

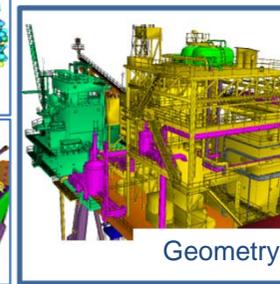
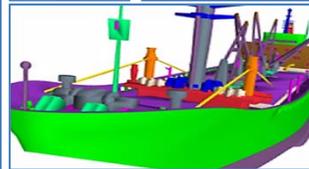
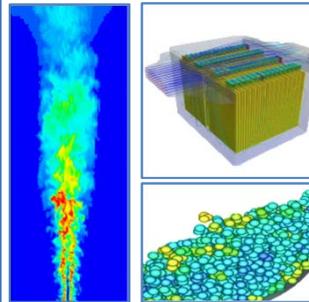
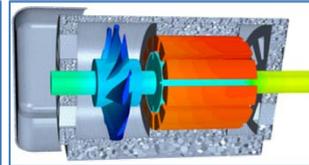
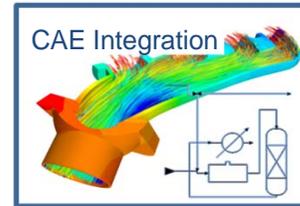
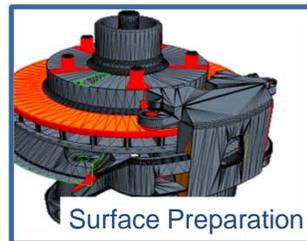
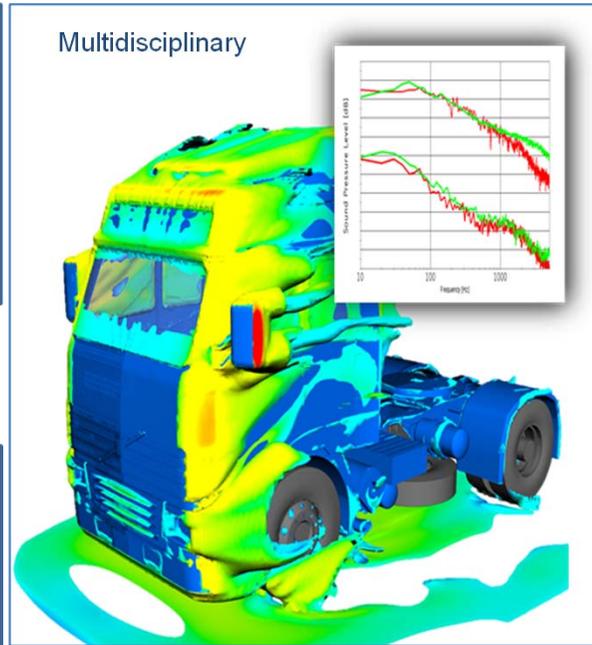
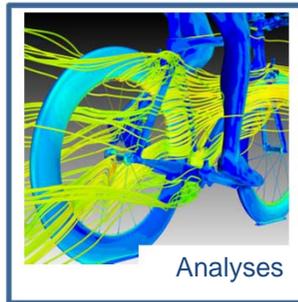
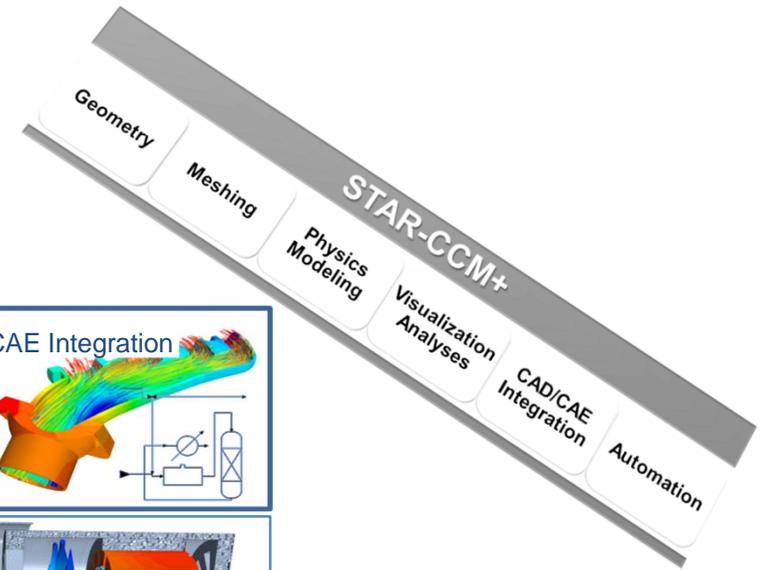


# STAR-CCM+ 简介

CD-adapco

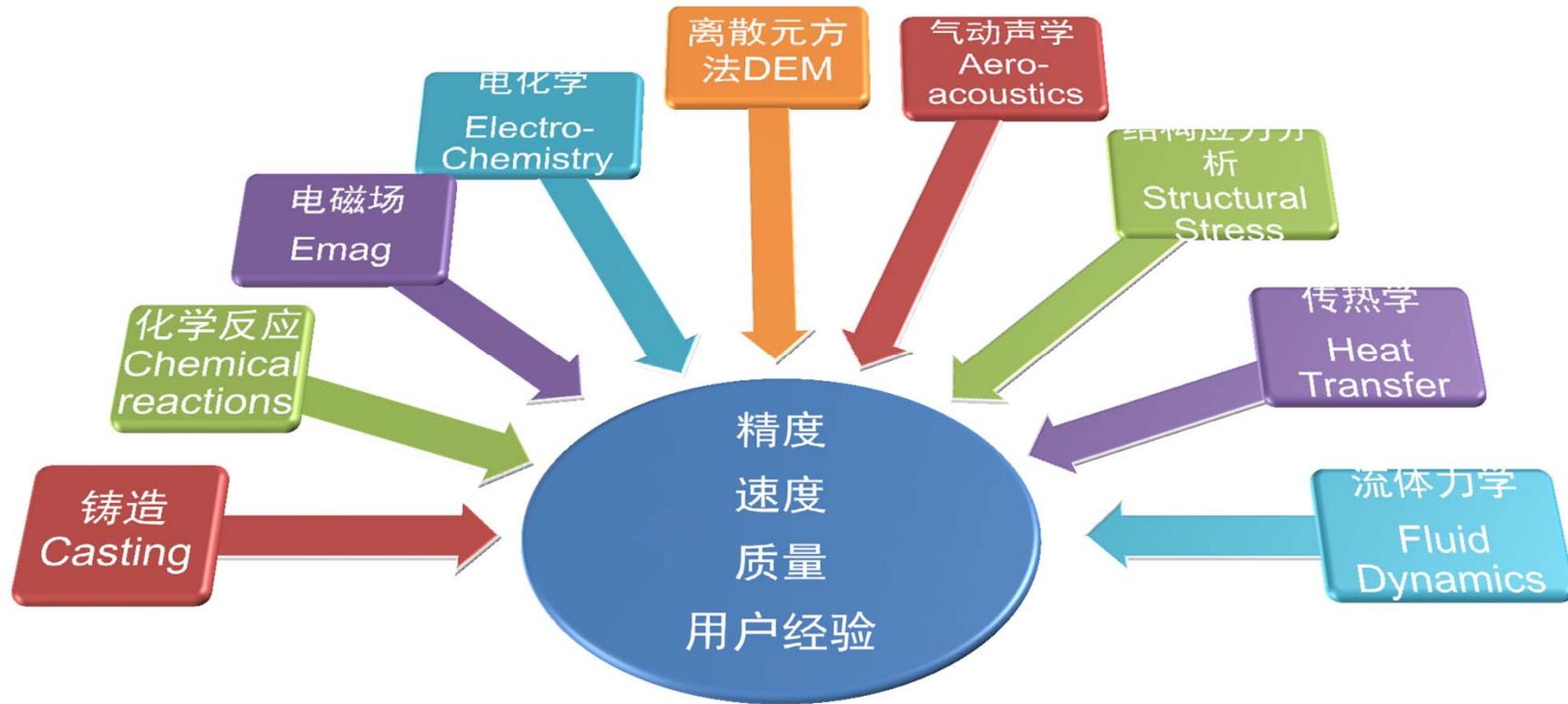
# 什么是STAR-CCM+

- 解决跨学科问题的综合工程解决方案



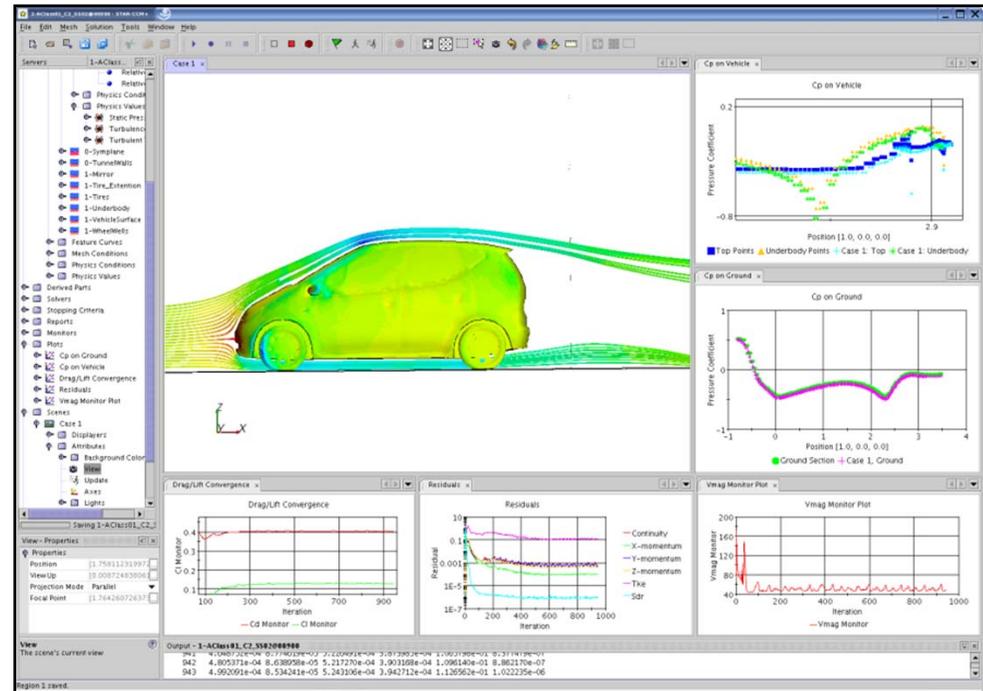
# 什么是STAR-CCM+

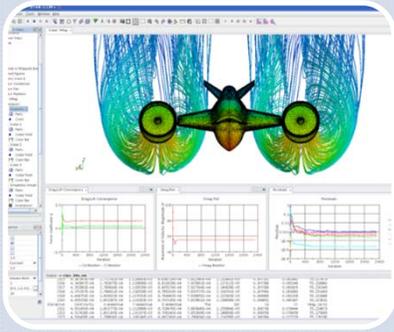
- 解决跨学科问题的综合工程解决方案



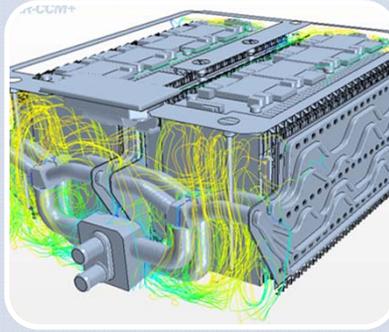
# STAR-CCM+

- CD-adapco新一代CFD工具
- 采用最新的CFD和软件技术，继承了CD-adapco 25年的行业经验
  - 开始于2001，于2006年推出第一版本
- 在一个集成环境中提供工程模拟
- STAR-CCM+的发展关注方向：
  - 易使用
  - 大模型 (超过10亿网格)
  - 更全面的建模能力
  - 过程的集成化





STAR-  
CCM+  
特点介  
绍



STAR-  
CCM+  
基本功  
能介绍

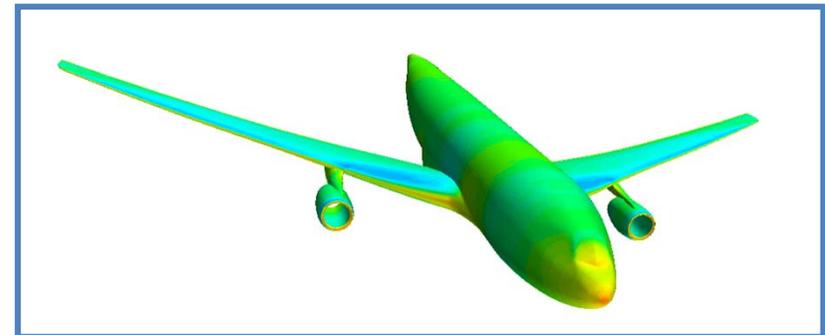
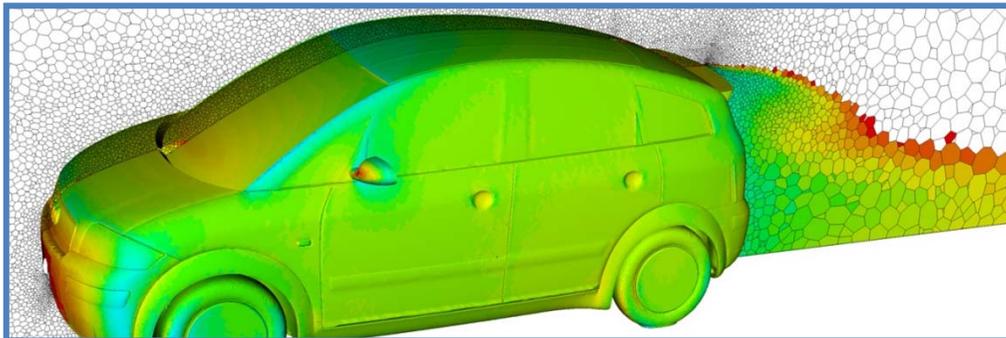


STAR-  
CCM+  
行业应  
用

# 直观的用户模拟环境

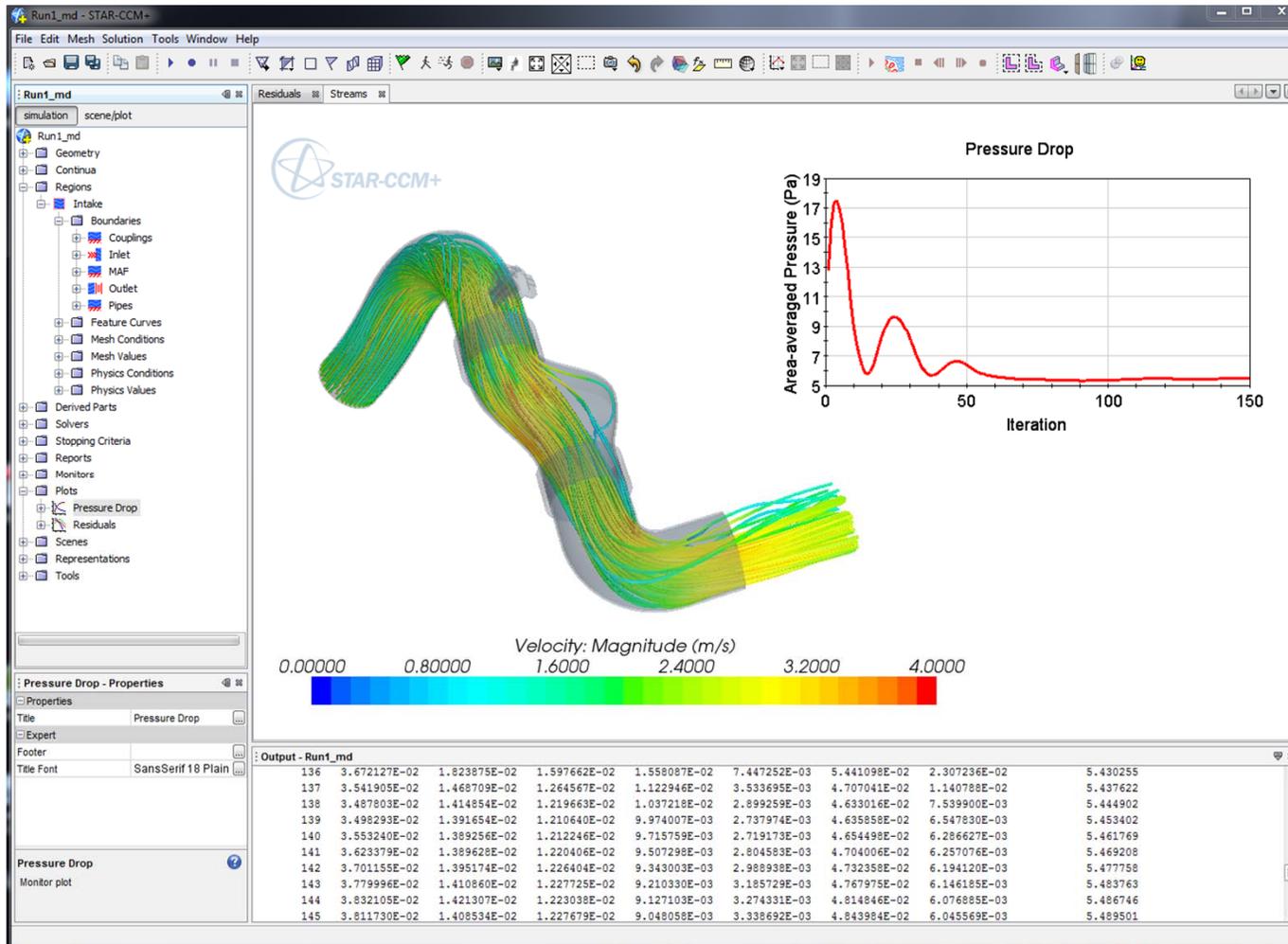
---

- **学习、使用和记忆更容易**
  - 所有的操作在同一界面中
    - CAD 建模, 表面网格准备, 网格划分, 计算, 后处理
  - 控制所有流程的树状
  - 直观的界面
- **能够灵活应对简单和复杂的模拟**
  - 可复制、粘贴的网格划分与物理设置
  - 统一的编辑
- **Java 自动化**
  - 可以定制和自动执行仿真流程的每一步
  - 一种常见的语言脚本



# 直观的用户模拟环境

- 一个用户界面完成整个CAE过程



# CAD 处理功能

---

- **多种输入格式选择**

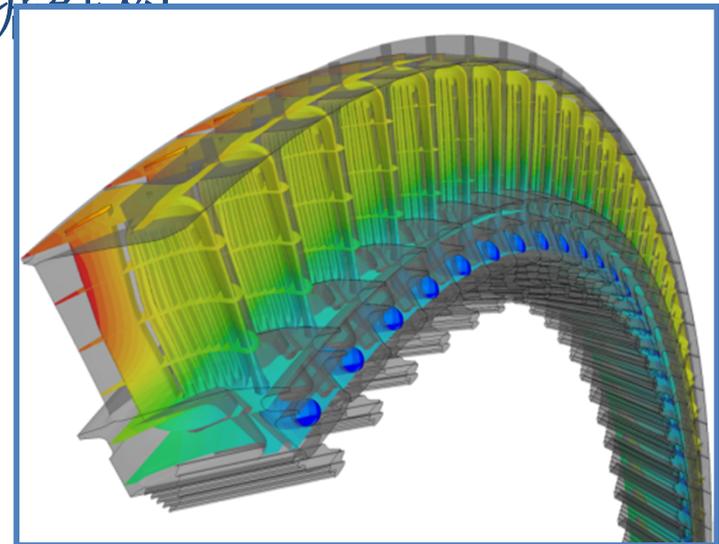
- 多种直接读取的CAD格式，例如CATIA V4 / V5、Pro/ENGINEER、SolidWorks、Unigraphics NX、Autodesk Inventor 等
- 标准转换文件，例如\*.stl, \*.iges、\*.nas, \*.step等等
- 面网格和体网格

- **对于复杂的装配零部件有系统的数据结构**

- 可以保持CAD特征
- 可以简便地替换零部件

- **内置参数化3D-CAD**

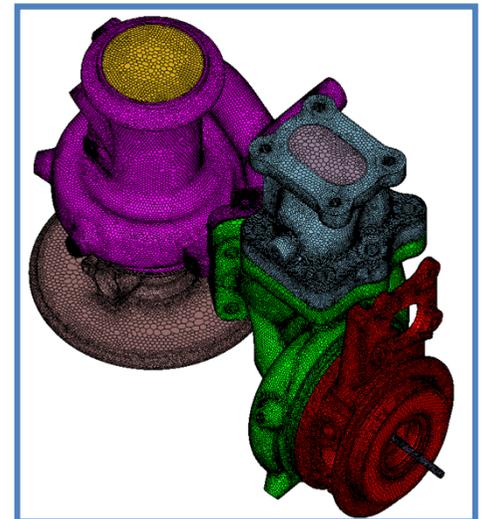
- 强大、完整化参数的固体建模
- 域的创建，固体网格准备



# 强大的网格划分技术

---

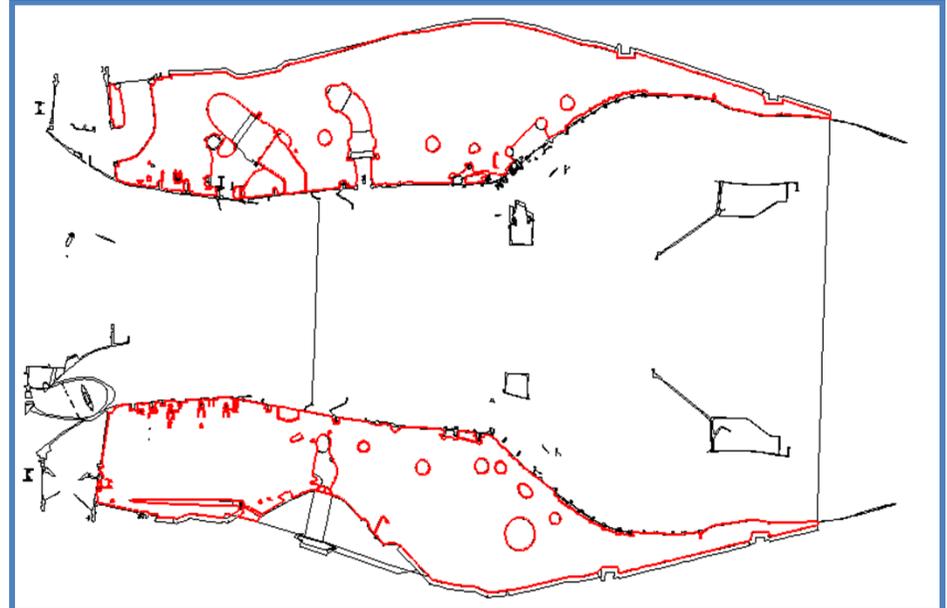
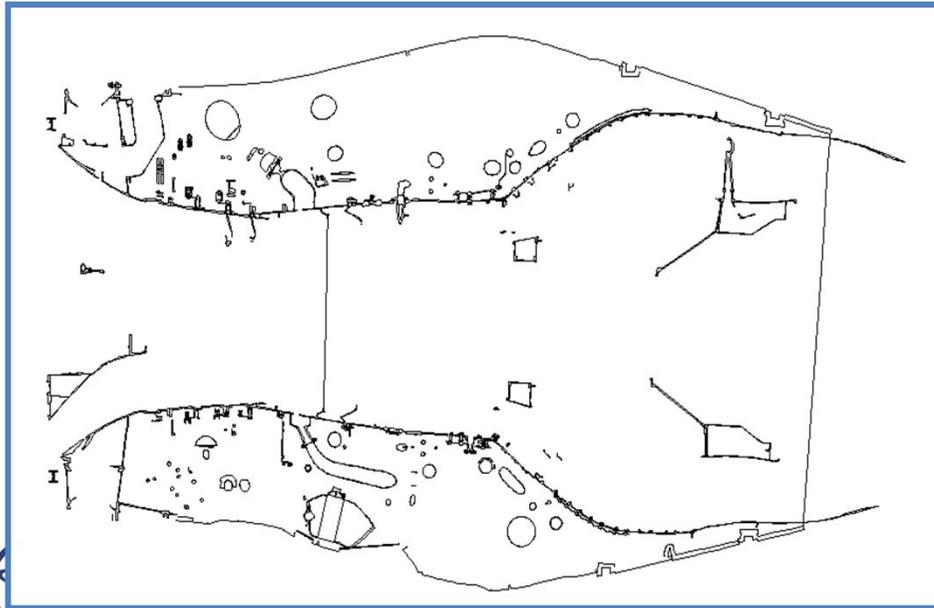
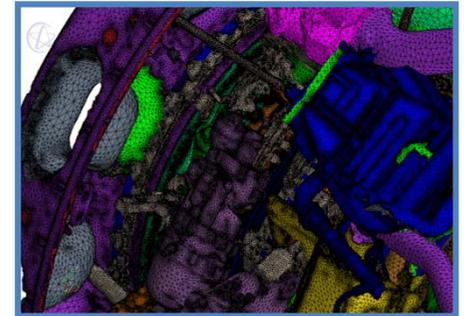
- 从几何到网格简单易操作
- 完整的表面网格制备的工具集
  - 错误诊断，布尔运算和压印操作等
- 利用自动化包面以缩短准备时间
  - 可靠地处理复杂的几何形状
  - 可以数量级地减少面网格准备时间
  - 使用计算资源，而非工程资源
- 灵活的体网格类型
  - 先进的六面体网格
  - 多面体网格
    - 对于共轭传热，可实现完全连续网格
  - 边界层网格生成



# 包面

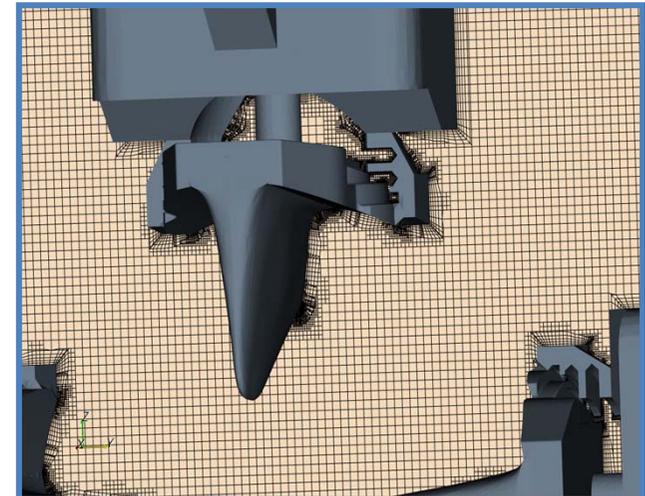
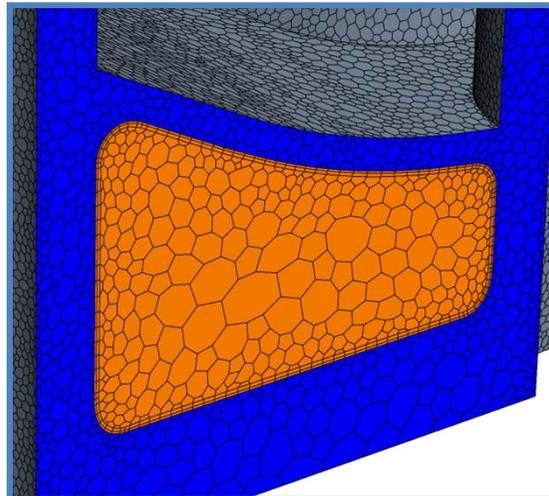
包面（Surface Wrapper）技术能够自动地将复杂几何形体处理成完全拓扑封闭的、无任何泄漏的表面，得到流体计算域的体网格。

包面技术可以大大减少划分网格需要的时间。



# 自动划分棱柱层 Automated Prism Layer Mesher

- 鲁棒的棱柱层生成器用以解决边界层问题。
- 适用于所有拓扑网格
- 全面的用户控制参数
  - 层数
  - 总厚度
  - 第一层厚度
  - 不同面可有不同设置
- 如果无法生成高质量的网格，自动缩至0。



# 多面体网格

---

## 进入多面体网格时代，带来一系列的方便和快捷

- 多面体网格既具有和六面体网格相近的精确度，也具有和四面体网格一样易于自动化生成的特点
  - 复杂几何的适应性
  - 体单元理论上可具有任意数量的面
  - 提高了自动化生成网格的效率
  - 较少用户干预
  - 提升了网格质量

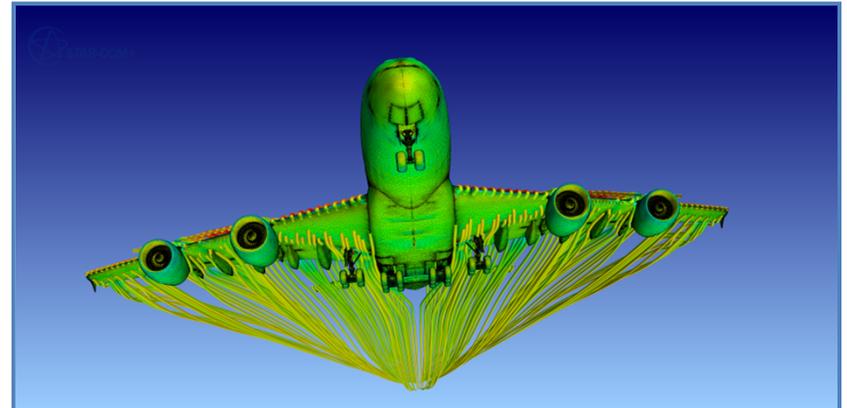
## 多面体网格技术已经成熟运用到工程计算中

- 直接生成多面体网格，可以对网格进行灵活操作，比如加密等
- 求解器的更新，基于面的求解器（Face-based solver）允许网格有任何数量的面（以往是基于单元中心），所以对多面体网格处理和计算没有物理模型的限制

# 真正的多物理场求解方案

---

- 时间域
- 运动模型
- 材料 (Equations of State, Multi-Species)
- 多相 (VOF, ENP, DEM)
- 耦合和分离求解器
- 粘性流体 (RANS, DES, LES)
- 多区域模型
- 传热
- 燃烧和化学反应流
- 动态流体的相互作用
- 气动声学分析
- 有限体积应力
- 电场仿真
- CAE 集成

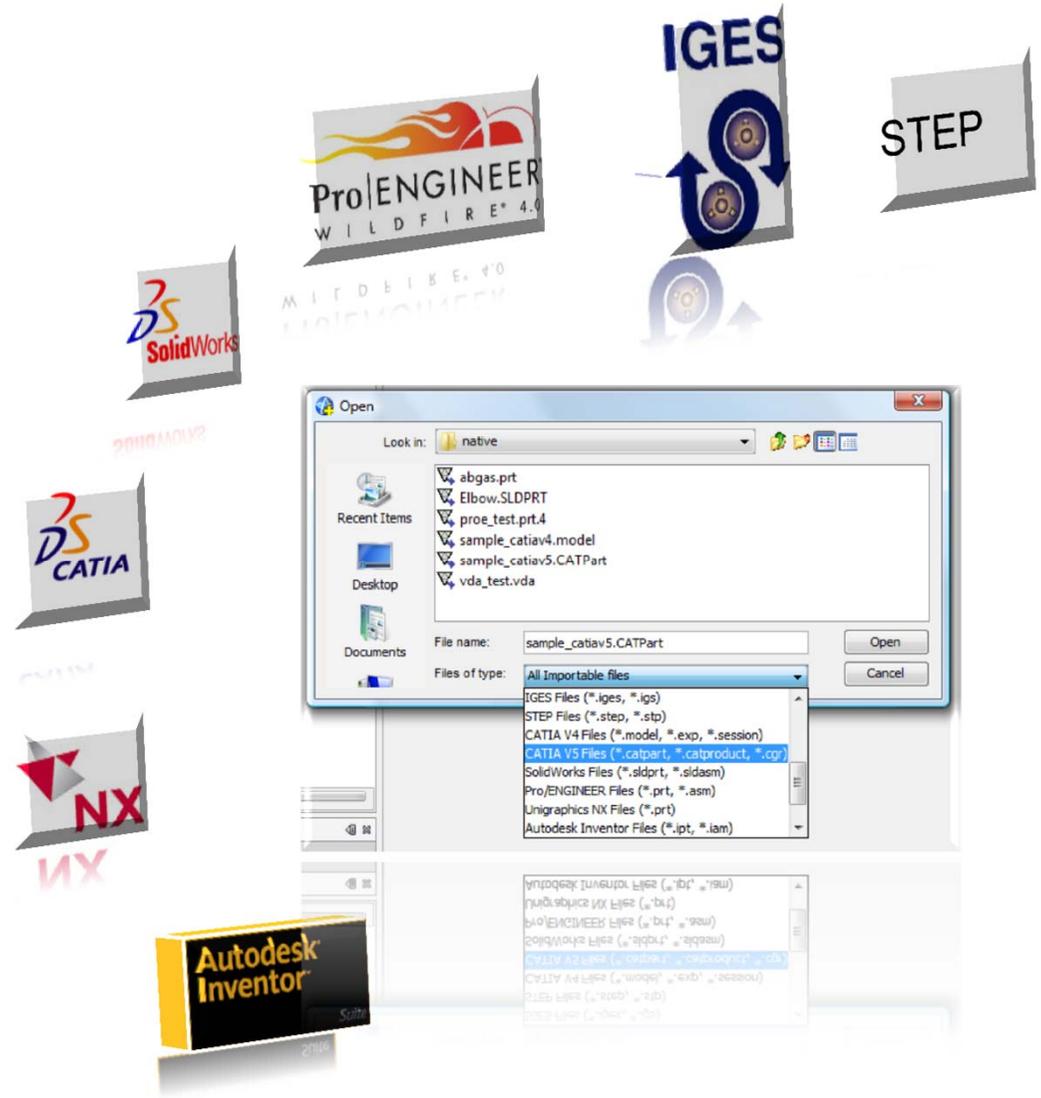


# STAR-CCM+模拟流程



# CAD模型处理---直接导入 CAD

- 直接导入原始或中间CAD几何格式。
- CAD数据可以准确用于基于面的网格生成。
- 继续与我们的CAD合作者一起提高几何导入的质量和鲁棒性。

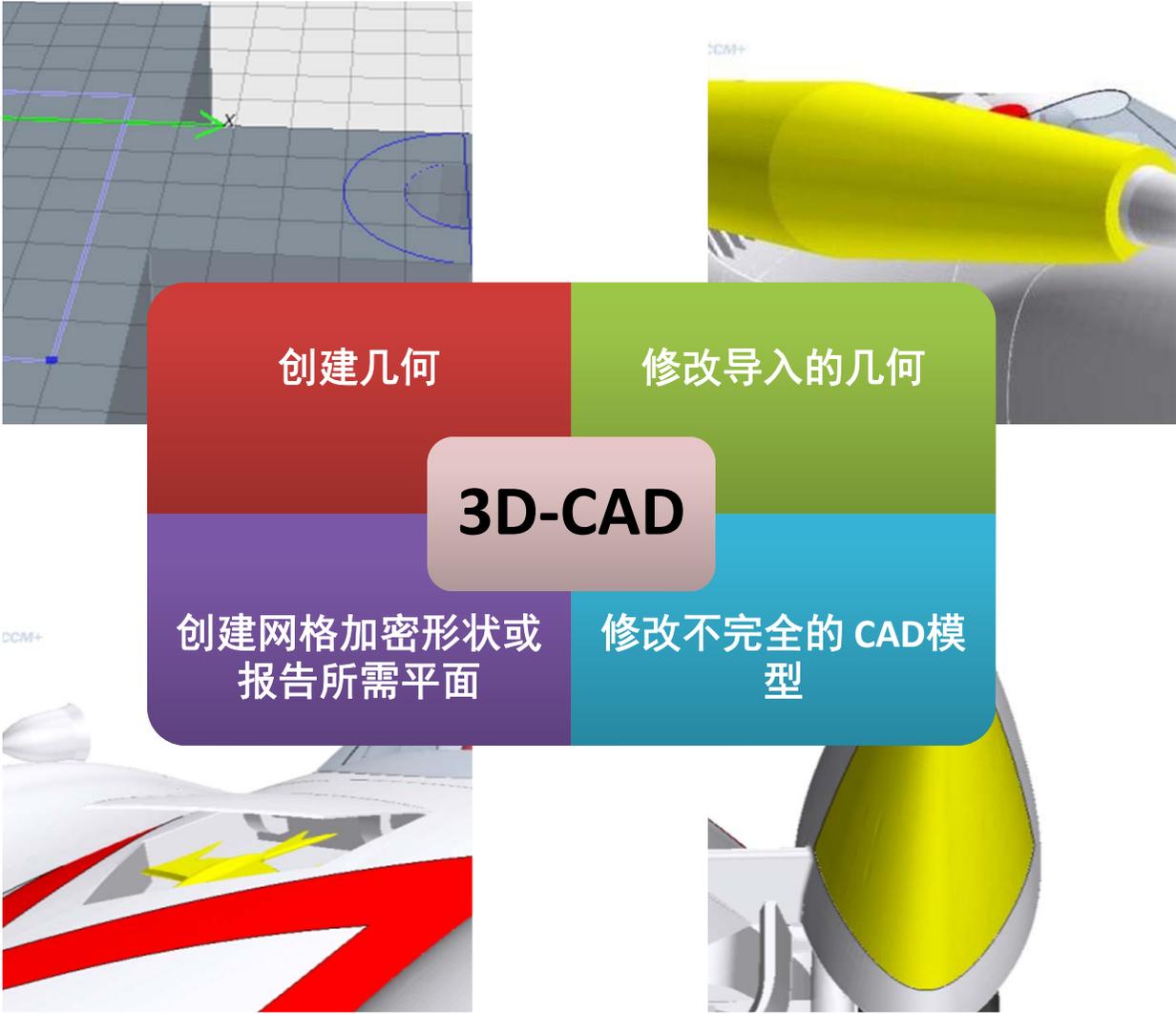


# CAD模型处理--- 3D-CAD

---

- **3D-CAD** 是STAR-CCM+中易学易用的参数化几何建模工具，为CAD与CAE之间建立了一个桥梁。
- **STAR-CCM+的3D-CAD建模...**
  - 基于Parasolid几何内核。
  - 是完全参数化的
  - 使用限制到2D的草图
  - 专注于CAE特征 (例如，提取流体空间, 压印等)
  - 内嵌于STAR-CCM+客户端/服务器架构中
  - 强大独特的参数设计可以进行多种几何变化

# CAD模型处理--- 3D-CAD



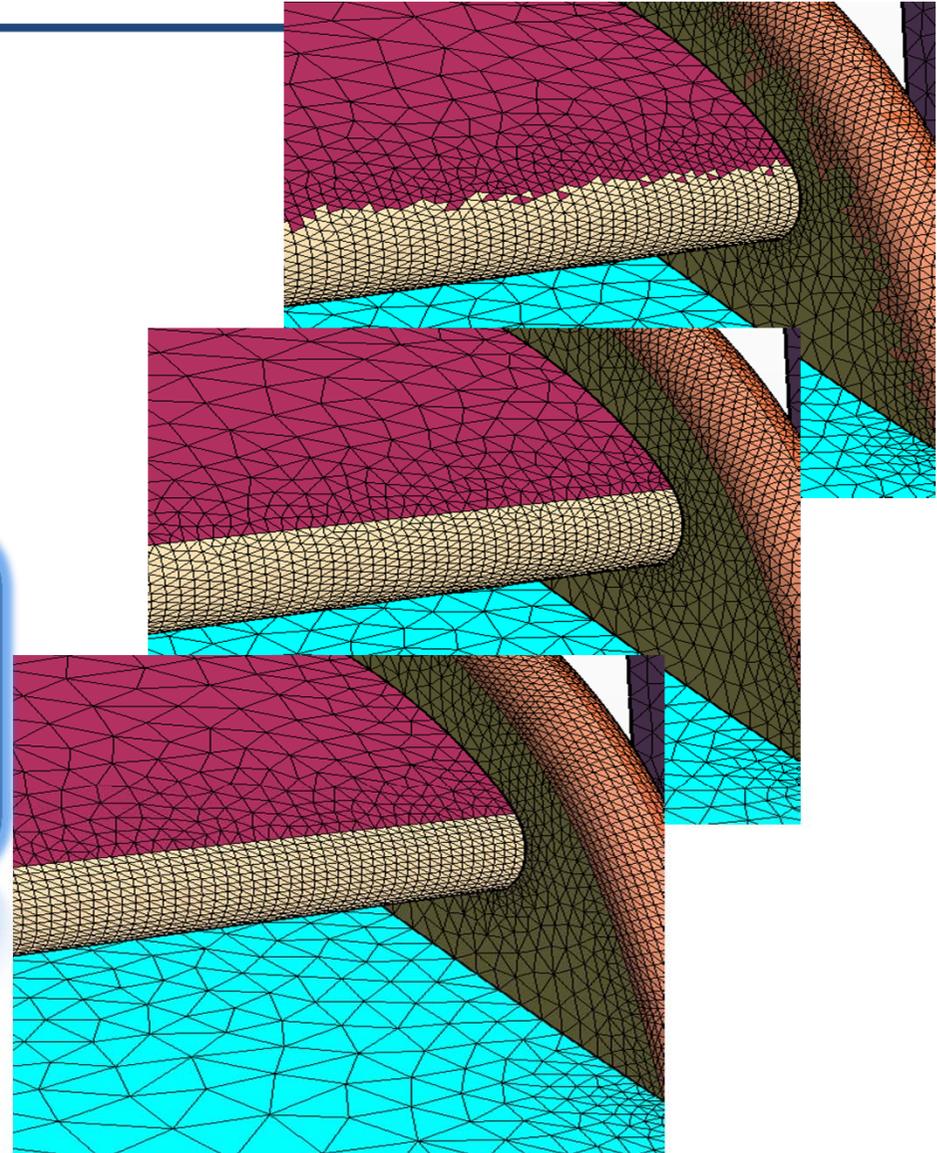
# 面网格划分

- 特征线的保持
- 自动保存 CAD 边
- 加快CAD规划
- 保持未被标记的特征线
- 默认开启此功能
- 曲线特征保持

• 表面网格质量的提高

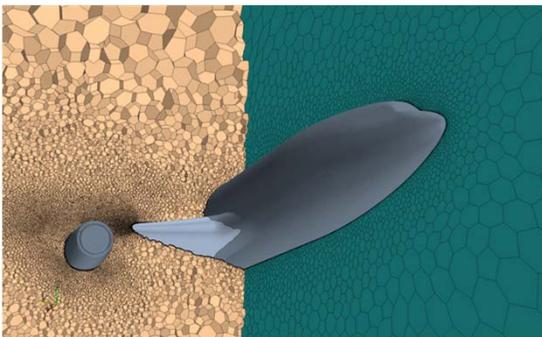
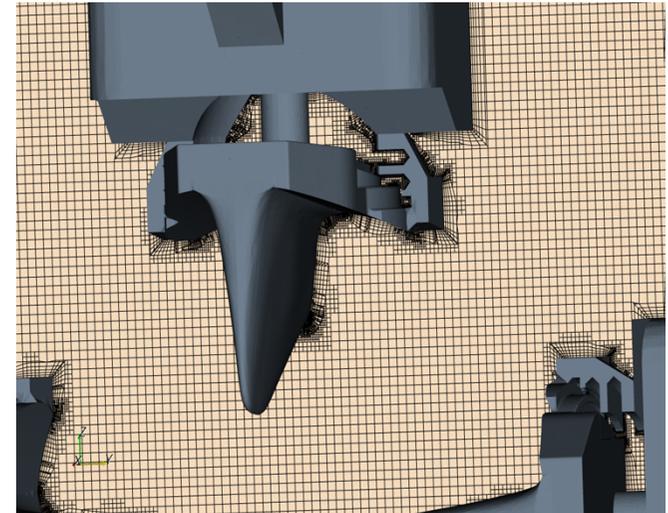
• 更好地捕获曲率关键特征:

- 机翼前缘
- 涡轮叶片

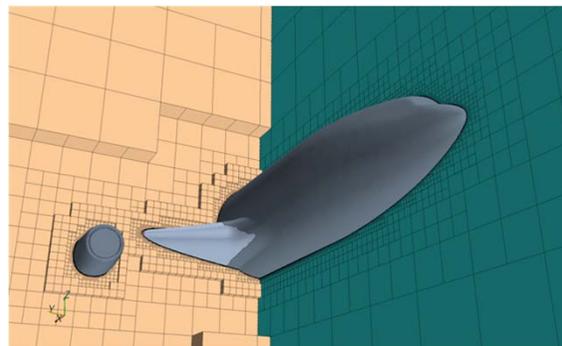


# 体网格划分

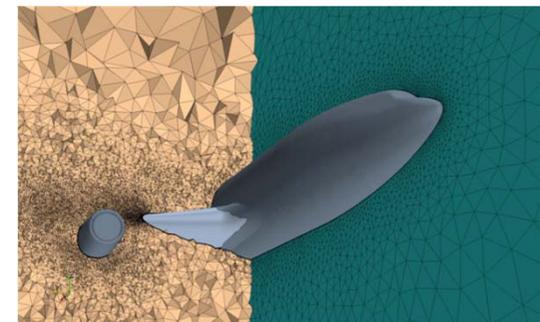
- 自动生成高质量棱柱层网格
- 全面的加密控制
- 控制层数
- 从一层到下一层的增长
- 第一层厚度
- 边界层厚度
- 用户自定义加密体网格



多面体

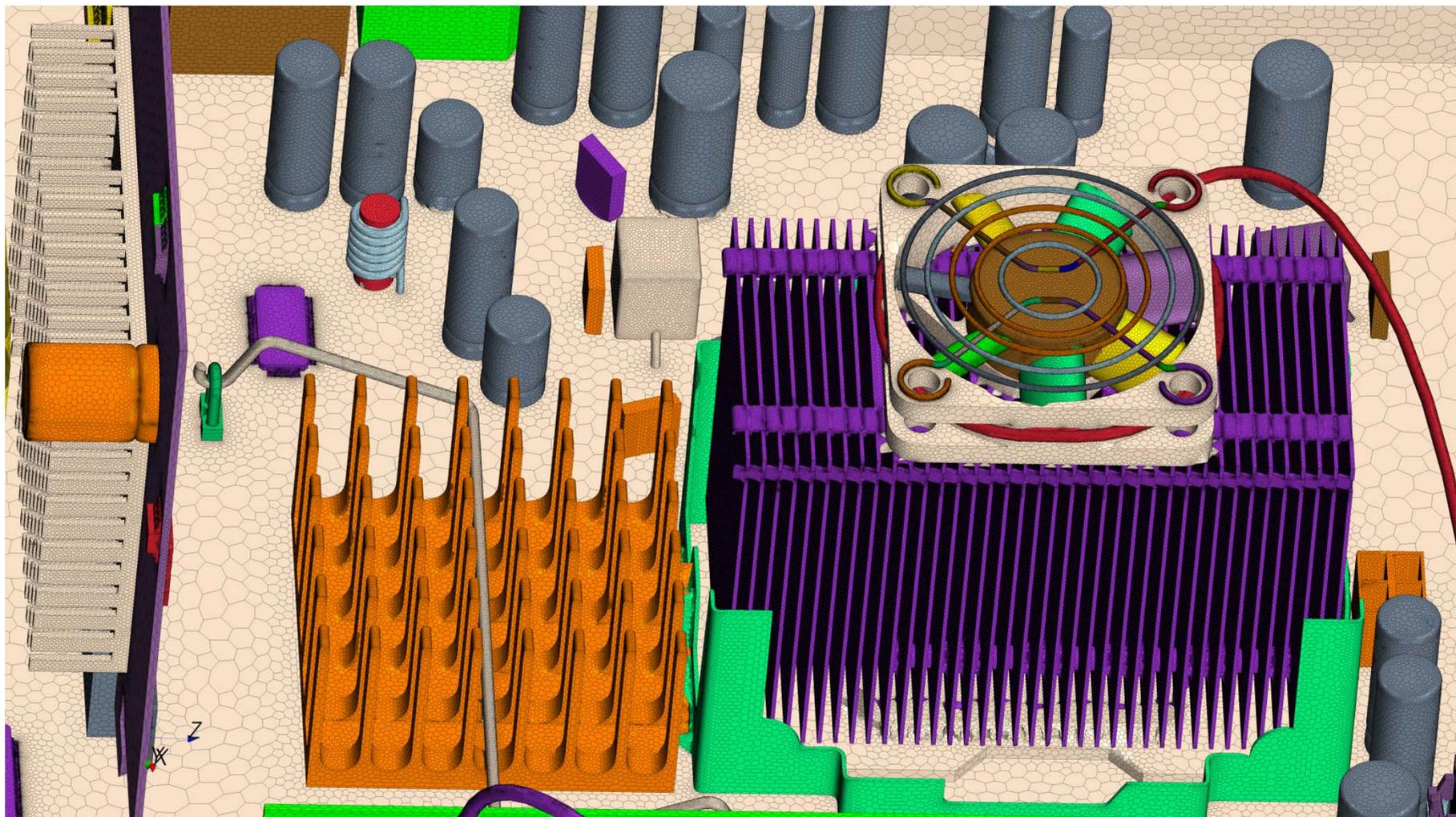


高级的六面体  
网格



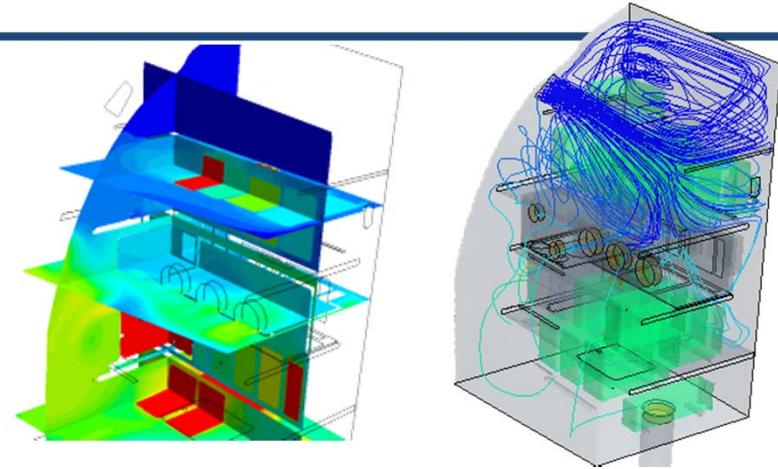
四面体

# 轻松搞定几何!



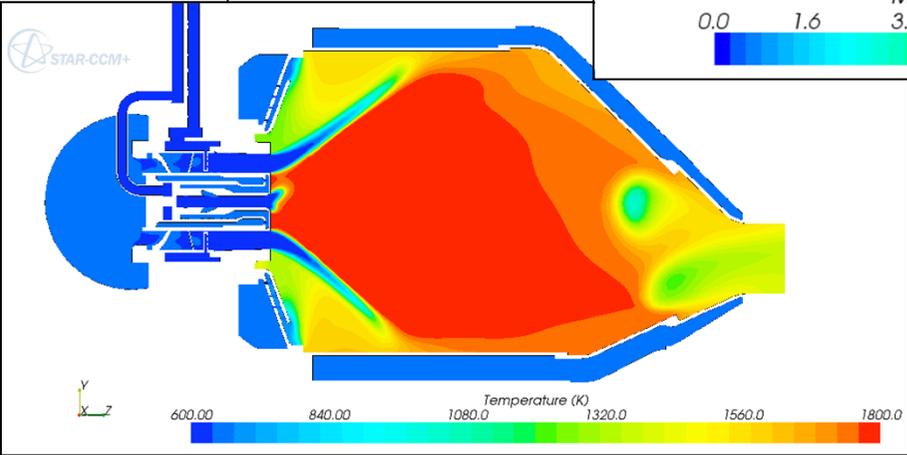
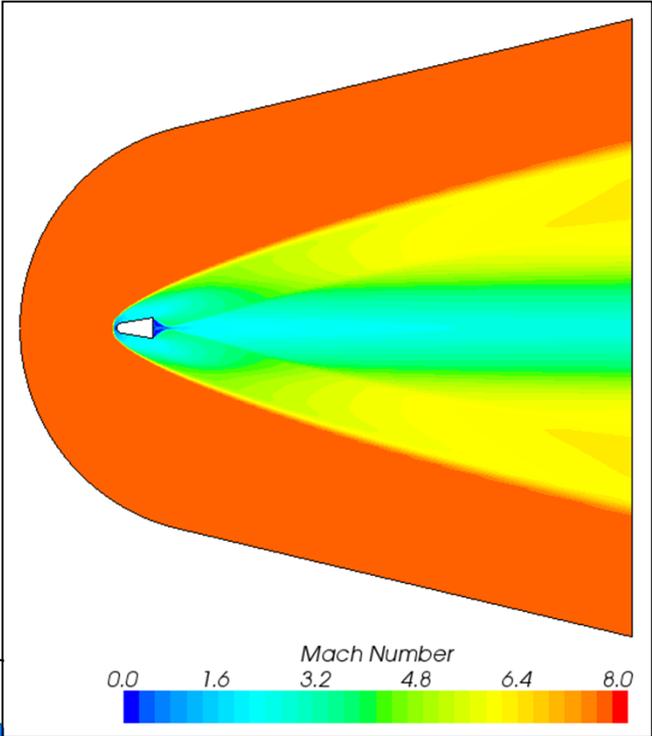
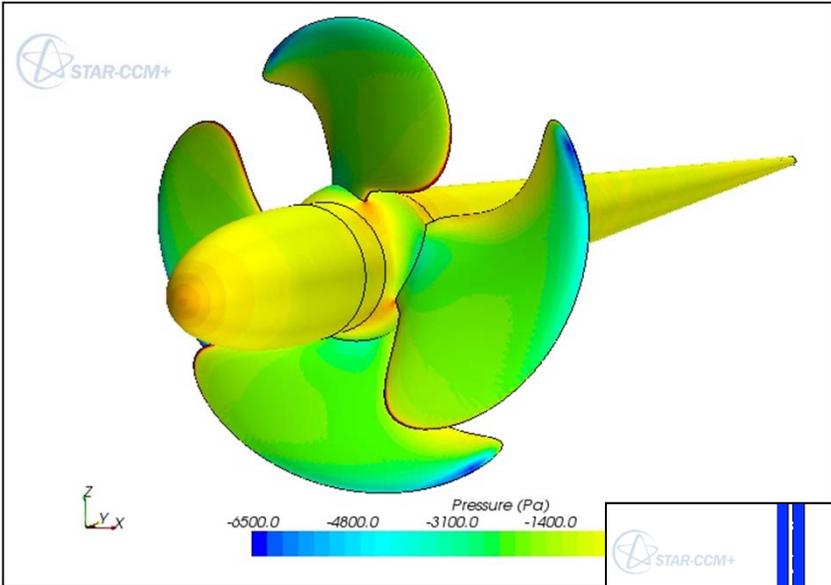
# 物理模型

- 丰富全面的边界条件
- 多种湍流模型
- 压力密度求解器
- 多相流 (欧拉 & 拉格朗日)
- **VOF / 空泡 / 沸腾**
- 多种材料
- 辐射、传导、对流
- **Fans / MRF / Moving Mesh**
- 多孔介质
- 燃烧
- 六自由度模型**DFBI (6-DOF)**



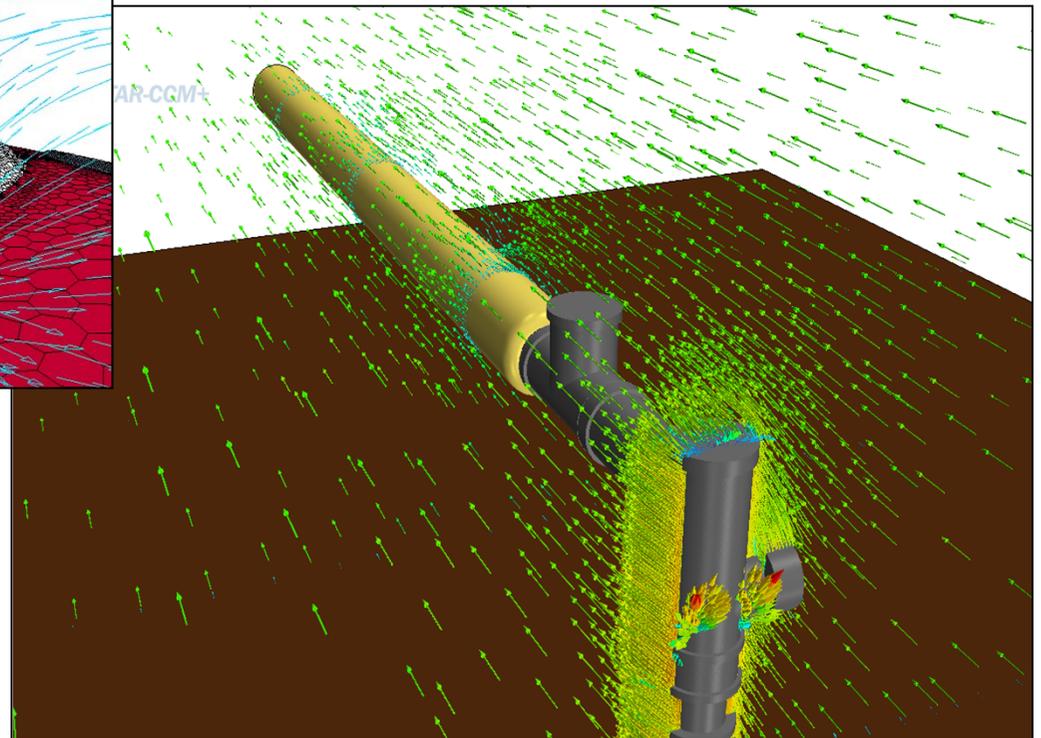
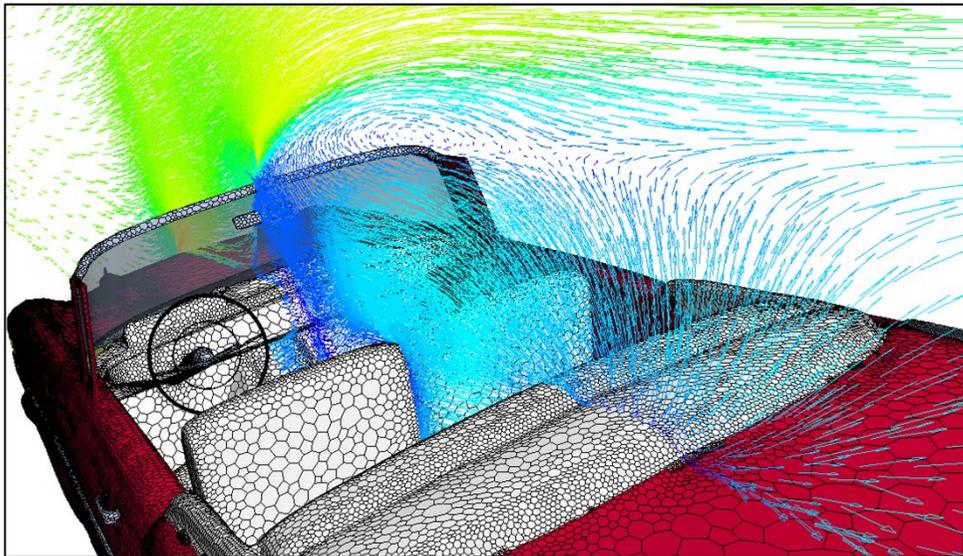
# STAR-CCM+的后处理功能

- 标量云图 / 等值线图 (scalar)
  - 速度云图、压力云图、温度云图.....



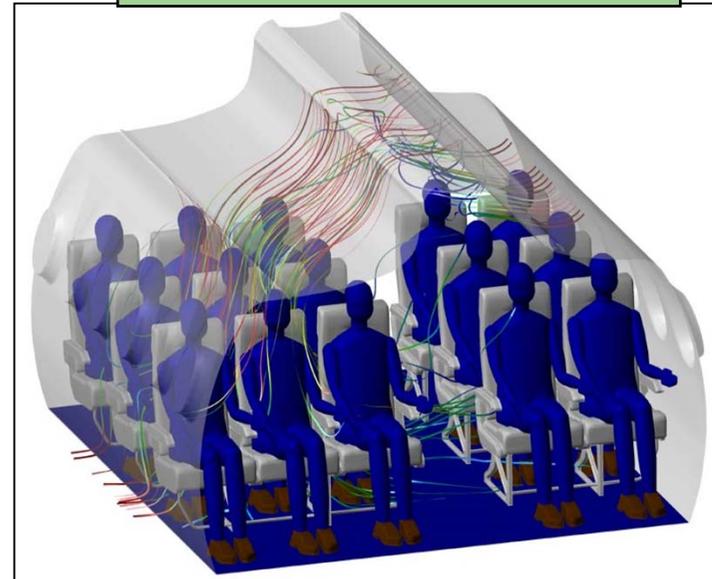
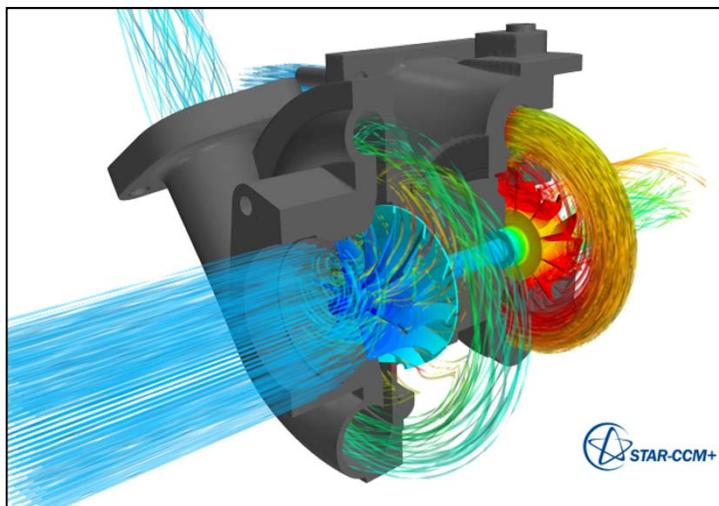
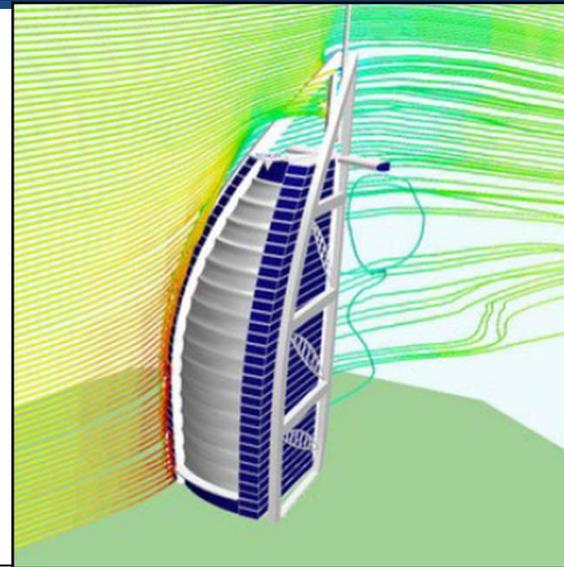
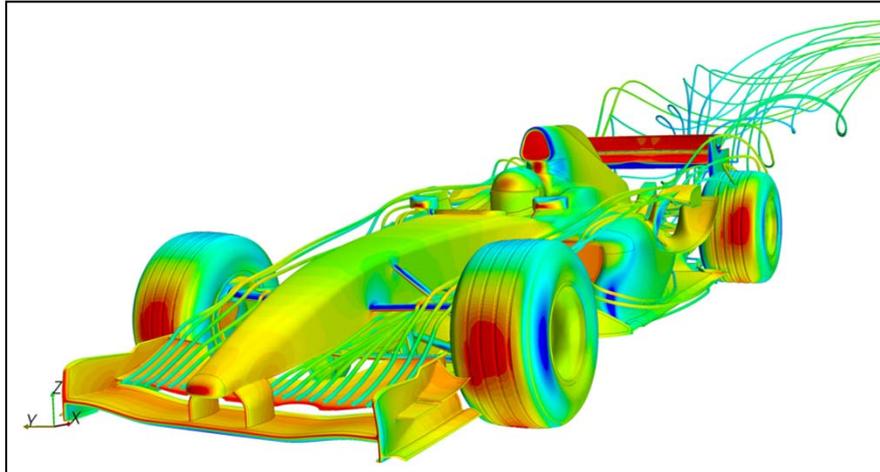
# STAR-CCM+的后处理功能

- 矢量图 (vector)
  - 速度矢量.....



# STAR-CCM+的后处理功能

- 流线图 (streamline)

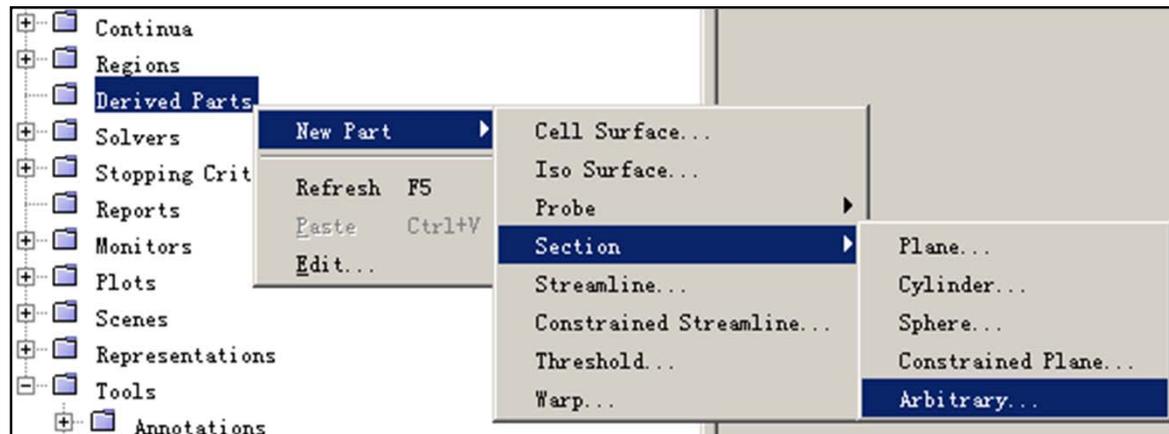


# STAR-CCM+的后处理功能

- 衍生体（Derived Parts）

- 平面切面、曲面切面、任意切面
- 探测点
- ISO等值面
- Threshold阈值面
- 网格单元表面
- .....

- 新产生的衍生体也可以用于标量云图、矢量图、流线图的创建和显示。

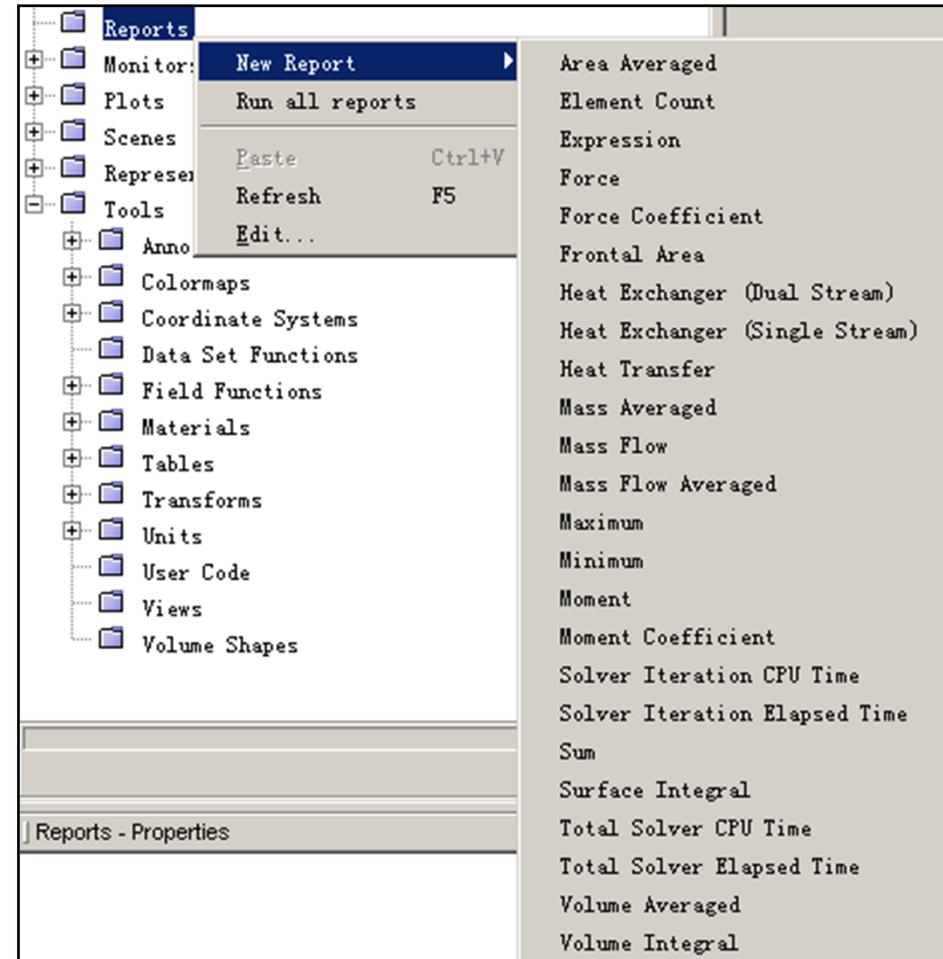


# STAR-CCM+的后处理功能

## ● 报告（Report）

- 面积平均值、流量平均值、体积平均值
- 最大值、最小值
- 投影面积
- 力、力系数
- 力矩、力矩系数
- 传热量
- 求和
- 积分
- 统计计算时间
- .....

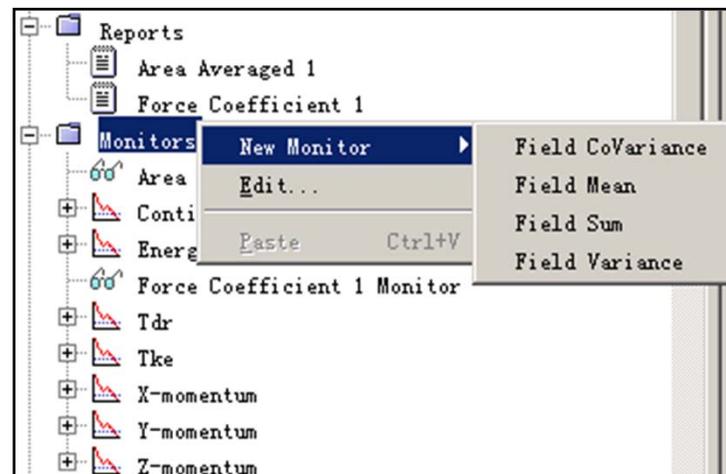
- 新生成的报告会自动生成相应的场函数，此场函数也能够被别的报告所引用



# STAR-CCM+的后处理功能

## ● 监视（Monitor）

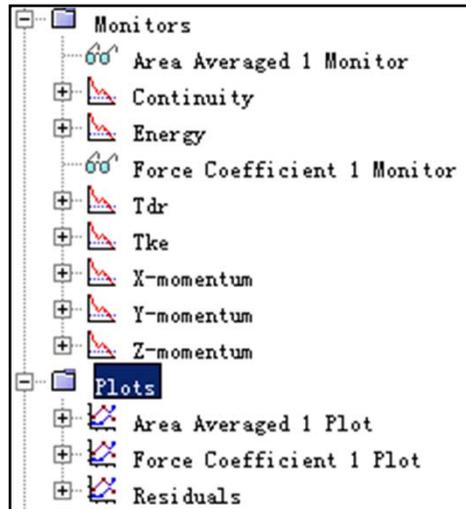
- 监视各方程的残差值
- 监视报告（Report）值
- 监视场均值（Field Mean）
- 监视场和值（Field Sum）
- 监视场变化值（Field Variance）
- 监视场协方差（Field Covariance）



# STAR-CCM+的后处理功能

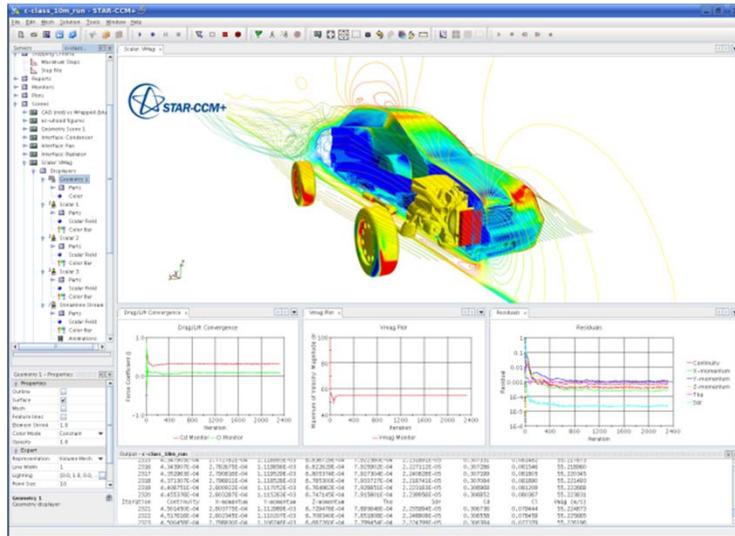
- 绘图（Plot）

- 绘制残差曲线图
- 绘制监视（Monitor）曲线图
- 绘制XY曲线图



# STAR-CCM+的自动化

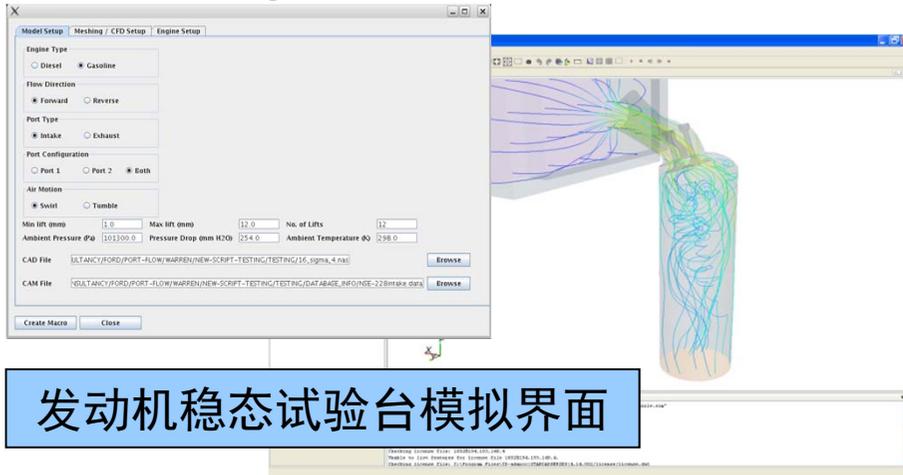
- 基于Java宏命令，实现STAR-CCM+的自动化
- 操作的记录和重复运行



```
4 import java.util.*;
5
6 import star.morpher.*;
7 import star.common.*;
8 import star.base.neo.*;
9 import star.vis.*;
10
11
12 public class morpher extends StarMacro {
13
14     public void execute() {
15
16         Simulation simulation_0 =
17             getActiveSimulation();
18
19         Region region_0 =
20             simulation_0.getRegionManager().getRegion("Duct");
21
22         Boundary boundary_0 =
23             region_0.getBoundaryManager().getBoundary("04_morph_ring");
24
25         RigidBodyBCValues rigidBodyBCValues_0 =
26             boundary_0.getValues().get(RigidBodyBCValues.class);
27
28         //===== Rotation about y axis change the setValue(input)=====
29
30         rigidBodyBCValues_0.setAxis(new DoubleVector(new double[] {0.0, 1.0, 0.0}));
31
32         AngularDisplacementProfile angularDisplacementProfile_0 =
33             boundary_0.getValues().get(AngularDisplacementProfile.class);
34
35         ((ConstantScalarProfileMethod) angularDisplacementProfile_0.getMethod()).getQuantity().setValue(10.0);
36         //=====
```

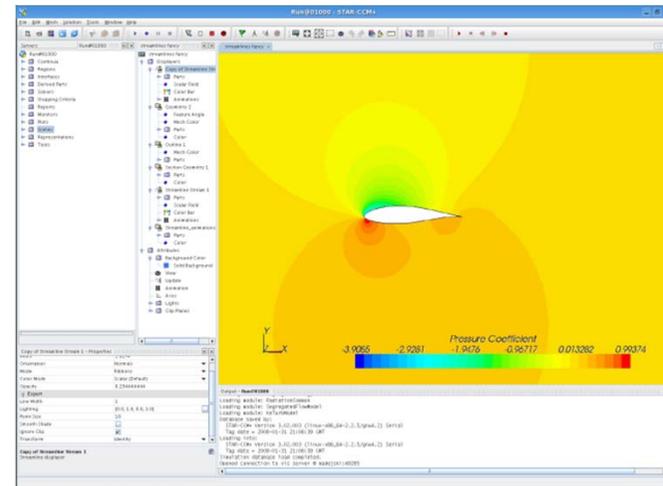
# STAR-CCM+的自动化

- 使用Java语言编写客户化的操作界面



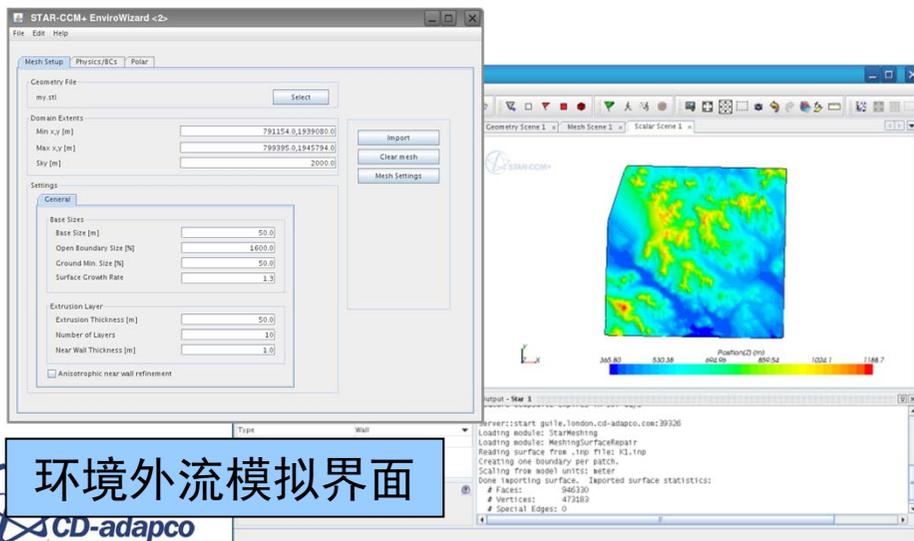
发动机稳态试验台模拟界面

翼形模拟界面



客户化操作界面

- 对于专业应用定制一个界面
- 投入时间大幅缩小，效率提高



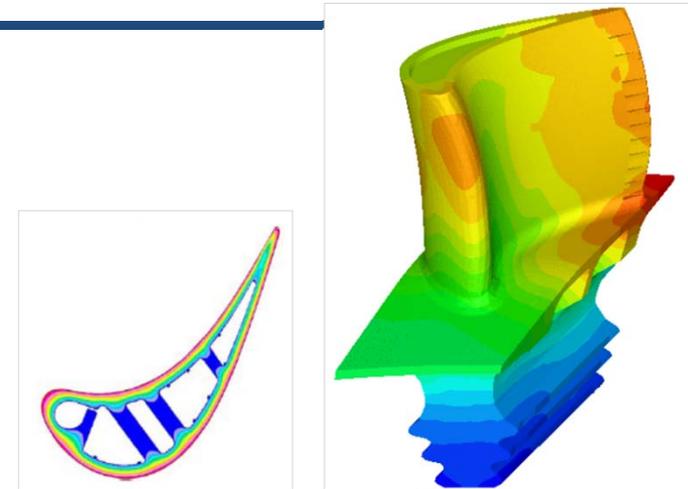
环境外流模拟界面



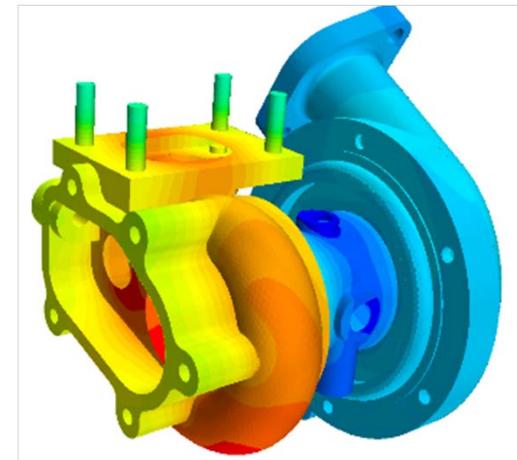
# STAR-CCM+应用领域

# 强耦合流动, CHT, 辐射, 压力

- 流体对流 -
  - 稳态或者瞬态
  - 丰富的湍流模型
  - 可压缩流动&变物性流体
  - 自然对流
  - 包含表面反应的反应流
- 固体传导 -
  - 稳态或瞬态
  - 固体材料变物性
  - 内部热源
- 完全的流固耦合换热
  - 模拟传导, 对流, 辐射&热应力
  - 高度复杂的几何以及大规模的模型



CHT of Turbine blade



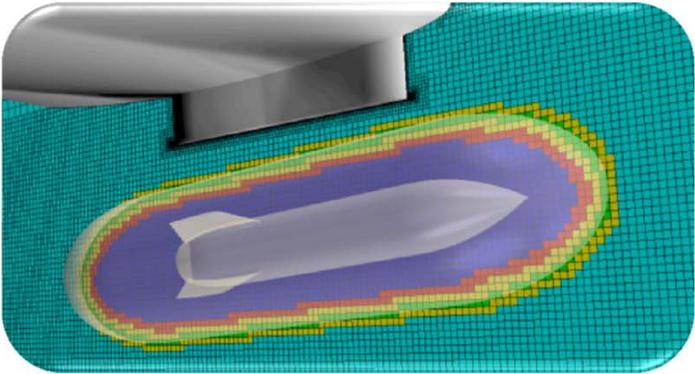
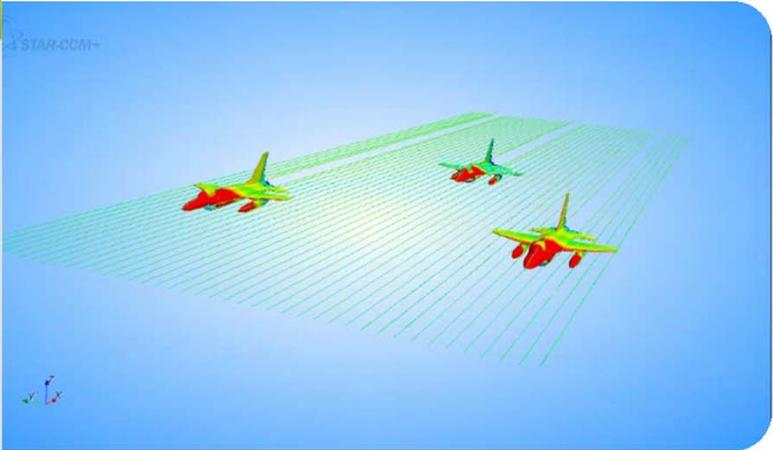
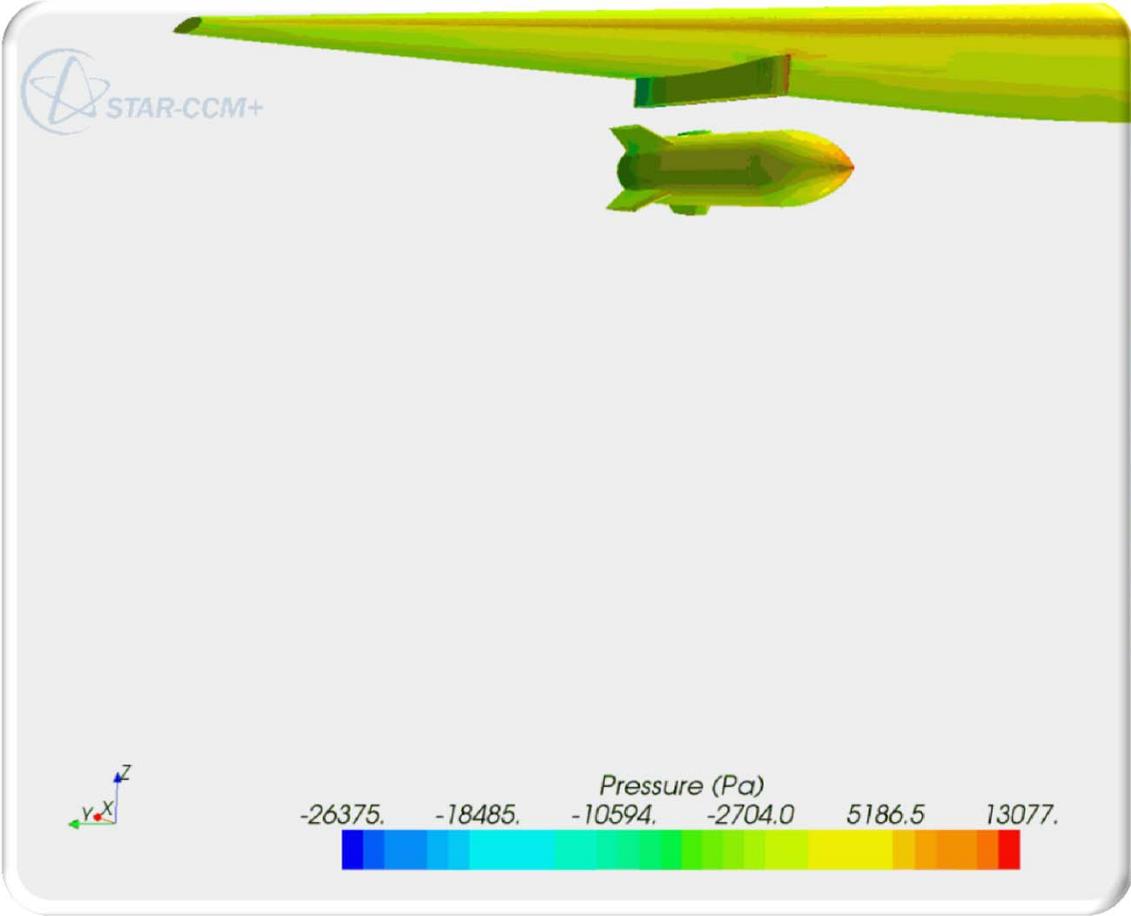
Turbocharger

# 嵌套网格 Overset mesh

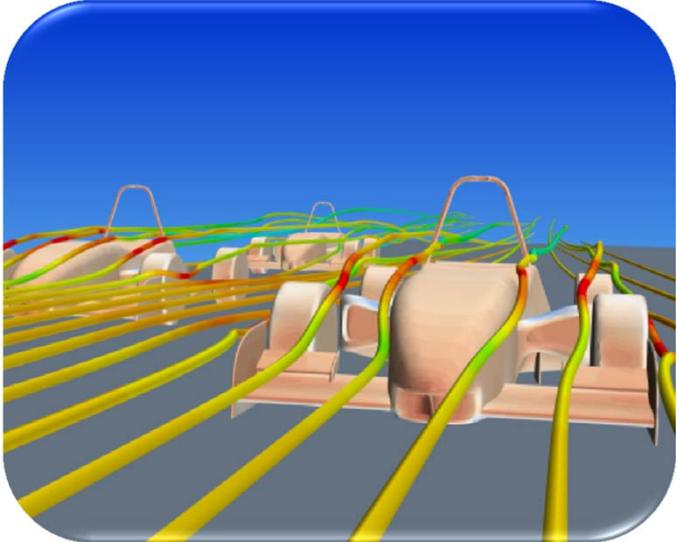
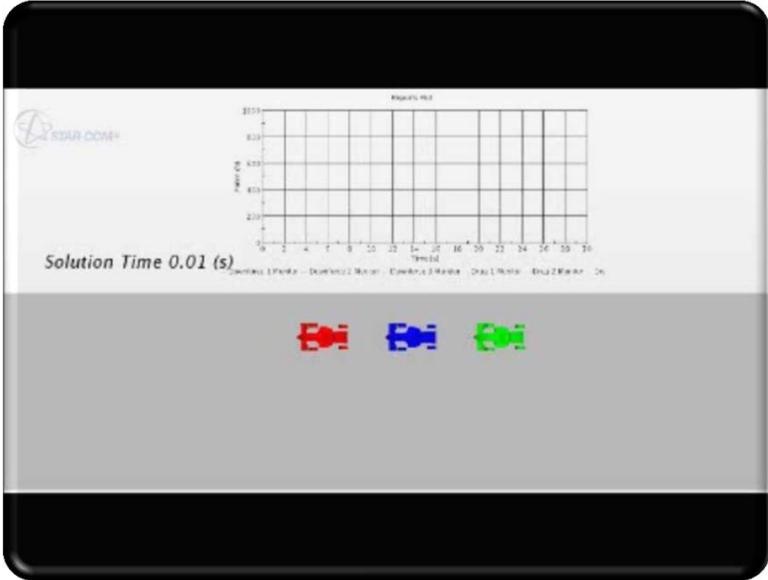
---

- 工程模拟中的模式改变
  - 嵌套网格减少整个分析过程
  - 开辟了一个新的应用范围
    - 在模拟时需要运动范围较大
    - 参数化设计研究
- 它是通过以下完成：
  - 背景网格包围整个求解域
  - 独立的网格区域包围每个体
  - 流场信息是通过重叠区域传递

# 工业应用：航空

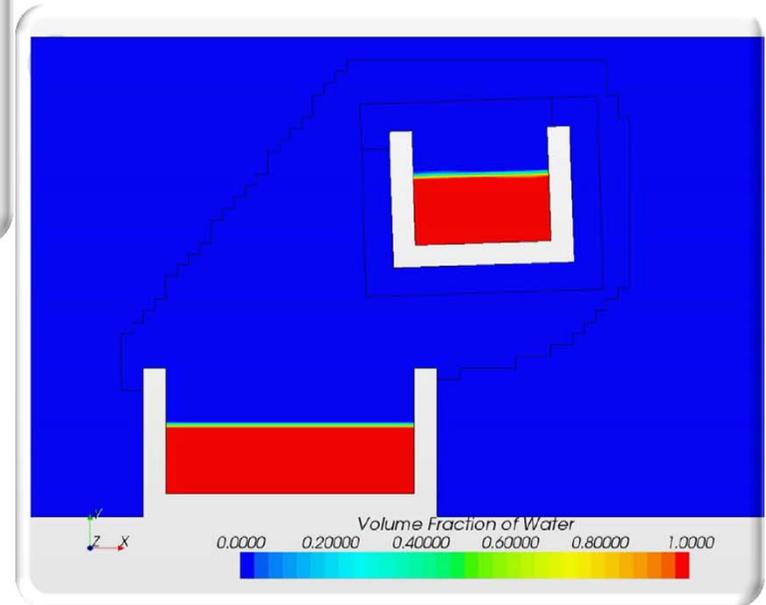
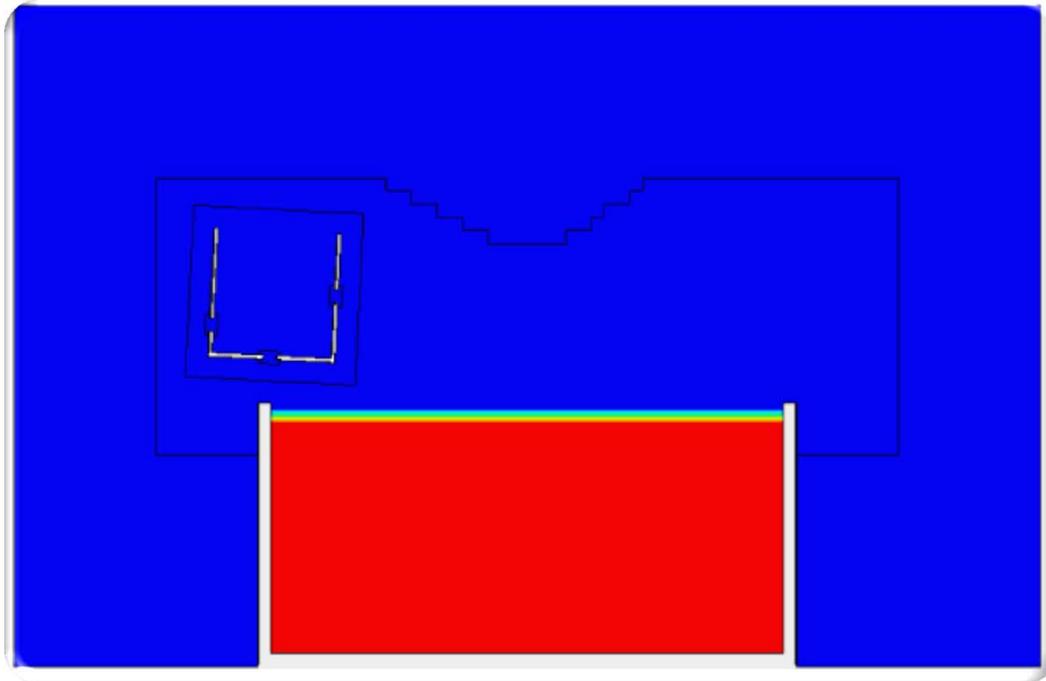


# 工业应用：汽车

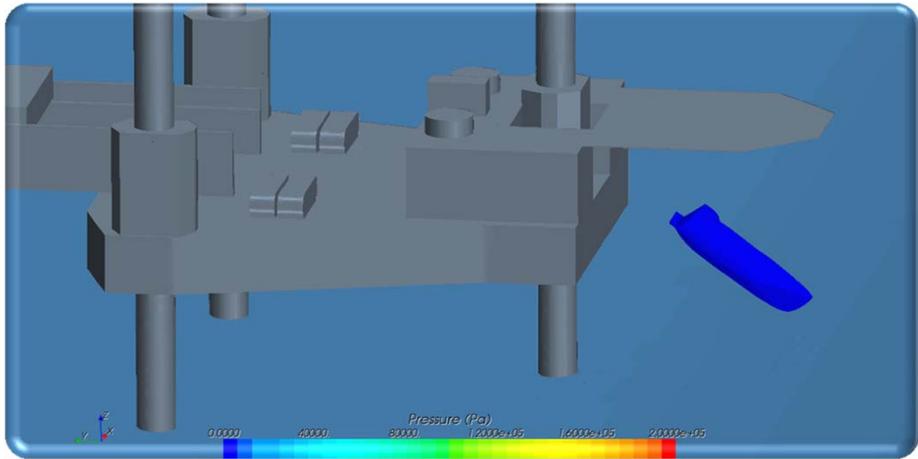
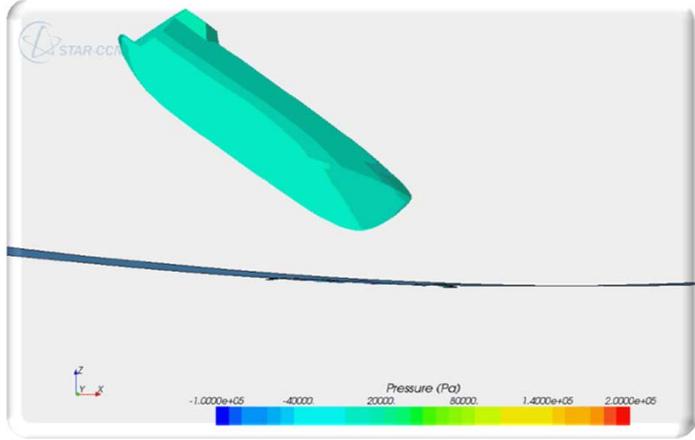


# 工业应用：制造业

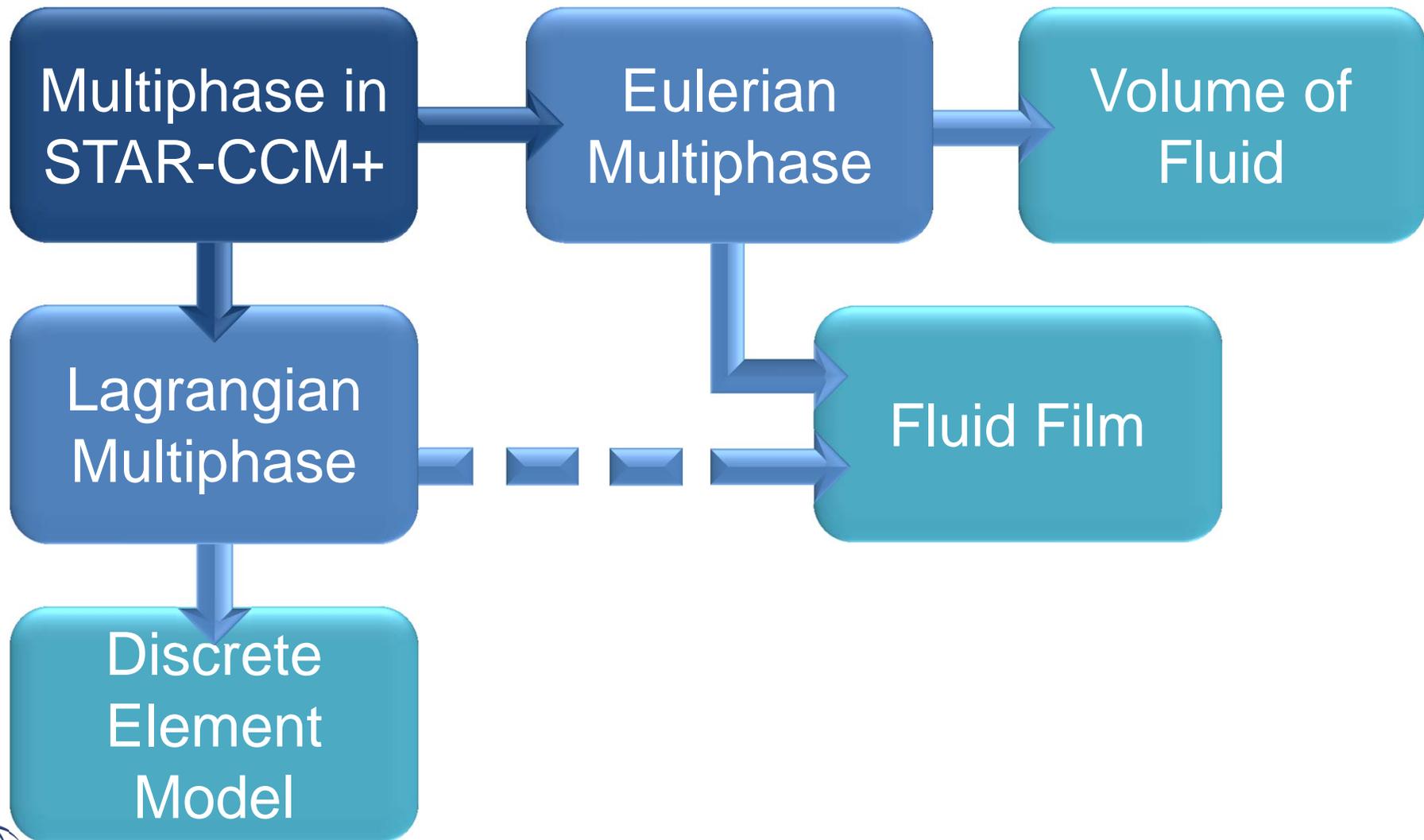
---



# 工业应用：船舶与海洋工程

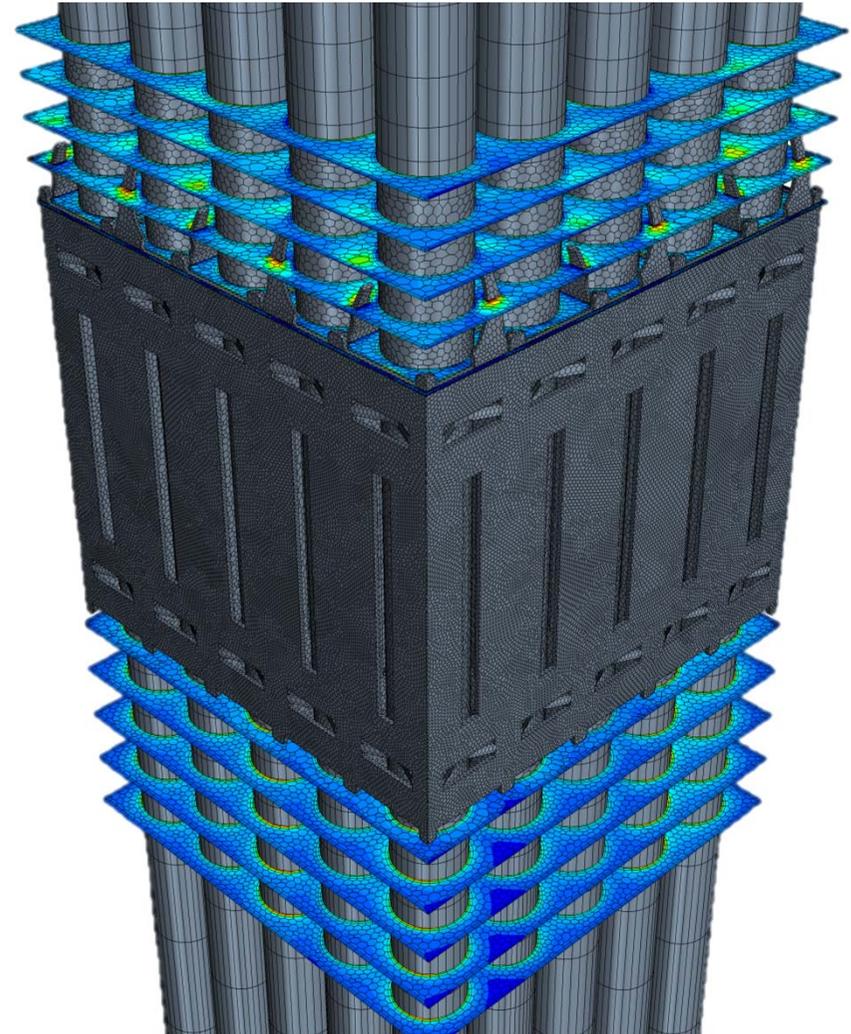


# 多相模型



# 多相模型

- 欧拉多相
  - 5个阻力修正选项来控制一个受影响的粒子或气泡
  - 虚拟质量系数的两个新方法,
    - Spherical particle (默认) and Zuber
- DEM
  - 随机喷射模型
    - 用户通过孔隙率自定义饱和区域
  - 更多场函数用于可视化和分析粒子之间的力



# 多相模型

## 汽车

- 汽车除灰
- 燃料喷雾



## 医药

- 血液流动
- 制药



## 化工

- 化学混合
- 分离器

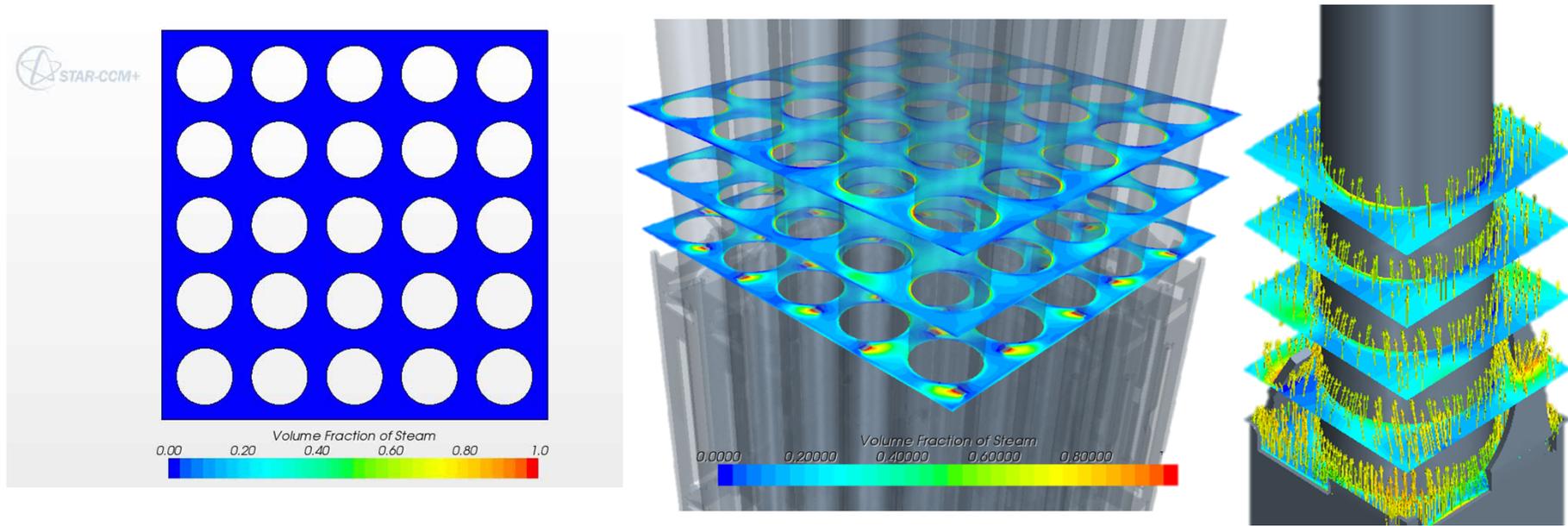


## 能源

- 油品传输
- 蒸馏



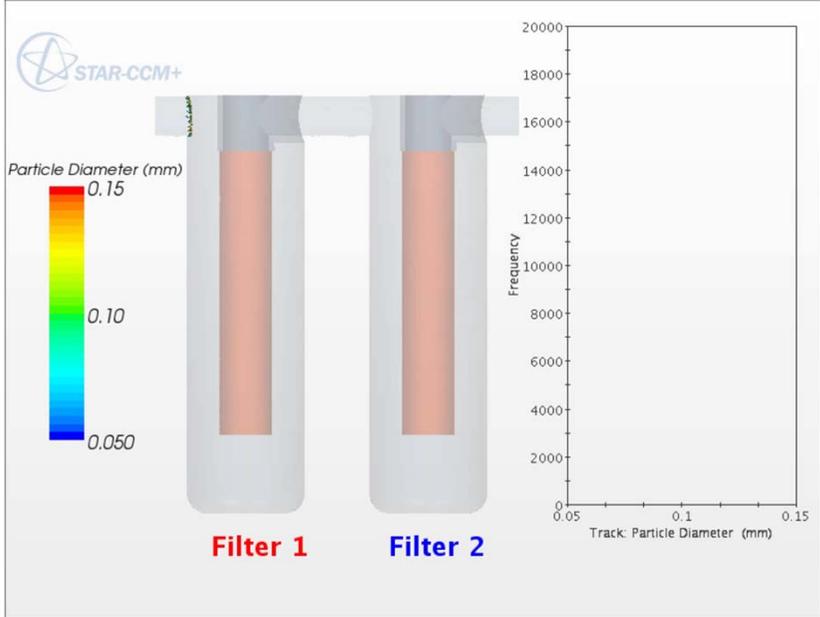
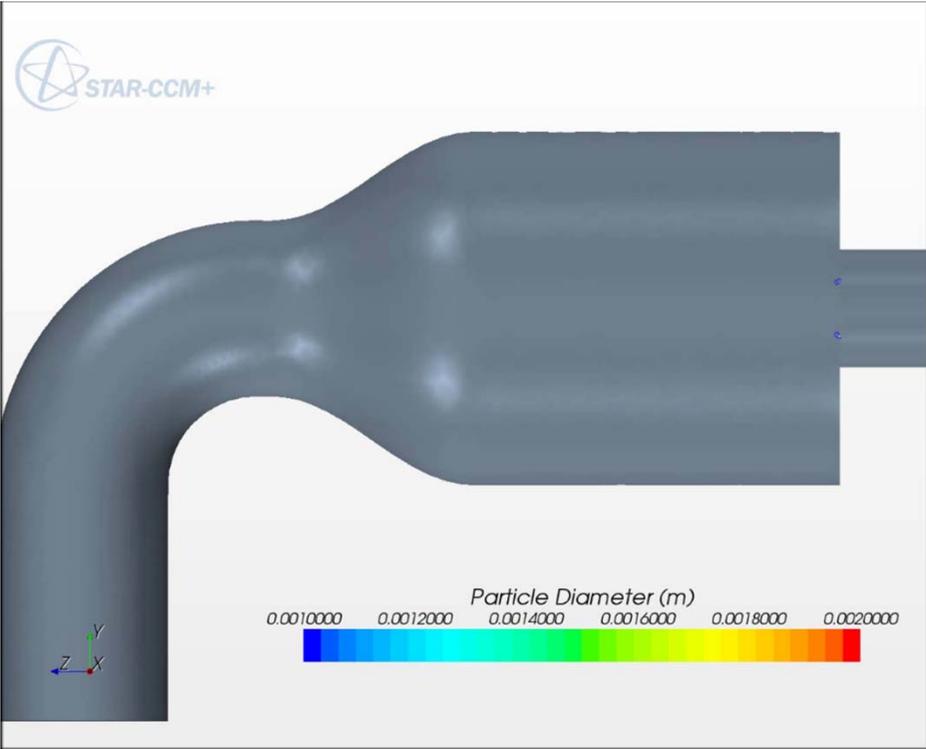
# EMP: 应用示例



沸水反应堆

# LMP: Application Examples

⇒ 2 Stage Particle Filter



⇐ Evaporator

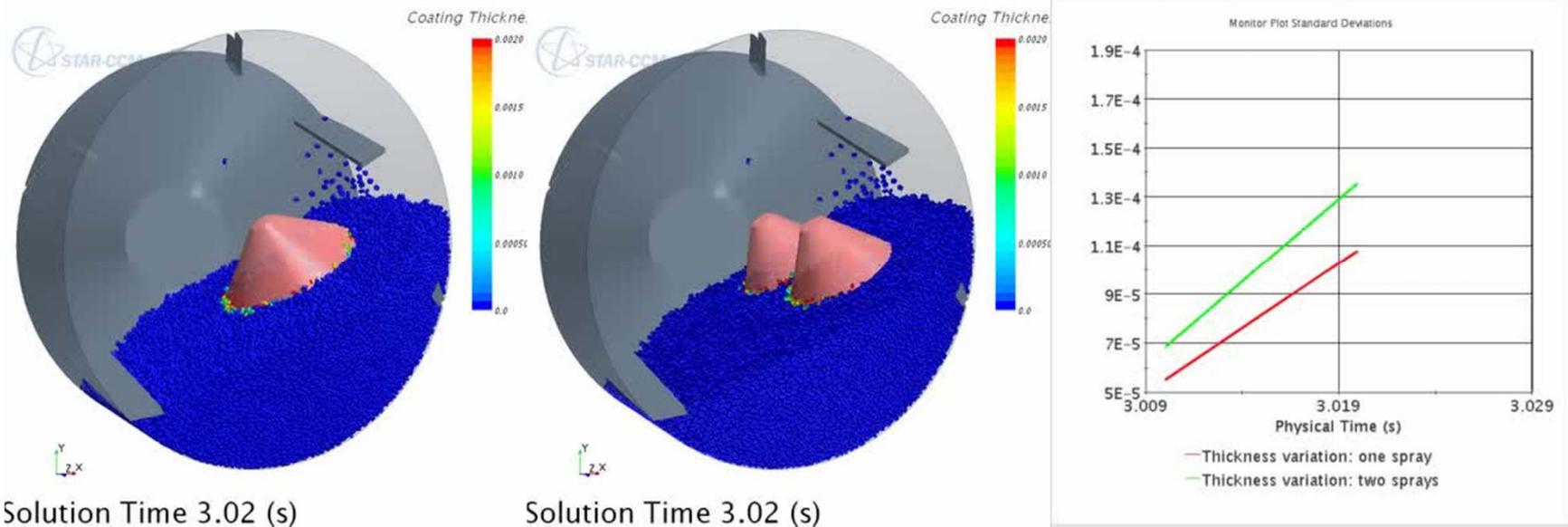
# DEM: 应用举例

## 颗粒混合 - 两相

球形颗粒

由于壁面的运动使颗粒产生运动

使用两种颗粒的尺寸来显示材料的混合过程



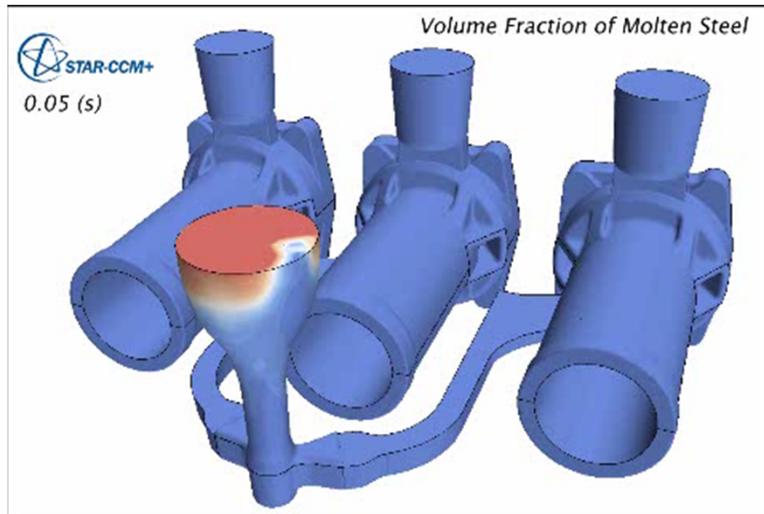
# Volume Of Fluid(VOF)

---

- 用于追踪不互溶流体交界面的运动
  - 通常用定义在两相之间的界面，如水动力模拟中的自由表面
  - VOF方面是经典欧拉多相流模型之一。
- 适用于：
  - 海洋水动力计算和船舶位置保持
  - 油舱晃动计算
  - 石油天然气流动保障
  - IC 发动机冷却



# VOF: 示例应用



⇐ 充型

钢水被浇入铸模

在模具内流动路径/钢水分配  
使用的是VOF方法模拟

⇒ DFBI 下沉与吃水差

船体设置为一个DFBI body  
显示气液体积比为0.5的自由液面  
检测纵摇与升沉



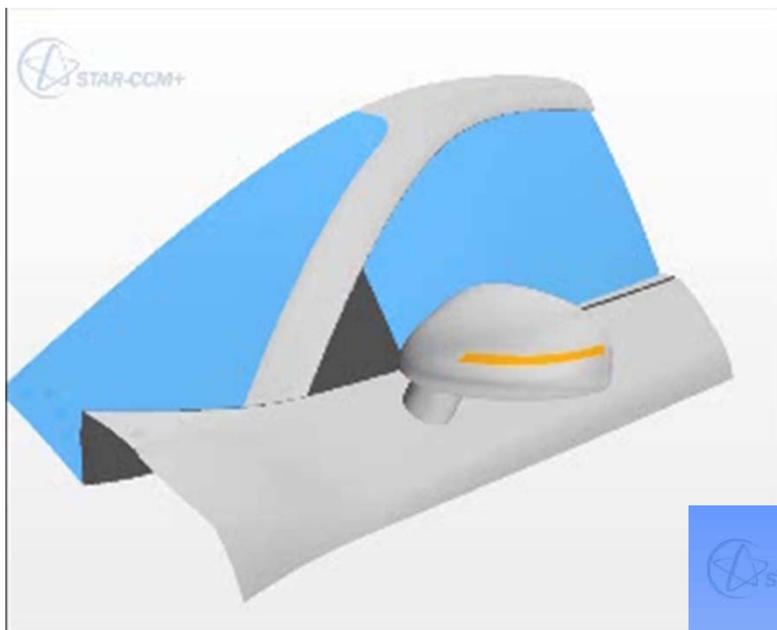
# 液膜

---

- 用于建模模拟固体表面的流体薄膜。
  - “薄”，因此不改变固体的有效形状，节省计算成本
- 使用EMP 架构建模，但是可以通过拉格朗日粒子接收或提供材料到流域中。
- 适合于：
  - 车辆污渍
  - 缩合
  - 燃料喷雾
  - 润滑
  - 喷涂/沉积
  - 机翼结冰



# 液膜：应用示例



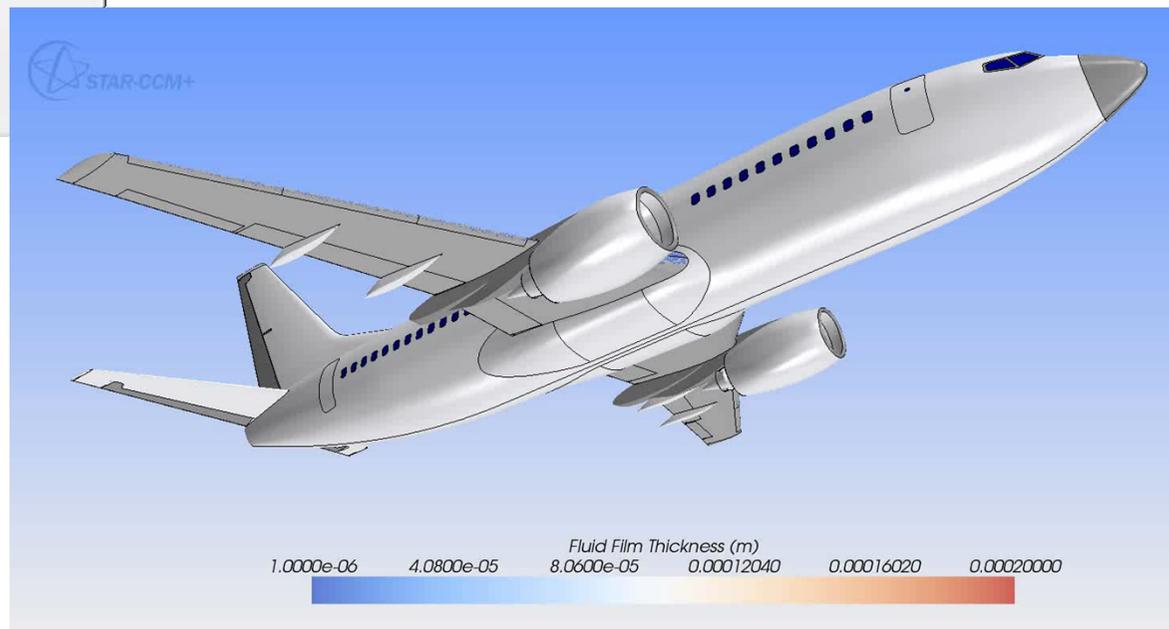
## ↑ 汽车

拉格朗日粒子撞击在车上。

液膜在表面生成

## ↓ 机翼结冰

- 商业飞机在巡航状态飞行
- 过冷的拉格朗日液滴注入机翼的上游
- 舷外发动机，板条加热，内侧，这是绝热
- 水滴在前缘形成液膜，然后回流，结冰。



# 气动声学

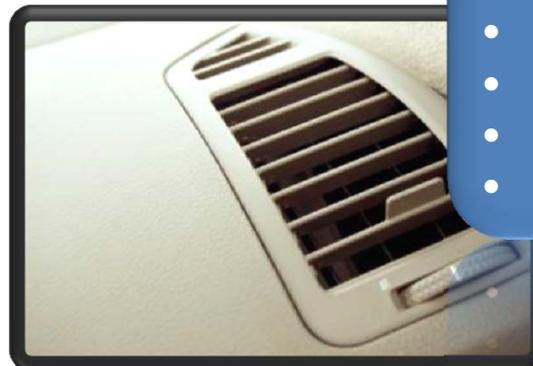
## 航空

- 机身噪音
- 发动机控制系统
- 喷射和涡轮噪声



## 汽车

- 后视镜
- 天窗噪音
- 座舱通风
- 涡轮增压器
- 冷却风扇



## 建筑物服务

- HVAC 管
- 风扇噪声



## 电子元件冷却

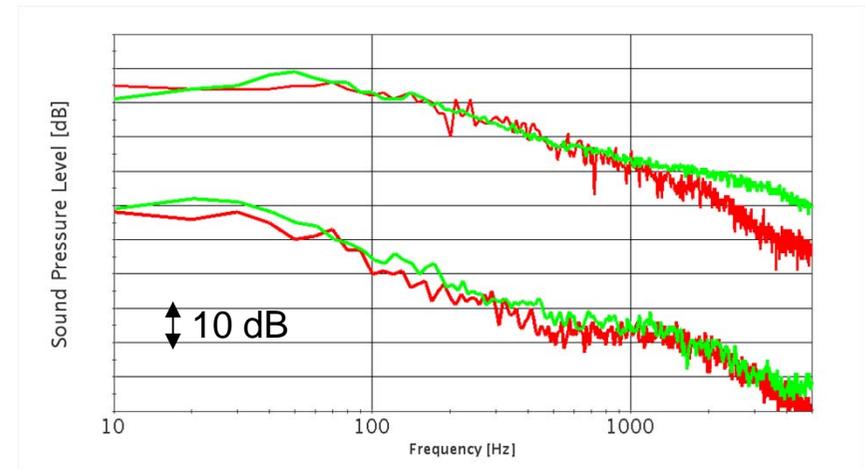
- 风扇噪声
- 空调



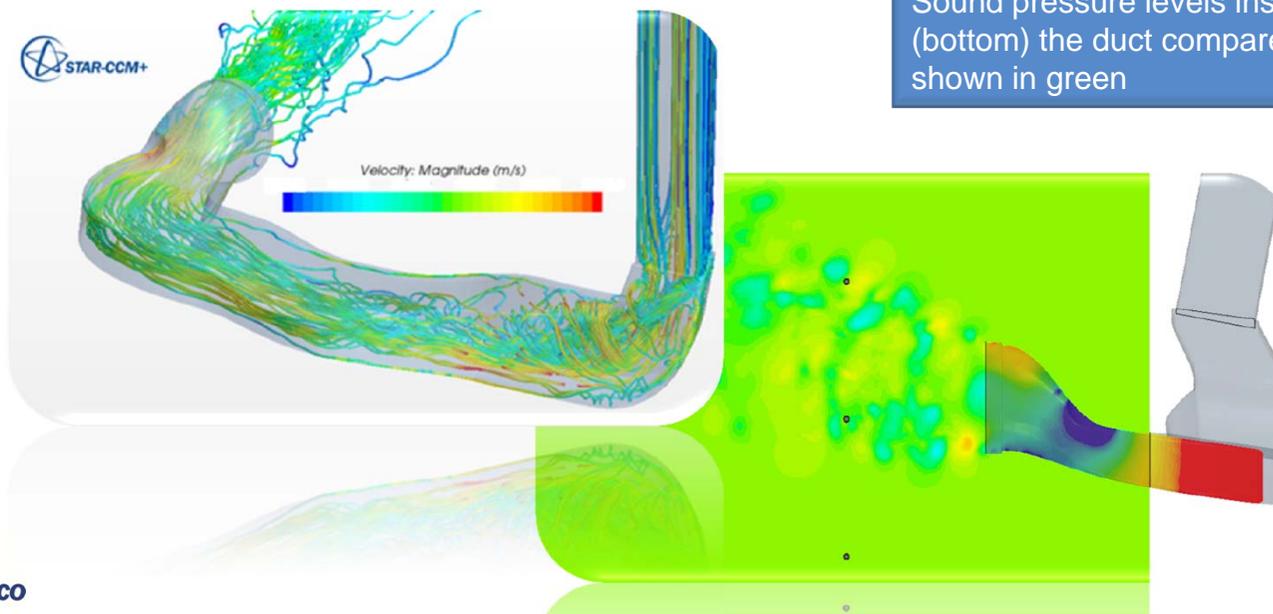
# 气动声学：应用示例

- HVAC 导管分析 捷豹路虎

- 对内管噪声源和其周边进行一系列的研究。
- 与实验结果的对比以验证方法。
- 内管和周边远场的声压水平的相关性。



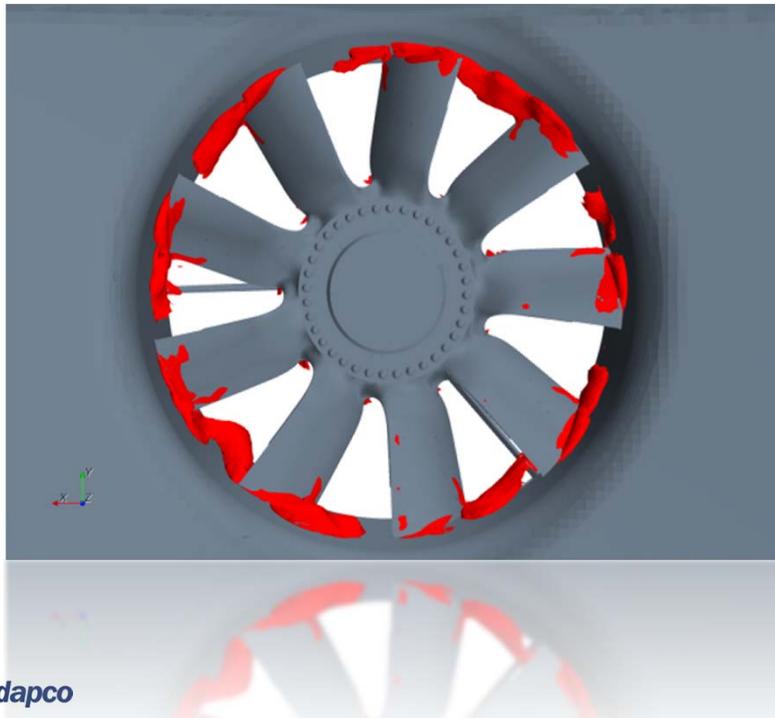
Sound pressure levels inside (top) and outside (bottom) the duct compared to experiment results shown in green



# 气动声学：应用示例

---

- 风扇噪声预测 沃尔沃技术
  - 两个冷却风扇模型的气动声学特征
  - 频带预测作为完全瞬态的第一步
  - 快速识别设计中导致噪声的缺陷



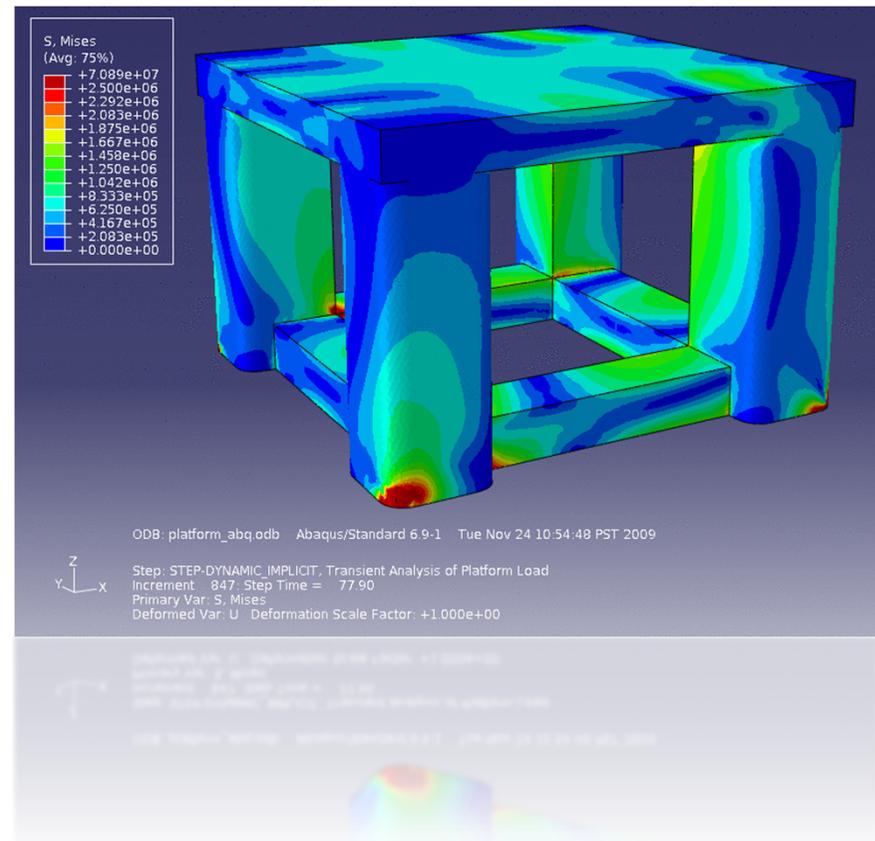
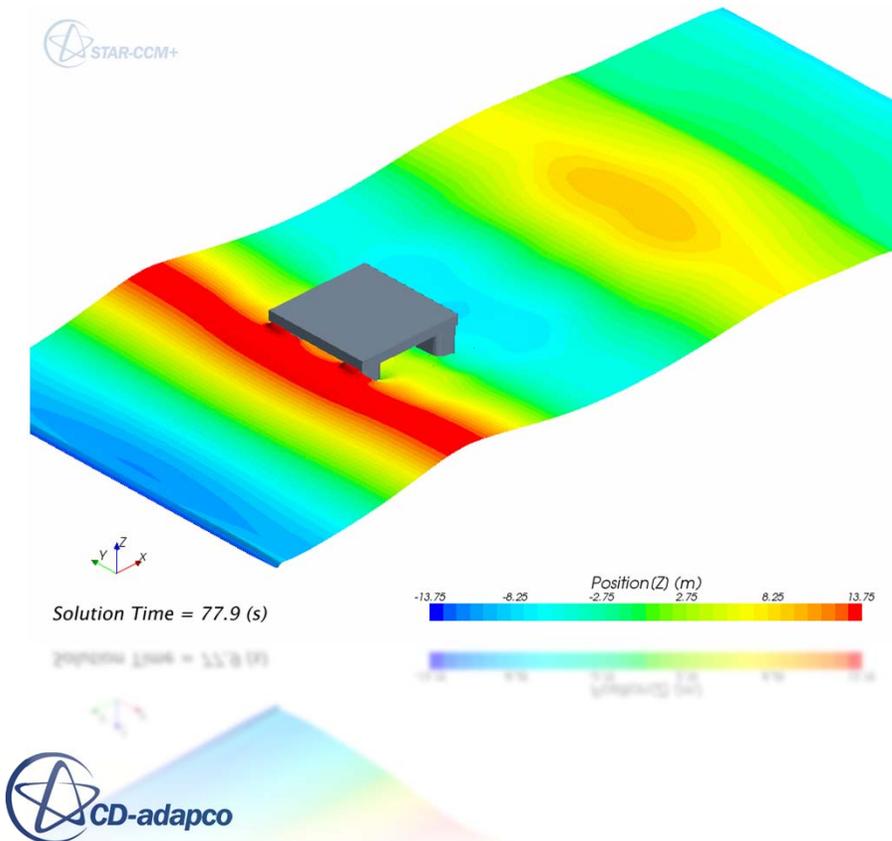
# FSI: Fluid Structure Interaction

---

- **FSI研究固体外或者固体内的流体与固体的相互作用**
  - 通常通过耦合CFD软件和有限元代码（FEA）实现流固耦合
    - 通过每个时间步长或者每次迭代传递结果实现强耦合 (协同仿真)
    - 通过文件传递结果的弱耦合（映射）
- **STAR-CCM+可以完成强耦合以及弱耦合的模拟**
  - 与Abaqus进行协同仿真
    - 隐式 (基于迭代) 或显式(基于时间步长)
  - 导入/映射/导出有限元的网格以及结果
- **另外，STAR-CCM+有一个内建的基于有限体积的应力分析功能**
  - 在STAR-CCM+内模拟流动，热以及应力场

# FSI: 示例

- 石油和天然气浮式平台分析
  - STAR-CCM+ 多相流
  - 载荷计算，并转移到Abaqus的完全耦合的FSI



# 燃烧

## 发电站

- 煤
- 生物
- 天然气



## 航空

- 燃气涡轮
- 超燃冲压发动机
- 后燃器



## 油气

- Flares
- 爆炸模型



- 池火
- 家用电器



# Battery Modeling

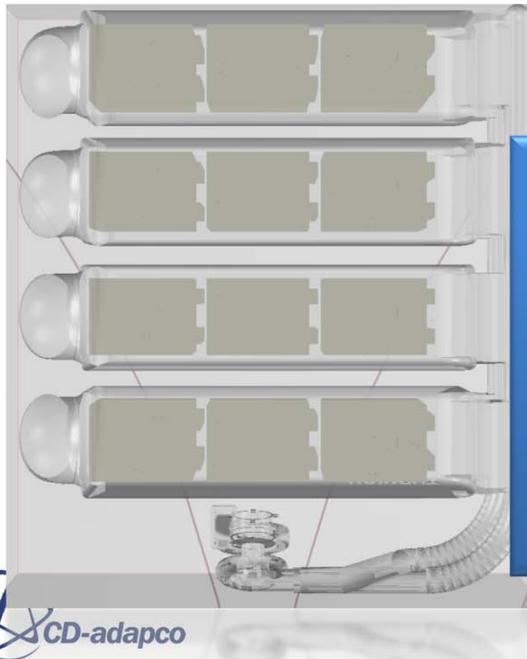
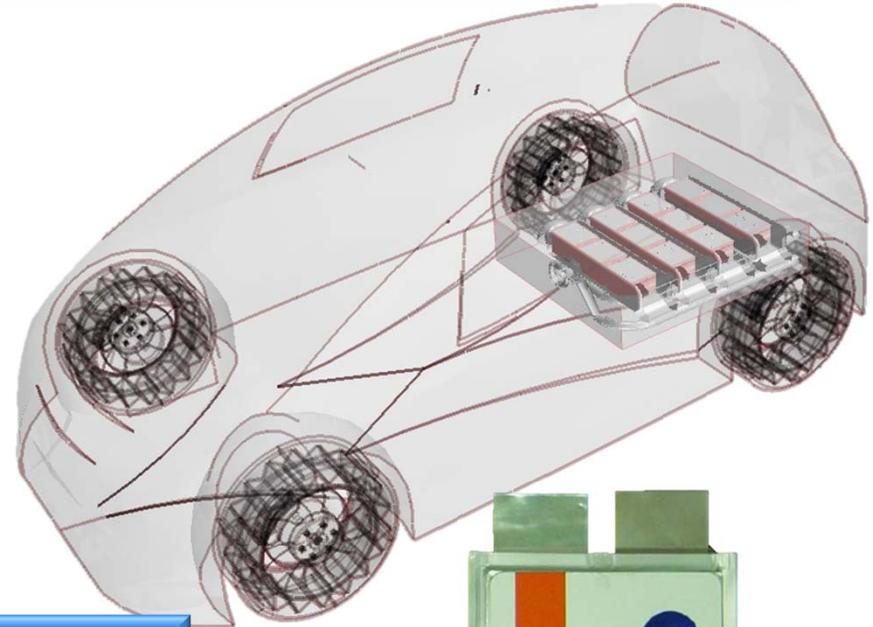
- **STAR-CCM+**可以精确的模拟锂离子电池单元以及电池包的流动，热以及电化学反应的模拟
  - 为了完成上述的分析，CD-adapco与Battery Design LLC公司合作，使用其电池分析工具Battery Design Studio进行模拟
- **BDS**以及**STAR-CCM+**可以进行大范围长度尺度的模拟



**BD** Battery Design Studio®

# 应用示例：小型城市电动汽车

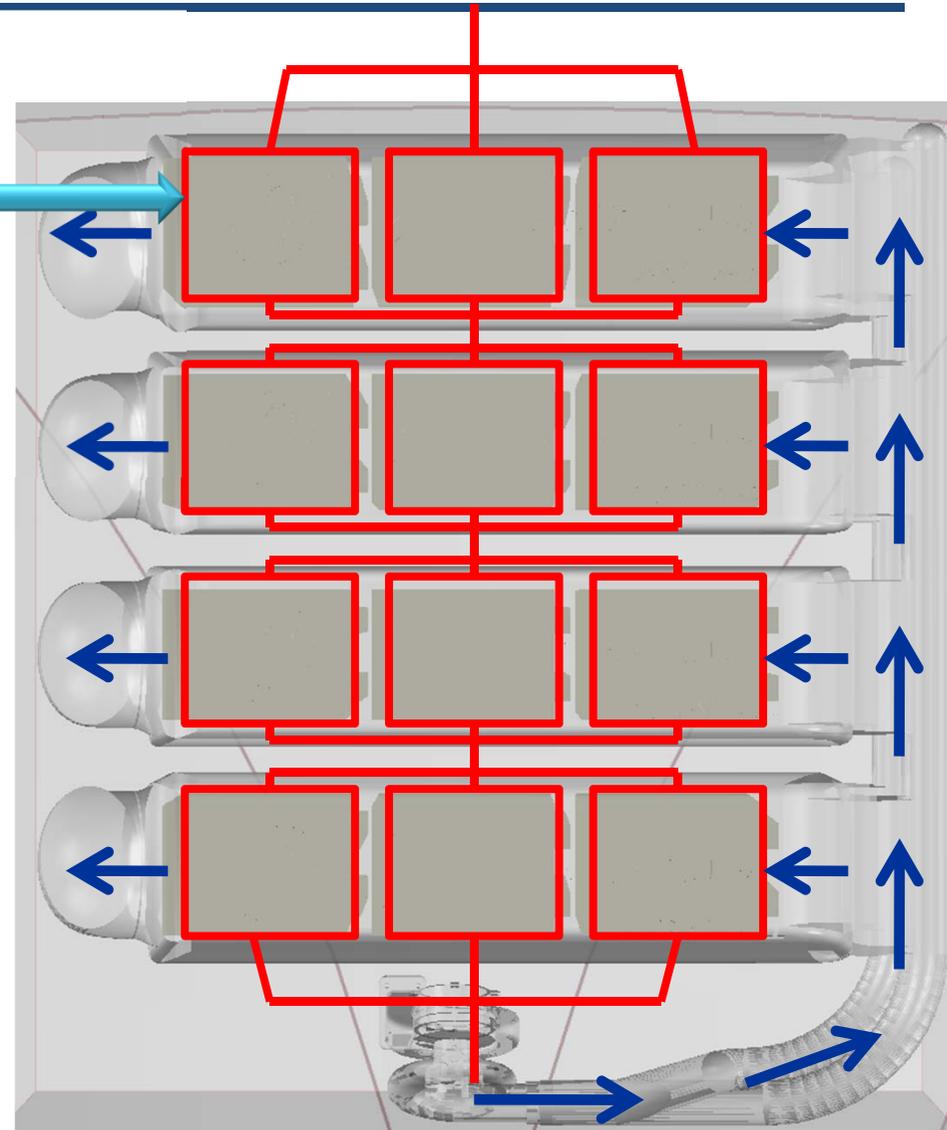
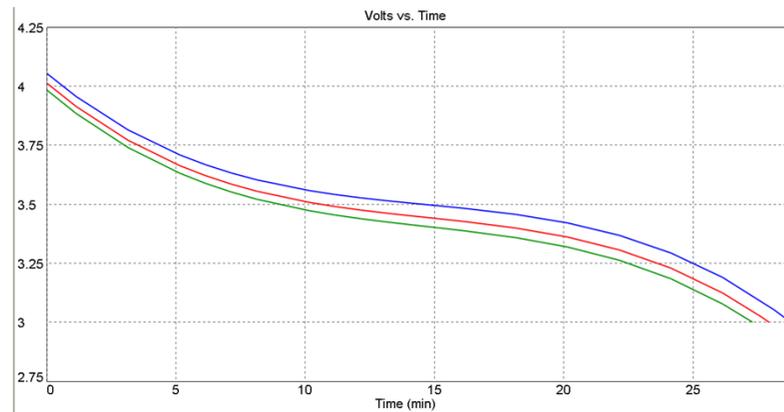
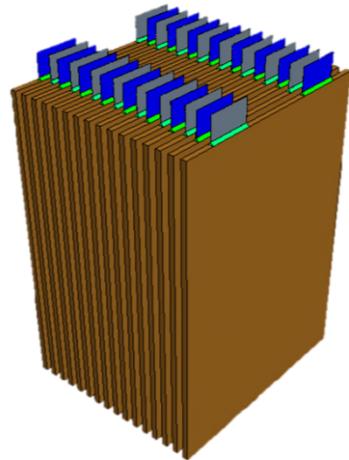
- 设计要求：
  - 驱动小型的城市电动汽车
  - 底盘的改动最小
  - 空气冷却系统（低成本）
- 选定的cell供应商
  - 26 Ah锂离子聚合物电池



- Nominal 240V pack
- 78 Ah capacity
- 12 modules
- 3 modules in parallel within each battery tray
- 4 battery trays in series
- 15 cells in each module



# 应用示例： 小型城市电动汽车 - 电池

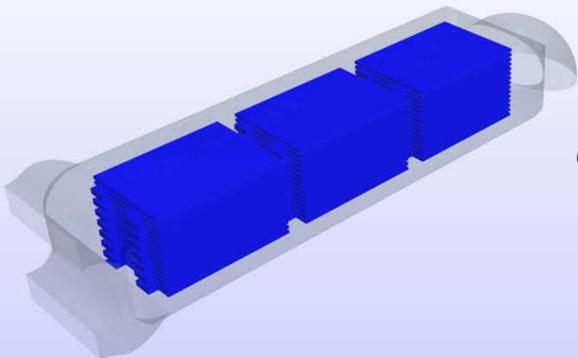


# 应用示例:小型城市电动汽车

Coupled Flow/thermal & electrochemical solution



Solution Time 1 (s)

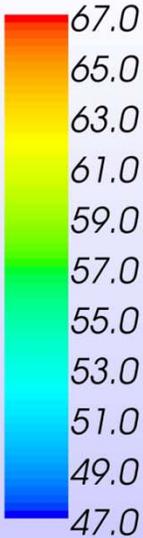


Outlet

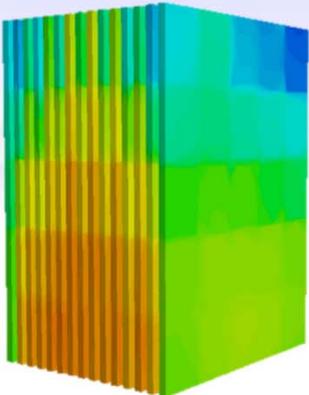
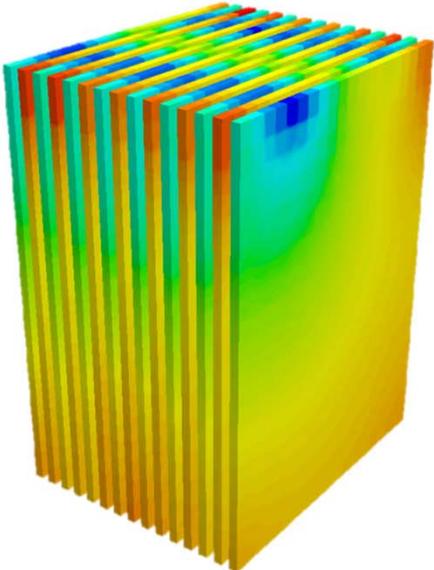


Inlet = 1m/s

Temperature (C)

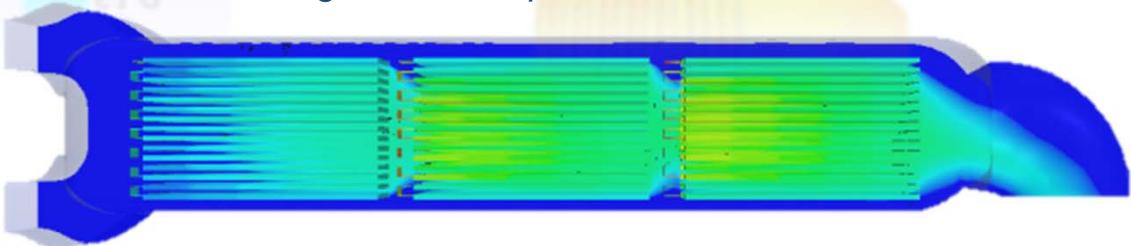


Battery SOC Distribution



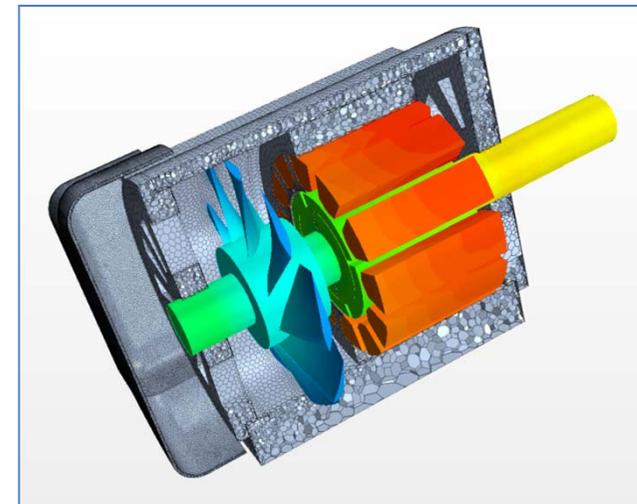
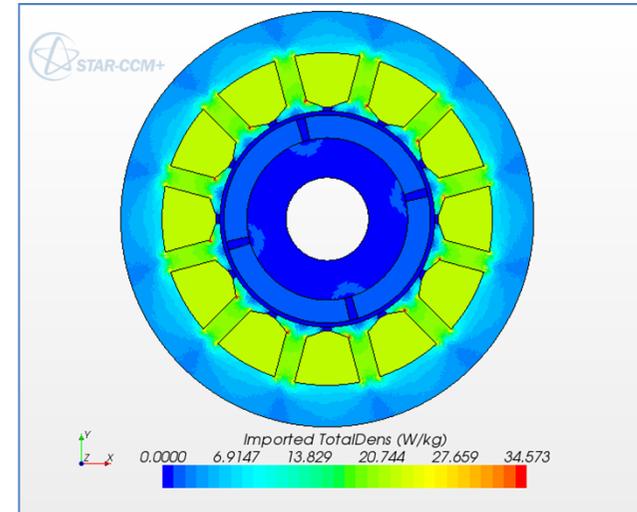
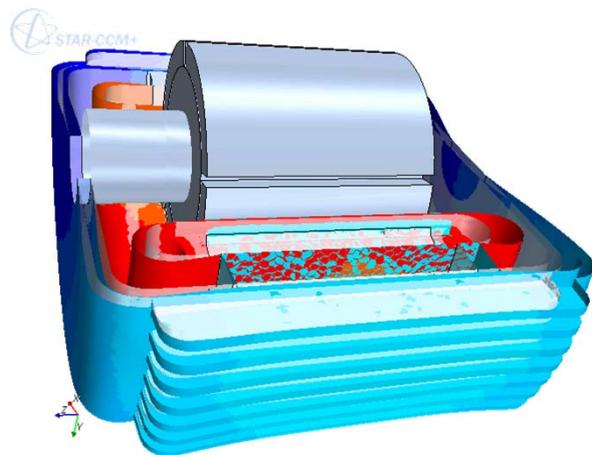
Battery Temperature Distribution

Cooling Media Temperature distribution



# 与电机设计软件SPEED耦合

- **CD-adapco**与**SPEED**合作，该电动机设计包可以帮助指定电机设计变量，材料以及操作工况
- 在定义好的操作工况下预测机器的性能
- 执行数值分析研究损失
- 损失映射给**STAR-CCM+**，进行流动以及热分析



# CD-adapco --- 我们的产品



- **STAR-CCM+** 是一个完整的工程程序，用以解决涉及液体或固体中的流动，传热，以及应力（CFD分析）的问题



- **STAR-CD**是用于模拟内燃机最全面的工具包



- **ES-ICE**（专家系统内燃机）是用于设置缸内模拟的特定的前处理



- **DARS**使您能对化学过程实际的分析开发有效的，降低反应机制



- **STAR-CASRT** 是一个完整的工业铸造模拟软件解决方案



- **Battery Design Studio** (电池设计工作室)是一个独特的工具，它允许工程师设计锂离子电池，模拟其性能，并分析所得到的数据



- **SPEED** 是为电机设计用的专门的分析工具，如马达，发电机和交流发电机以及逆变器和其控制驱动器

公司网址：<http://www.cd-adapco.com>

技术支持邮箱：[support-cn@cd-adapco.com](mailto:support-cn@cd-adapco.com)

微信公众账号：西递安科  
西递安科（CD-adapco）





# STAR-CCM+®



FLUID



STRUCTURE



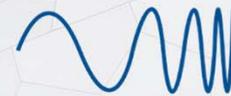
PARTICLES



ACOUSTICS



THERMAL



ELECTROMAGNETIC