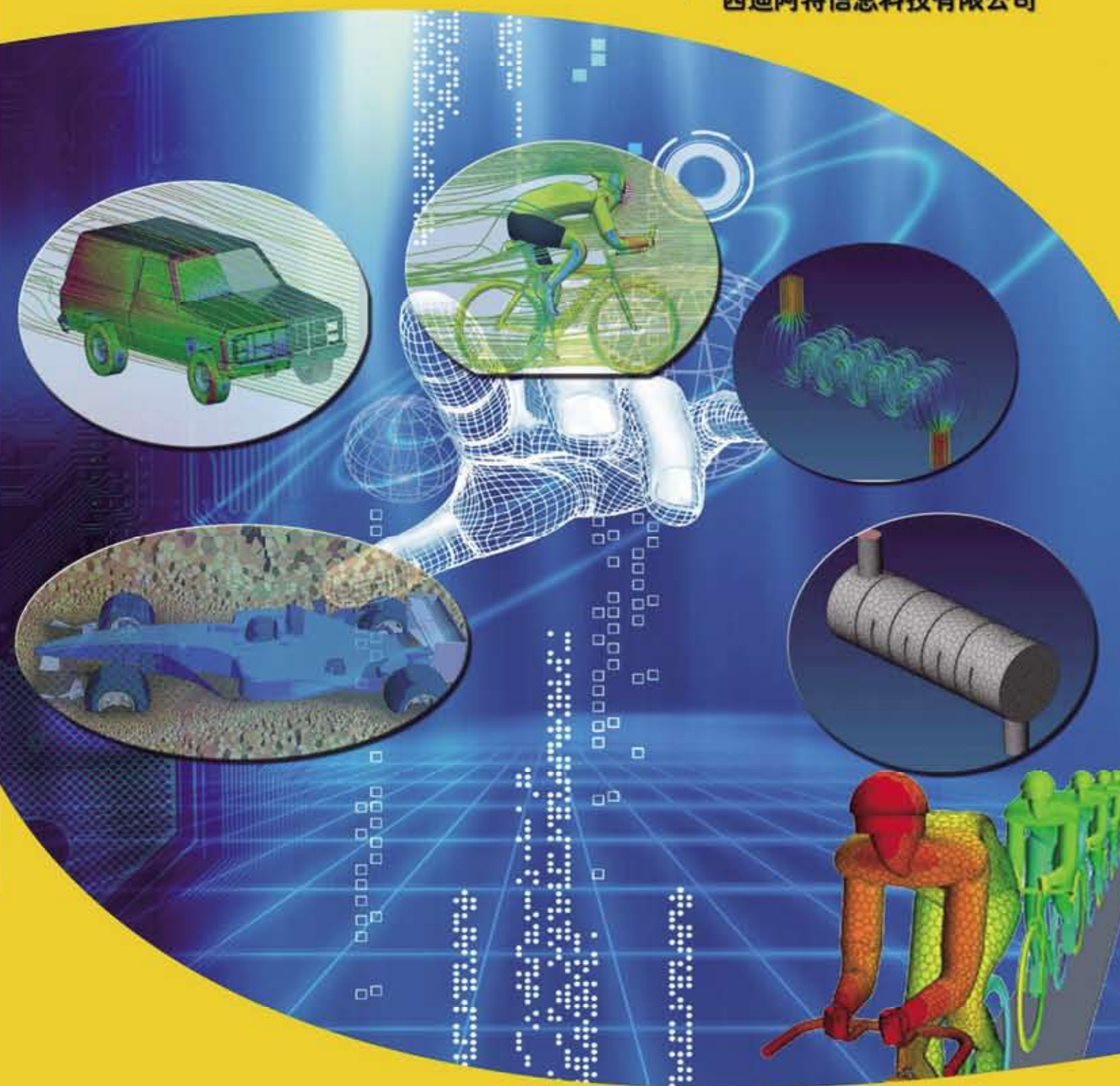


STAR-CCM+



新一代CFD软件



CD-adapco

STAR-CCM+ 软件由 CD-adapco 公司开发

STAR-CCM+ 简介

将现代软件工程技术、最先进的连续介质力学数值技术 (computational continuum mechanics algorithms) 和卓越的设计结合在一起将带来什么？您将获得STAR-CCM+，优秀的CFD模拟软件。

首先打动您的将是STAR-CCM+的一体化的工作环境，一体化用户界面将显示全部的模拟过程，操作界面与模拟思想的良好整合使得STAR-CCM+非常方便和高效。为实现用户、计算机系统和模拟三者之间良好的交互操作，STAR-CCM+的设计人员尽了最大努力。

更进一步地，为了将物理情况准确地体现在模拟中，得到良好的计算结果，STAR-CCM+致力于以下三个关键因素：

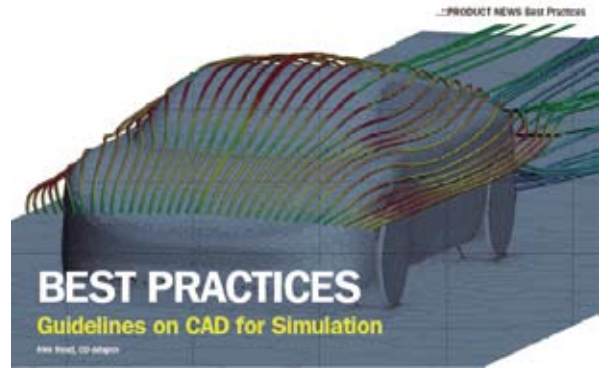
- 稳健并准确的数值算法
- 覆盖面宽广的物理模型
- 易处理的网格体系

STAR-CCM+中的物理模型与数值算法仍在不断开发与扩充，所能解决的应用领域在不断拓宽。

经验表明，用户尽可能地与求解过程进行交互操作，将大大提高工作效率，STAR-CCM+提供的交互式工具包将用户与求解之间的交互能力提高到了一个全新的水平。

与上一代CFD软件相比，现代软件工程技术使得STAR-CCM+更可靠。不同的功能模块各自独立创建，模块间不必要的关联降为最低，从而最大程度地避免预料之外的计算结果。每轮开发周期中，进行了多次的测试与验证。

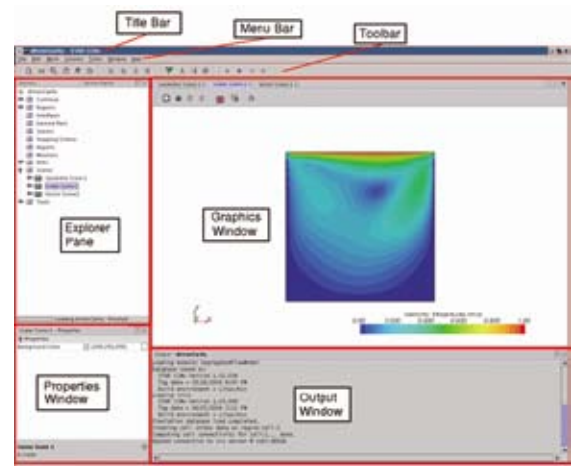
STAR-CCM+着眼于未来20年内工程领域的挑战。专家们对他的概括很简单：STAR-CCM+不仅是个新的解算器，而是CFD的全新尝试。



STAR-CCM+ 的特点

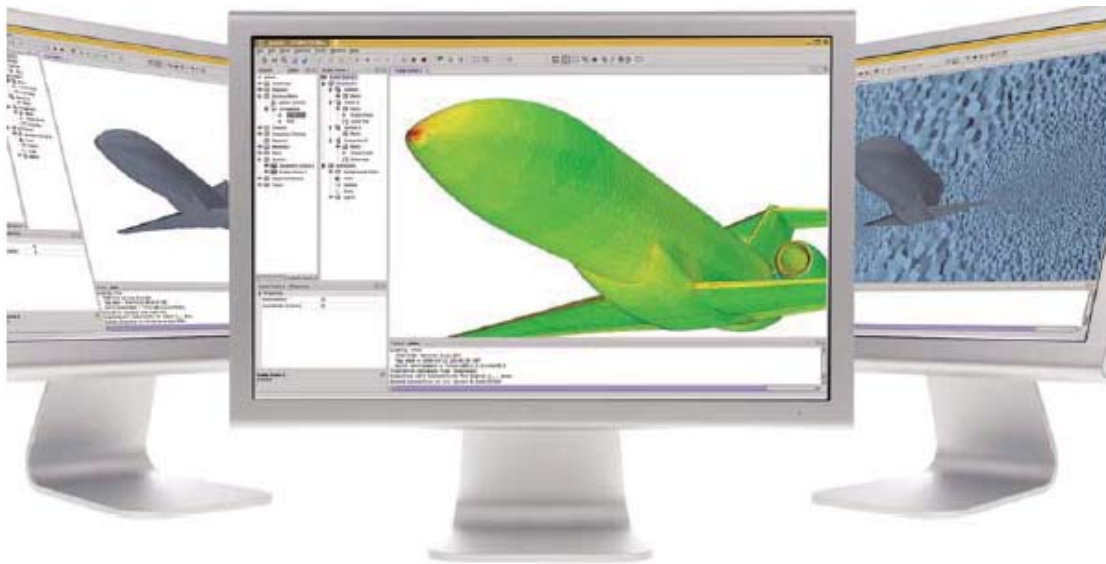
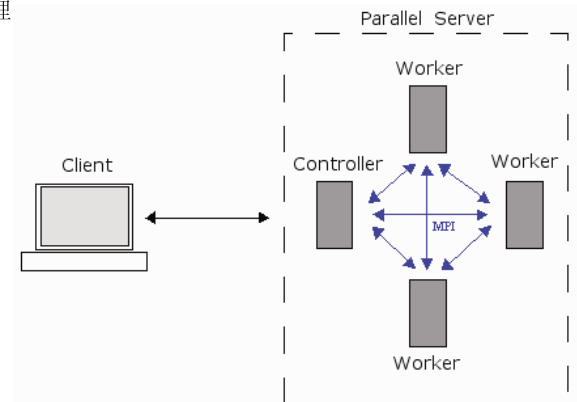
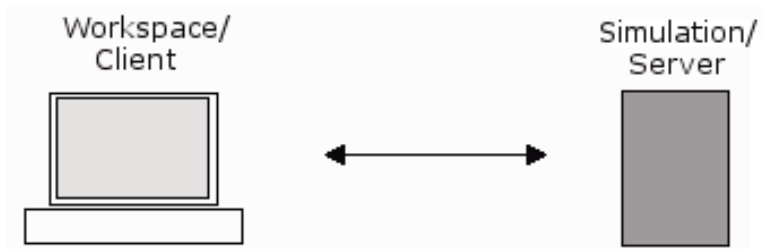
一体化工作环境

- 面向对象的图形用户界面
- 数据管理系统
 - 数据的保存、恢复
 - 快速的、按需进行的数据读取
 - 二进制
 - 操作平台的无依赖性
 - 并行计算的无依赖性
- 用户子程序
 - Java语言描述
 - 用户自定义边界条件、源项和后处理函数
- 运行环境
 - 32bit Windows (2000/Xp) / 64bit Windows / 32bit LINUX / 64bit LINUX、AMD Opteron/EM64T、64bit LINUX、Itanium2 / IBM AIX、Power-PC / HP HP-UX、PA-RISC / HP HP-UX、Itanium2、Sun Solaris、Sparc
- 丰富的图片系统
- 文档
 - 在线帮助系统：浏览与查找功能
 - F1热键：上下文相关信息



大规模并行计算能力

- STAR-CCM+ 使用 client-server 架构
 - 仿真文件在server上创建并求解
 - 在client上操作工作界面
- 基于C++的服务器，基于Java的小型化客户端
- STAR-CCM+能实现10亿左右网格的大规模并行计算。除了在解算器方面，在前后处理方面也实现了多CPU并行能力
- 易用性。用户只需在界面上指定机器名和CPU数，就可以全面实现并行处理



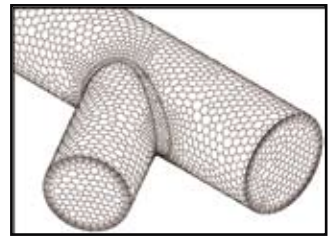
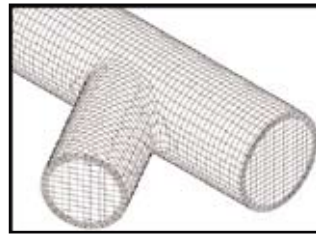
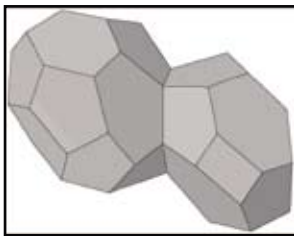
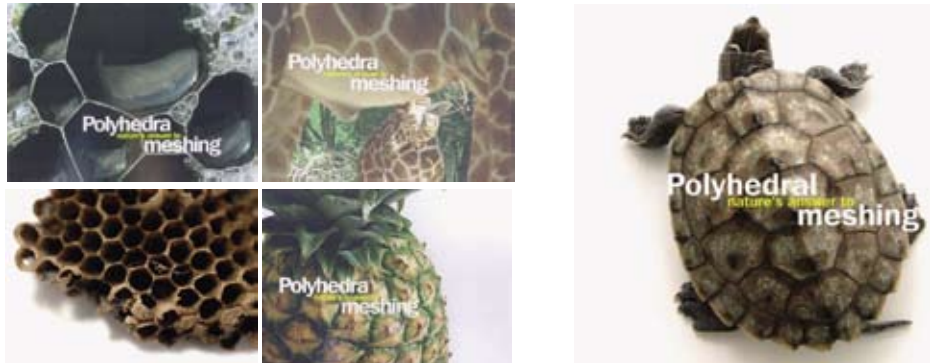
连续介质力学数值技术（CCM）

- 多物理、基于连续介质的建模方法。建模时定义流体或固体的“连续体”（continua）并承载网格及计算方法；求解领域（solution domain）划分为各个“区域”（regions）并承载物理空间。区域将赋予连续体，不同的物理空间可以赋予不同的计算方法。
- 物理（physics）与网格（mesh）的分离。在模拟设定过程中，网格仅用来定义问题的拓扑结构
- 求解领域内不同区域之间将进行信息传递，并且不依赖于网格，网格的选择更为自由

STAR-CCM+多面体网格

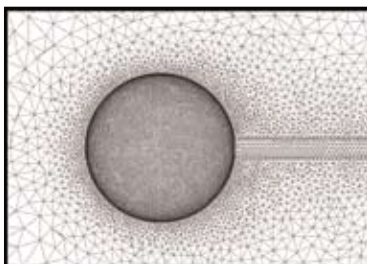
STAR-CCM+ “蜂窝猜想”的数学问题一直到1999年6月才得到完全证明：六边形拓补网格可以利用最少的周长划分相同面积。

— “A hexagonal grid represents the best way to divide a surface into regions of equal area with the least total perimeter” — Thomas C Hales University of Michigan

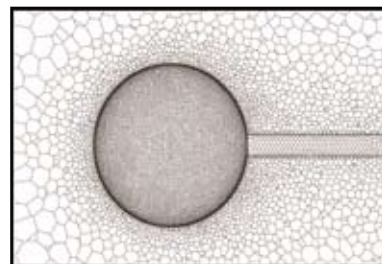


典型的多面体网格

Trimmed(左) 和 Polyhedral(右) 壁面都有5层Prism边界层



Tetrahedral-650,000单元



Polyhedral-138,000单元

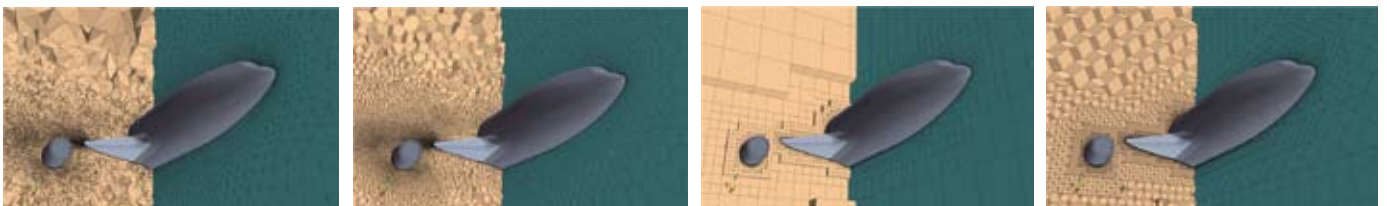
四面体是一种比较简便的自动划分方式。每个四面体有四个相邻单元，对于单元中心的数值是采用线性的近似。但是，当相邻节点的空间位置接近于一个平面时，垂直于这个面的梯度就难以计算准确；当一个单元的面位于边界上时，它的相邻三个单元计算可能出现计算不准，在计算区域的边和角的位置，四面体的问题更突出。

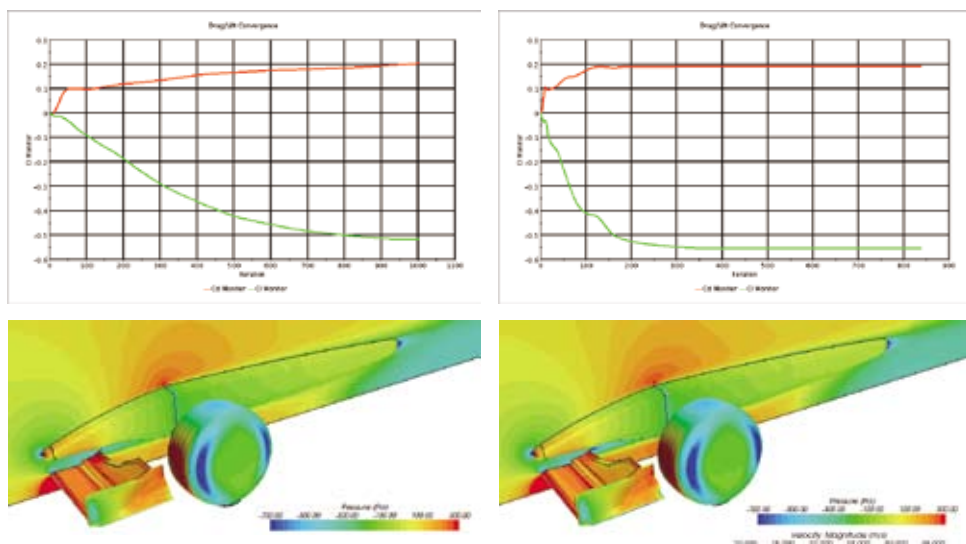
多面体网格克服了传统网格的缺点：

- 有更多的相邻单元，梯度的计算和当地的流动状况预测更准确。
- 多面体对几何的变形没有四面体敏感。智能的网格工具使得单元可以自动融合、分裂，或者增加新的点、线、面。
- 对于回流的流动，例如顶盖驱动的空穴流，多面体的计算精度甚至超出Hexa网格。

STAR-CCM+可以接受目前流行网格生成软件的网格（Hexa、Tetra等），也可以解算多面体网格（Poly）。多面体网格和相同数量的四面体网格（Tetra）相比，不但计算结果更精确，而且解算速度快3~5倍。

STAR-CCM+具有功能强大的网格生成器，可自动划分多面体网格、四面体网格、Trimmed网格。



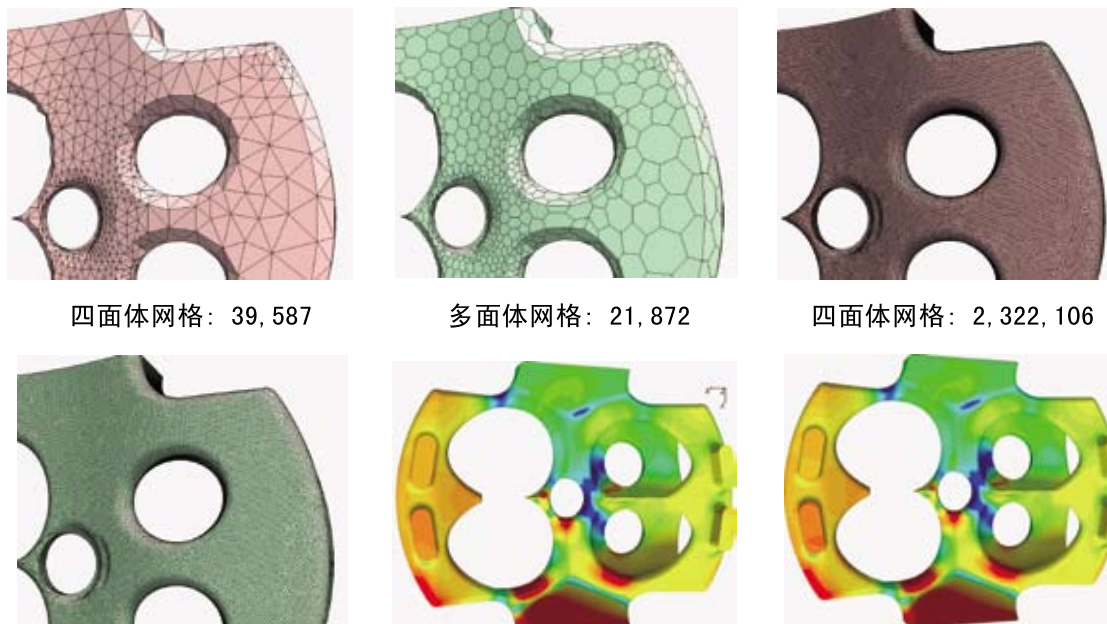


四面体模型
四面体网格: 2,131,703 (1.3GB memory)

多面体模型
多面体网格: 353,022 (900MB memory)

多面体只需四面体网格数的1/5, 但计算精度相当。同时收敛速度、趋势更好于四面体网格。

发动机水套冷却分析实例



四面体网格: 39,587

多面体网格: 21,872

四面体网格: 2,322,106

多面体网格: 593,888

四面体 (Tet) 网格: 2,322,106

多面体 (Poly) 网格: 593,888

多面体模型只需四面体模型网格数的1/4, 但计算精度相当; 并且多面体模型对网格数目的依赖性比四面体模型更小。

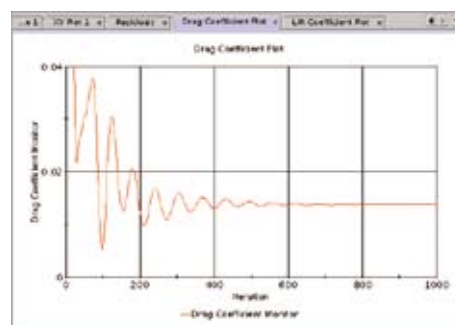
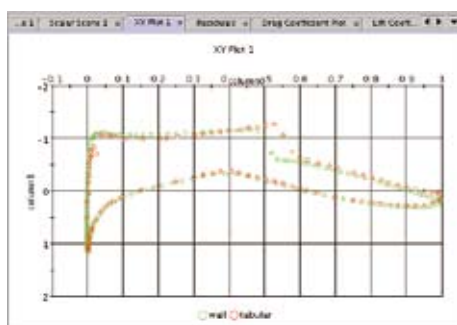
STAR-CCM+的求解器算法

- STAR-CCM+的耦合 (Couple) 求解器对于解决超音速激波、自然对流和其它速度、压力、温度强耦合的工程问题更精确
- 先进的基于单元的离散技术
- 独特的多面体网格
- 耦合式或分离式的流动与能量方程求解器

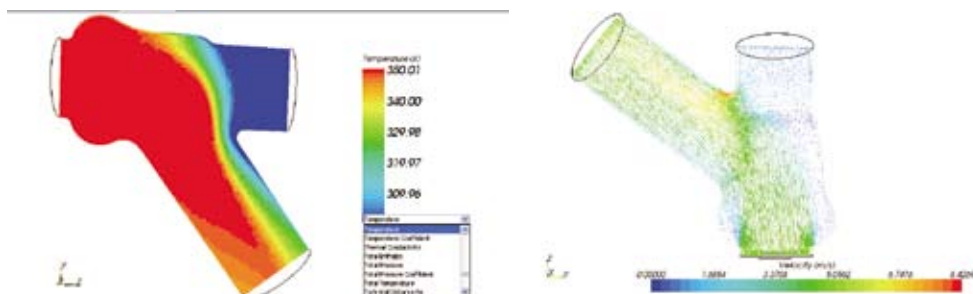
- 隐式耦合算法——块AMG求解器
- 显式耦合算法——多步Runge-Kutta求解器
- 隐式分离算法——AMG SIMPLE求解器
- 代数多重网格线性方程求解器
- 多种收敛判定准则

交互式工具包

- 界面导航式的模拟条件定义方式
- 局部坐标系 (Local coordinate systems) ——笛卡尔、圆柱、球坐标等，方便速度和方向矢量的定义
- 工程单位的输入和显示
 - SI、USCS
 - 用户自定义
- 一体化的分析及可视化工具提供了模拟过程中实时的信息反馈，用户与求解之间可完全交互式操作，用户可以随时暂停求解，调整参数并继续
- 场函数 (Field functions) ——丰富的预设的标量、矢量场函数，以及用户定义的场函数
- 报告 (reports) 和监控器 (monitors) ——残差、CPU时间、通量、力、力矩、力矩系数、平均值
- 衍生体 (Derived parts) ——等值面、剖面、线、点、threshold surfaces、streamline rakes
- x-y 绘图——多组数据同时显示 (multiple-plot data)；残差或任何报告值 (report value) 的显示，每迭代步或每时间步的实时更新



- 可视化
 - 网格、标量和矢量的显示
 - 流线
 - 周期性和对称性的可视化
 - 点源
 - 保存/恢复 视图管理器



STAR-CCM+的网格方案

网格方案流程：

表面几何输入

- 可以导入的面网格或几何：
 - .dbs - pro-STAR surface database mesh file

- .inp - pro-STAR cell/vertex shell input file
- .nas - NASTRAN shell file
- .pat - PATRAN shell file
- .stl - Stereolithography file

面 网 格

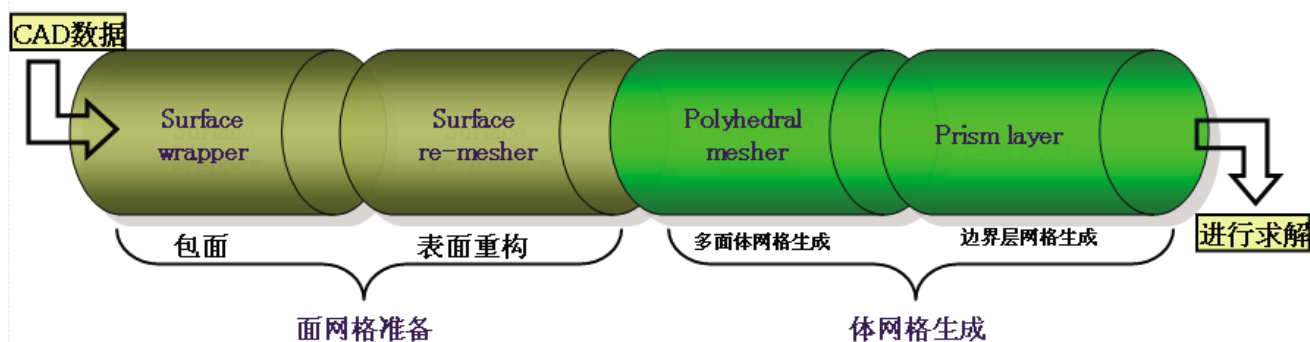
- 面网格工具：
 - Surface remesher
 - Surface wrapper
 - Hole filler
 - Edge zipper
 - 特征线提取和编辑工具

体 网 格

- 3种体网格模型：
 - tetrahedral
 - polyhedral
 - trimmed
- 边界层网格模型： prism layer
- 精细网格调节：
 - Volume sources
 - 全局或局部参数设置

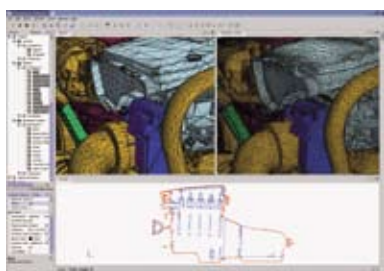
网 格 演 化

- Transform - 缩放，平移和旋转
- 对边界（boundaries）和区域（regions）的分裂和合并
- 创建，删除和融合交界面（interfaces）
- 融合内部边界
- 将3维网格转化为2维
- 可以输出到pro-STAR进行后处理



表面处理实例

● 封闭表面 (Surface Closure)

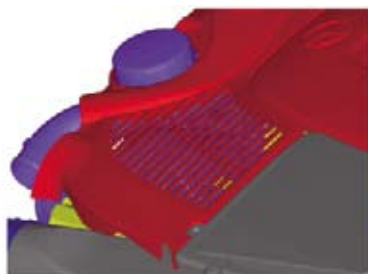


封闭之前

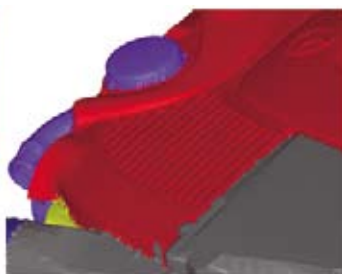


封闭之后

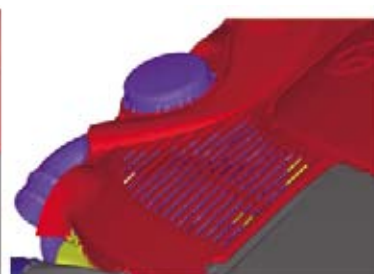
● 特征的保持/简化 (Feature retention/ Disfeaturing)



CAD



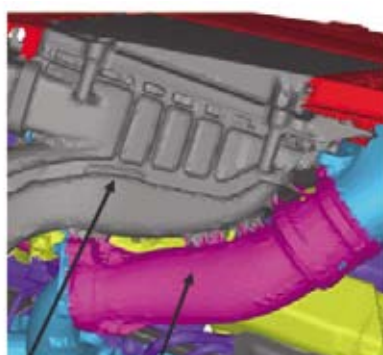
需要大致形状的包面结果



带有局部细化的包面
(结构保持的较好)



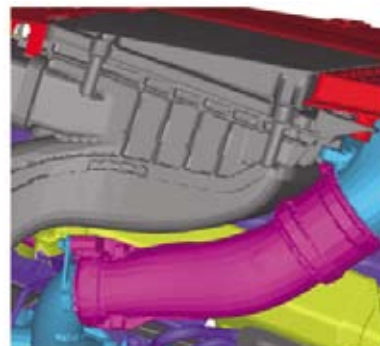
● 防接触功能 (Contact prevention)



部件1

部件2

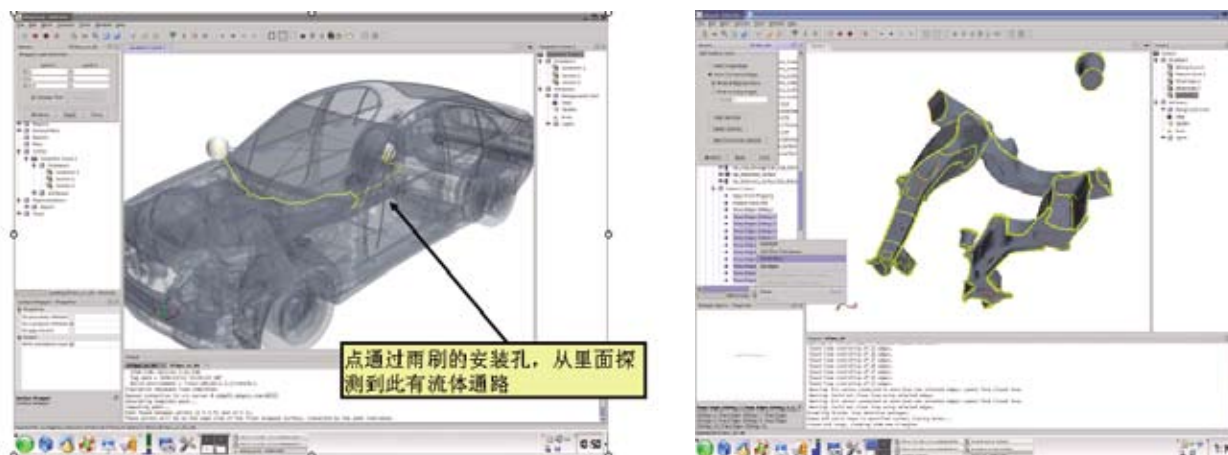
有可能在包面后，
两部件有连通的部分



通过设定两部件是不接触后的包面结果

● 探测漏洞 (leak detection)

对于CAD数据中保留有诸如象雨刷安装孔这样的结构，在流体分析中不应该有此流体通路，在自动包面的时候，利用探测漏洞功能在车内放一点，然后此功能可自动在车外搜索流体通路。



面网格准备实例



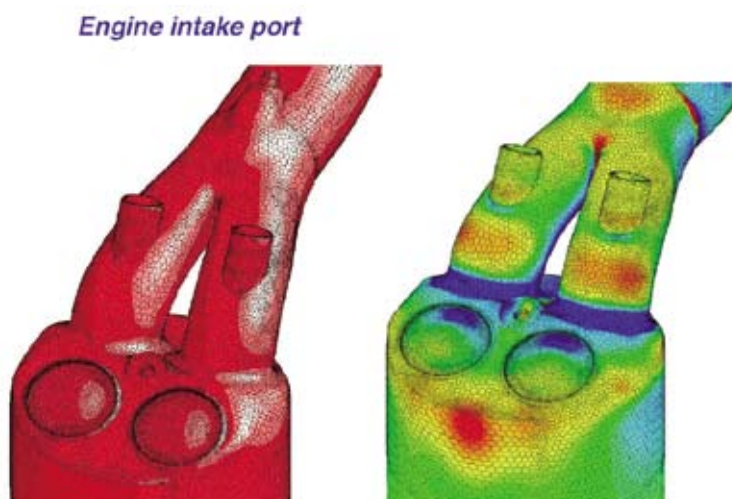
输入几何Importgeometry

包面Wrapping

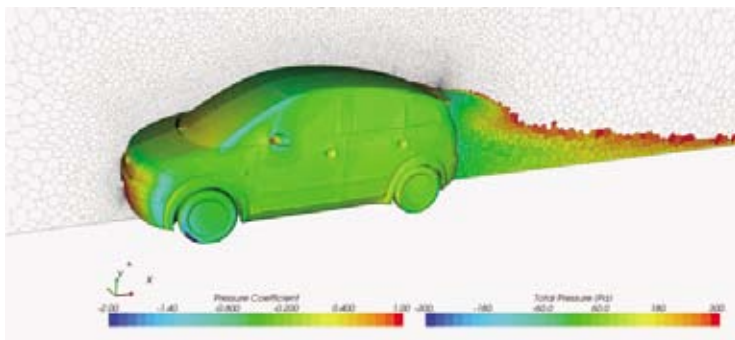
表面重构Re-mesh

体网格生成实例

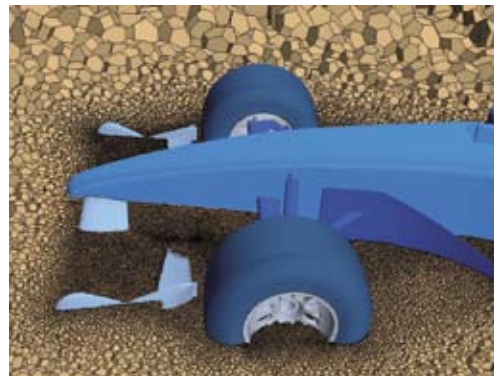
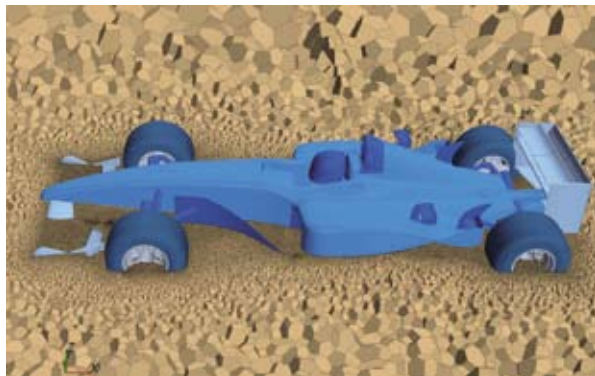
● 发动机进气道网格



● 各种外流网格



● F1赛车网格



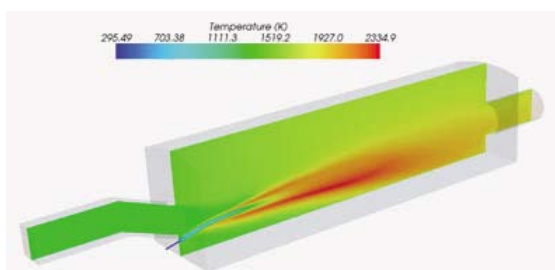
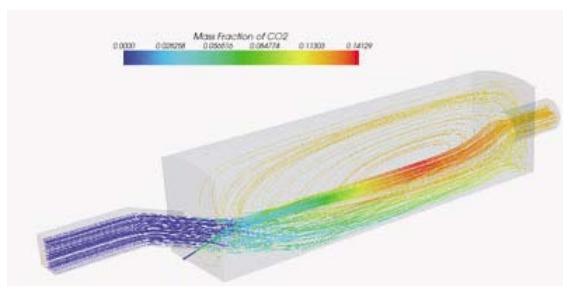
STAR-CCM+ 的物理模型

- 空间
 - 二维
 - 三维
- 时间
 - 稳态
 - 显式非稳态
 - 隐式非稳态
- 运动
 - 运动参照系模型
 - 刚体运动模型

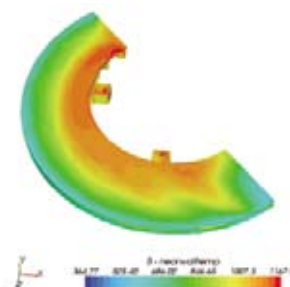
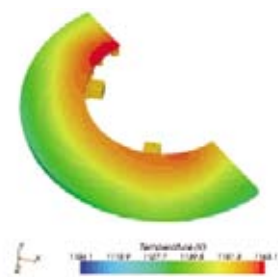
- 流动和能量
 - 无粘, 层流, 湍流
 - 气体, 液体, 固体和多孔介质
 - 耦合传热
 - 自由表面 (VOF)
 - 空化(cavitation)
 - 辐射类型的热交换
 - FAN性能曲线修正的动量源项
- 不可压缩流/可压缩流
- 湍流
 - Spallart-Allmaras
 - K-Epsilon
 - K-Omega
 - 雷诺应力输运方程
 - 壁面处理 (Low y^+ , High y^+ , All y^+)
 - 壁面距离 (Exact, Approximate)
 - 边界层转捩 (prescriptive boundary-layer transition)
- 辐射
 - Surface-to-surface
 - Discrete ordinate
- 燃烧
 - Eddy Break Up (EBU)
 - Presumed Probability Density Function (PPDF), adiabatic and non-adiabatic
 - 多重参考坐标系 (MRF, 旋转机械的分析)
 - 移动网格 (sliding mesh)

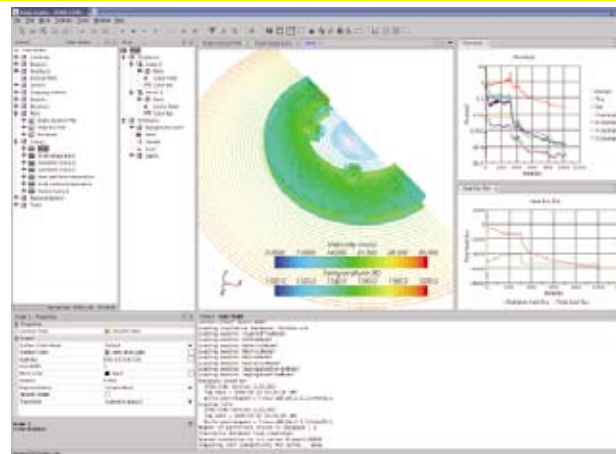
物理模型应用实例

● 燃烧

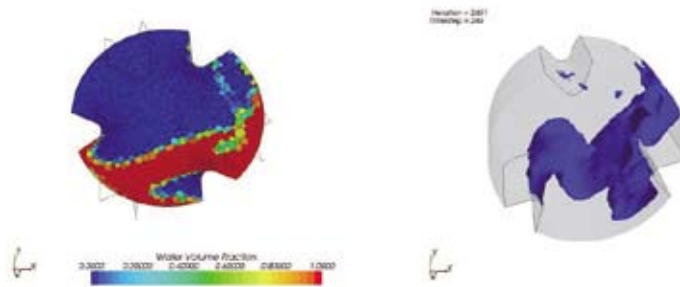


● 辐射

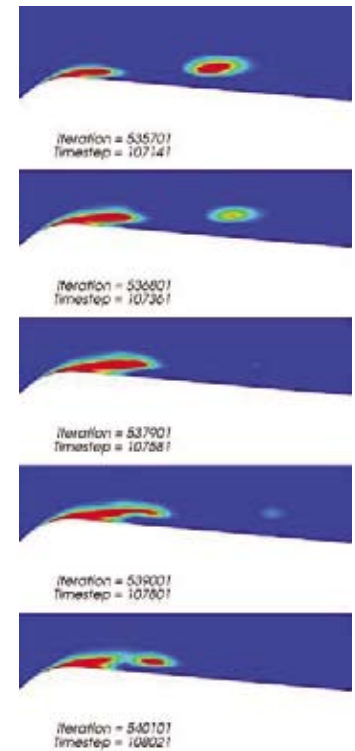
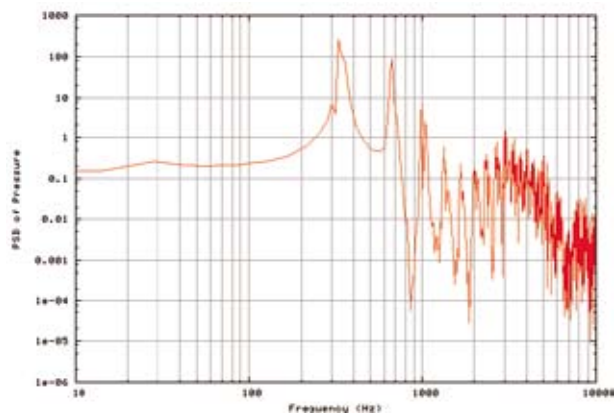




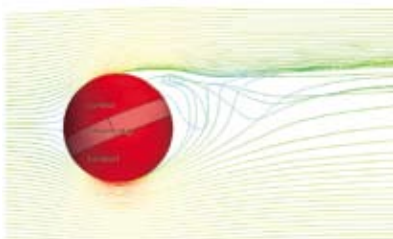
● 多相流



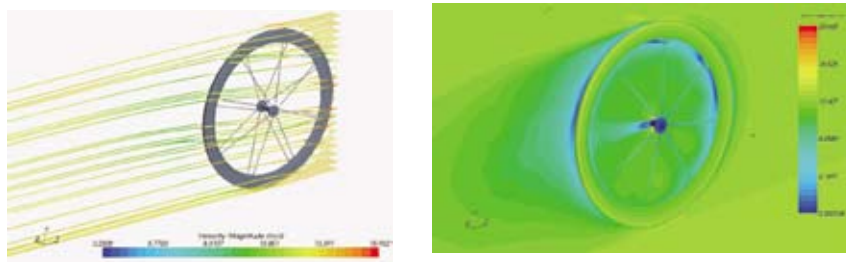
● 空化



● 边界层转换 (Boundary-layer transition)

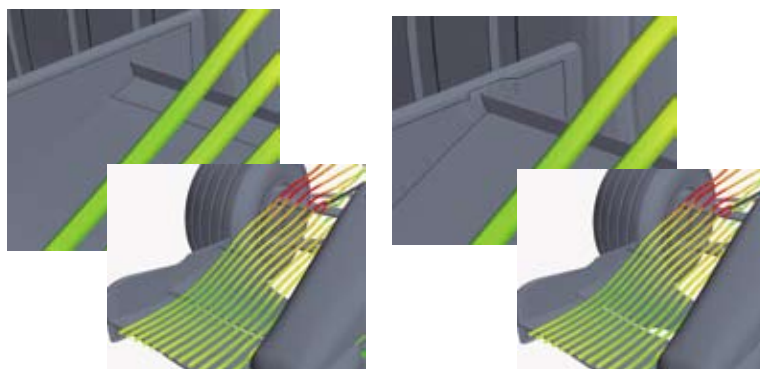
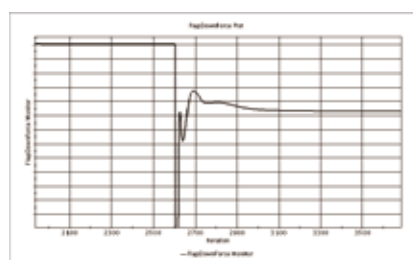
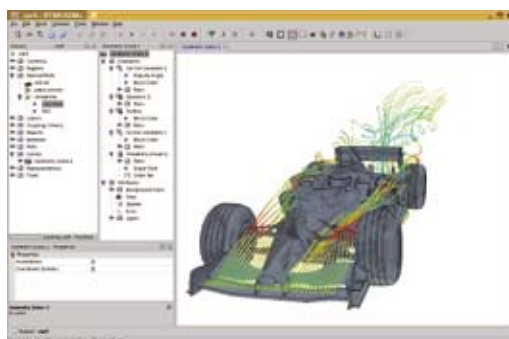


● 动网格

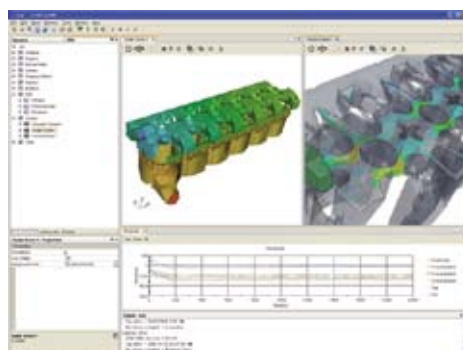


STAR-CCM+在工业界中的应用

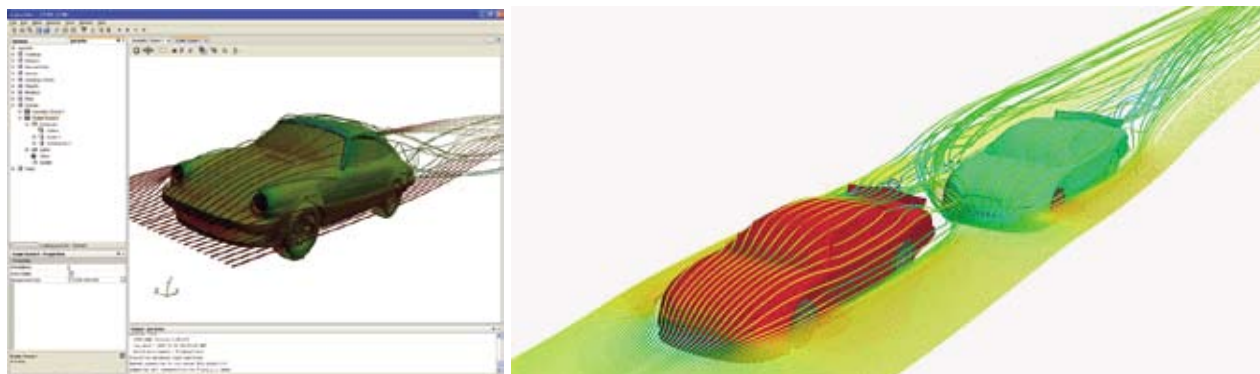
● 雷诺F1赛车分析



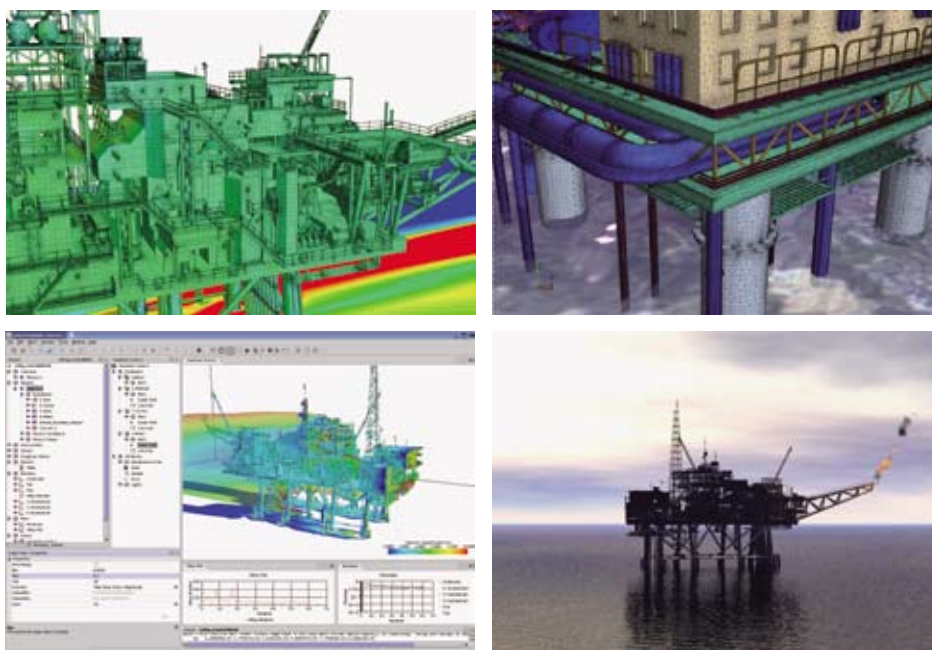
● 发动机水套分析



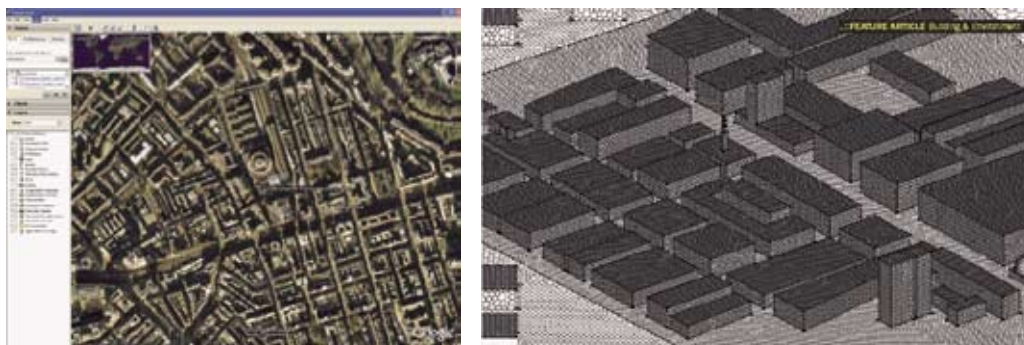
● 汽车空气动力学分析



● 石油钻探平台分析



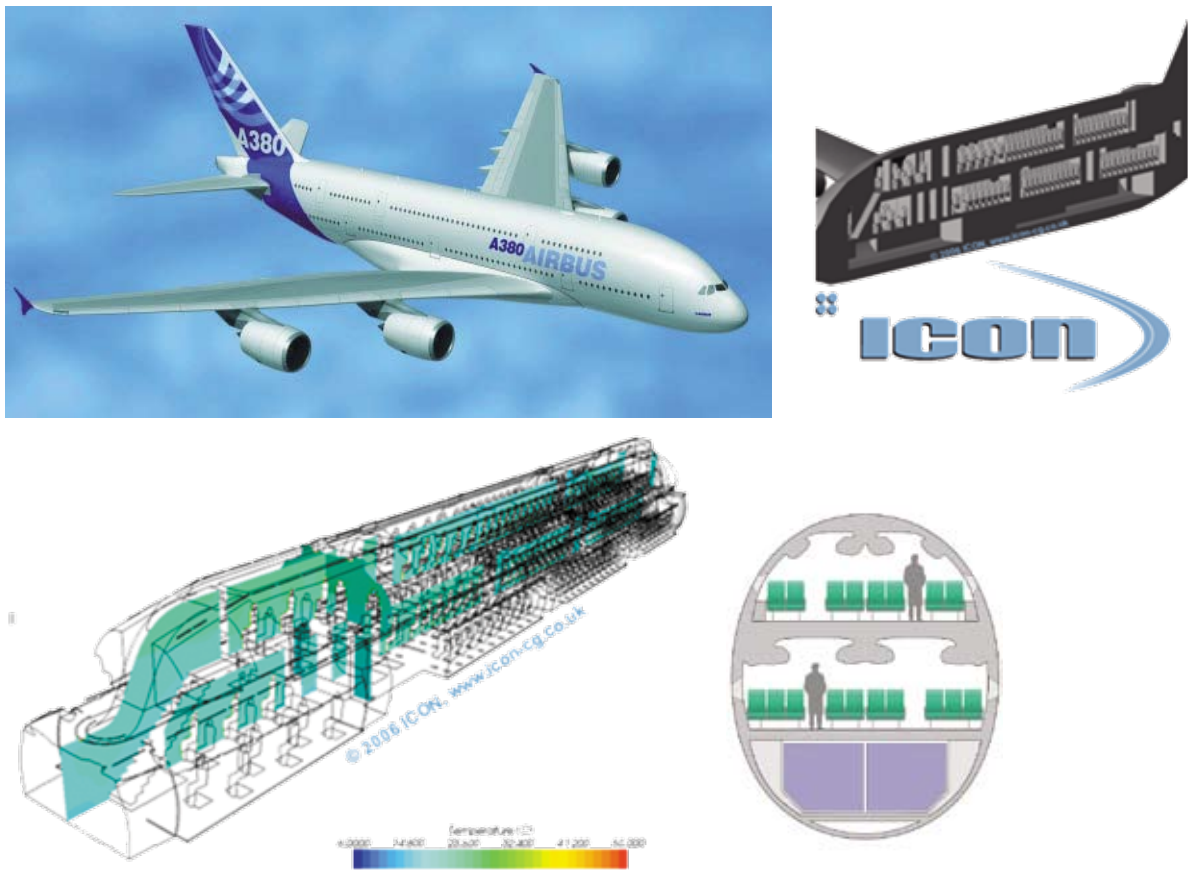
● 街区环境分析 (IES Ltd)



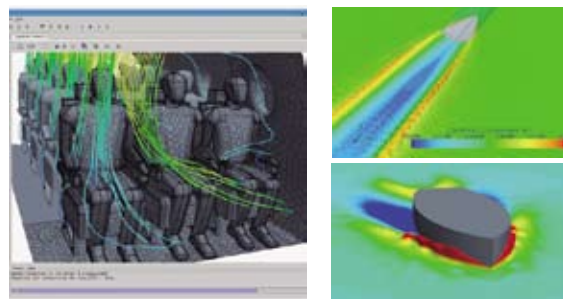
● 办公室舒适度研究



● 空中客车A380 热舒适度分析 (ICON)



● 乘员舱分析



STAR-CAD Gateway 简介

STAR-CAD Gateway是CD-adapco公司专门开发的连接CAD软件和CFD软件的接口程序。它将STAR-CD/STAR-CCM+嵌入到四款通用的三维CAD设计软件（CATIA/ Unigraphics NX/ Pro-ENGINEER/ SolidWorks）中，使用户可以在CAD环境中进行CFD分析，用户既享有CAD嵌入模式的强大优势，又可以使用STAR-CD/STAR-CCM+的全部高级功能。



STAR-CAD Gateway 两大优势

- 拥有CAD嵌入模式的强大优势
 - 将CFD功能内嵌于CAD软件中，工程师不需要学习专门的CFD软件，即可基于自己熟悉的CAD软件进行流动传热CFD分析；
 - 参数化CAD模型与CFD分析过程参数设定直接关联。模型变化后不需重新进行材料、边界条件等的设定，可节省用户时间，提高效率；
 - 用户可以高效地对较短的时间内实现模型的参数化研究，以实现产品的最优设计。

- 拥有Star-CD/STAR-CCM+的全部功能

- 内流/外流
- 传热/传质
- 化学反应/燃烧
- 动网格
- 多相流...



STAR-CAD Gateway 包含模块

- STAR-CAT5 Gateway
 - 将STAR-CD/STAR-CCM+内嵌于CATIA，支持版本CATIA V5 R12~R15。
- STAR-NX Gateway
 - 将STAR-CD/STAR-CCM+内嵌于Unigraphics NX，支持版本NX1, NX2, NX3。
- STAR-ProE Gateway
 - 将STAR-CD/STAR-CCM+内嵌于Pro-ENGINEER，支持版本Pro/E 2001, Wildfire, Wildfire 2, Wildfire 3。
- STAR-Works Gateway
 - 将STAR-CD/STAR-CCM+内嵌于SolidWorks，支持版本SolidWorks 2005, 2006。



STAR-CAD Gateway 工作流程

- 几何模型创建
 - 用户可基于自己熟悉的CAD环境创建几何模型；
- 物理模型设定
 - 可选用STAR-CD/STAR-CCM+的所有模型；
- 边界条件设定
 - 边界条件直接基于CAD模型面定义；
 - 当用户对CAD模型进行修改后，不需重新定义边界，大大提高效率。
- 网格划分
 - 可选用最新的Polyhedra网格；
 - 一键完成网格划分。
- 求解

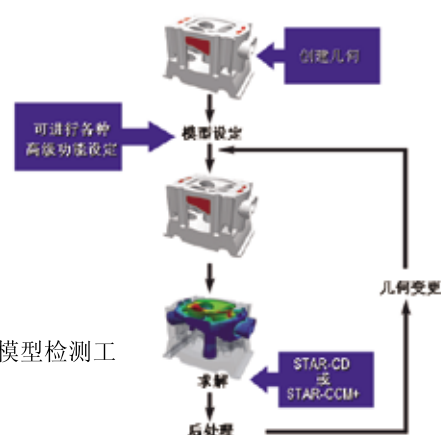
- 可使用Star-CD/STAR-CCM+两种求解器。
- 后处理
 - 可基于内置的Pro-Vis后处理工具进行；
 - 也可在Prostar/ STAR-CCM+中进行。
- 变更几何模型，进行CFD再分析
 - 参数化几何模型，可方便进行变更；
 - 原有CFD设置信息保存在几何模型中，一键即可完成CFD再分析。

STAR-CAD Gateway 最新版本

STAR-CAD Gateway最新版本为V4.10，发布于2007年1月。增加了许多新的特征，如模型检测工具，CFD分析流程菜单，计算结果报告，使初级用户可快速进行CFD分析。

STAR-CAD Gateway 行业应用

- 流动设备（泵，喷嘴，阀门，压缩机等）
- 风扇和螺旋桨
- 家用电器（烤箱，冰箱，真空吸尘器等）
- 室内通风
- HVAC管路和气候自动控制系统
- 车辆流体力学和空气动力学分析



STAR-Design——最直观、易用的CFD工具

STAR-Design简介

- STAR-Design是CD-adapco公司专为产品设计工程师开发的一款简单易用的CFD软件。它能使用户在产品开发周期中快速融入CFD理念。直观的界面、便捷的CAD建模以及基于STAR-CD/STAR-CCM+内核的前沿CFD技术，使之成为产品设计工程师的最佳选择。
- STAR-Design是在进行产品设计时理解、改善产品性能的理想工具。如果您的公司没有配备专用的CAD工具，且尚无专业的CFD工程师，那么，STAR-Design是您最理想的选择。



STAR—Design包含模块

- 基于Parasolid内核的三维实体建模引擎——可快速灵活地创建任意复杂的几何结构；
- 网格生成模块——支持多面体网格，用户透明界面，一键完成；
- 求解器模块——基于STAR—CD/STAR—CCM+内核；
- 后处理模块——Pro-Vis专门后处理工具, 拥有灵活的后处理功能。

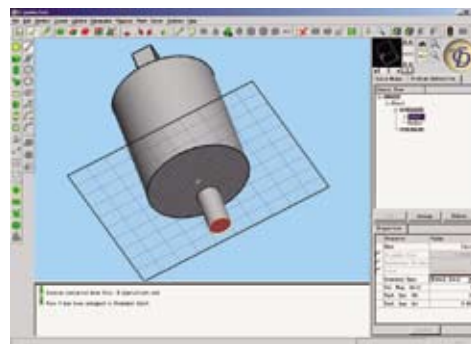


STAR—Design主要特点

- 直观友好的用户界面
- 参数化几何模型
- 强大而灵活的建模功能
- 先进的网格技术
- 完备的物理模型
- 前沿的CFD技术支持
- 灵活的后处理功能

直观友好的用户界面

STAR-Design界面专为非专业CFD工程师设计。新用户在短短一天之内即可学会使用，从而使用户能将更多的时间和精力用于关注产品设计，而非软件的学习。



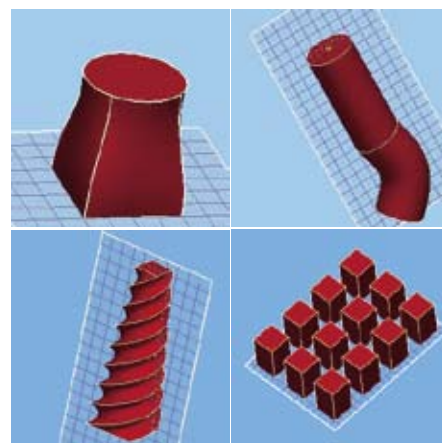
参数化几何模型

- 参数化的几何模型使得改变产品设计方案非常方便；
- 几何模型与CFD模型直接关联，几何模型变化后不需重新进行材料、边界条件等的CFD设定，即可快速完成CFD再分析，可大大节省用户时间，提高效率；
- 用户可以在较短的时间内实现产品的参数化研究，达到产品的最优设计。

强大而灵巧的几何创建功能

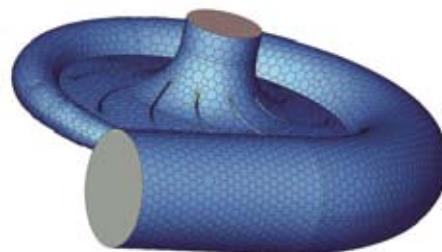
STAR-Design拥有简单易用的参数化几何建模功能和几何导入功能。使CFD工程师可以灵巧的自行创建和管理几何模型

- 线建模
 - 直线、曲线、样条线，圆环、弧线和折线；
- 面建模
 - 圆面、椭圆形、矩形、多边形、缝合多个曲线成为平面；
 - 拉伸面、旋转面、扫描面，放样面。
- 体建模
 - 球体、方体、圆柱体、圆锥体、圆胎体、棱柱体、拉伸体、旋转体。
 - 扫描体、放样体，多曲面缝合体，布尔运算体。
- 实体编辑
 - 移动、镜面、旋转、复制、缩放、倒角；
 - 切割、点阵、圆阵、烙印
- 高级功能
 - 测量两节点距离，单节点坐标，平面中心坐标



先进的多面体网格（Polyhedra）技术

相比传统的四面体网格，CD-adapco公司独特的多面体网格技术使用户能够在消耗更小的内存和计算资源的前提下更快地得到精度更高的结果。



完备的物理模型

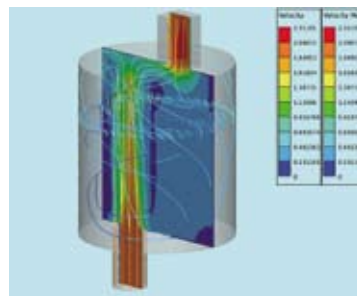
STAR-Design支持的物理模型包括：层流、湍流、传热计算，耦合传热、旋转机械、可压和不可压流、多孔介质，被动标量传输。

前沿的CFD技术支持

STAR-Design拥有STAR-CD和STAR-CCM+强大的CFD技术作为其支撑，这些技术已经被全球数以万计的各种领域内的工程师所接受、检测和信赖。以此为支撑，STAR-Design为客户提供简单易用的CFD功能，并保证可靠的精度。

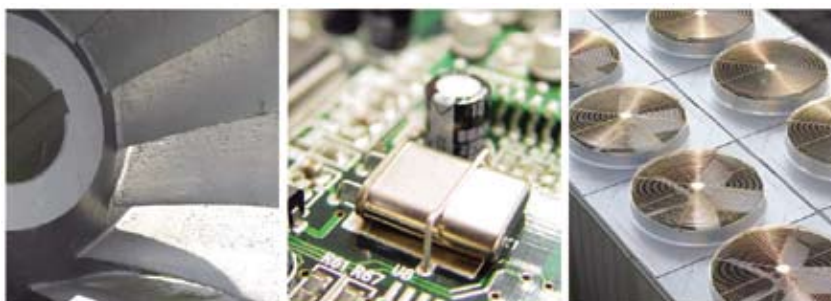
灵活的后处理功能

- 任意切面的标量云图
- 任意切面的矢量图
- 流线图
- 云图随意的颜色、透明度设定
- 方便地等值面获取
- 不同后处理图片随意叠加组合，强化展示效果。



STAR-Design典型应用

- 液压传动
- 电子冷却
- HVAC和建筑
- 汽车
- 家用电器
- 航空航天



- GT-SUITE系列软件是由美国Gamma Technologies公司开发。



- modeFRONTIER是由ES. TEC. O公司开发。



- MPCCI是由法兰克福SCAI研究中心开发。





西迪阿特信息科技有限公司 上海
上海市东方路971号
钱江大厦25楼C座 200122
Tel:021-50588290/50588291
Fax:021-50588292
<http://www.cdaj-china.com>

西迪阿特信息科技有限公司 北京
北京市朝外大街18号
丰联广场A座1207室 100020
Tel:010-65881497/65881498
Fax:010-65881499
<http://www.cdaj-china.com>