

MxSim-Mechanical 通用结构分析

使用指南

—软件基础操作

文件编号：001

编制：_____

审核：_____

批准：_____

2022 年 06 月

目录

一、MxSim-Mechanical 基础	1
1.1 用户界面	1
1.1.1 标题栏	1
1.1.2 菜单栏	1
1.1.3 快捷工具栏	2
1.1.4 模型树	2
1.1.5 参数栏	2
1.1.6 图形区	3
1.1.7 主面板工具栏	3
1.1.8 主面板工具菜单	4
1.1.9 信息栏	4
1.1.10 命令行	4
1.2 模型操作	4
1.2.1 模型操作	4
1.2.1.1 旋转模型	4
1.2.1.2 平移模型	4
1.2.1.3 缩放模型	5
1.2.2 模型拾取	5
1.2.2.1 点选	5
1.2.2.2 框选	5
1.2.3 几何拾取	5
1.2.3.1 拾取对象	5
1.2.3.2 拾取方式	5
1.3 单位的统一	5
1.4 模型的管理	6
1.4.1 几何模型	6
1.4.2 有限元模型	7
1.4.3 后处理视窗	8
1.4.4 网格模型	8
1.5 视窗与显示	9
1.5.1 视窗	9
1.5.2 显示控制	10
1.5.3 窗口的显示/隐藏	10
1.6 主面板快捷工具栏	11
1.6.1 集合工具	11
1.6.2 曲线工具	11
1.6.3 复合材料创建工具	12
1.6.4 坐标系工具	12
1.6.5 刚体动力学辅助工具	13
1.6.5.1 刚体创建工具	13
1.6.5.2 刚体约束工具	13

1.6.5.3 刚体连接工具（运动副）	14
1.6.6 工具面板	14
1.6.6.1 显示编号	15
1.6.6.2 查询	15
1.6.6.3 临时节点	15
1.6.6.4 隐藏	16
1.6.6.5 测量	16
1.6.6.6 搜索接触对	16
二、几何建模或导入	17
2.1 几何建模	17
2.1.1 创建几何点	17
2.1.1.1 通过坐标创建几何点	17
2.1.1.2 通过圆心/弧心创建几何点	18
2.1.1.3 通过 U 参数创建几何点	18
2.1.2 创建几何线	18
2.1.2.1 两点坐标创建几何线	18
2.1.2.2 通过拾取已有几何点创建多线段	19
2.1.2.3 通过拉伸节点创建几何线	19
2.1.2.4 通过圆心&半径/三点创建圆弧线	19
2.1.2.5 通过拾取几何边界创建几何线	20
2.1.2.5 通过偏置已有几何边界创建几何线	20
2.1.3 创建几何面	21
2.1.3.1 几何平面	21
2.1.3.2 圆柱面	21
2.1.3.3 圆台面	21
2.1.3.4 球面	22
2.1.3.5 圆环面	22
2.1.3.6 旋转面	23
2.1.3.7 拉伸面	23
2.1.3.8 填充面	24
2.1.4 创建几何体	24
2.1.4.1 立方体（长方体）	25
2.1.4.2 圆柱体	25
2.1.4.3 圆台	26
2.1.4.4 球体	26
2.1.4.5 圆环体	27
2.1.4.6 回转体	27
2.1.4.7 拉伸成体	28
2.2 导入模型	28
2.2.1 导入几何	28
2.2.2 导入计算文件	29
2.2.3 导入结果文件	29
2.2.4 导入网格文件	29
三、网格划分	30

3.1 线剖分	30
3.2 面剖分	31
3.3 实体剖分	31
3.4 局部网格控制	32
3.5 创建节点	33
3.6 创建网格	33
3.7 提取表面网格	34
3.8 粒子生成	34
3.9 拉伸	35
四、材料定义	36
4.1 弹性材料参数设置	36
4.2 常规塑性材料参数设置	37
4.3 超弹性材料参数设置	38
4.4 刚体材料参数设置	38
4.5 压电材料	39
五、截面属性	39
5.1 截面属性创建与赋予	40
5.1.1 1D 杆/梁单元的截面创建	40
5.1.1.1 梁截面工具-MXBeam	40
5.1.1.2 杆单元截面属性创建	41
5.1.1.3 梁单元截面属性创建	41
5.1.2 2D 单元的截面属性创建	42
5.1.2.1 壳单元的截面属性创建	42
5.1.2.2 平面应力/应变单元/剪切板的截面属性创建	42
5.1.2.3 实体单元的截面属性创建	42
5.1.2.4 弹簧单元的截面属性创建	43
5.2 截面属性赋予	43
六、单元类型的定义与关联	43
6.1 杆单元	44
6.2 梁单元	44
6.3 平面应变单元	45
6.4 平面应力单元	45
6.5 壳单元	46
6.6 剪切板单元	46
6.7 三维实体单元	47
6.8 质量单元	47
6.9 弹簧	48
七、定义分析工况	48
7.1 工况名称	48
7.2 工况描述	48
7.3 分析类型	49
7.4 分析工况定义	49
7.4.1 线性静态分析	50
7.4.2 非线性静态分析	50

7.4.3 模态分析	51
7.4.4 线性瞬态分析	51
7.4.4.1 模态叠加法	51
7.4.4.2 直接积分法	51
7.4.5 线性频响分析	52
7.4.5.1 线性频响分析（模态法）	52
7.4.5.2 线性频响分析（直接法）	52
7.4.6 随机振动分析	53
7.4.7 响应谱分析	54
7.4.8 稳态传热分析	54
7.4.9 线性瞬态传热分析	55
7.4.10 非线性瞬态传热分析	55
八、定义载荷	55
8.1 集中力	55
8.2 力矩	56
8.3 重力	56
8.4 压强	57
8.5 瞬态载荷	57
8.6 频域载荷	58
8.7 线载荷	58
8.8 预紧力	59
8.9 热流密度	59
8.10 对流换热载荷	60
8.11 温度载荷	60
8.12 内部热源	61
8.13 电荷	61
8.14 电荷密度	62
九、施加约束	62
9.1 固定/对称/反对称约束	62
9.2 位移/转角	63
9.3 虚拟约束	63
9.4 初始边界条件	64
9.5 温度边界	64
9.6 电势	64
十、连接	65
十一、接触	65
11.1 点对面接触	66
11.2 面对面接触	66
十二、求解	66
12.1 输出设置	67
12.1.1 场变量输出	67
12.1.2 历史变量	67
12.2 计算任务	68
十三、拓扑优化	68

十四、后处理	69
14.1 云图窗口	70
14.1.1 位移变量	71
14.1.2 应力变量	71
14.1.3 后处理云图设置-层	71
14.2 变形图	72

一、MxSim-Mechanical 基础

本部分主要介绍 MxSim 软件的用户界面，介绍 MxSim 的菜单、鼠标快捷操作、视图控制、单位制及模型管理。

1.1 用户界面

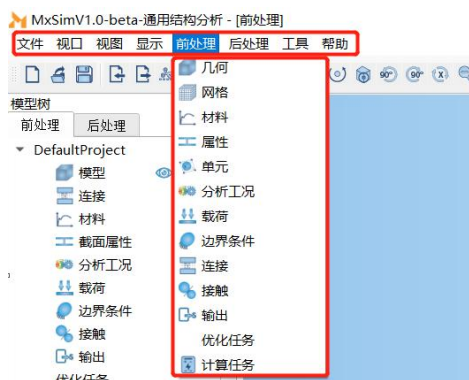
1.1.1 标题栏

标题栏中显示当前 MxSim 的版本号、将要进行工作所属的模块以及当前所处数据库的名称。



1.1.2 菜单栏

菜单栏包含了 MxSim 所有可用菜单，点击后出现的下拉项可以访问产品中所有的功能。



1.1.3 快捷工具栏

快捷工具栏为常用功能提供快捷操作工具，如文件、视窗、几何模型选择等，方便用户使用。



1.1.4 模型树

模型树提供了模型及其所包含的对象的图形概述，按照完整的分析流程来进行分层。如前处理中所包含模型、材料、属性、工况、连接、载荷/约束、输出请求等内容，后处理中包含所计算的工作内容。

此外，“模型树”还提供了一种便捷的集中式工具，用于直接管理各分析流程中的对象。



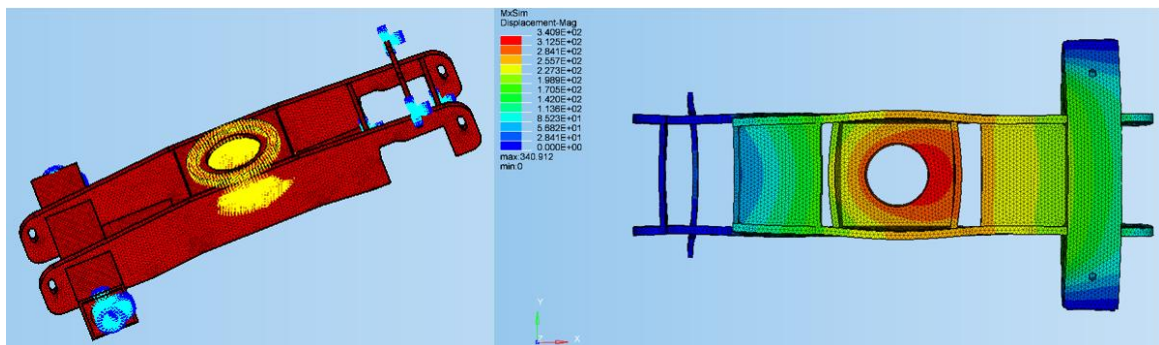
1.1.5 参数栏

参数栏能直接细致的显示出当前对象的属性信息。

参数	
名称	值
当前帧	1
总帧数	20
节点总数	101232
单元总数	314549
离散阶数	18
默认最大值	108.747
默认最小值	0

1.1.6 图形区

图形区可用于对当前分析的模型进行图形展示或在图形窗口中对模型进行一系列分析操作。



1.1.7 主面板工具栏

主面板工具栏按照基本分析流程将分析工具按顺序排列，点击主面板功能工具，会在主面板工具菜单展开相应的工具。



1.1.8 主面板工具菜单

主面板工具菜单展示了对应工具栏的展开功能及详细的操作选项。



1.1.9 信息栏

信息栏显示了分析求解过程中具体进程的信息（进程、警告、错误等信息）。



1.1.10 命令行

命令行中可以查看具体操作步骤及完成情况，用户也可以在命令行界面键入 Python 操作命令。



1.2 模型操作

1.2.1 模型操作

1.2.1.1 旋转模型

按住并拖动“鼠标左键”；

1.2.1.2 平移模型

按住并拖动“鼠标右键”；

1.2.1.3 缩放模型

滚动“鼠标中键”；

1.2.2 模型拾取

1.2.2.1 点选

按键盘 Ctrl 键+拖动“鼠标左/右键”

1.2.2.2 框选

按键盘 Shift 键+拖动“鼠标左/右键”

1.2.3 几何拾取

1.2.3.1 拾取对象

节点、网格、网格边、网格面、零件

1.2.3.2 拾取方式

鼠标拾取、通过边、通过面、通过零件、通过 ID 号、全部拾取

1.3 单位的统一

单位类别	SI	SI (mm)	美制 (ft)	美制 (inch)
长度	m	mm	ft	in
力	N	N	lbf	lbf
质量	kg	ton	slug	lbf s ² / in
时间	s	s	s	s
压力	Pa (N/m ²)	MPa (N/mm ²)	lbf/ft ²	psi (lbf/in ²)
密度	kg/m ³	ton/mm ³	slug/ft ³	lbf s ² / in ⁴

1.4 模型的管理

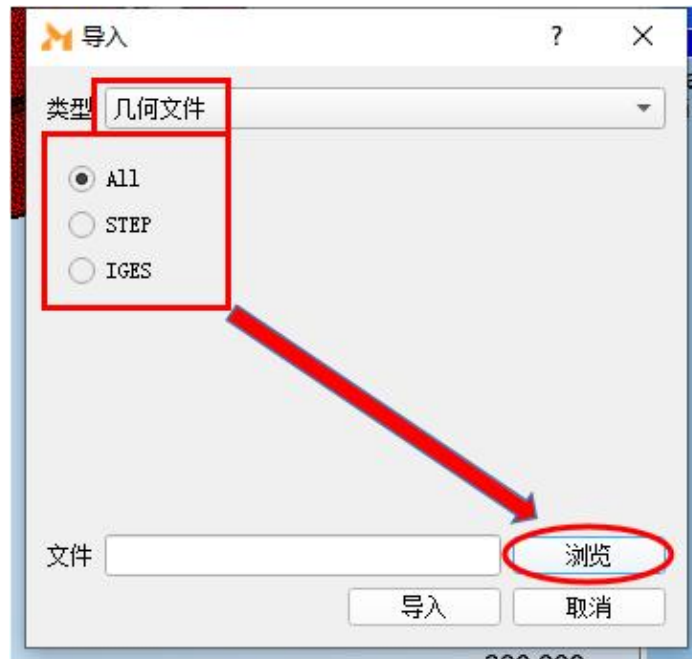
同主流的通用有限元软件一样，MxSim 的模型分为几何模型、有限元模型和后处理模型。

MxSim 支持新建简单几何、导入外部几何和有限元模型文件、导出为常用格式的外部有限元模型文件。

目前仅支持同时打开一个 MxSim 工程，一个工程包含一个几何/有限元模型视窗和一个后处理视窗。在一个 MxSim 工程中，导入的外部几何模型（支持导入多个）和导入的有限元模型（计算文件）会显示在几何/有限元模型视窗（支持导入多个），导入的后处理文件则直接显示在后处理视窗。

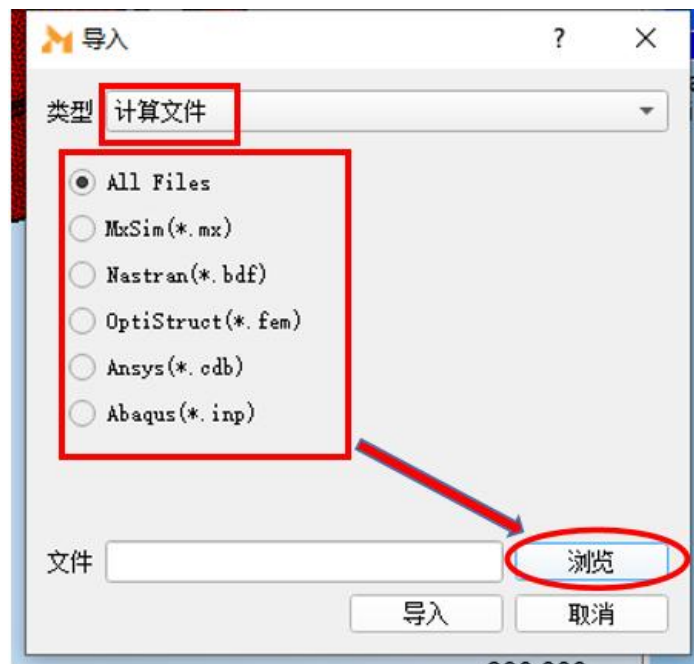
1.4.1 几何模型

如同其它 CAE 软件，MxSim 支持简单几何的建模，如简单的几何点、线、面、体等，目前仅支持创建简单的几何 Part。MxSim 支持导入第三方 CAD 软件创建好的模型，目前支持 (*.step) 和 (*.iges) 格式，可以直接导入 MxSim 使用。



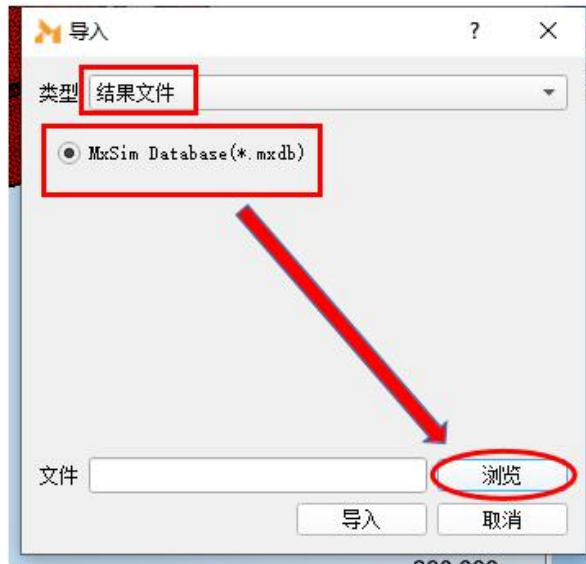
1.4.2 有限元模型

有限元模型一般包含网格信息、材料属性、连接关系、边界条件等信息的模型。除了导入MxSim自身的有限元文件 (*.mx) 外，MxSim还支持导入当前主流的第三方有限元模型，目前有：Nastran(*.bdf)、OptiStruct(*.fem)、Ansys(*.cdb)、Abaqus(*.inp)。



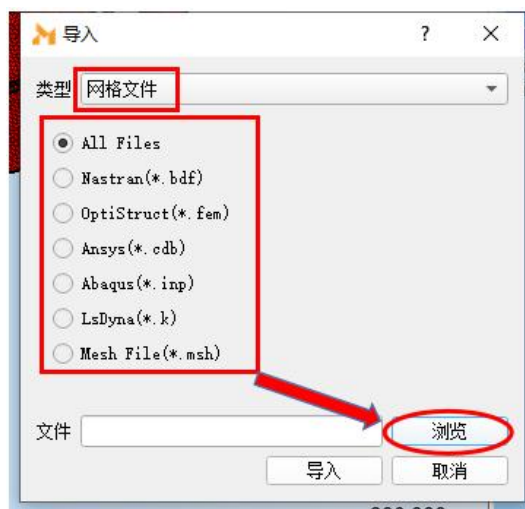
1.4.3 后处理视窗

目前仅支持导入MxSim的计算结果文件（.mxdb），导入后可以使用MxSim对结果文件进行后处理。



1.4.4 网格模型

MxSim在前处理阶段可对模型进行线、面、实体等对象进行网格剖分，也可支持导入第三方网格模型，目前有：Nastran(*.bdf)、OptiStruct(*.fem)、Ansys(*.cdb)、Abaqus(*.inp)、LsDyna(*.k)、Mesh File(*.msh)。



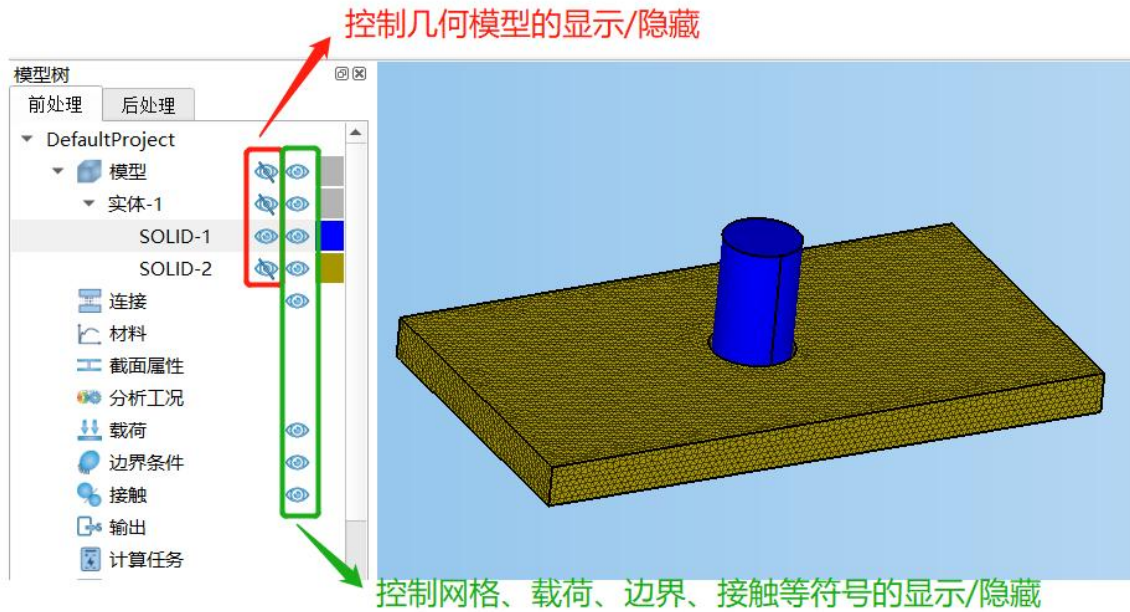
1.5 视窗与显示

1.5.1 视窗

为了明确区分操作对象模型，MxSim分别采用不同的视窗来分别显示几何模型/有限元模型和后处理视图，成功完成求解后会自动跳至后处理视窗，也可以通过在模型树顶端点击“前处理”/“后处理”切换显示视窗。

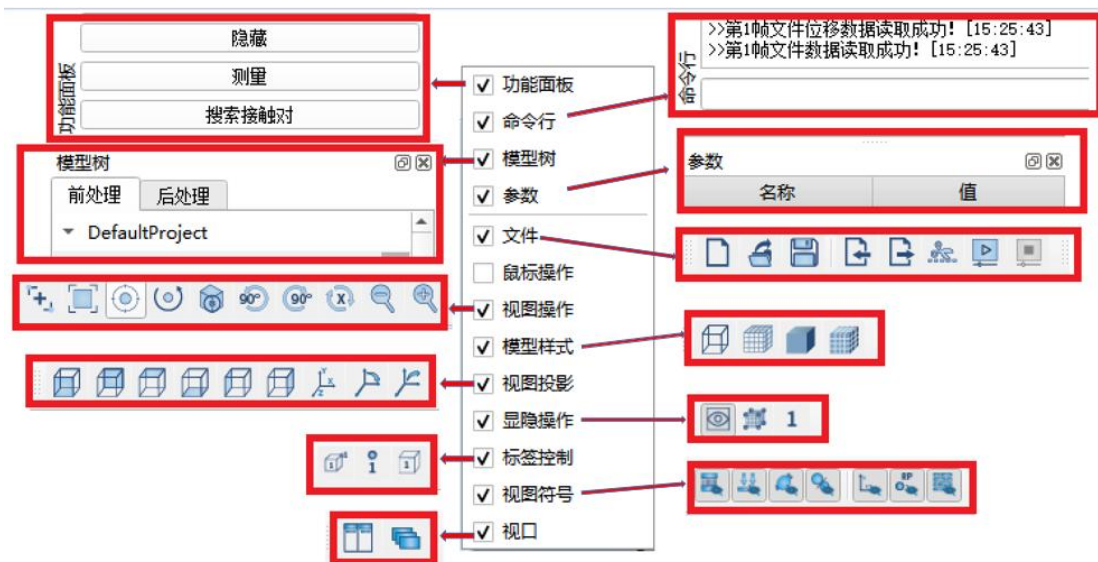


1.5.2 显示控制



1.5.3 窗口的显示/隐藏

在工具栏、模型树、参数栏等窗口处右键单击可调出窗口显示工具，点击各窗口左侧的选择按钮，可以进行窗口的显示及隐藏。



1.6 主面板快捷工具栏

分析辅助工具，包含单元集合、曲线、复合材料铺层、坐标系、刚体、刚体约束、刚体连接等工具。



1.6.1 集合工具

用于创建单元（节点、单元线、单元面、单元体等）集合。

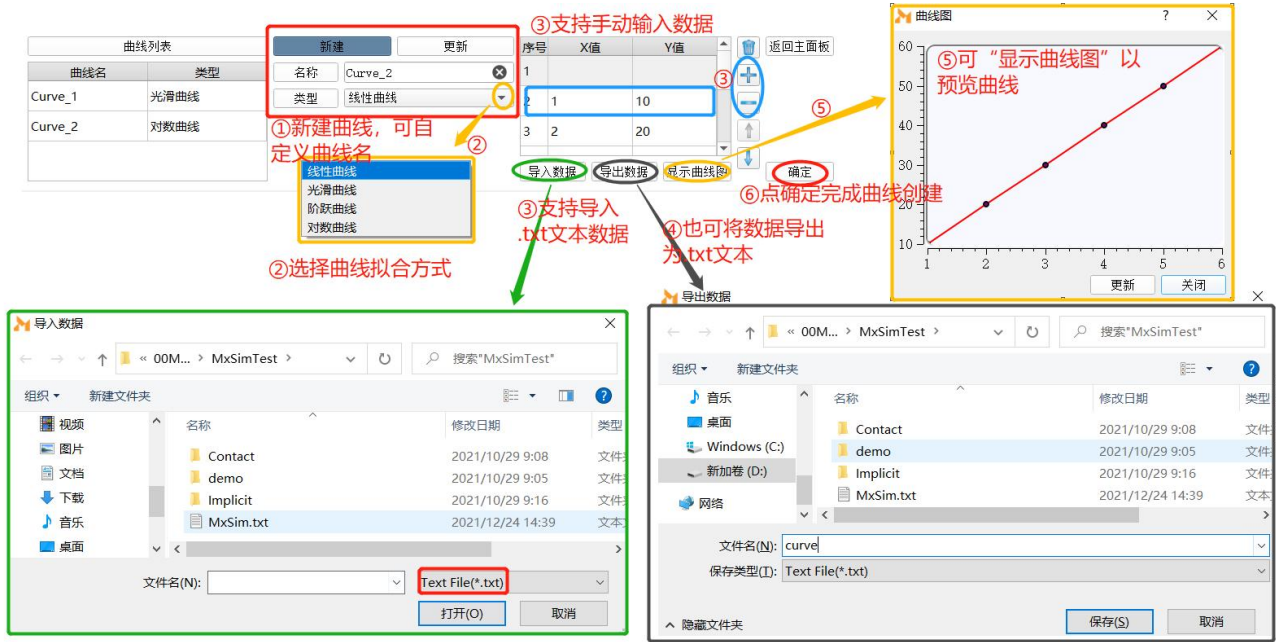


- ①新建“集合”，可自定义集合名
- ②选择要创建的集合“类型”节点、单元、单元面、单元边、零件集等
- ③选择相应的“范围”选取方式，可通过拾取、通过面、通过边、全部、零件、ID等
- ④视窗中选择相应的范围
- ⑤点“确定”完成集合创建
- ⑥集合列表会列出已创建集合

1.6.2 曲线工具

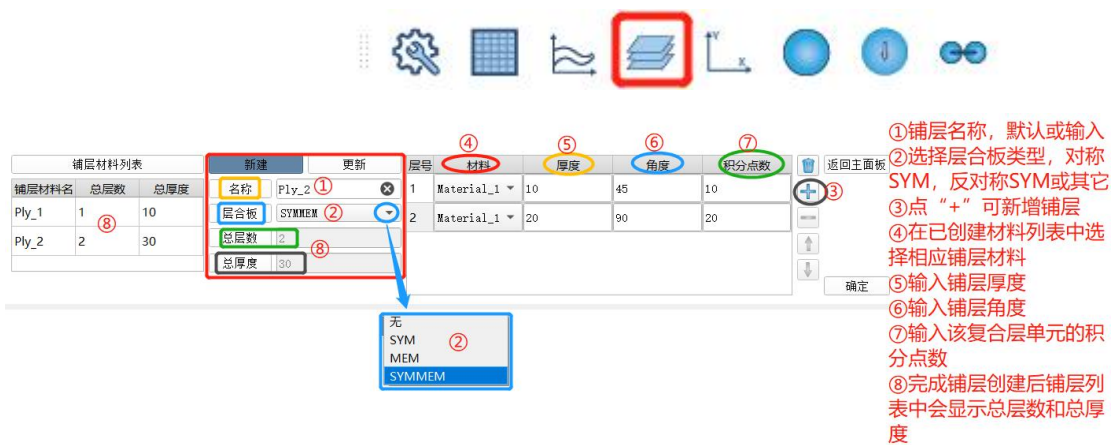
对于动力学分析，一般需要施加随时间/频率变化的载荷/位移边界，使用曲线工具来辅助完成。





1.6.3 复合材料创建工具

通过复合材料工具来创建复合材料铺层。



1.6.4 坐标系工具

施加按函数规律变化的载荷、结果后处理等场合经常会用到局部坐标系，使用 MxSim 的坐标系工具可以创建需要的局部坐标系。



①新建局部坐标系，可自定义坐标名
②坐标类型选择，可选
直角坐标、柱坐标、球坐标
③直角坐标，需要输入原点坐标值（总体坐标系下的坐标值）、
X轴上一点坐标值、XY面上一点的坐标值
④柱坐标和球坐标，需要输入原点坐标值、R轴上一点坐标值、RT面上一点坐标值
⑤点确定完成局部坐标系的创建
⑥坐标系列表中显示已创建的局部坐标系

1.6.5 刚体动力学辅助工具

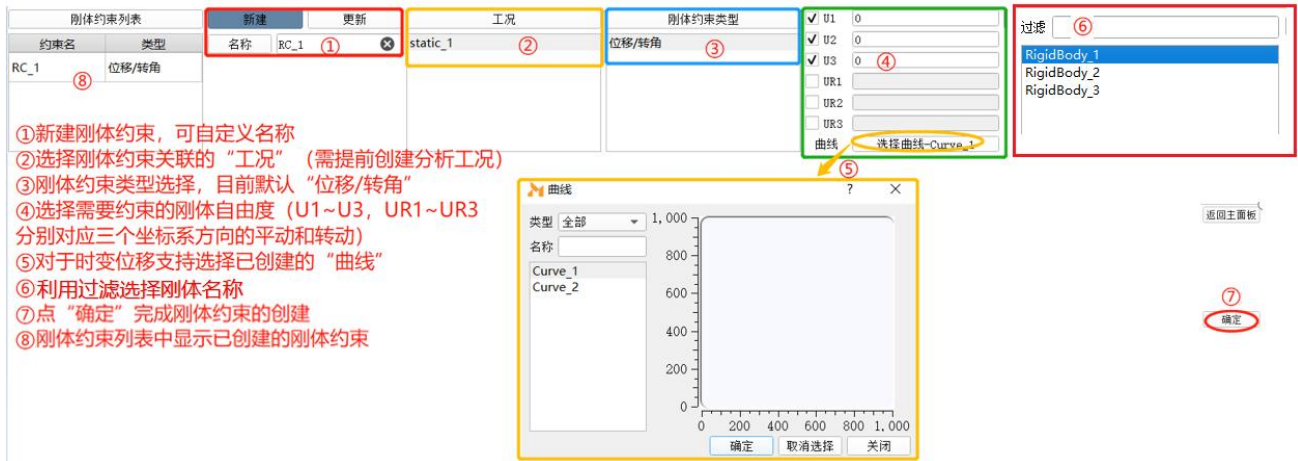
使用 MxSim 也可以进行刚体动力学分析，支持刚体及参数的创建、刚体运动自由度的设置、运动副的创建等。

1.6.5.1 刚体创建工具

①新建刚体，可自定义名称
②类型默认为刚体
③刚体的参数（质量、惯性矩等运动学参数）
定义：默认自动，即软件根据模型和材质自动计算；
④可手动输入刚体的质量和惯性矩等参数
⑤选手动也需要选取参考点，参考点可拾取
⑥也可输入坐标值定义参考点
⑦拾取、通过集合过滤等方式选取需要定义的单元
⑧拾取、通过零件等方式选取需要定义的部件
⑨点击“确定”完成刚体的创建
⑩创建完成后会显示在“刚体列表”中

1.6.5.2 刚体约束工具

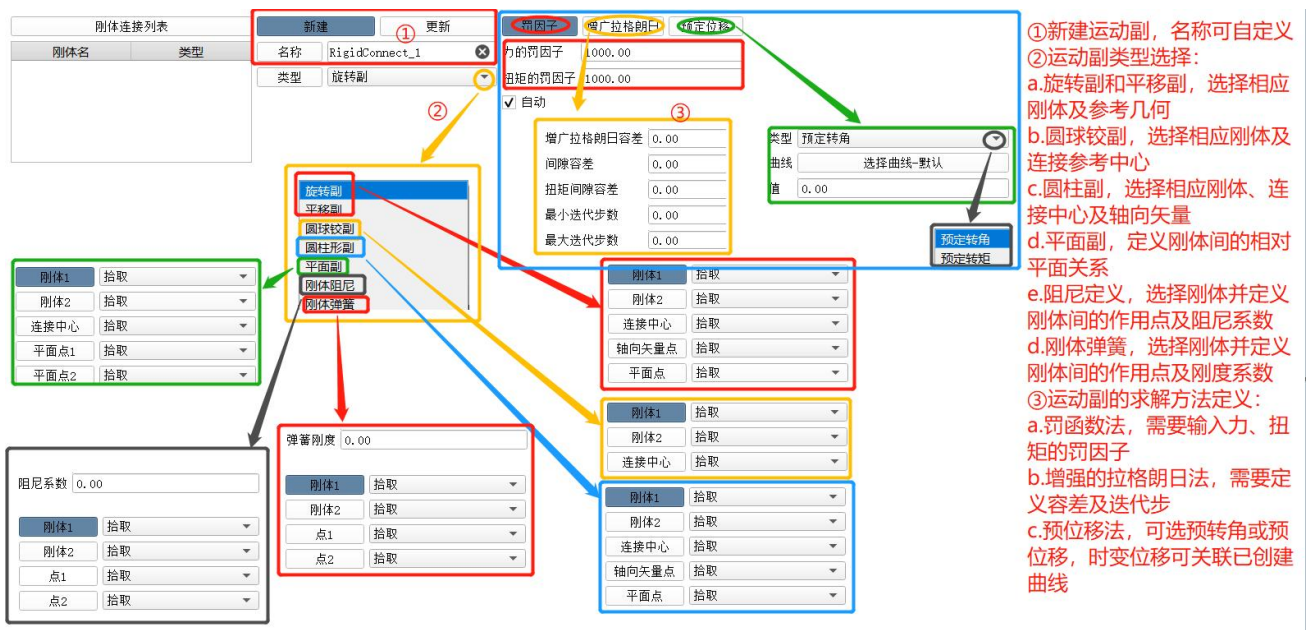




- ①新建刚体约束，可自定义名称
- ②选择刚体约束关联的“工况”（需提前创建分析工况）
- ③刚体约束类型选择，目前默认“位移/转角”
- ④选择需要约束的刚体自由度（U1~U3，UR1~UR3分别对应三个坐标系方向的平动和转动）
- ⑤对于时变位移支持选择已创建的“曲线”
- ⑥利用过滤选择刚体名称
- ⑦点“确定”完成刚体约束的创建
- ⑧刚体约束列表中显示已创建的刚体约束

1.6.5.3 刚体连接工具（运动副）

运动副是两构件直接接触并能产生相对运动的活动联接。两个构件上参与接触而构成运动副的点、线、面等元素被称为运动副元素。



- ①新建运动副，名称可自定义
- ②运动副类型选择：
 - a. 旋转副和平移副，选择相应刚体及参考几何
 - b. 圆球铰副，选择相应刚体及连接参考中心
 - c. 圆柱副，选择相应刚体、连接中心及轴向矢量
 - d. 平面副，定义刚体间的相对平面关系
 - e. 阻尼定义，选择刚体并定义刚体间的作用点及阻尼系数
- ③运动副的求解方法定义：
 - a. 罚函数法，需要输入力、扭矩的罚因子
 - b. 增强的拉格朗日法，需要定义容差及迭代步
 - c. 预位移法，可选预转角或预位移，时变位移可关联已创建曲线

1.6.6 工具面板

MxSim 工具面板包含其它常用的显式、隐藏、测量、查询、接触对快捷搜索等工具。



1.6.6.1 显示编号

对节点或单元的编号显示进行控制，也支持对显示的标签进行大小和颜色的自定义。



1.6.6.2 查询

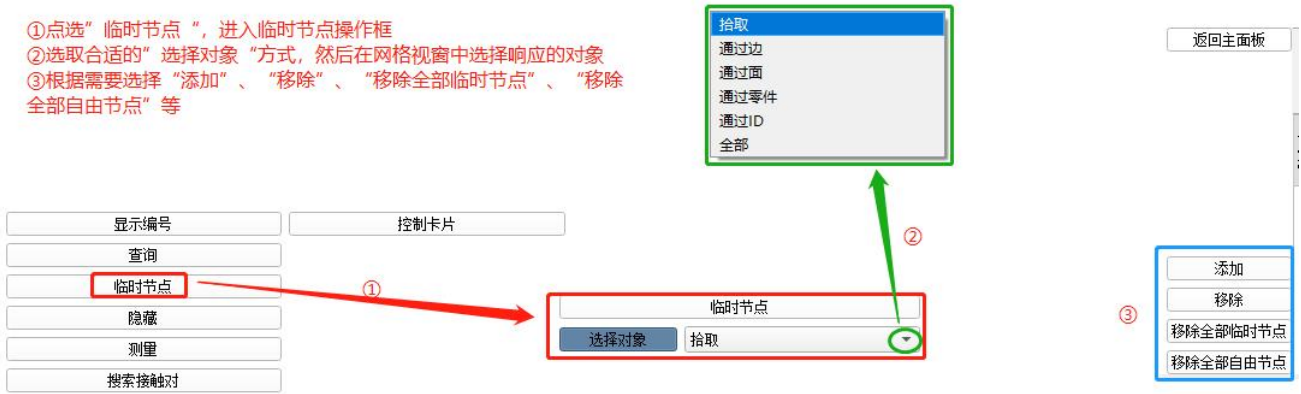
根据 ID 号快速查询有限元模型中节点或单元。



1.6.6.3 临时节点

根据前处理需要创建或移除临时节点。

- ①点选“临时节点”，进入临时节点操作框
- ②选取合适的“选择对象”方式，然后在网格视窗中选择响应的对象
- ③根据需要选择“添加”、“移除”、“移除全部临时节点”、“移除全部自由节点”等



1.6.6.4 隐藏

根据需要，对显示视窗中的单元、节点进行隐藏和显示的操作。

- ①点选“隐藏”，进入“选择对象”框
- ②根据需要选取“选择对象”的方式
- ③视窗中选择需要隐藏的网格/节点对象，选择“隐藏”、“反向”或“隐藏全部”等



1.6.6.5 测量

通过选取节点的方式来测量距离或角度。

- ①点击“测量”图标，进入测量界面
- ②根据需要选择测量“距离”或“角度”



- ③可通过“两点”方式测试距离，或“三点”方式测量角度
- ④视窗中通过鼠标拾取需要测量的两个节点，然后点击“确定”可在“结果”中查看两点距离
- ⑤视窗中通过鼠标拾取三个节点来测量角度，然后点击“确定”可在“结果”中查看角度

1.6.6.6 搜索接触对

自动搜索并创建装配件中的接触/绑定关系。



二、几何建模或导入

如同其它 CAE 软件，MxSim 仅支持简单几何零件的建模，如跌落分析中的低面等。但 MxSim 支持导入第三方几何模型，使用第三方 CAD 软件建好的模型后，另存为 .step 或 .iges 等格式，然后在 MxSim 软件中可以直接导入几何模型使用。

2.1 几何建模

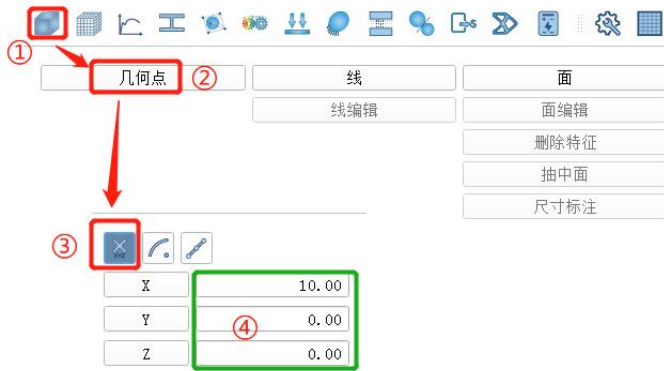
使用 MxSim 可以创建简单几何，如点、线、面、体。



2.1.1 创建几何点

可以通过输入坐标值、拾取已有的圆线/弧线/3 节点、几何线 U 参数等方式创建几何点。

2.1.1.1 通过坐标创建几何点



- ①点击“几何”，展开创建几何面板；
- ②点击“几何点”；
- ③选择“XYZ”图标（即通过输入X、Y、Z坐标值创建几何点）；
- ④输入相应的X、Y、Z坐标值；
- ⑤点击确定完成几何点的创建。

2.1.1.2 通过圆心/弧心创建几何点



- ①点“几何”图标；
- ②点击“几何点”；
- ③点击“圆心”图标（即捕捉圆/弧线圆心或3节点圆心为几何点）；
- ④选取方式选择；
- ⑤键盘ctrl+鼠标左键在视窗中拾取3个节点；
- ⑥键盘ctrl+鼠标左键在视窗中拾取圆/弧线。

2.1.1.3 通过U参数创建几何点

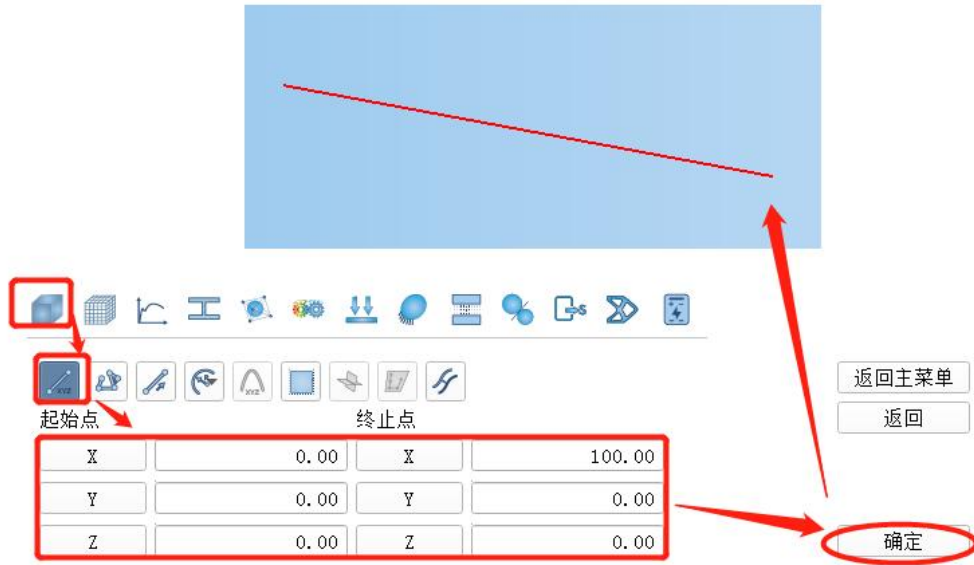


- ①点击“几何点”；
- ②选择“U参数”图标；
- ③拾取对象可选“几何线”或“几何面”；
- ④拾取几何线方式：设置U范围（0~1）之间，到几何线两端点比例；可输入U点数量；
- ⑤拾取几何面方式：设置U范围和V范围，输入U和V点的数量（U、V即面的两个方向）。

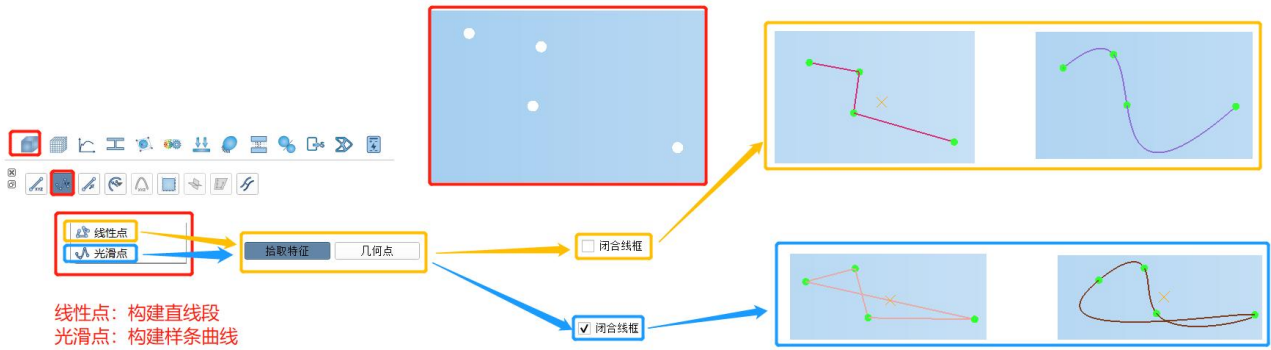
2.1.2 创建几何线

通过输入起止点坐标创建几何线、通过已有节点创建多线段、通过拉伸点创建线段、通过圆心/半径或3点来构建圆/弧线、通过选取几何体/面的边创建几何线或通过偏置已有线来创建几何线。

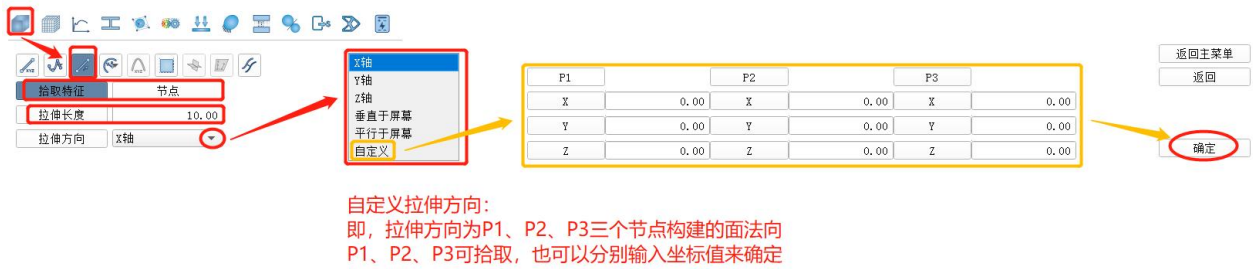
2.1.2.1 两点坐标创建几何线



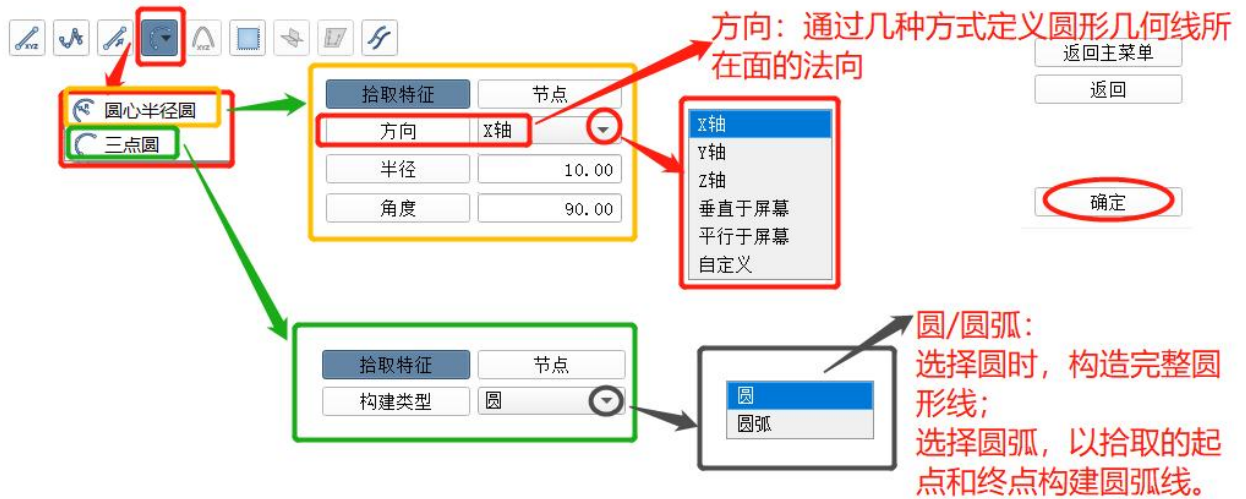
2.1.2.2 通过拾取已有几何点创建多线段



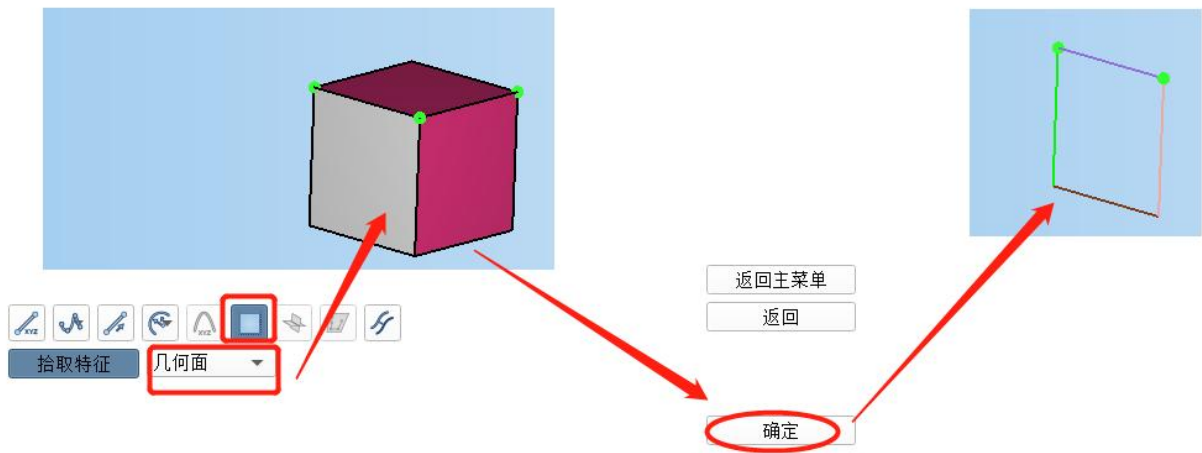
2.1.2.3 通过拉伸节点创建几何线



2.1.2.4 通过圆心&半径/三点创建圆弧线

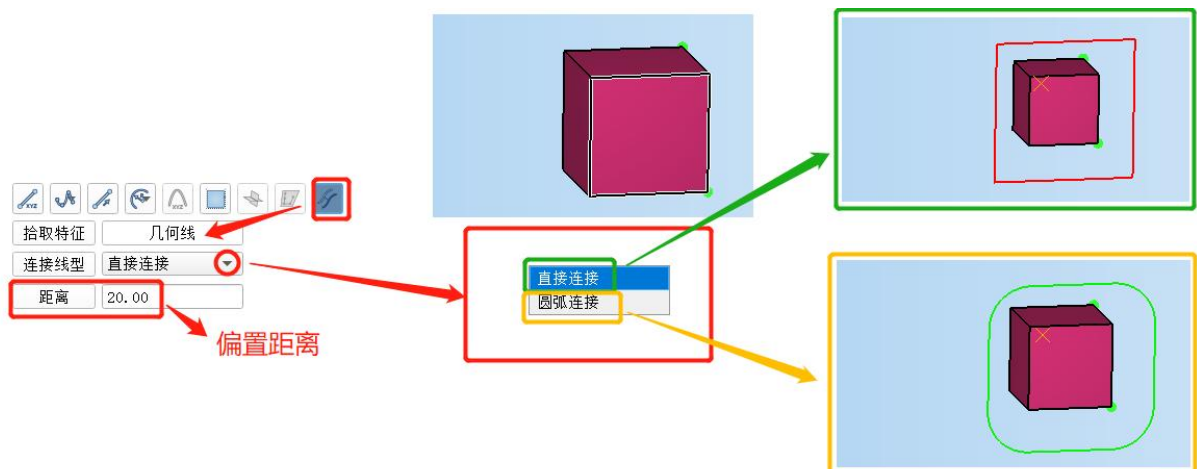


2.1.2.5 通过拾取几何边界创建几何线



2.1.2.5 通过偏置已有几何边界创建几何线

偏置几何特征上两个或两个以上连续的边界。



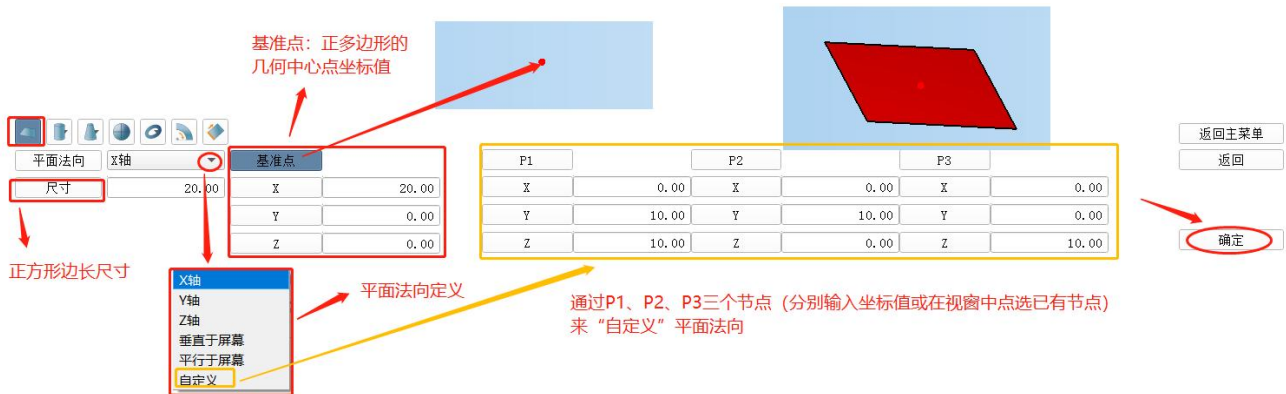
2.1.3 创建几何面

在 MxSim 的几何菜单中，也可以通过已有点、已有线或坐标等参数快速的创建简单几何面，如平面、圆柱面、圆台面、球面、圆环面，也可以通过拉伸或扫略的方式生成几何面。

2.1.3.1 几何平面

通过正方形几何中心、边长和法向来创建正方向面。

基准点默认位置 (0, 0, 0)。



2.1.3.2 圆柱面

通过底面圆心位置、半径和高度来构建几何圆柱面/部分圆柱面。

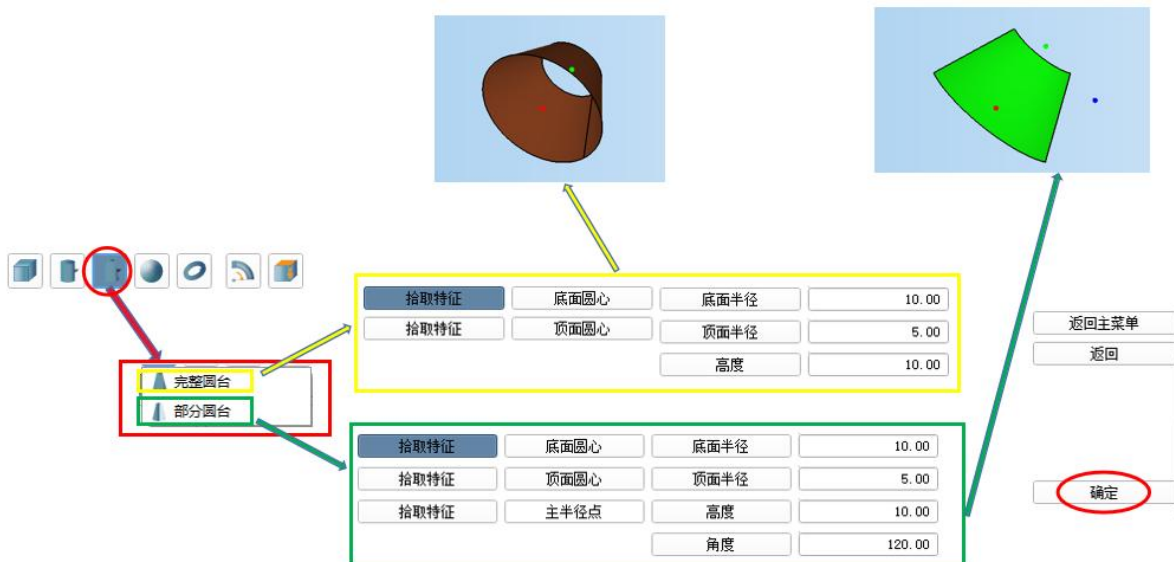
底面圆心默认位置 (0, 0, 0)，顶面圆心默认位置 (0, 0, 10)，也可拾取已有节点。



2.1.3.3 圆台面

通过顶面圆、底面圆和高度矢量来构建圆台面。

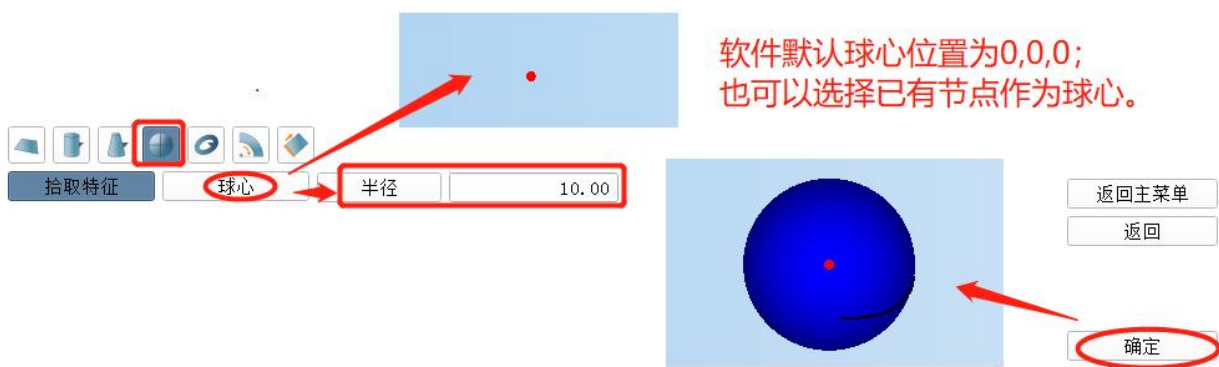
底面圆心默认位置 (0, 0, 0)，顶面圆心默认位置 (0, 0, 10)，主半径方向点默认位置 (0, 10, 10)，也可通过拾取已有节点。



2.1.3.4 球面

通过球心坐标和球半径创建圆球面。

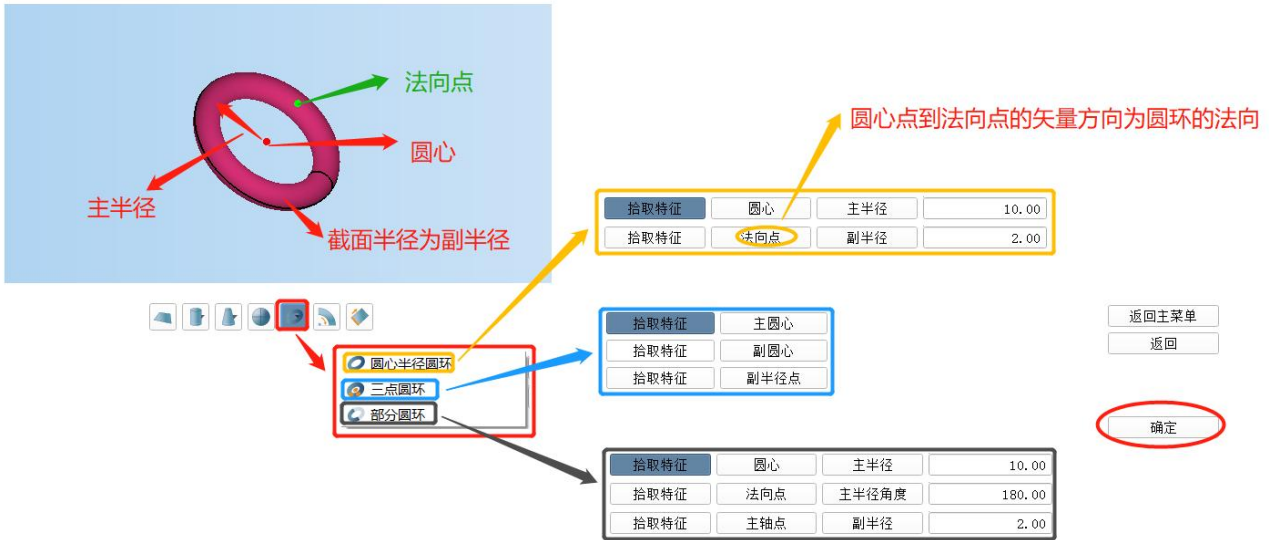
球心默认位置 (0, 0, 0)。



2.1.3.5 圆环面

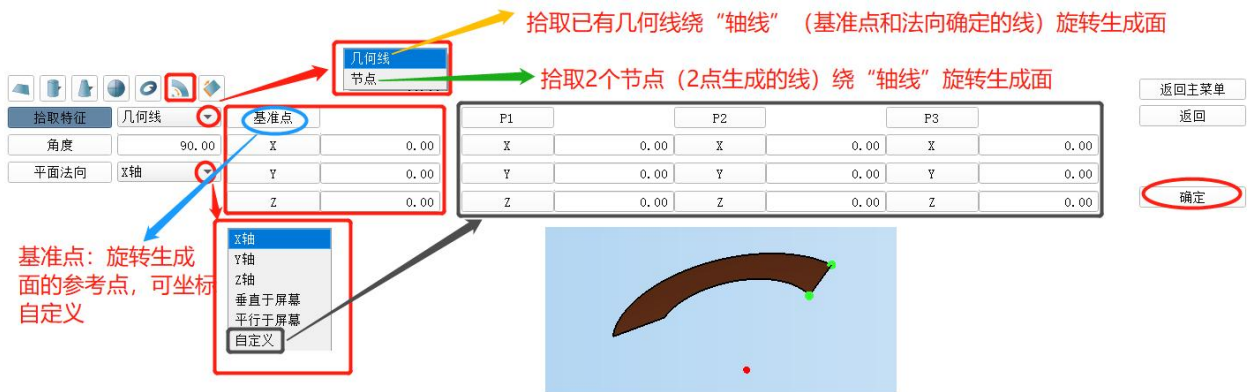
通过中心点、方向和主、副半径值创建圆环面。

底面圆心 (主圆心) 默认位置 (0, 0, 0)，顶面圆心默认位置 (0, 0, 10)，副圆心默认位置 (0, 0, 10)，副半径默认位置 (0, 2, 10)，起始平面向量点默认位置 (0, 10, 10)，也可拾取已创建节点。



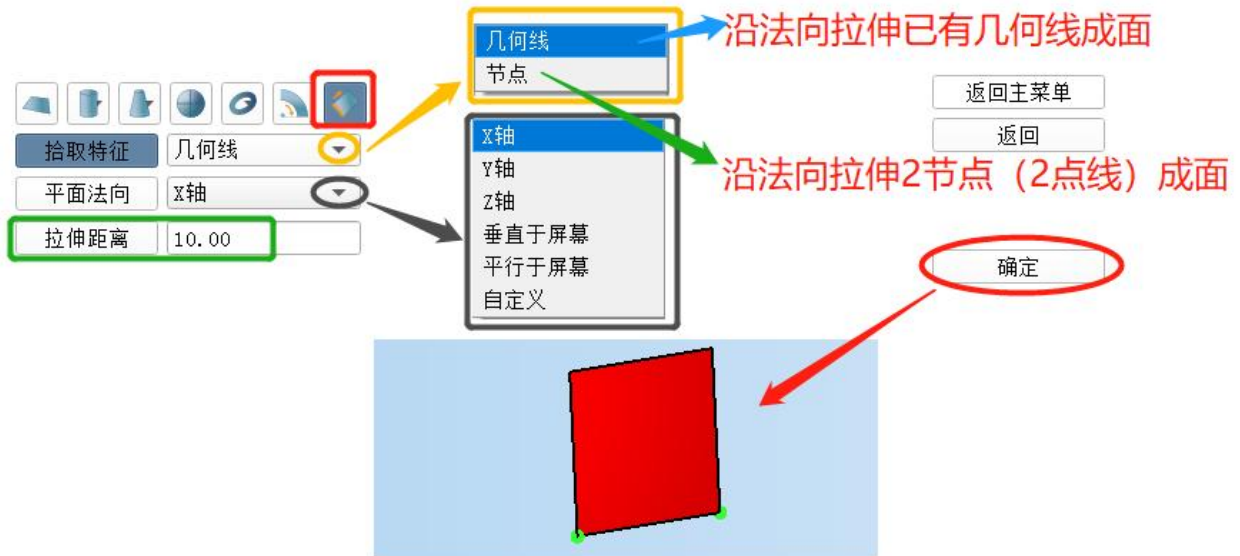
2.1.3.6 旋转面

绕轴线旋转已有几何线或 2 节点生成几何面。



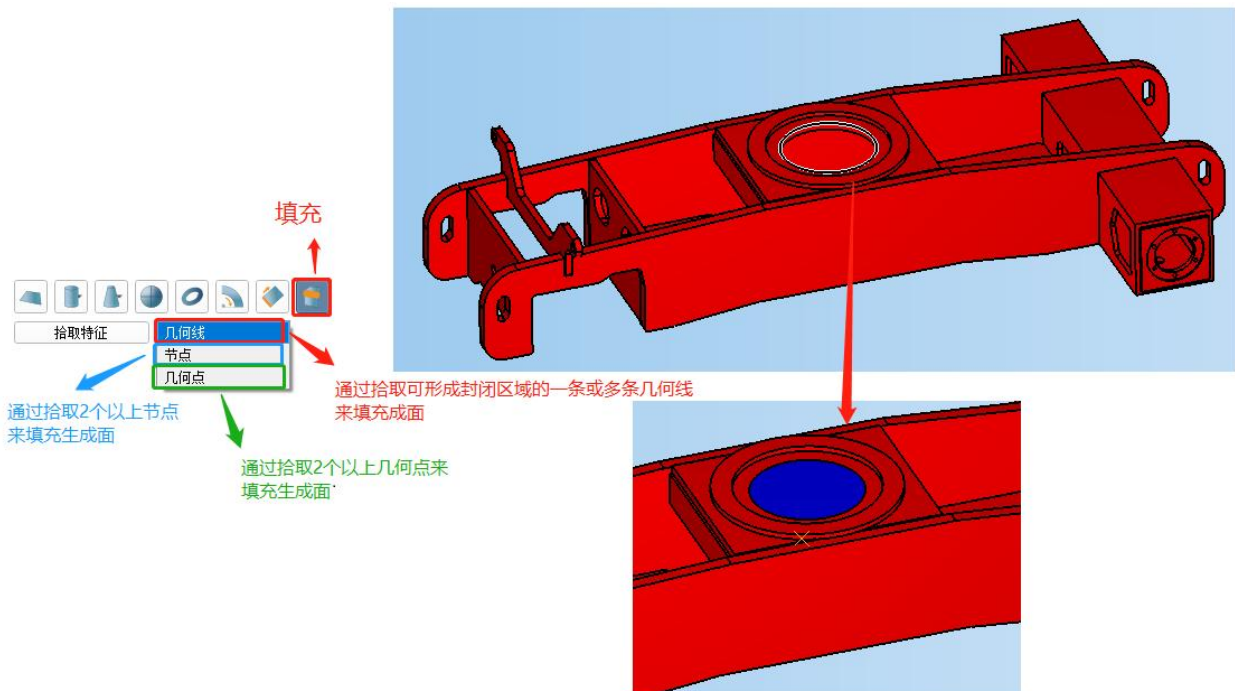
2.1.3.7 拉伸面

沿法向拉伸已有几何线或 2 节点（2 点线）成面。



2.1.3.8 填充面

通过几何点、几何线或者网格节点来构建填充面。



2.1.4 创建几何体

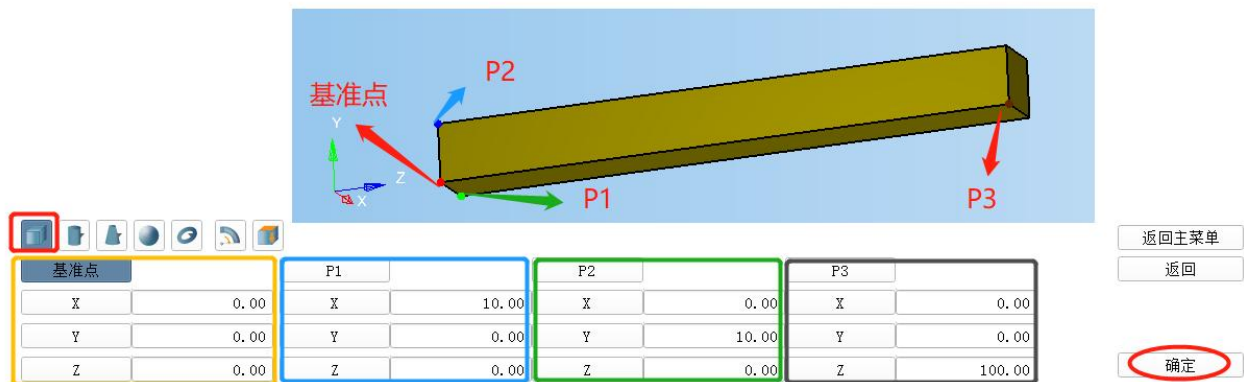
类似于几何面的创建，通过已有点或坐标等参数快速的创建简单几何体，如长方体、圆柱体、圆台体、球体、圆环体，也可以通过拉伸

面的方式生成几何体。

2.1.4.1 立方体（长方体）

通过选择或输入长方体的起始角点（基准点）和长方体的长、宽、高（另外三个顶点的坐标）创建长方体。

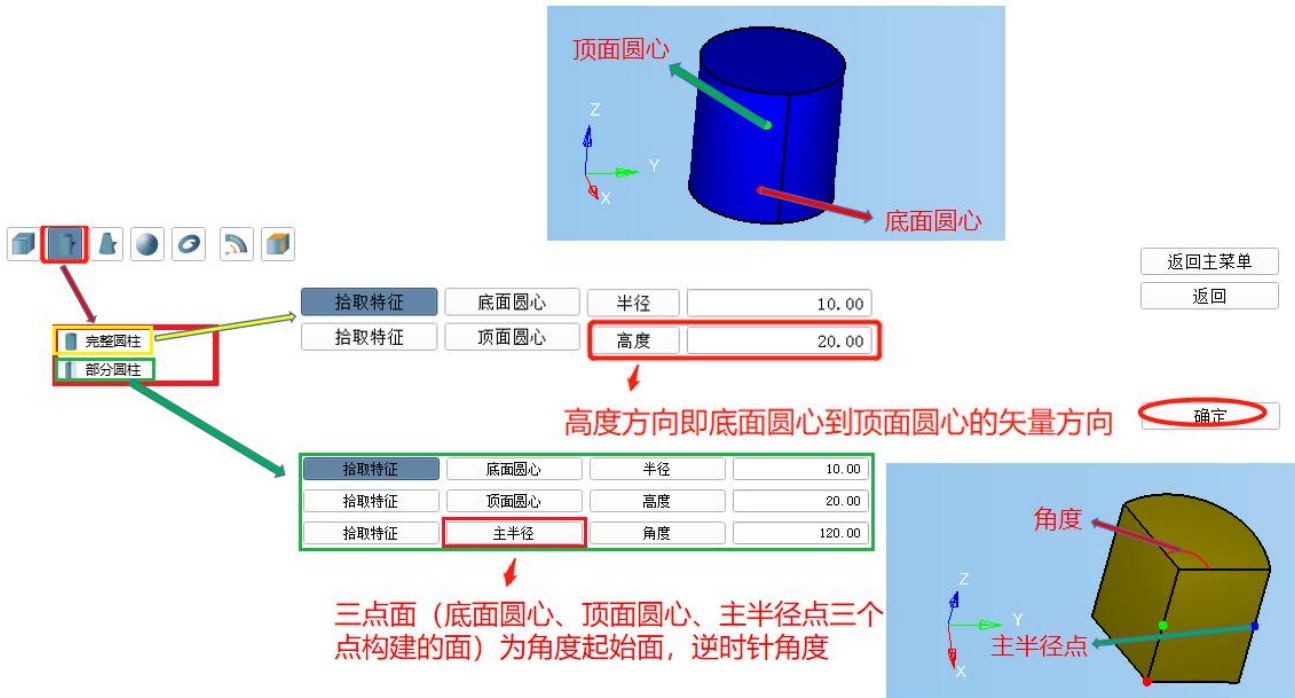
基准点默认位置（0，0，0）。



2.1.4.2 圆柱体

通过底面圆心点（默认为原点，也可拾取已有节点）、顶面圆心（拾取已有节点）和高度值来创建圆柱体。通过主半径与底面圆心共同构成的平面为起始面，逆时针旋转一定角度后完成创建部分圆柱体。

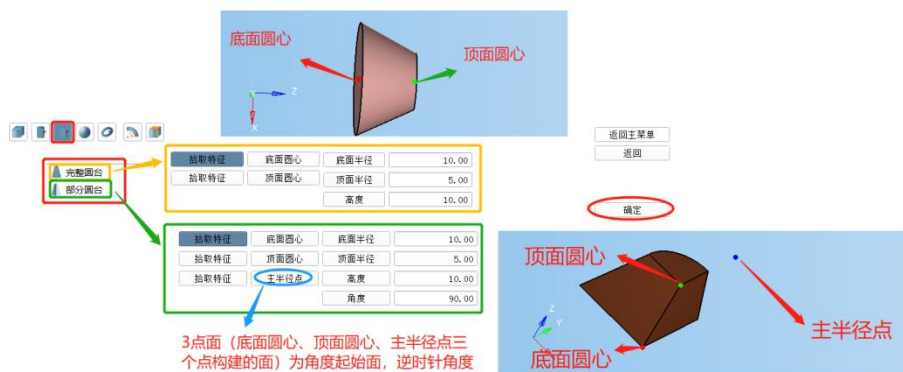
底面圆心默认位置（0，0，0），顶面圆心默认位置（0，0，10），也可拾取已有节点。



2.1.4.3 圆台

通过顶面圆心、半径，底面圆心、半径和高度矢量构建圆台，也可以通过控制角度构建部分圆台。

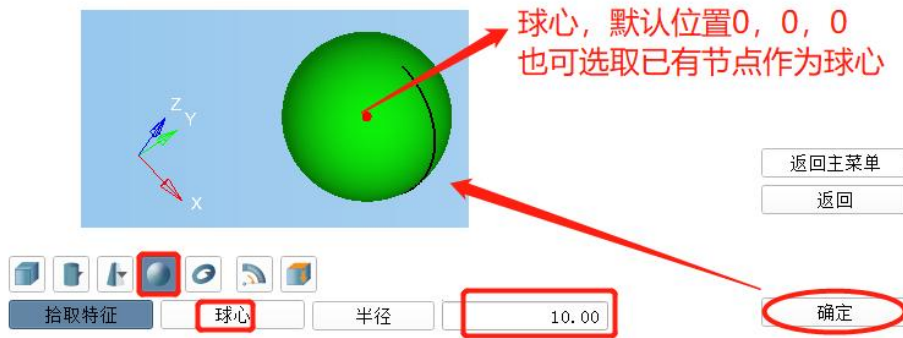
底面圆心默认位置 $(0, 0, 0)$ ，顶面圆心默认位置 $(0, 0, 10)$ ，主半径方向点默认位置 $(0, 10, 10)$ ，也可通过拾取已有节点。



2.1.4.4 球体

通过球体球心坐标值和球半径创建球体。

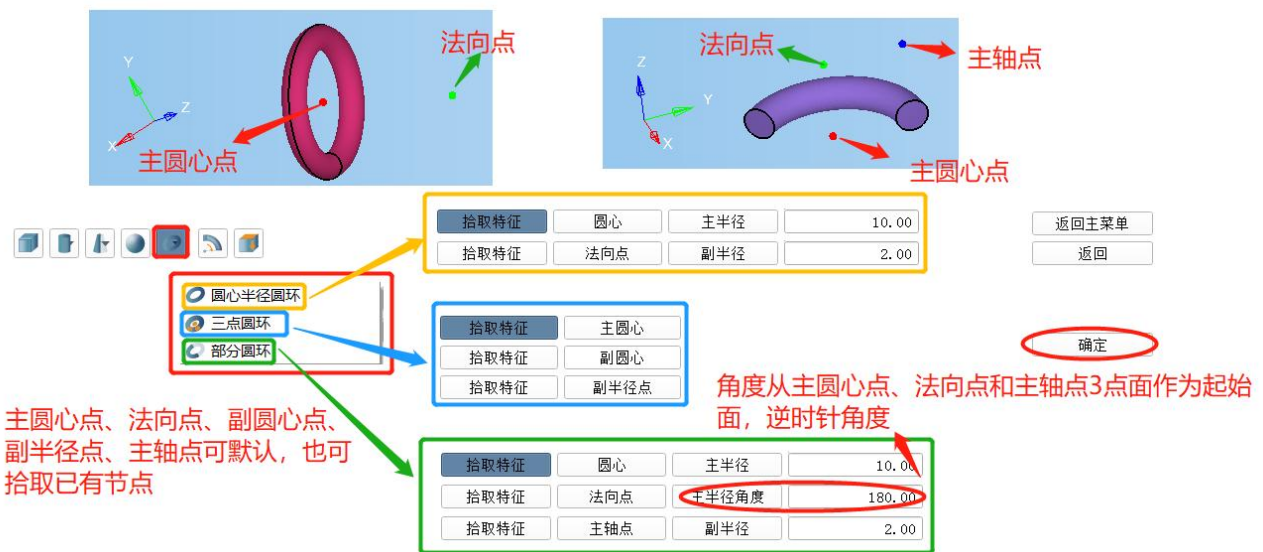
球心默认位置 $(0, 0, 0)$ 。



2.1.4.5 圆环体

通过圆环体的几何中心点和内、外环半径创建圆环体。

底面圆心（主圆心）默认位置（0，0，0），顶面圆心默认位置（0，0，10），副圆心默认位置（0，0，10），副半径默认位置（0，2，10），起始平面向量点默认位置（0，10，10），也可拾取已创建节点。



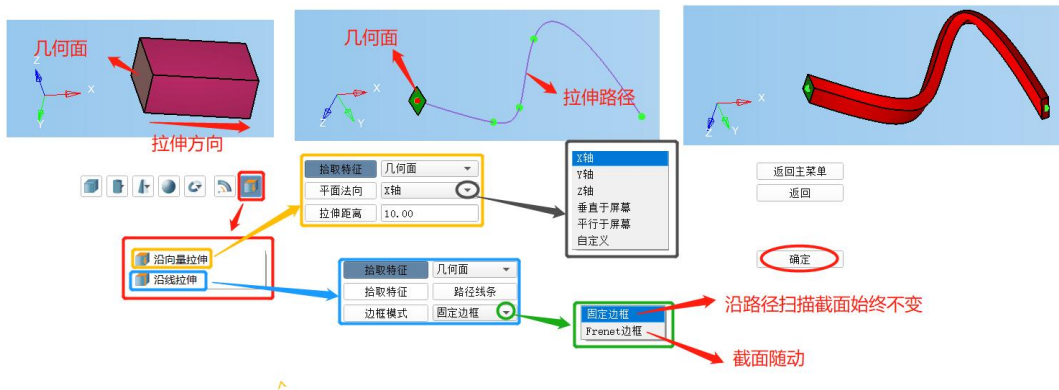
2.1.4.6 回转体

将已知几何面沿某个矢量方向拉伸成几何体。



2.1.4.7 拉伸成体

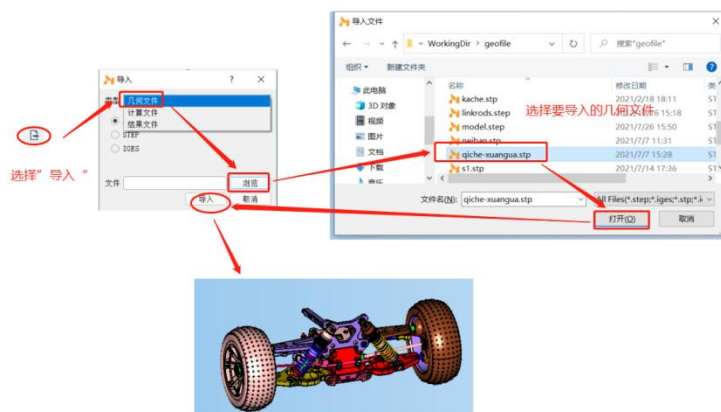
将已知几何面沿指定方向或已有几何线拉伸/扫略成几何体。



2.2 导入模型

2.2.1 导入几何

使用 MxSim，可以直接导入外部几何（*.step，*.iges 等）。



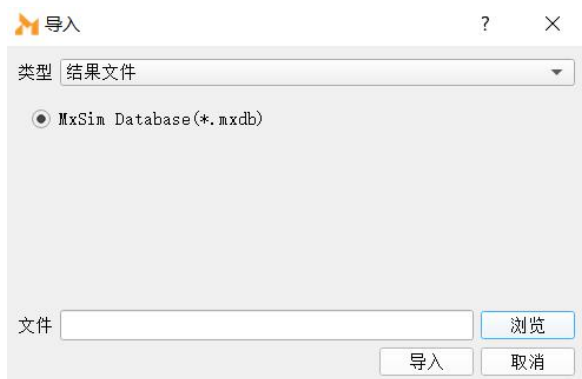
2.2.2 导入计算文件

MxSim 支持导入第三方计算文件，并使用 MxSim 进行求解及后处理。目前支持导入 MxSim(*.mx)、Nastran(*.bdf)、Optistuct(*.fem)、Ansys(*.cdb)、Abaqus(*.inp)等求解文件。



2.2.3 导入结果文件

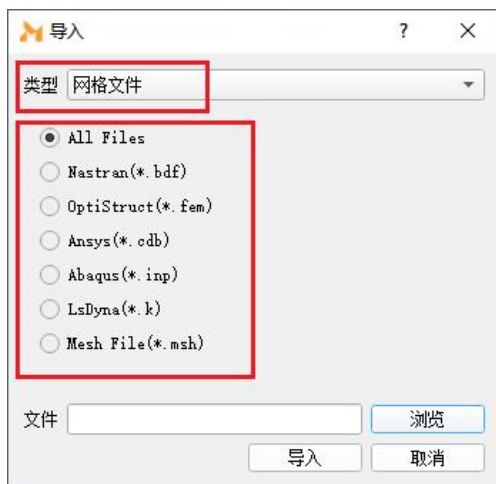
支持直接导入结果文件并进行后处理与结果分析。目前仅支持导入 MxSim Database(*.mxd)结果文件。



2.2.4 导入网格文件

MxSim 支持直接导入网格文件并进行后处理与结果分析，目前可支持导入 Nastran(*.bdf)、OptiStruct(*.fem)、Ansys(*.cdb)、Abaqus(*.inp)、LsDyna(*.k)、

Mesh File(*.msh)网格文件。



三、网格划分

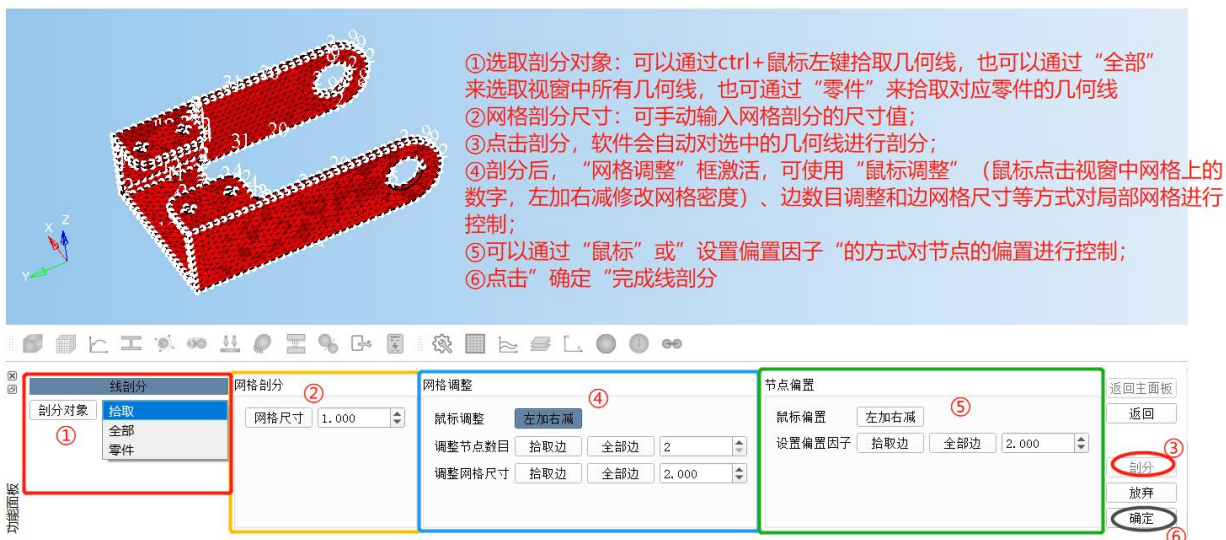
针对不同的单元类型，选择对应的网格类型进行网格剖分，在 MxSim 软件中，不但可以直接创建节点、网格，也可以针对 1D、2D 单元和 3D 单元进行线剖分、面剖分和实体剖分。

除基础的网格生成功能外，目前支持提取表面网格，粒子生成，线拉伸，旋转，拉伸等辅助功能。



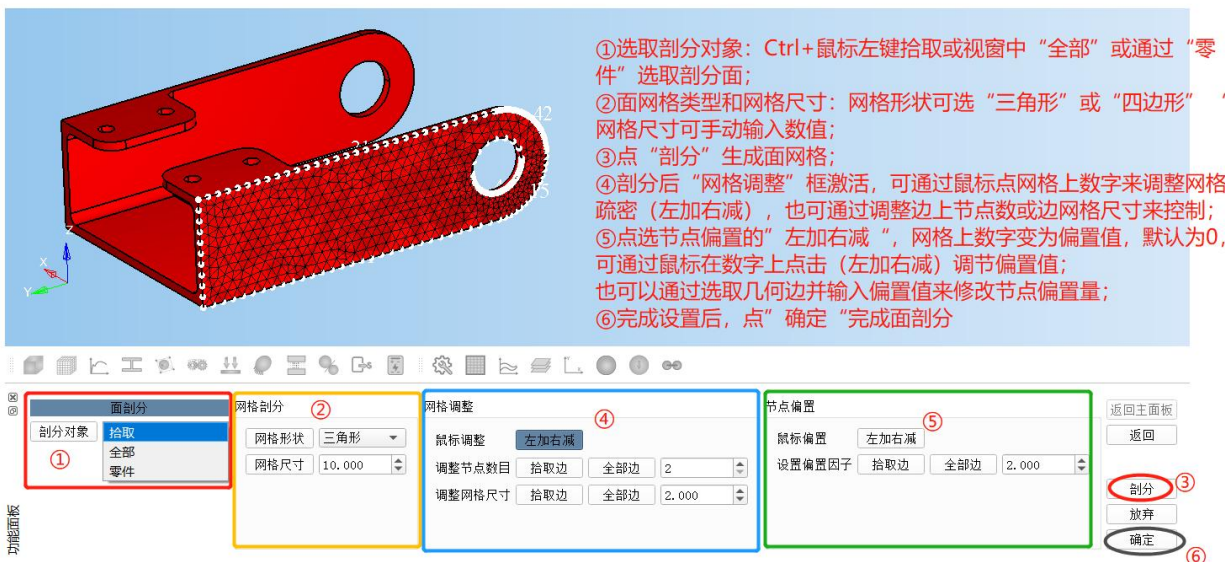
3.1 线剖分

用于一维的杆、桁架、梁等进行剖分，也可用于对三维体和二维板壳单元的局部线进行局部控制。选择需要剖分的几何线。



3.2 面剖分

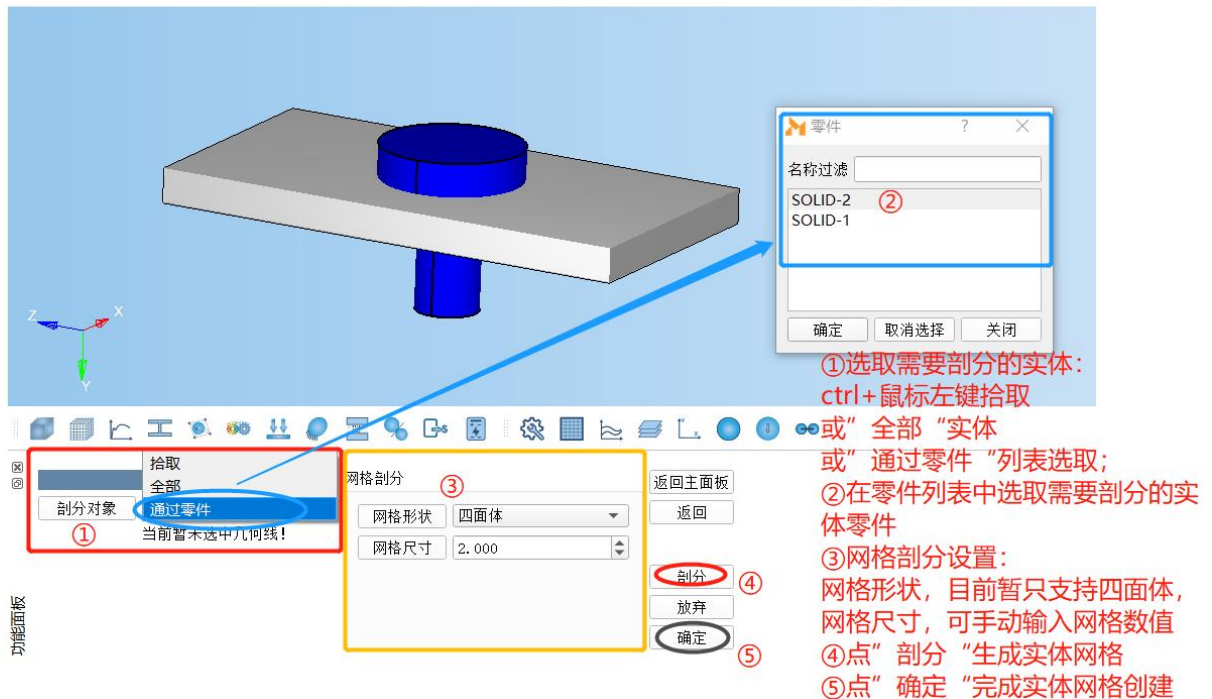
划分二维平面单元，用于分析平面问题。



3.3 实体剖分

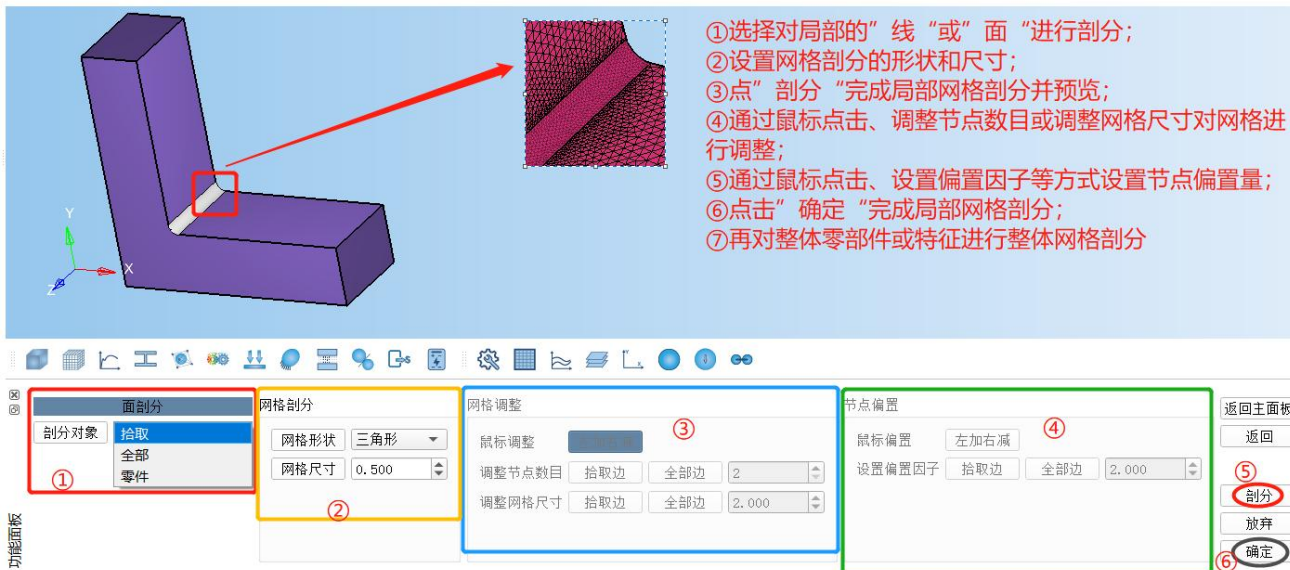
对三维实体或已有的 3D 实体网格进行实体剖分，生成或修改实体

单元。



3.4 局部网格控制

进行实体网格剖分时，默认的网格尺寸设置为全局尺寸，即剖分出的网格尺寸均匀且一致，目前暂无法自动对零部件的局部网格疏密调整。线/面网格初步剖分完成后，可手动对几何边或几何面的网格进行调整。



3.5 创建节点

在网格窗口，输入坐标值创建节点生成节点。



3.6 创建网格

在网格窗口，通过输入坐标值或选取已有节点，创建并生成相应的网格部件（1D 线网格、2D 三角形/四边形网格、3D 四面体/四棱锥/四棱柱/六面体网格）。



3.7 提取表面网格

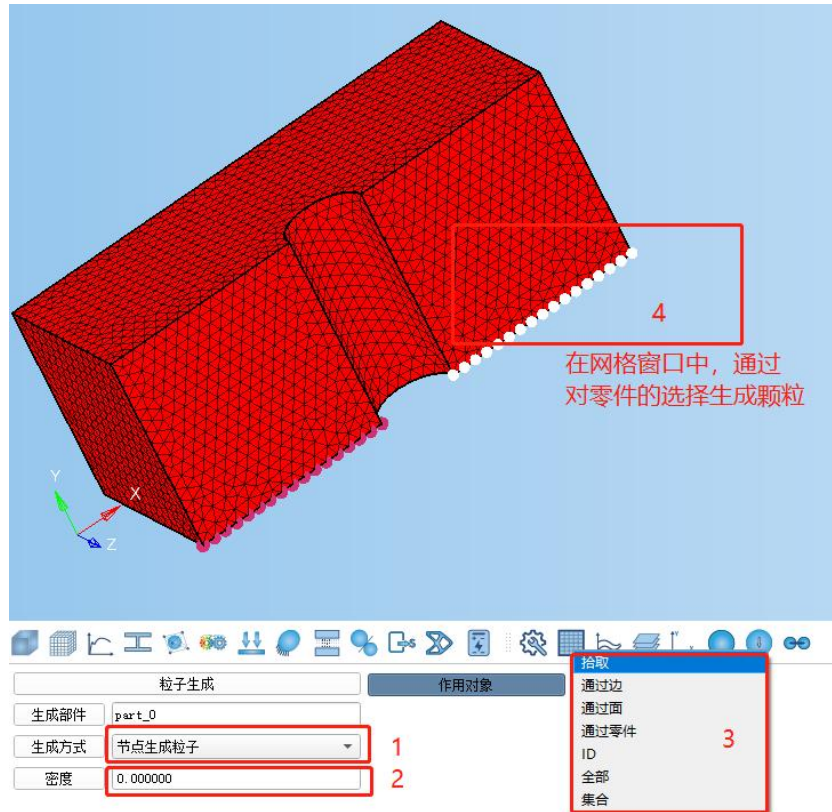
在网格窗口，可以通过对面或零件的选择快速提取表面网格



通过对面或零件的选择
提取表面网格

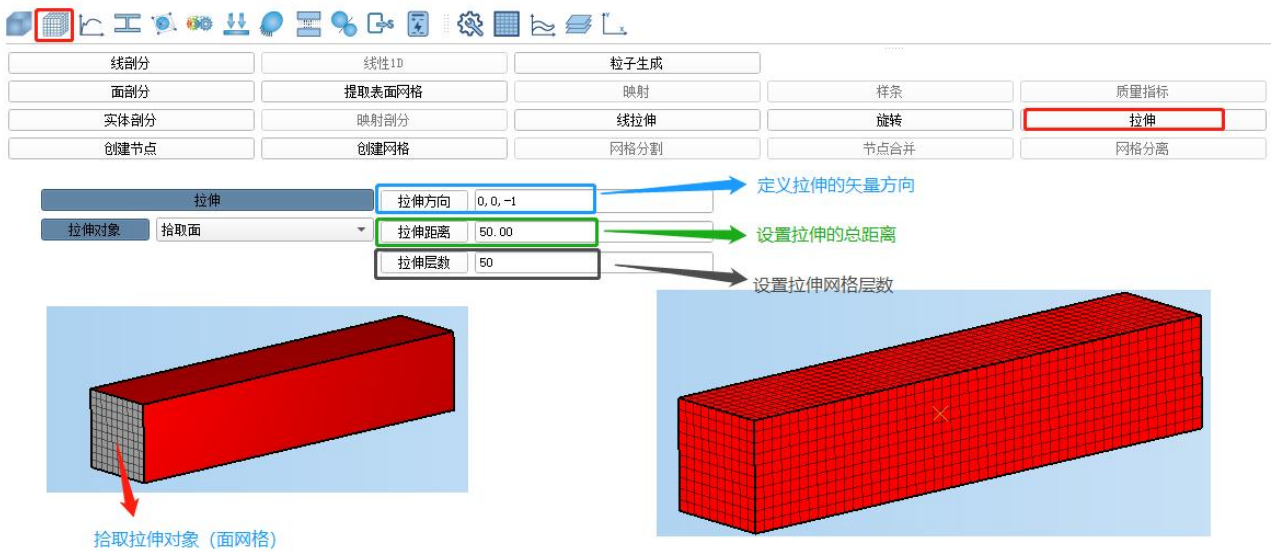
3.8 粒子生成

在网格窗口，可以快速选择节点并生成颗粒



3.9 拉伸

通过沿某矢量方向拉伸跟面关联的网格生成实体网格。



四、材料定义

根据需求选择对应的材料类型，然后输入分析类型所必须的材料参数；或直接导入材料库的标准材料（建设中）。

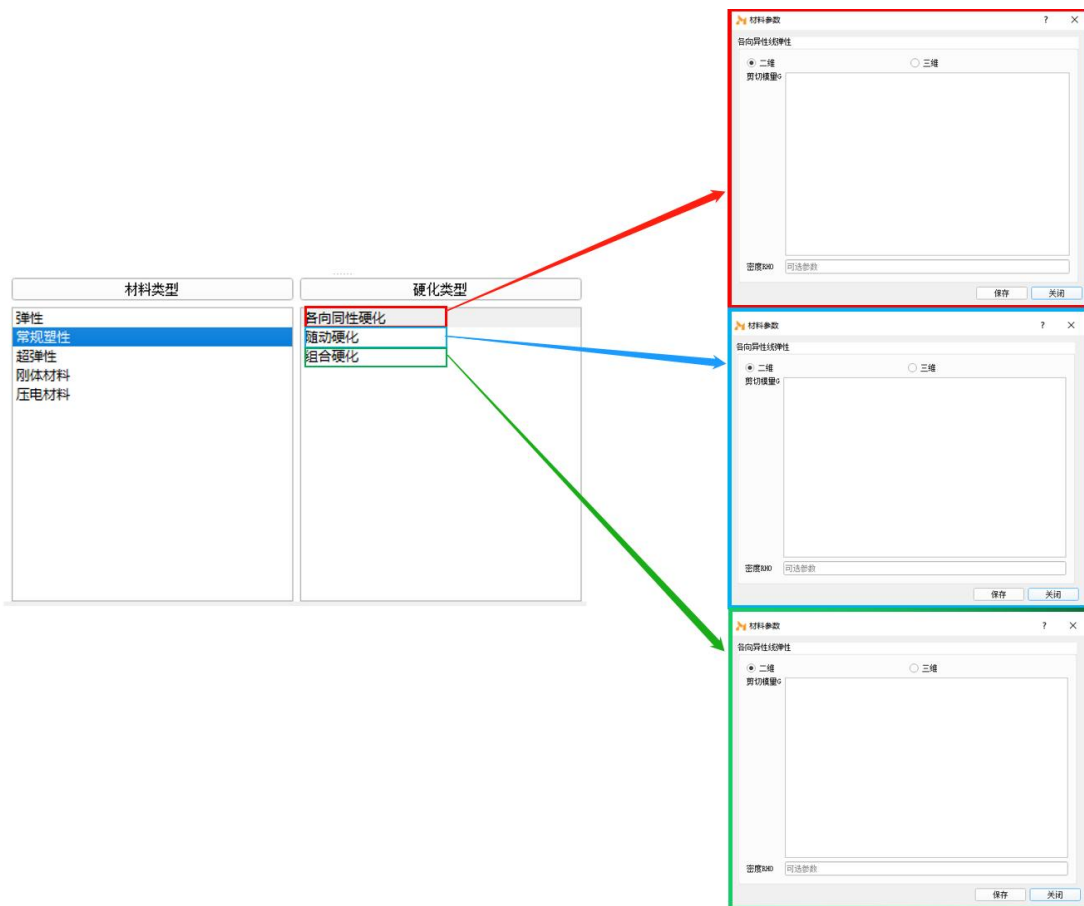


4.1 弹性材料参数设置

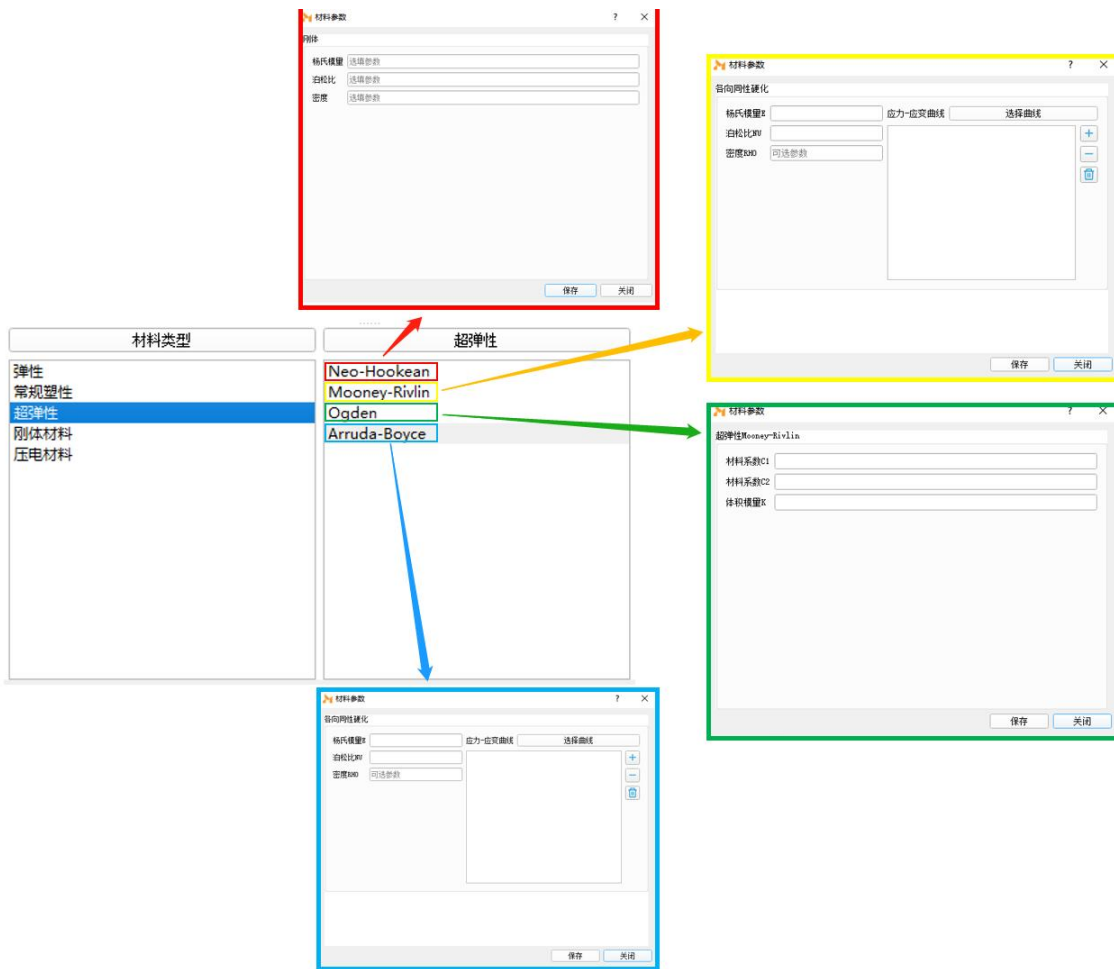
材料名	类型	材料名	材料类型	弹性
Q235	各向同性	A16061	弹性	各向同性
45	各向同性		常規彈性	正交各向异性
Al6061	各向同性		超弹性	各向异性
			刚体材料	各向同性热材料

① 新建“材料”，材料名可自定义
 ② 选择并定义“材料类型”
 ③ 根据材料类型选择相应的“弹性”类别
 ④ 材料参数弹窗下设置相应的材料参数
 ⑤ （可选）根据需求勾选密度或热膨胀系数等进行自定义设置
 ⑥ 点击保存完成材料创建
 ⑦ 材料列表中显示已创建的材料
 ⑧ （可选）正交各向异性，各向异性，各向同性热材料设置如图所示

4.2 常规塑性材料参数设置



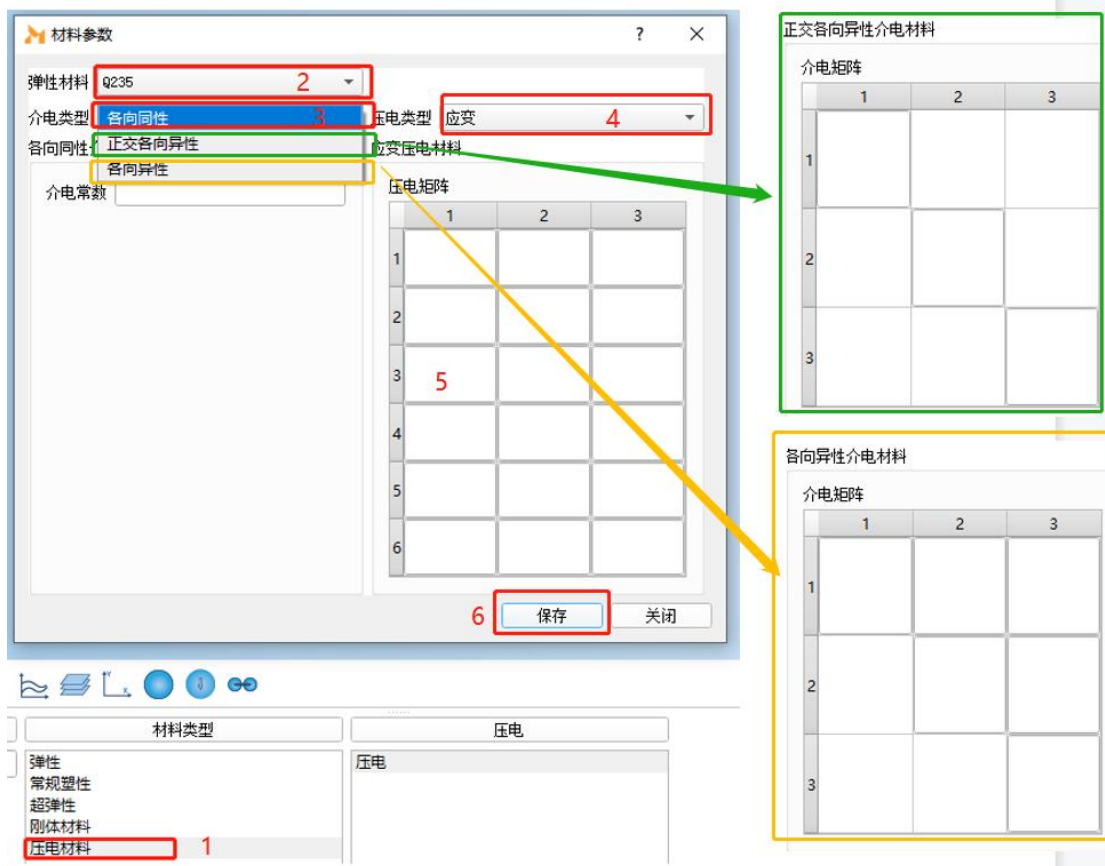
4.3 超弹性材料参数设置



4.4 刚体材料参数设置



4.5 压电材料



五、截面属性

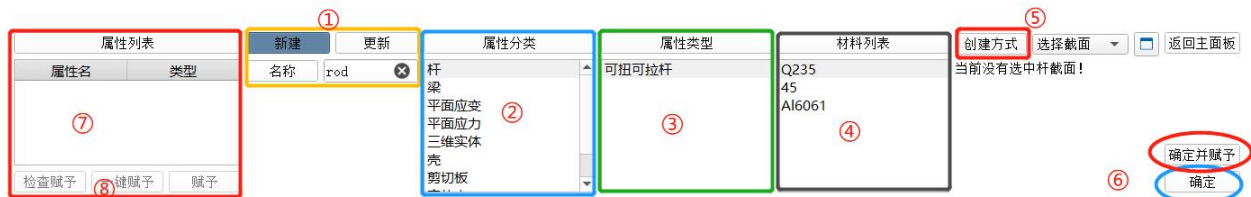
截面属性，即单元的特征参数属性。对于 1D 杆/梁单元，截面属性即截面的参数信息（惯性矩、抗弯截面系数等）；对于 2D 板/壳单元，截面属性指的是板/壳单元的厚度相关信息（是否均质、厚度等）；对于 3D 实体单元，截面属性无实际意义。

MxSim 中，需要先创建单元的截面属性（杆/梁单元的截面、板/壳单元的厚度），然后再把截面属性赋予给对应的单元/单元集合。



5.1 截面属性创建与赋予

根据需求创建、选择和设置相应的截面属性，例如 1D 杆/梁单元的截面，2D 板/壳单元的厚度，创建完成后把截面属性赋予相应单元。



- ①输入要创建的属性名；
- ②选择需要创建的属性分类；
- ③根据属性分类选择对应的属性类型；
- ④在前一步创建的“材料”列表中选择相应的材料；
- ⑤选择创建截面创建方式（杆/梁的截面，板/壳的厚度等）
- ⑥完成属性创建并赋予给对应单元；
- ⑦完成后“属性列表”中会显示已创建的截面属性；

⑧可“一键赋予”截面属性，也可以选择“赋予”截面属性，并检查属性的赋予状态

5.1.1 1D 杆/梁单元的截面创建

对于 1D 单元，需要先创建杆/梁的截面属性，MxSim 提供了两种方式输入杆/梁的截面信息：可以直接绘制杆/梁的截面；也可以通过直接输入截面的参数（面积、惯性矩、抗弯截面模量等）来完成截面属性的定义。

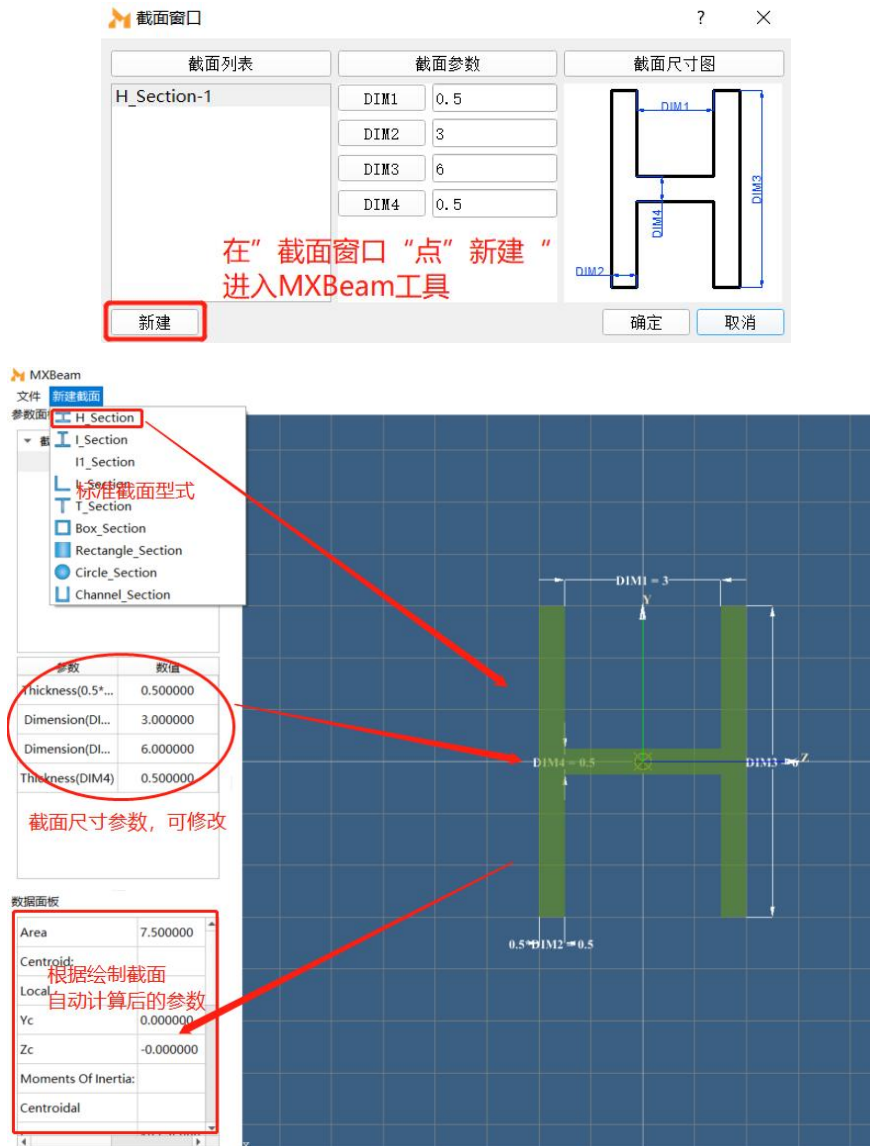


一维杆/梁截面属性创建

5.1.1.1 梁截面工具-MXBeam

针对 1D 杆/梁单元的截面属性，MxSim 提供了梁截面创建工具-MXBeam，可以

选择多种标准杆/梁截面，并可编辑尺寸参数。

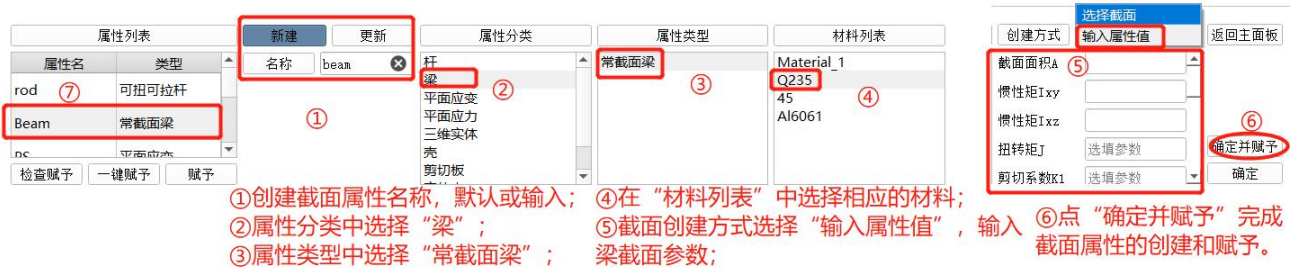


5.1.1.2 杆单元截面属性创建



- ① 创建截面属性名称，默认或输入；
- ② 属性分类中选择“杆”
- ③ 属性类型中选择“可扭可拉杆”
- ④ 在“材料列表”中选择相应的材料
- ⑤ 选择已创建截面；（也可输入截面参数）
- ⑥ 点“确定并赋予”，完成截面属性的创建和赋予

5.1.1.3 梁单元截面属性创建



- ① 创建截面属性名称，默认或输入；
- ② 属性分类中选择“梁”；
- ③ 属性类型中选择“常截面梁”；
- ④ 在“材料列表”中选择相应的材料；
- ⑤ 截面创建方式选择“输入属性值”，输入梁截面参数；
- ⑥ 点“确定并赋予”完成截面属性的创建和赋予。

5.1.2 2D 单元的截面属性创建

对于 2D 平面问题，包含壳单元、平面应力/应变单元、实体壳、剪切板等类型，根据实际单元类型定义相应的截面属性参数。除了均质厚度的板壳，MxSim 也支持对于复合铺层的材料。

5.1.2.1 壳单元的截面属性创建



- ① 定义壳截面属性的名称，默认或输入；
- ② 属性分类中选择“壳”；
- ③ 属性类型可选“均质”或“复合”；
- ④⑤ 均质类型时，在材料列表中选择相应材料，并输入壳的厚度值；
- ④⑤ 复合材料时，在已创建的复合铺层中选择相应铺层材料，并选择参考平面；
- ⑥ 点“确定并赋予”完成壳单元截面属性的定义及赋予；
- ⑦ 属性列表中会显示已创建的“壳”截面属性

5.1.2.2 平面应力/应变单元/剪切板的截面属性创建

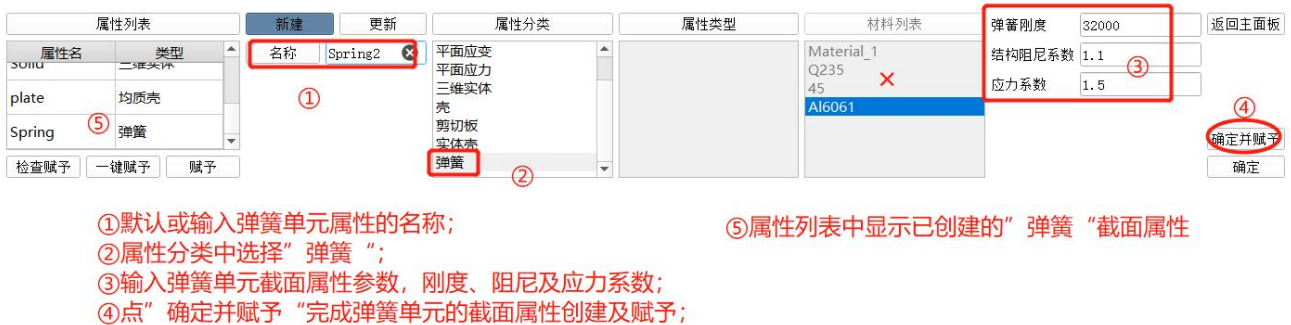


- ① 默认或输入平面应力/应变/剪切板单元截面属性的名称；
- ② 属性分类选择“平面应力”或平面应力或“剪切板”；
- ③ 在已创建材料列表中选择并关联相应的材料；
- ④ 输入平面单元的厚度值；
- ⑤ 点“确定并赋予”完成平面应力/应变单元/剪切板单元截面属性的创建和赋予；
- ⑥ 截面属性列表中会显示已创建的单元截面属性。

5.1.2.3 实体单元的截面属性创建



5.1.2.4 弹簧单元的截面属性创建



5.2 截面属性赋予

截面属性创建完成后，需要把截面属性赋予给单元集合（点、线、面、体），也可检查截面属性的赋予状态。



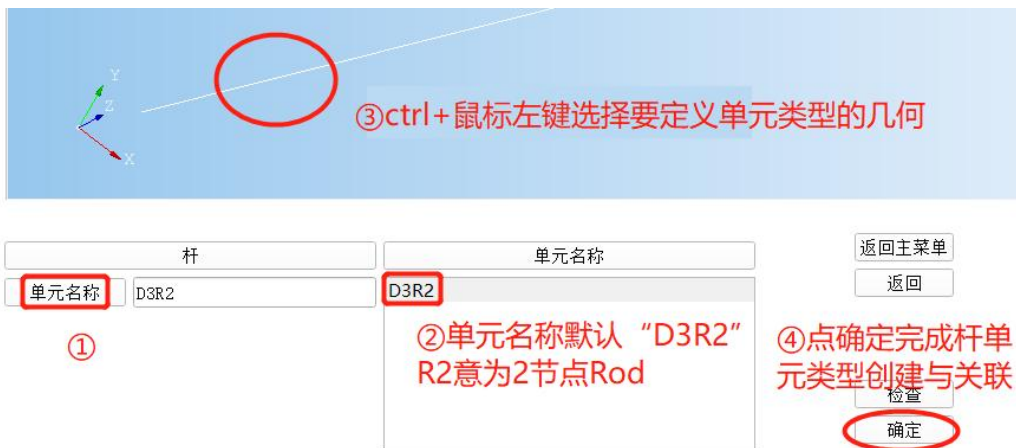
六、单元类型的定义与关联

截面属性定义时，MxSim 会自动定义默认的单元类型。

MxSim 为用户提供了丰富的单元库，几乎可以模拟实际工程中任意几何形状的有限元模型，在对一个问题进行分析时，可以根据实际情况选择使用。



6.1 杆单元

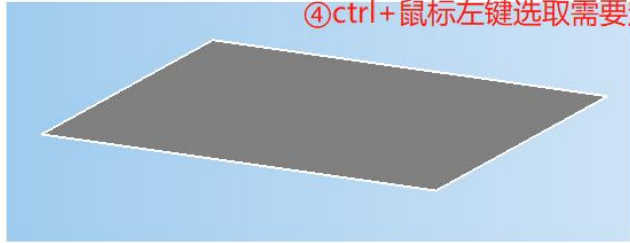


6.2 梁单元



6.3 平面应变单元

④ctrl+鼠标左键选取需要定义单元的几何



① 平面应变

② 三角形 PST3

③ 四边形 PSQ4

③默认单元:
三角形, PST3
四边形, PSQ4

返回主菜单
返回

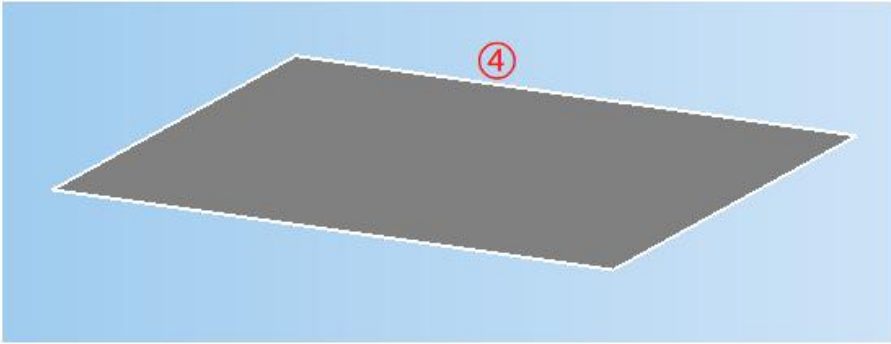
⑤点确定完成单元类型
创建与关联

检查
确定

① “单元” 中选择 “平面应变单元”
② 可选 “三角形” 单元和 “四边形” 单元;

6.4 平面应力单元

④



① “单元” 中选择 “平面应力” ;

② 可选三角形或四边形;

③默认单元:
三角形, PET3
四边形, PEQ4

返回主菜单
返回

④ctrl+鼠标左键选择几何

⑤点确定完成单元创建与关联

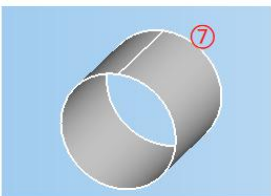
检查
确定

① 平面应力

② 三角形 PET3

③ 四边形 PEQ4

6.5 壳单元



⑦

① “单元” 中选择 “壳” ；
 ② 可选三角形或四边形单元；
 ③④ 根据需求选择相应的三角形单元或四边形单元类型；
 ⑤ 单元角度值设置，可直接输入角度值或软件通过坐标系自动计算
 ⑥ 输入角度值
 ⑦ ctrl+ 鼠标左键选择几何面
 ⑧ 点 “确定” 完成壳单元的创建及关联。

单元名称	
CPDSG	
SST3	
SST6	
TRIA3	

④

单元名称	
MITC4	
SSQ4	
SSQ8	
Q4R	
QPH	

④'

角度	输入角度	返回主菜单
偏置	0	返回

⑥

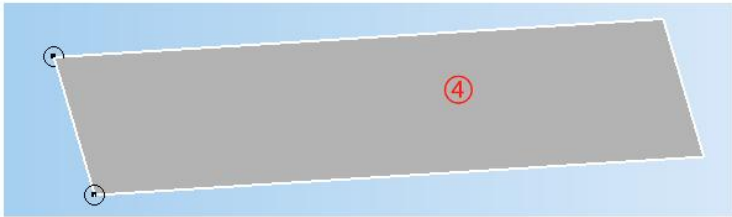
角度值 0.00

输入角度
坐标系计算 ⑤'

检查

⑧ 确定

6.6 剪切板单元



④

① “单元” 中选择剪切板；
 ② 默认四边形SPQ4
 ③ 单元名称SPQ4，意为shear plate 4节点 quadrilateral
 ④ ctrl+ 鼠标左键选择几何面
 ⑤ 点确定完成剪切板单元的创建与关联

单元名称	
SPQ4	

③

剪切板 ①

②

④

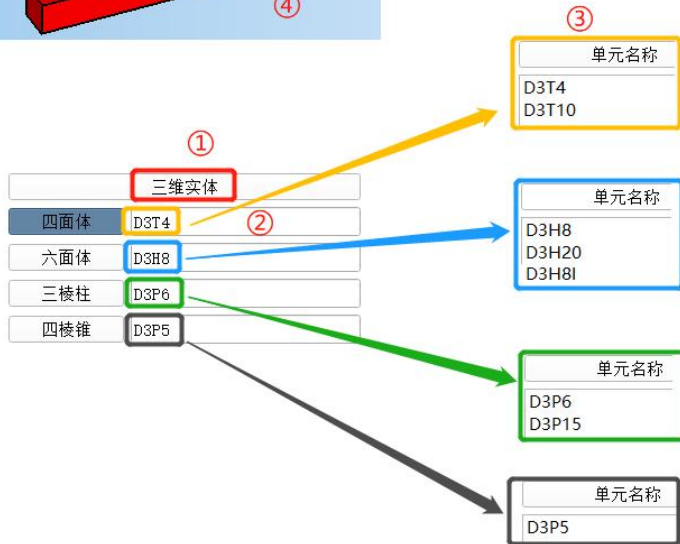
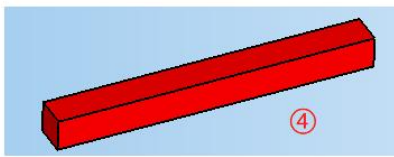
返回主菜单

返回

检查

⑤ 确定

6.7 三维实体单元



- ① “单元” 中选择三维实体;
- ② 默认选择 “四面体” 单元;
- ③ 单元类型可选择D3T4和D3T10, 意为4节点或10节点;
- ④ ctrl+鼠标左键选择相应的几何实体;
- ⑤ 点确定完成三维实体单元类型的创建和关联。

返回主菜单
返回

检查
确定

⑤

6.8 质量单元



①质量单元名称可自定义

②输入质量单元的质量值

③鼠标在视窗中选择需要
定义为质量单元的几何

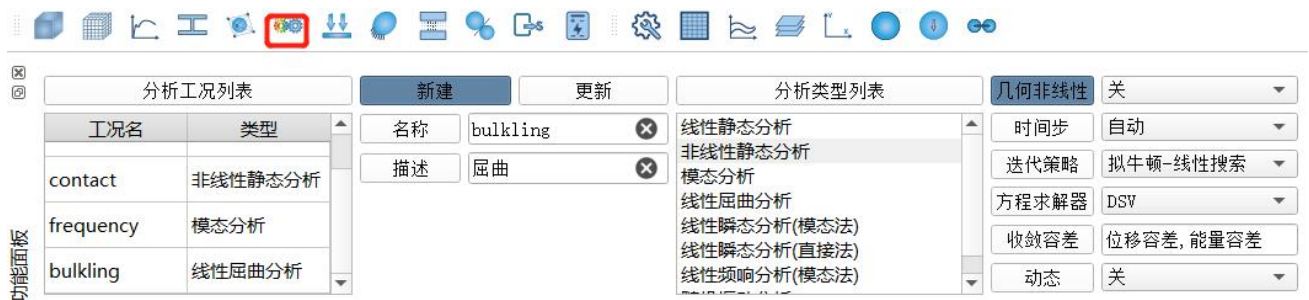
④点确定完成质量单元的定义

6.9 弹簧



七、定义分析工况

分析工况是用户定义的，一个分析过程的各个步骤所包含的不同的分析类型、不同的载荷和边界条件等。MxSim 分析工况包括：工况名称、工况描述和分析类型选项。然后可以在每个分析工况中应用不同的载荷、边界条件、分析过程选项、输出要求。



7.1 工况名称

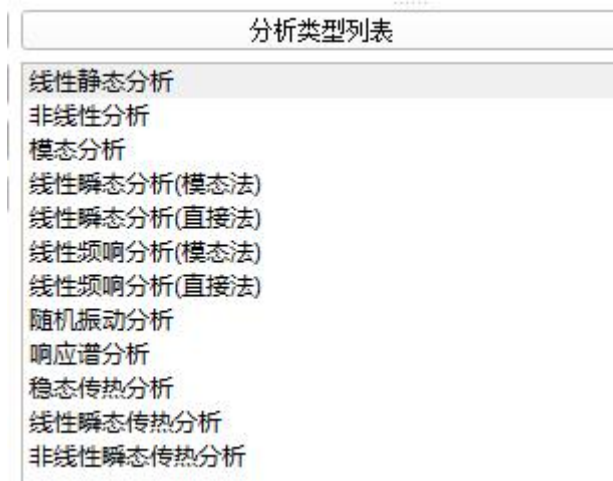
用来自定义工况的名称，以区分实际应用中的不同工况。MxSim 支持自定义工况，也可默认为“case_*”（*为自动编号）；

7.2 工况描述

用于对工况进行说明，选填；

7.3 分析类型

MxSim 支持各种常用分析类型：线性静态分析、非线性静态分析、模态分析、线性瞬态分析（模态法/直接法）、线性谐响应分析（模态法/直接法）、随机振动分析、响应谱分析、稳态热分析、线性瞬态传热分析、非线性瞬态传热分析等。



7.4 分析工况定义



7.4.1 线性静态分析

②线性静态分析求解器默认为DSV;

③惯性释放默认“关闭”可选择自动开启或手动开启

④点确定完成线性静态工况的创建

返回主面板

确定

7.4.2 非线性静态分析

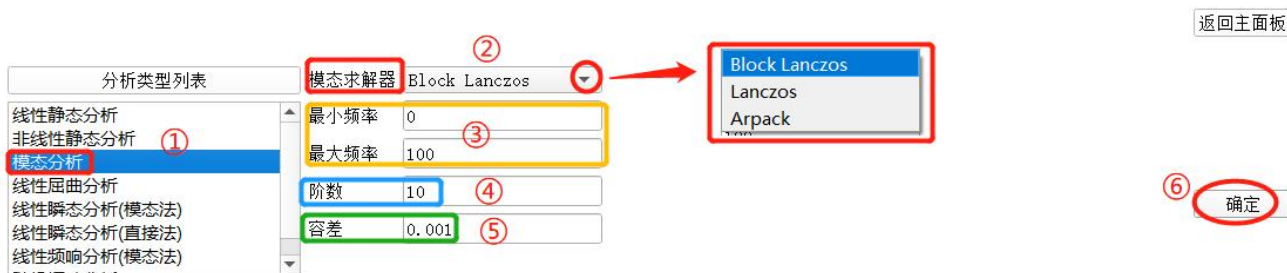
①选择“非线性静态分析”类型;
②几何非线性开关, 默认“关”;
③时间步, 默认自动, 可自定义步数和步长;
④迭代策略, 默认“弧长法”, 输入相应参数;
⑤方程求解器, 默认DSV, 可选择对称或非对称矩阵;
⑥收敛容差, 可以选择开启/关闭位移、能量、余容等容差;

⑦动态开关选项, 默认“关”;
⑧点确定完成非线性静态分析工况的创建。

返回主面板

确定

7.4.3 模态分析



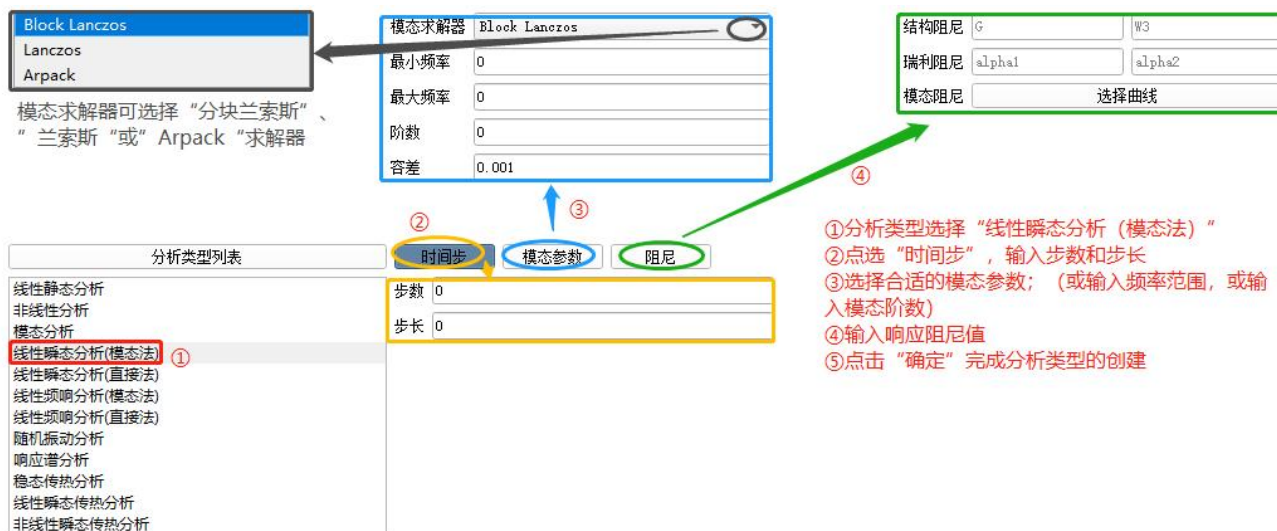
- ①分析类型选择“模态分析”
- ②模态求解器默认为“分块的Lanczos法”；可选择lanczos或Arpack
- ③模态输出的频率范围设置（输入最小频率、最大频率）
- ④模态输出阶数，默认为10阶
- ⑤容差设置，默认0.001
- ⑥点击“确定”完成创建

7.4.4 线性瞬态分析

线性动力学瞬态分析用于研究时域载荷作用下的结构动力学响应问题。计算时主要有两类不同的数值算法：模态叠加法（模态法）和直接积分法（直接法）。

7.4.4.1 模态叠加法

利用模态计算结果，通过模态坐标变换或解耦的运动方程来计算结构响应。



- ①分析类型选择“线性瞬态分析（模态法）”
- ②点选“时间步”，输入步数和步长
- ③选择合适的模态参数；（或输入频率范围，或输入模态阶数）
- ④输入响应阻尼值
- ⑤点击“确定”完成分析类型的创建

7.4.4.2 直接积分法

对运动微分方程进行直接积分，求解耦合方程，计算结构响应。

①分析类型选择“线性瞬态分析（直接法）”
 ②点“时间步”，输入步数和步长
 ③点击“求解方法”设置积分方法，默认为NewMark法
 ④点击“阻尼”设置结构阻尼和瑞利阻尼的系数
 ⑤点击“确定”完成分析类型创建

7.4.5 线性频响分析

频响分析用于确定线性结构在承受随已知正弦（简谐）规律变化的载荷时稳态响应的一种技术。输入载荷可以是已知幅值和频率的力、压力和位移，而输出值包括节点位移，也可以是导出的值，如应力、应变等。谐响应分析按照求解方法来分有模态叠加法和完全积分法，MxSim 目前默认采用模态法。

7.4.5.1 线性频响分析（模态法）

模态叠加法是将模态分析得到的模态振型(特征向量)进行一个有系数的叠

①新建分析工况，可自定义名称和描述
 ②分析类型列表中选择“线性频响分析（模态法）”
 ③定义频响分析的频率集合，可使用散点、线性均布、对数均布、模态局部加密等方式，输入相应的频率集合
 ④定义模态参数，选择求解器，默认为分块的Lanczos
 ⑤定义阻尼参数，输入结构阻尼系数、瑞利阻尼系数，关联已创建曲线
 ⑥点“确定”完成线性频响分析工况创建
 ⑦已创建工况显示在“分析工况列表”中

加。

7.4.5.2 线性频响分析（直接法）

对运动微分方程进行直接积分，求解耦合方程，计算结构响应。

①分析类型列表中选择“线性频响分析(直接法)”
②定义频响分析的频率集合, 可使用散点FREQ来定义扫频点、或使用线性均布扫频点、或使用对数均布的方式定义扫频点

③定义阻尼参数, 输入结构阻尼或输入瑞利阻尼系数
④点击“确定”完成分析工况的创建

7.4.6 随机振动分析

随机振动分析是指在机构的一些随机激励作用下，计算一些物理量如位移、应力等的概率分布状况。目前，随机振动分析在机载电子设备、声学装载部件、抖动的光学对准设备等的设计上有广泛应用。

在做随机振动前，需要先对分析对象做频响分析。

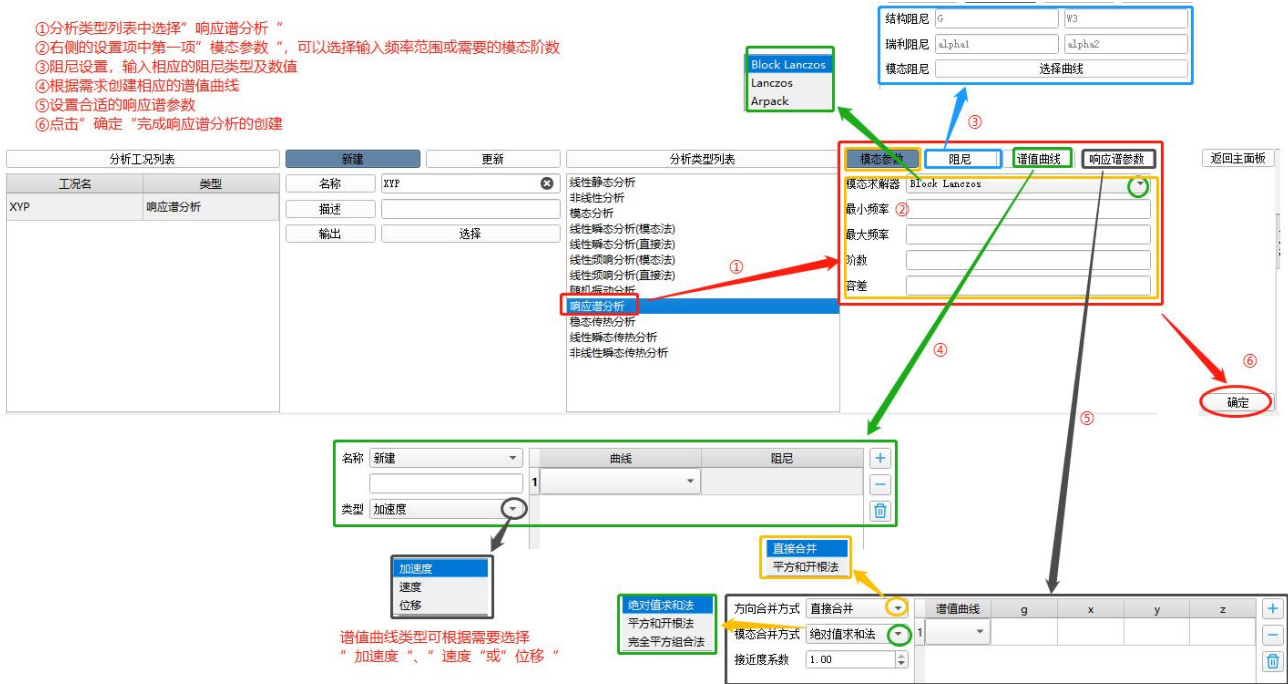
平方和平方根法, 适用于参与数据处理的各个事件不存在耦联关系
完全二次项平方根法, 适用于扭转耦联的振型分解

①新建一个“随机振动分析”，名称默认或自定义；(随机振动需要预先进行频响分析)
②求解算法的选择, 根据实际需要选择SRSS或CQC法
③预工况设置, 选择相应的频响工况、功率谱因子及载荷曲线
④自相关函数参数设置, 设置起始时间和时间间隔
⑤结果输出, 选择输出速度、位移或加速度结果, 随机类型默认PSD也可以选择输出对应节点的结果
⑥点确定完成随机振动工况创建
⑦分析工况列表中显示已创建工况

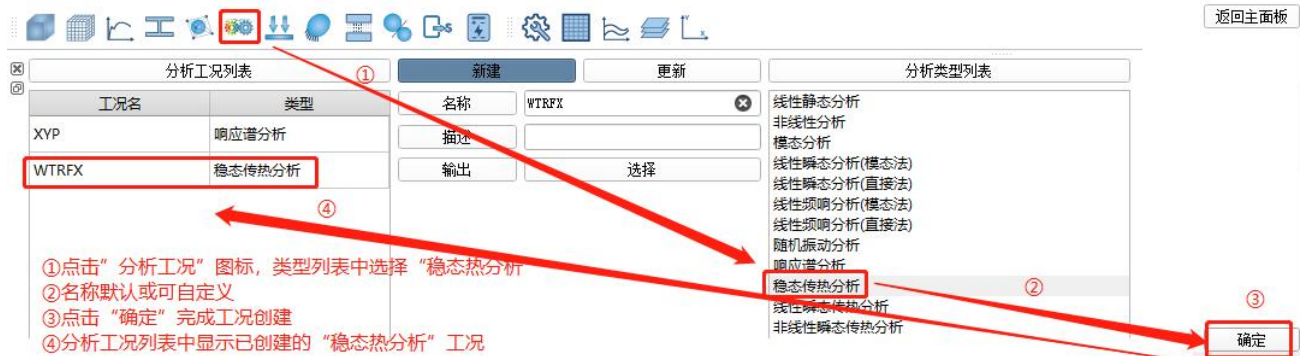
7.4.7 响应谱分析

响应谱分析用于分析计算当结构受到瞬态载荷作用时产生的最大响应。

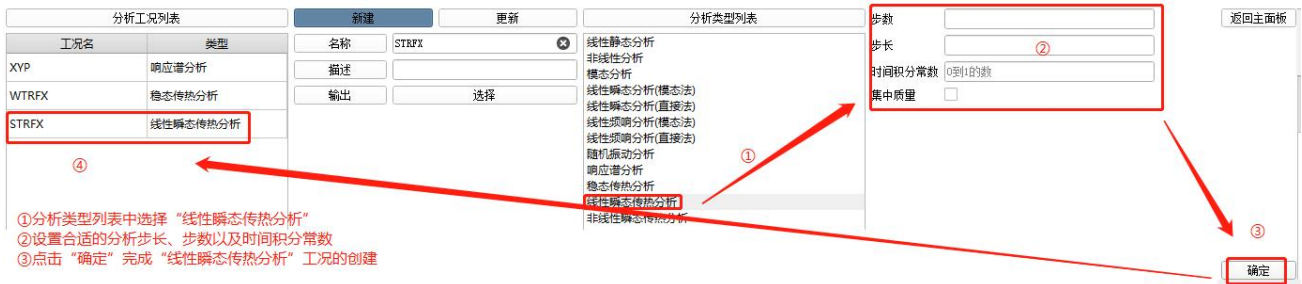
- ①分析类型列表中选择“响应谱分析”
- ②右侧的设置项中第一项“模态参数”，可以选择输入频率范围或需要的模态阶数
- ③阻尼设置，输入相应的阻尼类型及数值
- ④根据需求创建相应的谱值曲线
- ⑤设置合适的响应谱参数
- ⑥点击“确定”完成响应谱分析的创建



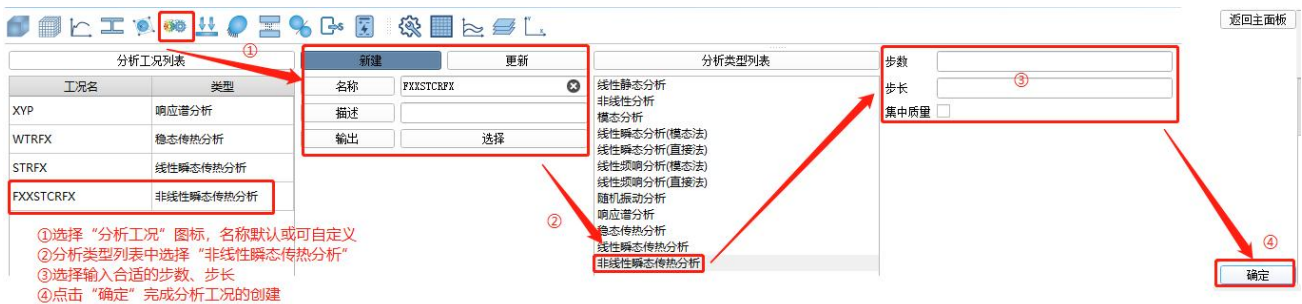
7.4.8 稳态传热分析



7.4.9 线性瞬态传热分析



7.4.10 非线性瞬态传热分析



八、定义载荷

MxSim 中的载荷包含集中力、力矩、重力、压强、瞬态载荷、频域载荷、线载荷、预紧力、热流密度、对流换热载荷、温度载荷、内部热源、电荷、电荷密度等。



8.1 集中力

施加并作用在节点上的力。



8.2 力矩

施加力矩或弯矩载荷。



8.3 重力

结构的自重载荷，需要输入输入材料密度。



- ①新建载荷，名称默认或自定义输入；
- ②在工况列表中选择相应的工况；
- ③载荷类型选择重力；
- ④输入重力加速度的坐标分量（默认基于总体坐标）；
- ⑤选择相应的曲线；
- ⑥点“确定”完成重力的创建；

8.4 压强

压强即均匀作用在面上的分布载荷。



- ①新建载荷，名称默认或自定义输入；
- ②选择压强载荷对应的工况；
- ③载荷类型选择压强；
- ④输入压强载荷的数值；
- ⑤选择压强载荷关联的载荷曲线；
- ⑥通过“拾取”“面”“零件”“全部”“集合”等方式选择压强作用的对象；
- ⑦点“确定”完成压强载荷的创建；
- ⑧载荷列表中会显示已创建完成的载荷。

8.5 瞬态载荷

随时间变化的载荷，一般用于瞬态动力学分析。

①新建载荷，名称默认或自定义输入；
②选择瞬态载荷对应的工况；
③载荷类型选择瞬态载荷；
④瞬态载荷类型可选择“力”“位移”“速度”“加速度”；
⑤类型选定后，在名称列表中选择已创建的“力”或“位移”或“速度加速度”；
⑥设置瞬态载荷的延迟时间，默认0秒（不延迟）；

⑦点“确定”完成瞬态载荷的创建；
⑧载荷列表中会显示已创建的载荷。

8.6 频域载荷

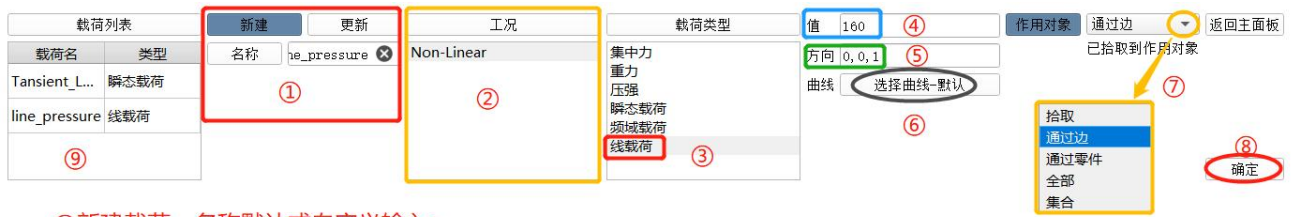
频域范围内变化的载荷，一般用于瞬态动力学或频响分析。

①新建载荷，名称可默认或自定义输入；
②选择载荷对应的工况；
③载荷类型选择“频域载荷”
④频域载荷类型可选择已创建的“力”“位移”“速度”“加速度”
⑤在名称列表中选择相应的名称；
⑥输入延迟时间数值，默认为0秒（无延迟）；
⑦输入起始相位角，默认为0度；
⑧在已创建曲线中选择幅值载荷的幅值曲线；
⑨在已创建曲线中选择幅值载荷的相位曲线；

⑩点“确定”完成频域载荷的创建。

8.7 线载荷

施加在线节点上的均匀分布的力。



- ①新建载荷，名称默认或自定义输入；
- ②选择载荷对应的工况；
- ③载荷类型选择“线载荷”；
- ④输入线载荷的值；
- ⑤定义线载荷的方向（坐标值的矢量和，例如0，1，1，总体坐标系）
- ⑥选择线载荷关联的曲线；
- ⑦作用对象可通过“拾取”“边”“零件”“全部”“ID”等方式；

- ⑧点“确定”完成线载荷的创建；
- ⑨载荷列表中会显示已创建的载荷。

8.8 预紧力

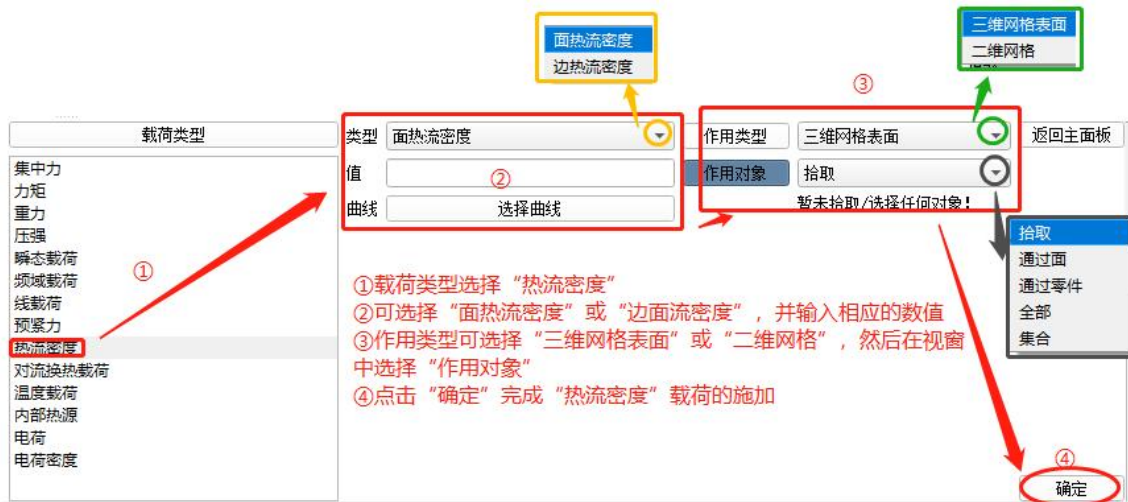
通过定义预紧力或预位移来施加螺栓的预紧力。



- ①载荷类型选择“预紧力”
- ②③根据需要选择预紧力施加类型，“3D螺栓预紧”或“1D螺栓预紧”并输入相应的预紧力或预位移数值，定义预紧的矢量方向
- ④预紧类型可选“力”或“位移”
- ⑤3D预紧可直接拾取单元、通过面或集合作为作用对象
1D预紧则直接选取两个节点即可
- ⑥点击确定完成预紧力的创建

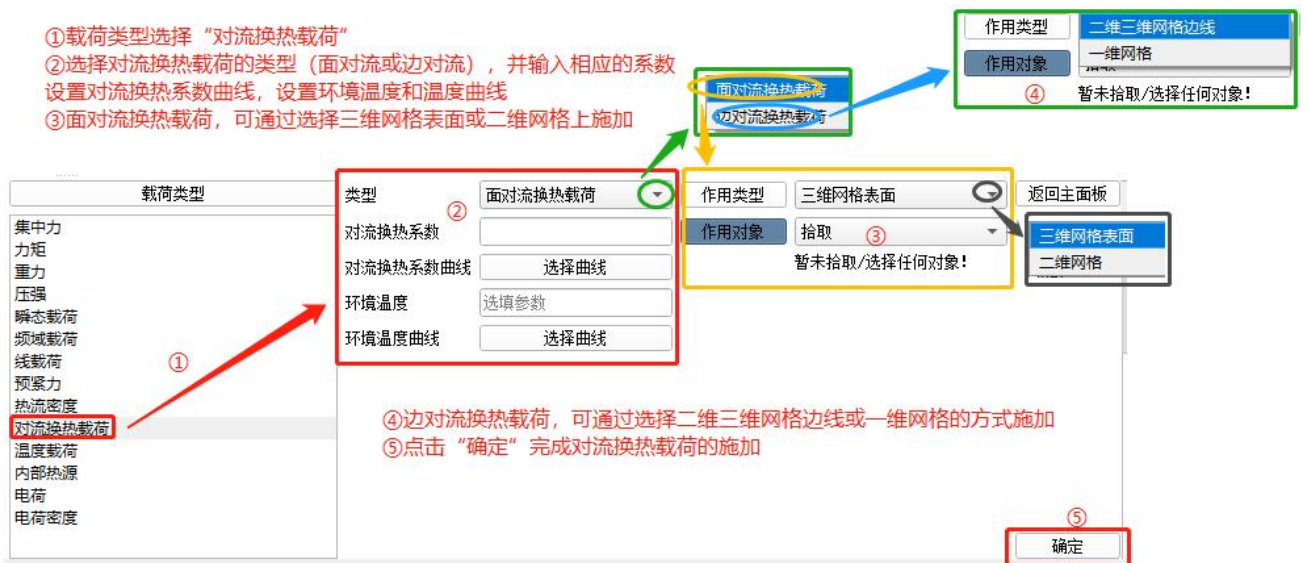
8.9 热流密度

单位时间内通过单位面积传递的热量，施加在面上或边上的热载荷。



8.10 对流换热载荷

通过在单元面或单元边线上施加对流换热系数和定义环境温度来施加对流换热载荷。



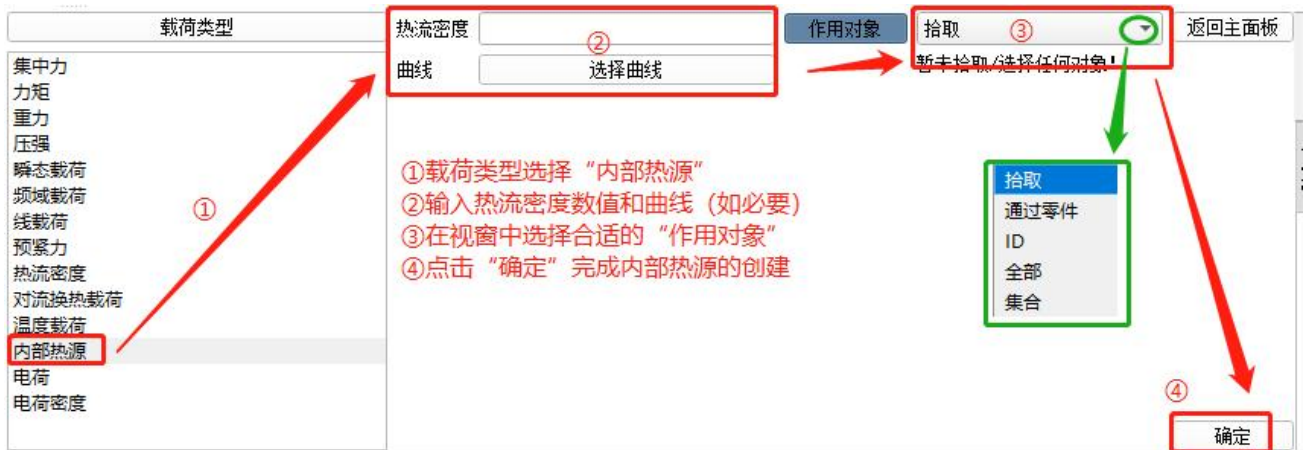
8.11 温度载荷

定义温度载荷。



8.12 内部热源

施加合适的热流密度作为内部热源。



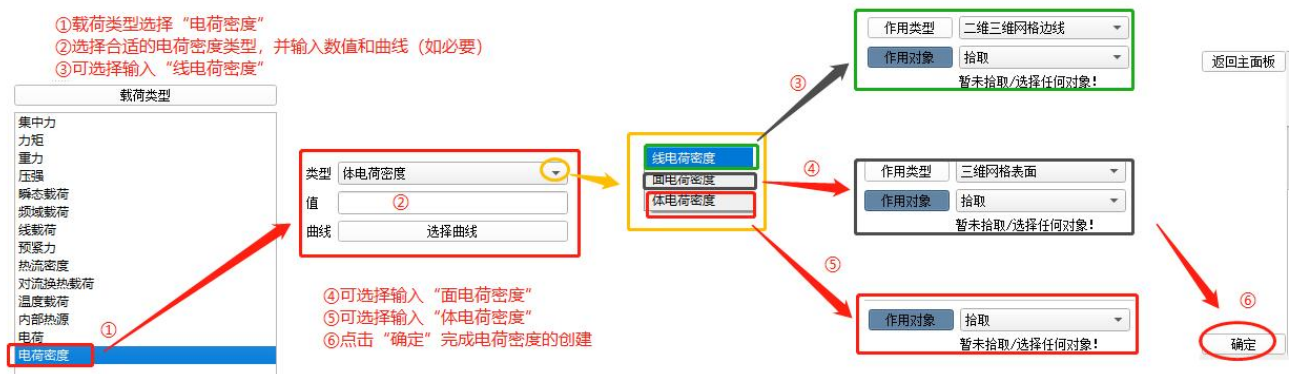
8.13 电荷

在选取的作用对象上施加电荷。



8.14 电荷密度

选取合适的作用对象施加电荷密度。



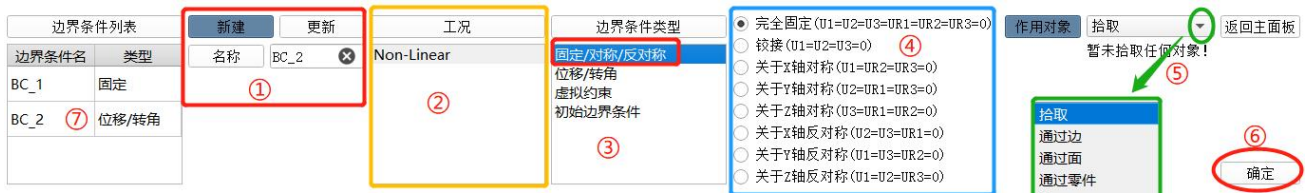
九、施加约束

目前 MxSim 支持的约束类型有对称/反对称约束、固定约束、位移/转角约束、虚拟约束、初始边界条件等，通过限制单元的节点自由度来约束分析对象。



9.1 固定/对称/反对称约束

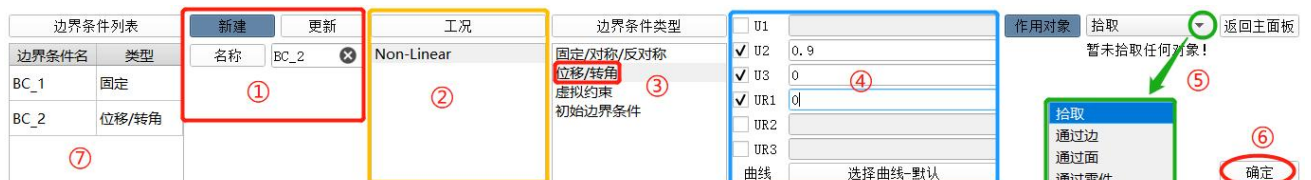
通过约束节点相应坐标分量的自由度来约束分析对象；



- ①新建约束边界条件，名称可默认或自定义输入；
- ②选择约束要关联的工况；
- ③边界条件类型选择“固定/对称/反对称”；
- ④根据实际情况选择对应的约束（固定、交接、对称、反对称等）；
- ⑤作用对象可通过“拾取”“边”“面”“零件”“ID”“全部”“集合”等方式选取；
- ⑥点击“确定”完成约束的创建；
- ⑦边界条件列表中会显示已创建的约束。

9.2 位移/转角

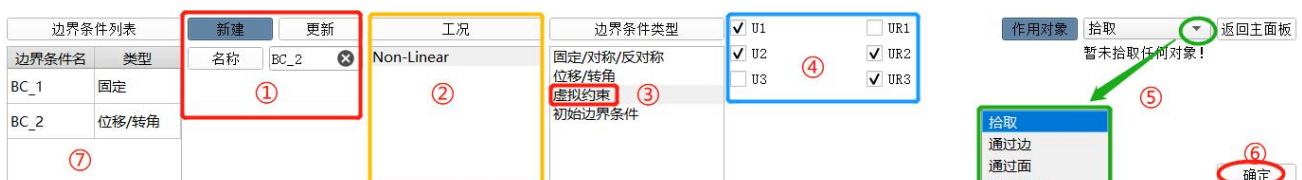
通过设置节点的平动、转动自由度来施加边界条件。



- ①新建约束边界条件，名称可默认或自定义输入；
- ②选择相应的工况；
- ③边界条件类型选择“位移/转角”，即通过线位移或角位移来控制节点的自由度；
- ④通过勾选激活相应的平移或转动自由度，可输入对应线位移或角位移数值；（不激活表示不限制该自由度）
- ⑤作用对象可通过“拾取”“边”“面”“零件”“ID”“全部”“集合”等方式选取；
- ⑥点击“确定”完成位移/转角边界的创建；
- ⑦边界条件列表中会显示已创建的边界。

9.3 虚拟约束

手动开启惯性释放时使用虚拟约束，对约束对象单元的6个自由度进行开启/关闭设置。



- ①新建约束边界条件，名称可默认或自定义输入；
- ②选择相应的工况；
- ③边界条件类型选择“虚拟约束”；
- ④选择需要“限制”或“释放”的节点自由度分量；
- ⑤作用对象通过“拾取”“边”“面”“零件”“ID”“全部”“集合”等方式选取；
- ⑥点击“确定”完成虚拟约束的创建

9.4 初始边界条件

通过设置节点的初始速度或位移等条件来施加边界，一般用于动力学分析的初始条件设置。

①新建约束边界条件，名称可默认或自定义输入；
②选择对应的工况；
③边界条件类型选择“初始边界条件”；
④初始条件类型可选“速度”或“位移”

⑤勾选并输入初始速度或位移的方向矢量值；
⑥作用对象可通过拾取、边、面、零件、ID、全部、集合等方式选取
⑦点“确定”完成初始边界条件的创建。

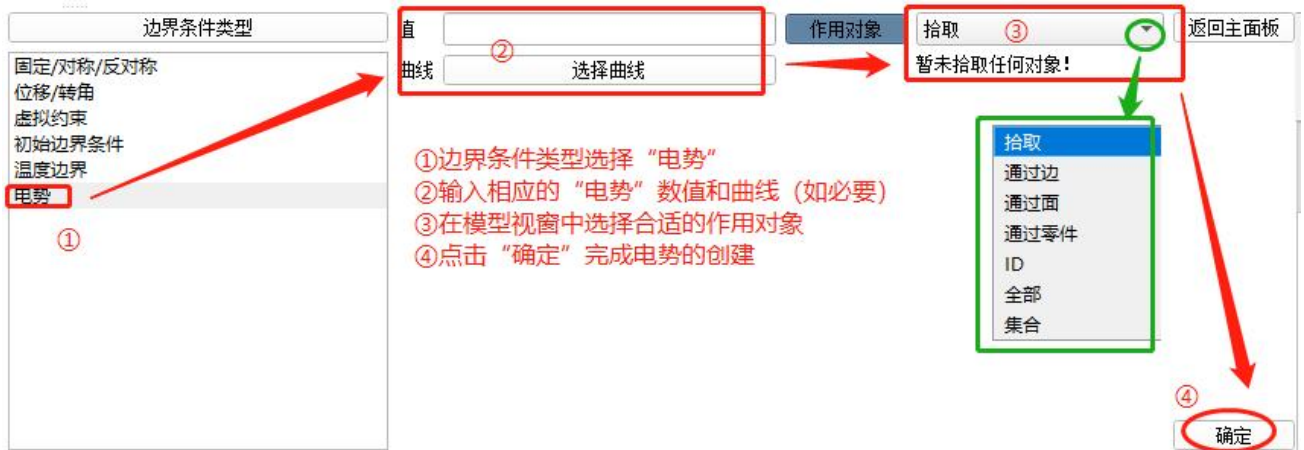
9.5 温度边界

通过在作用对象上施加温度值来设置温度边界。

①边界条件类型选择“温度边界”
②输入温度的数值和曲线（如必要）
③在模型中选取合适的“作用对象”
④点击“确定”完成温度边界的创建

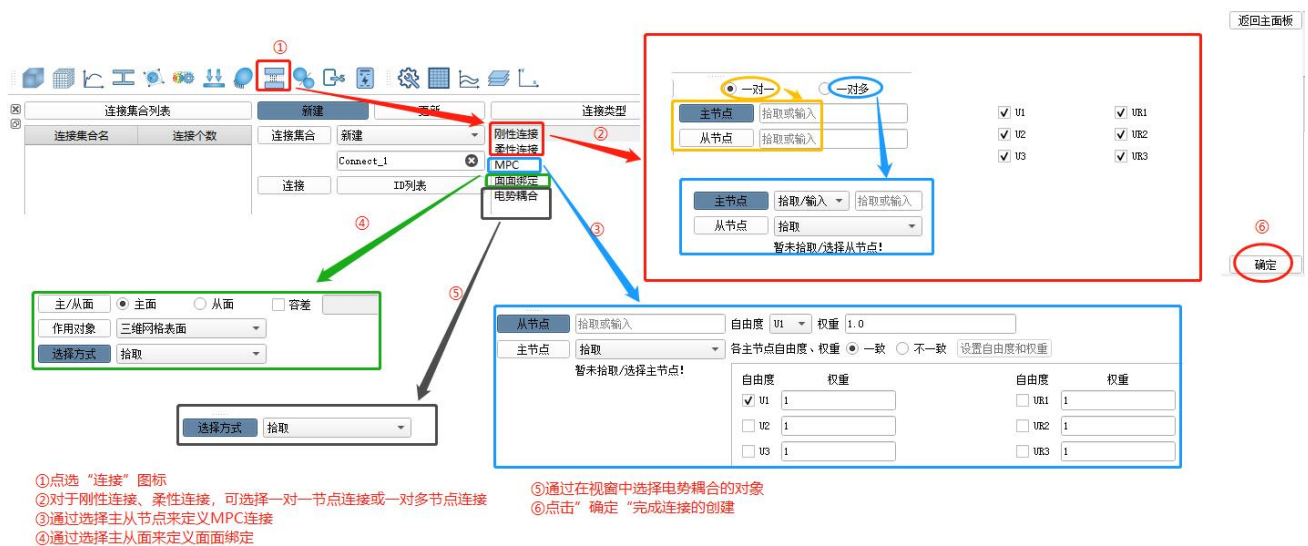
9.6 电势

通过在作用对象上施加电势值来设置电势边界。



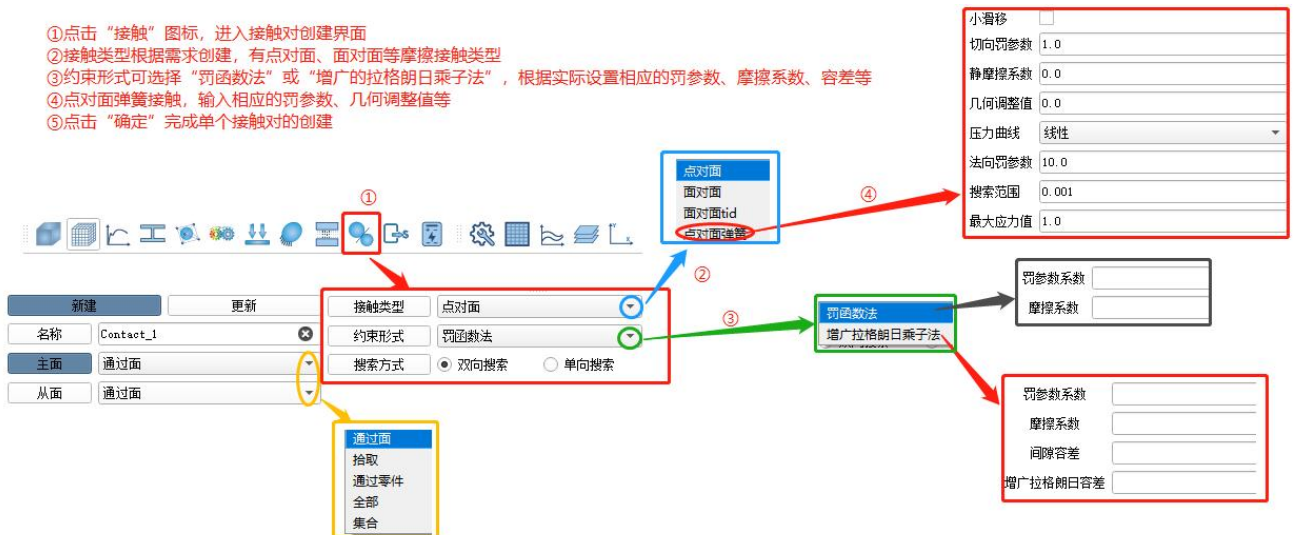
十、连接

根据需要创建刚性连接、柔性连接、MPC、面面绑定、电势耦合等连接。



十一、接触

手动定义装配体或多体的点对点、面对面、面对面 tid、点对点弹簧等接触关系。



11.1 点对面接触

摩擦接触的一种，可通过定义主面和从面及相应的参数来定义点对面接触。从面上的每个节点与该节点在主面上的投影点建立接触关系，每个接触条件都包含一个从面节点和它的投影点附近的一组主面节点。从面节点不会穿透主面，但主面节点可以穿透从面。

11.2 面对面接触

摩擦接触的一种，不同于点对面接触，面对面接触会为整个从面（而不是单个节点）建立接触条件，在接触分析过程中同时考虑主面和从面的形状变化。可能在某些节点上出现穿透现象，但是穿透的程度不会很严重。

十二、求解

将单元总装成整个离散域的总矩阵方程(联合方程组)。总装是在相邻单元节点进行。状态变量及其导数(如果可能)连续性建立在节点处。联立方程组的求解可用直接法、迭代法。求解结果是单元节点处状态变量的近似值。

12.1 输出设置

MxSim 中可定义两种类型的输出数据：场输出和历史输出。场输出用于描述某个量随空间位置的变化，例如模型绘图（变形图、云图等）；历史输出用于某个量随时间的变化，例如 X-Y 绘图。

12.1.1 场变量输出

一般用于图形查看应力、应变、位移、速度、加速度等结果，在后处理前选中需要输出的场变量。

①新建输出，名称默认或自定义输入，类型选择“场变量”；
 ②选择场变量输出的区域，可按“集合”或“整个模型”输出；
 ③场变量的输出频率选项，可选均匀时间步或定义增量步或指定时间点输出；
 ④-1应力输出项，可选择输出节点应力、单元应力；
 ④-2应变输出项，可选节点应变、单元应变、等效节点/单元塑性应变等；
 ④-3位移/速度/加速度输出项，根据需要勾选；
 ⑤已选择的输出项会在“已选中的变量”列表中显示；
 ⑥点击“确定”完成场输出定义；
 ⑦输出列表中会显示已定义的输出项。

12.1.2 历史变量

历史变量用于输出少量单元或节点上的计算结果，用于生成 X-Y 图，以便对结果进行分析评价。在后处理之后进行历史输出。

①新建输出，名称可默认或自定义输入；类型选择历史变量；
 ②历史输出区域可选择整个模型或集合；
 ③输出频率可按均匀时间步、增量步或时间点等方式输出；
 ④选择需要输出的历史变量；
 ⑤在对应分量中选择需要输出的分量；
 ⑥列表中会显示已选中的输出分量；
 ⑦点“确定”完成历史变量的创建。

12.2 计算任务

创建计算任务，并进行求解选项设置后进行求解。

①新建计算任务，名称可默认或自定义输入；
②计算方式可选择计算当前“模型”或选择“输入文件”进行求解；
③工况列表中需要求解的工况；
④可选择已有工况来继承条件及设置；

⑤是否重新启动，用于迭代失败时是否自动重新启动计算；
⑥选择并行计算方式和核心数，CPU或GPU；
⑦计算精度选择，单精度或双精度；
⑧点确定完成计算任务的创建并显示在任务列表
⑨选择要计算的任务，并点击“求解”启动计算

十三、拓扑优化

拓扑优化（topology optimization）是一种根据给定的负载情况、约束条件和性能指标，在给定的区域内对材料分布进行优化的数学方法，是结构优化的一种。MxSim 支持对结构进行拓扑优化。

① 点击“拓扑优化”图标；

②-1 设计域选择：通过截面属性、通过集合、通过零件；

③-1 优化响应选择：柔度、频率、体积分数、应力；

④-1 优化约束选择：Flexibility Volume_R；

⑤-1 优化目标选择：最小化、最大化、最小化最大值、最大化最小值；

拓扑优化步骤：

① 点击“拓扑优化”图标；

② 创建设计域，点“+”添加设计域；

②-1 设计域定义方式，可以选择通过“截面属性”（单元属性）创建，也可通过“集合”“零件”创建设计域；

③ 优化响应参数创建，点“+”添加响应参数；

③-1 参数类型可选“柔度”（刚度的反义）、“频率”（模态分析）、“体积分数”、“应力”等；可以创建多个优化响应参数，用于定义约束条件和优化目标。

④ 优化约束条件的创建，点“+”创建约束条件；

④-1 约束响应可在已创建的“优化响应参数”中选择，选择参数后，设置响应的边界值（最大、最小），点“确定”完成创建；

⑤ 优化目标的创建，点“+”创建优化目标；

⑤-1 优化目标可在已创建的“优化响应参数”中选择，选择参数后，方式可选“最小化”、“最大化”、“最小化最大值”、“最大化最小值”等，点“确定”完成创建；

⑥ 点击“确定”完成拓扑优化任务的创建；

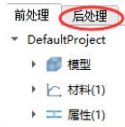
⑦ 优化任务列表中显示已经创建的优化任务。

十四、后处理

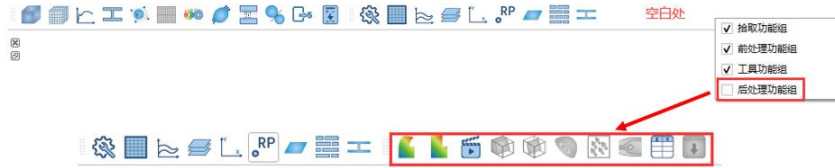
求解完成后，需要对所求出的解根据有关准则进行分析和评价。后处理使用户能简便提取信息，了解计算结果。

求解成功后，MxSim 会自动跳至“后处理”界面。

进入后处理
求解成功完成后，软件会自动跳转至后处理
在模型树中点选“后处理”也可转至后处理

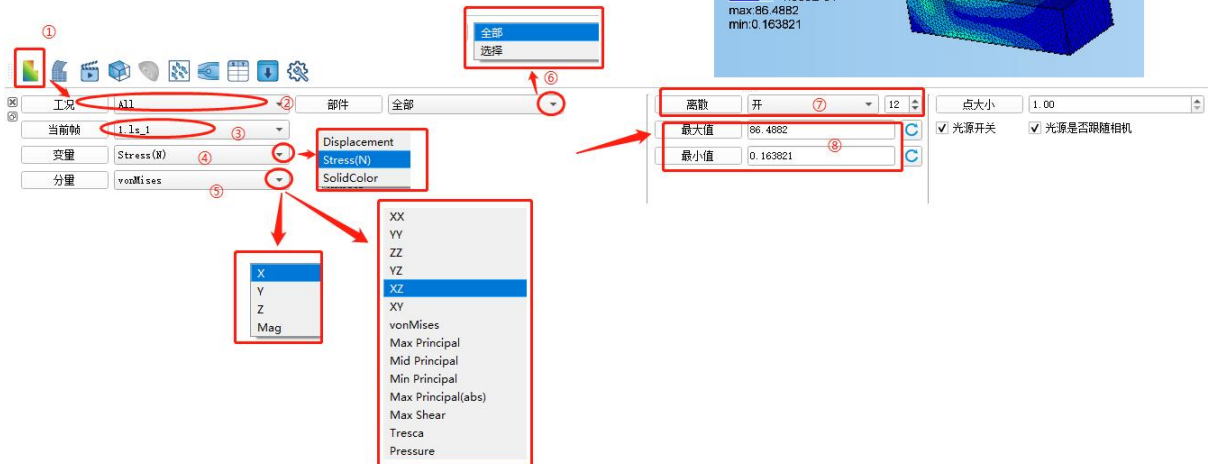


调出“后处理工具栏”
在功能面板“工具栏”的任意“空白处”单击鼠标“右键”，勾选后调出

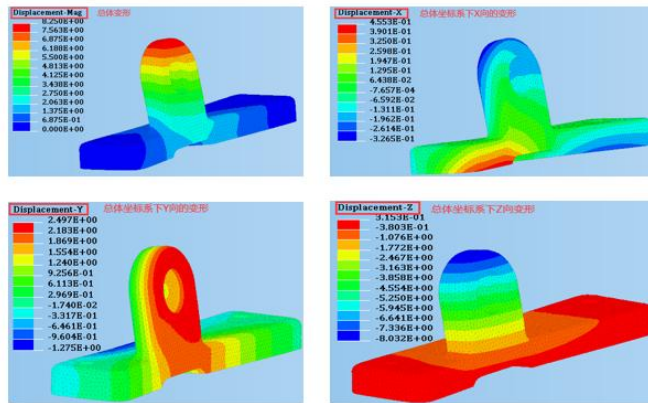


14.1 云图窗口

- ① 求解完成后软件会自动跳至后处理”云图”窗口
- ② 如有多种工况，可在此栏进行切换要显示的工况
- ③ 可切换显示当前帧
- ④ 选择要显示的变量类别：位移或应力（或根据场输出定义选择）
- ⑤ 根据需求显示相应的变量的分量
- ⑥ 显示部件的控制，可显示“全部模型”或选择某个或某些零部件的结果
- ⑦ 云图颜色层次控制，默认12，最高可调至30
- ⑧ 当前视窗中显示的变量-分量结果的最大最小值



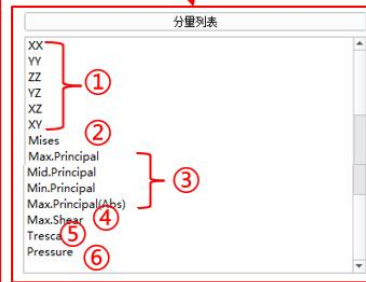
14.1.1 位移变量



14.1.2 应力变量

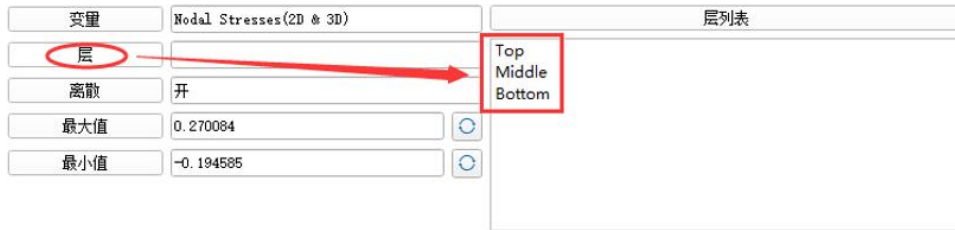


- ①节点或单元的“切应力”分量
- ②Mises应力，也叫等效应力，标量，对于一般的弹性材料（金属材料），一般查看该应力，基于第四强度理论进行失效判定
- ③单元或节点的主应力，对于脆性材料（铸铁、石料、混凝土等），基于第一强度理论，一般提取第一主应力（最大主应力）
- ④最大剪应力，基于第三强度理论，偏安全，一般用于压力容器（安全第一）的失效判定
- ⑤Tresca，又叫Tresca屈服准则，一般用于最大剪应力引起屈服时的失效判定；
- ⑥Pressure，等效压应力，一般用于查看接触面的压力，正表示压应力，负表示拉应力。

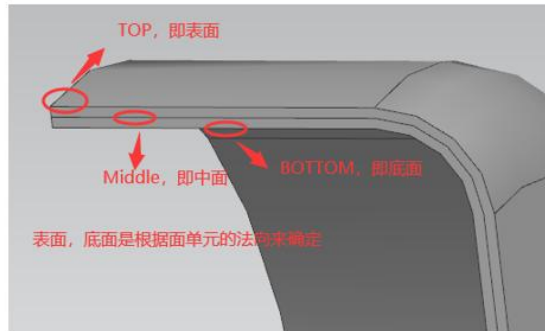


14.1.3 后处理云图设置-层

该选项在分析对象包含二维平面单元时可用。



查看二维板壳单元的层间结果



14.2 变形图

- ① 点击“变形”图标，进入构型显示和变形设置页
- ② 可选择“仅显示变形后”、“仅显示变形前”或“同时显示变形前和变形后”
- ③ 变形类型及比例设置，可选择结果的变形缩放比例沿各坐标轴方向一致或不一致缩放
- ④ 结果变形缩放比例一致时，根据需求输入整体的变形系数即可
- ⑤ 结果变形缩放比例不一致，分别根据需求输入结果沿各个坐标轴方向的缩放比例
- ⑥ 点击“确定”完成后处理变形显示设置

