

快速入门培训资料

by SIMSOLID Corporation



Table of Contents

- [Section 1 – Introduction](#)
- [Section 2 – My first analysis](#)
- [Section 3 – User interface basic concepts](#)
- [Section 4 – Processing design geometry](#)
- [Section 5 – Creating an analysis](#)
- [Section 6 – Interpreting results](#)
- [Section 7 – Typical SIMSOLID Workflows](#)
- [Section 8 – Additional topics and sources for more information](#)



Section 1

INTRODUCTION



欢迎使用SIMSOLID, 一款不一样的有限元软件

- SIMSOLID是一款新一代结构仿真软件，分析能力强
- 它采用新的计算方法，直接使用原始几何模型，无需简化模型，也无需网格划分
- SIMSOLID能在普通的电脑上实现复杂装配模型的仿真分析
- SIMSOLID是传统CAE软件或者CAD嵌入仿真工具分析能力的完美补充，它将分析范围扩展到更复杂的或者更大的装配体，并能在几秒到几分钟内提供分析结果



SimSolid如何实现高效计算的?

- SIMSOLID是尽管也是采用有限元方法，但它的运行方式却截然不同。我们无需创建网格，而是使用更高阶函数，这些函数应用于模型，实现高效而准确计算
- 接下来的幻灯片中，我们提供了一些技术背景资料，并介绍SimSolid所使用的方法以及它与传统的FEA的比较
- SIMSOLID在自适应求解循环里会自动添加相关技术参数，而用户只需要简单的输入。

[Learn more](#)

Downloads whitepapers, validation and theory documents and more here



SIMSOLID与传统FEA区别——方法

Traditional FEA

SIMSOLID

离散结构区域- 四面体等

任意区域——例如部件作为一个区域

自由度在单元节点上，并且节点需连续

自由度分布在几何特征上，体、面、线或者点上

自由度只有节点 U_x , U_y , U_z 平动自由度

自由度与几何对象相关

每个节点只有3个自由度

单个几何体可以有很多自由度，自由度的数量取决于自适应求解控制（**solution adaptation**）设定

形函数只是简单的低阶多项式

形函数可以是任意阶数

- 标准多项式 complete standard polynomials
- 无散度多项式 divergence-free polynomials
- 调和多项式 harmonic polynomials
- 非多项式 non-polynomials



SIMSOLID与传统FEA区别——精度控制

Traditional FEA

几何模型的简化取决于使用者

需要选择单元类型

网格疏密与分布情况需要使用者选择

用户需指定分析设定

- 指定求解方法 Solver & solution methods
- 容差与相关设定 Tolerances and options

求解精度控制取决于局部能量密度改变，
不适用于装配体

SIMSOLID

保留完整几何模型特征

无单元类型

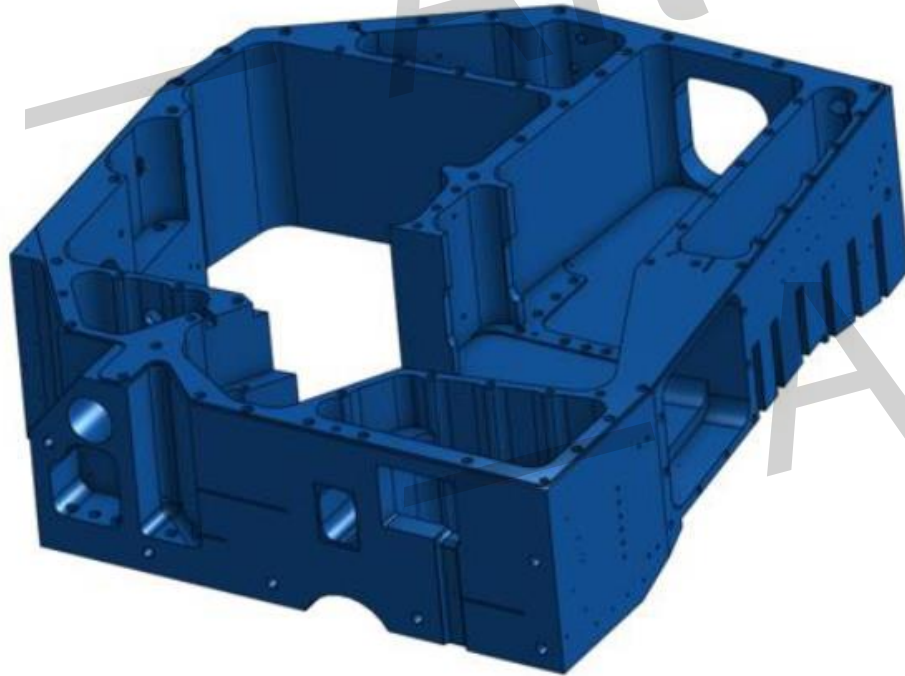
无需网格划分

对于瞬态动力学分析与带摩擦的接触非线性分析问题
也无需特殊设置，求解设置简单

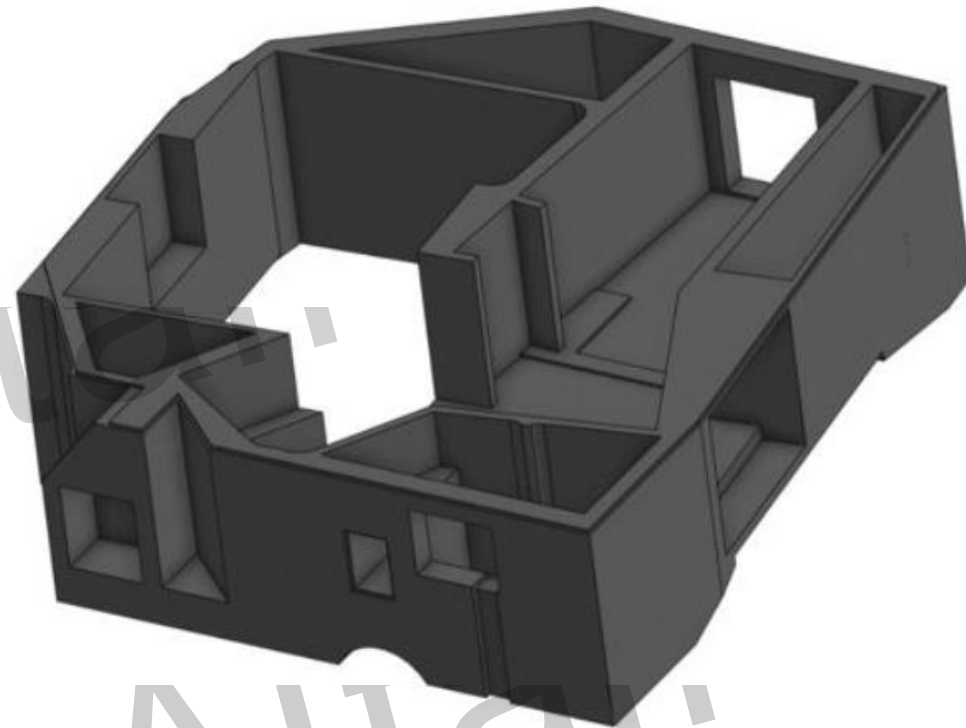
求解精度控制基于局部能量密度改变和边界条件的
误差，适用于局部与全局，适用于复杂零件或者大
型装配体，以及能快速输出结构内力，如接触与约
束反力等



Original CAD Model



FEA Simplified Geometry



SIMSOLID 求解分析步骤- 建模

January 3, 2019 Altair Engineering, Inc. Proprietary and Confidential. All rights reserved.

- 1** 导入几何模型 Process geometry
- 转换为面体组合 faceted volumes

- 2** 识别几何特征 Classify geometry
- 螺栓, 螺母, 垫圈, 弹簧
Bolts, nuts, washers, springs
 - 薄壁件 Thin sheets
 - 通孔 Through holes

- 3** 创建连接 Create connections
- 自动搜索接触区域
 - 自动定义接触类型 (bonding, sliding)
 - 用户自定义接触类型 (separating)

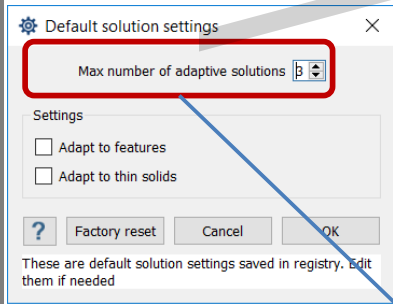
- 4** 求解设定 Create analysis parameters
- 分析类型 Analysis type
 - 边界条件 Boundary conditions
 - 选定材料参数 (也可以从CAD软件导入)
 - 设定 Solution adaption

提交计算
Ready to analyze



SIMSOLID求解分析步骤- 求解过程

- 1** 几何评估
Geometry evaluation
- 特征识别与评估
Feature recognition and evaluation
 - 创建初始方程
Create initial equations



根据最大的PASS次数自动循环计算
Loop and repeat based on specified # of max passes

结果函数 Result functions

- 2** 求解Solution pass
- 求解方程Solve equation set
 - 获得应力应变Strain/stress recovery

- 3** 误差分析Error analysis
- 约束位置的位移误差
Displacement error analysis at constraints
 - 在载荷位置与自由度的载荷误差
Traction (force) error analysis at loaded or free surfaces of parts
 - 位移与能量收敛性分析
Displacement and energy convergence analysis

- 4** Solution adaption
- 增加约束处的自由度
Adding DOF locally at constraints
 - 增加局部提结构的自由度
Adding DOF locally in volumes
 - 增加几何特征处的近似方程数
Adding special approximation functions at features



SIMSOLID 求解分析步骤 – 后处理

- 1** 创建结果响应网络
- 用于把方程结果映射到几何上面
 - 可以即时重新定义



- 2** 可以读取任意点的结果数值
- 可以获得结果响应网络节点处的结果数值
 - 提取速度快

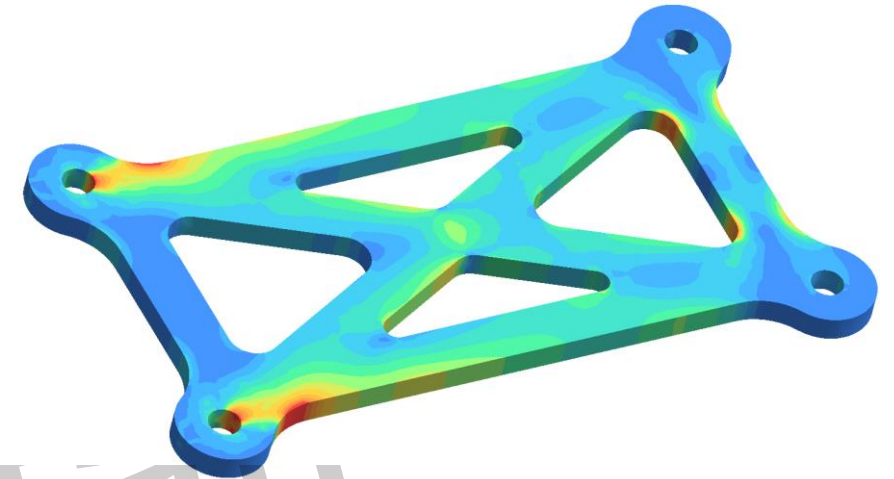
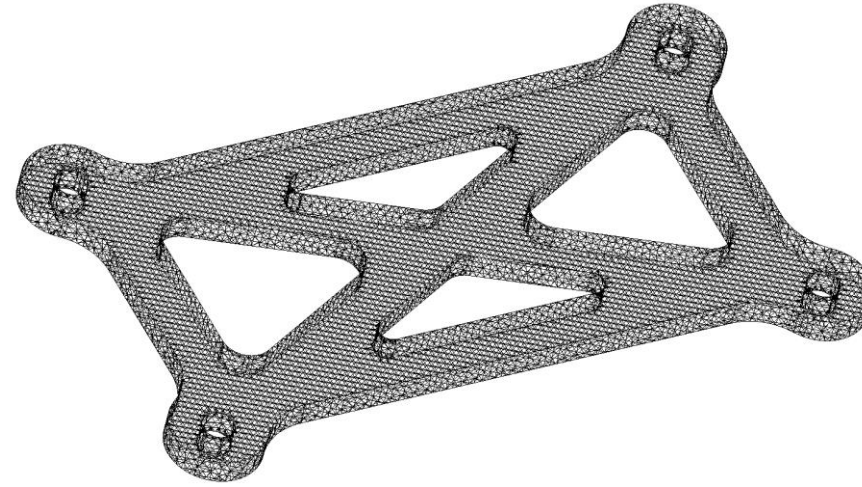


- 3** 输出反力
- 约束反力
 - 接触反力
 - 部件合力



- 4** 快速重分析Fast re-analysis
- SIMSOLID能利用之前设定响应网格与方程数量
 - 重新计算快

- 5** 高效耦合分析
- 某一个计算分析结果可以直接用到下一分析中
Results of one analysis are directly used in analytical form in other analyses
 - 如热固耦合分析, 非线性分析, 瞬态动力学分析
Thermal-stress, nonlinear analysis, dynamics



SIMSOLID Do's and Dont's

SIMSOLID独特的数值求解方法没有了传统有限元分析中的许多限制。使用SIMSOLID，没有网格划分和几何处理更容易。以下是DO和DONT的简短列表，以及帮助您使用SimSolid的提示和技巧。

- **Do:** 使用CAD自身格式几何体 - SIMSOLID能够分析所有几何细节，包括圆角，圆角，孔，印记和其他小特征。甚至表面特征非常复杂，例如奇异面过渡和小碎片表面也可以保持不变。SIMSOLID可以容忍不精确的几何体。
- **Don't:** 无需合并装配 - 大多数传统的FEA应用程序推荐此步骤，以帮助网格化，并消除复杂和繁琐的特殊元素连接。使用SIMSOLID，这是无需这么做，而只需始终将所有CAD部件分开
- **Don't:** 无需担心大型装配体 - 使用SIMSOLID，可以保留螺栓，螺母和垫圈等小零件。即使是带螺纹的螺栓也可以。SIMSOLID独特的自适应解决方案流程可以在具有数百个零件的模型上高效工作。
- **Don't:** 无需担心不完美的连接几何形状 - 在SIMSOLID中，装配零件连接容许间隙（不接触的几何形状）和穿透（重叠的几何形状）。它的装配连接在处理不规则的接触面方面是业界最佳的，并且设置简单而便捷。
- **Do:** 熟悉SimSolid的工作流程。SIMSOLID的使用方式应与传统的FEA方法不同。请阅读与了解具体方法。



SIMSOLID 许可等级对应的功能

- SIMSOLID Standard edition
 - Static and modal analyses
 - Standard boundary conditions
 - Unique multi-CAD analysis model associativity with Fusion 360, SOLIDWORKS, Onshape and STL
 - Limited to 100 parts and 8-cores for parallel processing
- SIMSOLID Power edition (30-DAY TRIAL VERSION)
 - **More analyses** – thermal, thermal stress and geometric & material nonlinear static analysis
 - **More connections** – virtual connectors, spot, laser and fillet welds
 - **More boundary conditions** – thermal, inertia, inertia relief, hydrostatic, bearing, hinge, remote load, elastic foundation
 - **More capabilities** – rigid parts, bolt/nut tightening, modal participation factors
 - **More result outputs** – bolt and contact region resultant forces
 - **More capacity** – no limit on number of parts or number of cores for parallel processing
- SIMSOLID Professional edition
 - **More analyses** – combined material nonlinear and geometric nonlinear static analyses, linear dynamics (time and frequency response)
 - **More connections** – spot, fillet and laser welds, weld creation automation
 - **More CAD connectivity** – Reads all common CAD file formats including: CATIA, NX, PTC/Creo, Inventor, SOLIDWORKS, SolidEdge, JT, STEP, VDA, Parasolid, ACIS, PLMXML, CGR



第1节

第一个分析实例



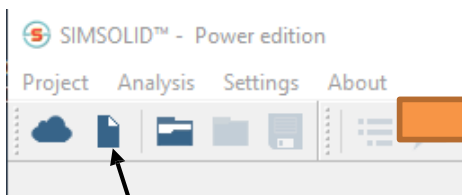
第一个分析实例

- 第一个案例，我们将进行快速模态分析，以计算30个零配件桥梁组装配体前3阶模态
- 更多解释即将到来，后续展示实际需要的输入数量的视图
- 我们实现这一目标的4个步骤是：
 1. 导入STL几何体，创建连接
 2. 添加材料属性
 3. 创建模态分析并运行
 4. 检查频率和模态振型



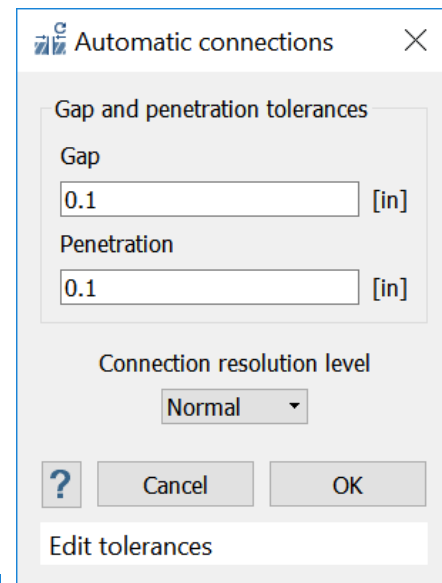
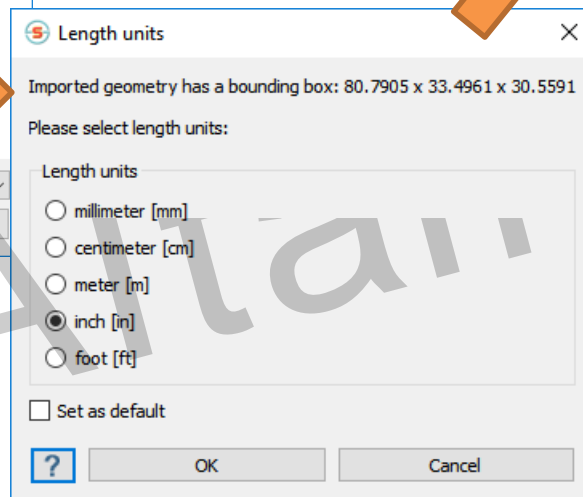
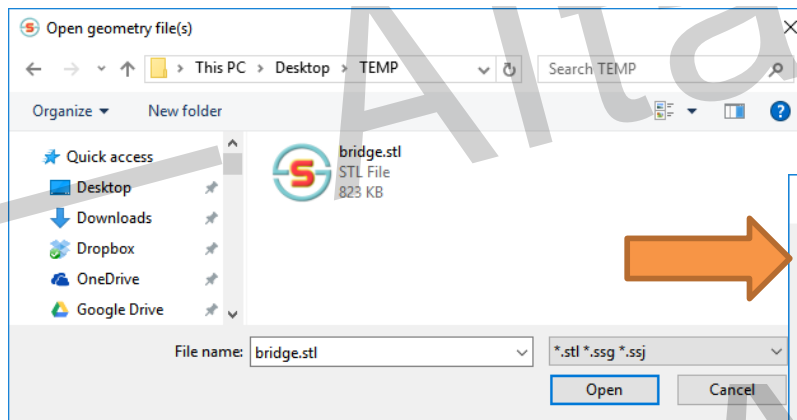
计算三阶自由模态的4个分析步骤

- ❶ 导入几何体，创建连接
- ❷ 添加材料属性
- ❸ 创建模态分析并运行
- ❹ 检查频率和模式形状



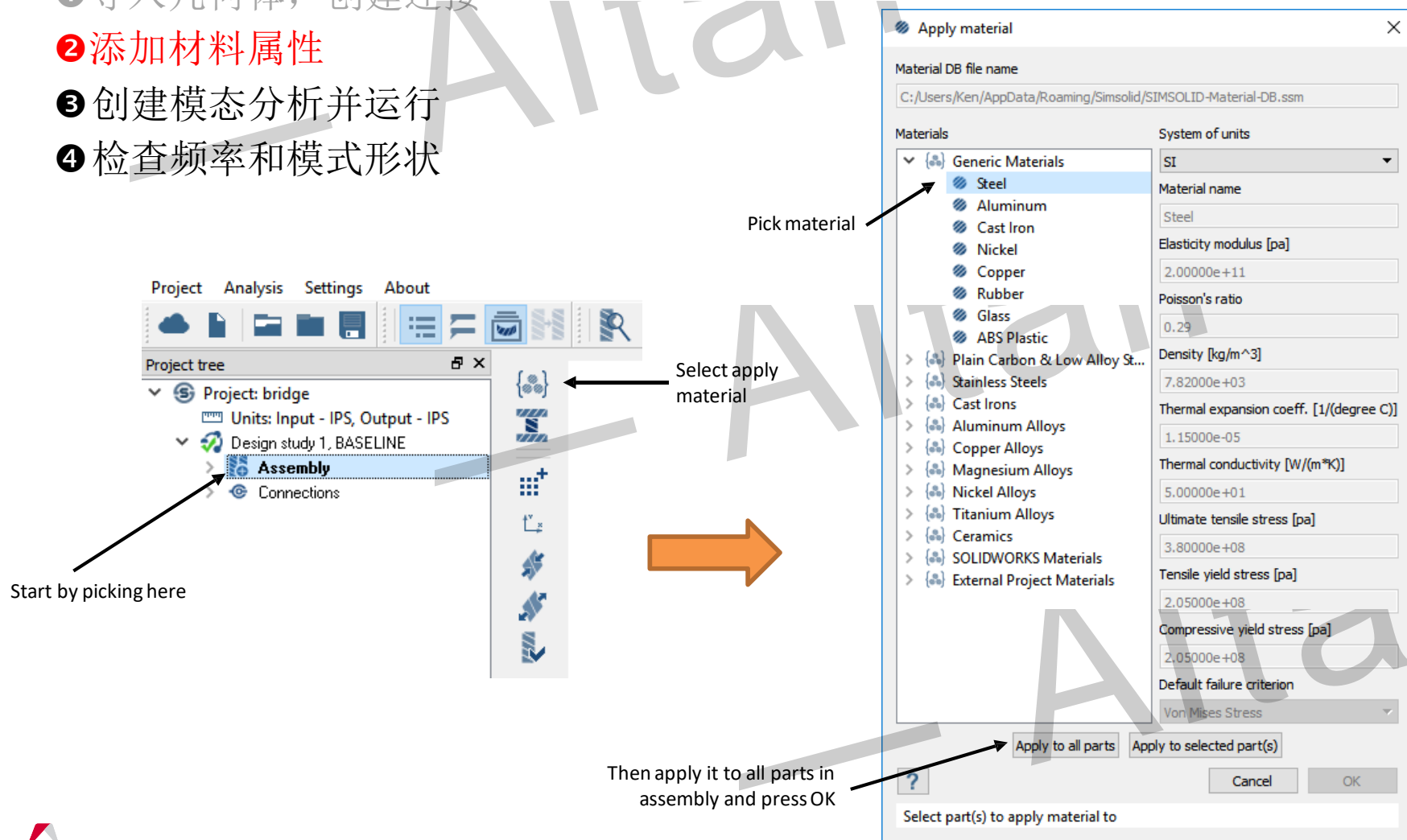
Start by picking here

Download
bridge.stl



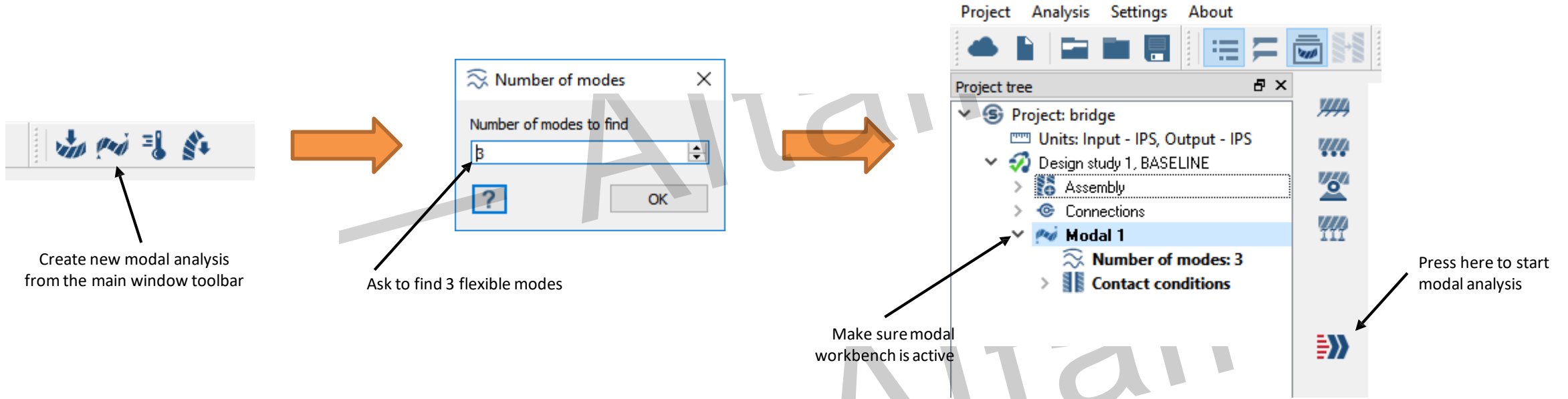
计算三阶自由模态的4个分析步骤

- ① 导入几何体，创建连接
- ② 添加材料属性
- ③ 创建模态分析并运行
- ④ 检查频率和模式形状



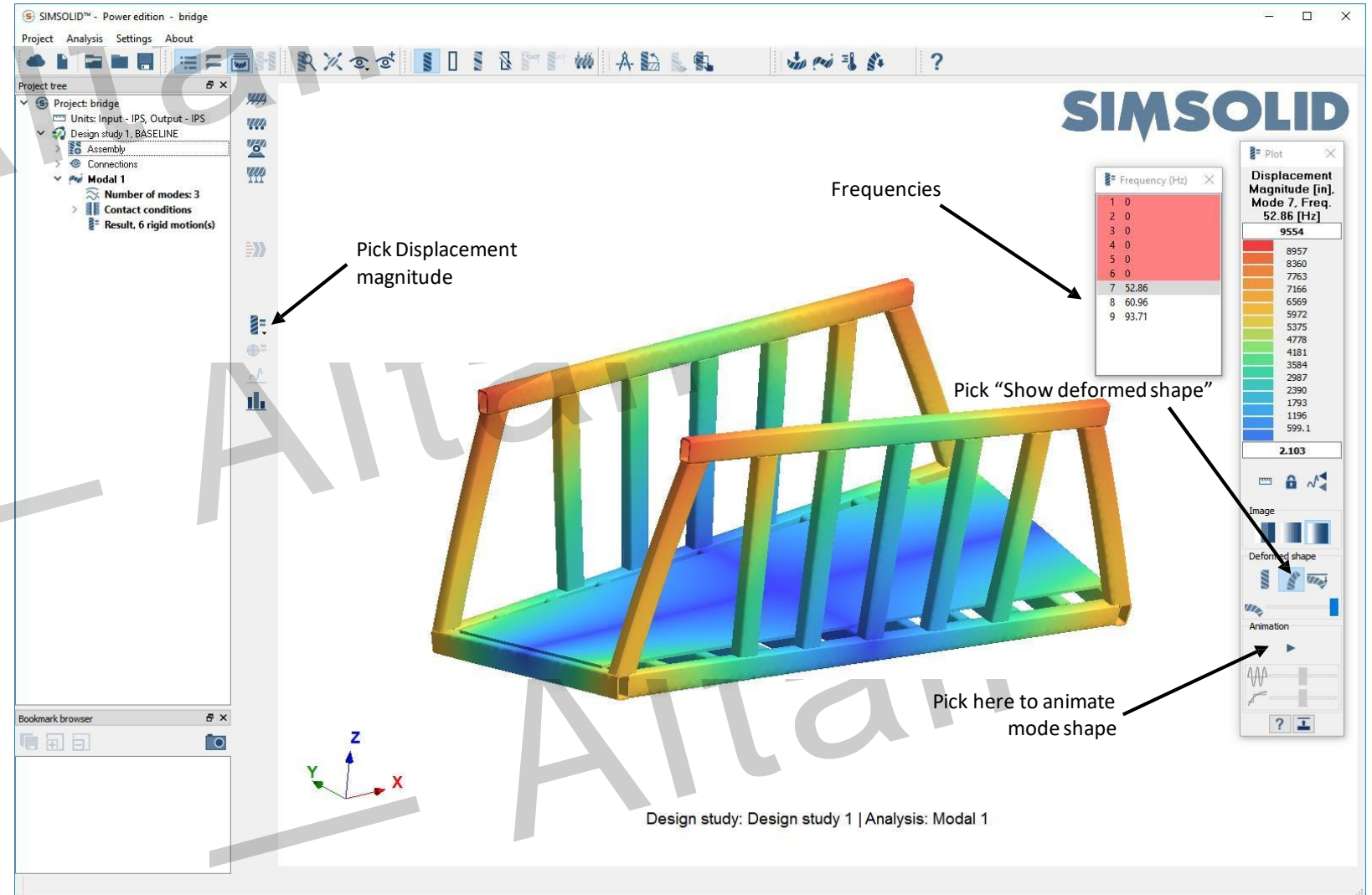
计算三阶自由模态的4个分析步骤

- ① 导入几何体，创建连接
- ② 添加材料属性
- ③ 创建模态分析并运行
- ④ 检查频率和模式形状



计算三阶自由模态的4个分析步骤

- ① 导入几何体，创建连接
- ② 添加材料属性
- ③ 创建模态分析并运行
- ④ 检查频率和模态振型



第3节

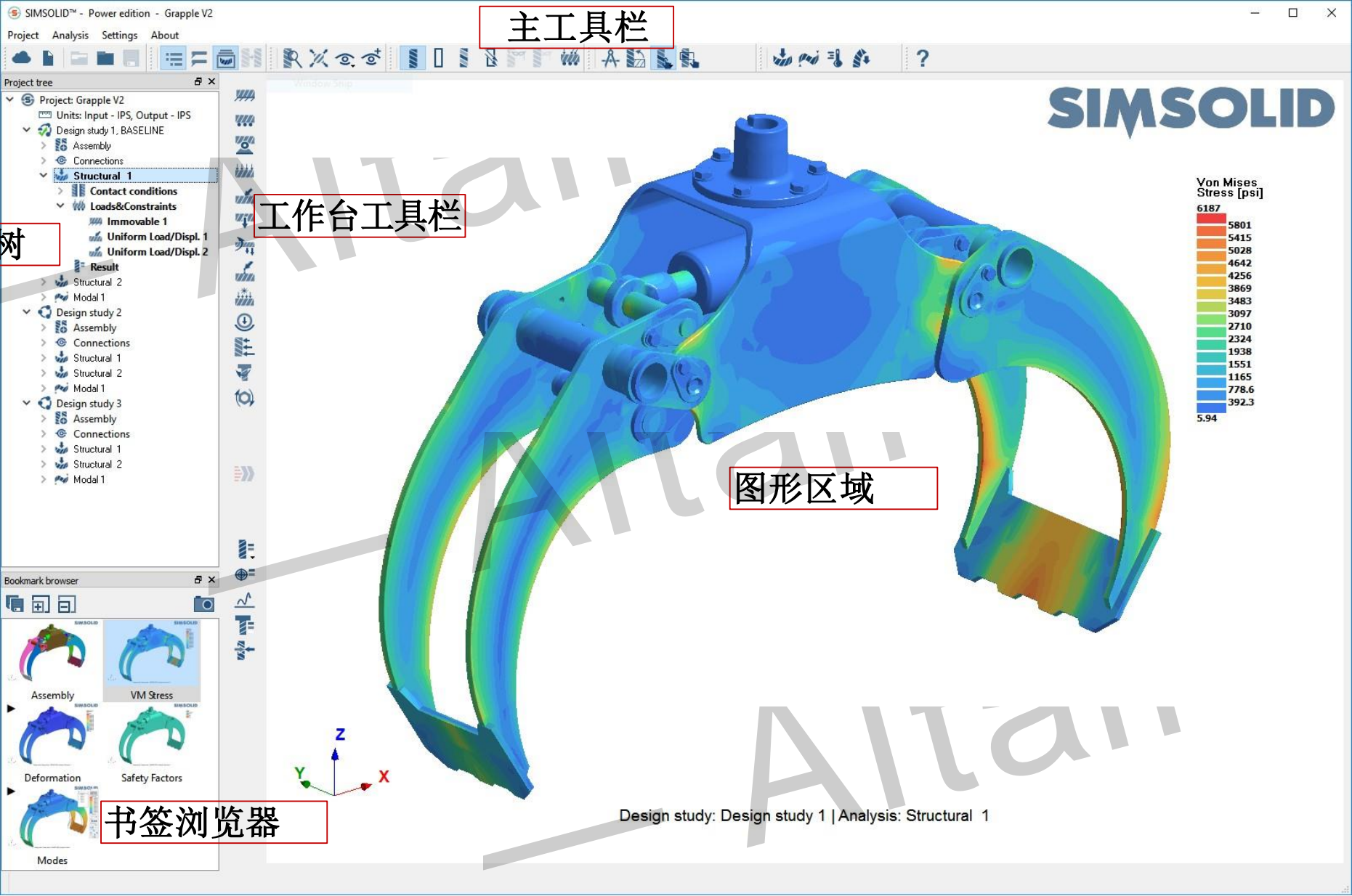
用户界面基础教程



用户界面基础教程

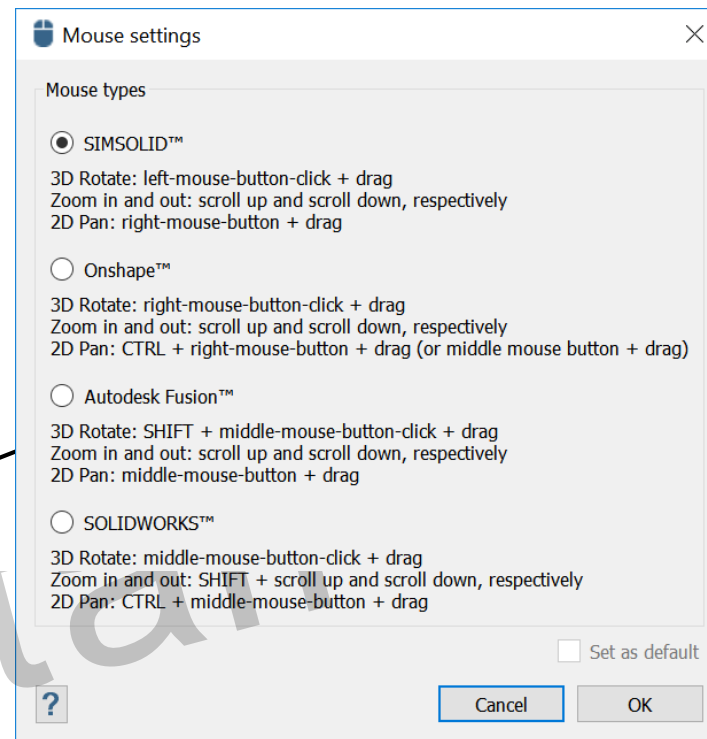
- 屏幕区域
- 鼠标按钮
- 主菜单工具栏
- 图形窗口
- 项目树
- 工作台工具栏
- 书签浏览器
- 指定单位





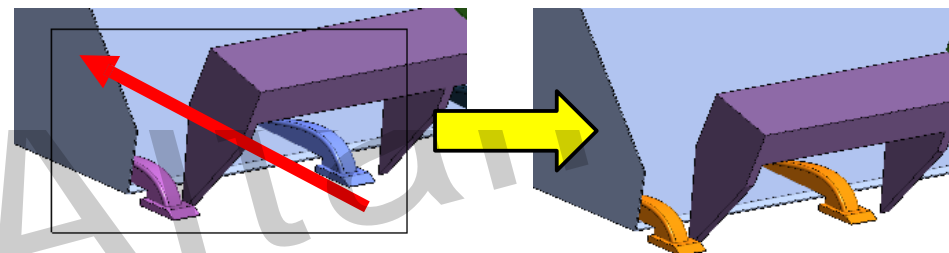
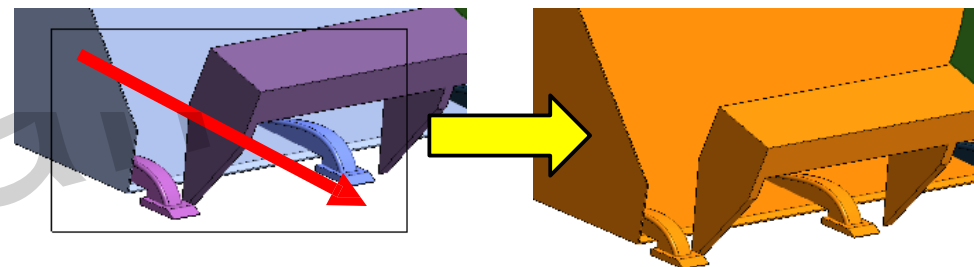
查看模型的鼠标按键操作方式

- 模型旋转——鼠标左键（LMB）单击+拖动以旋转模型
- 模型平移——鼠标右键(RMB) 单击+拖动以平移模型。
- 模型缩放—— 旋转鼠标滚轮以缩放模型。
- 模型缩放范围（适宜大小）：要么选择主工具栏上的适合窗口按钮，要么用鼠标右键单击窗口背景，然后选择“将几何体放置到窗口中间”
- 框选缩放—使用主窗口工具栏中的“Box zoom”选项，然后使用鼠标左键单击并拖动框。 作为更快的替代方案，只需按住SHIFT键并使用鼠标左键拖动即可。
- 参照CAD系统鼠标操作，可从“设置>鼠标设置”菜单中选择



实体选择的鼠标按键

- **单选**—使用鼠标左键（LMB）选择单个实体
- **多选**—选择多个实体按住Ctrl键并选择LMB
- **框选**—按住Ctrl键并拖动以选择框内的项目
 - 向下拖动框 - 将选中框内部分包含的任何实体
 - 向上拖动框 - 所有实体必须完全包含在要选择的框中



标准视图和自定义视图

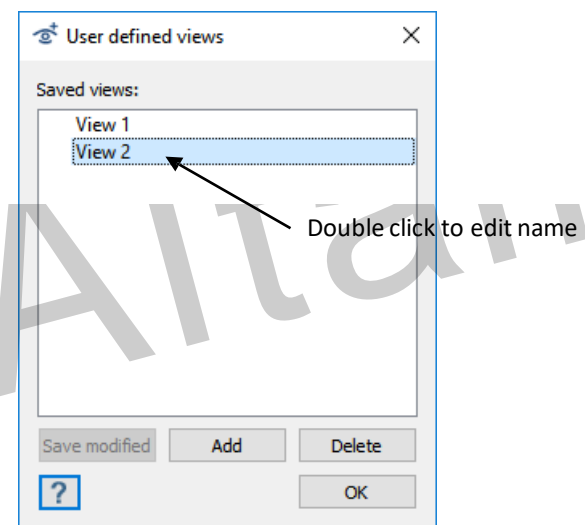
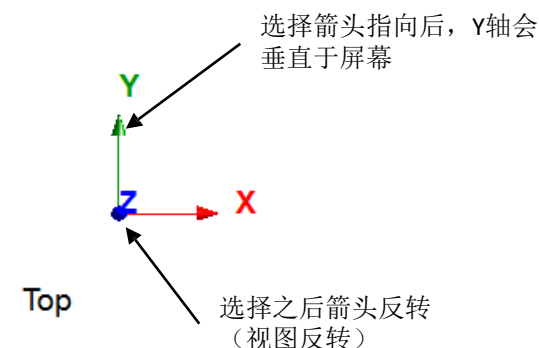
- 标准视图-顶部、底部、正面、背面等

- 可在主工具栏中的下拉菜单中使用，或通过选择主轴X，Y或Z箭头

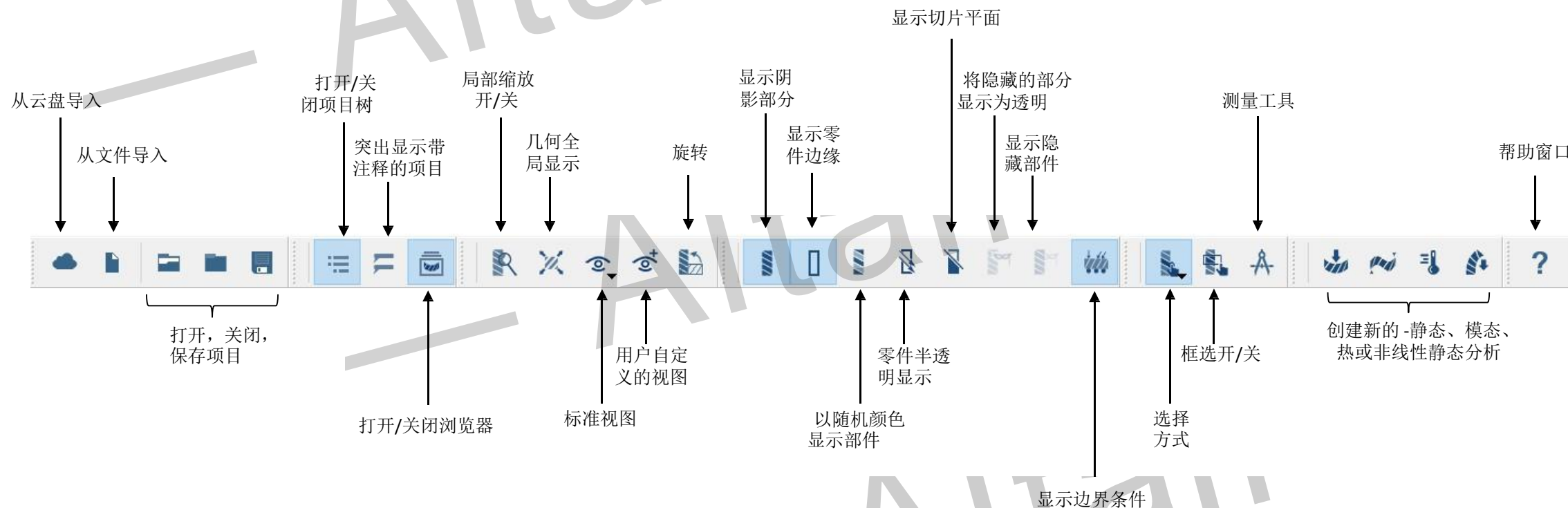
- Z-up或Y-up定义 - 在“**Settings>Screen coordinate system**”菜单中定义

- 用户自定义视图

- 可在主工具栏选项上找到
- 会被添加到标准视图底部的下拉菜单中
- 用户定义的视图是以特定模型保存在项目文件中



主菜单工具栏

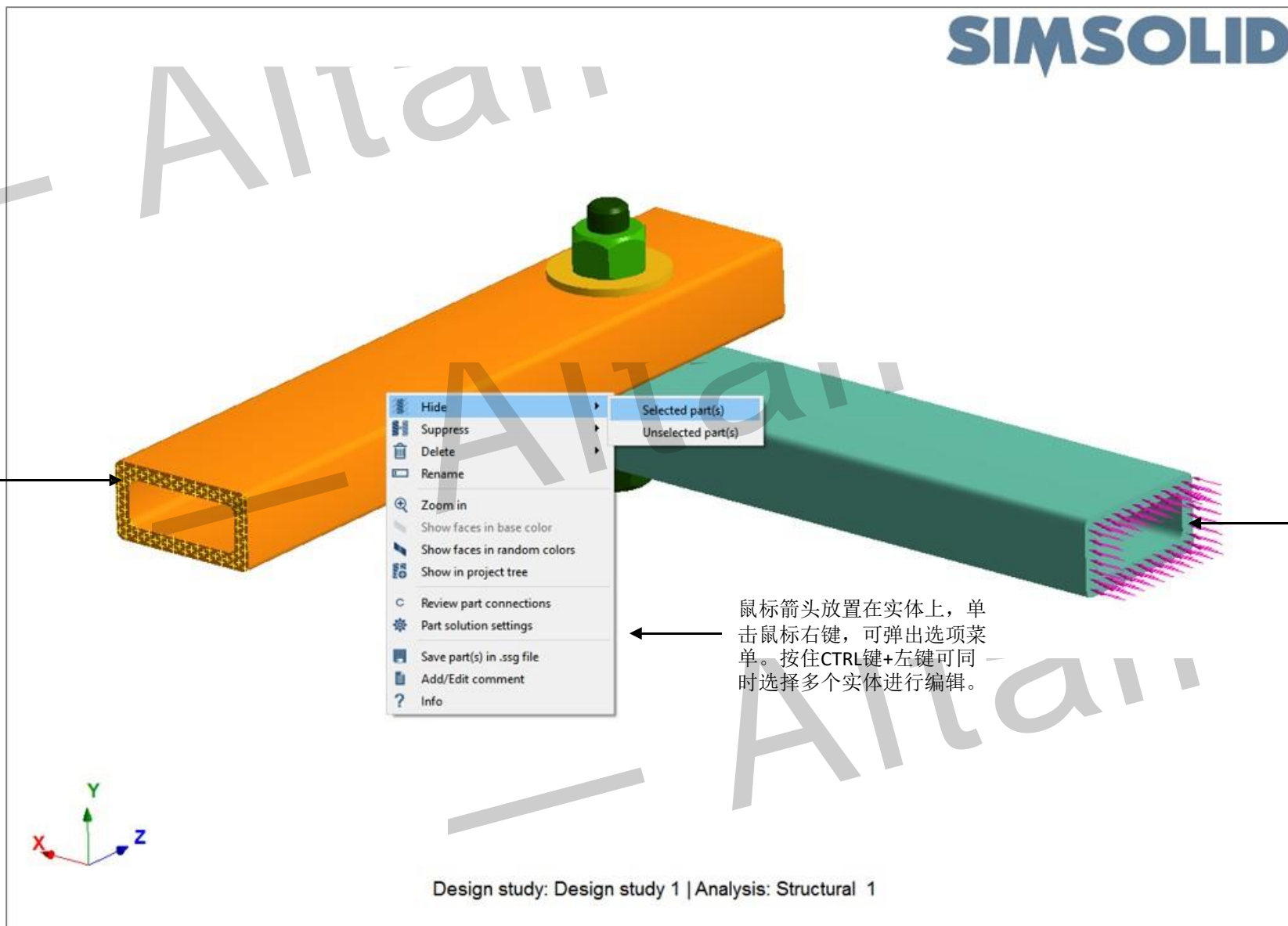


图形窗口

零件表面上的固定约束

零件表面载荷

鼠标箭头放置在实体上，单击鼠标右键，可弹出选项菜单。按住CTRL键+左键可同时选择多个实体进行编辑。



项目树

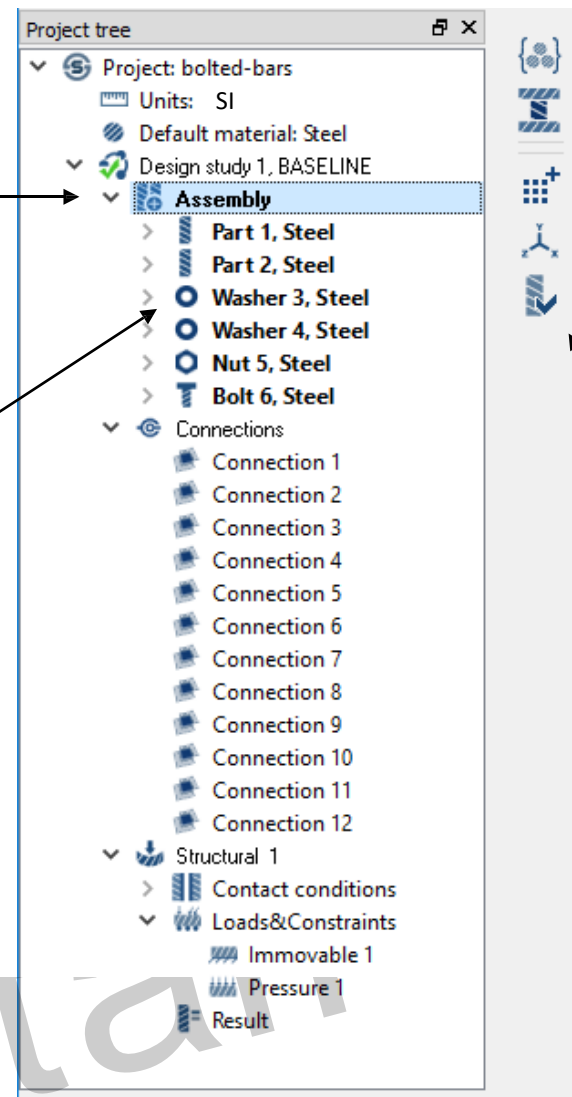
提示：项目树是管理所有SIMSOLID相关交互操作的主要方式

- 项目树包含多个工作台。
- 工作台是一组相关的项目树实体，可以应用某些操作。
- 工作台中的实体在激活时将以粗体显示，工作台工具栏将显示在项目树的右侧。
- 实体选择可以在项目树中进行，也可以直接在图形窗口中的对象上进行
 - 使用鼠标左键选择（LMB）
 - 使用shift+鼠标左键或Ctrl+鼠标左键进行组选择
- 在图形窗口或项目树中使用鼠标右键（RMB）选择显示实体上下文菜单
- 双击项目树实体以打开“编辑”对话框

选择“Assembly”
以设置工作台焦点

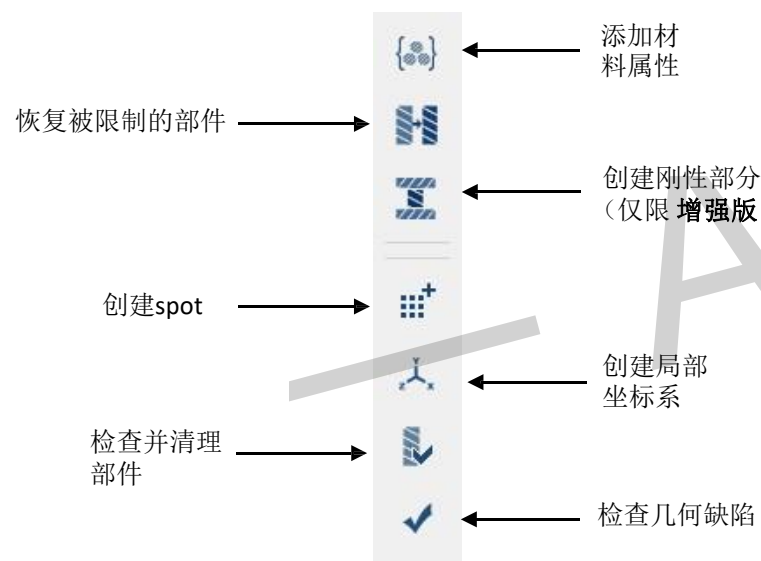
所有工作台实体
以粗体显示

工作台工具栏

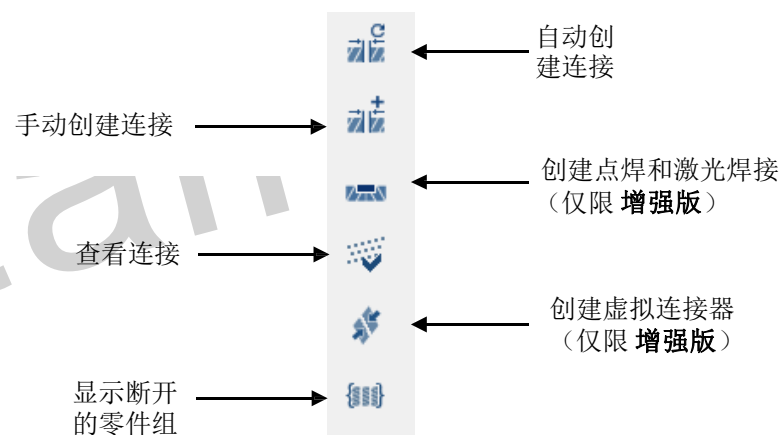


工作台工具栏

“Assembly” 工具栏



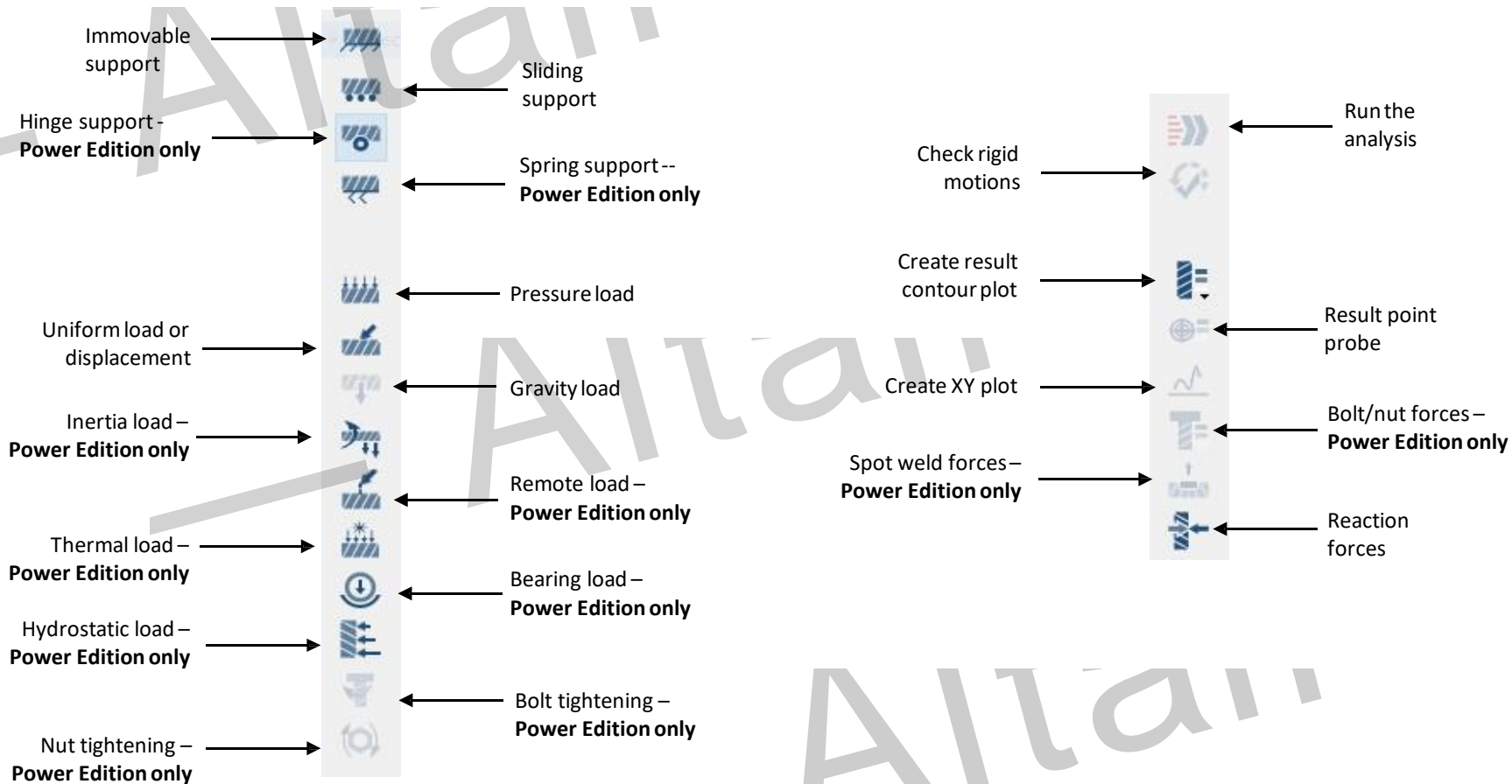
“Connections” 工具栏



注意: 显示工具栏是基于当前选定的项目树中的工作台

工作台工具栏

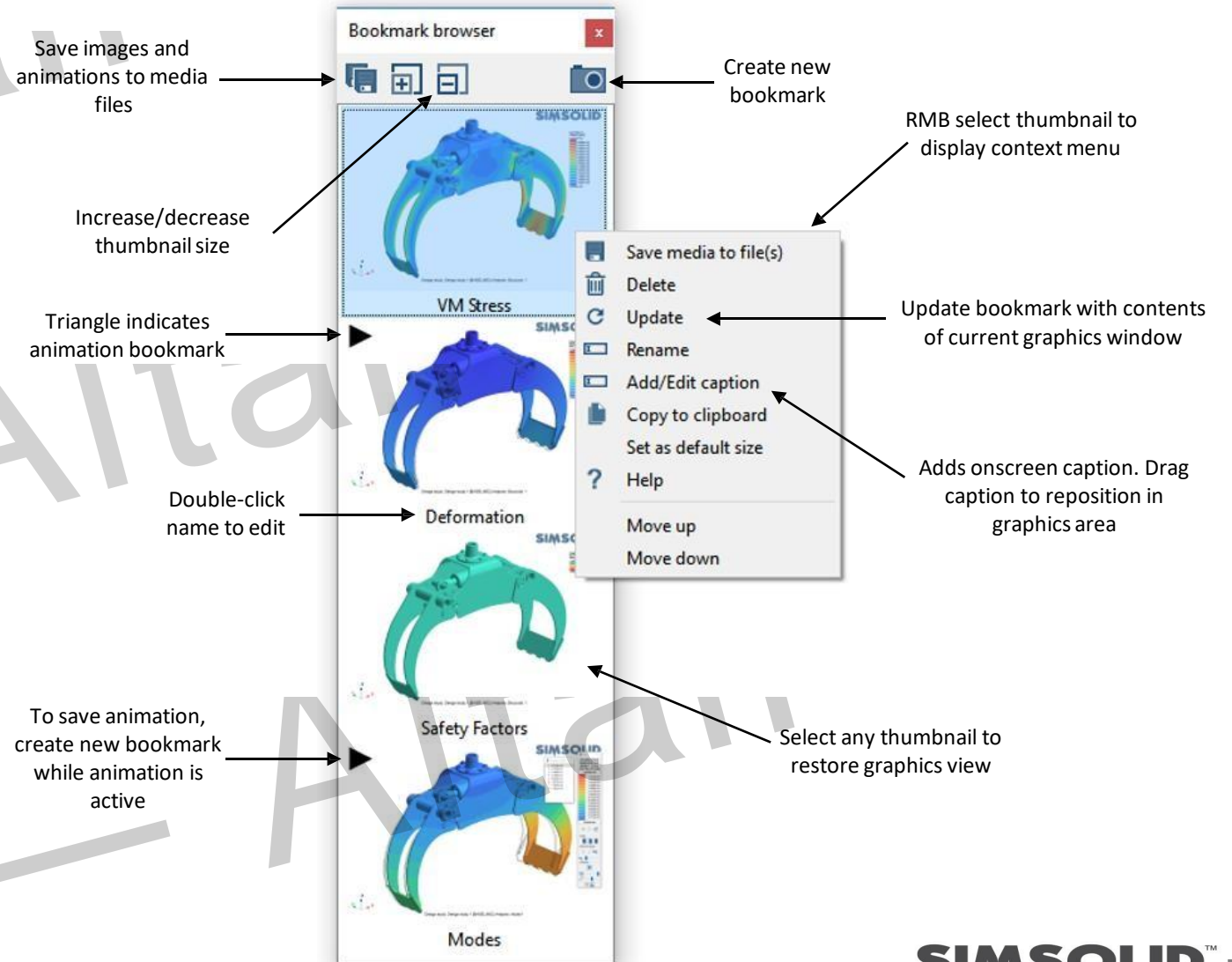
结构分析工具栏



注意:显示工具栏是基于当前选定的项目树中的工作台

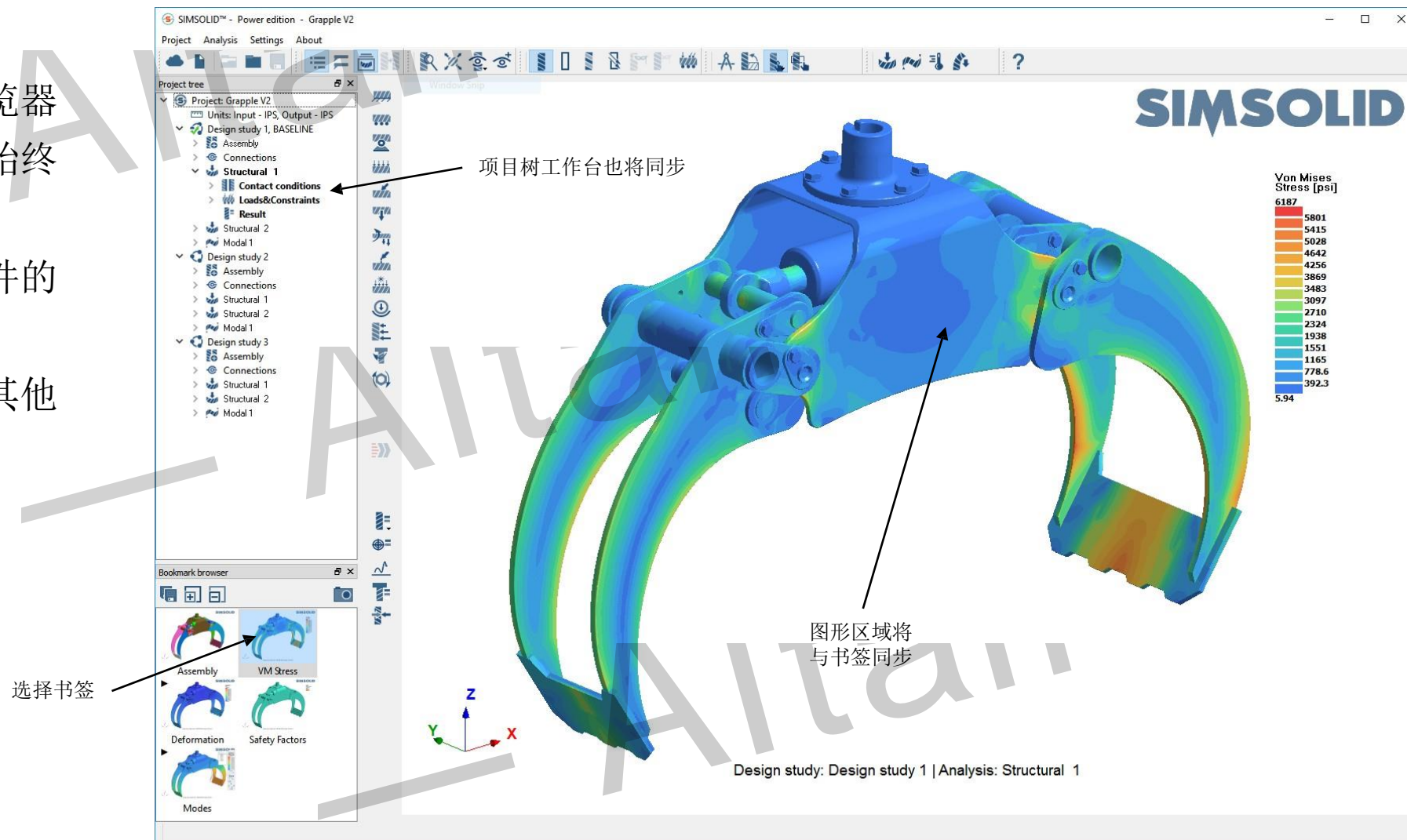
书签浏览器

- 保存当前图形结果状态
- 书签是记录工作的好方法
- 书签保存在项目文件中
- 可以将书签图像和动画导出到媒体文件以在报告中使用，文件一般用.png和.mp4格式保存



同步界面

- 项目树，书签浏览器和图形窗口状态始终是同步的
- 所有用户界面控件的焦点都是一致的
- 选择任何一个，其他的将同步更新



指定单位制

双击此处打开单位对话框

输入和输出单位可以设定

点击此处进行这些设置新项目的默认值

在此处设置结果输出的数字格式 (engineering, scientific or concise mix)

Input units	Output units
Displacement	millimeter [mm]
Acceleration	[m/sec^2]
Angular velocity	[rad/sec]
Angular acceleration	[rad/sec^2]
Stress/Pressure	pascal [pa]
Force	newton [N]
Moment	[N*m]
Mass	kilogram [kg]
Density	[kg/m^3]
Temperature change	Celsius [C]
Thermal surface flux	[W/m^2]
Thermal volume flux	[W/m^3]
Thermal convection coefficient	[W/(m^2*K)]
Spring foundation coefficient	[N/m^3]

Output format: Concise mix, Total number of digits: 4

Set as default

OK

提示: SIMSOLID支持所有单位, 图片里面的默认值, 整个产品完全支持混合单位输入。

第4节

几何处理



几何处理

- 设计研究
- 几何导入
 - from SOLIDWORKS, Autodesk Fusion 360
 - from Onshape
 - From STL
 - From CAD files directly (仅限增强版)
- 创建连接
- 调整可视化样式
- 分配材料

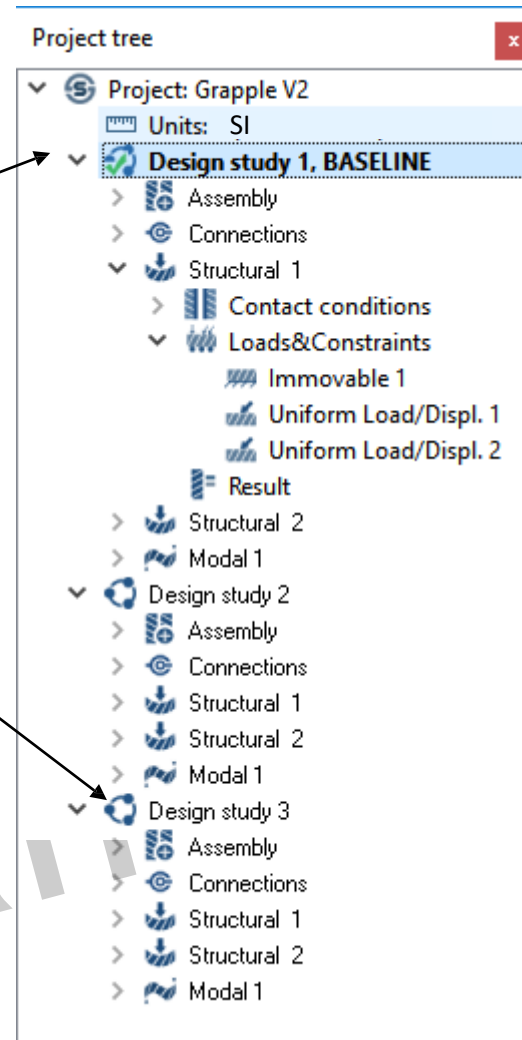


设计研究

- 设计研究允许您快速评估和比较不同几何配置的结构性能。单个SIMSOLID项目文件可以包含多个设计研究，每个设计研究都有自己独特的几何和分析集。
- 每次导入几何体时，都会将其放入新的设计研究中，SIMSOLID将尝试重新应用现有的材料属性，连接和分析定义数据。该数据的来源将是BASELINE设计研究。
- 第一个设计研究默认为BASELINE，但可以通过在项目树中的任何设计研究根节点上选择鼠标右键（RMB）菜单“设置为基线”随时更改。

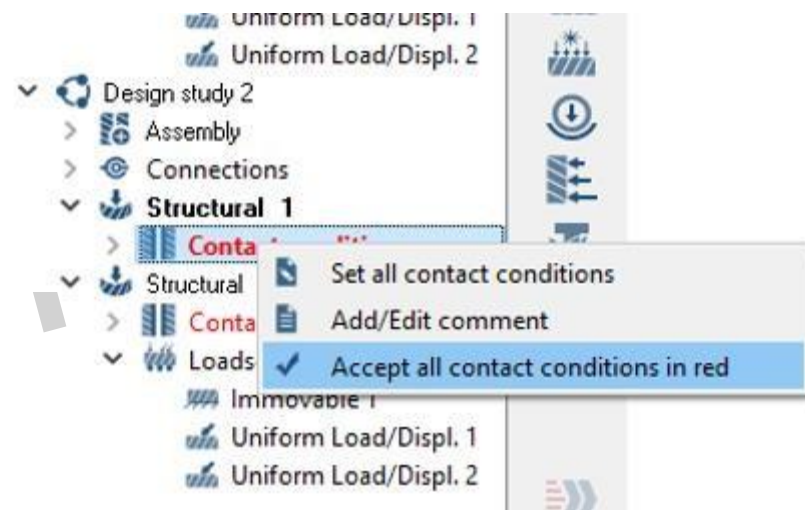
BASELINE Study：这包括了所有材料属性、连接和分析条件

每次读入新几何体时，基线研究中的数据属性都将是在这里申请



管理相关性

- 每次导入几何体时，它都会被放入一个新的设计研究中，SIMSOLID将尝试重新应用现有的BASELINE材料属性，连接和分析定义数据。
- 无法重新应用的项目将标记为红色
- 必须先接受或编辑所有红色实体，然后才能开始新的分析
- 对于接触条件，要先检查以确保这是您想要的，否则SIMSOLID将自动绑定。或者通过鼠标右键选择接触然后选择“接受红色接触条件”或双击以编辑
- 对于边界条件，双击并重新选择位置（面，边，点等）

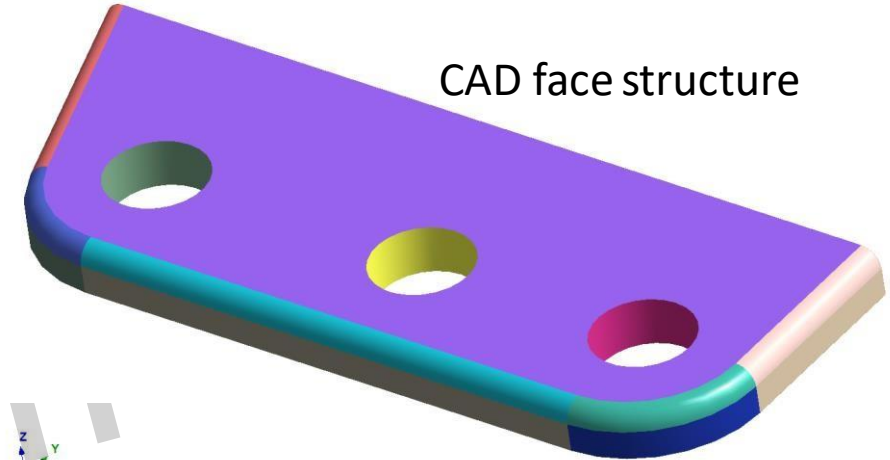


几何模型

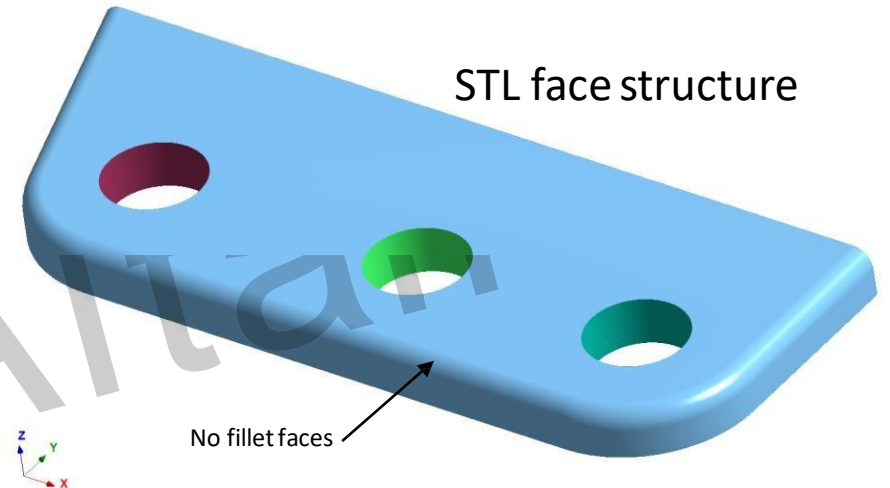
- SIMSOLID不导入CAD曲面或实体几何，相反，它使用更有效的分面几何方法。
- From CAD (SOLIDWORKS, Fusion 360 or Onshape)
 - Full CAD hierarchical assembly tree structure used
 - CAD part faces used (preferred)
 - Facets are based on CAD add-in faceting parameters
- From STL
 - Multi-body STL used. Flat assembly tree structure only
 - SIMSOLID determined part face structure based on surface curvature (will miss fillet faces, see example on right)
 - Facets are based on STL file export parameters (must take care, as some CAD system export poor quality STL)

SIMSOLID

CAD face structure

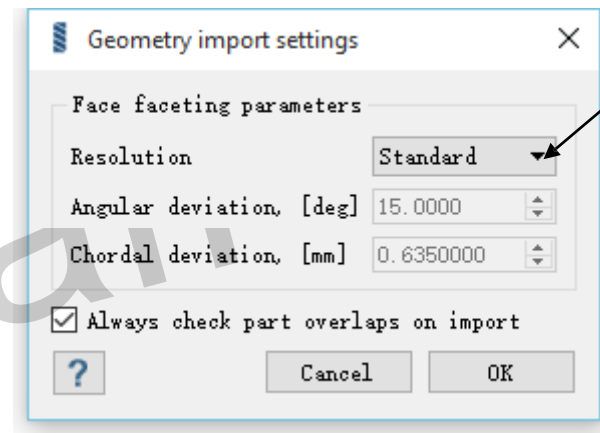


STL face structure



几何刻面设置

- SIMSOLID不导入CAD曲面或实体几何。相反，它使用更有效的分面几何方法。
- 要修改构建分面参数，请选择“**Settings → Geometry import settings**”菜单
- 4个级别：**standard (default), enhanced, fine, custom**
- 最佳的做法是使用足以捕获一般部件形状，但过于精细的分级带来的太多细节不会提高解决分析的准确性，只会降低解决方案的效率。



CAD 与 STL导入哪个更好？

注意：SIMSOLID通用STL导入器适用于更多有机几何图形（例如3D点阵类型零件），这些几何图形无法通过标准CAD实体轻松表示。

由于以下原因，我们不建议将传统CAD几何体转成STL格式：

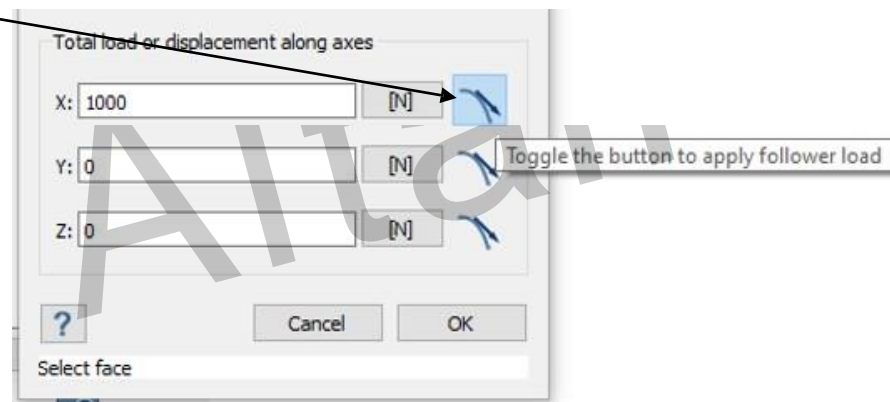
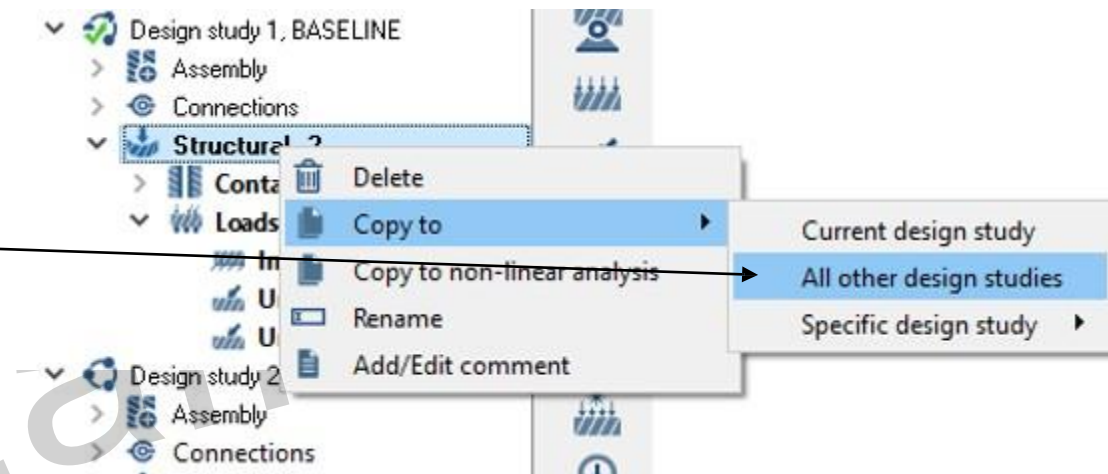
- **STL does not represent the assembly topology.** With CAD geometry integration, you get the full Assembly > sub assembly > part > part face tree structure. STL is a simple multi-body approach.
- **STL does not represent CAD faces.** STL does not have a face structure. SIMSOLID must infer faces from curvature to find edges. This will lead to a different set of faces with curved geometry (fillets and holes) and can make it more difficult to apply loads and constraints.
- **STL can be problematic for curved geometries.** The user must take care to adjust facet density to adequately represent curved geometry.
- **STL not as robust with welds.** Weld functionality is particularly oriented to CAD representations of geometry (faces and edges). STL representation does not in general work as well.
- **STL is not as efficient.** STL are just simple facets. It takes longer to import and validate them. SIMSOLID must infer solid bodies and faces. This takes more time and can lead to longer solve times. With CAD solids we fully understand the topology and take advantage of part instances to represent/solve multiple similar parts more efficiently.
- **STL is not as robust/reliable.** There are instances where STL geometry is not as robust with non-manifold geometries, etc.

STL将使用通用CAD几何图形，但正如您所看到的，直接使用CAD集成更加优越，更易于支持，并且在大多数情况下是首选路径。

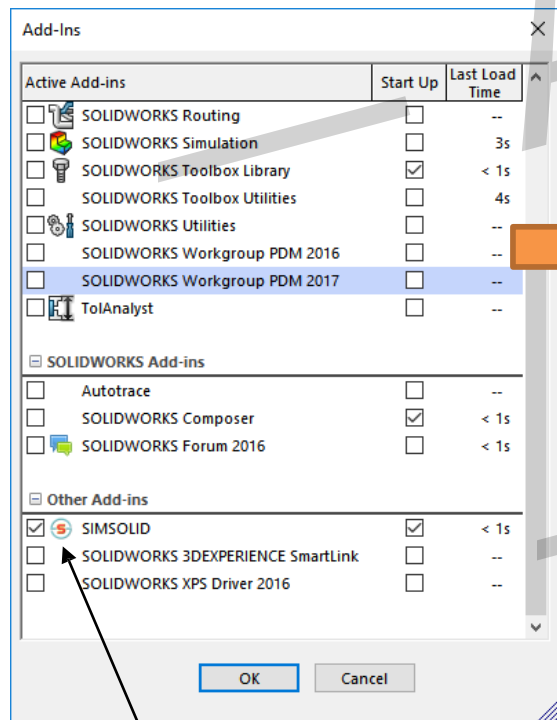


复制功能

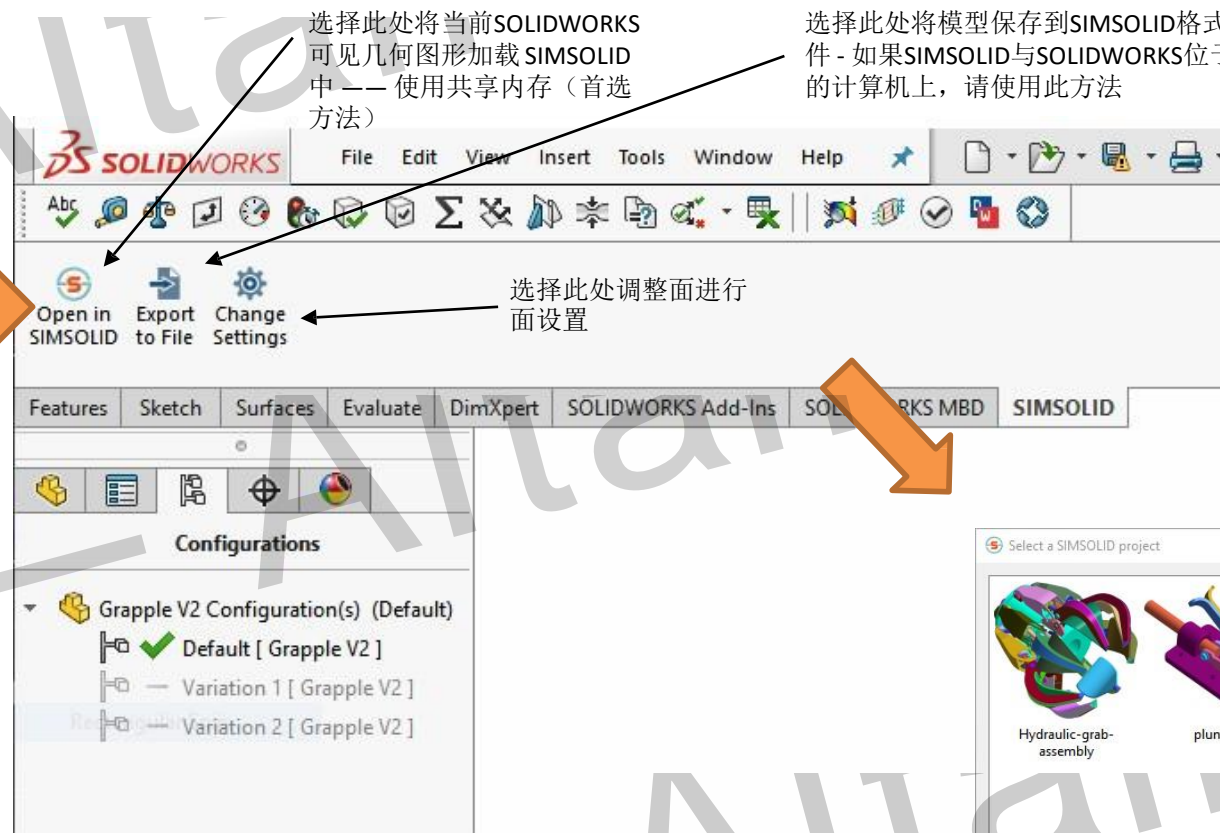
- 分析可能很容易在设计研究之间复制。
- 鼠标右键选择分析并选择“复制到”和位置目标。
- 仅限增强版——静态分析接触和边界条件可以复制到新的非线性分析中。鼠标右键选择分析并选择“复制到非线性分析”
- 注意：进行非线性分析时，您可以选择使用“follower loads”，只需双击“Edit”加载，然后选择加载值旁边的跟随者图标。



从SOLIDWORKS导入几何和材料属性



在SOLIDWORKS内部，确
保已激活SIMSOLID加载项



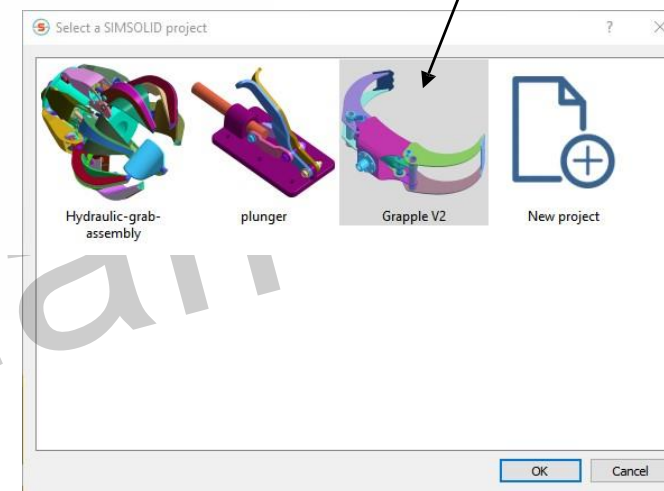
选择此处将当前SOLIDWORKS
可见几何图形加载 SIMSOLID
中——使用共享内存（首选
方法）

选择此处将模型保存到SIMSOLID格式的文
件 - 如果SIMSOLID与SOLIDWORKS位于不同
的计算机上，请使用此方法

选择此处调整面进行
面设置

Learn more

选择此处将设计算例几何体
加载到SIMSOLID项目。



提示：在SOLIDWORKS的同一台机器上安装SIMSOLID，
安装程序也会加载SIMSOLID SOLIDWORKS加载项

从Fusion 360导入几何和材料属性

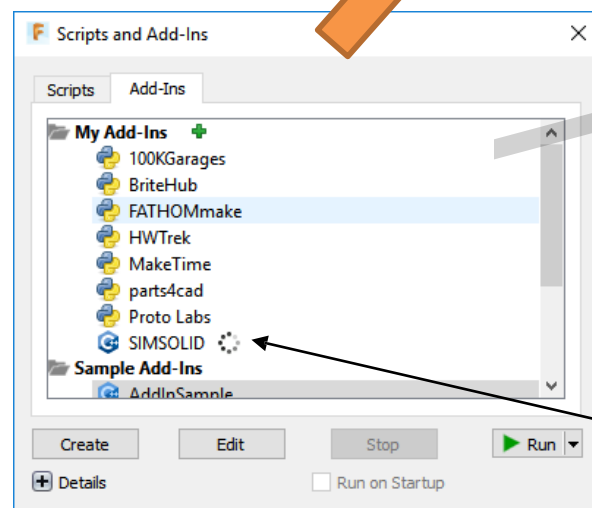


Pick here to load the current Fusion 360 visible (body or mesh body) geometry into SIMSOLID – uses shared memory (preferred method)

Pick here to save model to SIMSOLID formatted file – use this method if SIMSOLID is on a different machine from Fusion 360

Pick here to adjust face facet settings

Choose which active SIMSOLID project to load the design study geometry into.



Inside of Fusion 360, make sure SIMSOLID add-in is activated



提示：在与Fusion 360相同的机器上安装SIMSOLID，安装程序也将加载SIMSOLID Fusion 360插件

从Onshape导入几何

Select here to open Onshape document. Right mouse button select here to change Onshape workspace.

Select cloud settings to authorize Onshape account (required one time)

Open browser to log into Onshape and authorize

Select Import from cloud

Select here to select part or assembly studio

Select here to import assembly into SIMSOLID. Or better yet, just double-click on the Part or Assembly studio icon and skip the Open button.

Cloud browser

Onshape Created by me Search

Name	Modified	Modified by	Owned by	Size
SIMSOLID-Sample-Models	3:49 PM Nov 3, ...	Ken Welch	Ken Welch	23.37 MB
Crankshaft.STEP	2:49 PM Nov 2, ...	Ken Welch	Ken Welch	3.38 MB
Plunger	12:36 PM Oct 3, ...	Ken Welch	Ken Welch	838.31 KB
Big grid test	2:44 PM Oct 24, ...	Ken Welch	Ken Welch	2.57 MB
Misc Validation Models - SI	9:08 AM Oct 10, ...	Ken Welch	Ken Welch	94.82 MB
Connections Validation	10:04 AM Oct 8, ...	Ken Welch	Ken Welch	9.76 MB
Misc Models	1:01 PM Oct 7, ...	Ken Welch	Ken Welch	1.36 MB
P1001A - Hydraulic Grab	1:43 PM Oct 6, ...	Alex Baulin	Ken Welch	9.41 MB

PS 3 Part Studio

L Bracket V3 Part Studio

Hole in Channel V2 Part Studio

2 Plates Part Studio

PS 4 Part Studio

L Bracket V4 Part Studio

Hole in Channel V3 Part Studio

Cylindrical-beam Part Studio

L Bracket V2 Part Studio

Hole in Channel V1 Part Studio

Many Beams Part Studio

I-Beam Part Studio

Open Cancel

Cloud settings

Access Authorization

Authorize in Default Browser

After authorization enter code below and save settings

Cloud cache location

C:/Users/ken/AppData/Local/Simsolid/cloudcache/onshape

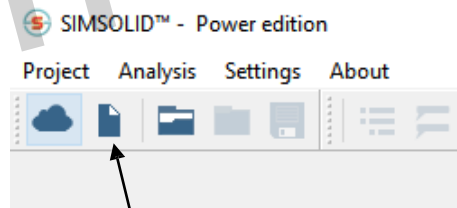
Change location Clear cache

Reset to default Save Cancel

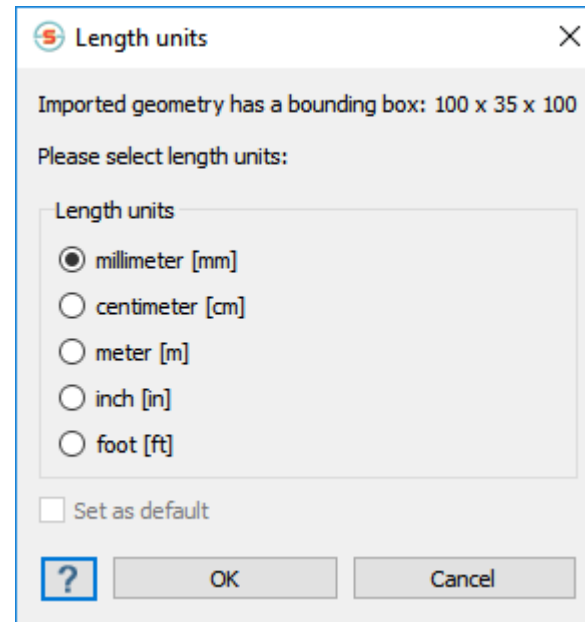


从STL文件导入几何

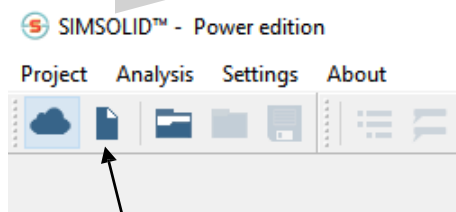
- 从主工具栏中选择“Import from file”选项，浏览到文件所在的位置，选择所有文件，然后单击“打开”。
- SIMSOLID几乎能识别所有文件相关单位的信息，但对STL文件则不行。需使用对话框可以指定文件所使用的单位，同时可以显示边界框尺寸。



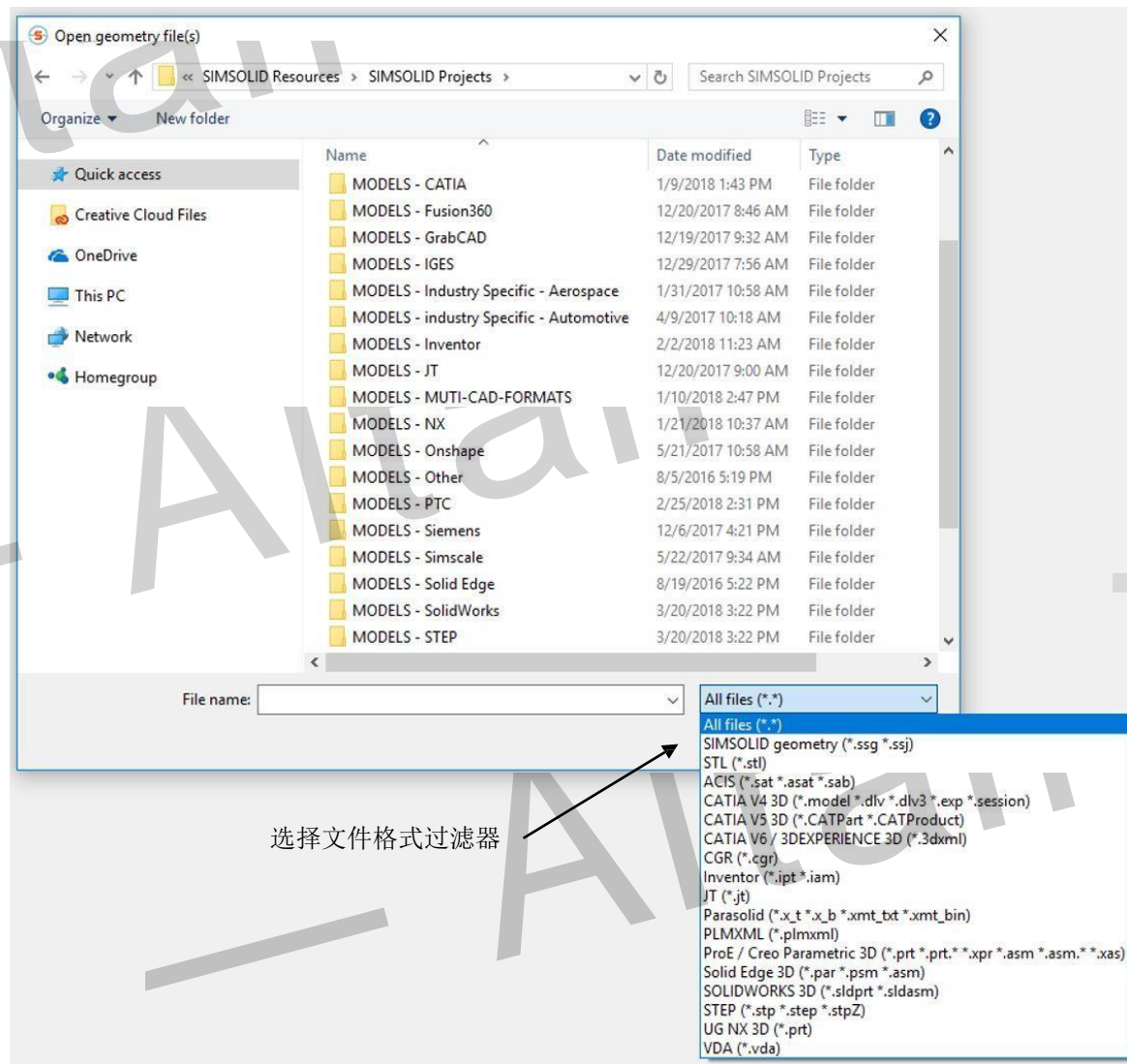
Select Import
from file



从CAD文件直接导入几何体



选择从文件导入



选择文件格式过滤器

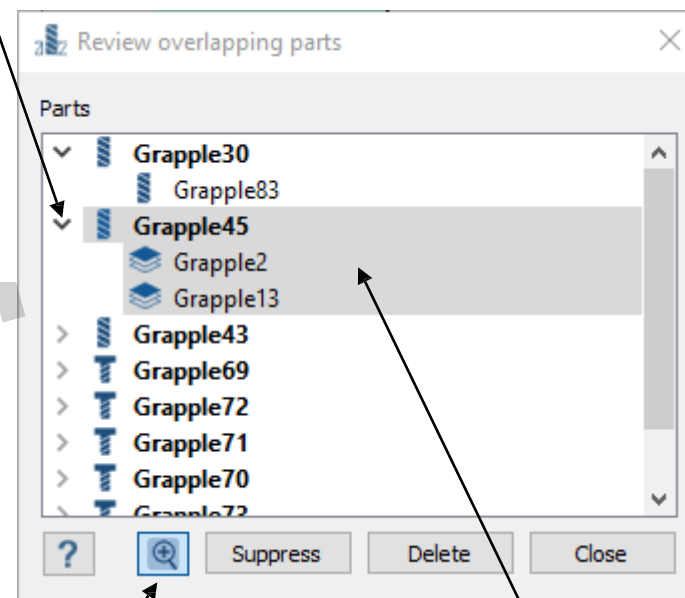
仅适用于SIMSOLID专业版



导入模型的几何重叠检查

- 在模型导入时将进行零件重叠检查
- 这项功能能快速反馈模型质量
- 重叠部分会被归类到一个组里
- 展开分支以查看相邻零件。选择要在图形区域中查看的零件名称。SHIFT或CTRL选择多个相邻零件。
- 对于那些不需要此功能的用户，可以在“设置”>“几何导入”设置菜单中设置。

点击此处展开



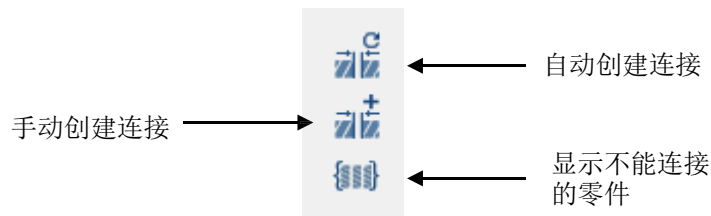
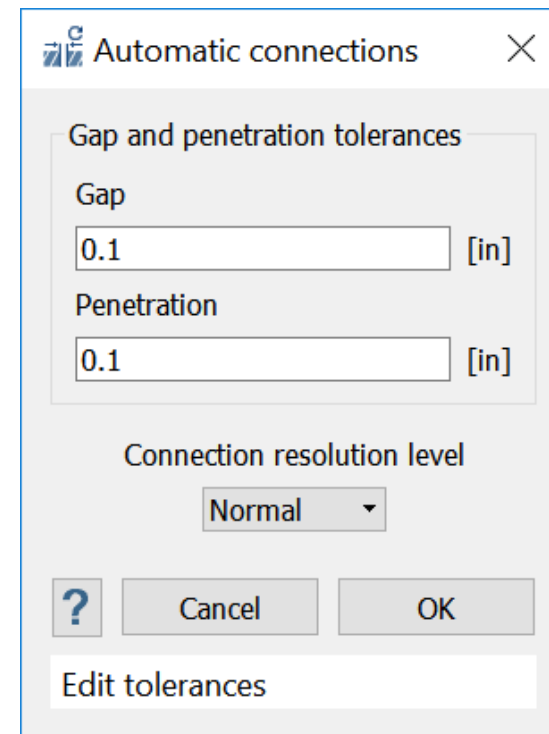
点击此处显示所选择的零件（组）

选择所有重叠的部分

NOTE: 在SIMSOLID中重叠的零件依然可以被连接。但是要确保模型的应力集中区域不在零件重叠部分。

自动创建连接

- 导入几何体后，SIMSOLID将显示一个窗口以提示连接公差。
“自动连接”将使用这些公差作为指导，在所有零件之间创建连接。
- 完成后，您将在项目树中看到所有部件和连接的列表。
- 如果有SIMSOLID无法连接的零件，将弹出一个窗口，并为您提供**抑制**或删除未连接实体的选项。
- 也可以手动创建连接 - 请参阅连接工具栏中的图标。



NOTE:使间隙和穿透公差尽可能小。太大的值可能会过度约束模型。

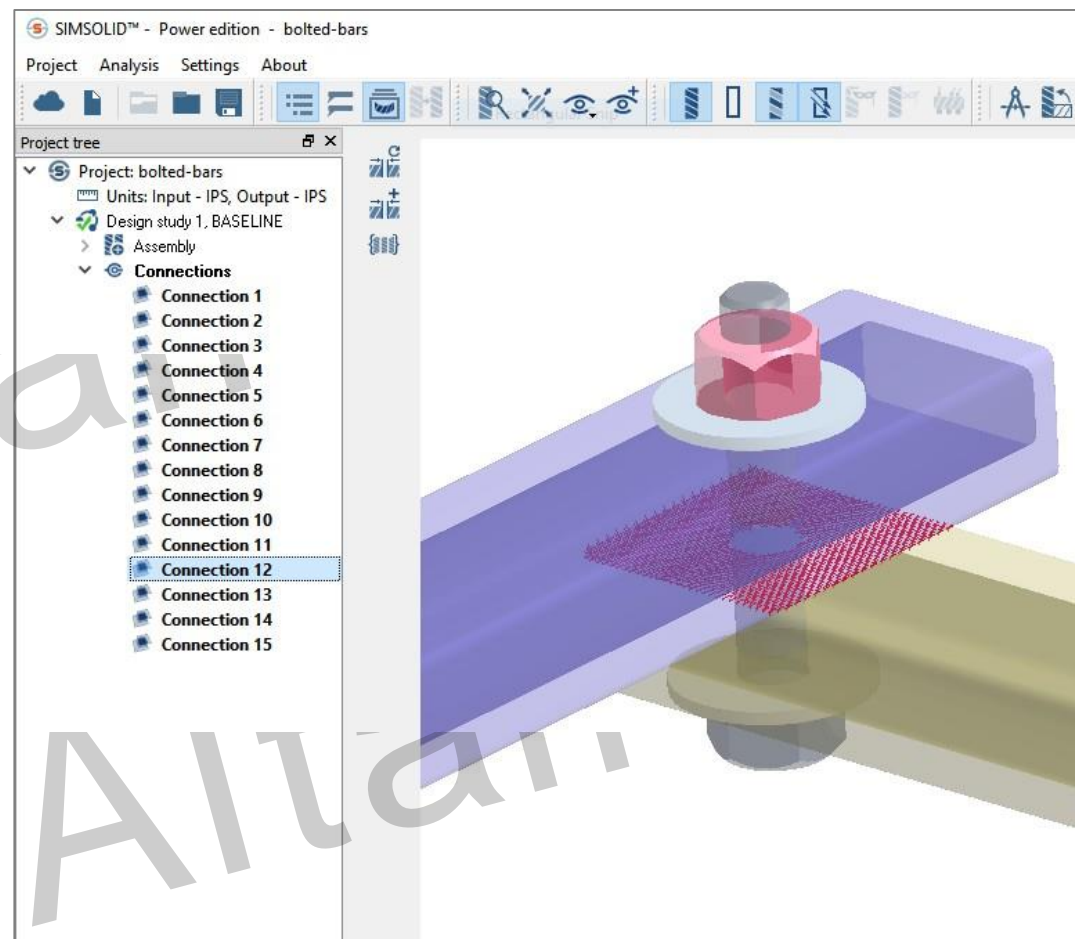
查看零件连接

● 方法1

- 要查看模型上的连接位置，只需在项目树中选择它即可。模型变为透明，连接由红色交叉影线图案突出显示。
- 对于模型更复杂的情况，请使用“Zoom In”菜单上的“放大”命令（使用鼠标右键选择连接）。现在，视图将放大到连接位置，并且仅显示与连接关联的两个部分。连接上将出现“+”和“-”缩放按钮，以便您微调视图。

● 方法2

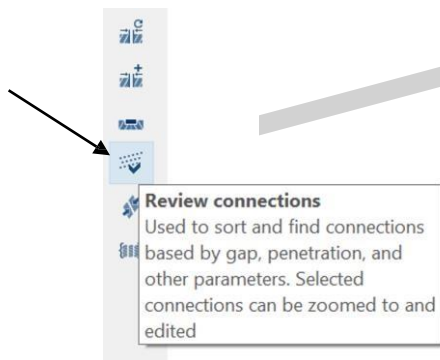
- 另一种方法是鼠标右键选择一个零件并选择“查看零件连接”菜单项。这将显示一个对话框，列出仅与所选零件关联的所有连接。



查看零件连接

方法3

- 使用查看连接窗口。
- 允许您按属性对所有连接进行排序。
- 只需选择列标题即可
- 所选的任何连接都将在图形窗口中突出显示



Connection	Part 1	Part 2	Max allowable gap [mm]	Max allowable penetration [mm]	Found gap (+) or penetration (-) [mm]	Resolution
Connection 1	Bolt 148	Part 134	1.0000e+0	1.0000e+0	-1.1718e-5	Normal
Connection 2	Bolt 148	Part 134	1.0000e+0	1.0000e+0	-3.0322e+0	Normal
Connection 3	Bolt 148	Part 23	1.0000e+0	1.0000e+0	-3.0330e+0	Normal
Connection 4	Bolt 150	Part 134	1.0000e+0	1.0000e+0	-5.0801e-1	Normal
Connection 5	Bolt 150	Part 134	1.0000e+0	1.0000e+0	-3.0322e+0	Normal
Connection 6	Bolt 150	Part 23	1.0000e+0	1.0000e+0	-3.0330e+0	Normal
Connection 7	Bolt 143	Part 136	1.0000e+0	1.0000e+0	-4.2077e-6	Normal
Connection 8	Bolt 143	Part 136	1.0000e+0	1.0000e+0	-3.0322e+0	Normal
Connection 9	Bolt 143	Part 27	1.0000e+0	1.0000e+0	-3.0330e+0	Normal
Connection 10	Bolt 140	Part 137	1.0000e+0	1.0000e+0	-1.2146e-5	Normal
Connection 11	Bolt 140	Part 137	1.0000e+0	1.0000e+0	-3.0322e+0	Normal
Connection 12	Bolt 140	Part 29	1.0000e+0	1.0000e+0	-3.0330e+0	Normal
Connection 13	Bolt 138	Part 137	1.0000e+0	1.0000e+0	-9.3549e-6	Normal
Connection 14	Bolt 138	Part 137	1.0000e+0	1.0000e+0	-3.0322e+0	Normal
Connection 15	Bolt 138	Part 29	1.0000e+0	1.0000e+0	-3.0330e+0	Normal
Connection 16	Bolt 160	Part 133	1.0000e+0	1.0000e+0	-3.5473e-6	Normal

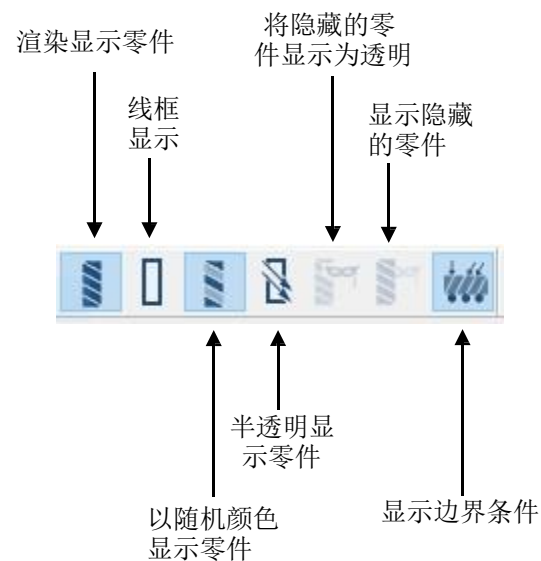
? You may sort table columns by names or by values

Delete Close



调整显示样式

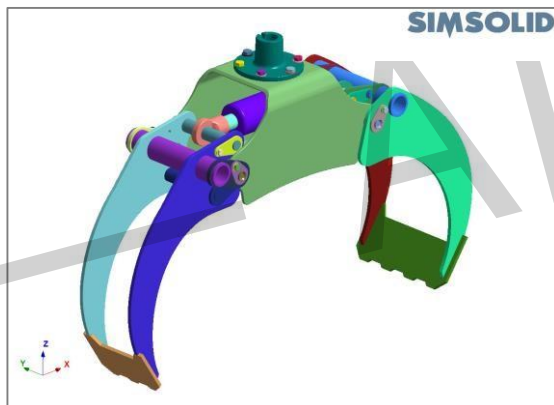
- 零件可以显示为渲染，线框或透明
- 零件可以隐藏
- 隐藏的部分可以显示为透明
- 隐藏零件：
 - 在项目树或图形区域中选择一个或多个零件。
使用CTRL键选择多个
 - 鼠标右键选择“隐藏菜单”（Hide menu）
- 要显示隐藏的部分，鼠标右键在图形的空白区域窗口并选择“显示所有隐藏的部分”



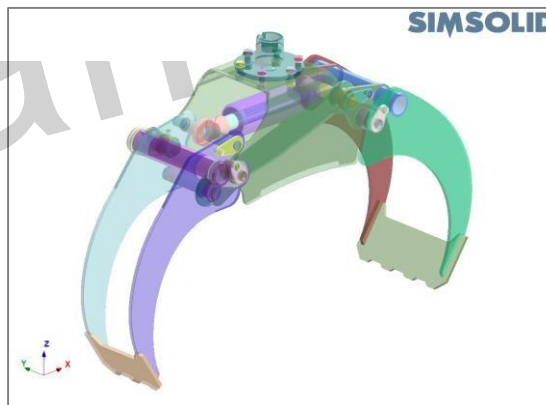
TIP: 使用书签（bookmarks）收藏的图形样式或可视零件组



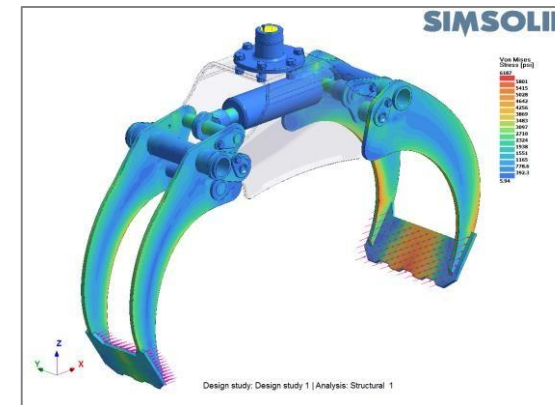
显示样式示例



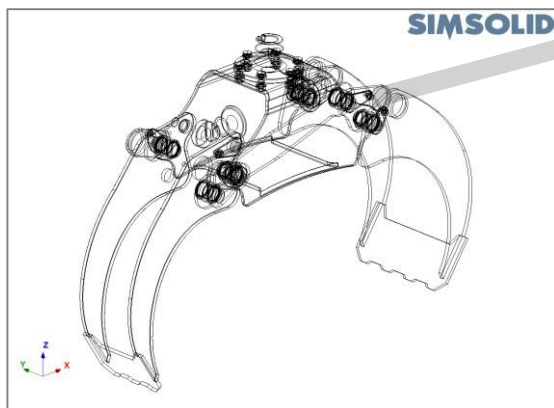
以随机颜色显示零件



半透明显示零件



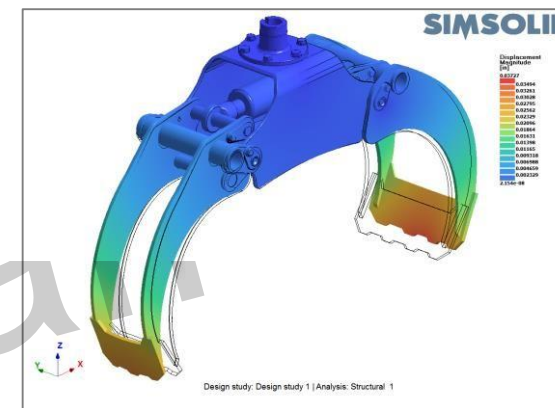
隐藏零件透明显示的结果云图



只显示模型边缘线框

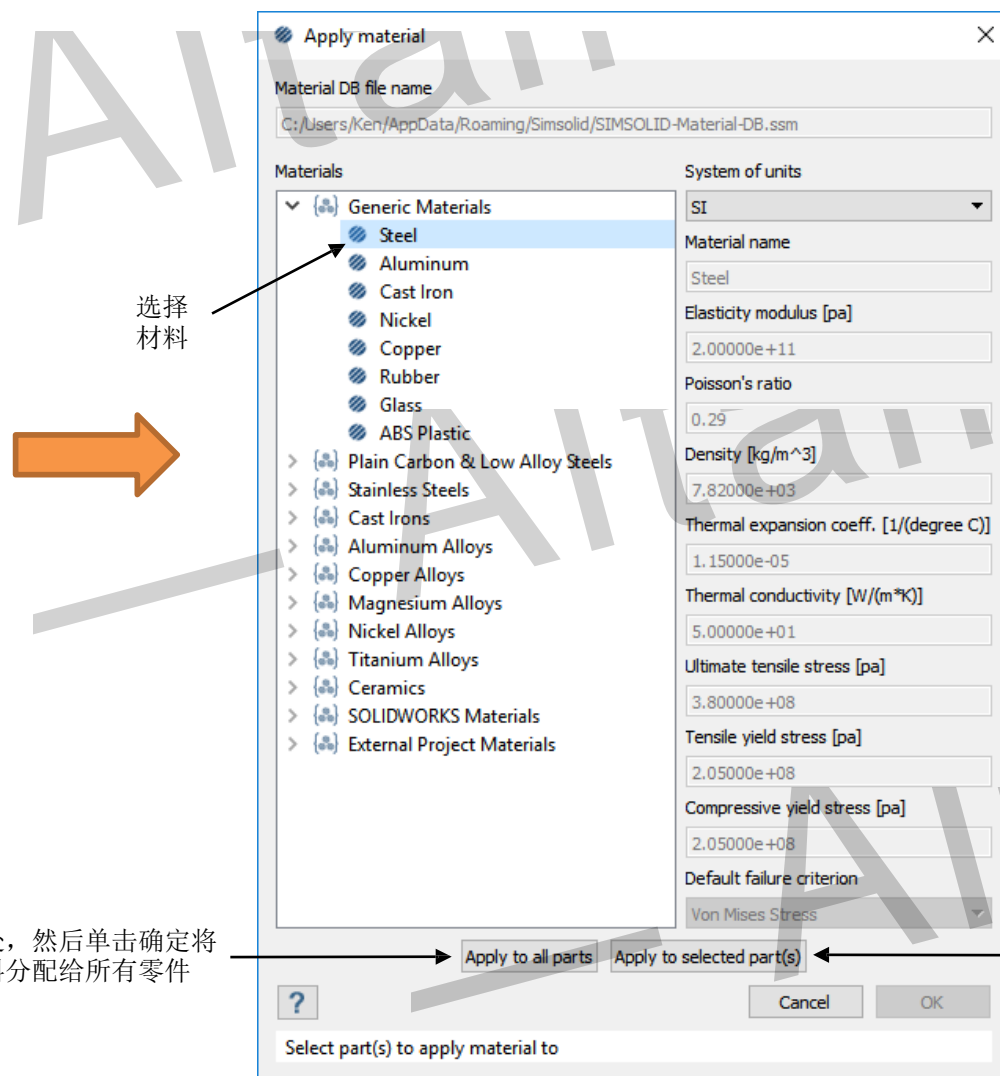
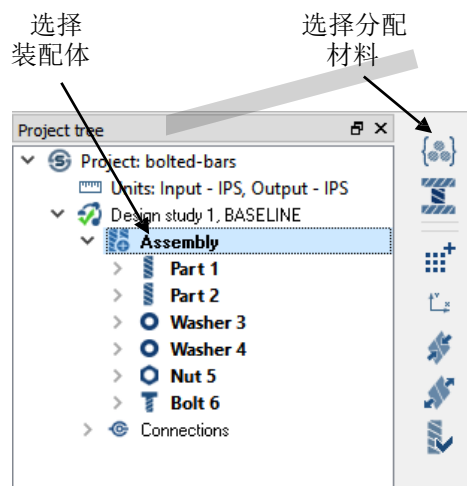


隐藏零件透明显示

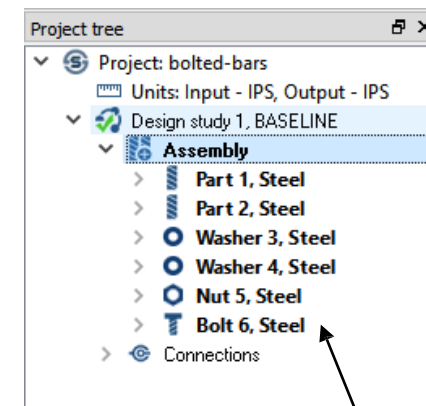


边缘线框显示打开（未变形），
变形后的形状连续结果云图显示

指定材料



NOTE: CAD模型如果指定了材料在导入模型的时候也会一起导入。



零件旁边列出的材料名称

选择此处，然后单击确定将所选材料分配给所有零件

选择此处并单击“确定”将所选材料指定给选定的零件 可以在项目树或图形窗口中选择零件。

使用默认材料

选择材料

双击两次打开材料设置窗口

如果你改变主意并发现你不再需要默认材料，鼠标右键选择并选择“Clear”

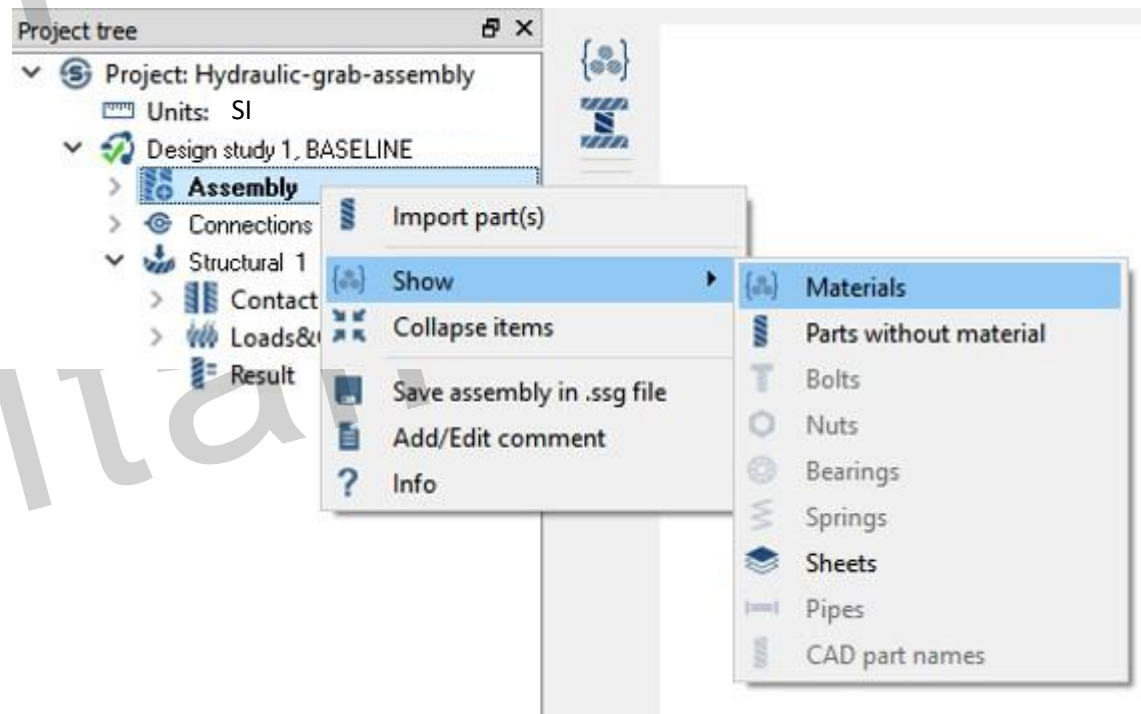
NOTE: 如果一个分析没有指定材料那么会自动使用默认材料。

点击OK

TIP: 这只需要设置一次。将保存为用户首选项。

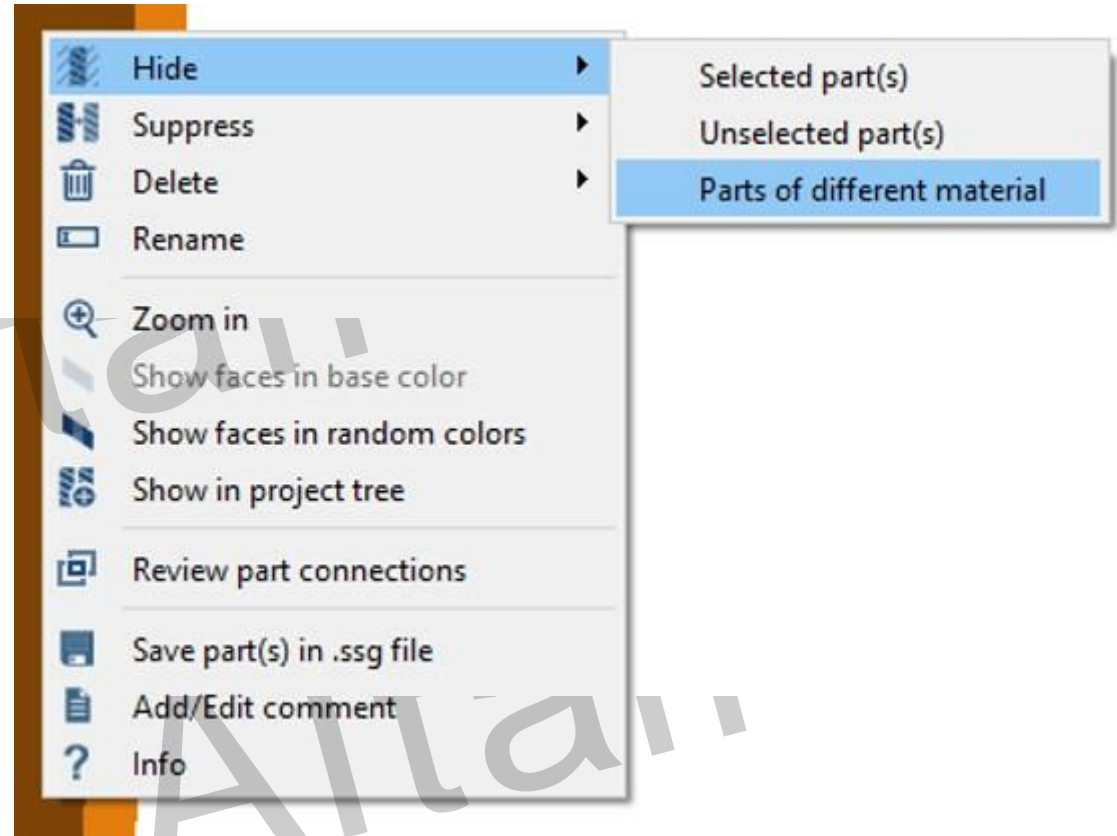
查看零件材料分配情况

- 大型装配体可具有许多材料属性。
SIMSOLID可以很容易地审查材料属性分配。
- 鼠标右键选择装配体并选择：
 - **Show>Materials**–这将显示所有材料属性分配的列表。选择材料名称，将突出显示具有该材料属性的所有零件。
 - **Show>Parts without materials**–这将隐藏所有有材料的零件，仅显示没有材料属性分配的零件。



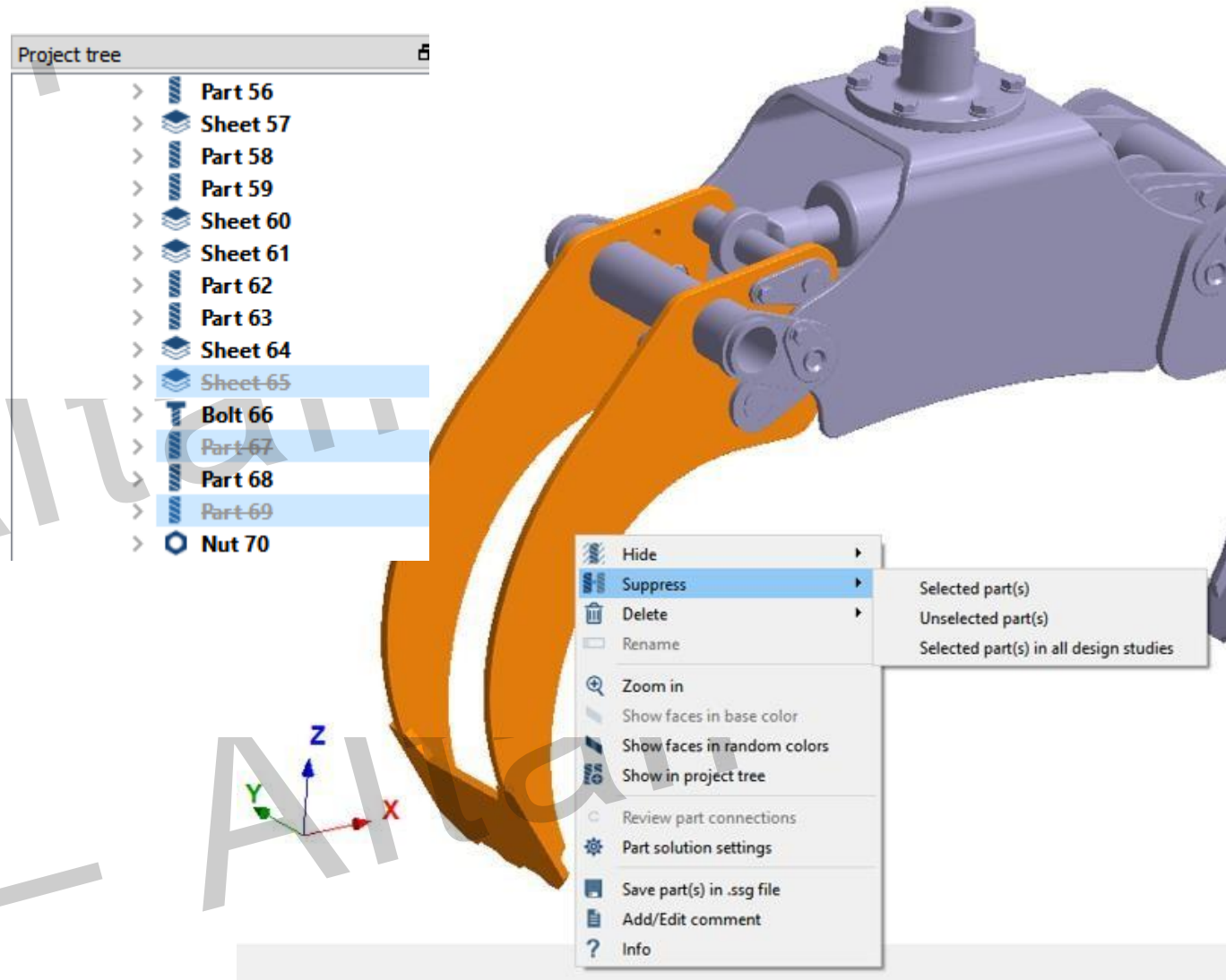
隐藏具有不同材料的零件

- 显示在具有相同材料属性的零件的方法
- 在显示结果云图的时候很有用
- 通过鼠标右键访问项目树或图形区域中的零件



抑制和删除零件

- 抑制零件将它们从相关分析移除，但将它们留在项目文件中。
- 删除零件会将它们从项目文件中删除。请谨慎使用，因为删除无法撤消。
- 可以在当前或者所有分析中抑制或删除零件。
- 在项目树或图形窗口中使用鼠标右键（RMB）选择一组零件可以抑制或删除零件。
- 被抑制的零件在项目树中显示为划线和灰色。
- 鼠标右键菜单中选择“Resume”取消抑制零件并重新激活它。



Section 5

创建一个分析

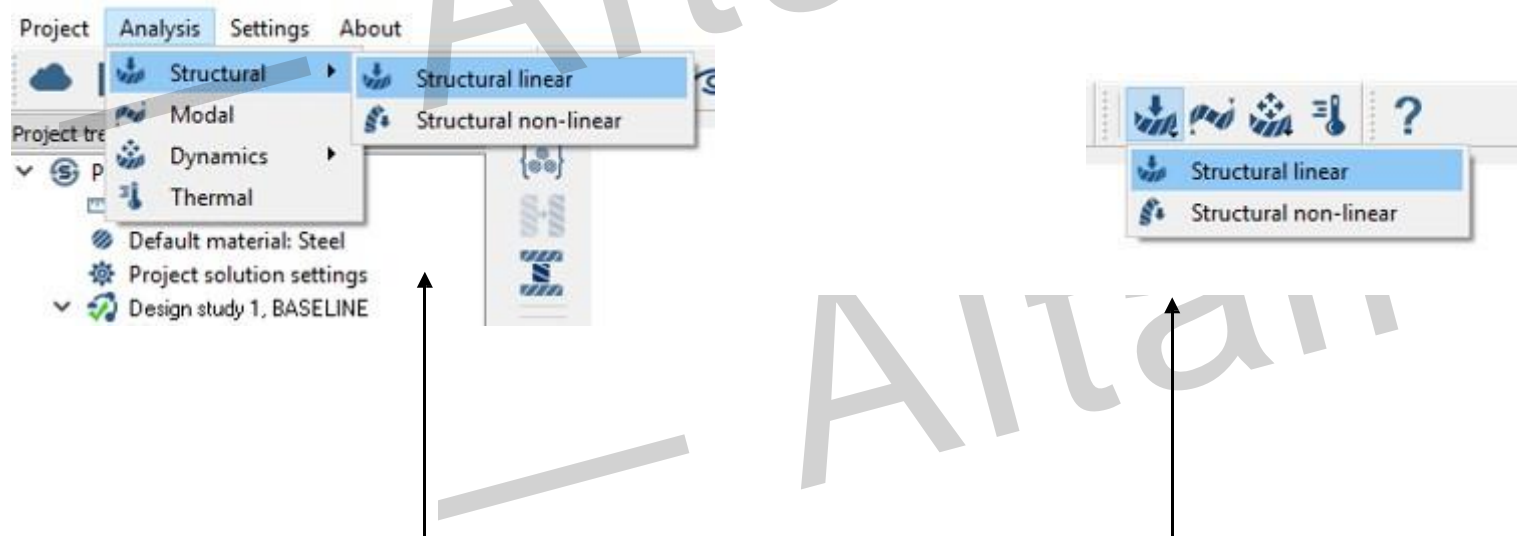


创建一个分析

- 创建一个新的分析
- 指定接触条件
- 创建边界条件
- 创建求解设置
- 执行分析计算
- 考虑非线性影响



创建一个新的分析



通过从“分析（Analysis）”菜单或主工具栏来创建新分析。

注意：可用的分析类型因产品版本而异

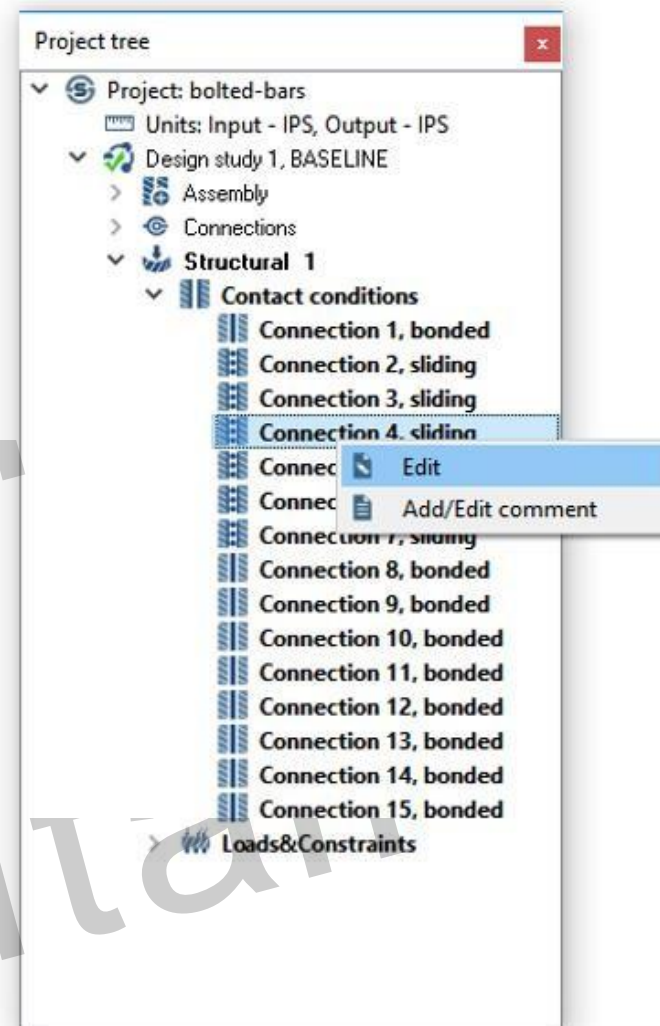
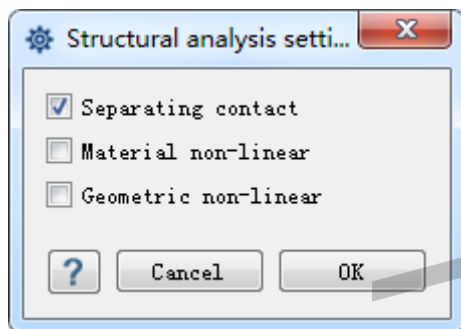
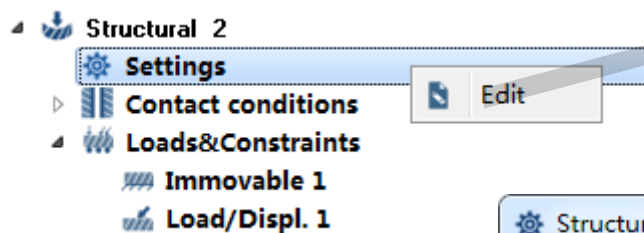
- 标准版：结构线性和模态
- 增强版：增加了结构非线性
- 专业版：增加了动力学



指定接触条件

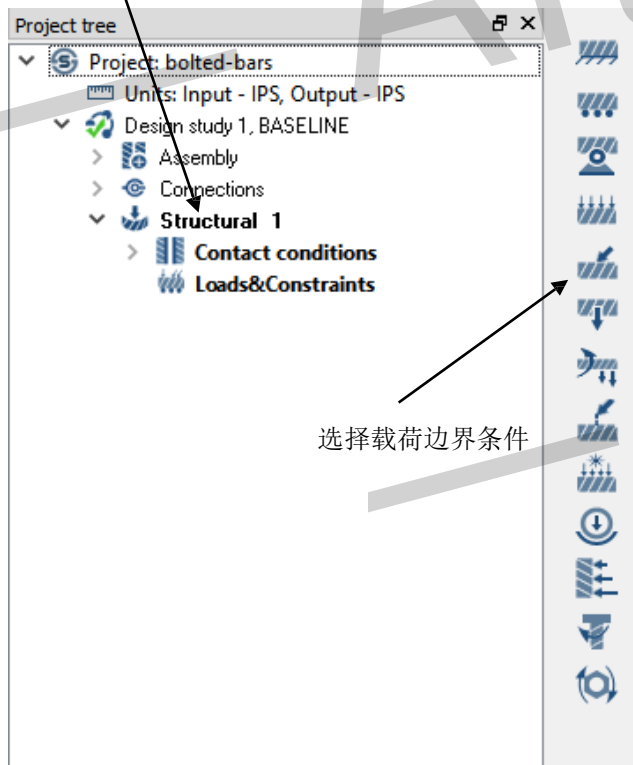
- SIMSOLID的接触条件可以是粘合，滑动，分离*或禁用
- 接触条件是自动创建的，但可以由用户更改
- 鼠标右键一个接触，随后可以对其进行修改

***注意:** 分离接触只能应用于非线性模块，并且必须在结构设置窗口激活选项

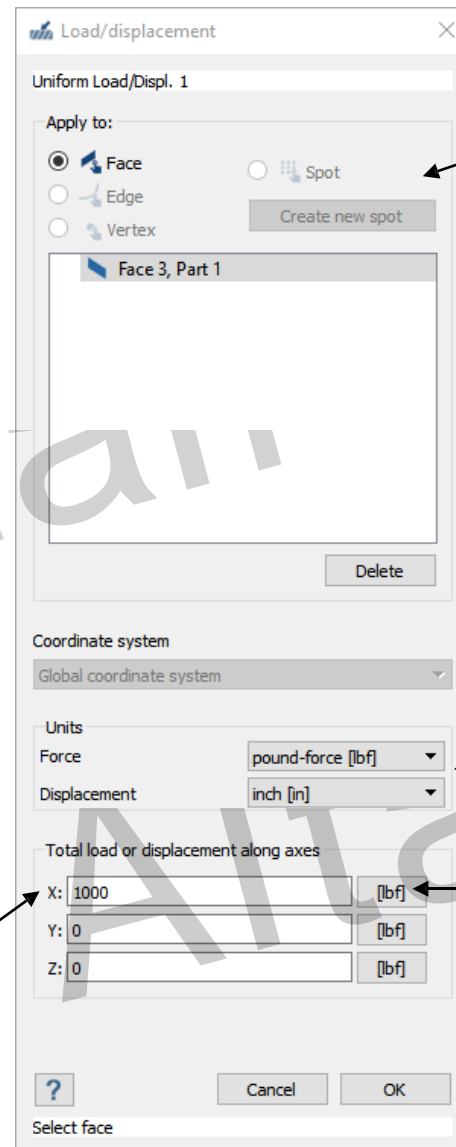


创建载荷与边界条件

选择一个分析



选择载荷边界条件



选择何处施加

(可选) 选择该
边界条件的单位

在载荷和位移之间切换

输入载荷或者位移的量值



其他边界条件

结构和模态

固定支承

→

滑动支承

←

铰链约束
仅限增强版

→

弹簧约束
仅限增强版

←

压力

←

载荷或位移

→

重力

←

惯性负载-
仅限增强版

→

力矩
仅限增强版

←

温度
仅限增强版

→

轴承载荷
仅限增强版

←

静水压力
仅限增强版

→

螺栓预紧力
仅限增强版

←

螺母预紧力
仅限增强版

→

热力学分析工具栏

温度

→

热流Flux

←

对流

→

热生成

←

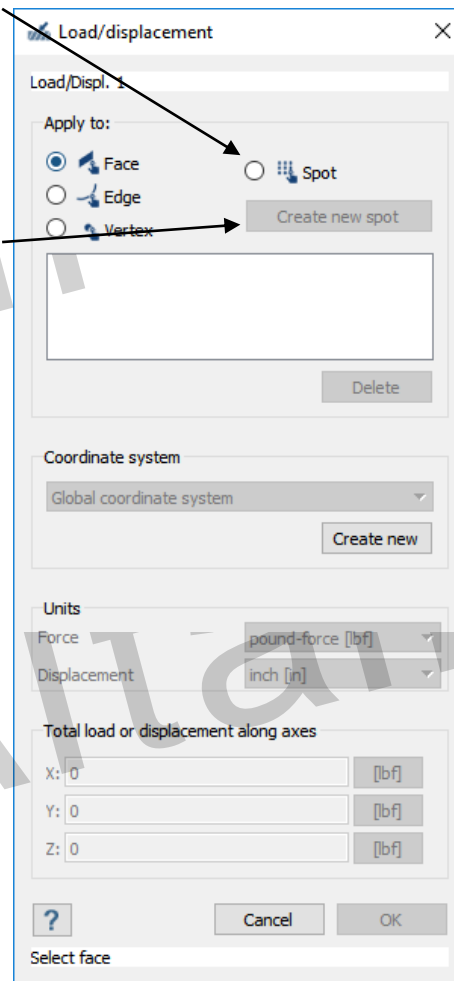


使用 Spots

- 许多传统的FEA系统需要分割面以创建局部载荷和约束
- SIMSOLID 有一个更好的方法 – Spots
- spots可以是矩形，圆形或三角形。它们甚至可以是点，线或弧
- Spots的实际作用面积是其沿基准面的法向在零件上的投影面积
- 拾取零件面以定向零件和中心视图
- Spots可以被投影到多个面或者多个零件

选择Spot

选择或点击此处创建新的 spot

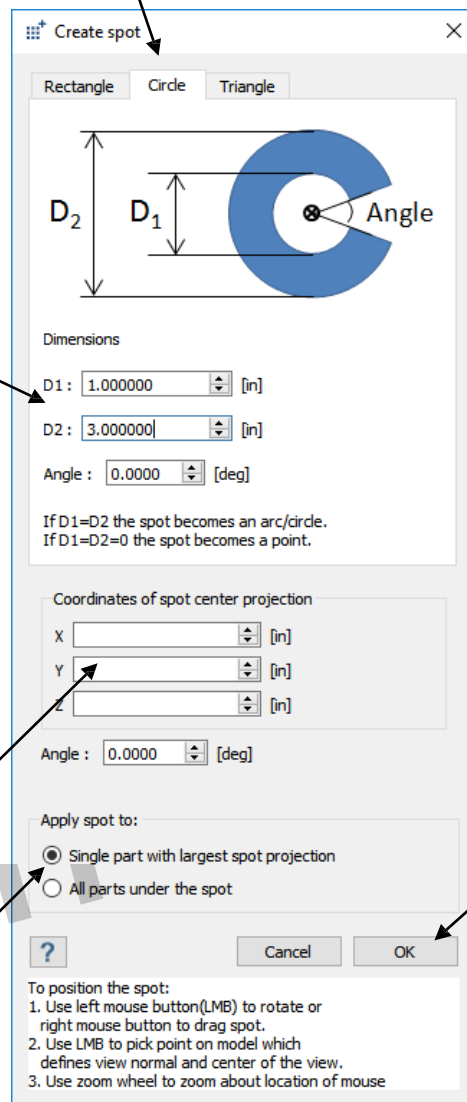


选择Spot类型 – 矩形, 圆形, 三角形

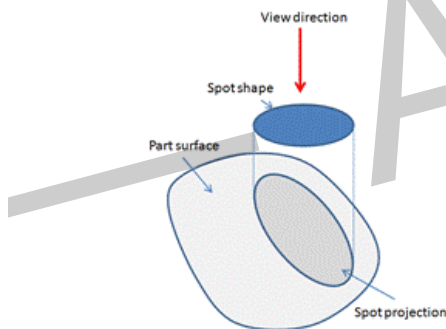
确定形状参数

如有必要可以微调位置

选择投影方式



点击OK投影到零件



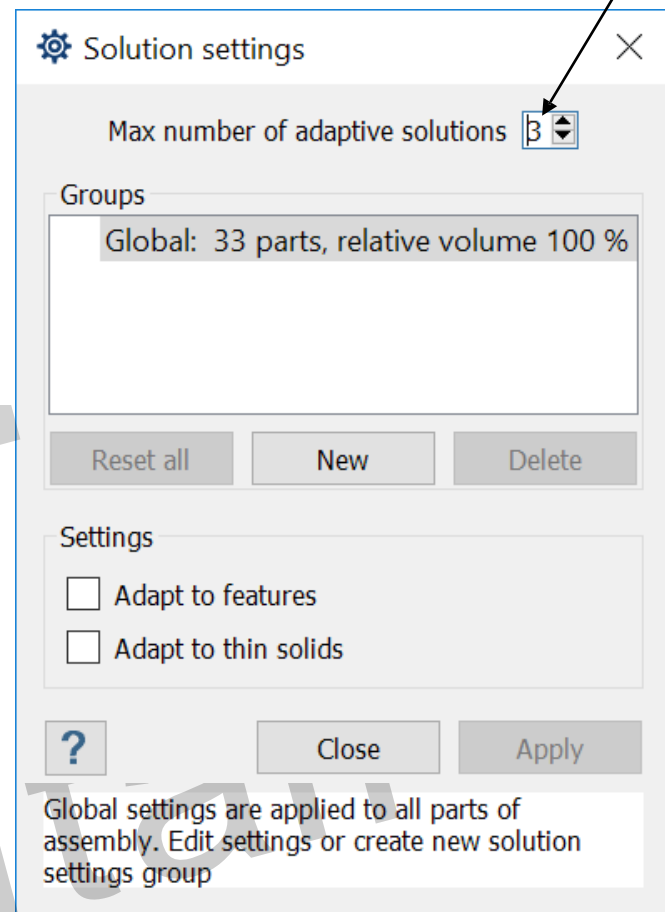
Learn more



求解设置



设置自适应求解循环次数最大值



SIMSOLID采用自适应求解技术，在必要的区域自动完善求解设置以实现最高精度。执行多个求解计算时，每个求解计算会创建初始方程，并且会根据需要在调整方程形式与数量。用户需要做的是指定的最大自适应求解循环次数，并可以应用到全局或者局部部件中。

TIP: 求解设置可以应用于全部零件或者局部部件中。。

Learn more



用户设置控制

- **Adapt to features**—对局部特征的应力梯度区域具有更强的适应性。仅适用于结构线性和非线性静力学。这不用于模态或热分析。
- **Adapt to thin solids**— 提供了一些特定的函数去更准确地描述薄壁件内部。建议将此控制应用到模型的局部部件，而非全局
- **Refinement level**— 为一组零件的局部细化设定等级。可以设置3个等级-低，中，高。请参阅关于零件细化等级设置的特定文档。



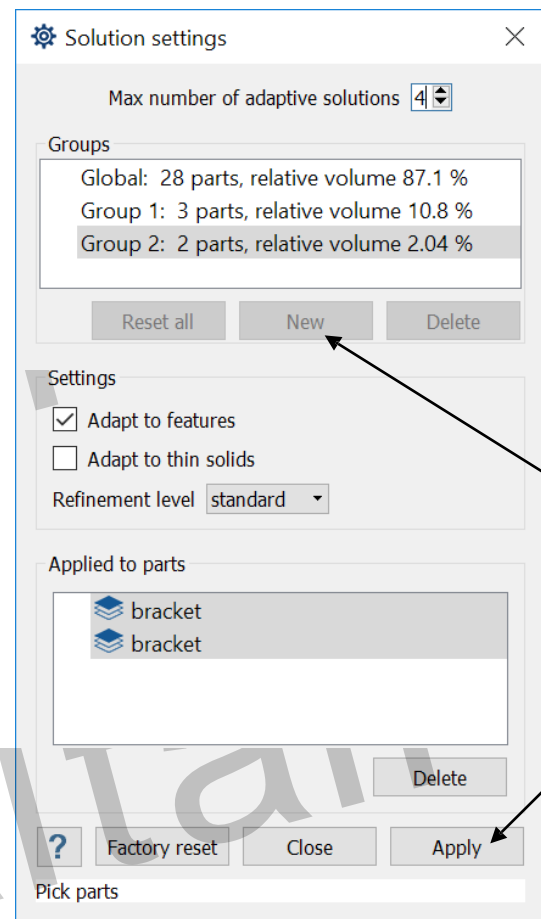
局部求解设置

步骤

1. 通过点击在窗口中的“**NEW**”按钮来创建一个零件组。
2. 从图形窗口或项目树中选择一个或多个零件，将它们添加到组中
3. 指定任意需要的局部设置并点击“**Apply**”按钮。

补充说明

1. 在对话框中选择零件组时，将显示当前组设置，并且图形窗口中将突出显示属于该组的零件。
2. 组标签表示组中的零件数以及组与整个模型的相对体积。选择局部细化设置时，请使用相对体积作为指导。
3. 点击“**Delete**”按钮来移除单个零件组。点击“**Reset all**”来移除所有的所有的细化设置。点击“**Factory reset**”重置所有的设置。

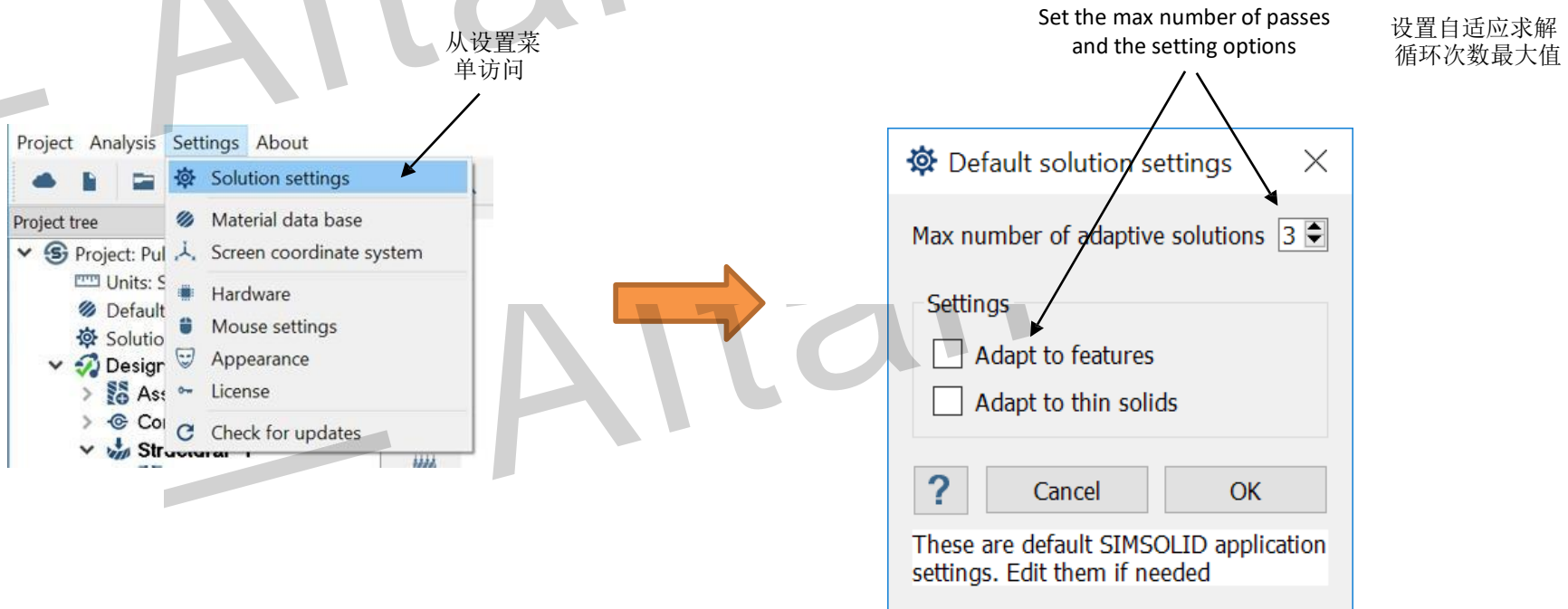


点击此处创建新的组

点击Apply更新设置



默认的求解设置



这些是默认设置下在新分析中使用的求解设置



求解设置-流程

使用求解设置的推荐方法如下:

1. **查找整个系统载荷路径:** 使用默认的全局解决方案设置
2. **关注整体应力:** 要优化整个模型的应力分析结果, 请选择 “Adapt to feature” 复选框求解设置并重新运行模型。
3. **检查整体解决方案收敛:** 要检查整个模型的求解收敛, 请增加自适应循环次数并重新运行模型。自适应循环次数可以设置在3到8之间, 但这个值很少设置在6以上。
4. **关注局部应力:** 使用局部零件组, 对局部零部件添加 “Adapt to feature”。
5. **关注薄壁件:** 对于薄且带曲率的零件, 应激活 “Adapt to thin solids” 复选框。最好使用到局部零件上, 不建议用于全局。



运行分析

The screenshot shows the SIMSOLID Power edition interface for a project named 'Grapple V2'. The 'Project tree' on the left lists the following structure:

- Project: Grapple V2
 - Units: Input - IPS, Output - IPS
 - Design study 1, BASELINE
 - Assembly
 - Connections
 - Structural 1** (selected)
 - Contact conditions
 - Loads&Constraints
 - Structural 2
 - Modal 1
- Design study 2
 - Assembly
 - Connections
 - Structural 1
 - Structural 2
 - Modal 1
- Design study 3
 - Assembly
 - Connections
 - Structural 1
 - Structural 2
 - Modal 1

Annotations and actions:

- An arrow points to 'Structural 1' in the tree with the text: 选择此项分析 (Select this analysis).
- An arrow points to the 'Run' button (a red and blue double arrow) at the bottom of the toolbar with the text: 点击此处运行分析 (Click here to run analysis).
- An arrow points to the 'Info' option in the context menu for 'Result' with the text: 分析完成后点击此处查看求解信息 (Click here to view solution information after analysis is complete).

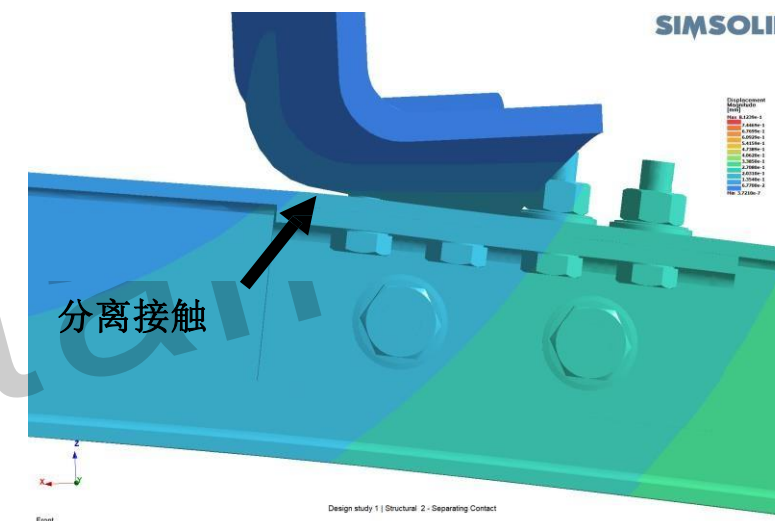
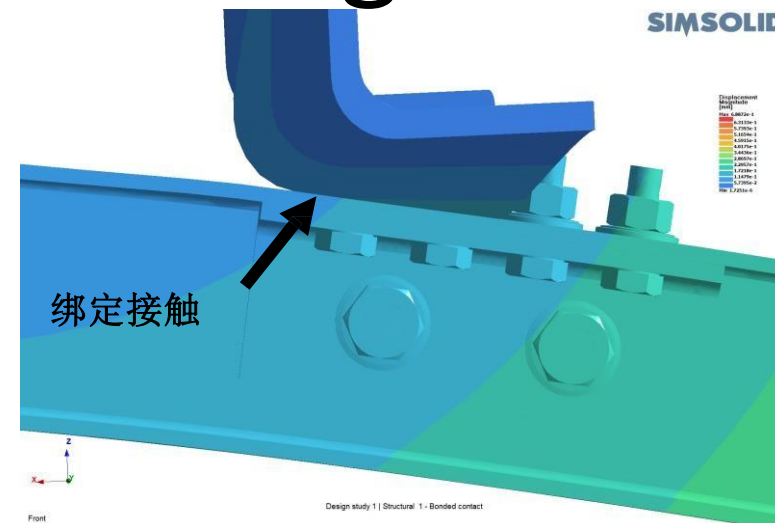
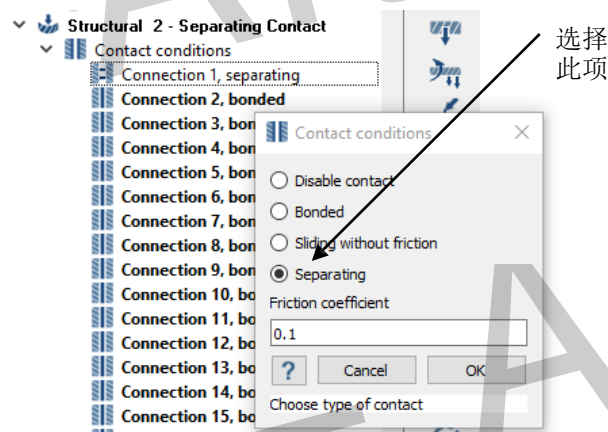
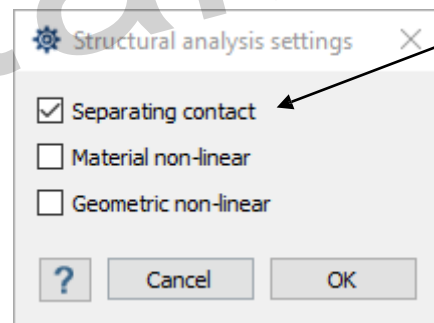
The 'Solution info' dialog box displays the following data:

Solution info	
Total runtime :	0 min 29 sec
Geometry processing :	0 min 13 sec
Physics processing :	0 min 4 sec
Solution processing :	0 min 0 sec
Results evaluation :	0 min 0 sec
Max number of equations : 24060	
Number of adaptive solution passes : 3	
<input type="button" value="OK"/>	



非线性选项-分离接触separating contact

- 在“结构设置”（**Structural settings**）窗口设置结构非线性。
- 分离接触允许零件在其它载荷作用下部分或完全分离
- 分离接触条件在项目树的接触条件中定义

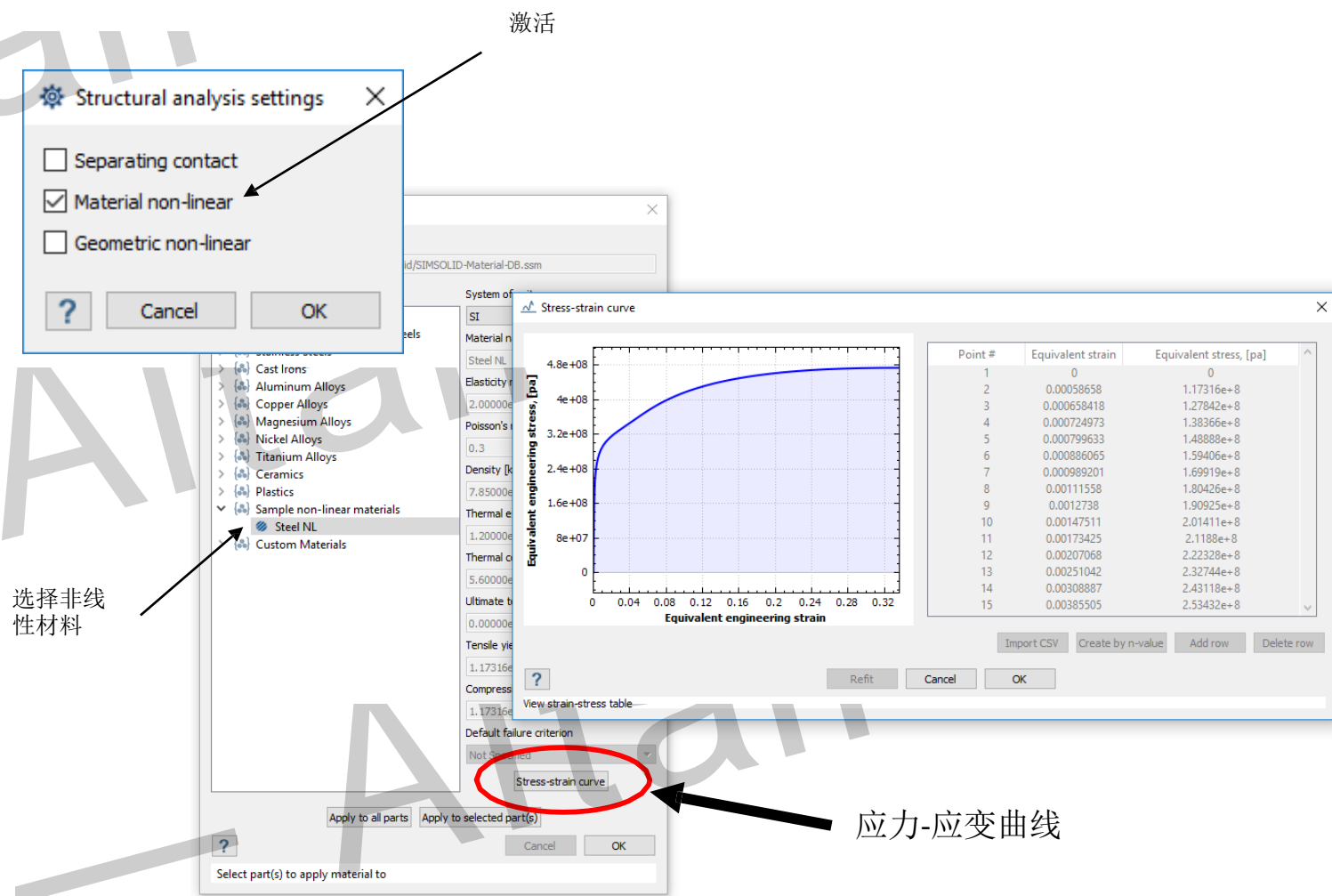


NOTE: SIMSOLID的标准版（Standard）中没有非线性功能

非线性选项 - 材料

- 在“结构设置”（**Structural settings**）窗口设置结构非线性。
- 材料非线性类型是“弹塑性”类
- 每种材料模型都必须包含至少一个“应力-应变”曲线
- 对于超出弹性极限的任何分析，SIMSOLID将为每个结果提供三个输出：

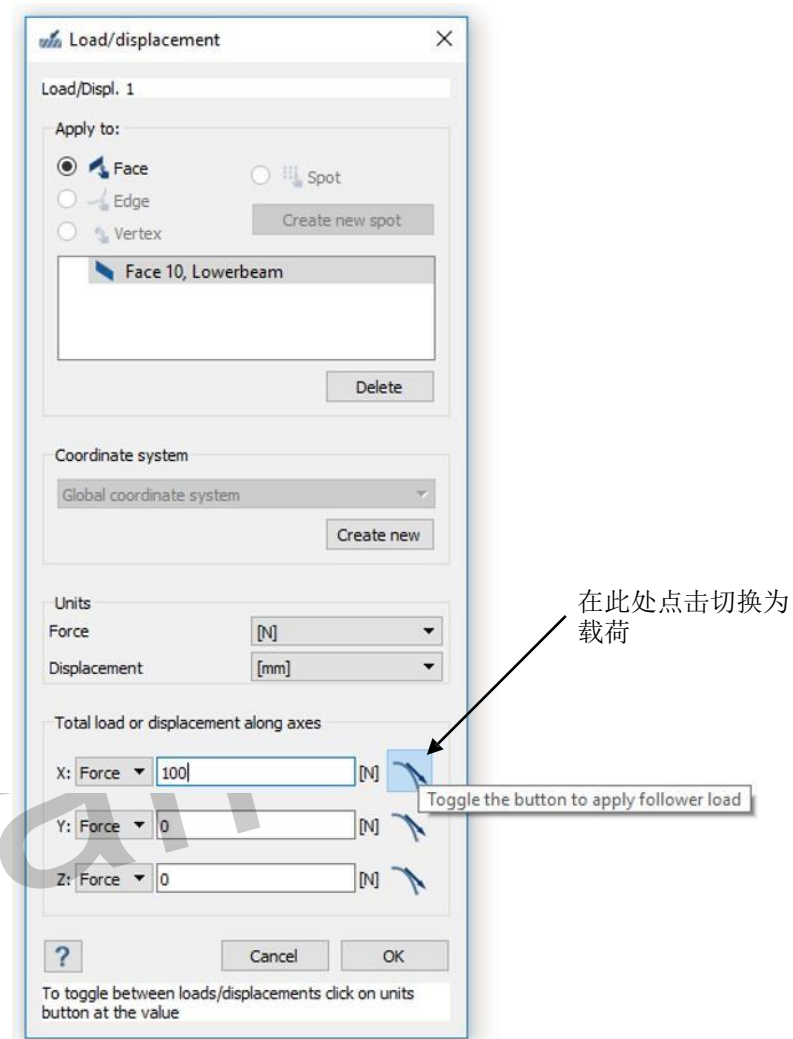
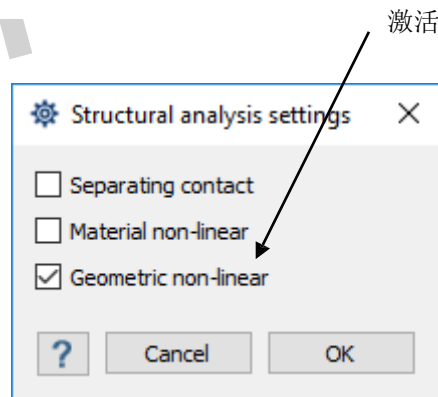
- 弹塑性, 满载full load, 假设使用非线性应力 - 应变曲线, 这些是满载时的结果;
- 弹性, 满载full load, 假设使用线性应力 - 应变曲线, 这些是满载时的结果;
- 卸载后, 这些是卸载后的残留结果



NOTE: SIMSOLID的标准版中没有非线性功能

非线性设置 - 几何

- 在“结构设置”（**Structural settings**）窗口设置几何非线性。
- 在几何非线性分析中，当迭代求解应变-位移和平衡方程时，考虑结构变形时的几何变化。
- 将计算大位移和旋转但假设为小应变
- 可以定义跟随载荷
- 典型应用包括细长结构、钣金等的稳定性分析。



NOTE: SIMSOLID的标准版中没有非线性功能

Non-linear Option availability

	标准版	增强版	专业版
接触非线性		✓	✓
材料非线性		✓	✓
几何非线性		✓	✓
材料非线性 &几何非线性			✓



Section 6

后处理



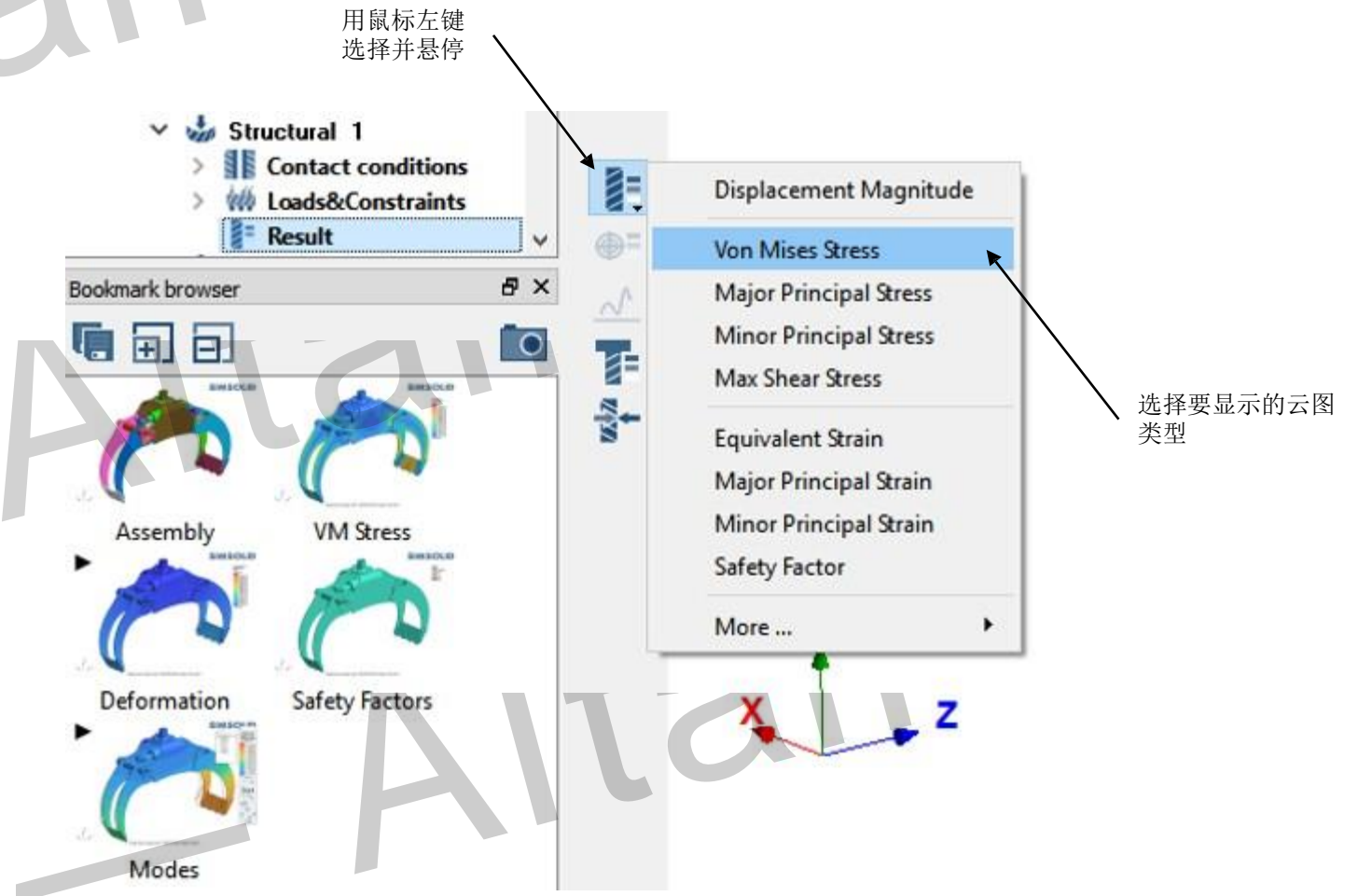
后处理

- 创建一个云图
- 快速切换结果
- 显示其他结果
 - 安全系数
 - 函数图像
 - 点阵
 - 反作用力
 - 点焊力



创建一个云图

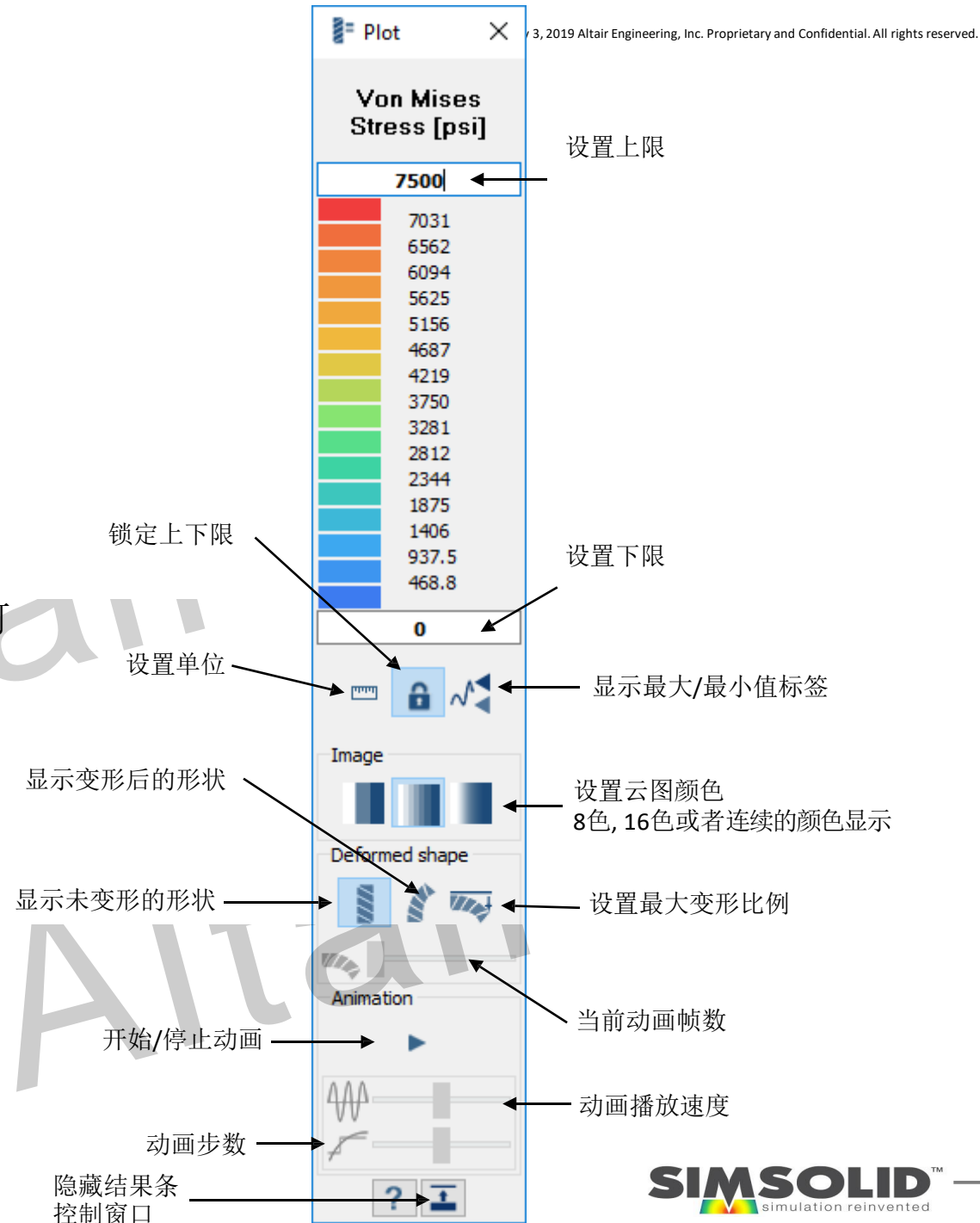
- 当分析完成后，结果图标将出现在项目树中，结果绘制按钮将不再是灰色
- 若要创建云图，用鼠标左键（LMB）点击结果绘图按钮，然后从弹出的菜单中选择所需的结果类型



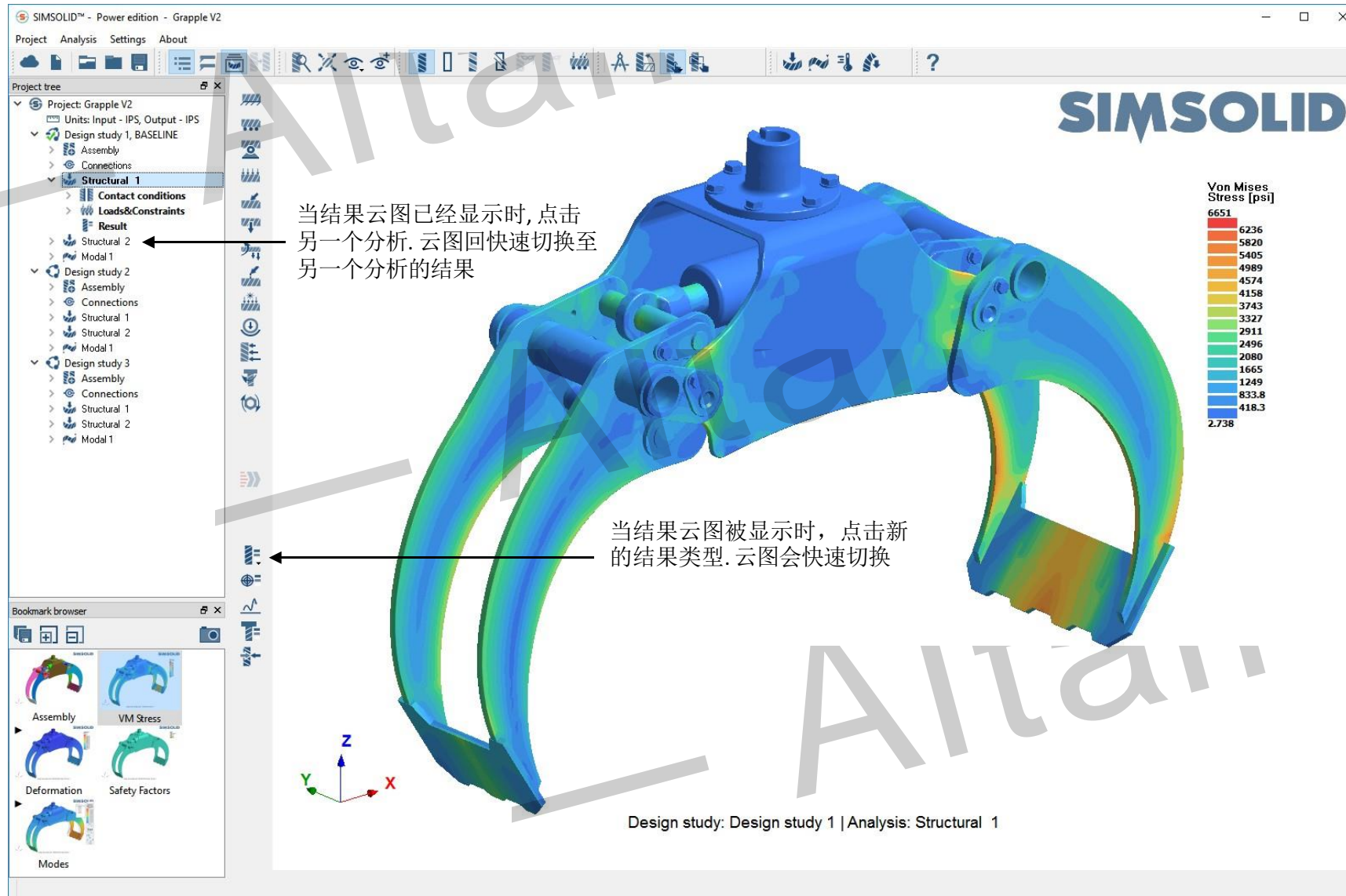
云图结果条设置

- 云图结果条设置窗口会在选择云图结果类型后弹出
- 在显示结果时零件可以通过鼠标右键选择隐藏，或者在项目树里选择隐藏。可以按住CTRL键去选择更多的零件
- 可以通过轮廓线来区分零件是否变形
- 在主界面的工具条上通过打开“显示零件边线”按钮来显示未变形的边线
- 最大/最小值可以以标签形式显示在屏幕上，并且该标签是可以通过鼠标拖拽移动的
- 结果条设置窗口可以隐藏并可以被拖动到图形窗口的任何地方。可以通过点击结果条进入到结果条设置窗口
- 结果条的上下限可以在“快速切换结果类型”时被锁定。注意：这个功能只能在不同结果之间切换的时候使用

技巧： 可以使用bookmarks书签保存云图设置和动画



结果快速切换 “Fast results switching”



结果显示- 安全系数图表

鼠标左键选择

1. 选择Safety Factor

2. 选择材料. 所选材料的安全系数云图会被显示而其它材料会被隐藏(透明化).

3. 更改数字以改变云图

3. 或者使用滑调条

Design study: Design study 1 | Analysis: Structural 1

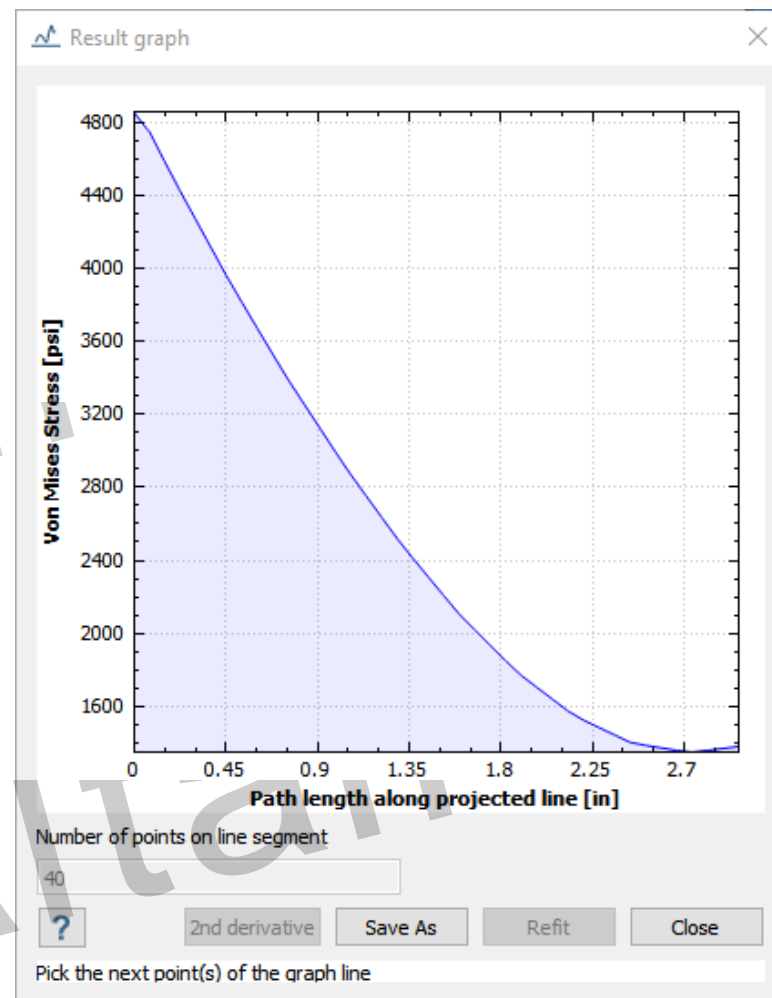
Material	Failure criterion	Safety factor low	Safety factor high	TYS, [pa]	CYS, [pa]
Steel	Von Mises Stress	1.25	3	2.05e+08	2.05e+08
Nickel	Von Mises Stress	1.25	3	5.9e+07	5.9e+07
A36 Steel	Von Mises Stress	1.25	3	2.5e+08	2.5e+08
Aluminum	Von Mises Stress	1.25	3	3.24e+08	3.24e+08

[Learn more](#)

技巧: 按住CTRL选择多种材料

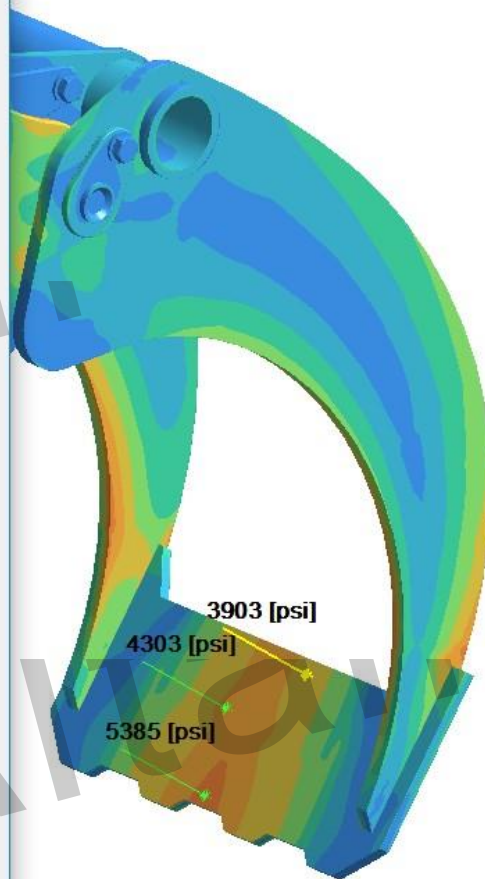
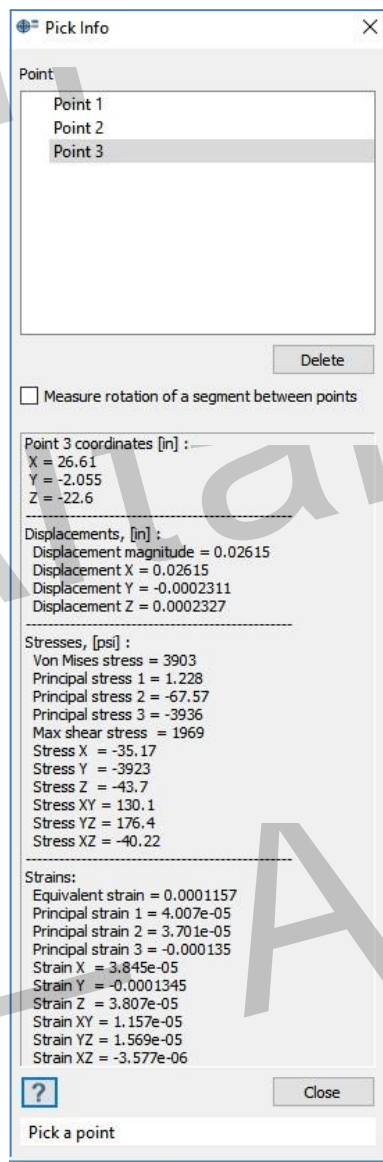
结果显示- 函数图像

- 当云图显示被激活时, 使用工具条的图形按钮显示XY函数图像.
- 只需在模型上选取两个或多个点即可得到结果的XY图.
- 可以通过拖动图像和鼠标滚轮来调整图像的位置和大小.
- 点击Refit按钮来回复到初始图像.
- 使用“另存为” (save as) 功能可以将函数图像存储为图像或者文本格式



结果显示- 节点结果信息查询工具

- 当云图显示被激活时, 在工具栏点击Pick Info 按钮 来激活节点信息窗口
- 直接在模型上选取一个或更多的点去获得这些点上的各类数值信息.



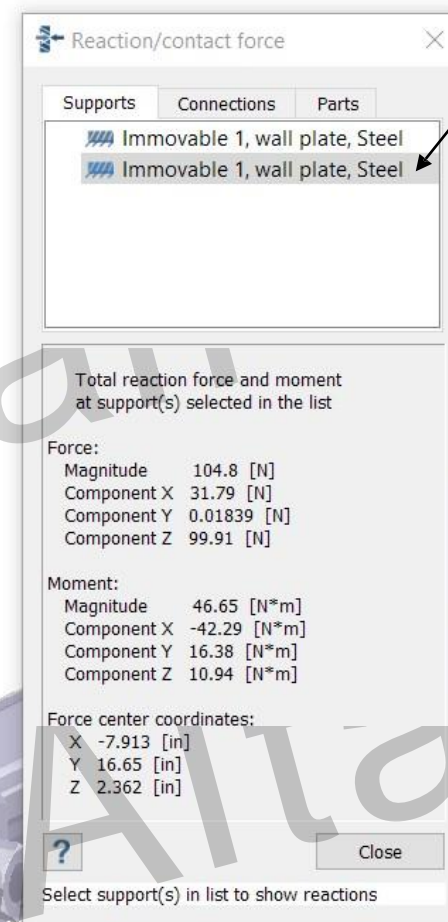
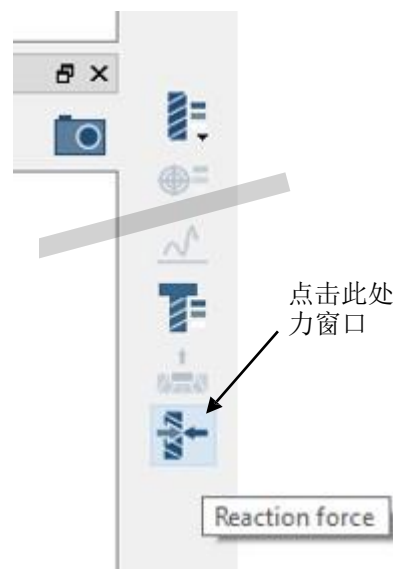
支反力

- SIMSOLID 提供了许多种类的支反力，包括：
 - 支承
 - 连接
 - 零件
 - 焊点

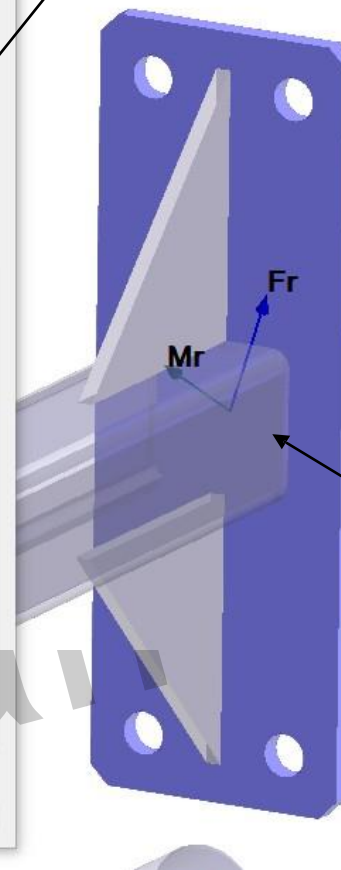


结果显示 - 支承力

- 使用工具栏的“Reaction force”按钮打开支反力显示窗口。
- 选择任一支承获得其支反力概要



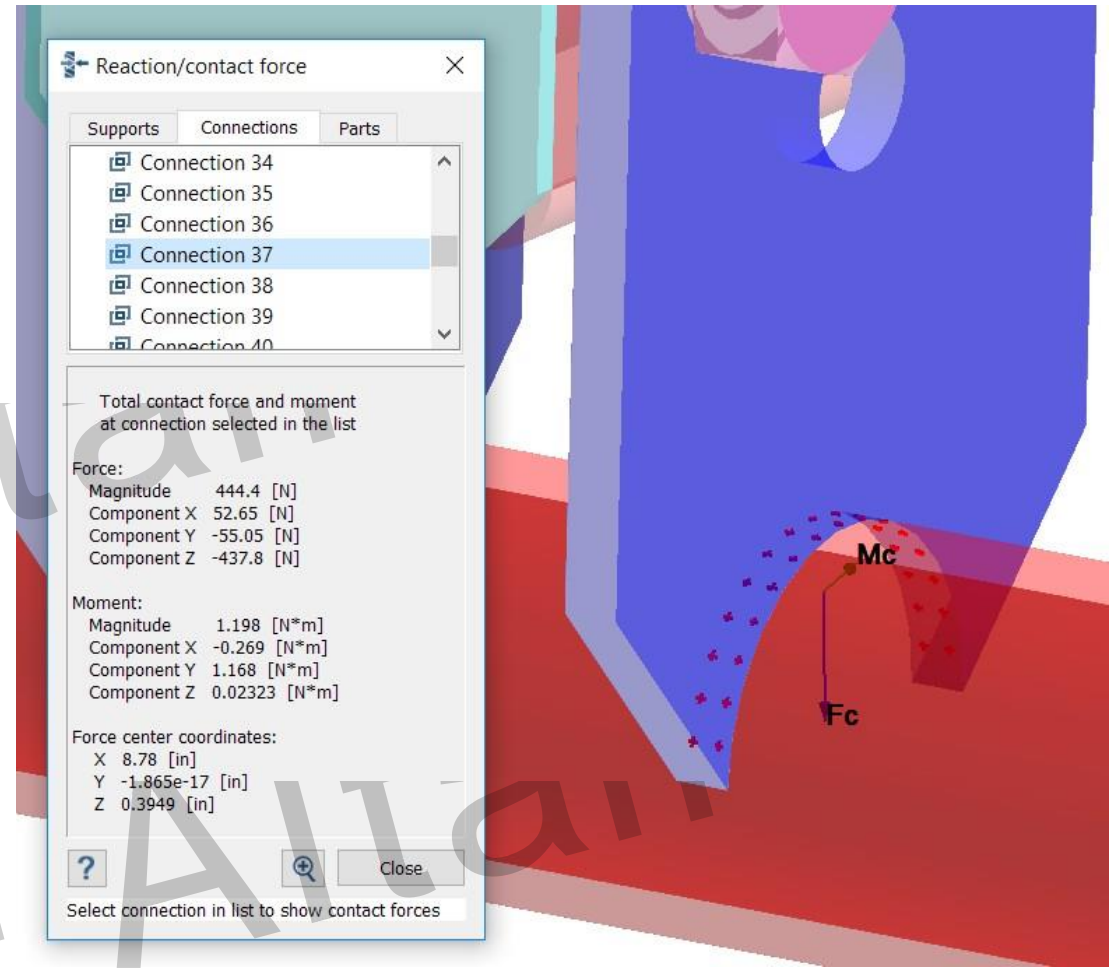
选择一个边界支承
(使用CTRL选择多个)



在支撑区域的质心处显示的反作用力和力矩矢量。
支撑部分以蓝色突出显示

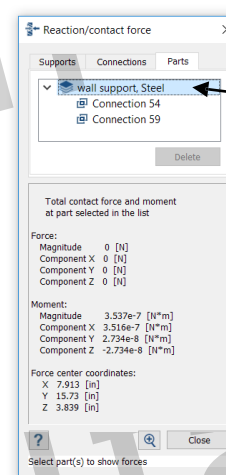
结果显示- 连接力 Connection forces

- 在支反力窗口选择“Connections”面板
- 给出所选连接的合力和力矩以及力矩心的位置.
- 一次只能选择一个连接.
- 力和力矩向量显示在几何窗口中.
- 连接部件分为蓝色和红色。矢量相对于蓝色部分定向
- 使用放大（“加号”）按钮缩放到关注的区域.



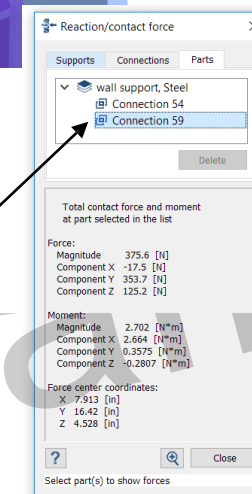
结果显示 – 零件间的力 Part forces

- 显示一个或多个选定零件组的总接触力和力矩。
- 选择一个零件将其添加到列表中。选定的零件将显示所有连接和支撑力的摘要，不包括所施加的载荷（包括重力等体积力）。
 - 一些典型的例子包括：
 - 只有连接。，没有施加载荷。合力为零。
 - 施加负载的连接。Part force 零件间的力将与施加的载荷相加。
 - 只有连接，除了重力外没有外部载荷。Part force will equal part weight.
- 此外，可以检查各组零件间的连接。选择零件名称左侧的展开图标以显示零件连接。选择一个或多个连接以计算合力（如右图所示）。



没有施加载荷的零件。
合力为零

单零件连接力和力矩



结果显示 - 点焊力

选择此处打开点焊力对话框 - 仅限Power Edition

选择列名称以排序列表

选择单个焊点来查看其在模型上的合力的矢量

或者使用CTRL和SHIFT键来选择多个值求合力

Spot weld	Normal force [lbf]	Shear force [lbf]	Bending moment [lbf*in]	Torque [lbf*in]
Spot weld 8, bonded	14.34	32.91	10.17	4.255
Spot weld 14, bonded	13.55	37.98	9.101	7.551
Spot weld 21, bonded	13.42	41.53	4.987	1.247
Spot weld 15, bonded	12.96	38.94	8.585	6.188
Spot weld 28, bonded	3.175	13.32	4.258	2.834
Spot weld 22, bonded	2.64	16.78	2.938	2.089
Spot weld 20, bonded	2.099	15.99	1.159	2.864
Spot weld 68, bonded	2.037	5.611	0.2929	0.6406
Spot weld 23, bonded	1.882	12.64	0.3352	0.4218

Forces in spot

Force components in global coordinate system:

X: -16.15 [lbf]
Y: -28.68 [lbf]
Z: 14.34 [lbf]

Moment components in global coordinate system:

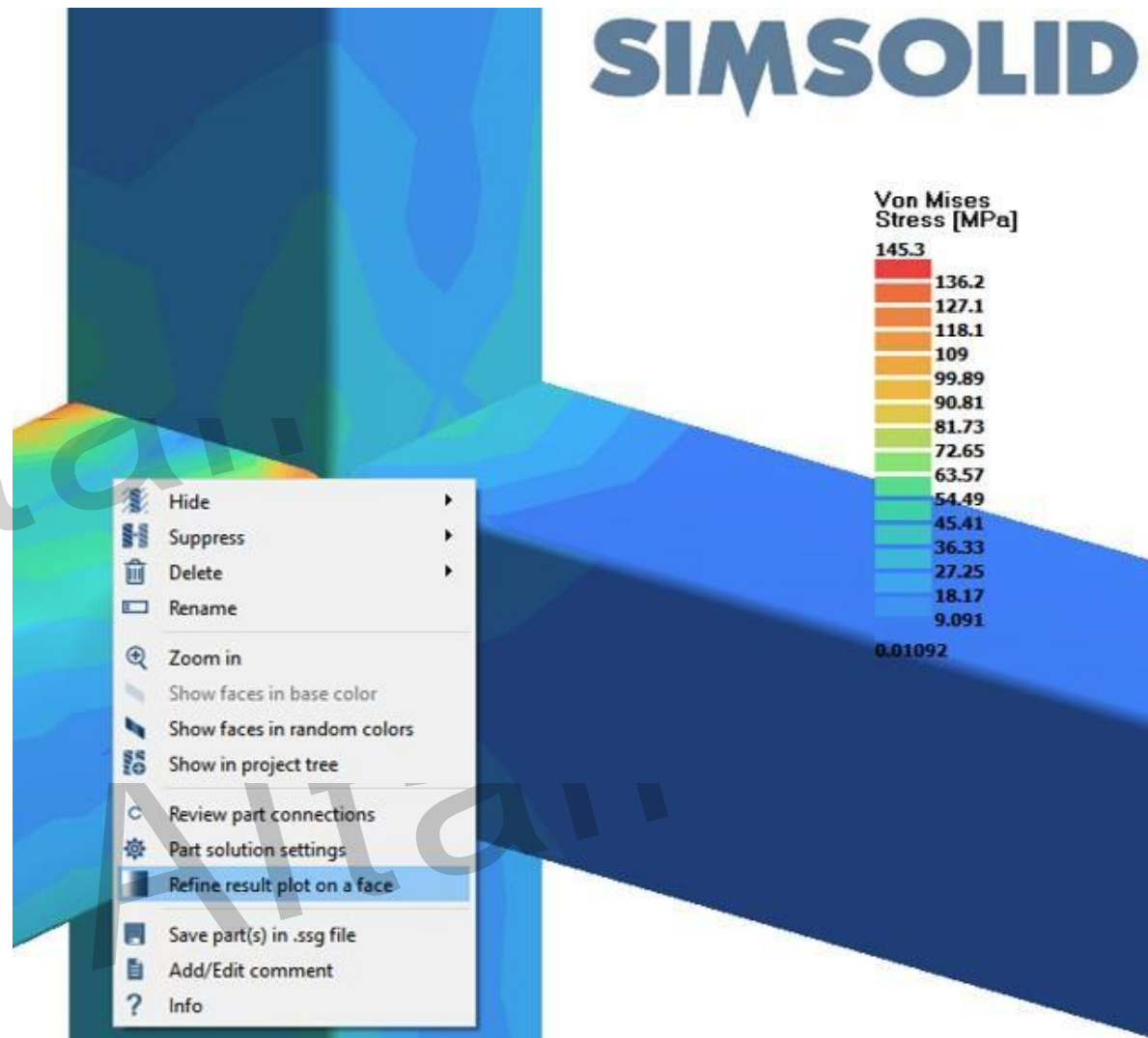
X: 10.17 [lbf*in]
Y: -0.04636 [lbf*in]
Z: 4.255 [lbf*in]

Normal force 14.34 [lbf] (compressive)
Shear force 32.91 [lbf]
Bending moment 10.17 [lbf*in]
Torque 4.255 [lbf*in]

Close

优化面上的结果图

- 使用鼠标右键（RMB）中的选项可用于在单个零件面上局部细化结果云图。
- 这对于可能没有足够绘图分辨率的狭长区域非常有用。
- 请注意，这不会影响结果的准确性。它只提供更多的采样点来反映结果。
- 在一个面上可以多次使用该功能，但是允许的分辨率有上限，一旦达到上限值，将会提示用户不能再细化面上的结果云图。
- 谨慎使用这个功能。当你对一个面的结果云图进行优化后你无法撤销这个操作。



Section 7

TYPICAL SIMSOLID WORKFLOWS



典型的工作流程

- SIMSOLID分析流程旨在从装配体到零件。这与从简单零件/形状开始的传统有限元分析相反。传统有限元分析中，一般是先进行几何简化或者先对局部结构或者部件进行分析。
- SIMSOLID分析方法首先确定完整装配模型的载荷路径，然后对局部单个零件和热点区域进行详细分析
- 典型的SIMSOLID 两阶段工作流程
 1. [装配体载荷路径预测 Assembly load path prediction](#)
 2. [详细的应力分析 Detailed stress study](#)



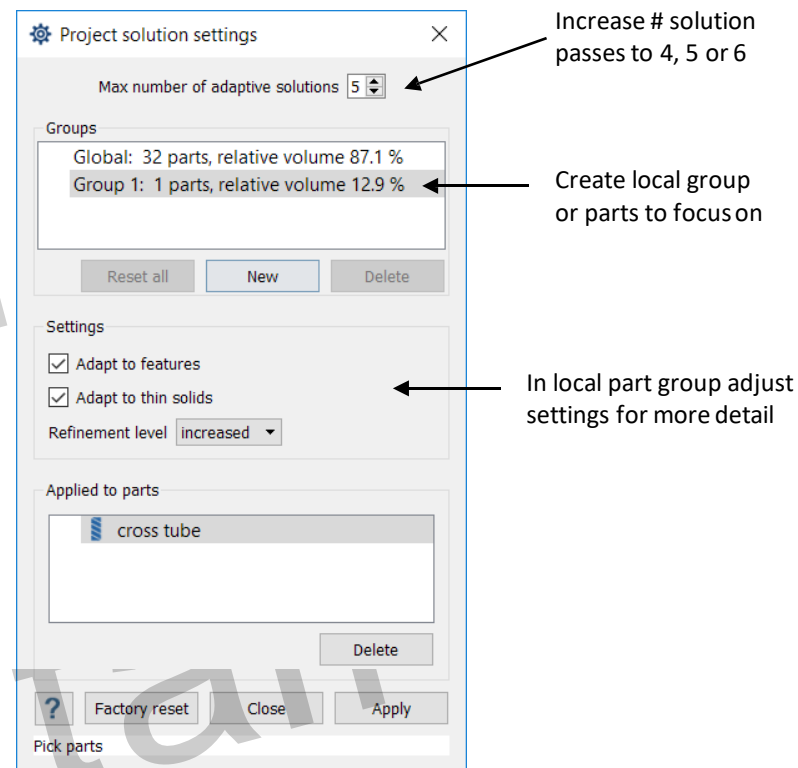
STEP 1 -载荷路径预测

- 目标: 获得整体负载路径和反作用力
- 输入:
 - 几何模型——具有绑定连接的完整装配几何模型
 - 载荷约束——简单的整体约束条件与载荷条件, 可以包括重力.
 - 求解设定——标准默认设置, 也可以把自适应循环次数设为4, 以检测模型的负载路径结果的收敛性
- 输出查看:
 - 位移 Displacements
 - 反力值 Reaction forces
 - 应力分布云图等



STEP 2 – 详细应力预测流程

- 目标: 获得详细的应力与位移结果
- 输入:
 - 连接——在感兴趣的局部区域添加更多细节控制。
 - 连接区域的密度是否OK? 如果连接区域较小或者窄, 可以提高连接分辨率, 进而提高连接的准确性。
 - 是否应该采用滑移或者可分离接触类型?
 - 求解设定
 - 使用自适应Passes – 4, 5 or 6
 - 对局部感兴趣区域添加局部自适应 (Adaption) 控制
- 输出查看:
 - 接触类型改变对于结果的影响
 - 局部应力
 - 连接与部件载荷



Section 8

更多其他主题与信息

MORE INFORMATION



更多主题相关链接- Not covered here

- Thermal & thermal stress analyses
- [Geometric nonlinear analysis](#)
- [Material nonlinear analysis](#)
- [Bolted connections](#)
- [Specified displacement in local coordinate systems](#)
- [Rigid parts](#)
- [Standard and user defined views](#)
- [Hydrostatic loads](#)
- [Inertia loads](#)
- [Bearing loads and hinge constraint](#)
- [Exporting animations](#)
- [Modal participation factors](#)
- [Personalize the user interface](#)
- [Virtual connectors](#)
- Creating custom materials
- Importing materials from .csv files
- [Measuring distance and gaps](#)
- Adding/editing/viewing project tree comments
- [Creating a MS PowerPoint report](#)
- [Spot and laser welds](#)
- [Fillet/seam welds](#)



Sources for more information

- SIMSOLID Blog <https://www.simsolid.com/blog/>
- SIMSOLID Forum <https://www.simsolid.com/forum/>
- SIMSOLID Learning videos <https://www.simsolid.com/learning/>
- SIMSOLID White papers <http://www.simsolid.com/white-papers/>

Follow us online at:

	Web	www.simsolid.com
	Twitter	https://twitter.com/simsolid
	Facebook	www.facebook.com/simsolid.corporation
	LinkedIn	www.linkedin.com/company/simsolid-corporation
	YouTube	https://youtube.com/simsolid





扫码关注微信公众号
“AltairChina”

