

IDAJ CAE  
Solution  
Conference

Your True Partner for CAE&CFD

ICSC  2015

# modeFRONTIER 2014版本最新功能介绍 及成功案例

公司名称：艾迪捷信息科技（上海）有限公司 (IDAJ-China)  
技术部 张振科

仅供学习交流。未经IDAJ-China许可，谢绝转载和其他用途。

# 目录

---

■ modeFRONTIER概述

■ 新功能介绍

■ 成功案例

仅供学习交流，未经IDAJ-China许可，谢绝转载和另作用途。

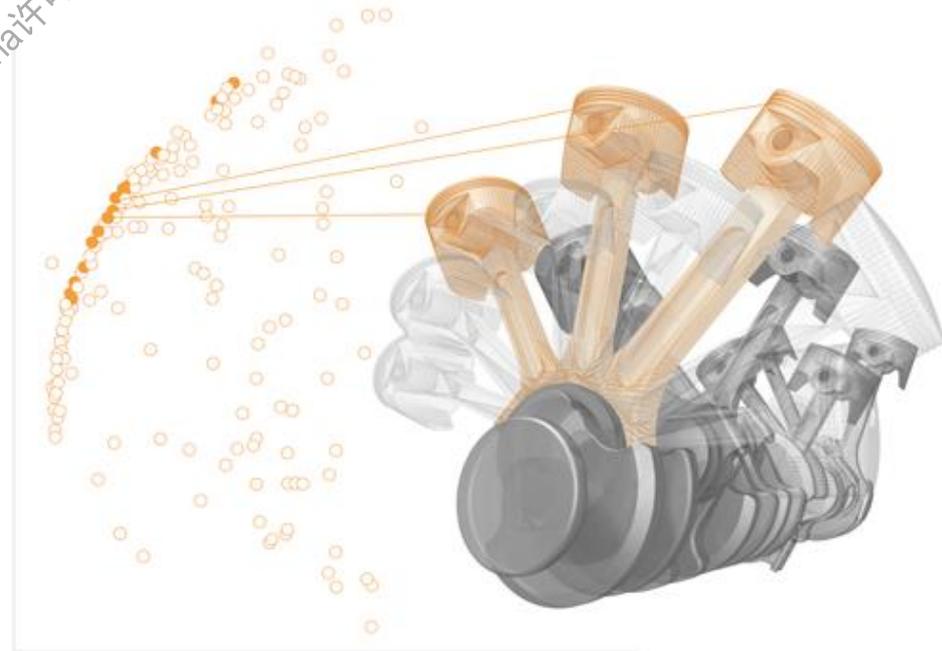


## 使用modeFRONTIER进行多目标优化

使用先进的优化算法求解多目标问题，来获得一系列Pareto前沿解，这种多目标问题的性质使得任何设计都无法取得独占性的优势。

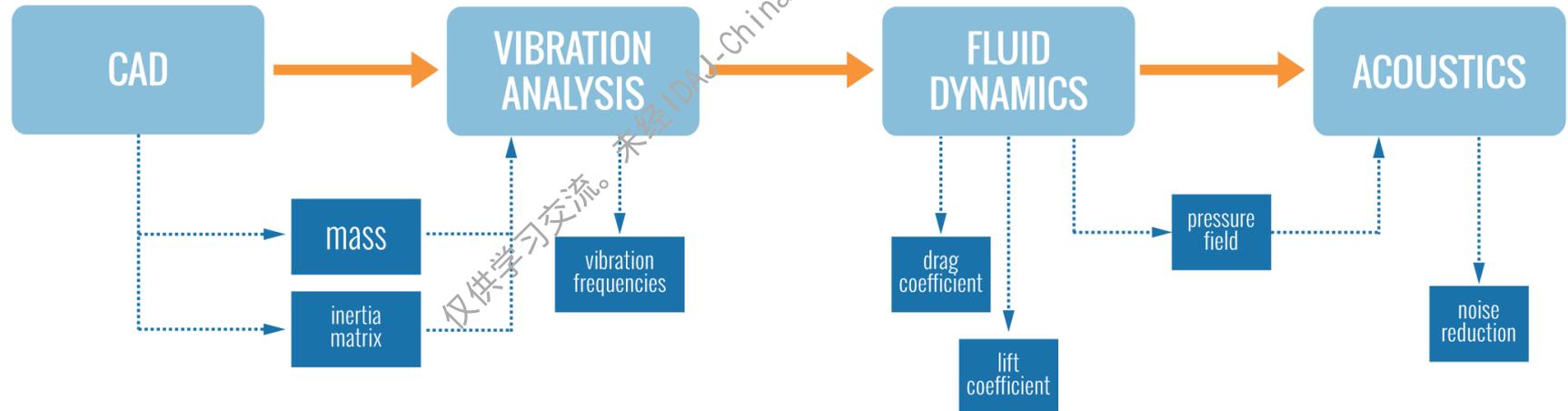
modeFRONTIER使用户可以根据以下几个方面定义最合适的优化策略：

- ✓ 变量、目标和约束的数目、类型和范围
- ✓ 对可靠性和稳健性方面的要求
- ✓ 可用的计算资源



## 使用modeFRONTIER进行多学科优化

modeFRONTIER可以集成任何可参数化的软件（CAD, CAE, FEM等），使整个优化过程自动化，数据从一个仿真传递到下一个，在每一个仿真中得到相应的输出数据和目标。



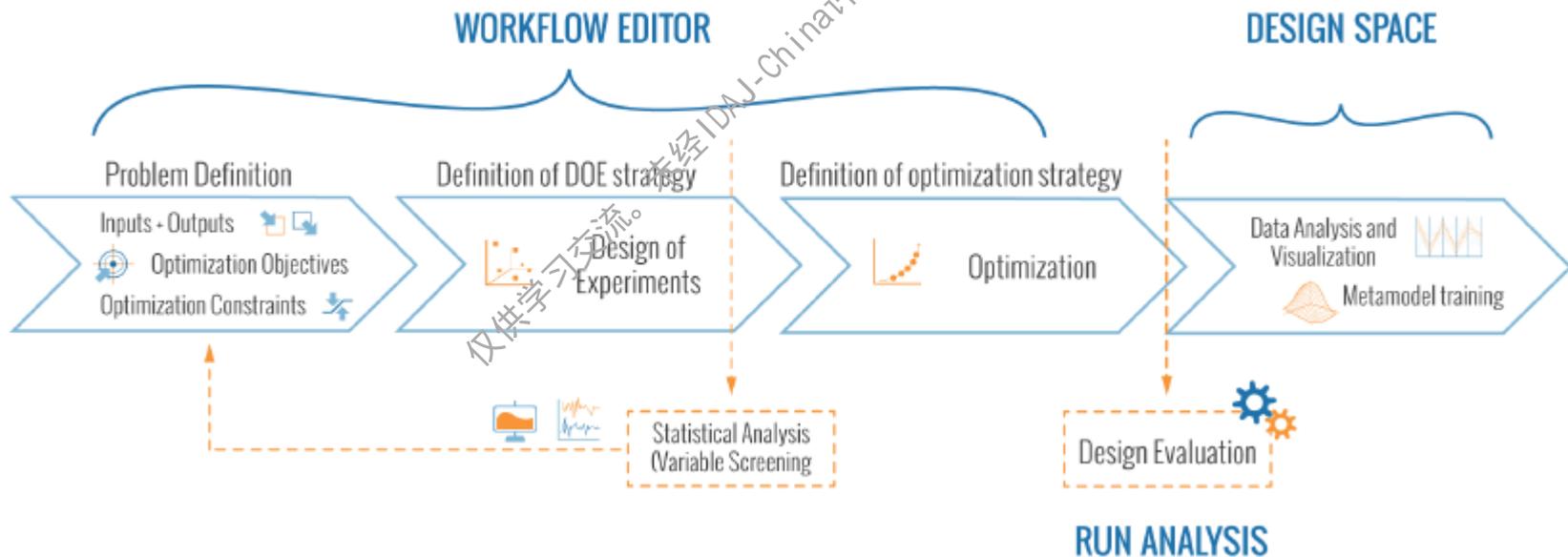
这种多学科优化方法使用户可以探索学科间的相互作用，获取全局的优化解而不是对各单一学科分别进行优化。

## modeFRONTIER如何工作?

modeFRONTIER分为三个工作环境:

- Workflow (工作流程)
- Run Analysis (运行分析)
- Design Space (设计空间)

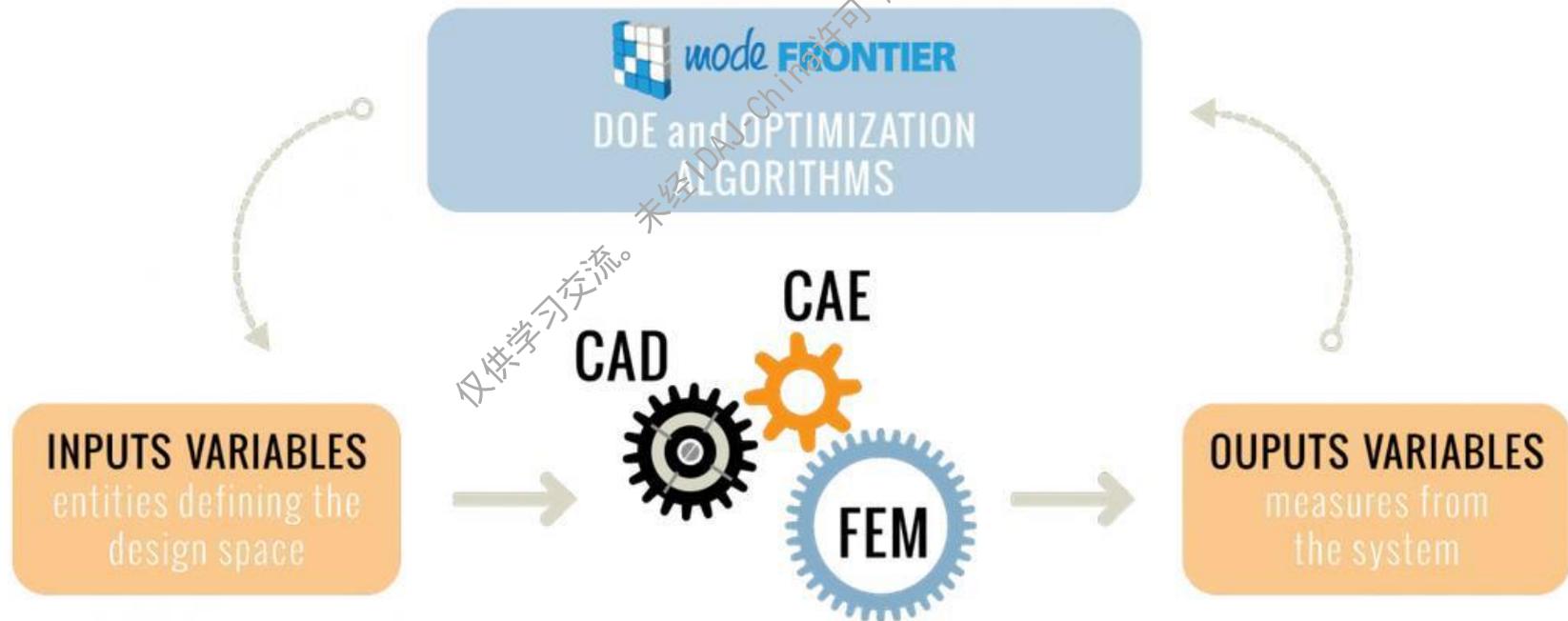
其中每一个都包含一系列设置, 以实现最终目标——完成设计优化任务。



## 工作流程定制

modefrontier的workflow编辑器可以：

- 定制和管理涉及多学科软件平台的工程设计问题的所有逻辑步骤；
- 自动化仿真过程，驱动集成软件平台，提取并更新生成数据，并在软件之间传递这些数据；
- 定义输入/输出变量和优化目标，以及DOE和优化算法；

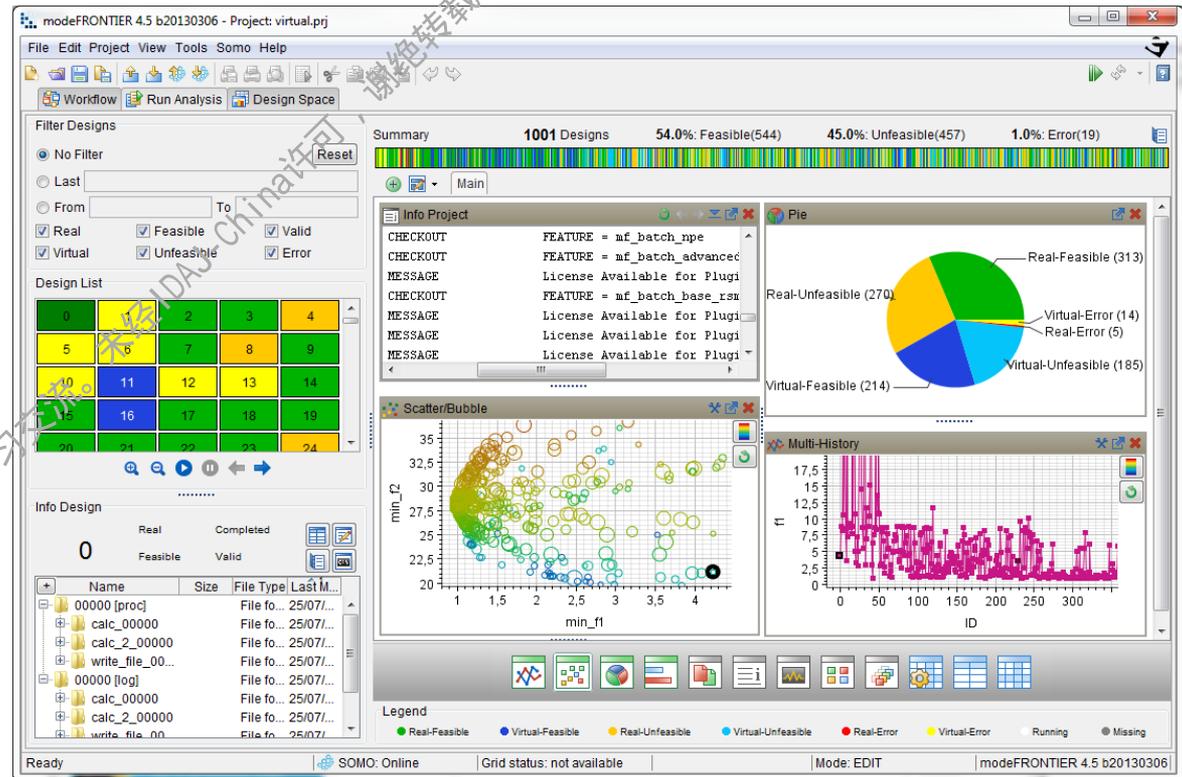


## 优化监测

优化过程在Run Analysis环境中“进行”，通过交互式的图表可以对过程进行实时监测，并可以直接访问记录和过程文件。

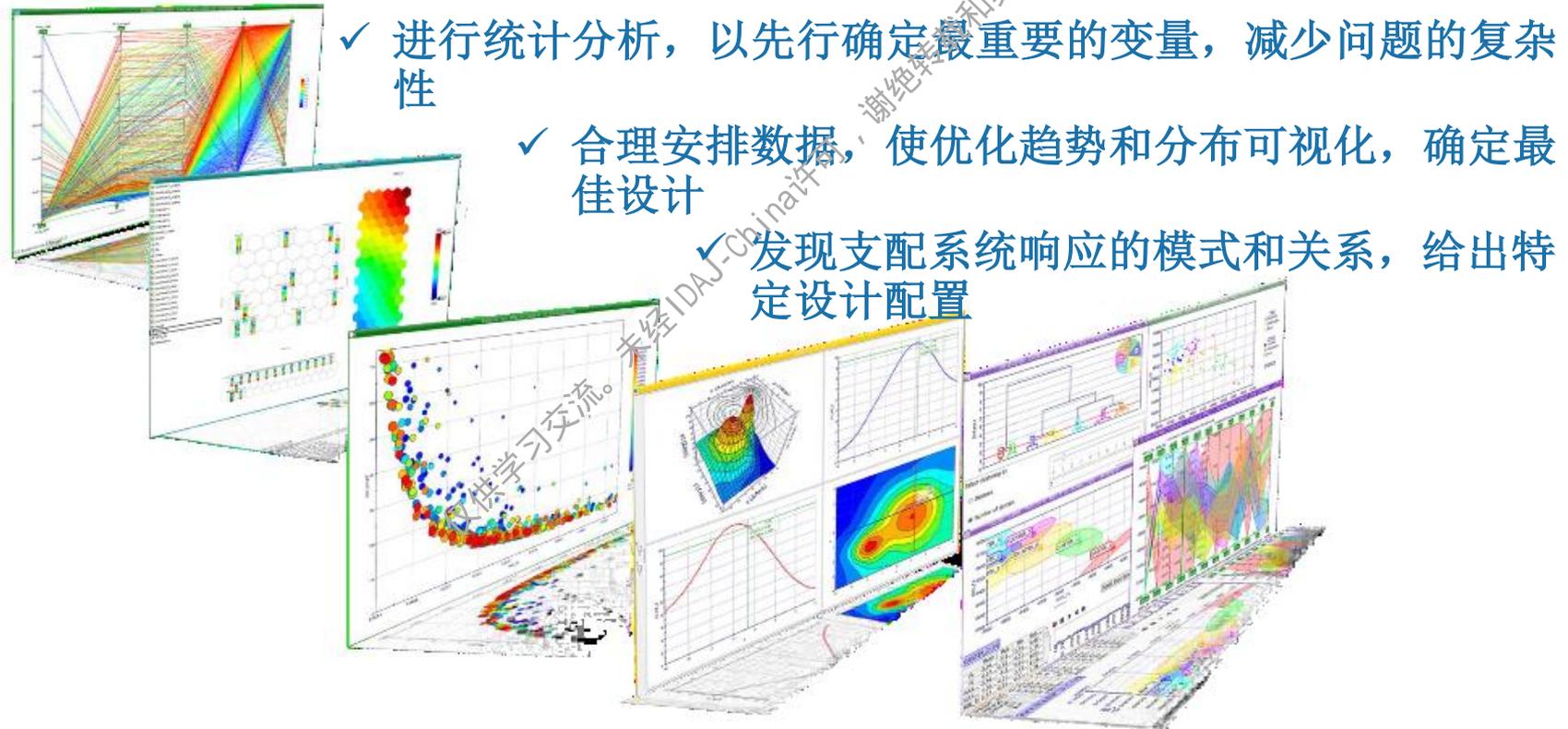
Run Analysis的界面是：

- 完全模块化的（面板可以根据用户喜好进行定制）；
- 动态的（随着优化的进行，所有组件都会自动更新）；



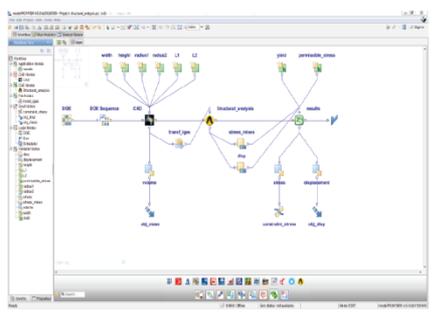
## 结果分析

在参数研究或优化活动中产生的成百上千组复杂数据背后的信息可以通过 modeFRONTIER 的 Design Space 环境中各种先进的图表反映出来；

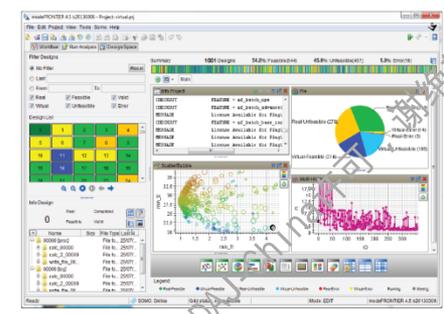


# modeFRONTIER能做什么？

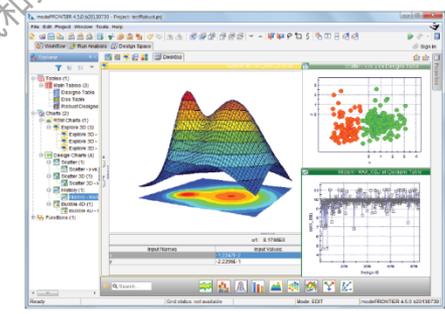
## INTEGRATION AND PROCESS AUTOMATION



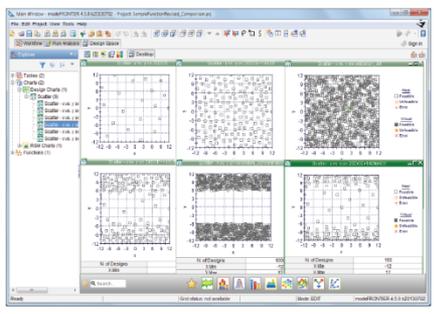
## OPTIMIZATION



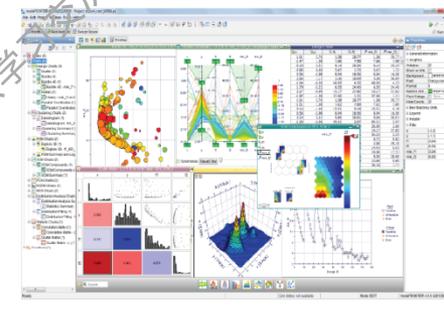
## ROBUST DESIGN AND RELIABILITY



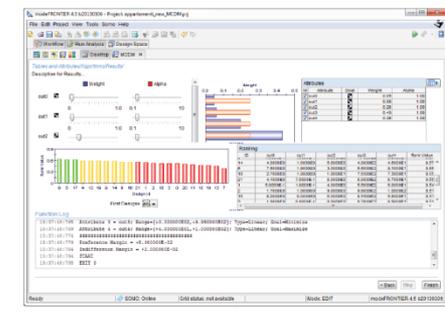
## DESIGN SPACE EXPLORATION



## ANALYTICS AND VISUALIZATION

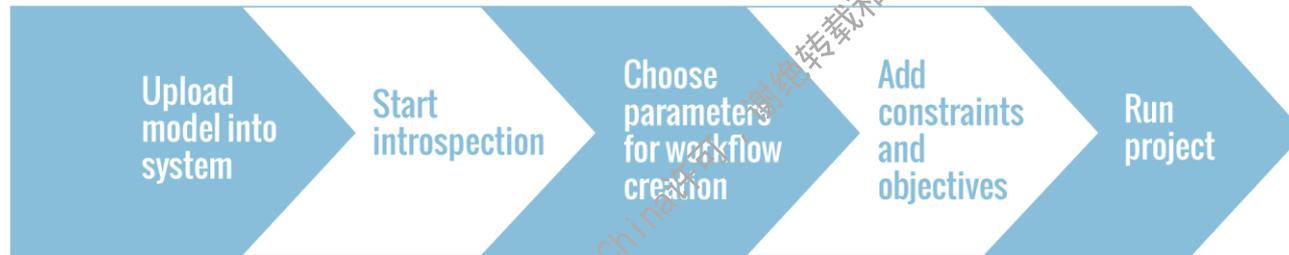


## DECISION MAKING



# 过程集成与自动化

modeFRONTIER的工作流可以保证整个工程过程的**所有逻辑步骤**的规范化管理。它强大的集成能力使产品工程师和设计人员可以集成驱动多个**CAE软件**。



## modeFRONTIER直接接口集成步骤

### File Nodes



### Application Nodes



### Script Nodes



### CAD Nodes



### CAE Nodes



### Networking Nodes

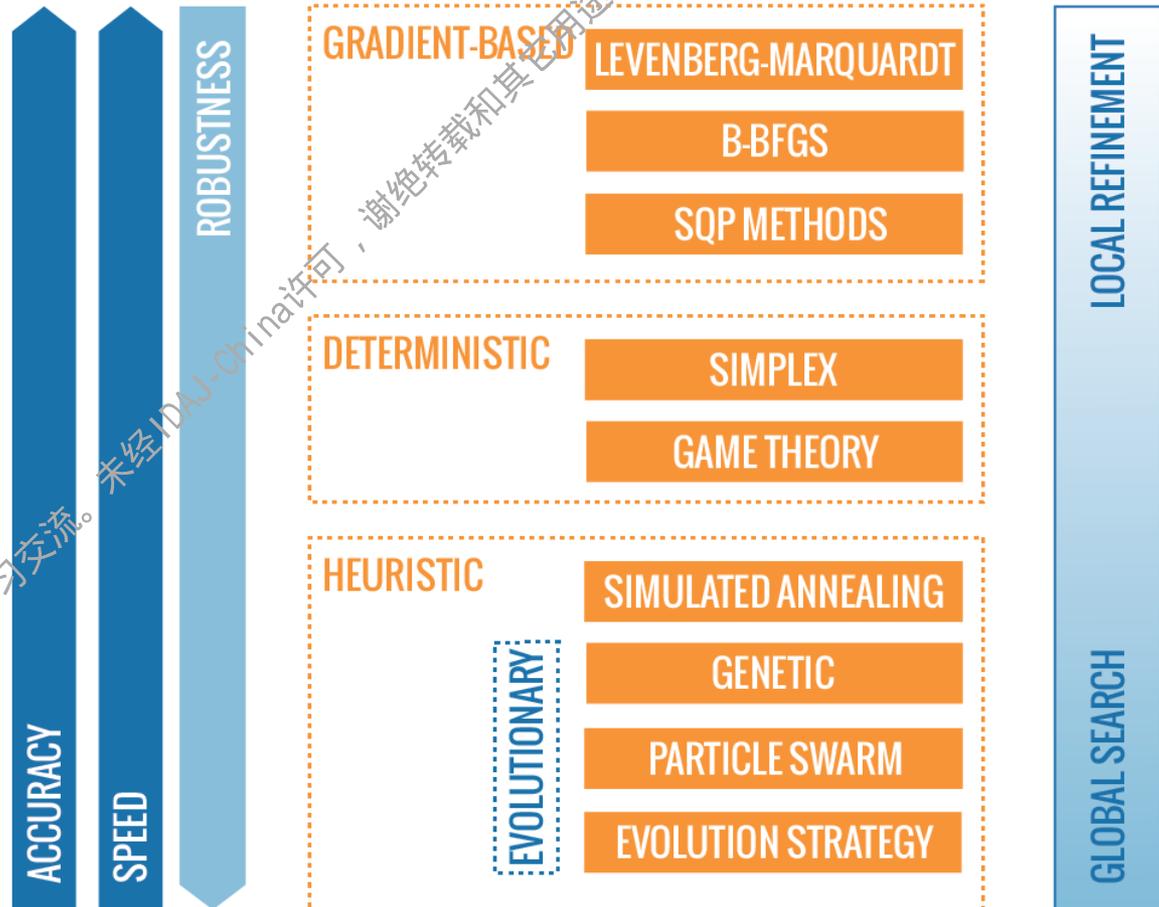


modeFRONTIER提供**40多种软件直接接口**，可以集成最常见的工程软件，其中数据通讯由**API**或者自动的文件交互来进行。也可通过向导式的工具在modeFRONTIER和任何商业或用户内部代码之间建立连接。

# 优化——一系列创新算法

ESTECO 专长于为设计人员提供包含一系列完整的优化算法的数值解决方案，包括单目标和多目标问题的确定性、随机性和启发性方法。

除了传统方法以外，modeFRONTIER 还提供调试良好的结合单一算法优势的混合算法。

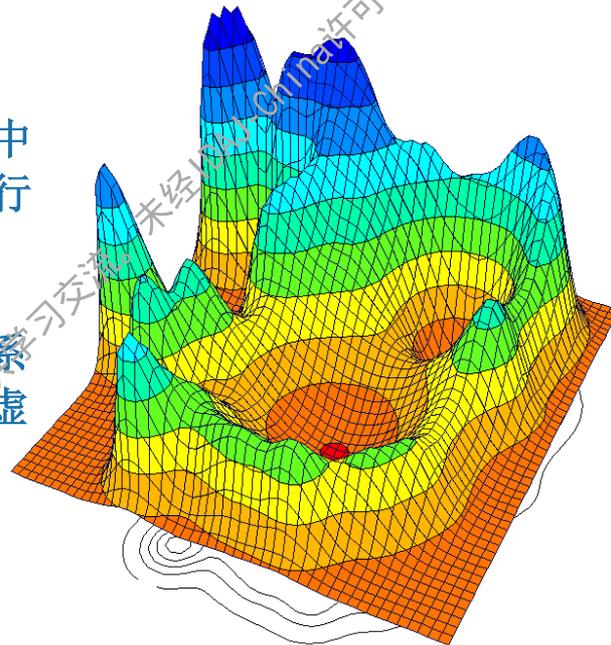


# 基于响应面的虚拟优化

基于响应面的优化，或者叫虚拟优化是对于计算消耗很大的过程的一种有效应对策略，使工程师可以快速运行经典的优化过程。

## 如何工作？

1. 从可用的真实设计数据集中得到多个响应面模型，并进行比较。
2. 选择效果最好的模型计算系统的输出，这个过程被称为虚拟优化
3. 用真实求解器验证通过虚拟优化得到的最优解

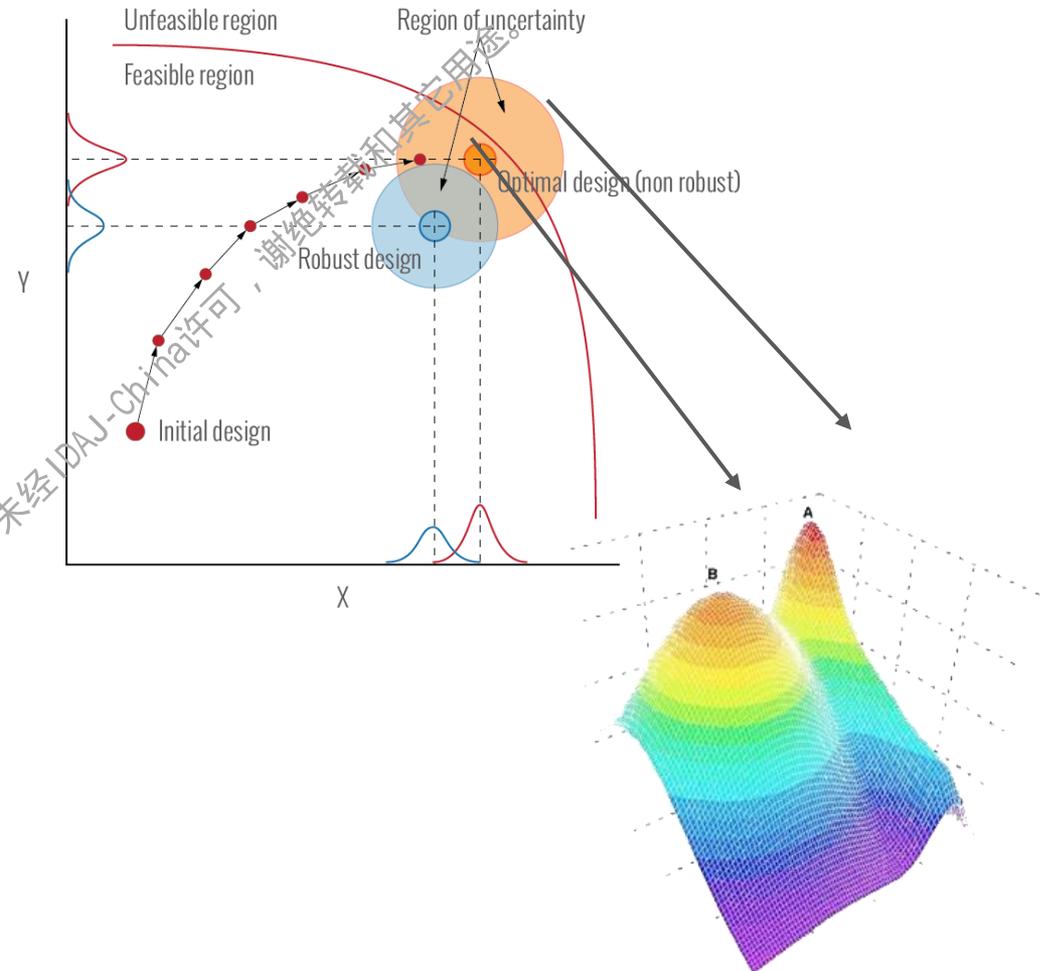


## 主要优势

- ✓ 很短的时间内进行上千的设计评价
- ✓ 加快优化步骤
- ✓ 有效的利用少量的数据
- ✓ 可用计算资源的智能应用

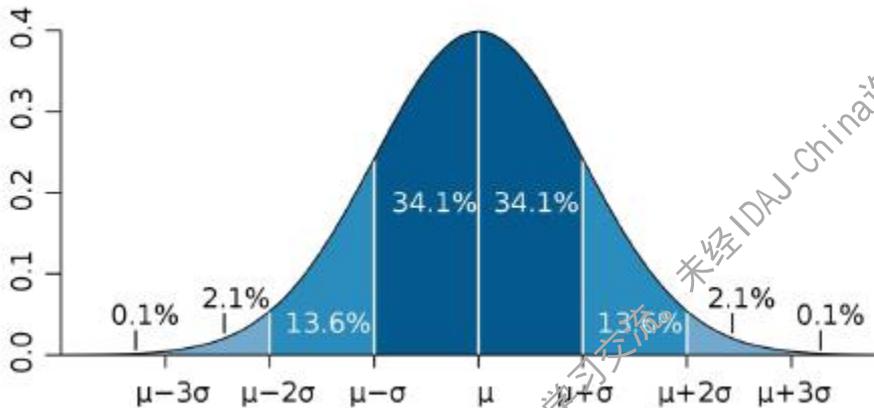
# 稳健性设计与可靠性

输入参数的不确定性会影响系统的输出：**modeFRONTIER** 多目标稳健性设计优化(MORDO)算法会在设计点周围生成一系列分散样点（噪声因子），来验证设计对于变化是否敏感，比如输出值是否仍在用户指定的范围内。



## 使用百分数的MORDO

对于包含一个或多个标准的问题（比如，目标函数和/或约束值需要落在指定的阈值内），可以通过百分数来处理。



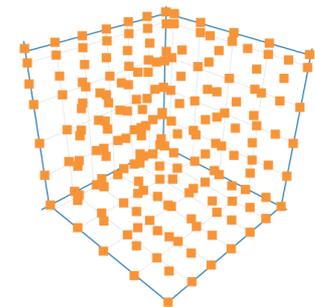
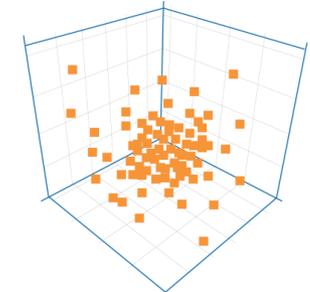
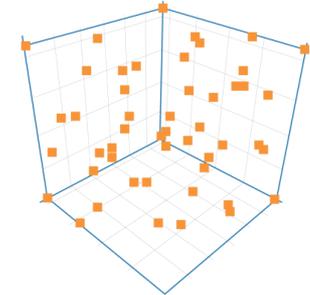
在modeFrontier中百分数指的是一个输出变量值的度量，在数据集当中给定比例的输出变量位于这个值之下。

举例来说，90的百分数指的在这个输出值（或分数）之下可以发现百分之90的设计。

# 设计空间探索

## modeFRONTIER提供大量先进和有效的实验设计（DOE）算法

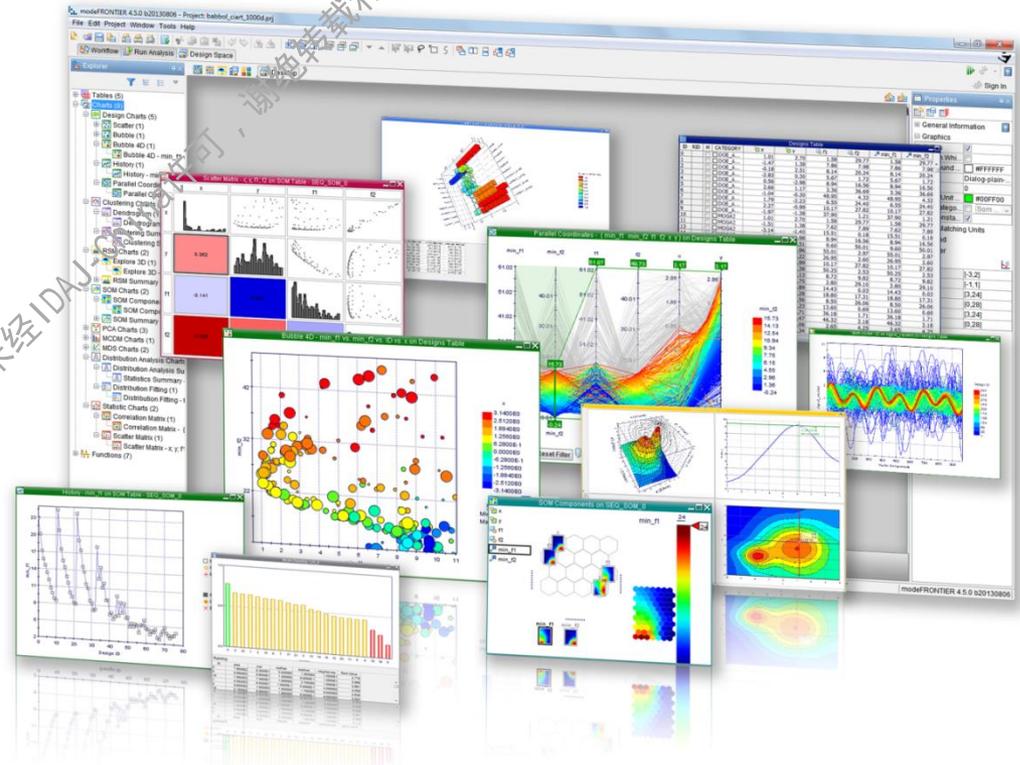
- ✓ 空间填充DOE算法用于作为后续优化的起始点，或者是生成响应面算法的数据集。
- ✓ 统计DOE算法用于创建灵敏度分析的采样点，灵敏度分析可以分析变化的来源，从而更深入的理解问题。
- ✓ 稳健性和可靠性DOEs算法帮助创建稳健性分析的随机点。
- ✓ 优化设计DOE算法是一种特别目的的技术，用合理的方法来缩减数据集。



# 分析和可视化

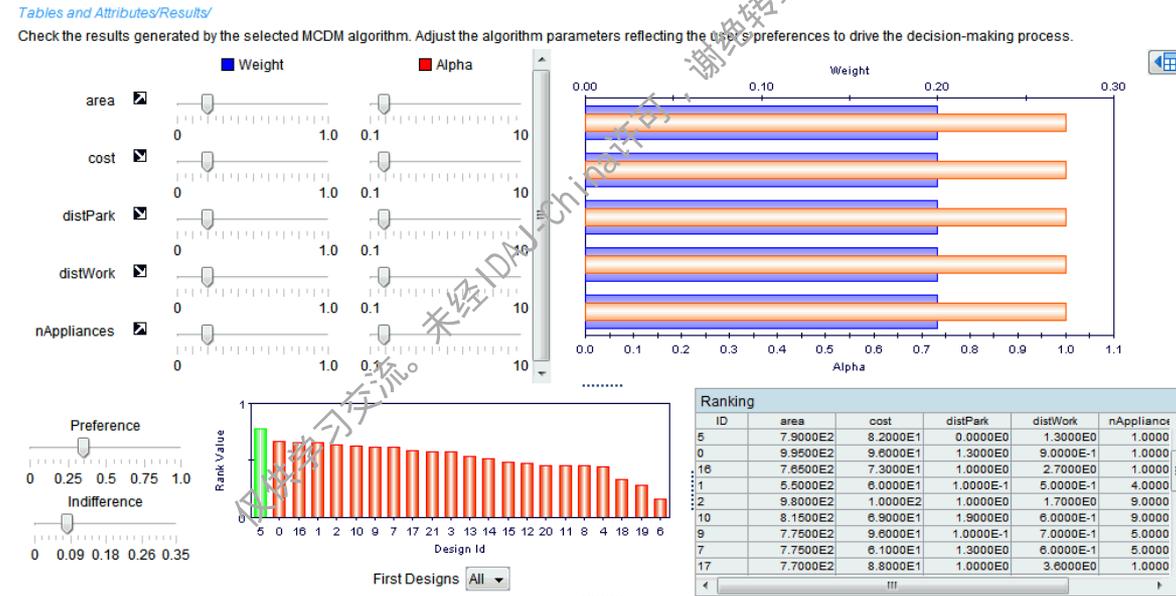
为了得到最好的产品性能，充分和快速的理解设计空间，从一个数据集中提取最相关的信息是至关重要的。

modeFRONTIER提供全面和详尽的数据分析和可视化环境，可以对复杂数据集进行统计评价。其先进的后处理工具，比如灵敏度分析、多变量分析以及可视化分析使用户可以用一种有意义的方式来显示多种仿真的结果，并提取关键因素。



# 多准则决策(MCDM)

modeFRONTIER的多准则决策 (MCDM)工具为工程师提供了一种有效的框架，来在众多备选优化设计中做出最明智和正确的选择。



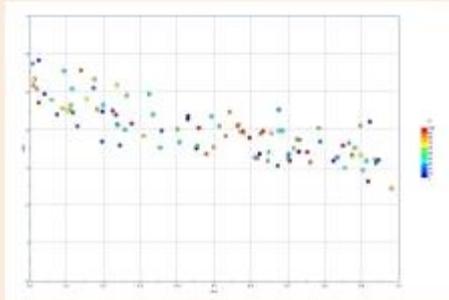
借助MCDM算法以及交互式的软件界面，用户可以在属性重要性无法显式给出或者决策者无法给出权重时，通过实时的对设计进行排名来建立相应判据。

# 2014版新增功能

仅供学习交流。未经IDAJ Co., LTD. 许可，谢绝转载和其它用途。

# 新增优化算法

## piLOPT



### 新的自适应 一键优化算 法

#### 主要特点:

- ✓ 单参数启动 (评估设计数目)
- ✓ 结合全局和局部搜索, 以及基于响应面的评估
- ✓ 即使对于复杂的输出函数也有效
- ✓ 高可靠性和鲁棒性
- ✓ 显著节省时间和资源

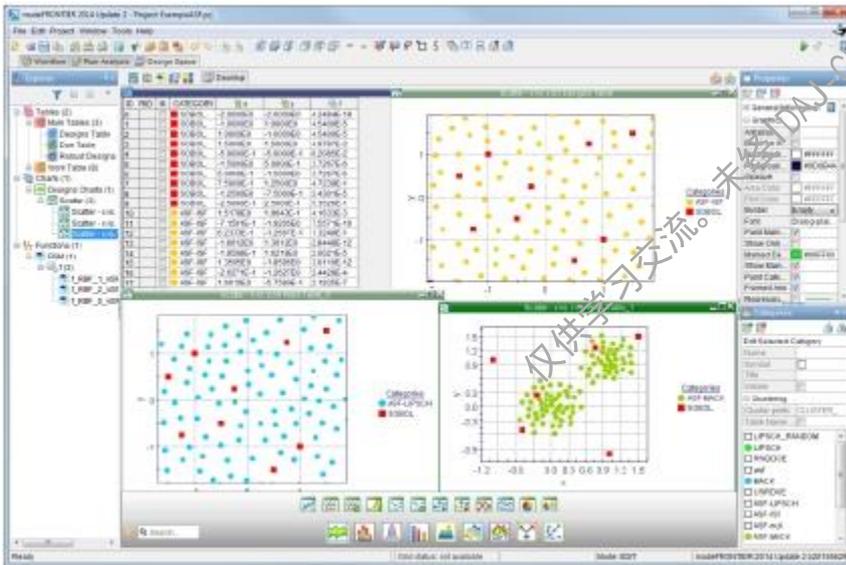
## Powell

#### 主要特点:

- ✓ 局部寻优问题的有效备选方案
- ✓ 实现一种无需求导方法
- ✓ 可以计算出连续复杂函数的局部最小值

# 新增优化算法

## 自适应空间填充(ASF)

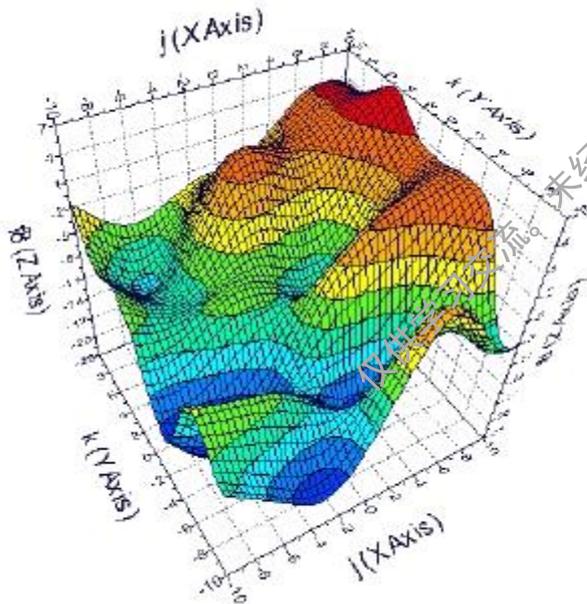


### 主要特点

- ✓ 结合有效的空间填充策略以及响应面的预测能力
- ✓ 空间填充可以基于有限的可用数据生成良好的DOE分布
- ✓ 迭代式地在设计空间中添加新点，并用它们来生成并不断提高响应面的精度

# 新增响应面算法

## Stepwise Regression

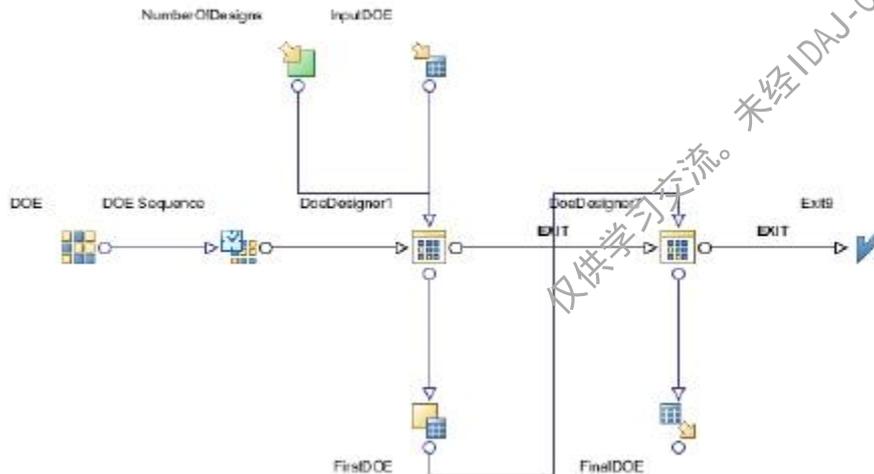


### 主要特点

- ✓ Polynomial SVD算法的变种，针对问题的复杂度对响应面进行了修正，以获得相对简单的回归模型，同时仍具有良好的预测能力
- ✓ 预测项逐步自动添加和删除
- ✓ 得到稳健的多项式模型

# 设计空间探索

## DOE Designer Node



### 主要特点

- ✓ 实现数据集的有效交互式管理
- ✓ 为嵌套和/或顺序优化项目动态提供DOE数据集（结合SubProcess节点和Scheduling Project节点）
- ✓ 使用不同的DOE技术，扩展设计空间的覆盖范围
- ✓ 使用户可以专注于精确的设计空间之上

## 软件集成与过程自动化

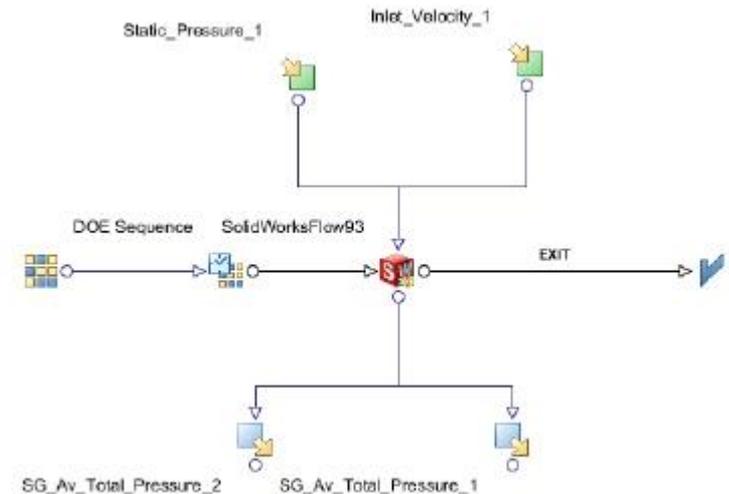
### 数据集脚本接口

一套方法或命令，可以在用JavaScript编程语言写的脚本中使用，为在modeFRONTIER的数据集当中进行数据提取和筛选设置条件，并用它们作为变量来在脚本中进行计算或其它操作，或者记录输出节点中提取的相应信息。

数据集脚本接口可以在所有带JavaScript Expression Editor的节点中使用（比如Calculator, SubProcess等）

### 新的软件集成节点

- ✓ NX CAE Siemens
- ✓ SolidWorks Flow Simulation
- ✓ EXA PowerFLOW Suite



# 软件集成与过程自动化

## Excel节点改进

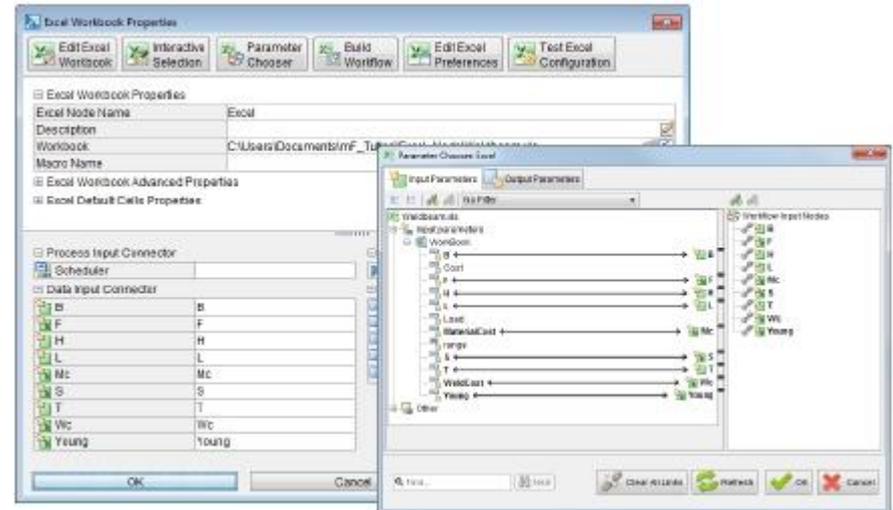
新的搭建工作流程选项:

- ✓ 一键搭建优化流程
- ✓ 检测工作表中定义的输入和输出参数，并自动将其放入工作流程并与Excel节点建立连接

- ✓ 简单Excel文件（比如没有宏）的快速执行
- ✓ Parameter Chooser更容易地识别和选取输入和输出参数

## 新增版本支持:

- ✓ ANSYS WB 16
- ✓ LMS Amesim 14
- ✓ Siemens NX 10
- ✓ LMS Virtual Lab 13

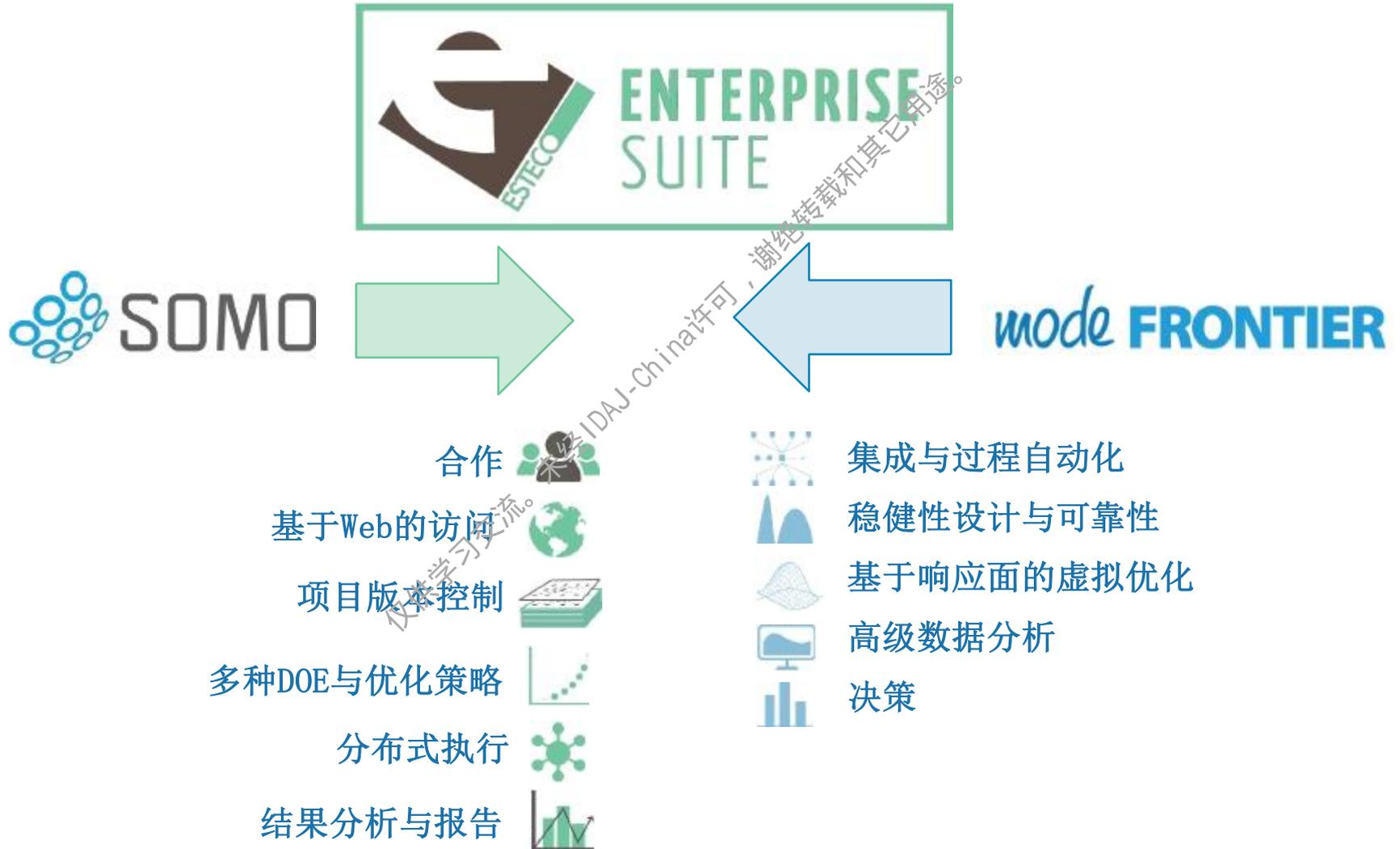


# 企业协同与分布式执行框架

modeFRONTIER优化平台的能力通过与SOMO的集成得到了进一步的增强，后者是ESTECO公司的新一代企业协同与分布式执行框架，旨在对多学科设计项目运行的复杂性进行管理。



# ESTECO Enterprise Suite (EES)



## ESTECO Enterprise Suite (EES)

EES将用户熟悉的modeFRONTIER界面程式扩展到了基于web的合作环境，为设计团队提供一个模型、 workflow、仿真、优化以及结果的共享平台。

### 主要优势

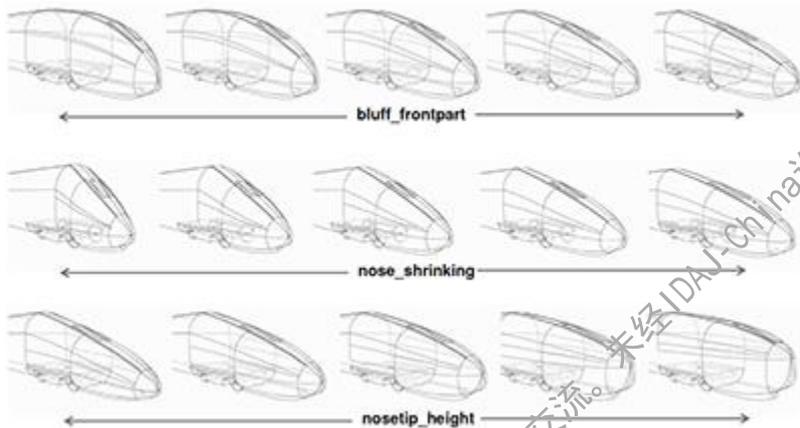
- ✓ 合作：专注于你的专业——设计团队从优化过程流中的多样化技能池中获益
- ✓ 知识共享：保护公司的知识产权——EES支持工程部门及时保存及再利用获得的知识
- ✓ 随时随地访问——EES能够快速访问和处理仿真数据和结果
- ✓ 计算资源效率最大化——自动安排计算节点工作量

# 工业界成功案例

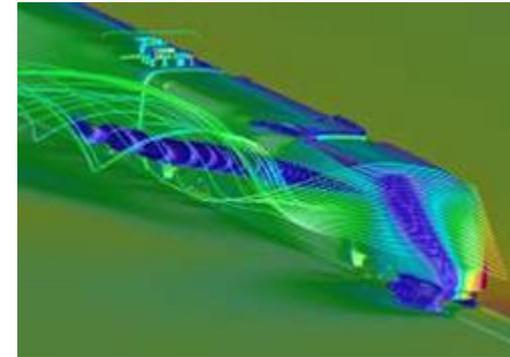
仅供学习交流。未经IDAJ公司许可，谢绝转载和其它用途。

# 庞巴迪高速列车优化

庞巴迪选择modeFRONTIER应用于屡获殊荣的ZEFIRO 380列车的设计，最终得以降低空气阻力20%，减少约10%的能源消耗。



模型变化实例（庞巴迪提供）

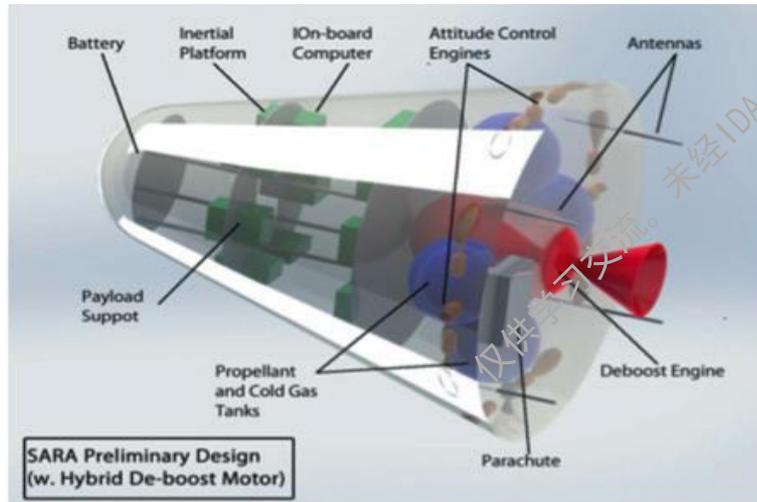


ZEFIRO中国型在侧风条件下（庞巴迪提供）

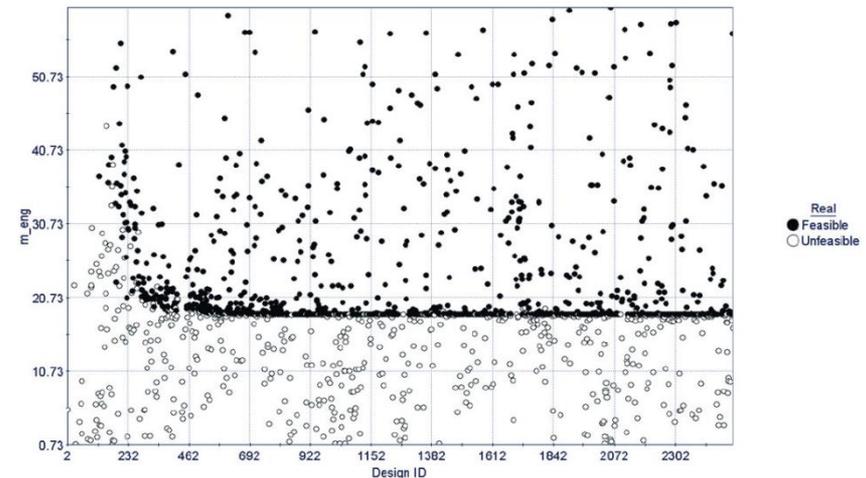
# 混合式火箭发动机优化

巴西利亚大学的混合动力推进团队研发了一种概念式混合火箭发动机，成为SARA（巴西设计的返回式卫星）再入机动系统的一个很有价值的技术选择。

团队考虑了影响混合发动机性能的关键参数：晶粒结构、燃烧效率、氧化剂容器压力、喷嘴结构以及几何结构，通过modeFRONTIER，得到更多的减重。



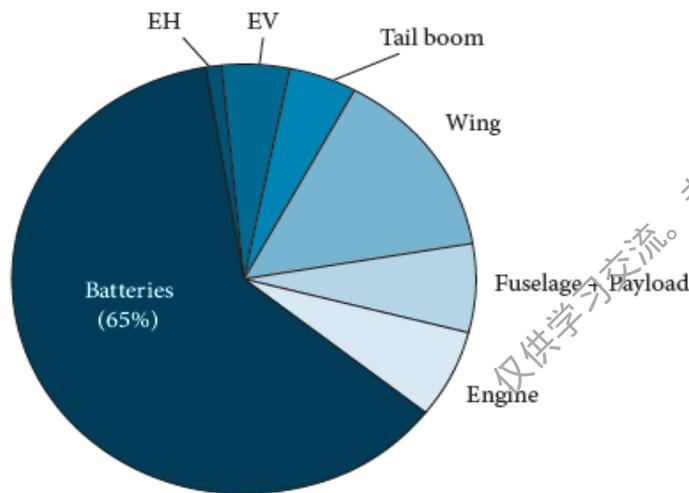
萨拉原始设计（巴西利亚大学提供）



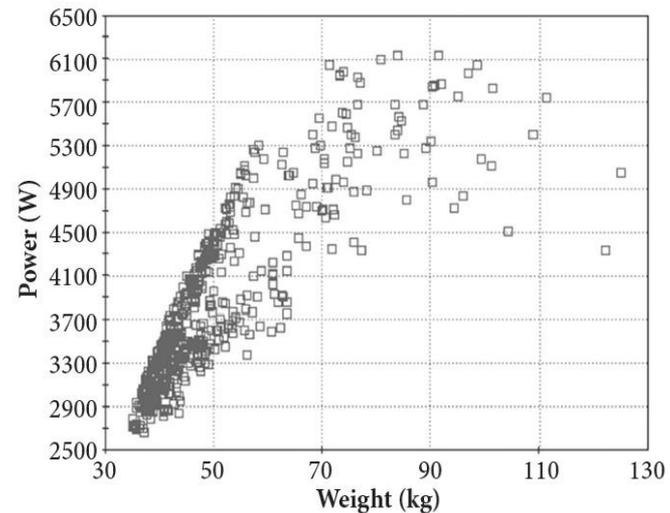
发动机总质量的收敛历史（巴西利亚大学提供）

# 无人驾驶高空太阳能飞机的优化设计

巴西航空技术学院的研究者研究了如何增强一个轻量级的太阳能无人机模型，寻求被选参数的最佳配置，包括几何，空气动力学，结构，稳定性，重量和系统，最大限度地提高可用的电源功率，同时降低飞机结构的总重量



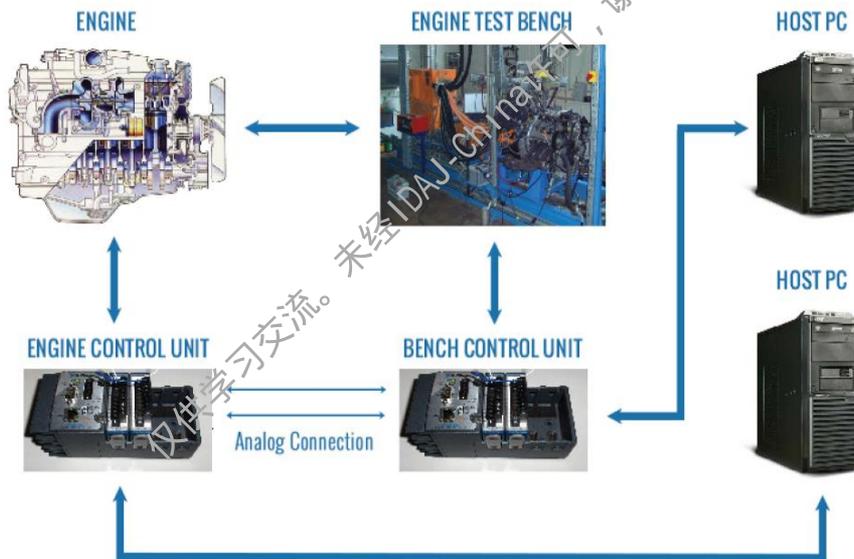
优化机型的重量减少比例



modeFrontier得出的可行解（ITA提供）

# 汽车ECU系统的优化

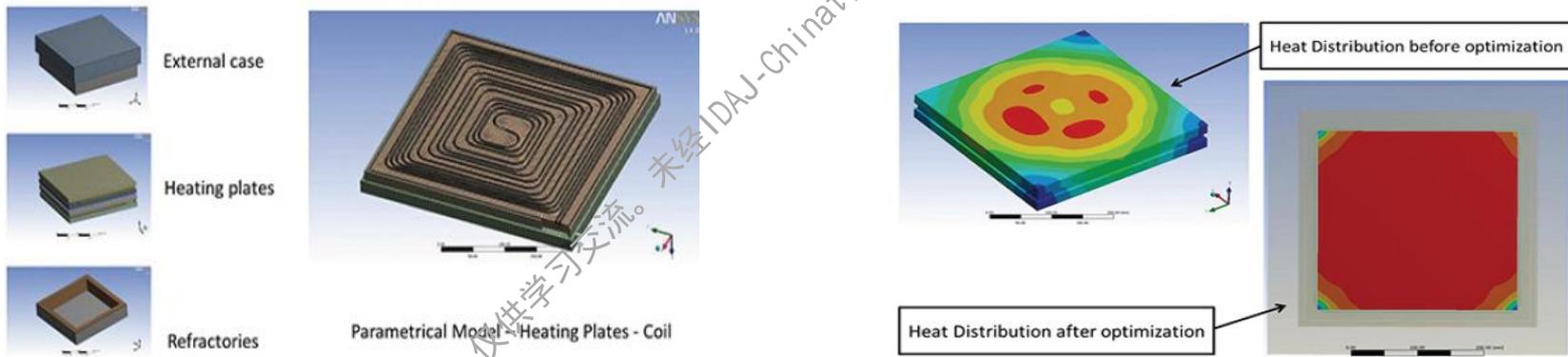
阿尔玛汽车公司基于CompactRio、LABVIEW以及mF4LV（modeFRONTIER for LabVIEW）建立了汽车测试环境，利用CompactRIO实时处理的特点以及mF4LV所具有的优化算法，通过在ECU系统自动校准中应用优化技术，降低了汽车制造成本和开发时间。



车辆控制测试环境

# 太阳能电池优化

Tozzi可再生能源公司寻求提高其光伏色敏太阳能电池（DSSC）的长期稳定性，借助于优化软件modeFRONTIER，得以改变加热板的设计，实现最佳的热分布，保证有效的密封工艺。



压缩模型的网格以及加热板线圈的布局

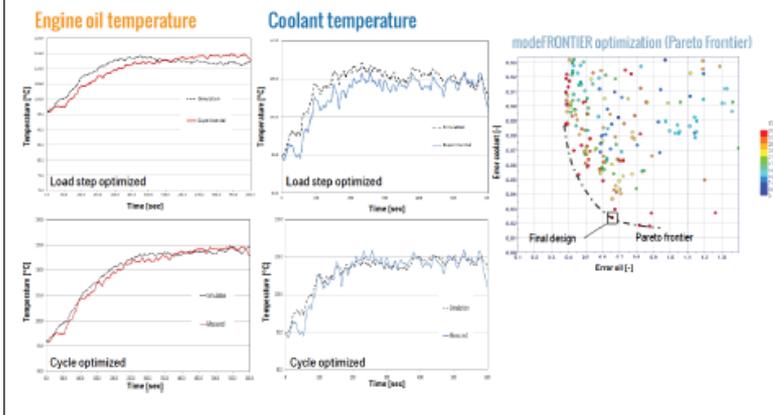
优化前与优化后的热分布

# 宝马发动机冷却系统应用

宝马的柴油发动机研发部用modeFRONTIER来优化发动机冷却系统的相关参数，通过与KULI发动机模型的交互，寻找最优的传热系数和热容量参数，从而显著降低了机油温度和冷却液侧模型的误差，建立了一个可靠的瞬态冷却系统模型。



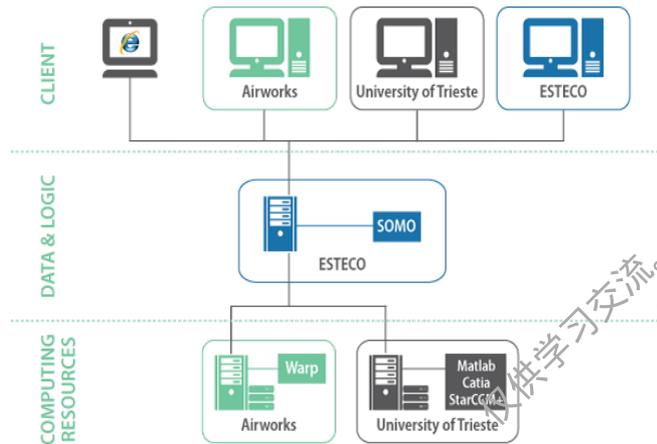
宝马六缸柴油发动机



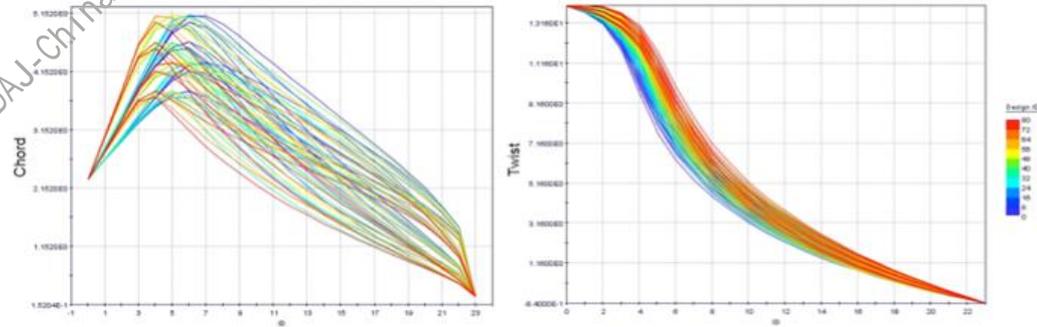
油和冷却液的温度趋势的整体改善及最佳优化结果

# 风电电机优化

**Airworks**，一家机械工程领域的多学科公司，通过优化风电机组转子的整体装配，在将风能转换成电能时得到了更高的效率。借助于**ESTECO**企业套件（**EES**），对一个风机的设计，功率系数和年生成能源分别增加**1.26%**和**0.47%**。



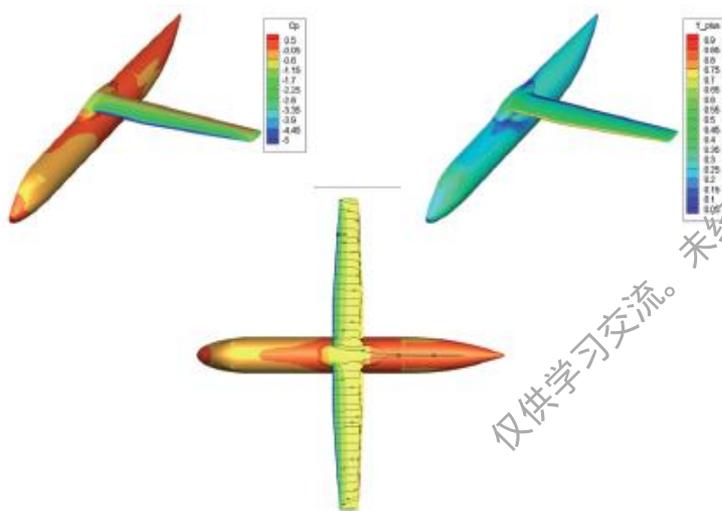
多学科优化平台



沿叶片展向的弦长和扭转分布，由Bezier函数确定（Airworks提供）

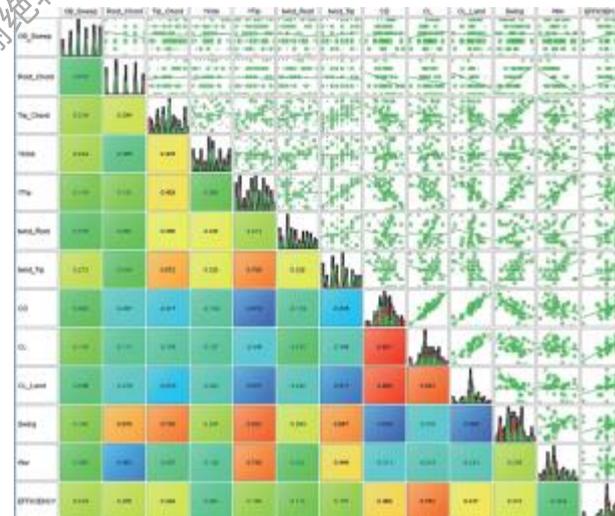
# 环保型飞机优化

Alenia Aermacchi公司是清洁天空联合技术倡议组织的绿色区域型飞机（GRA）设计团队的领头者，为寻找新一代飞机的最有前途的解决方案，用modeFRONTIER对两种翼型进行了优化，实现气动性能增强2.5%，机翼减重4%。



仅供学习交流。

未经IDAJ-China许可，谢绝转载和修改。

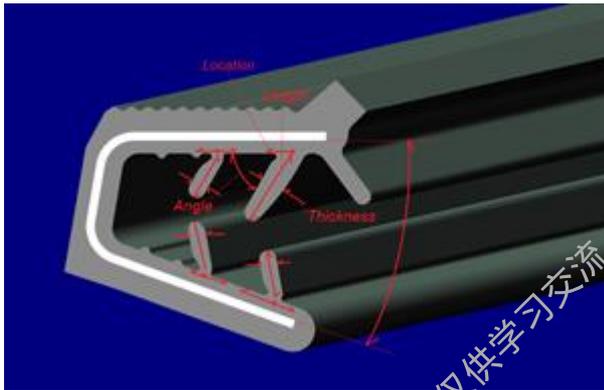


三维RANS模型计算结果示例（Alenia Aermacchi公司提供）

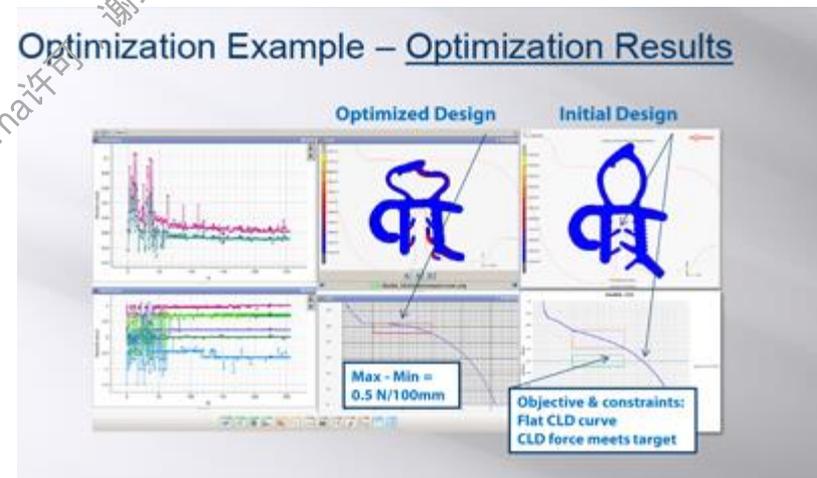
参数与目标之间的关系（Alenia Aermacchi公司提供）

# 汽车密封设计优化

Henniges 公司是汽车密封和减震解决方案的领导者。通过将 MSC Marc 和 Altair Hypermesh 成功整合在 modeFRONTIER 的工作流当中，Henniges 的汽车工程师们能够自动进行不同几何构型的密封性能仿真，在短短两天内，通过修改 13 个控制变量，包括长度、厚度、角度和位置，可以对超过 1600 种设计配置进行分析，找到更好更稳定的解决方案。



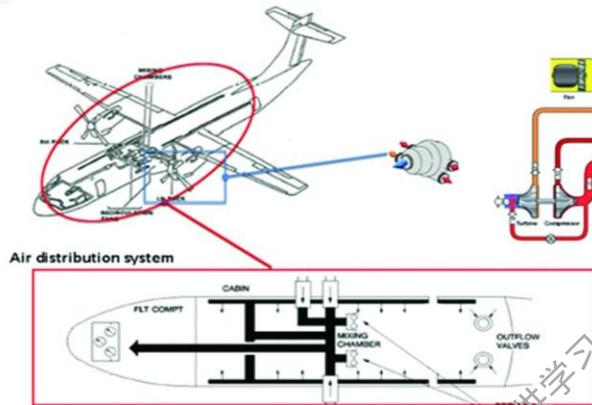
密封几何（Henniges汽车提供）



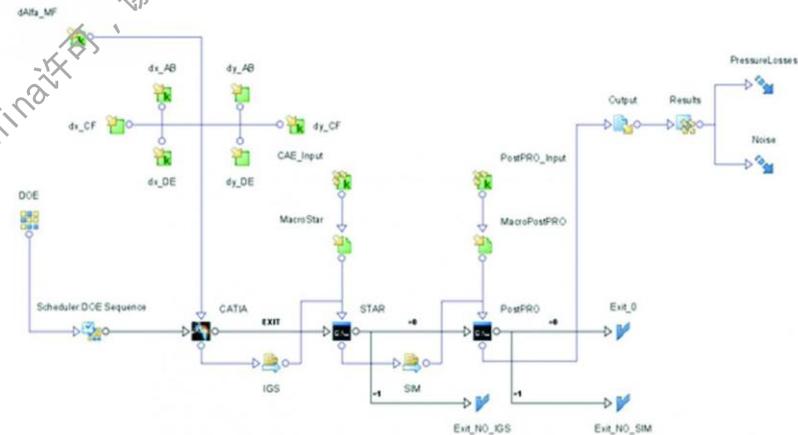
原型和优化后设计（Henniges汽车提供）

# 飞机ECU系统优化

Alenia Aermacchi公司利用modeFRONTIER的自动化和集成能力同时考虑流体动力学和声学分析，方便地处理包括CATIA，StarCCM+和PostPRO在内的数据，找到了喷嘴形状可能的最佳结构，完善了热结构设计，进一步提高乘客在客舱热环境方面的舒适性。



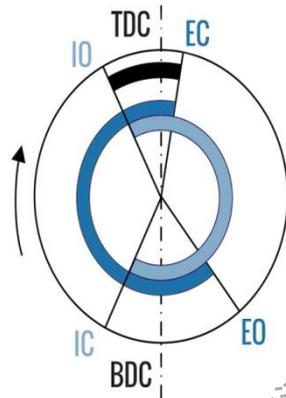
飞机ECU系统



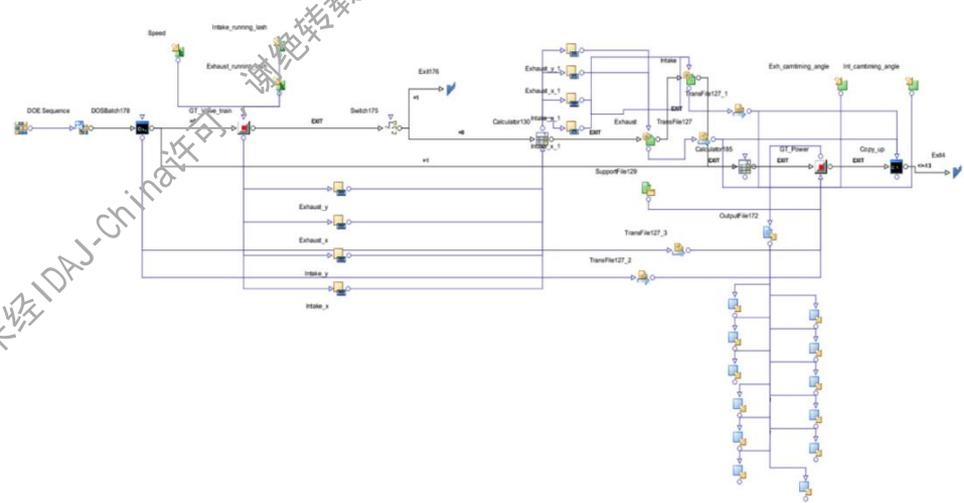
modeFrontier优化流程

# 康明斯发动机性能优化

康明斯发动机是柴油和天然气发动机制造领域的领导者。通过集成多个GT模型及后处理工具，modeFRONTIER帮助高马力组找到了最佳的气门正时，从而降低了燃料消耗，减少设计周期，提高了气门系统性能。



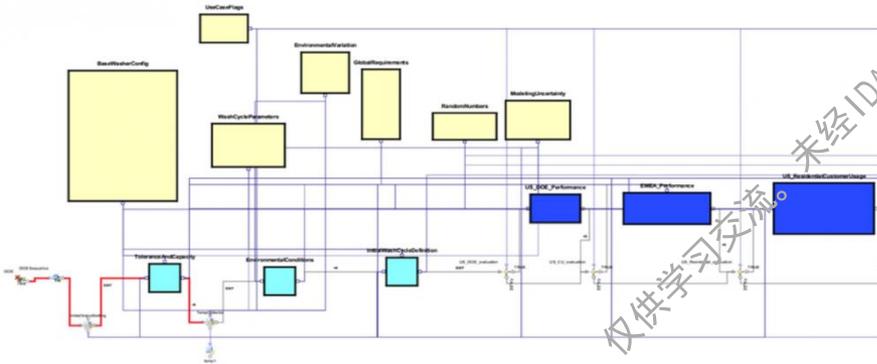
气门传动部件



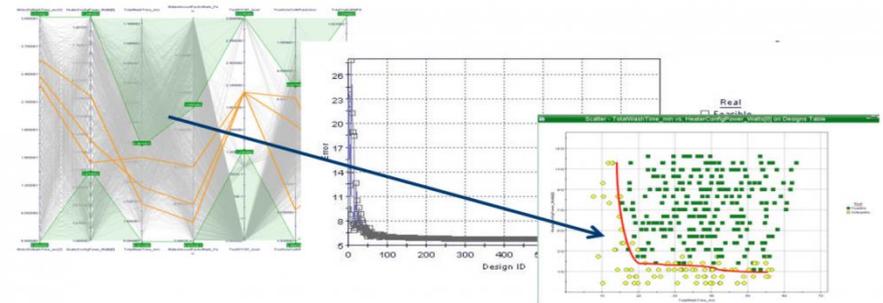
使用混合算法的阀门过程优化流程

# 惠而浦产品性能优化

惠而浦公司是世界家电行业的领导者，借助于modeFRONTIER建立了一个多学科项目的面板，提供了一个很方便的方法来统合属性模型——定义子系统结构——并评估没有特殊要求的产品性能。modeFRONTIER的多目标优化能力在产品要求建立后可以立刻让模型达到一个很高的性能水平。



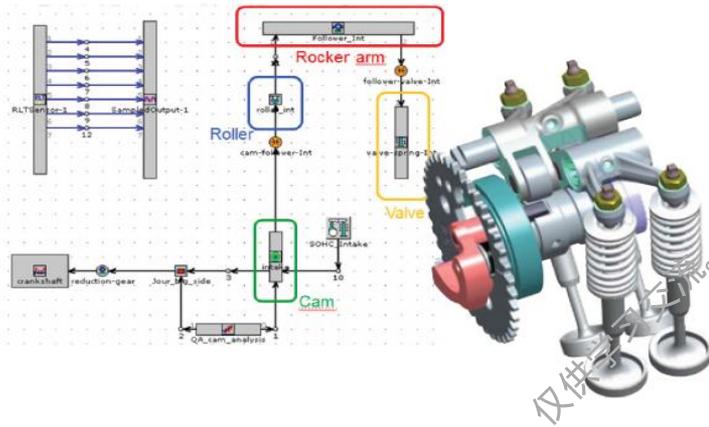
网络化系统模型



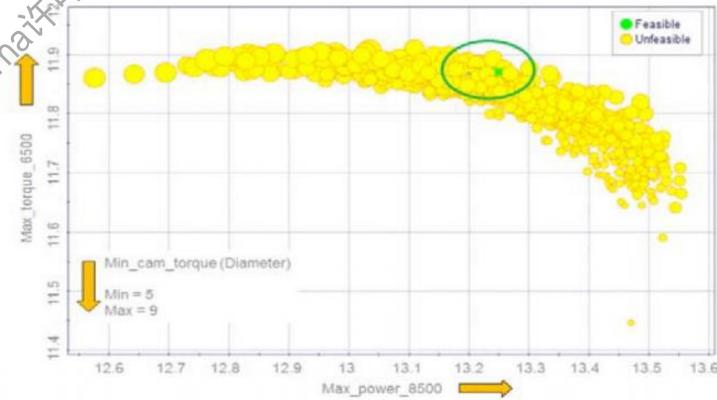
有明确要求的性能优化

# 摩托车配气系统优化

Piaggio集团是欧洲最大的摩托车制造商。从一个125cc 3阀引擎的气门升程曲线原型出发，Piaggio的工程师在modeFRONTIER环境中建立了一个自动化的工作流程，驱动GT-SUITE来计算评价发动机的性能，以及在特定气门升程曲线下阀门系统的行为，得到最终的气门升程活动设计，提高系统的运动和动力特性以及热力学性能要求。



GT中建立的气门布置模型（Piaggio & C. s. p. a提供）



气泡图及Pareto前沿（Piaggio & C. s. p. a提供）

欢迎扫一扫添加IDAJ-China公众账号，  
及时获得CAE&CFD最新技术资讯、培训信息！



**IDAJ-China**  
**微信公众账号**



**IDAJ艾迪捷**  
**微博账号**

仅供学习参考。未经IDAJ-China许可，谢绝转载和作它用途。

谢谢大家！

仅供学习交流。未经IDAJ-China许可，谢绝转载和其它用途。