

STAR-CCM + 使用技巧

1 如何充分利用 STAR-CCM + 的一体化集成优势？

STAR-CCM + 的操作是流程化的，整个 CAE 分析流程都集成在 1 个界面中，用户可以完全摆脱学习和掌握专业 CAD 造型软件、其他网格生成、表面处理等前处理软件以及结果处理、动画制作等后处理软件的漫长和痛苦的过程。其中 3D-CAD 模块的加入，更加强化一体化带来的高效便捷的优势。如在旋风式分离器的设计中，出口深度通常是个需要改变的参数，以寻求更优的分离效率。用户可以在 STAR-CCM + 中绘制分离器草图时，勾选出口深度的 Expose parameter? 选项，即将其指定为 Design Parameter。通过对其他相关边进行位置约束，即可实现改变 Design Parameter 来改变整体几何外形的目的（见图 1）用户无须设置网格模型、尺寸及边界条件，就可以直接生成网格并实施计算，大大缩短优化改进设计的分析周期。

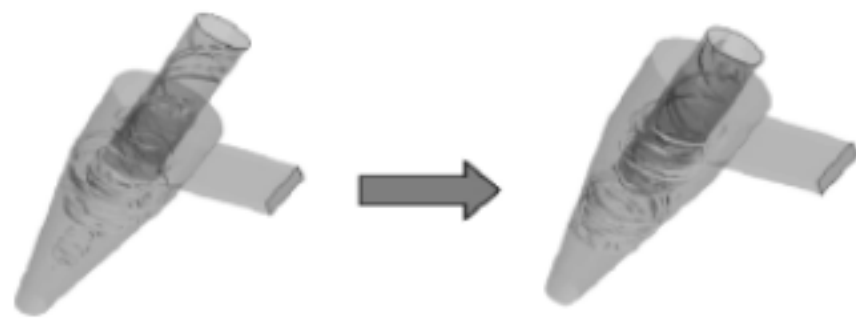


图 1 通过 Design Parameter 改变几何外形

2 多面体网格有哪些优势？

STAR-CCM + 中的多面体网格技术非常先进成熟。多面体网格具有六面体网格的精确度兼具四面体网格的易生成性，在 STAR-CCM + 中是最常用的网格类型。多面体具有比四面体网格更好的收敛性和更小的网格依赖性，大大降低用户的硬件资源要求和计算时间。用某赛车外流分析实例说明选择多面体网格的优势，见图 2。在该例中，若采用四面体网格，则需要 210 万个网格才能消除网格依赖性，占用内存 1.3 GB；若采用多面体网格，则仅需 35 万个网格就可消除网格依赖性，占用内存 900 MB。图 3 和 4 分别为四面体网格和多面体网格在相同计算条件下监控得到的阻力因数和升力因数曲线的收敛情况，可以看出，后者收敛速度远快于前者。

况，可以看出，后者收敛速度远快于前者。

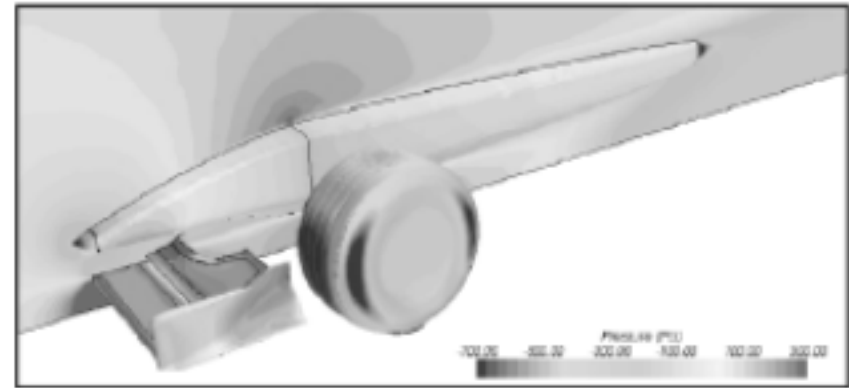


图 2 某赛车外流场分析

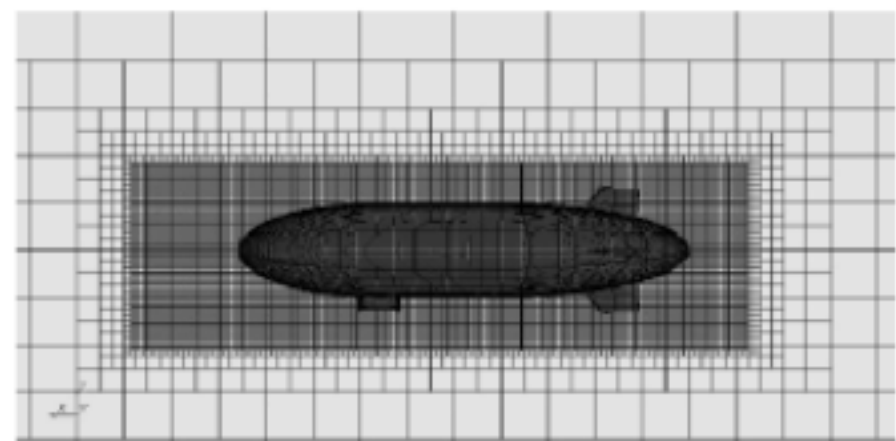
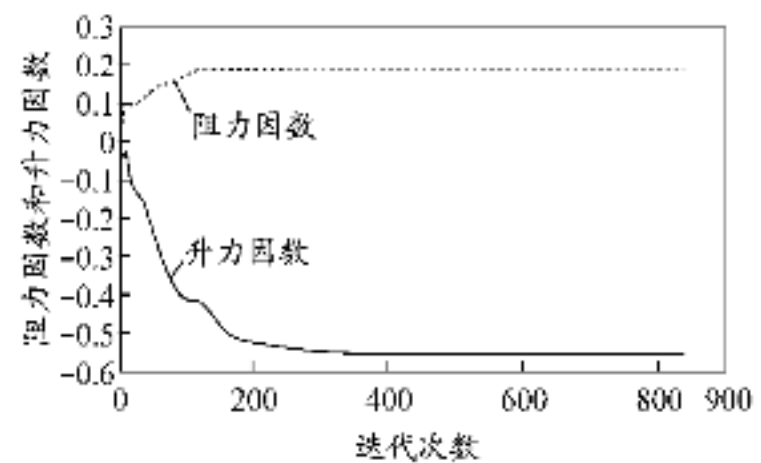
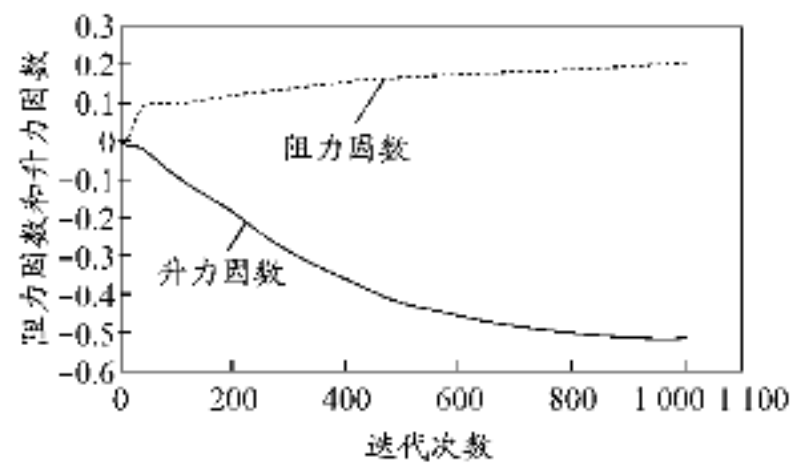


图 5 体网格局部加密

加密过程如下 :首先 ,在管理树 Tools > Volume Shapes上点击右键 ,在 New Shape 下选择要加密区域的形状 ,如长方体 (Brick)、锥体 (Cone)、圆柱体 (Cylinder)和球体 (Sphere)等 . 进入编辑状态后 ,用鼠标拖动或坐标输入的方式确定加密区域的大小范围 ,并点击 Create 建立 ,在 Volume Shapes节点下会生成 1 个子节点 (如 Brick1) 即新建的区域 .

然后 ,右键点击 Continua > Mesh1 > Volumetric Controls 选择 New 新建 ,出现子节点 Volumetric Control1 ,在其属性窗口中将 Shapes项选入前面新建的加密区域 Brick1. 在 Volumetric Control1 > Mesh Conditions 中选择与体网格相关的 Mesher (如 Polyhedral Mesher, Trimmer 等)并在其属性窗口中将 Customize.. 项勾选 . 在 Volumetric Control1 节点下会生成 Mesh Values 子节点 ,修改其参数可以单独控制加密区域的体网格尺寸 ,实现局部加密的目的 .

4 STAR-CCM+ 中如何处理无厚度表面生成双面边界层网格 ?

在生成体网格时 ,如果遇到空间中的无厚度表面 ,按下述方法处理可解决拓扑封闭问题 ,并可在表面两侧生成质量很高的边界层网格 (图 6) .

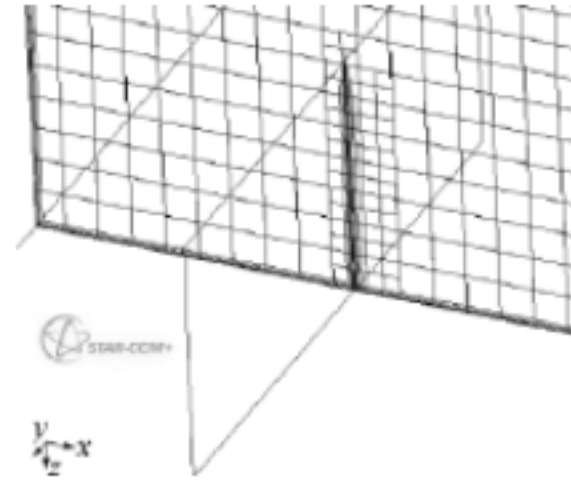


图 6 无厚度表面边界层网格

右键点击 Regions > Region 1 > Boundaries 节点下的空间面名称 ,选择 Convert to Interface (s) 将此无厚度面转换成 Interface. 修改 Interfaces 节点下此无厚度面 interface 的属性 ,将 Type 选择为 Baffle. 在该 Interface 节点下的 Mesh Conditions 下 Interface Prism Layer Option 属性打勾选中 .

从 Interface 节点向双面产生边界层 ,默认的边界层参数是在 Mesh Continua 里设定的全局参数 . 如果需要定义向双面生长的不同参数 ,需要修改 Regions > Region 1 > Boundaries 里 ,对应于生成 Interface 节点的 2 个 Boundary 节点的 Mesh Conditions 里的 Customize Prism Mesh 参数来实现 .

(待续)

(本文由西迪阿特信息科技有限公司 (上海)有限公司技术部供稿 . 读者若对 STAR-CCM+ 产品感兴趣 ,可以联系 support@cdaj-china.com.)

(上接第 97 页)

5 在 MSC Patran 中如何撤销已选择的单元或节点 ?

当模型较大且选择较多单元或节点时 ,如果使用 Backspace 键撤销选择会浪费较多时间 ,但采用以下 2 种方法可以快速撤销已选单元 : (1) 双击选项框 ; (2) 充分利用快捷键 Tab ,同时按下 Tab 键和 Shift 键 . 通过这 2 种方法就可以 1 次选中要删除的所有单元或节点 ,然后 1 次性删除即可 .

6 在 LS-DYNA 中简化积分时怎样避免或减小沙漏 ?

在显式动力分析中采用简化积分可以极大节省数据存储量和运算次数 ,并且在大变形分析中更加适用 . 但是 ,简化积分会出现沙漏 (零能模式) 因此需要有效控制分析中可能出现的沙漏变形 ,控制沙漏的方法有 : (1) 尽可能使用均匀的网格划分 ; (2) 尽量避免单点载荷 ; (3) 由于全积分单元不会出现

沙漏 ,用全积分单元定义模型的部分或全部以减小沙漏 ; (4) 全局增加模型的体积黏性 .

7 在 HyperMesh 中如何改变壳单元的方向 ?

前处理有限元软件 HyperMesh 划分好面网格后 ,可能会存在同一个面上单元方向不一致的情况 (颜色光亮度有一定差异) 在后续施加面载荷或定义单面接触时需要改变壳单元的方向 ,使同一面上壳单元的方向一致 . 修改方法为 : (1) 在主菜单区选择 Tools -> normals ; (2) 通过组件或直接选择同一面上的单元 ,并采用 color display normals 显示方式 ,点击 display normals ,由此直观地通过蓝红 2 种颜色的单元将不同方向的单元区分开来 ; (3) 在 orientation 中选择面上的 1 个单元 ,点击 adjust normals 则所在面上壳单元的方向都改为 orientation 中所选单元的方向 .

(摘自同济大学郑百林教授 《CAE 操作技能与实践》课程讲义 .)

STAR-CCM+ 使用技巧 (续 1)

1 如何通过 Sim 模板缩短从导入模型到执行计算过程的工作时间 ?

对于几何模型不同但边界条件、计算条件甚至网格尺寸范围相同的算例, STAR-CCM+ 可将已计算过的 sim 文件作为新模型的计算模板, 大大节省流程中网格尺寸调试、边界条件和计算条件等设定所花费的工时。

图 1 为模板应用方法实例。计算模型为长方体 Box, 边界名称分别为壁面、入口和出口, 有 1 套网格模型物理模型及参数, 同时有设定好的计算条件和数据报告等。新的几何模型为某分离器, 几何形状差异较大, 但基本边界相同, 可分为壁面、入口和出口。网格尺度、物理模型、计算参数以及条件都可沿用 Box 设定。

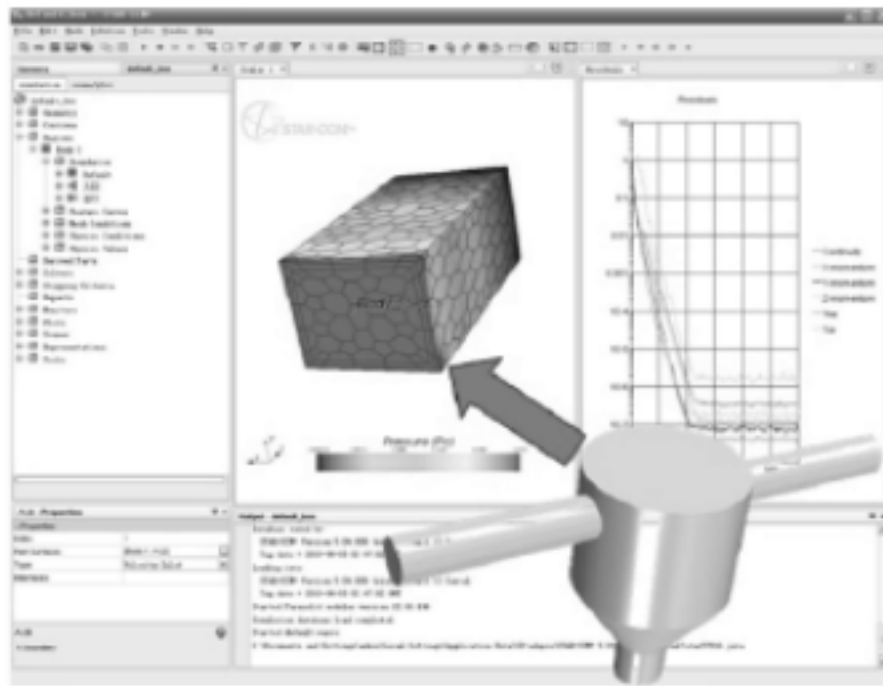


图 1 模板应用方法实例

以 Box 的设定作为分离器计算的模板, 具体操作步骤如下: (1) 将已经分析过的 sim 文件除几何模型外的所有设定作为模板。右键删除 Representations 下除 Geometry 外的所有已存网格 (Import, Remeshed Surface 和 Volume Mesh 等) 保留包括边界在内的其他所有设置, 如壁面、入口、出口及其他各项参数等。(2) 点击 Import Surface Mesh 按钮, 导入新分析对象的 CAD 模型, 在跳出的对话框中 Import Mode 选项下选择 Create New Part, 创建新的 Part, 点击 OK 确认。(3) 在 Geometry Part 下找到对应的几何体 (如名为 PIPING 的几何体) 在其子节点 Surfaces

Faces 上点右键选择 Split By Patch, 用 Patch 方法对其几何表面作边界分割。用户可在编辑界面中选择要分割的表面或在 Patch 列表中选择表面对应的 Patch 编号, 点击 Create 进行分割 (如 PIPING 几何体表面分为 Faces 1, Faces 2 和 Faces 3 等)。(4) 将已分割好的几何体表面与区域中的边界进行关联, 即在 Regions 下对应的区域 (如区域名称为 Body 1) 属性中 Parts 项下选择对应的几何体 (即 PIPING) 在区域内各 Boundary 的属性中 Part Surfaces 项下选择对应的几何体表面, 对应关系见图 2。(5) 保留其他设定 (可根据需要改动)。(6) 重新生成网格并进行计算。

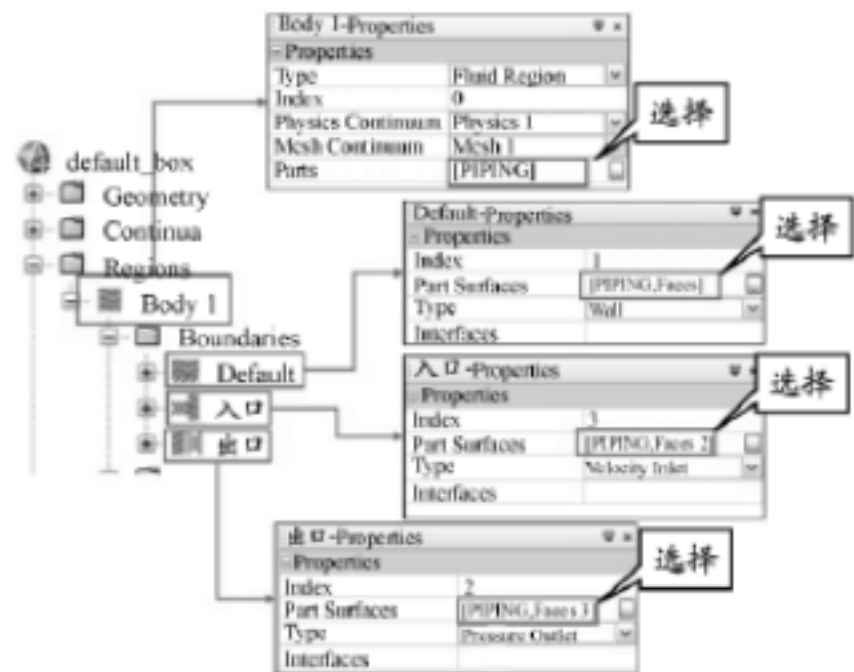


图 2 几何表面与物理边界关联关系

2 如何生成合理的薄壁网格 ?

在很多问题中常会遇到薄壁几何的情况, 图 3 为流体区域中存在固体薄壁的情况示意。

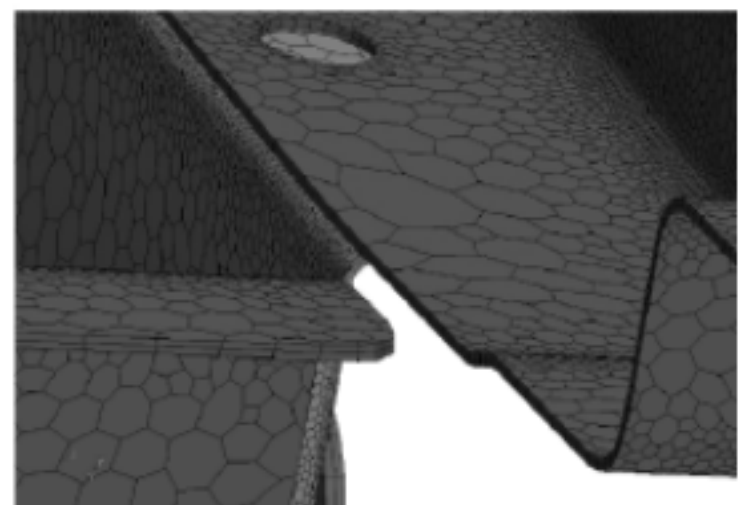


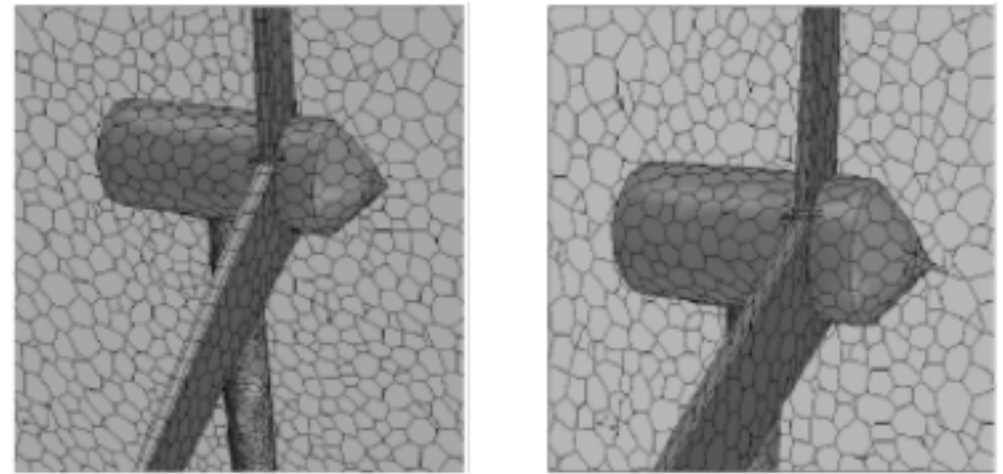
图 3 流体区域中存在固体薄壁的情况示意
对于存在薄壁的区域, 为满足薄壁厚度方向上

流动或传热的计算要求,必须指定一定层数的网格以反映该方向上速度或温度等其他物理量的梯度变化,同时非厚度方向的网格尺寸可根据具体问题设定为较大的值,保证整体网格数量不至于过多。由图 3 可知,厚度方向指定 2 层网格,非厚度方向的网格尺寸远大于厚度,既保证厚度方向传热计算的要求,又保证整体网格数量很少。用 STAR-CCM+ 自带的 Thin Mesher 工具可方便地达到上述目的。

在网格连续体中选择 Thin Mesher 工具,用户可指定相关参数控制薄壁厚度及厚度方向的网格层数。以某螺旋桨模型为例,叶片为薄壁,对该模型的流固区域同时生成网格,方法如下: (1) 导入 CAD 文件,以 Split by Surface Topology 方法自动将流固分为 2 个区域,在网格连续体 Mesh 1 的属性中勾选 Per-Region Meshing; (2) 在 Mesh 1 Models 中右键选择体网格模型 Thin Mesher; (3) 在 Thin Mesher 的属性中勾选 Customize Thickness Threshold,用户就可在 Reference Values 中定义薄壁厚度和网格层数; (4) 在 Reference Values Thin Mesher Layer 属性中指定厚度方向上体网格的层数(如 3 层)在 Thin Solid Thickness 节点下指定薄壁厚度范围,凡小于该值的区域厚度都被作为薄壁。

如果希望 2 区域网格连续且保证厚度方向有一定数量层数的网格,可不作层状网格,只需在选择网格模型时选择 Polyhedral/Tetrahedral + Embedded Thin Mesher 即可实现。图 4 为使用薄壁网格工具生成的体网格形态,图 4 (a)为通过上述方法得到的层状网格,叶片厚度方向为 3 层网格;图 4 (b)为网格

连续的情况下生成 3 层网格的形态。



(a)层状网格

(b)网格连续的薄壁网格

图 4 使用薄壁网格工具生成的体网格形态

对于单区域的模型,可省略步骤 (1) 进行处理。图 5 为单区域薄壁网格示意图。流体通道一端入口径向厚度很薄,沿轴向其壁厚逐渐增大,较薄的一段被划为 5 层网格以符合计算要求。

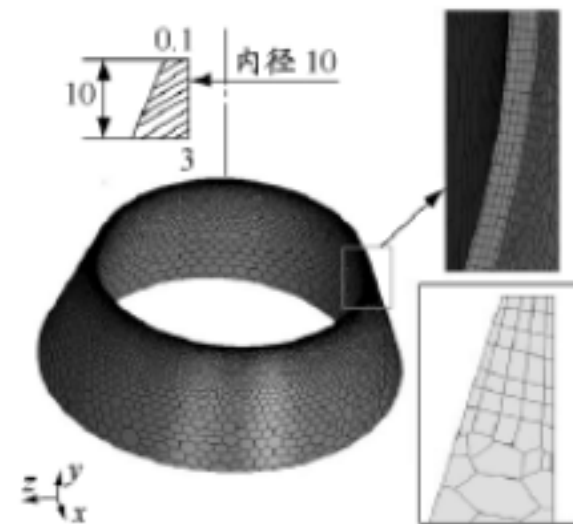


图 5 单区域薄壁网格, mm

(待续)

(本文由西迪阿特信息科技有限公司(上海)有限公司技术部供稿。读者若对 STAR-CCM+ 产品感兴趣,可以联系 support@cdaj-china.com.)

STAR-CCM + 使用技巧 (续 2)

1 如何使用 STAR-CCM + 的 3D-CAD 功能进行参数化建模 ?

STAR-CCM + 从 V 5.02 开始集成完全参数化的 CAD 几何建模功能 3D-CAD. 3D-CAD 模块搭建起 CAD 与 CAE 之间沟通的桥梁, 用户无须担心在仿真过程中使用到的不同软件之间的数据交换问题. 3D-CAD 完全集成在 STAR-CCM + 的界面和工作流程中, 实现 STAR-CCM + 从参数化 CAD 建模到表面准备、体网格生成, 再到计算求解和后处理的一体化工作流程. 3D-CAD 的完全参数化功能使用户可方便地修改几何模型尺寸, 快速投入到新的案例计算中, 同时也为与 modeFRONTIER 等优化软件连接提供更大便利. 利用 3D-CAD 进行参数化建模的基本流程为:

(1) 二维草图绘制. 通过软件提供的点、线、四边形、圆弧和样条曲线等工具在基准平面上绘制二维的草图.

(2) 草图特征约束. 所绘制的草图可添加各种约束条件以确保草图的约束关系, 如固定、共线、平行、垂直和共圆心等.

(3) 三维实体成型. 将二维草图通过拉伸、旋转、放样和扫掠操作变为三维实体.

(4) 特征操作. 对通过倒角、倒圆和阵列等操作编辑和优化三维实体模型.

(5) 参数设计. 在草图绘制、实体成型和特征操作中将长度、角度和一般参数定义为设计参数. 具体做法是勾选参数的“Expose Parameter?”选项, 即将其指定为“Design Parameter”. 通过对其他相关边进行位置约束, 可实现改变“Design Parameter”来改变整体几何外形的目的, 用户无须设置网格模型、尺寸及边界条件就可直接生成网格并实施计算, 大大缩短优化改进设计的分析周期.

以图 1 为例说明 3D-CAD 建模的具体操作. 打开 STAR-CCM + 后, 左击树状菜单中 Geometry 旁边的 + 号, 拉出 3D-CAD Models, 右击 3D-CAD Models, 在菜单中选择 New. 此时自动进入 3D-CAD 模式. 右击 Features 下 xy, 选择 Create Sketch, 自动进入草图

绘制界面, 点击利用圆心和半径做圆图标 (第 1 排最右 1 个) 在右边带网格线的平面上左击原点作为圆心, 用鼠标沿格子边长方向移动 5 个格子后左击确定半径, 此时圆自动作出. 点击左边窗口中的 OK 按钮, 结束草图绘制. 此时自动返回 3D-CAD 界面. 仿照以上操作, 进入 yz 平面内的草图绘制界面, 此时右边带网格线的平面为 yz 平面, 点击利用 3 个顶点作矩形按钮 (第 1 排左起第 3 个) 第 1 点点击在圆点, 延 y 轴方向偏移 2 个网格点击第 2 点, 再延 z 轴偏移 3 个网格点击第 3 点, 然后点击左边窗口的 OK 按钮. 这样就建立了 1 个 yz 平面上的矩形. 自动返回 3D-CAD 界面后, 可看到树状菜单的 Features 下自动多出 Sketch 1 和 Sketch 2, 分别对应所作出的圆和矩形. 右击 Sketch 1, 点击 Create Extrude, 进入拉伸界面, 在 Distance 中填入 0.1 m, 此时右边将显示拉伸后的形状, 点击左边窗口的 OK 按钮, 确认拉伸. 同样, 将 Sketch 2 向 x 轴正向拉伸 0.1 m. 此时 CAD 模型就完成了, 见图 1 右边窗口.

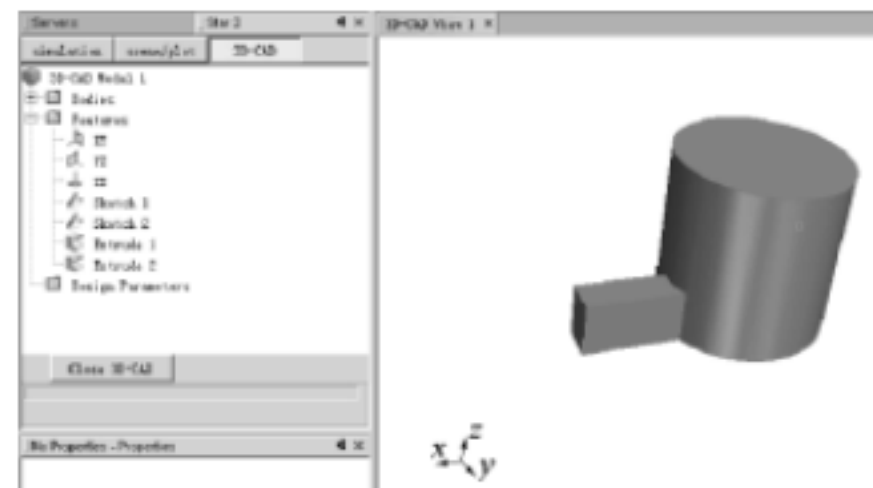


图 1 某简单几何模型

2 如何使用 STAR-CCM + 的流固耦合应力形变功能 ?

STAR-CCM + 从 V 4.04 开始增加流固耦合应力形变功能, 用户不需要其他第三方软件, 只需在其统一界面下即可完成流固耦合应力形变的模拟. 这是 STAR-CCM + 作为多物理场仿真平台的重要功能之一. 流固耦合应力形变所用到的模型为计算固体应力的 Solid Stress 模型、计算流体变形的 Morphing 模型、计算固体变形的 Solid Displacement 模型. 以 V 5.04 版本为例说明模型设定的要点.

(1) 流体区域和固体区域的交界面设置为 In-place Interface.

(2) 设置流体模型和固体模型 . 流体模型无须特殊设置 , 固体模型需选择 Solid Stress 模型 , 同时需要设置 固体物性的泊松数 (Poisson) 和 杨氏模量 (Youngs Modulus) 值 .

(3) 在树形管理窗口中的 Tools Motions 节点下添加 Morphing 模型和 Solid Displacement 模型 .

(4) 分别将 Morphing 模型和 Solid Displacement 模型对应到流体计算域和固体计算域中 . 如流体 Regions 计算域 Fluid Physics Values Motion Specification , 在属性窗口中将 Motion 设置为 Morphing.

(5) 将流体域中交界面 Physics Conditions Morpher 的属性值设置为 Solid Stress.

(6) 将固体域中不能变形的边界 Physics Conditions Stress/Displacement 设置为 Fixed.

图 2 为 STAR-CCM+ 的流固耦合应力形变功能示例 .

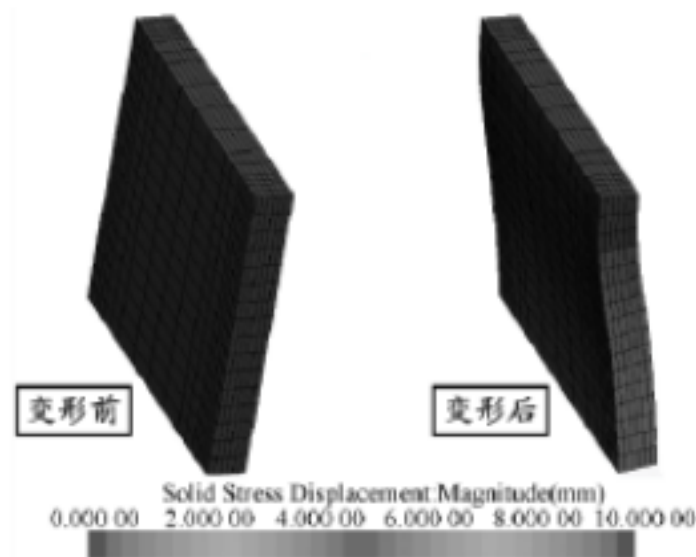


图 2 STAR-CCM+ 的流固耦合应力形变功能示例

3 如何使用 STAR-CCM+ 的噪声计算功能 ?

STAR-CCM+ 能预测气动噪声源 , 在 V 4. 06 及后续的版本中有具体的各种气动噪声源计算模型可选 , 分别适用于计算偶极子 (壁面上的压力脉动造成) 、四极子 (流体空间内的湍流作用造成) 噪声源等 . 不同模型还有其不同的适用性 , 有只适用于稳态计算的 , 也有适用于非稳态计算的 . 使用稳态 MRF 方法 , 配合通常的 k- 或者 k-Omega 湍流模型 , 也可预测流场噪声源分布情况 . 但是 , 1 次计算只能选择计算偶极子或四极子噪声源中的 1 种 , 若要得到流场中某点上的噪声 (该点须在计算域以内) 可使用四极子噪声源计算方法得到在该点上由于湍流作用造成的噪声源 . 需要注意的是 , 以上所说的都是噪声源的计算 . 在最新的 V 5. 06 中可计算噪声传播 . 另

一种方法是使用 DES 或 LES 湍流模型进行非稳态计算 , 得更加细致、精确的流场压力脉动 , 配合监测所需要的点的压力值随时间的脉动数据 , 再通过 STAR-CCM+ 内的快速傅里叶变换 (Fast Fourier Transform, FFT) 功能 (V 4. 04 以后版本才有此功能) 转换到频域下的数据 , 作为近场噪声的参考值 . 该方法需使用比较细密的网格 , 再加上 DES 或 LES 的非稳态计算 , 计算量非常大 . 以下对瞬态模拟中 FFT 的设定和使用步骤进行简介 .

(1) 设定压力监测点

(见图 3). 首先确定压力监测点的位置 , 然后在 Reports 目录中建立此监测点的压力 report , 在 Reports 目录中生成

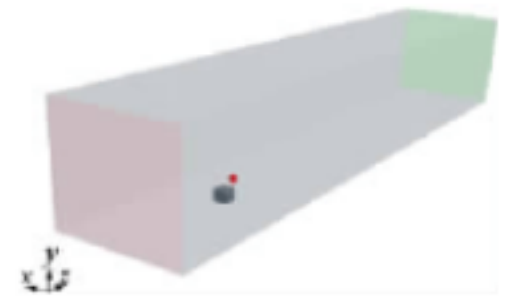


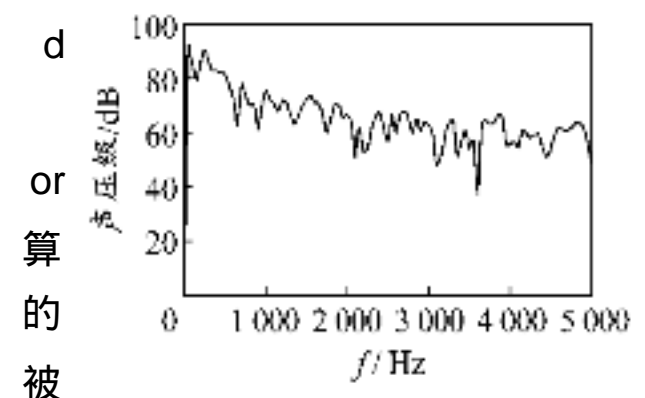
图 3 计算模型及监控点

Moni_P 子目录 . 在 Moni_P 子目录上单击右键 , 选择 Create Monitor from Report , 则在 Monitors 目录下生成 Moni_P Monitor 子目录 . 设定 Moni_P Monitor 子目录属性中的 Trigger 为 Time Step 这样压力监测点的数据会按时间步进行更新 .

(2) 设定 FFT. 在 Tools Data Set Functions 上单击右键 , 选择 New Fast Fourier Transform , 则建立名为 Fast Fourier Transform 1 的 FFT 的子目录 , 将该子目录的 Amplitude Function 设置为 Sound Pressure Level , 其他选项保持默认 . 关于 FFT 子目录的其他属性设置参考 STAR-CCM+ 的帮助文件 .

(3) 定义监测点的 FFT. 在 Fast Fourier Transform 1 Derived 上单击右键并选择 New derived data from monitor , 建立 derived monitor 子目录 , 然后设置此子目录的 input data 属性为 Moni_P Monitor .

(4) 建立 Monitor Plot 图 . 在 Plots 目录上单击右键并选择 New Plot Monitor Plot , 生成 Monitor Plot 1 子目录 , 将 Monitor Plot 1 Derived 中的 Derived data



被

STAR-CCM + 使用技巧(续完)

1 什么是 Field Function?

Field Function 是在 STAR-CCM + 中存取求解器内单元和边界数据的机制. 在 STAR-CCM + 中应用十分广泛, 而其他 CFD 软件绝大多数需使用用户子程序才能实现有关功能; 无须安装特别的编译器, 具有功能强大、简单易用的特点.

2 Field Function 有什么用处?

Field Function 常用于显示计算结果, 如要显示某个壁面上的压力分布云图, 此处“压力”(Pressure) 就为一个 Field Function.

Field Function 还可用于定义边界和区域上的值或定义初始条件. 此时, 用户一般需事先编写好一个 Field Function, 然后将其应用到边界、区域或初始条件的设定中. 如要将一个速度入口边界的速度大小值赋成随 y 坐标呈抛物线规律变化, 就需事先编写一个满足该规律的 Field Function, 然后应用到速度入口边界的设定中.

3 Field Function 的分类

从 Field Function 的生成方式看, 可分为 System 和 User 这 2 类. System Field Function 由软件根据所选择的物理模型自动生成, User Field Function 为用户自定义的 Field Function, 定义时可引用 System Field Function 或其他 User Field Function.

从 Field Function 的数据类型看, 可分为 Scalar, Vector, Array 和 Position 等 4 种. Scalar Field Function 为只有 1 个分量的标量场函数, 如 Temperature, Pressure 等. Vector, Array 和 Position Field Function 都具有 3 个分量, 如 Velocity 属于 Vector Field Function, 具有 i, j, k 等 3 个方向分量, 另外还有合值 (Magnitude) 这个属性. 不过, Vector 和 Position Field Function 可在不同的坐标系互相转换, 而 Array Field Function 不可以.

4 Field Function 的语法

Field Function 用到的语法为 C 语言的一个子

集, 使用起来非常简单. 用户在编写 Field Function 时, 除可以使用各种表达式外, 还可引用其他 Field Function.

Field Function 的引用有其独特的方法. Scalar Field Function 的引用是在函数名前加一个“\$”符号, 如

\$ Temperature

Vector, Array 和 Position Field Function 的引用则是在函数名前加 2 个“\$”符号, 如

\$ \$ Velocity

其分量的引用方式为

\$ \$ Velocity[0] —— i 方向分量

\$ \$ Velocity[1] —— j 方向分量

\$ \$ Velocity[2] —— k 方向分量

Vector 和 Position Field Function 在引用时还可指定坐标系, 如

\$ \$ Centroid("Coordinate System 1")

Field Function 在定义时可灵活使用表 1~5 所示的常用运算符、函数和表达式. 其中, 矢量函数适用于 Vector, Array 和 Position Field Function.

表 1 算术运算符

Tab. 1 Arithmetic operators

运算符	+	-	×	/
功能	加	减	乘	除

表 2 逻辑运算符

Tab. 2 Logical operators

运算符	==	!=	>	<	≥	≤	&&	
功能	等于	不等于	大于	小于	大于等于	小于等于	逻辑与	逻辑或

表 3 三角函数

Tab. 3 Trigonometric functions

函数名	arccos(\$x)	arcsin(\$x)	arctan(\$x)	arctan2(\$y, \$x)	cos(\$x)
功能	反余弦	反正弦	反正切	y/x 的反正切	余弦
函数名	cosh(\$x)	sin(\$x)	sinh(\$x)	tanh(\$x)	tan(\$x)
功能	双曲余弦	正弦	双曲正弦	双曲正切	正切

表4 矢量函数

Tab.4 Vector functions

函数名	mag(\$\$ u)	mag2(\$\$ u)	unit(\$\$ u)	dot(\$\$ u, \$\$ v)
功能	矢量长度	矢量长度的平方	单元矢量	点积
函数名	cross(\$\$ u, \$\$ v)	curl(\$\$ v)	div(\$\$ v)	
功能	叉积	旋度	散度	

表5 其他常用函数

Tab.5 Miscellaneous functions

函数名	ceil(\$ x)	exp(\$ x)	abs(\$ x)	floor(\$ x)
功能	向上取整, x为实数	指数	绝对值	向下取整, x为实数
函数名	ln(\$ x)	sqrt(\$ x)	pow(\$ x, \$ y)	fmod(\$ x, \$ y)
功能	自然对数	平方根	x的y次方	模
函数名	mod(\$ x, \$ y)	min(\$ x, \$ y)	max(\$ x, \$ y)	grad(\$ phi)
功能	等价于 fmod(\$ x, \$ y)	最小值	最大值	标量场 phi 的梯度

Field Function 中的条件表达式书写方式为

$$(a > b) ? c : d \quad (1)$$

其含义为:如果 $a > b$ 成立,则表达式值为 c ;如果 $a > b$ 不成立,则表达式值为 d .

条件表达式可以嵌套,如

$$((\$ \$ Centroid[1] < 1) ? -30 : 0) \quad (2)$$

对照式(1)可知, d 在式(2)中为条件表达式. 整个表达式的含义为三段式分段函数,见图1.

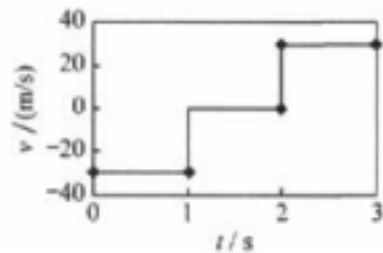


图1 分段函数

5 Field Function 应用举例 Fig.1 Step function

例1 缩放已有的 Field Function. 已知 x 方向的质心坐标函数为 $\$ \$ Centroid[0]$, 其单位为 m . 欲新建一个以英寸为单位的 x 方向质心坐标函数,需对原始函数进行缩放,除以 0.0254 即可:

$$\$ \$ Centroid[0] / 0.0254$$

例2 定义瞬态计算中随时间变化的温度边界条件. 已知温度边界条件的变化规律是在 $0.01 s$ 前从 $300 K$ 线性变化到 $1000 K$; 在 $0.01 s$ 后保持 $1000 K$.

$$(\$ Time \geq 0.01) ? 1000 : 300 + 70000 * \$ Time$$

例3 在同一个边界不同位置定义不同的热流密度. $y > 0$ 的部分热流密度是 $1 W/m^2$, $y < 0$ 的部分热流密度是 $0.1 W/m^2$ (注: $\$ \$ Centroid$ 和 $\$ \$ Position$ 具有类似功能).

$$(\$ \$ Position[1] > 0.0) ? 1 : 0.1$$

例4 对不同空间位置定义不同的初始速度场. 在 $x < 4$ 的空间,速度初场为 $[2, 0, 0] m/s$; 在 $x \geq 4$ 的部分,速度初场为 $[10, 0, 0] m/s$. 速度初场为一个矢量场,需定义一个 Vector Field Function.

$$[(\$ \$ Centroid[0] < 4) ? 2 : 10, 0, 0]$$

例5 基于三维矢量场的分量定义一维或二维矢量场. 仅包含 i 方向速度的一维矢量场

$$[\$ \$ Velocity[0], 0, 0]$$

包含 i, j 方向速度的二维矢量场

$$[\$ \$ Velocity[0], \$ \$ Velocity[1], 0]$$

例6 显示单元表面法线矢量. 函数 $\$ \$ Area$ 是单元表面面积的矢量,其矢量方向为沿单元表面的法线方向,除以单元表面面积的标量值函数 $\$ \$ Area. mag()$, 即得到单位矢量方向. 新建一个 Vector User Field Function

$$\$ \$ Area / \$ \$ Area. mag()$$

在矢量场 (Vector Field) 里选择该新建的 User Field Function, 显示在单元表面上即可, 见图2.

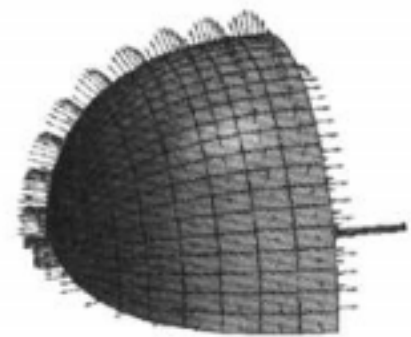


图2 表面法线矢量

Fig.2 Surface normal vectors

例7 定义流场衍生参数.

速度矢量场的散度 $\nabla \cdot v$:

$$div(\$ \$ Velocity)$$

密度与速度乘积的散度 $\nabla \cdot (\rho v)$

$$div(\$ Density * \$ \$ Velocity)$$

压力场的梯度 $\nabla \cdot p$

$$grad(\$ Pressure)$$

速度场的旋度 $\nabla \cdot v$

$$curl(\$ \$ Velocity)$$

(续完)

STAR-CCM+使用技巧(续完)

刊名：计算机辅助工程
英文刊名：COMPUTER AIDED ENGINEERING
年，卷(期)：2011,20(1)