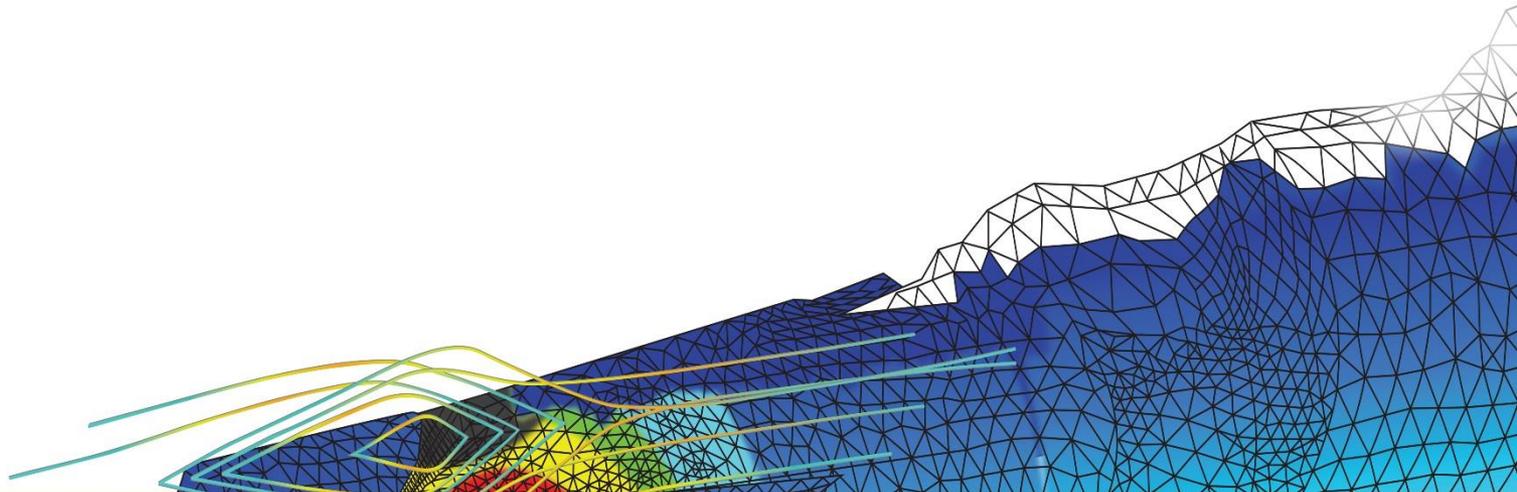


ANSYS®

Geometry, Pre- and Post-Processing



合并/相交操作

挑战

找出合适的容差用于定义不同面之间合并、相交或分开关系。尤其是在共轭传热分析中。

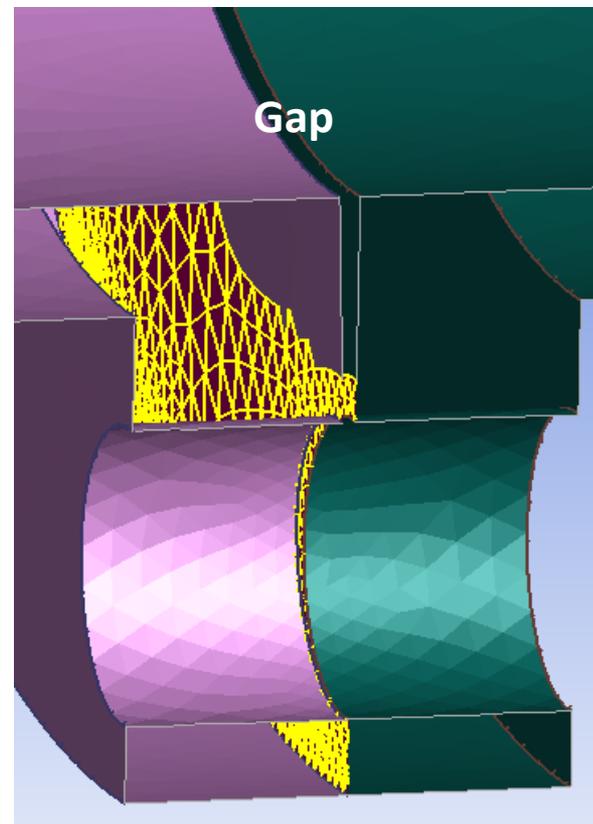
方案

流程更快、更容易

- 合并/相交操作的位置可以局部操作，并且操作过程可以撤销，避免错误操作
- 相交操作可以忽略并行面，避免错误相交

缝合、合并和相交图标

- 可以方便的在合并操作之前进行面的缝合



补面

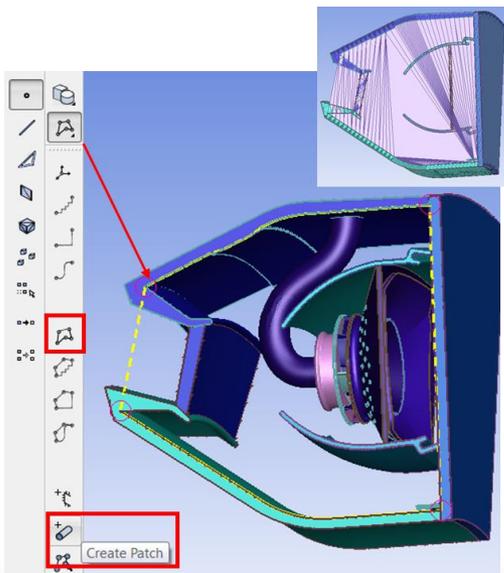
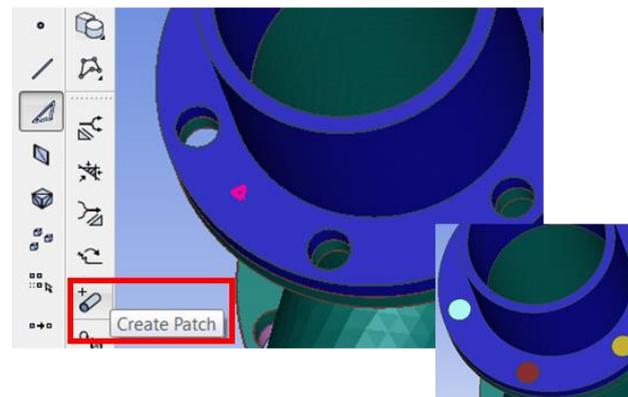
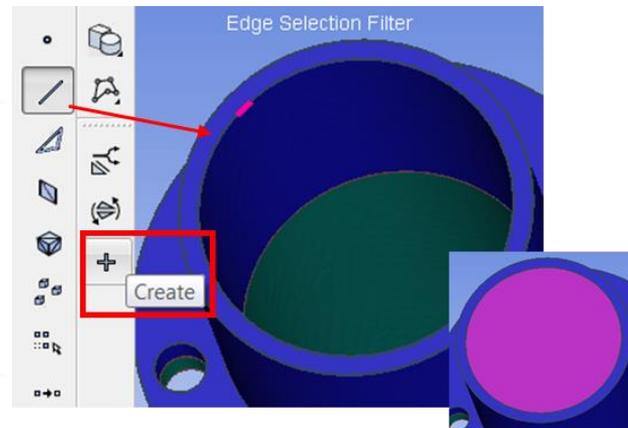
挑战

如何简化补面的流程

方案

最新改进的工具提供统一的解决方案及用户体验

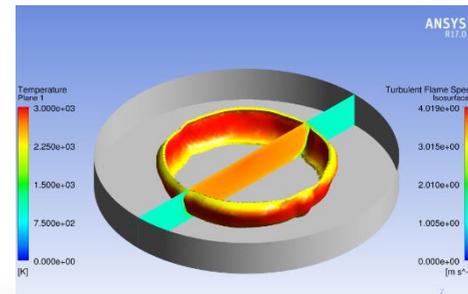
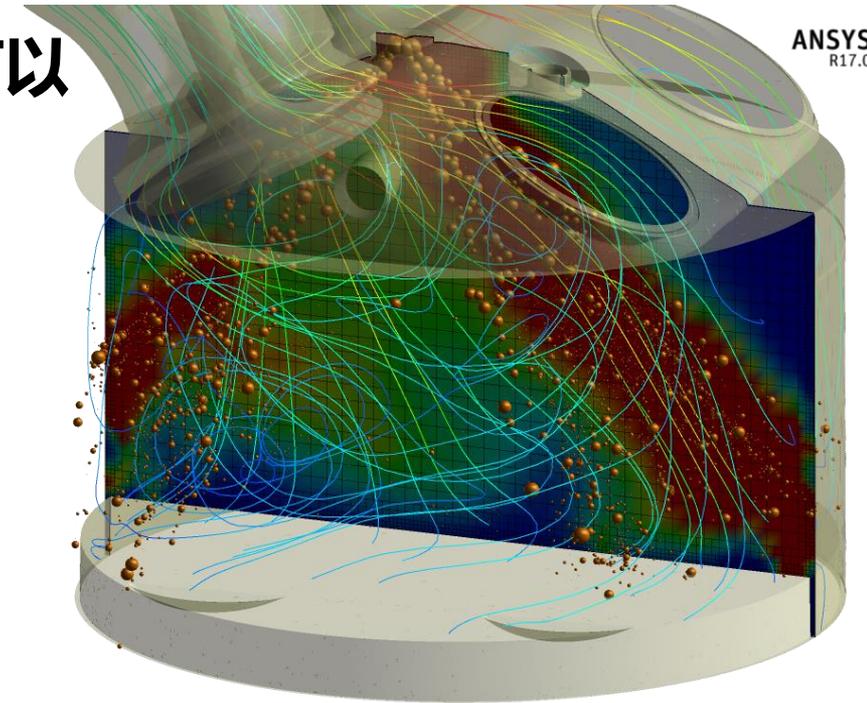
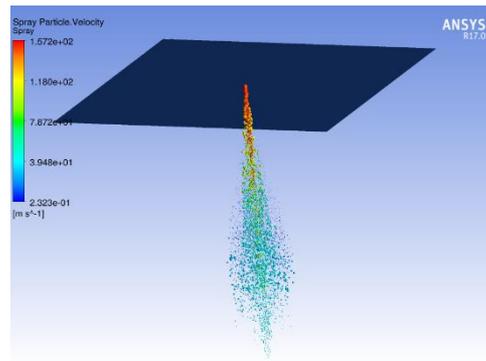
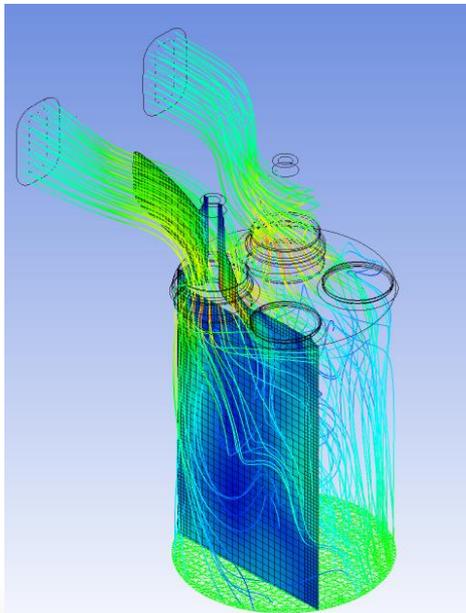
同样的按钮，同样的输入



CFD-Post可以处理Forté的求解结果

Forté CFD 的内燃机仿真结果均可以在CFD-Post中查看

- 瞬态网格运动
- 燃油喷射
- 燃烧...



用户定义截面输出数据

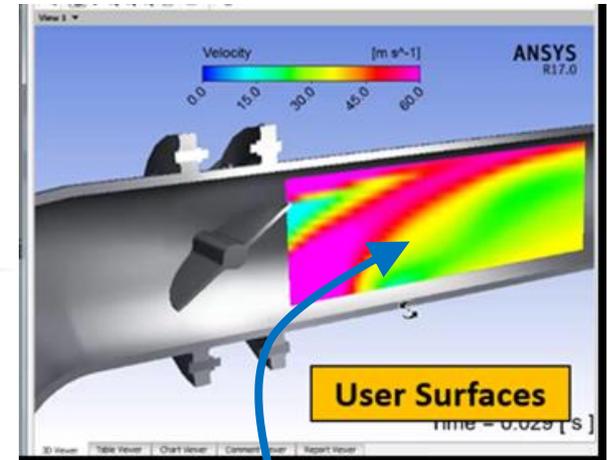
挑战

瞬态问题输出三维计算域数据时，数据量会非常庞大，后处理效率低

方案

用户可以指定任意面输出瞬态数据，并可以选择输出变量和频率 – 这些面可以完全不是网格拓扑面

- 减少硬盘消耗
- 更轻、更快的后处理
- 支持Fluent及CFX



Arbitrary surface output location
(independent of solver mesh)

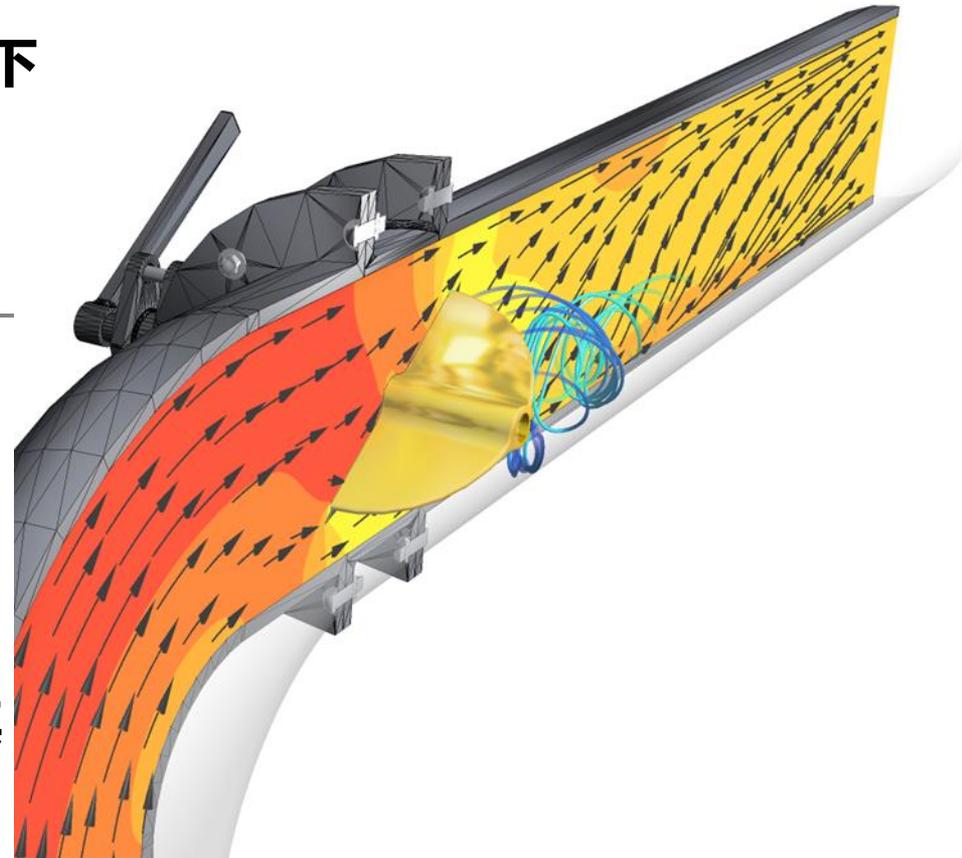
输入.stl几何文件到CFX中

挑战

仿真结果在没有原始几何的对比下
对非仿真人员可能很难理解

方案

- 可以导入或导出.stl格式几何定义
- 定义后处理位置
- 可以导入文本几何
- 可以导出任意表面位置作为其它用途——比如可以导入到FLUENT中进行后处理



Original CAD geometry surfaces around flow domain brought in as STL to give improved context to simulation results

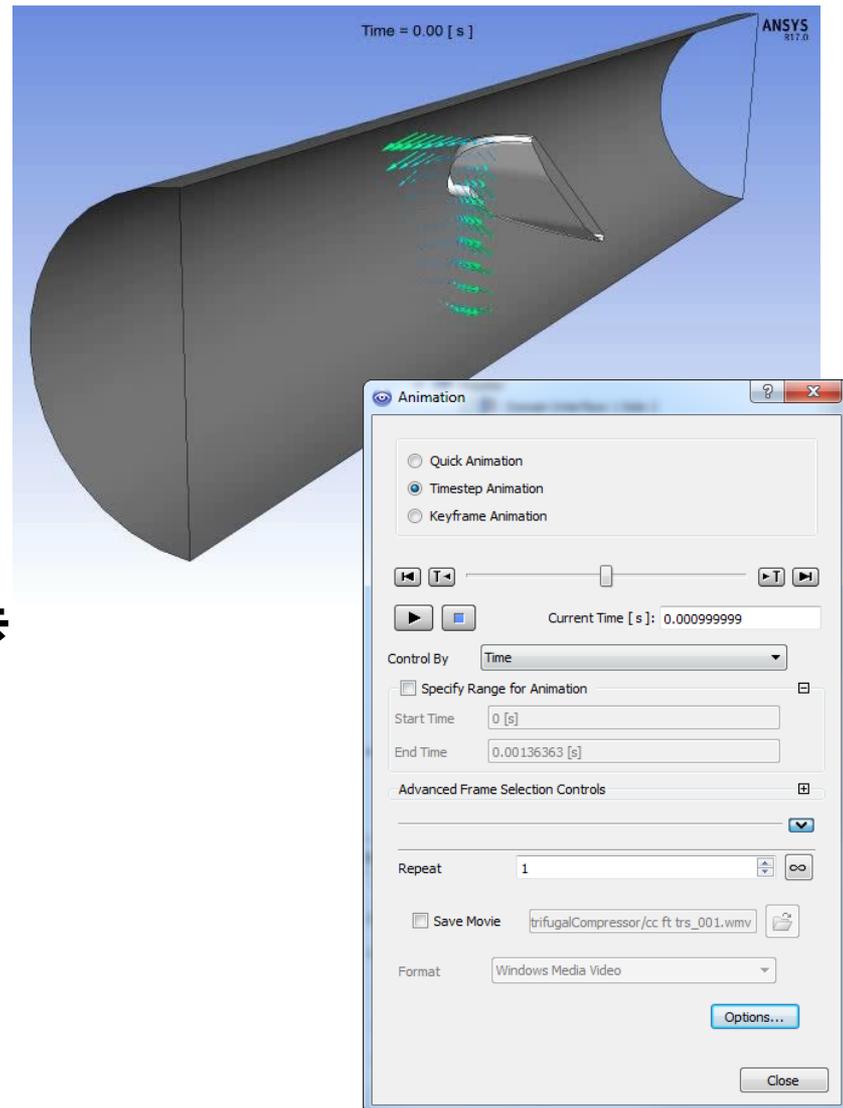
CFX中的瞬态动画处理

易用，“音乐播放器”类似的控制方法

- 播放/停止
- 下一步/上一步
- 第一步/最后一步

指定所需的瞬态区间，可以采用迭代步数、时间、转角

输出瞬态动画影片



CFD-Post数据处理更加灵敏

挑战

CFD-Post, Engine, GUI不同组件之间的数据压缩降低了数据处理的灵敏度

方案

内部数据传递避免数据压缩/解压

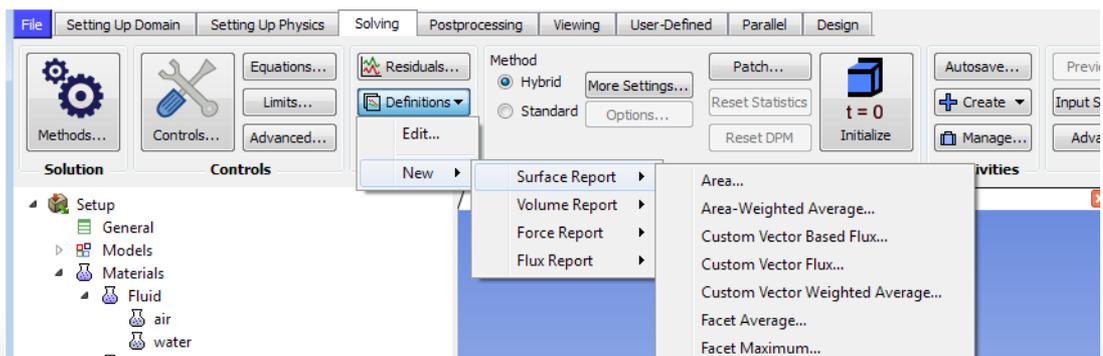
- 更多数据传递但减少了压缩/解压的消耗
- 加速40%



易用的求解监控及后处理方法

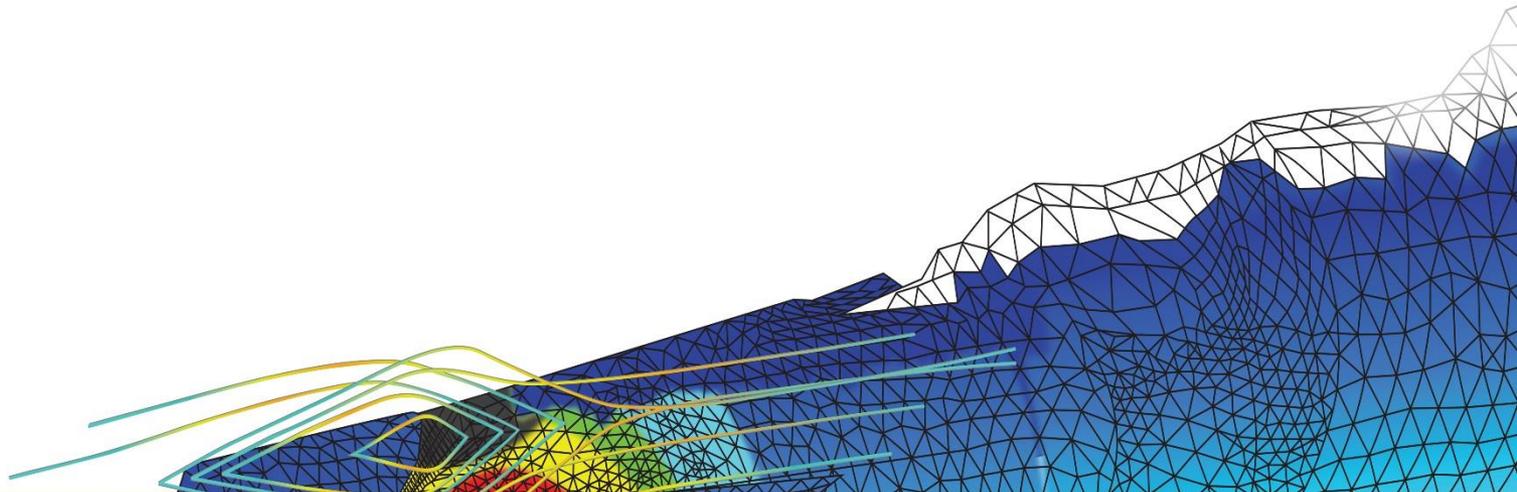
输出变量定义

- 将求解监控和后处理集成到一个工具
- 更方便的生成并存储数据
 - 将多个输出变量写入同一个输出文件，并打印到同一个窗口
 - 更容易进行文件及窗口管理
 - 更方便进行数值的比较
- 自定义表面积分变量
 - 比如，采用入口表面压力对压力场进行无量纲化





Meshing



基于域的体网格生成

挑战

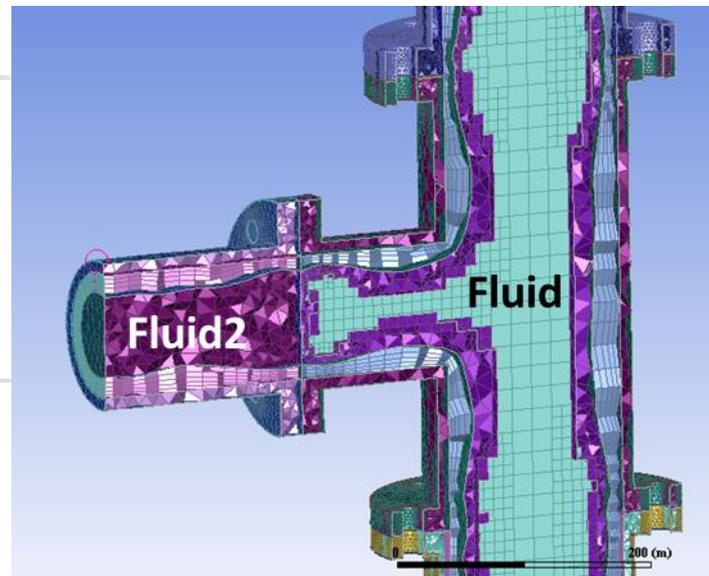
需要在同一个计算域的不同区域采用不同的网格类型和尺寸参数

方案

可以在一个或多个域生成一种体网格

- 四面体或六面体核心
- 有/无附面层网格
- 本地网格设置

支持四变形或六面体网格



- ▾ Volumetric Regions
 - Hex
 - Prism-only
 - Hexcore
 - solid-1
 - solid-2
 - solid-3
 - solid-4
- ▾ Cell Zones

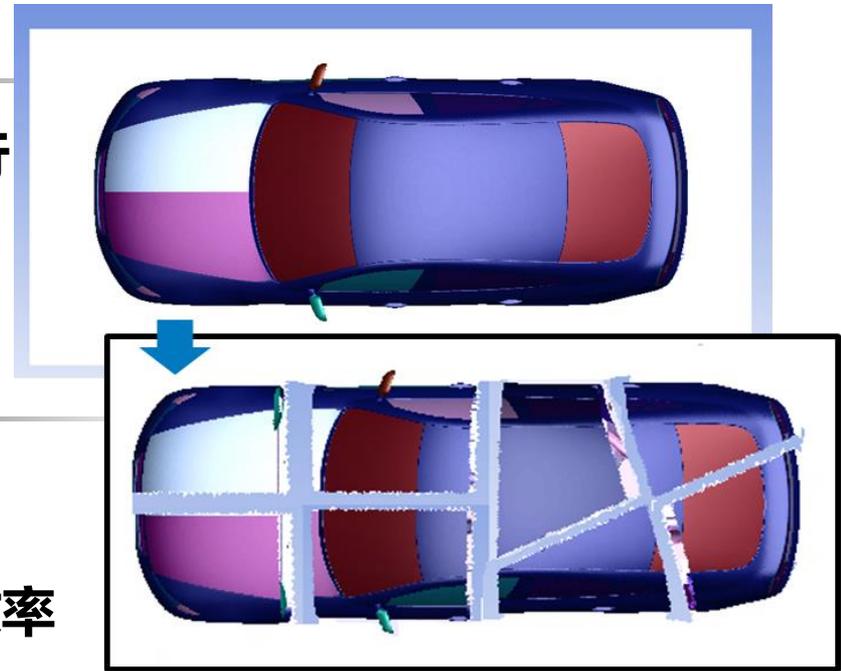
并行生成附面层网格

挑战

需要更快的体网格分区方式，提高并行求解的效率

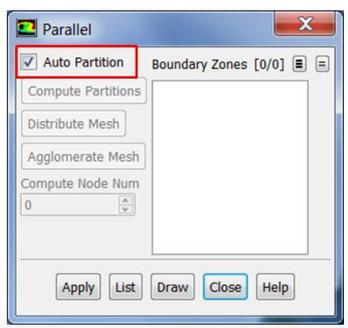
方案

- 采用主惯性轴方式自动分区网格
- 8核并行相比串行生成附面层网格效率提高2-3倍



8 Node Example - DrivAer Car

Partition 0	: 395645 faces (14.1 %)
Partition 1	: 333833 faces (11.9 %)
Partition 2	: 391337 faces (14.0 %)
Partition 3	: 332926 faces (11.9 %)
Partition 4	: 382297 faces (13.6 %)
Partition 5	: 330134 faces (11.8 %)
Partition 6	: 321412 faces (11.5 %)
Partition 7	: 317079 faces (11.3 %)



原生多面体网格生成

挑战

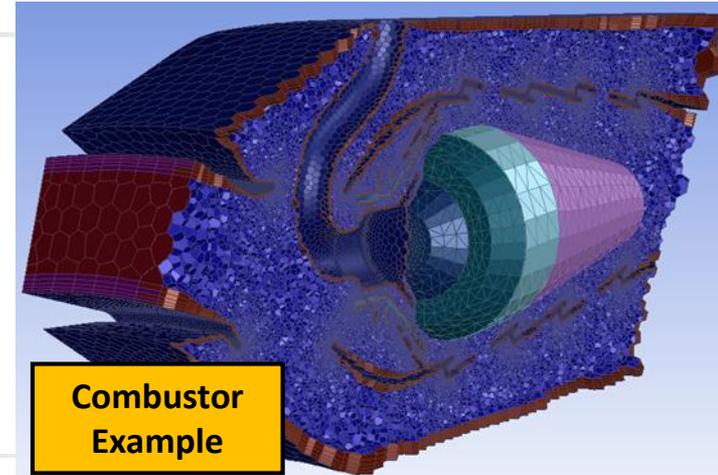
多面体网格生成需要基于四面体网格，并在FLUENT中转换。过程复杂，耗费时间并会导致体积较小的网格单元。

方案

在FLUENT Meshing中生成原生的多面体网格

优势:

- 内存使用少2-3倍
- 生成速度快2-3倍
- 减少差网格数量，提高求解速度15-30%
- 及时发现网格问题，并进行优化



四面体网格转换

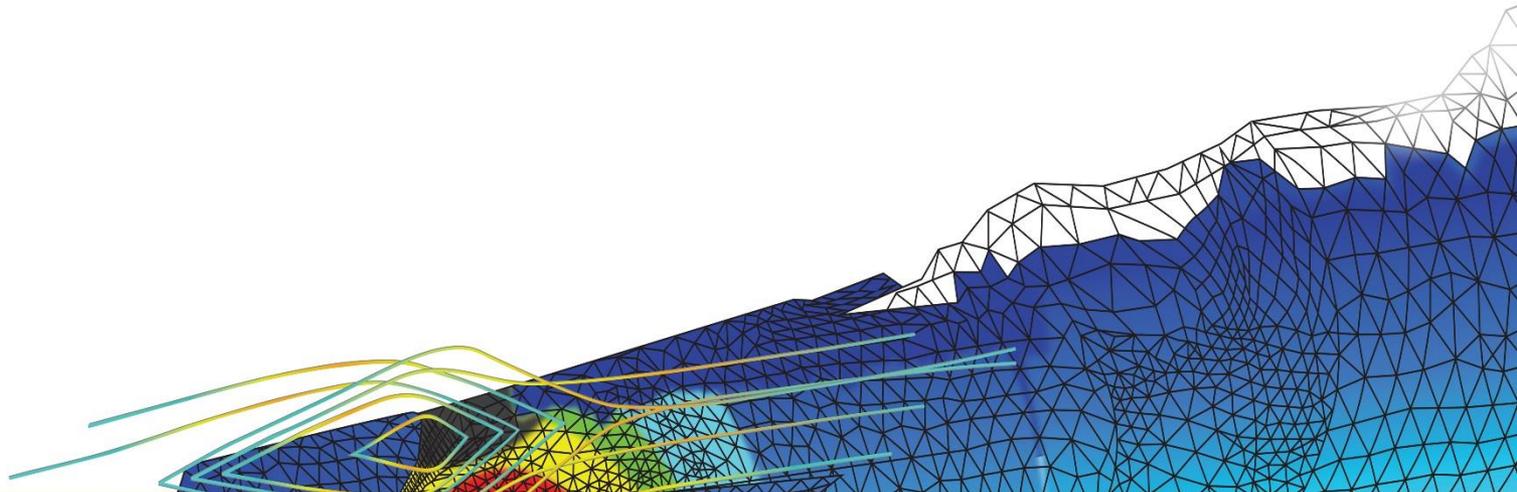
- 6 million cells
- 16 GB memory
- 22 minutes

原生多面体网格

- 3.5 million cells
- 5 GB memory
- 17.5 minutes



ANSYS Fluent

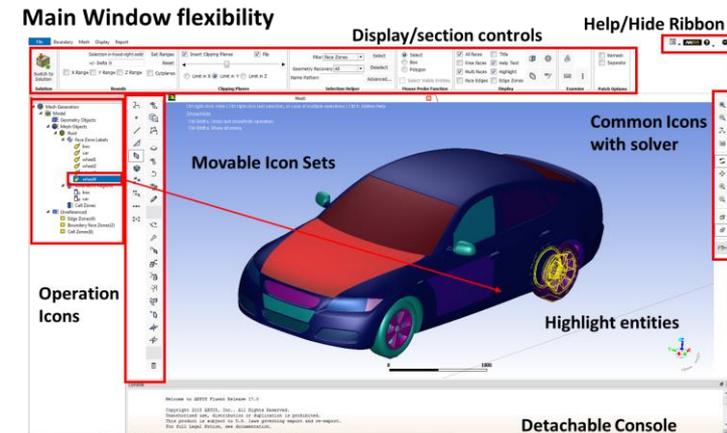
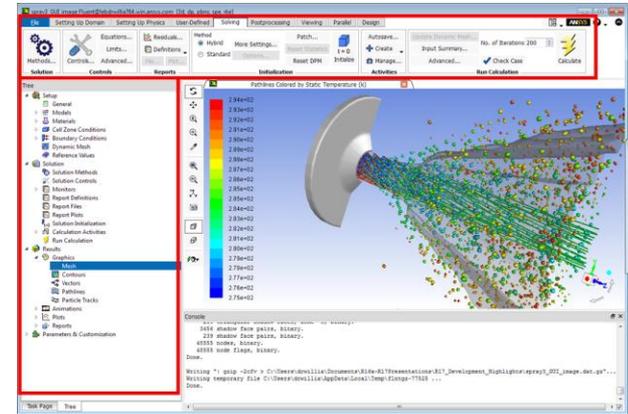


全新的用户体验

Solution

ANSYS 17.0 Fluent 及 Fluent Meshing采用新的操作流程，在保证效率、功能的同时，更加易学易用

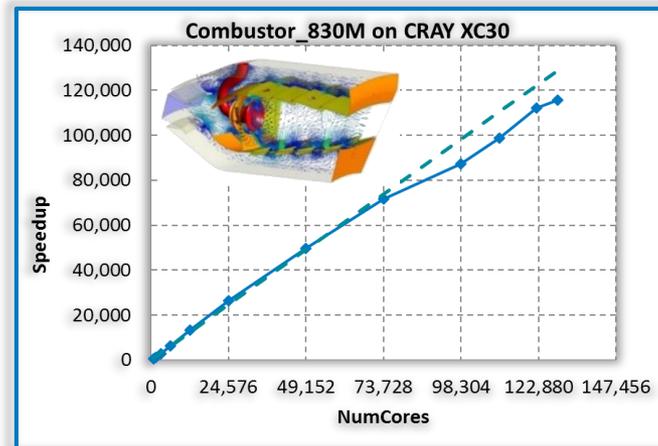
- Ribbon风格的工具栏及其它改进让导航过程更加直观、快速，减少鼠标点击次数
- 新的操作流程可以减少12%的点击
- Video overview available



高性能求解效率

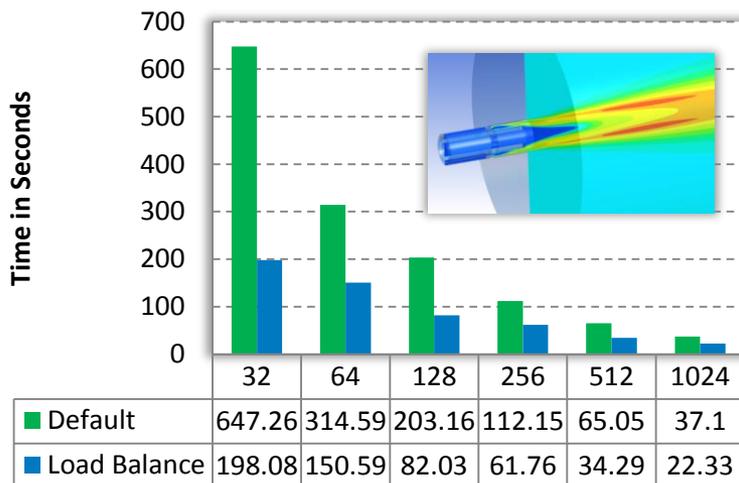
Fluent并行加速效率保持线性的记录 达到129k核

17.0不光是HPC并行，还有更多其它高性能加速方式

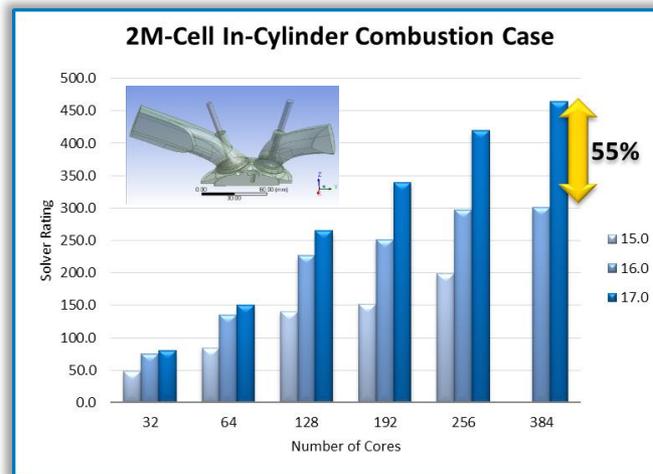


HPC Scalability

Oxy-fuel Burner, 1.9M hex cells



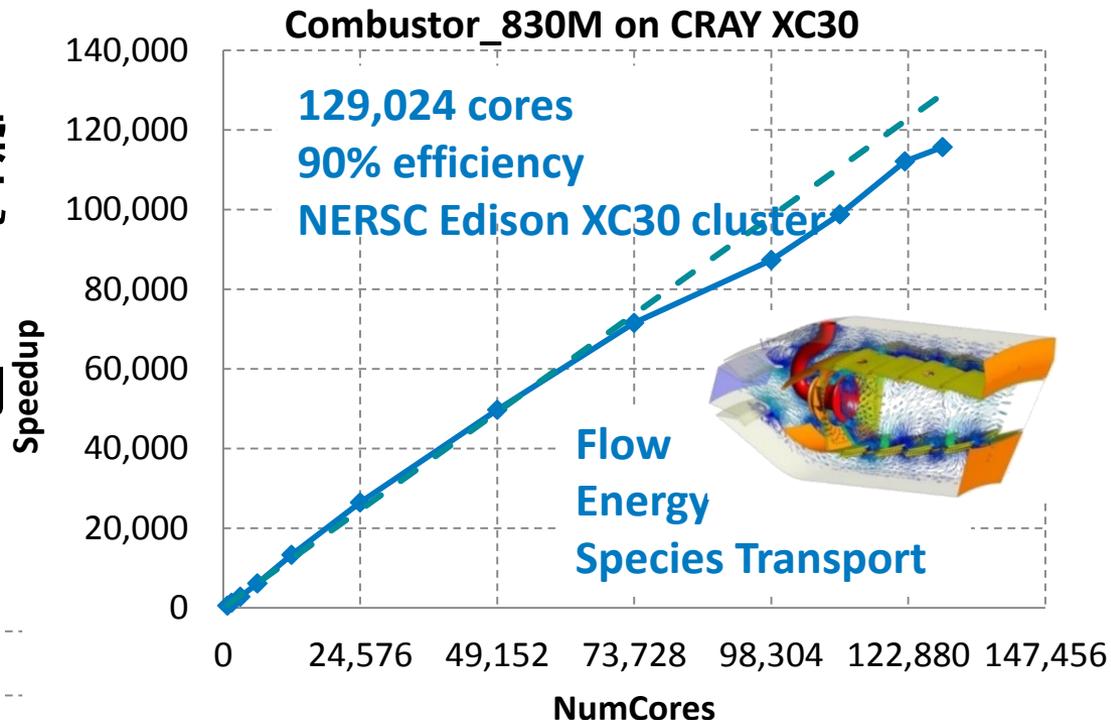
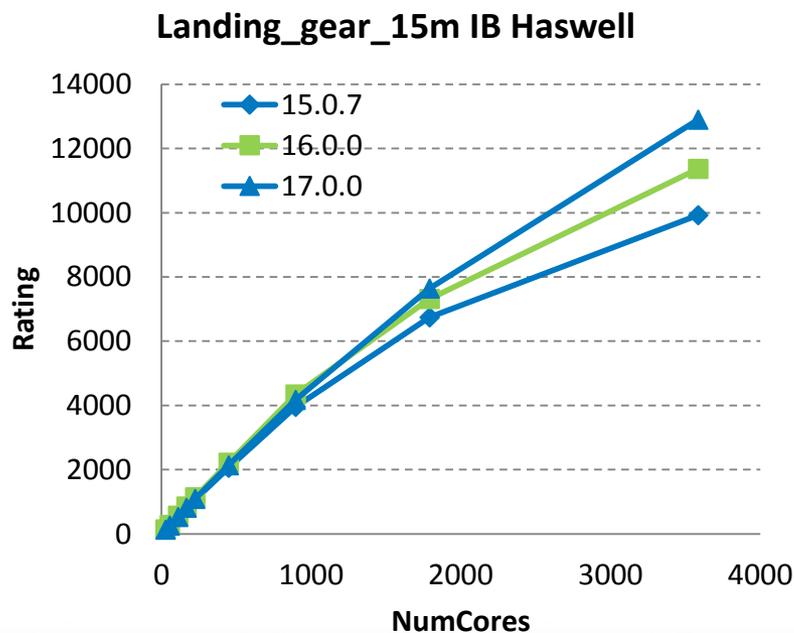
Model Weighted Partitioning



Multiple Enhancements

Fluent HPC测试

- 消除了高性能求解时的文件读入和大数量核数并行创建的瓶颈
- 优化数据通讯效率
- 对小规模问题和大规模问题同样有用



Faster METIS Partitioning

方案

更新了并行库并优化了算法提高大规模算例分区时的效率，特别是自适应网格问题

- METIS采用64位索引和存储，可以处理更大规模模型 (不会过时的技术：已通过20亿网格的测试)

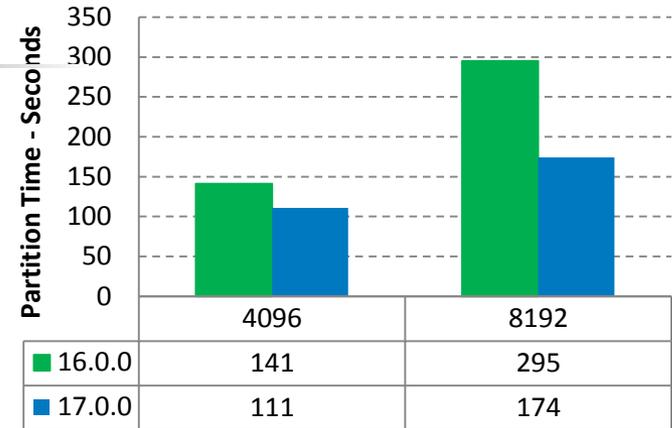
燃烧室:

- 8192核分区效率提高40%
- 分区时间少于3分钟

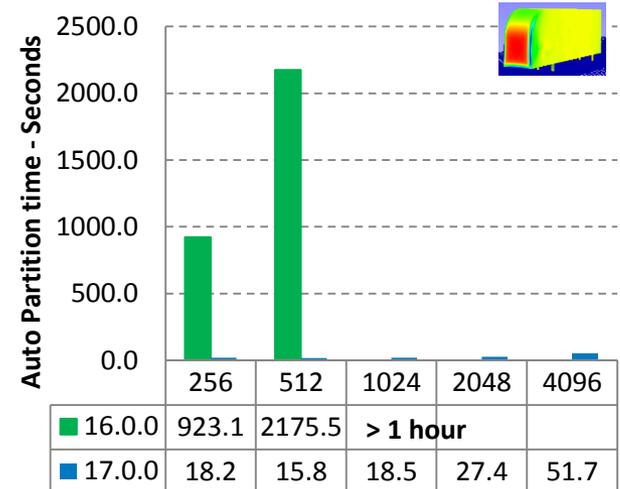
卡车:

- 512核分区效率提高99%
- 分区时间小于18秒 (以前需要36分钟)

Combustor 830M Cells CRAY XE6



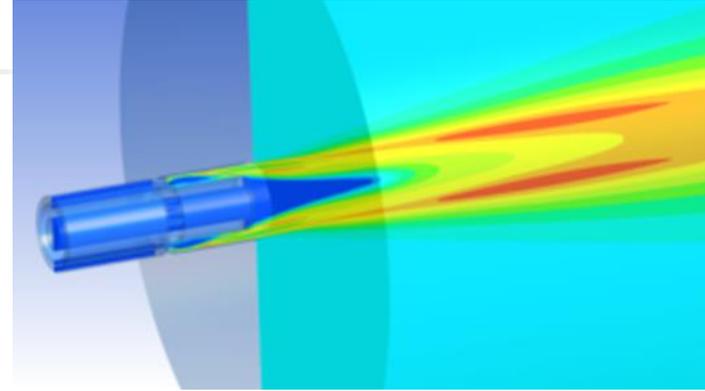
Truck 134M Cells



模型加权分区

挑战

DPM和燃烧模型给并行效率提出了严峻的挑战，需要求解过程分区考虑不同区域不同物理模型的负载平衡



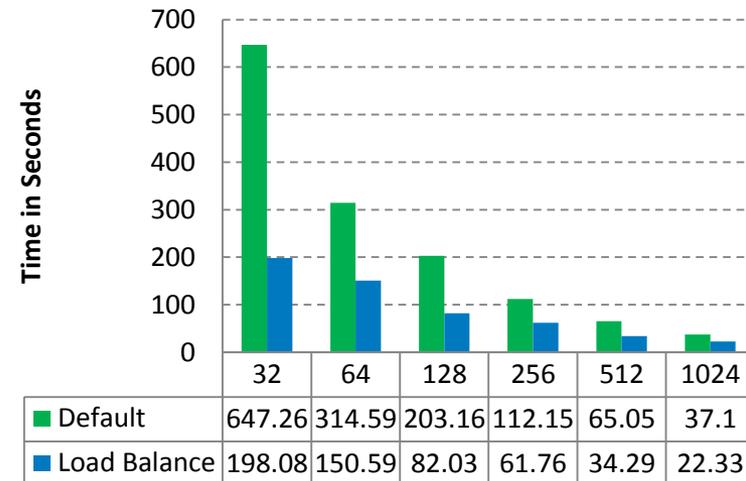
方案

模型加权分区自动平衡不同处理器的物理模型。用户可以指定负载系数及加权方式。

Oxy-Fuel燃烧案例:

- 128核效率提高60% (82秒)
- 湍流 RKE
- 燃烧EDC
- 辐射DOM
- 氧气-燃料详细反应机理 (25组分, 113反应)

Oxy-fuel Burner, 1.9M hex cells



相邻区域通讯优化

挑战

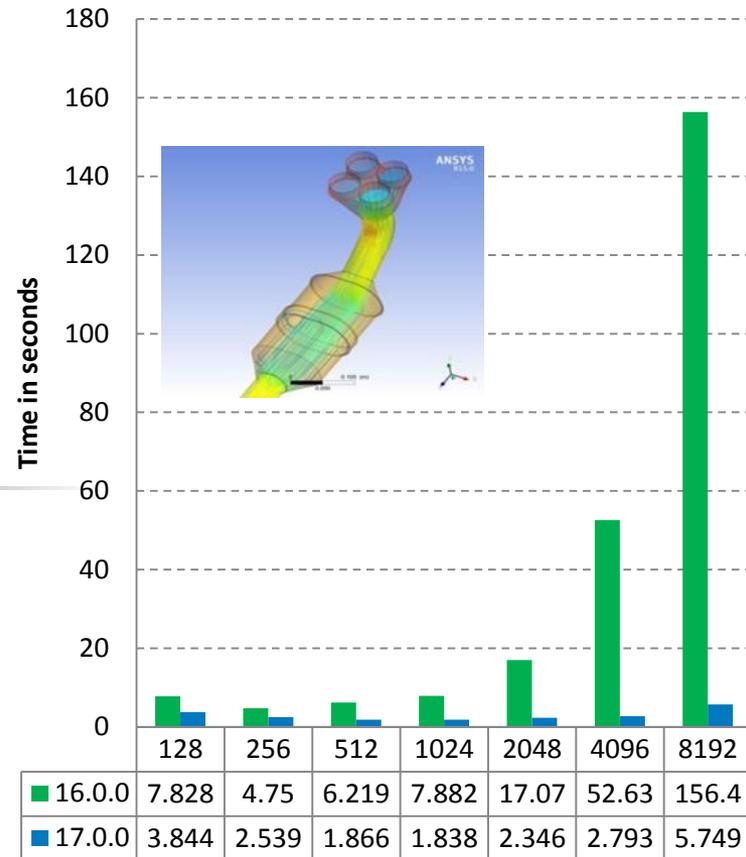
不同分区直接需要彼此通讯。未经优化的通讯方法会降低并行效率，特别是存在网格运动/变形等相邻区域需要实时更新的问题

方案

优化的通讯算法提高界面的识别，提高通讯效率

- 根据算例及核数不同，加速在1倍到30倍不等
- 更好的界面识别提高并行求解鲁棒性

Exhaust 33M Neighborhood Creation



案例：曲轴箱动网格模型加速

Example Case

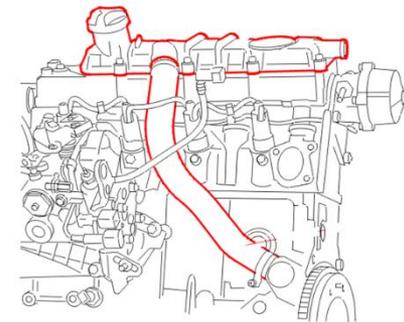
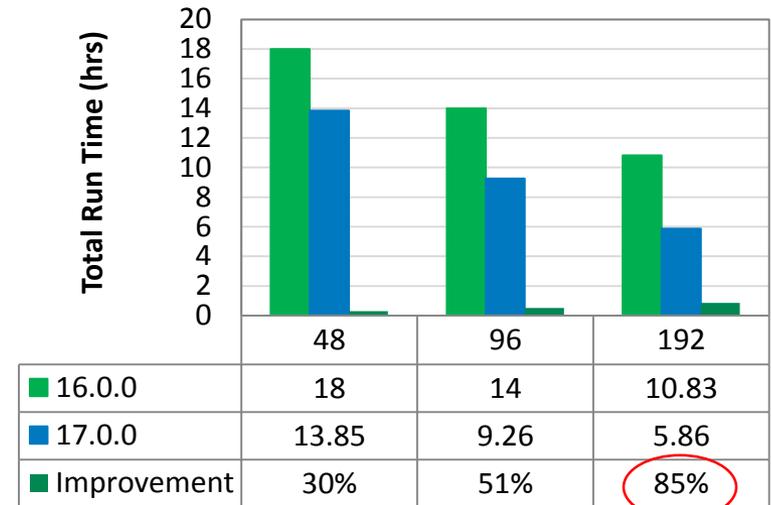
多种方法改进提高求解效率

- 相邻区域优化
- 滑移界面优化
- 并行求解优化

发动机曲轴箱润滑模型：

- 求解效率提高85% (<6小时)
- 同样案例中的最快方案
- 滑移网格模拟曲轴旋转，动态铺层网格模拟活塞运动
- VOF模型
- 5M多面体网格

Engine Crankcase Lubrication Model
Total Run Time per One Cycle



Representative Illustration

案例：燃烧室网格运动效率更高

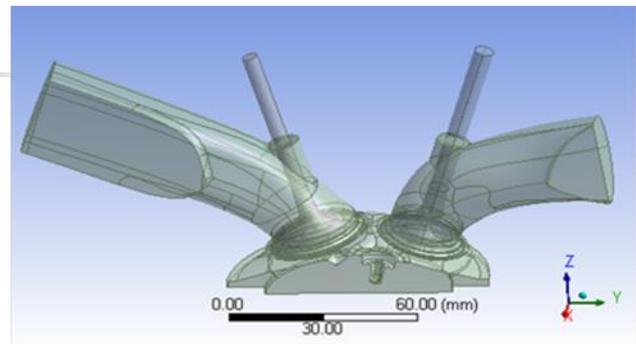
Example Case

多种方法改进提高求解效率

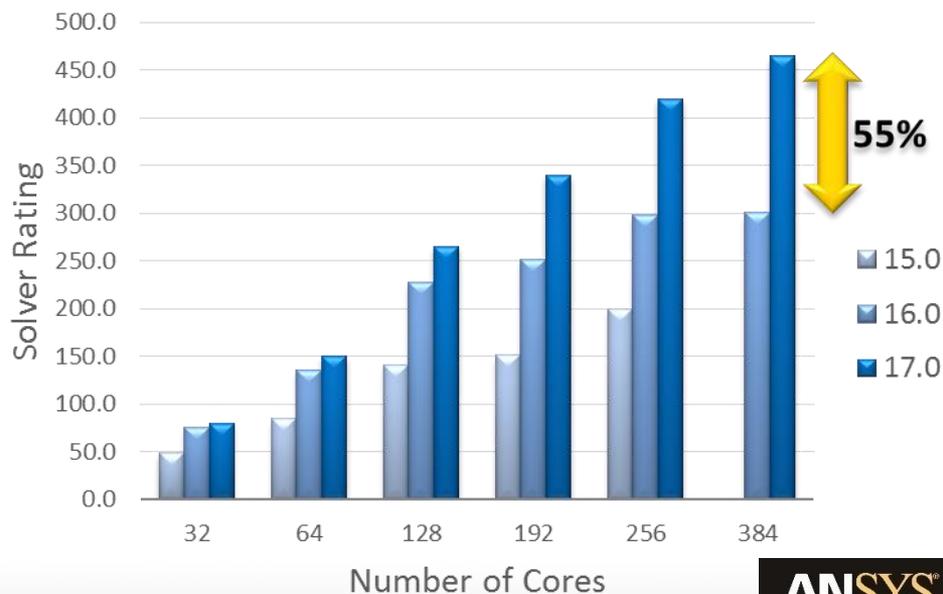
- 相邻区域优化
- 滑移界面优化
- 并行求解优化
- 燃烧仿真优化

缸内燃烧模型

- 384核并行效率提高55%
- 7cell zones, MDM, Spray, Partially premixed, 1.6 million cells



2M-Cell In-Cylinder Combustion Case



更快、更稳定的收敛

挑战

Fluent过去的优先提供更准确的结果，而非更快的收敛

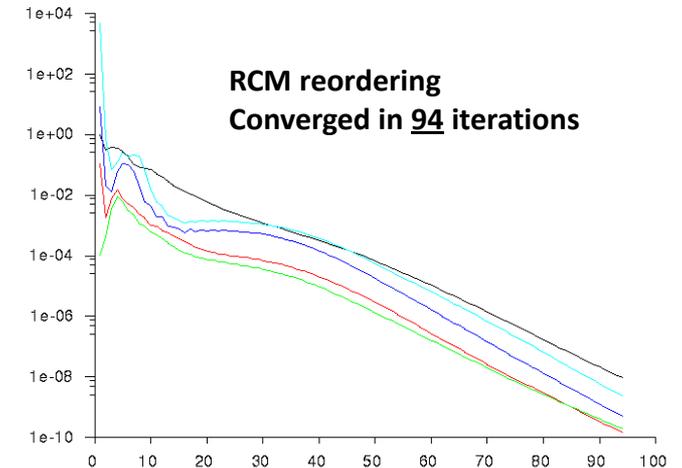
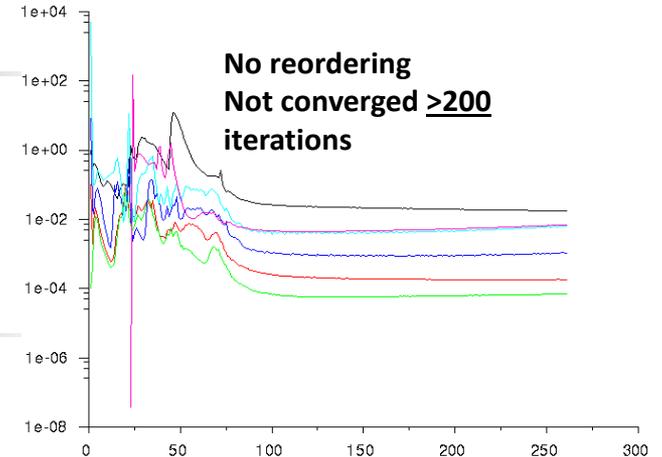
方案

守恒粗化方法提高压力基耦合求解器的收敛性

- 尤其是对原生多面体网格/极度延展网格非常有效

代数多重网格算法自动对线性系统排序

- 确保多重网格的排序有效



梯度修正功能

挑战

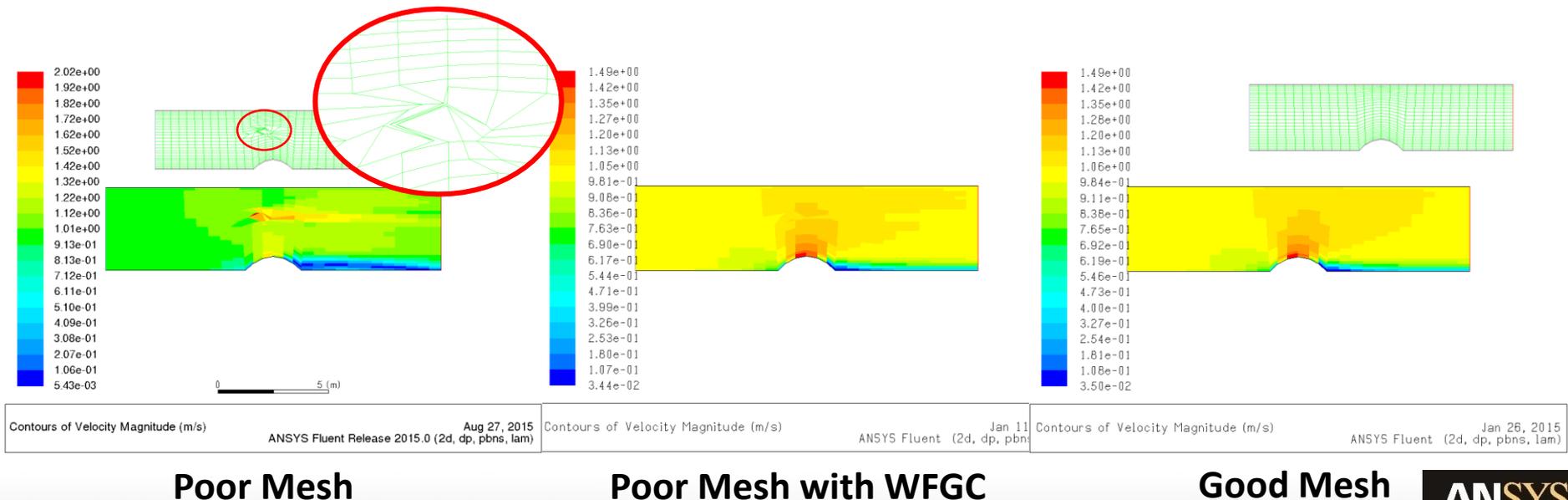
六面体核心网格或多面体网格中存在的非平面网格或单元中心在单元外情形需要特殊处理，非常耗时

方案

梯度修正方法可以用于压力基求解器

- 加速优化
- 内存优化

使差网格的结果与好网格的结果接近



Adjoint Solver中可以指定复杂边界

挑战

外形优化时必须保证当变形后的外形接触到指定边界时仍然继续优化过程

方案

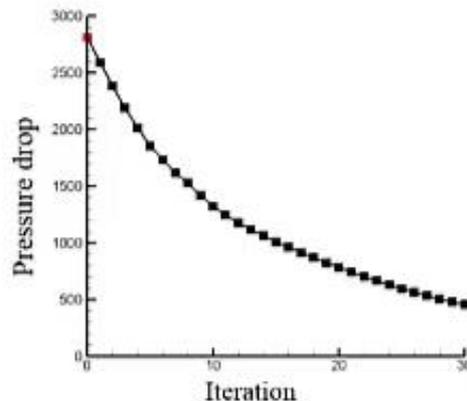
- 可以通过制定任意STL表面的方式确定优化过程中的网格变形区域
- 特别适应于在管道或密闭空间限制下的优化过程

其它增强:

- 可压缩流动
- 边界可移动、旋转、缩放
- 当优化过程受到限制时会提醒用户
- 到处STL文件

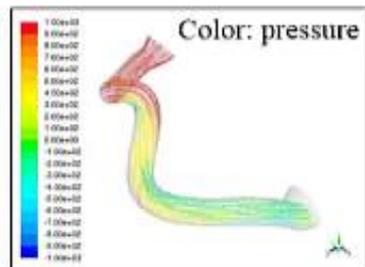
案例：Adjoint优化管道

Example Case



通过管道几何优化实现了总压损失的最小化。

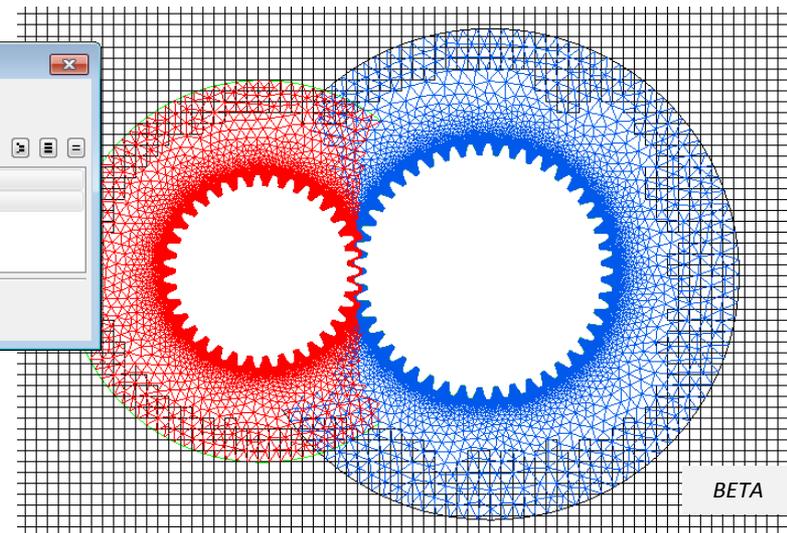
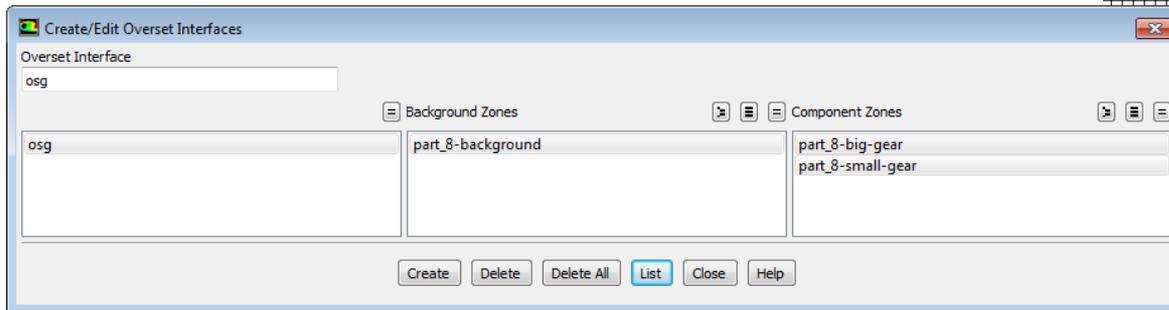
这一管道需安装在某一特定区域内。管道进出口固定。优化时的限制边界通过导入网格给定。



重叠网格

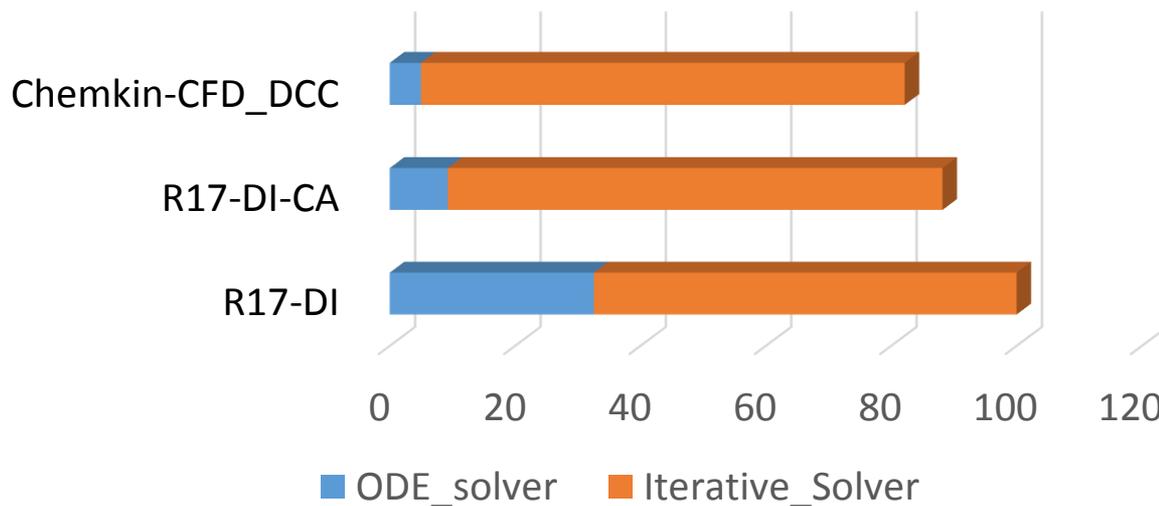
重叠网格适应于的求解和设置包括：

- 稳态和瞬态（固定网格），三维和二维
- 压力基耦合求解器
- 密度基求解器
- 单相流或VOF多相流
- 传热
- k-epsilon及SST k- ω 湍流模型
- **BETA**: 动网格，可压缩流，表面张力，压力远场边界条件，Workbench，压力基分离求解



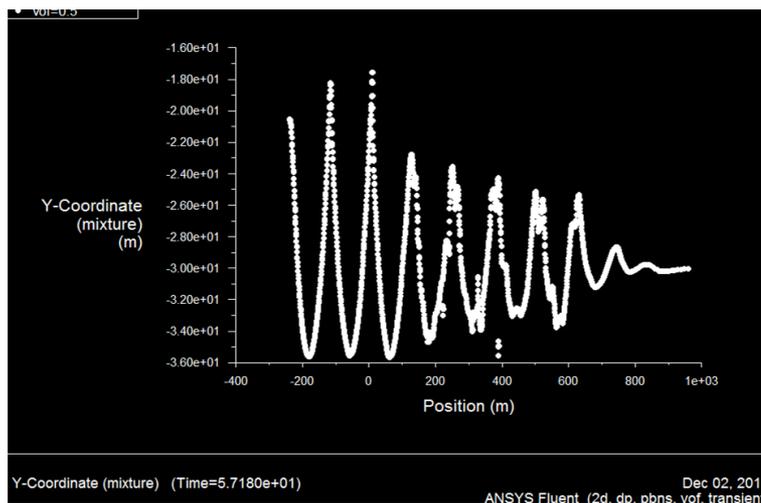
化学反应仿真

- CHEMKIN-CFD 求解器可在无附加license的条件下使用
- CHEMKIN 详细化学反应机理的完全兼容性
- 用动态模块集群方法（DCC）计算的CHEMKIN-CFD显著提高了详细化学反应机理计算速度

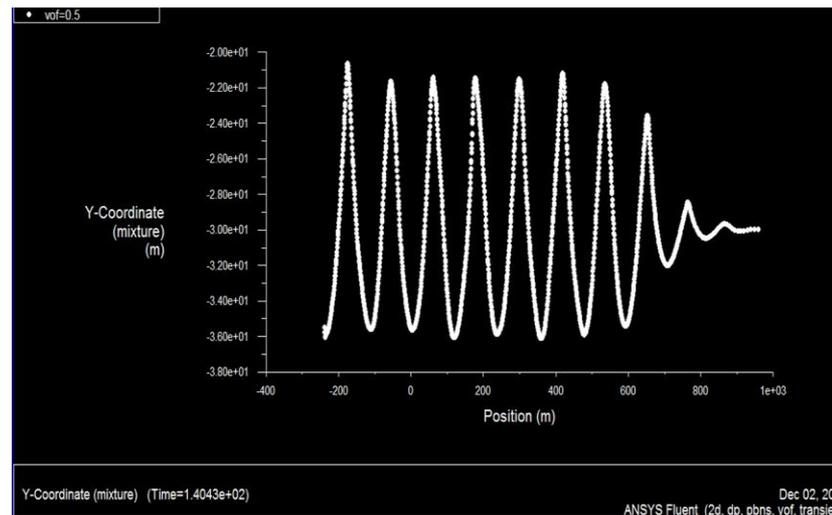


离岸/海洋VOF模型

- 针对自由边界问题可以分别设置第一相、第二相及运动体的速度
- 多向数值海岸抑制压力边界条件引起的数值反射
- 采用Stokes波理论的Fenton方程求解自由边界流
 - 提高陡波的模拟精度，避免波浪提前破碎现象



Previous wave results



Fenton formulation is closer to experiment

离散相/离散单元模拟

拉格朗日多相流中考虑DPM颗粒的滚转

- 具有粒子壁面摩擦阻力、碰撞阻力和升力 (Magnus lift) 的仿真能力
- 可进行旋风分离器等的仿真
- 与MRF不兼容。O'Rourke collision 模型无法考虑旋转

附加的DEM碰撞模型

- 滚动摩擦：应用于大块固体流（如流化床和滚筒）
- Hertzian模型
- Hertzian-dashpot模型

宏观粒子UDF模型已成为Fluent的可选模型MPM模型

- 颗粒尺寸大于网格尺寸

新的粗糙壁面模型使得对封闭几何的仿真更准确

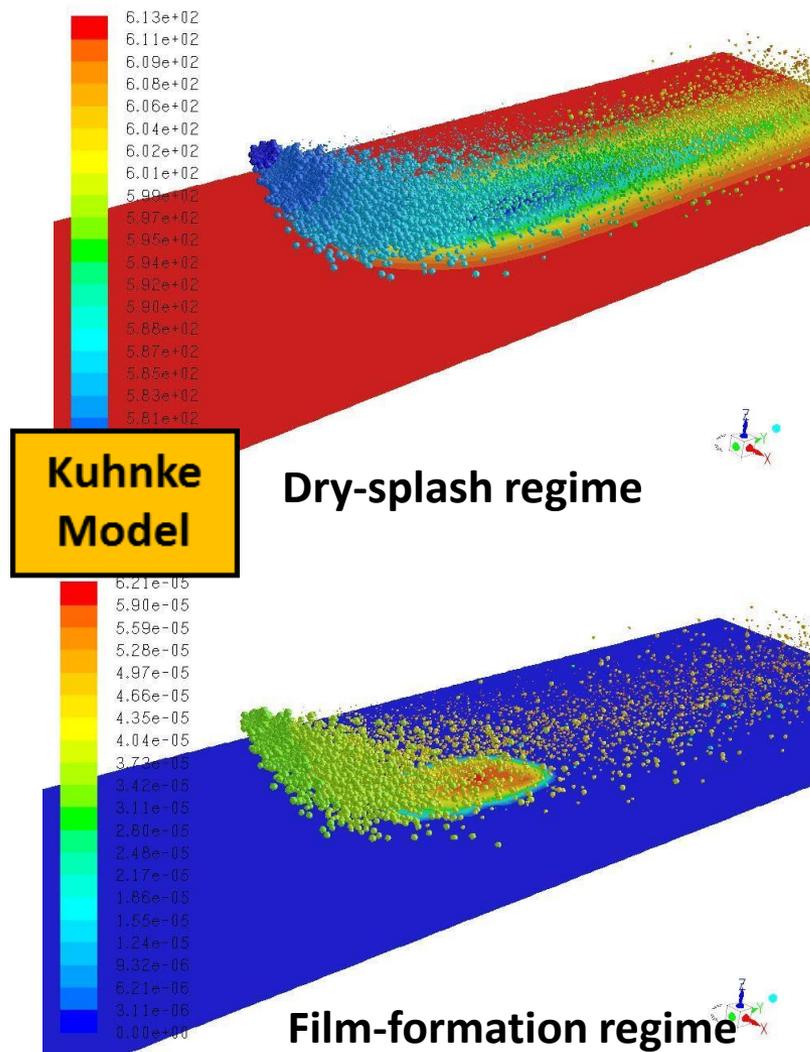
- 如管道及旋风分离器

壁面液膜模拟

拉格朗日壁面液膜边界条件可由
Kuhnke模型给出

-Kuhnke模型最初用于SCR后处理模拟，现在可以用于更多应用

欧拉液膜模型可以支持液膜密度的变化



电池模型

提供基于MSMD方法的降阶(ROM)模型，大幅提高了求解效率：

- 电导率不随时间变化
- 电池通电区域的电流密度均匀分布

提供了一方程和四方程热失控模型

- 可以模拟电池的热失控过程

燃料电池/电化学模型

新的 PEMFC 模型

- 清晰的阳极和阴极微观多孔介质层属性
- 在多孔介质内求解毛细压力方程
- 三相水运输模型（气、液、溶解液）
- 流经催化剂-膜催化剂装配体的溶解液运输
- 可计算气体通道中由于液化造成的压力下降

电势模型

- 用在绝缘体上或进行电化学计算
- 应用：电池，电镀，腐蚀
- 注：电化学反应仅在表面发生

SRS湍流模型

挑战

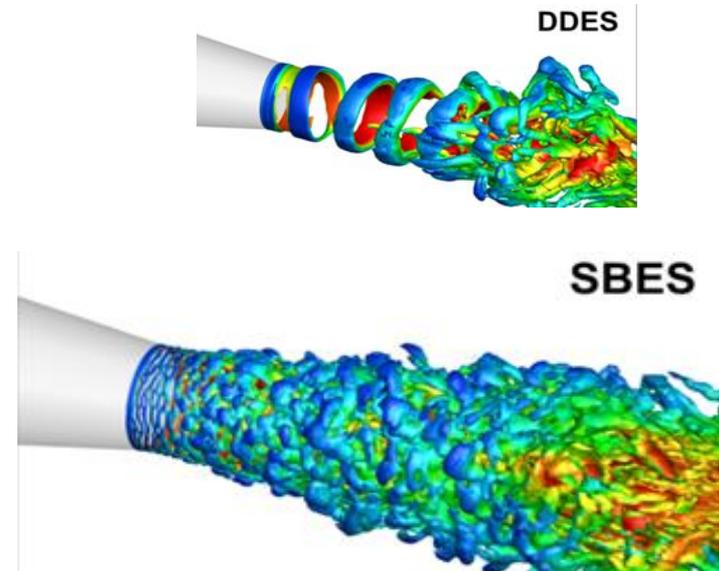
需要进一步提高当前湍流模型的求解精度

方案

Shielded Detached Eddy Simulation (SDES)

Stress-Blended Eddy Simulation (SBES)

Stress-BSL Model





谢 谢！

