分析

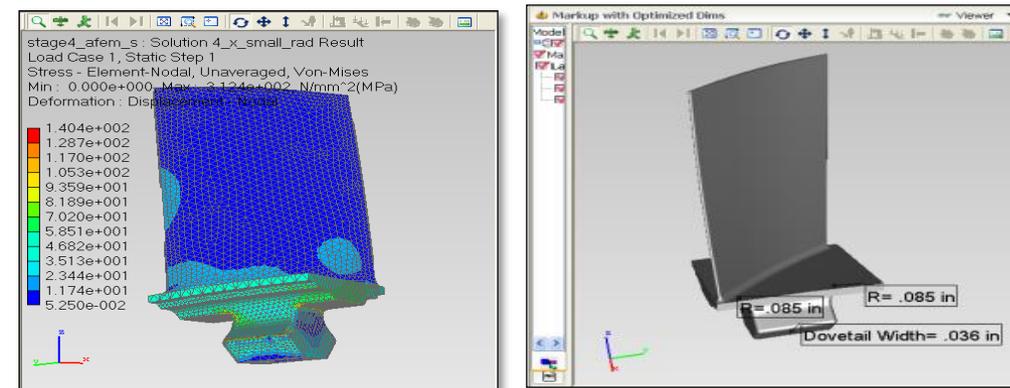
## 仿真结果可视化以 JT 为主， 兼顾其他结果浏览软件

- 采用轻量化的 **JT 格式** 便于浏览
- **兼顾其他浏览工具** (商业化软件或自主开发软件)
- 通过**叠加 CAD和网格JT文件**的方式虚拟比较以检查两者的差异变化

仿真分析结果 JT 叠加到产品设计 JT



仿真分析结果 JT 与 产品设计 JT 多视窗对比  
(标注已经优化的尺寸)



# 3

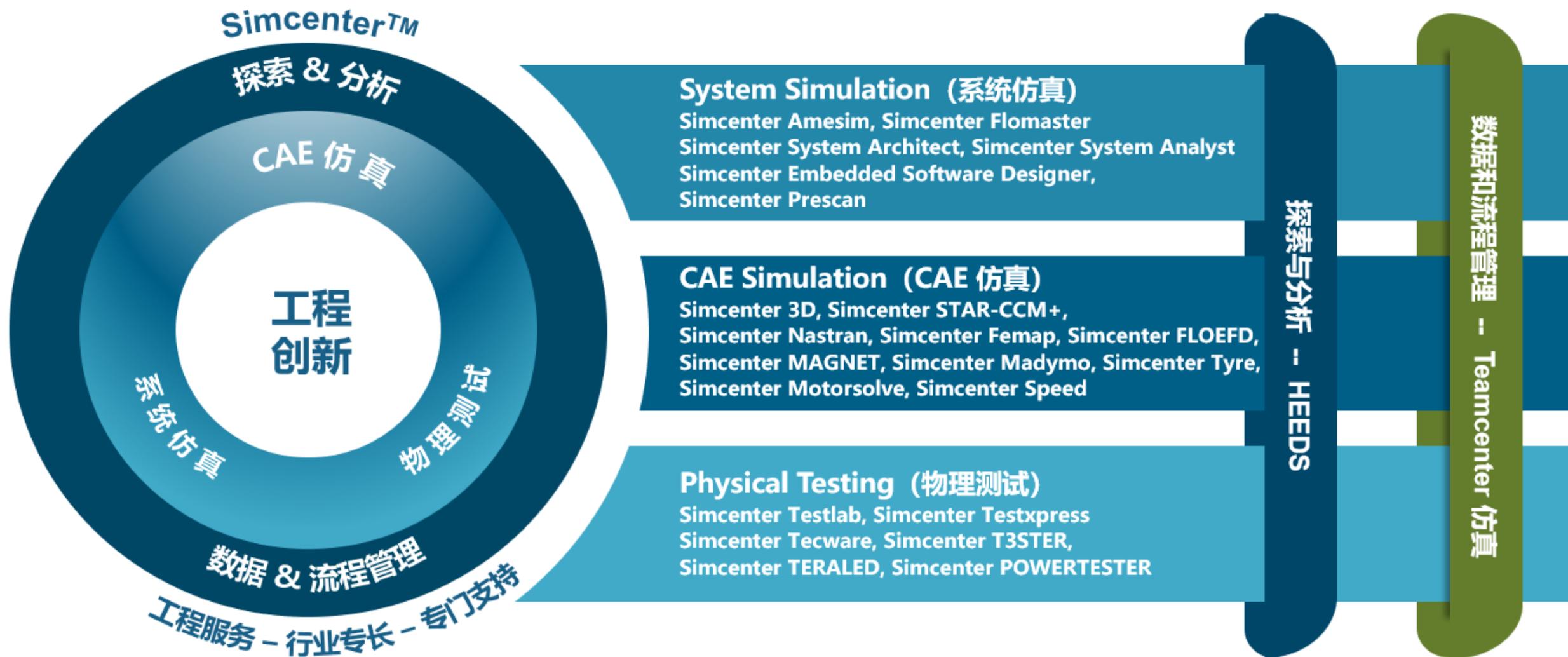
## Simcenter多学科仿真

---

# Simcenter 概览

## 工程创新

**SIEMENS**  
Ingenuity for life



# Simcenter Amesim



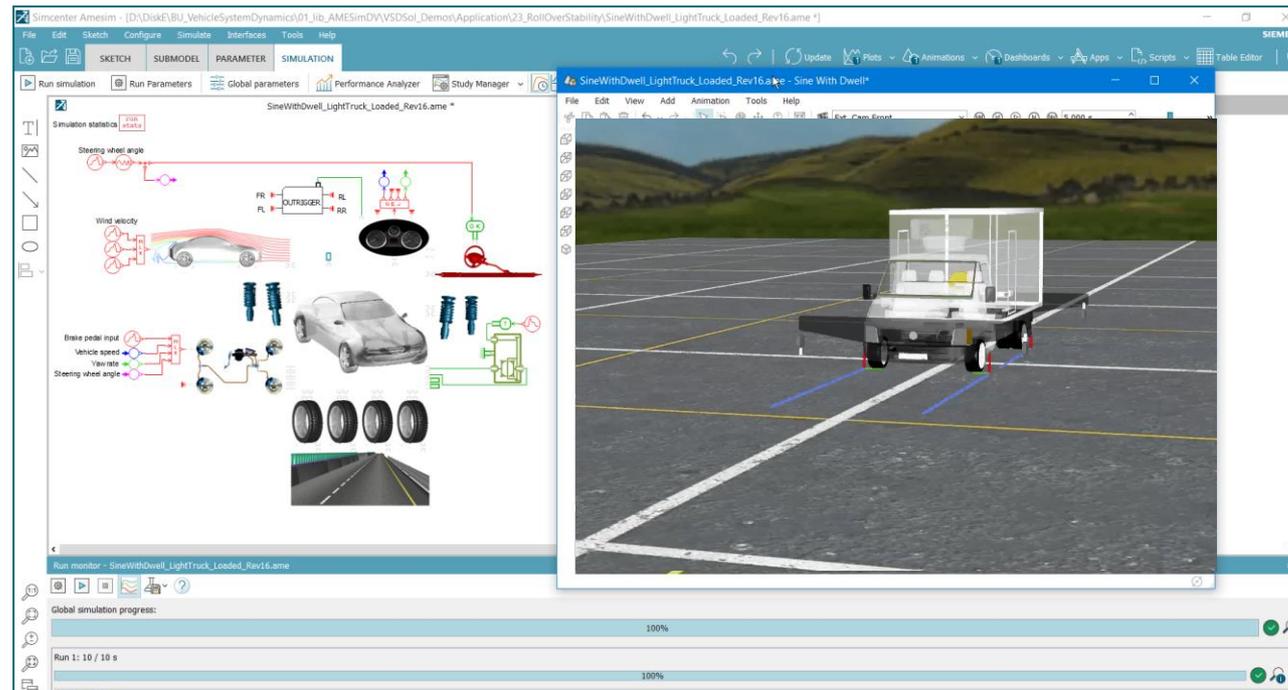
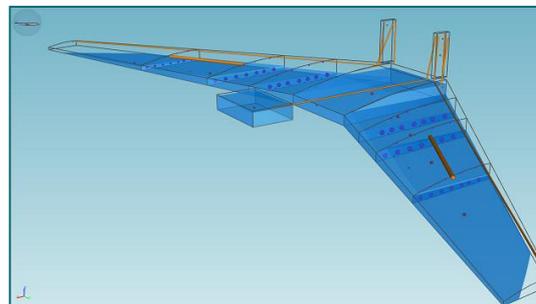
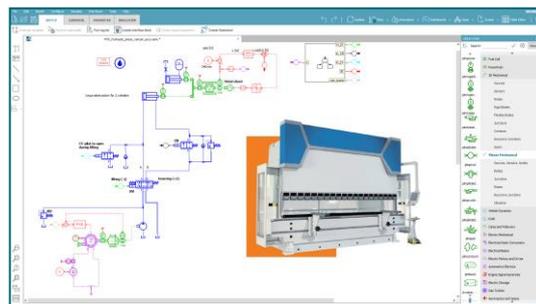
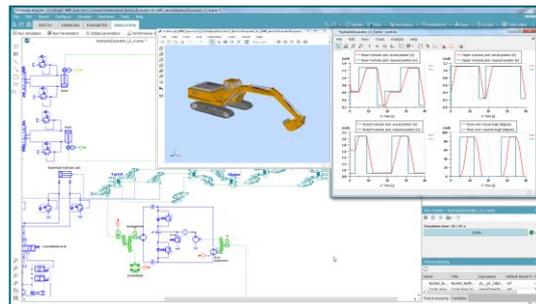
扩展的多物理库和组件

预先设计

系统设计和集成

性能平衡

实时控制验证和确认  
(HiL)



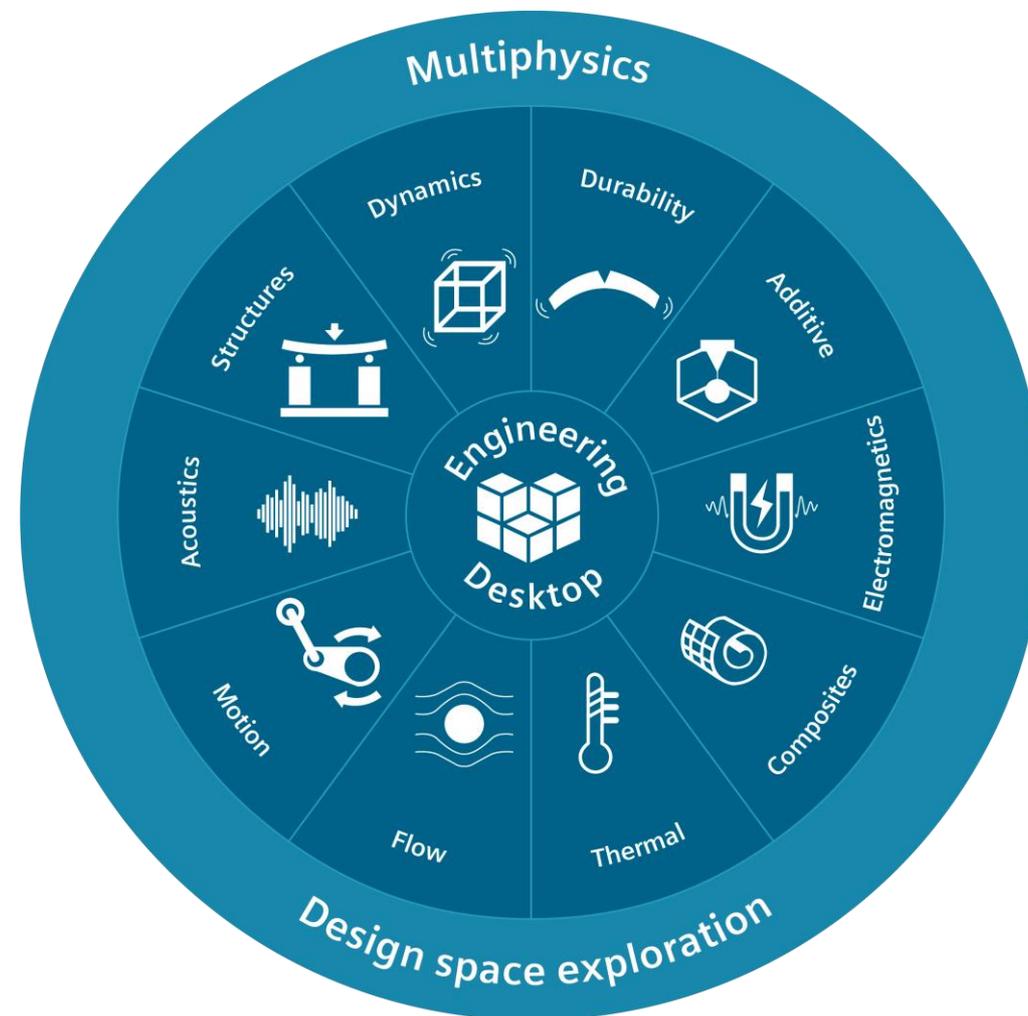
虚拟评估和优化机电系统的性能

# 多学科仿真优化平台

## 三个要素-Simcenter 3D

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

# Simcenter 3D



# Simcenter STAR-CCM+

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

单一集成环境

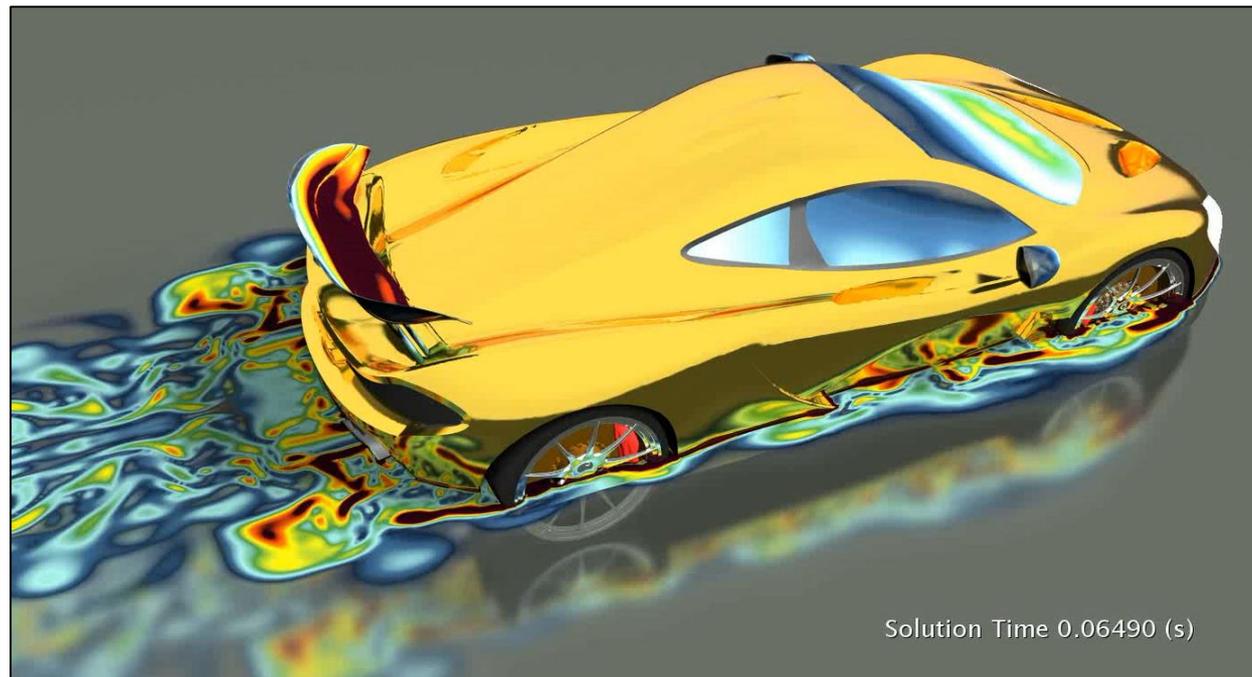
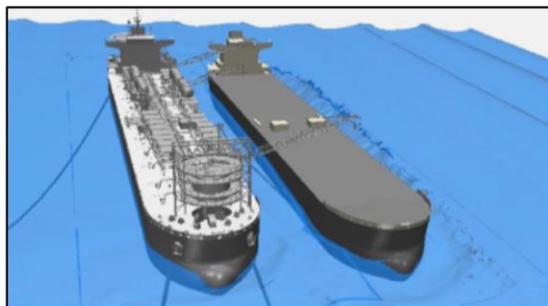
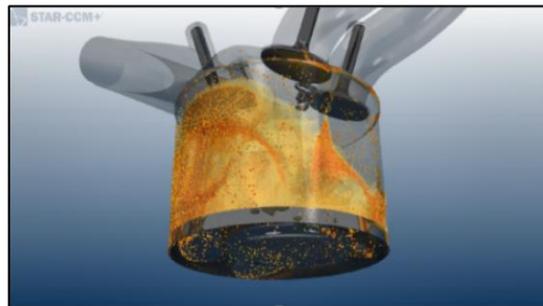
自动化 workflow

综合多物理场

内置的设计探索

大规模并行 CAD 到解决方案

PLM 集成



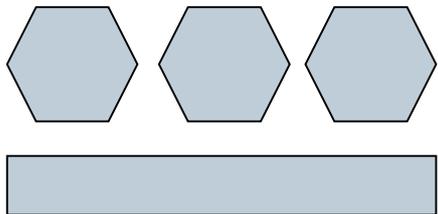
内置设计探索  
专注于 CFD 的多物理场仿真

## From Multi-Discipline to Multi-Physics Depending on the Engineering problem at hand

The engineering problems at hand are handled each discipline/physics at the time. Examples:

- 3D: Acoustics / Durability/ Crash/ Motion/ ...
- 1D: Fluids / Electrical / Mechanical/ ...
- Test: Structures/ Rotating / Vibration Control/ ..
- CFD: Flow, DEM, Spray, ....

There is a benefit in maximum model(ling) re-use across the disciplines/physics.

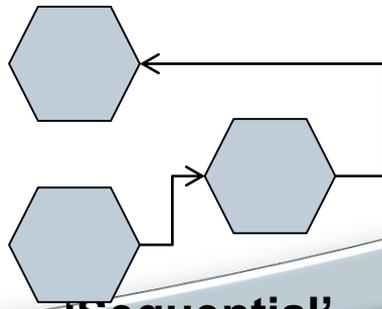


**'Parallel'**

**Multi-Discipline**

The output of 1 discipline/physics is the required input for the next discipline/physics. The different disciplines/physics don't impact each other at each state. Examples:

- Aero acoustics
- Vibro-acoustics (non-coupled)
- EMAG acoustics
- ...

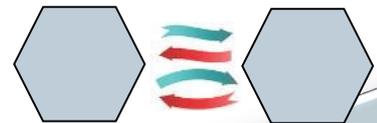


**'Sequential'**

**Multi-Discipline**

Different disciplines/physics impact each other at each state, so both disciplines/physics need to be handled together. Examples:

- Motion + 1D Sub-Systems
- 1D + Acoustics
- CFD + Structure Coupling
- FSI
- ...

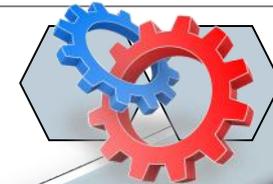


**'Co-Simulated'**

**Multi-Physics**

Same as prior, but for accuracy, performance, & stability, coupled simulation is required. Examples:

- Coupled Vibro-acoustics in NX Nastran
- Thermal/Flow
- Mechanical/Thermal
- ...



**'Coupled-Simulated'**

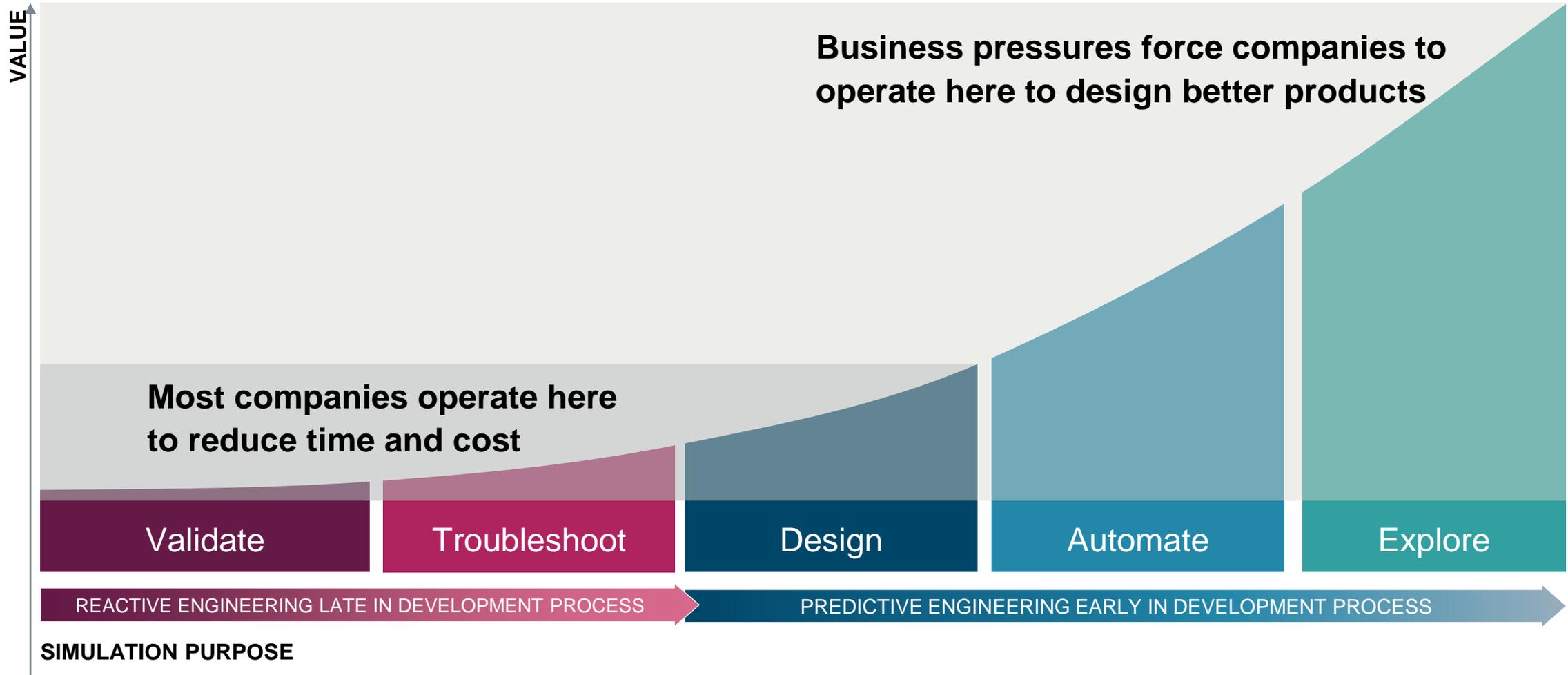
**Multi-Physics**

# 4

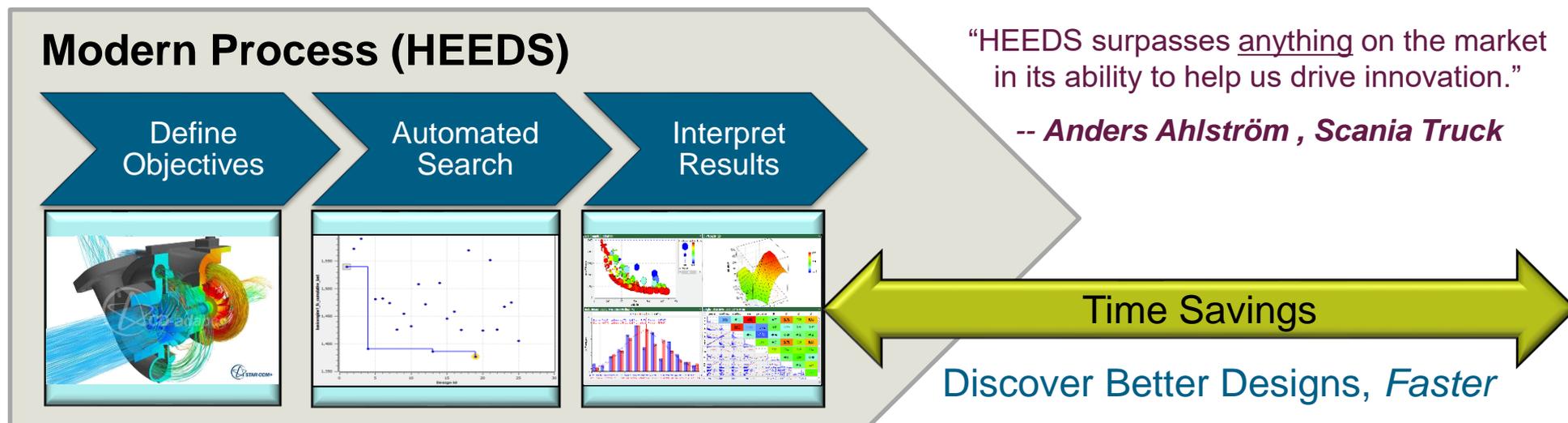
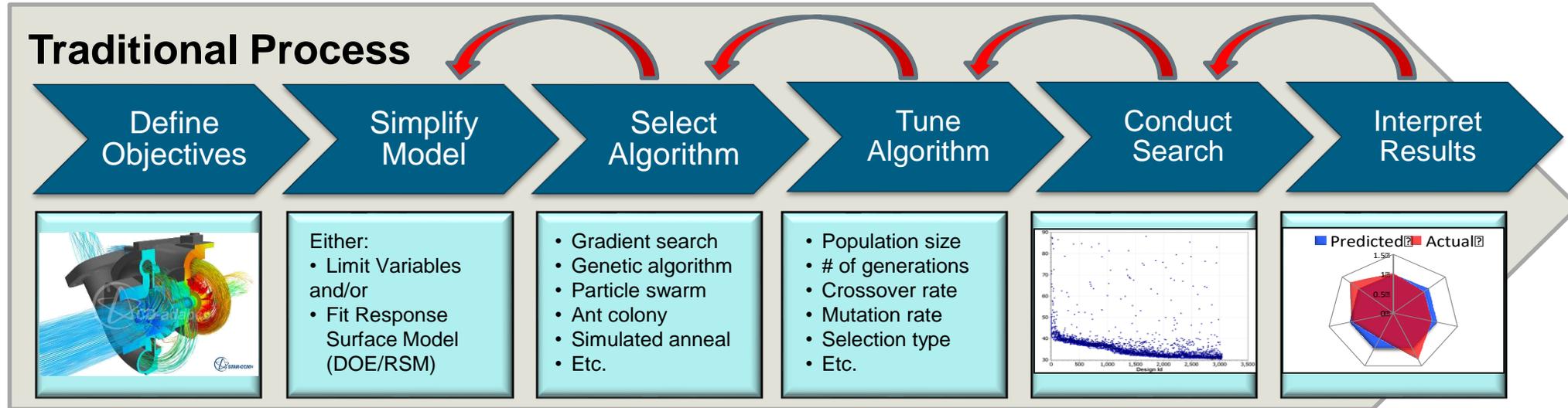
## Simcenter Heeds多学科优化

---

# Redefining Strategy for Innovation



# New Paradigm for Design Exploration



# HEEDS加速创新产品开发

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*



Abaqus



Abaqus/CAE



Adams/Car



Adams/Chassis



Adams/View



Simcenter  
Amesim



ANSA



ANSYS



Aspen HYSYS



Autodesk  
Inventor



AVL-DVI



AVL-EXCITE



AVL-EXCITE  
Piston&Rings



CATIA



Creo  
Parametric



Es-ice



Excel



Simcenter  
FEMAP



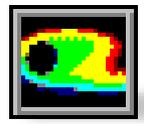
Simcenter  
FloEFD



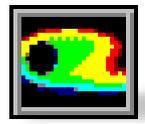
Simcenter  
FloMASTER



Simcenter  
FloTHERM



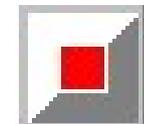
Fluent 2D



Fluent 3D



FMI



GTI



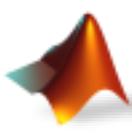
JMAG



LS-DYNA



Simcenter  
MADYMO



MATLAB



Moldflow



Nastran



NX CAD



Pro-STAR



Python



Ricardo SDF



Simcenter  
Samcef



Simcenter  
3D



Simcenter  
3D Motion



Solid  
Edge



SolidWorks



SolidWorks  
Simulation



Simcenter  
STAR-CCM+



STAR-CD



Simcenter  
System Synthesis



Add Your  
Tool

# HEEDS: 游戏规则改变者

**SIEMENS**  
Ingenuity for life

HEEDS MDO是一个优化及设计空间探索软件平台，通过加速产品开发过程及降低总体成本，可以为企业带来巨大收益

设计人员和工程师通过使用HEEDS可以得到满足所有性能要求的创新性解决方案 – 更快速!



# HEEDS的优势

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*



## 易用性

产品开发过程中的所有人员都可以方便地使用HEEDS以便更快更好地完成设计，而我们的竞争对手主要是面向于统计和优化领域的专家



## 更具创新性的设计方案

HEEDS已经被公认能够在更短的时间内搜索更多的设计方案，从而生成许多更具创新性的设计结果



## 市场领导者

HEEDS可以帮助客户在从未有过的短时间内开发出占据市场领先地位的产品



## 大大减少设计验证和确认时间

HEEDS实现了仿真测试的自动化，确保产品实现预期设计，同时偏差更小，花费时间更短



## 无缝集成

HEEDS可以方便地与各种商业CAD、CAE工具，以及用户的自研软件进行无缝集成



## 出色的全球客户支持服务

HEEDS全球团队随时响应客户需求

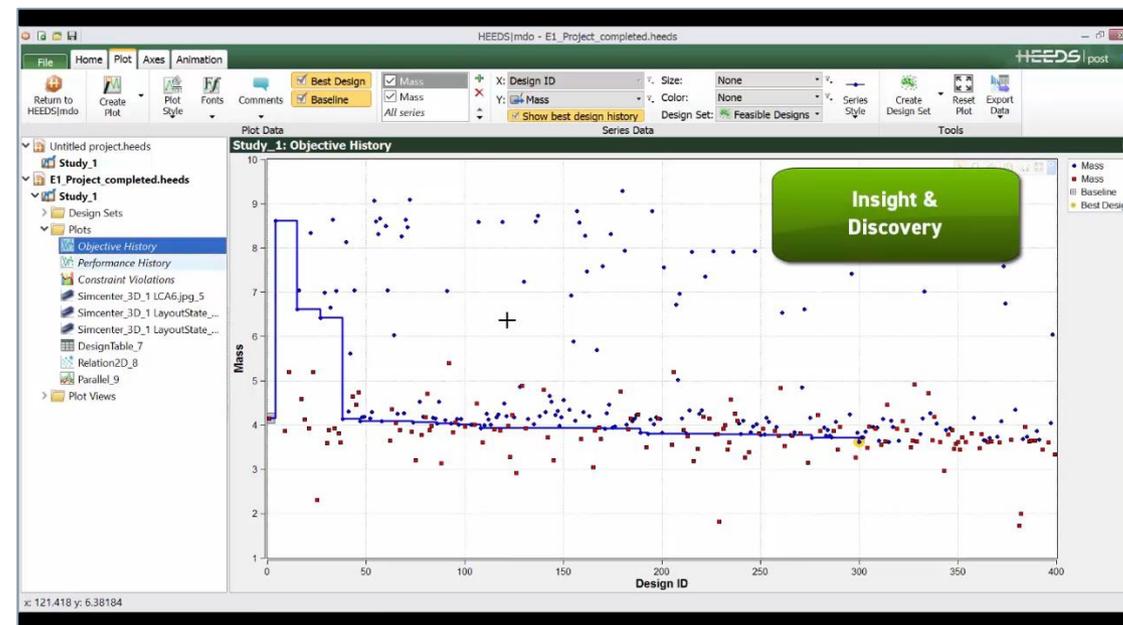
# 使用HEEDS实现创新

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

HEEDS可以集成所有CAD及商业CAE软件，与高性能计算资源无缝连接，更快更好地完成设计，并且能够揭示设计空间的变化和趋势

## HEEDS能够:

- 通过自动化流程能力方便地驱动产品开发过程(过程自动化)
- 连接Linux、Windows工作站，任务调度程序及云计算等现有的计算资源 (分布执行)
- 管理不同类型的设计研究(高效搜索)
  - 单目标优化
  - 多目标(Pareto)优化
  - 实验设计(DOE)
  - 可靠性和稳健性评估
  - 设计扫掠
- 展现设计概念的不同视图以方便灵活地分析比较各种设计方案 (洞察及发现)



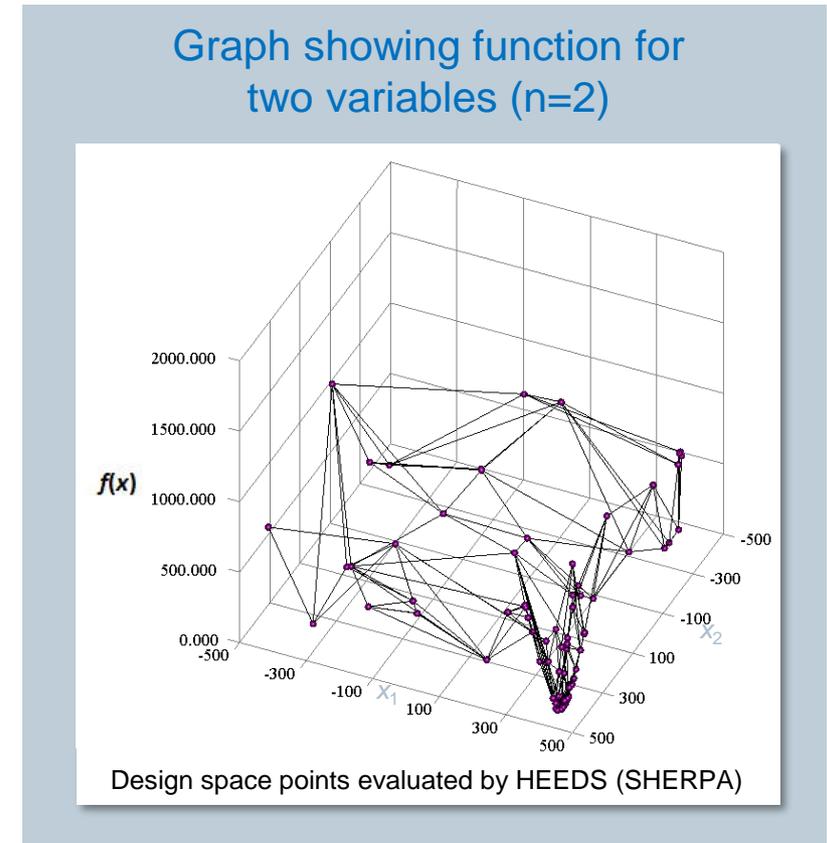
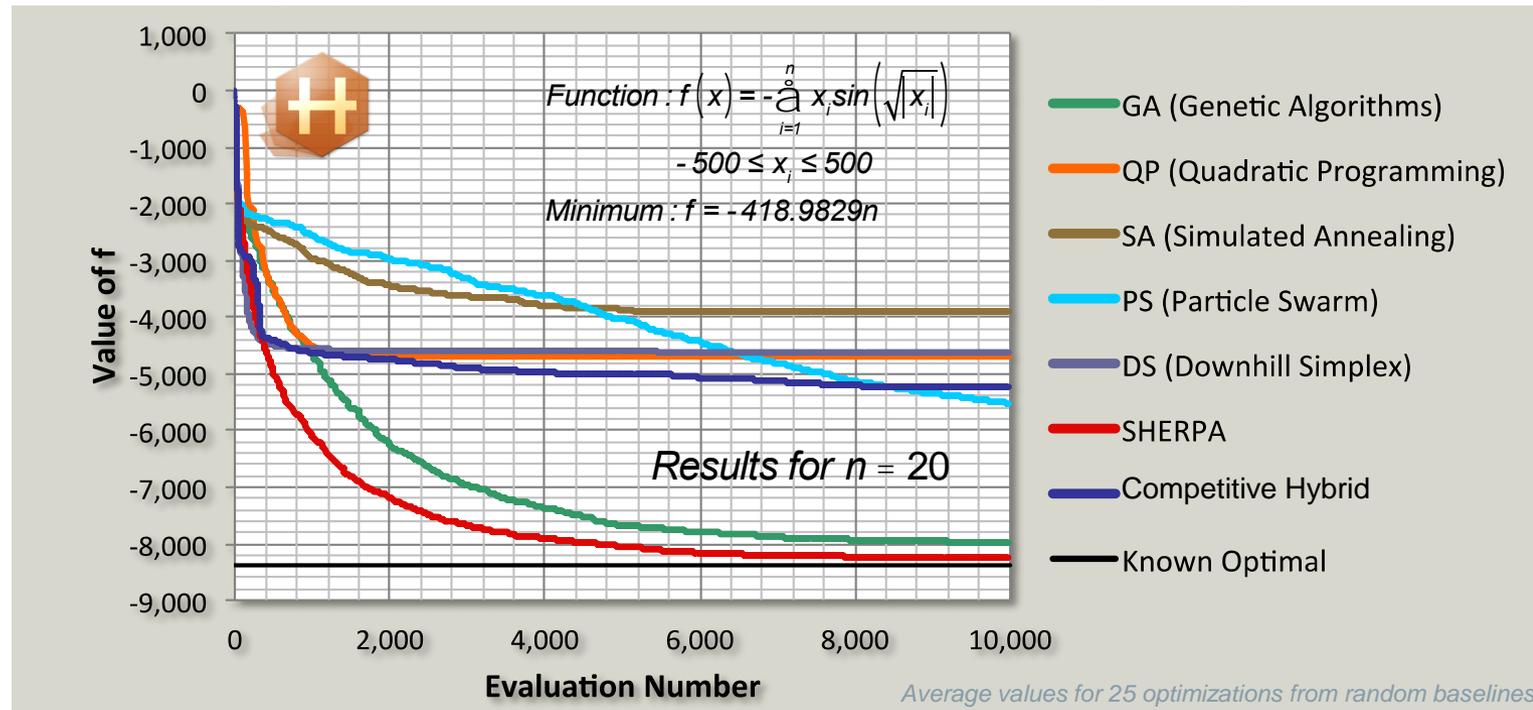
# Benchmark Results

## Challenge:

- Find minimal function value in least number of evaluations

## Results:

- In 2000 evaluations, SHERPA performed >10% better than any other algorithm and >30% better than the nearest hybrid algorithm



## 1. 建模 图形化用户界面

- workflow (流程) 自动化
- 管理计算资源(Linux, Cloud, etc.)

## 2. 求解 自动搜索引擎

- SHERPA – 单目标优化器
- MO-SHERPA – 多目标优化器
- DOE – 实验设计
- R&R – 可靠性及稳健性设计
- RSM – 响应面模型
- Design Sweep – 设计扫掠 (仅用于评估)

## 3. 后处理 后处理器

- 设计表, 2-D, 3-D图表 – 揭示趋势, 数据挖掘
- 图片/动画 – 捕获仿真及CAD图片, 集中存放于数据库用于更好地对设计结果数据进行解释说明
- 图表视图 – 将所有图表和图片组合为同步视图, 便于设计结果的说明

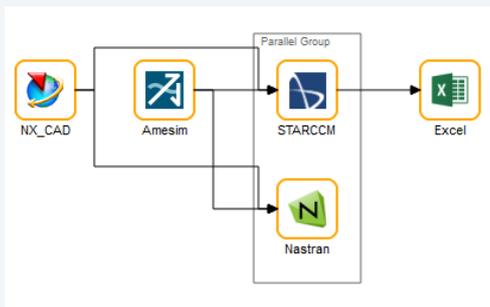
# 总结

HEEDS具有4项核心关键的使能技术，可以帮助用户**更快地获得更好的设计方案**，并通过设计空间探索实现产品创新设计！

## HEEDS的4项核心关键使能技术

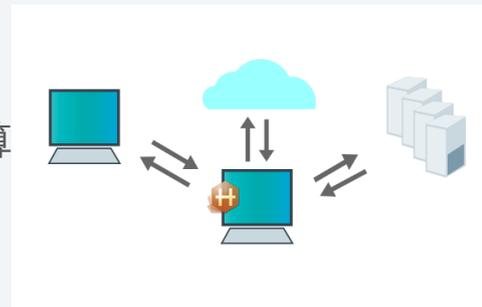
### 流程自动化

在设计流程中实现数据的自动共享



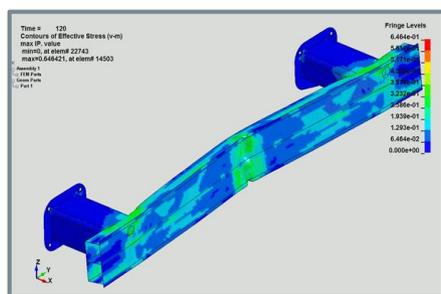
### 分布式执行

管理各种类型的计算资源(Linux, Windows, Cloud)



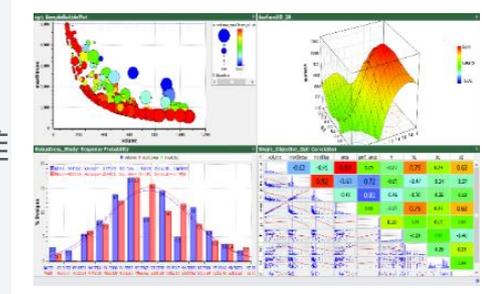
### 高效搜索算法

更快地获得更好的设计方案



### 洞察和发现

提供图片、表格、2维及3维图表等多种多样的后处理手段



## HEEDS 优势

面向整个设计团队的易用性



帮助客户成为市场领导者



无缝集成



更具创新性的设计方案



减少设计验证时间



出色的全球客户支持服务

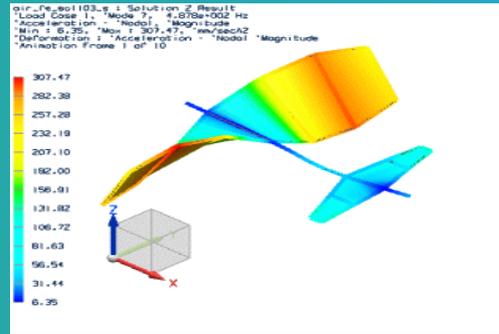
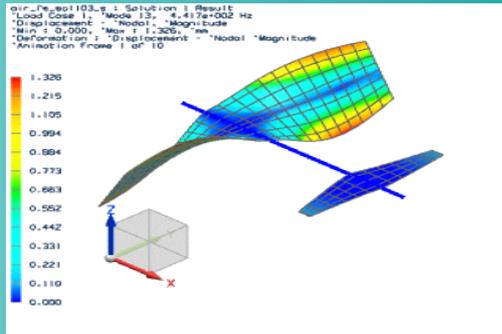


# 5

## Simcenter 仿真与试验相关性

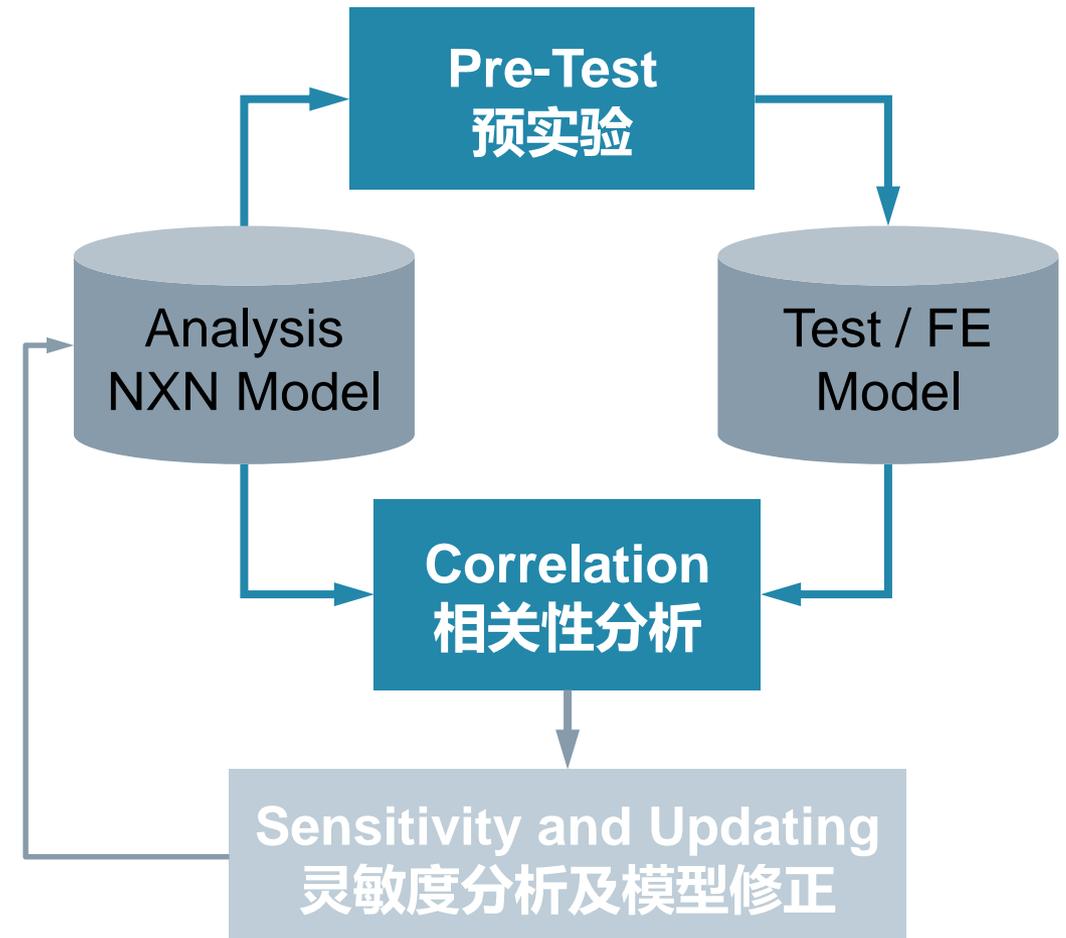
---

# Simcenter 3D 相关性分析及模型修正



## 主要功能:

- 预实验分析
- 试验仿真相关性分析
- 仿真仿真相关性分析
- 灵敏度分析(NX Sol 200)
- 模型修正



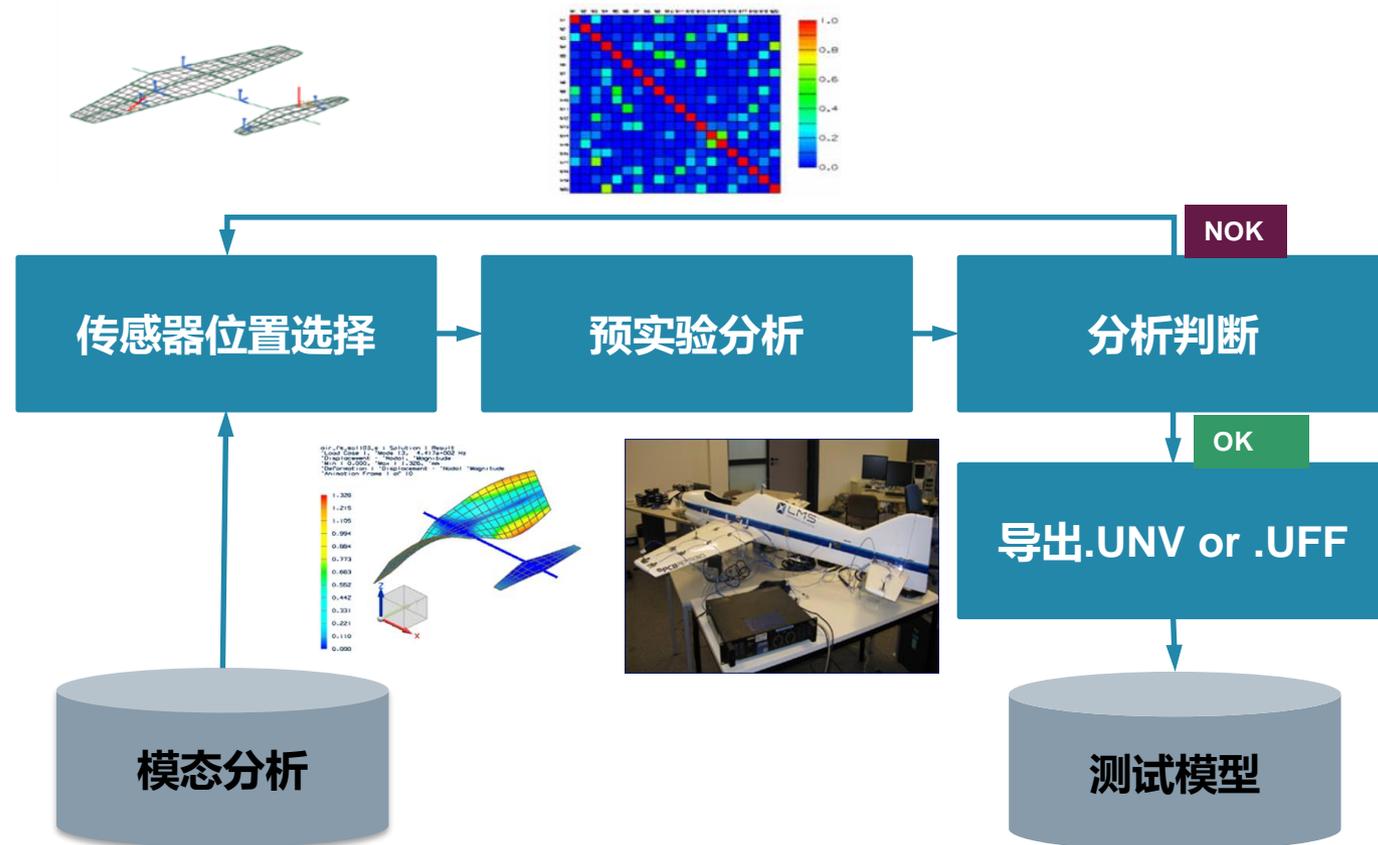
# Simcenter 3D 预实验分析

## 预实验目标:

- 用尽可能少的测试获得尽可能多的模态信息
- 评估自由模态试验支撑/悬挂方法
- 提高试验效率, 降低试验工程师工作量
- 基于初始有限元模态信息给出:
  - 测点位置
  - 激励点位置

## 判断准则:

- 基于MAC值优化传感器布点
- 通过DPR对激励点优选排序



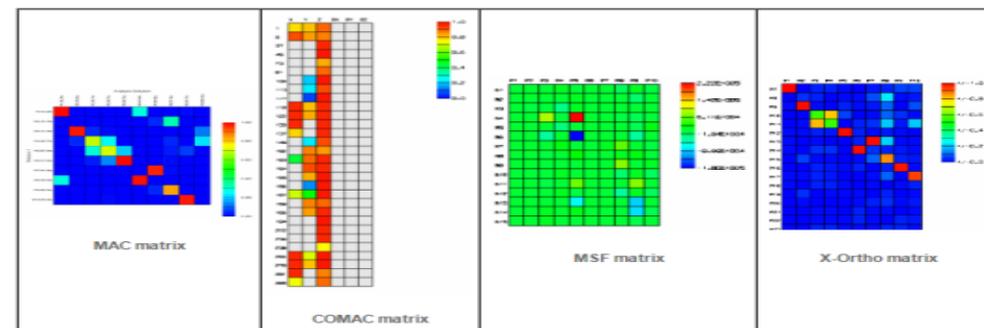
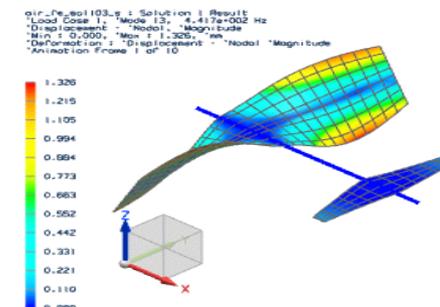
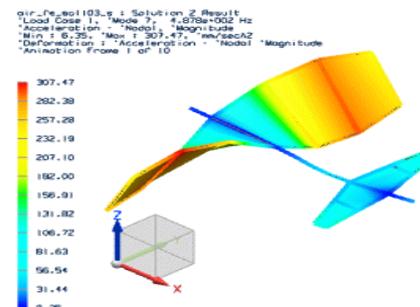
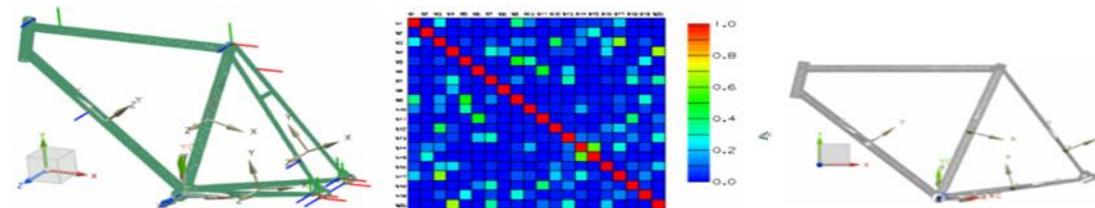
# Simcenter 3D 试验仿真相关性分析

## 试验仿真相关性分析目标:

- 对比试验模态校验仿真模型精度
- 对模态数据进行定性和定量的分析
  - 模态振型
  - 特征频率

## 相关性分析准则:

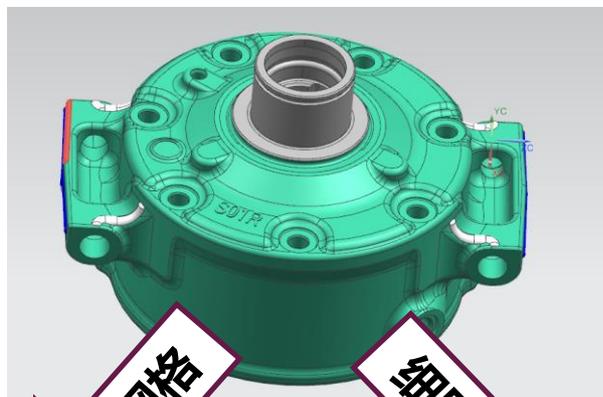
- 模态对分析, MAC值/固有频率/阵型
- COMAC, 考察相关性差的区域
- 正交性检验, 考察归一化情况
- ...



# Simcenter 3D 仿真仿真相关性分析

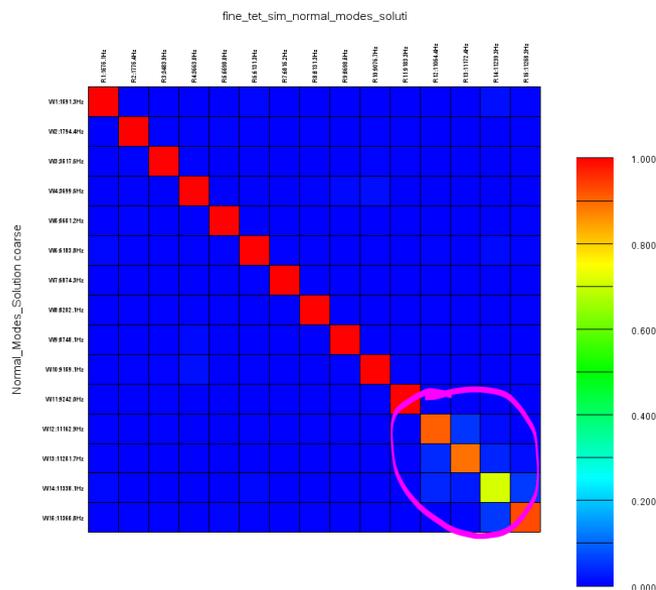
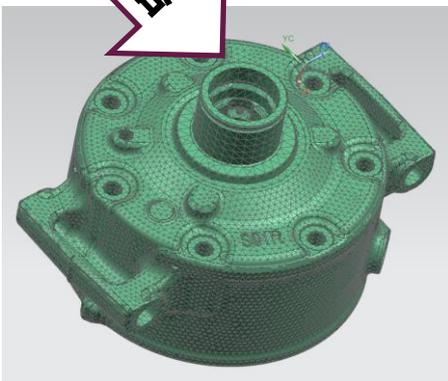
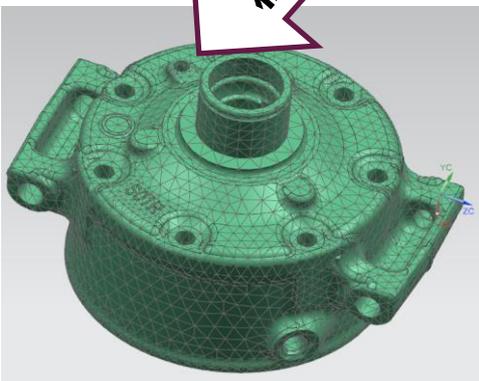
## 仿真仿真相关性分析目标:

- 网格无关性验证



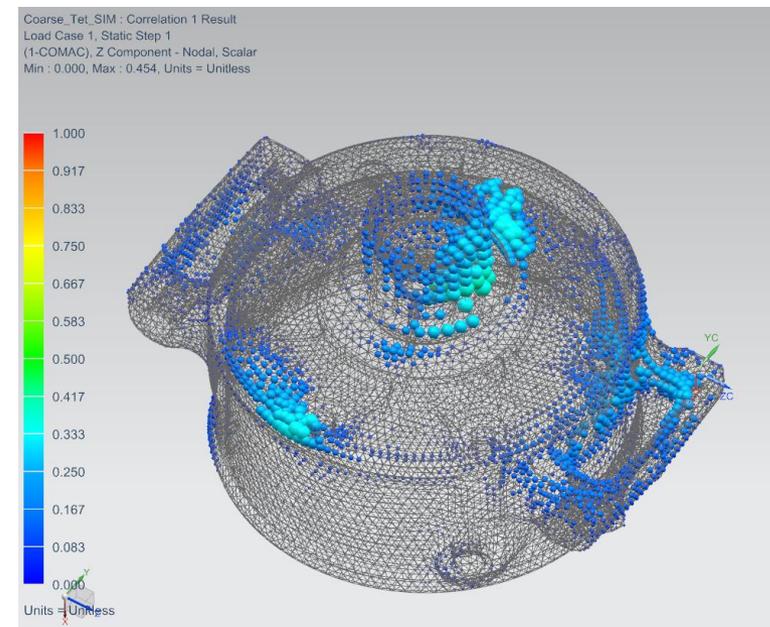
粗网格

细网格



MAC矩阵

COMAC云图



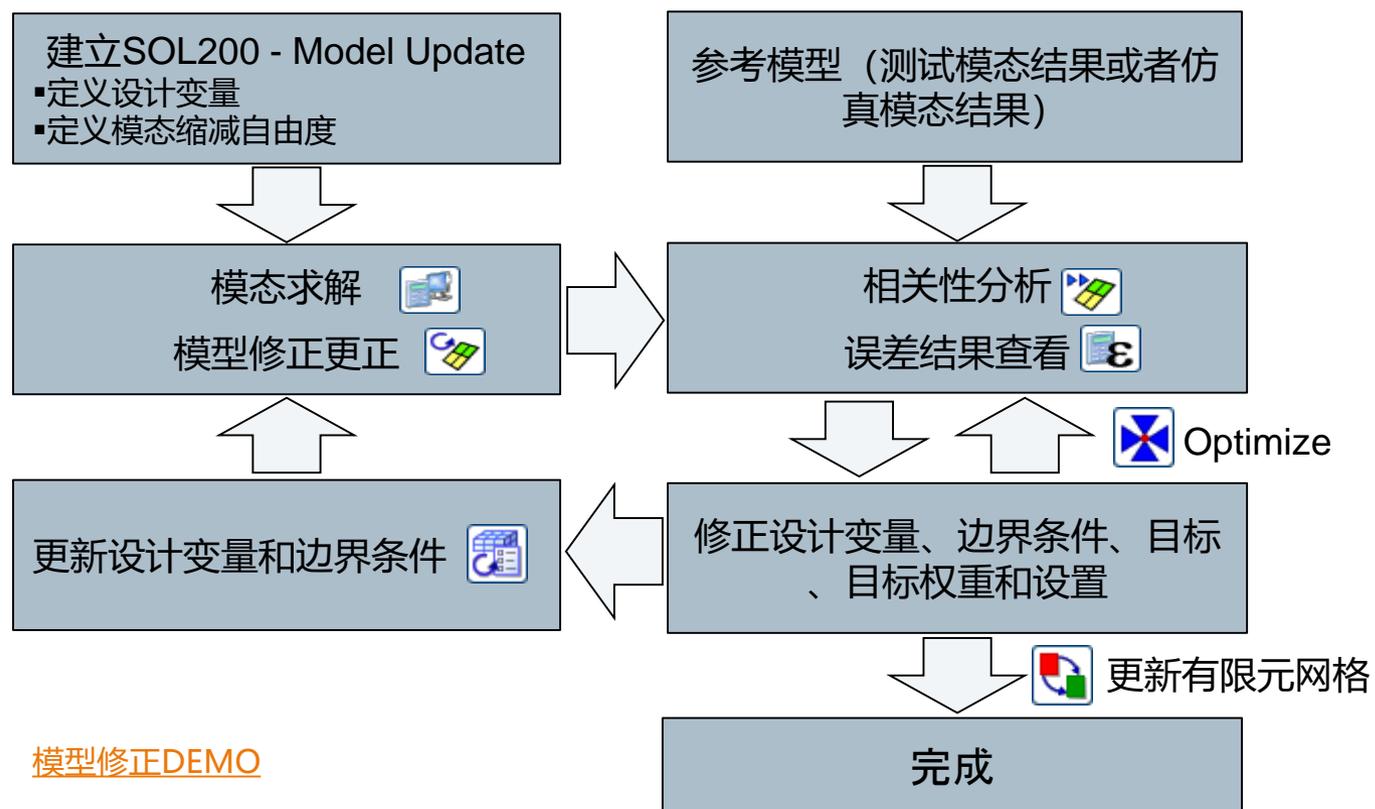
## 模型修正目标:

- 通过软件自动优化提高仿真模型相关性精度
- 质量与试验模型一致
- 模态频率与试验模型一致 (仿真试验对应频率差为0)
- 模态振型与试验模型一致 (仿真试验振型MAC为1)

## 设计变量:

- 材料参数 (杨氏模量, 密度)
- 单元参数 (壳单元, 弹簧单元, ...)
- CAD参数

## 模型修改分析流程



模型修正DEMO

# 6

## 多学科仿真平台应用案例

---

# 多学科仿真平台典型行业案例

 <p><b>ULA</b> United Launch Alliance</p> <p><b>Parameter Management</b></p>	 <p><b>Orbital ATK</b></p> <p><b>Traceability, Integrity and Efficiency</b></p>	 <p><b>NORTHROP GRUMMAN</b></p> <p><b>Central Access to Analysis Data</b></p>
 <p><b>Honeywell</b></p> <p><b>Enterprise wide management of CAE data</b></p>	 <p><b>GE</b> imagination at work</p> <p><b>Global Collaboration</b></p>	 <p><b>Rolls-Royce</b></p> <p><b>Collaborative Simulation Platform</b></p>

# 多学科仿真平台典型行业案例

 <p><b>Model Build Process Automation</b></p>	 <p><b>Innovative &amp; Improved Simulation Process</b></p>	 <p><b>Reuse and Efficiency</b></p>
 <p><b>Improved Decision Making</b></p>	 <p><b>Multidisciplinary Process Collaboration</b></p>	 <p><b>Knowledge Management</b></p>

# 谢谢!

张旗利    [cheney.zhang@siemens.com](mailto:cheney.zhang@siemens.com)    18600213103