多体系统动力学仿真

UM 软件强基训练系列教程

(05)

四川同算科技有限公司

2022 年 6 月

《UM 软件强基训练系列教程》面向具有 UM 软件使用基础的用户，作为对《UM 软件入门系列教程》和《UM 培训教程》的补充和强化，教程中使用的部分例子取自 UM 软件自带的模型。

希望读者重视基础，勤加练习，多多思考，相信通过每一次练习都能有所收获。

本例模型路径：*C:\Users\Public\Documents\UM Software Lab\Universal Mechanism\9\SAMPLES\Mechanisms\ds*

目录

1 UM Input 建模过程

1.1 建立几何模型

SceneImage：由两个 Cone、两个 Plate 和四个 Box 组成，颜色为红色。

Cone1 Parameters：R2=R1=0.02 (m)，h=0.02 (m)。

GE Position：沿 Z 轴移动-0.01 (m)。

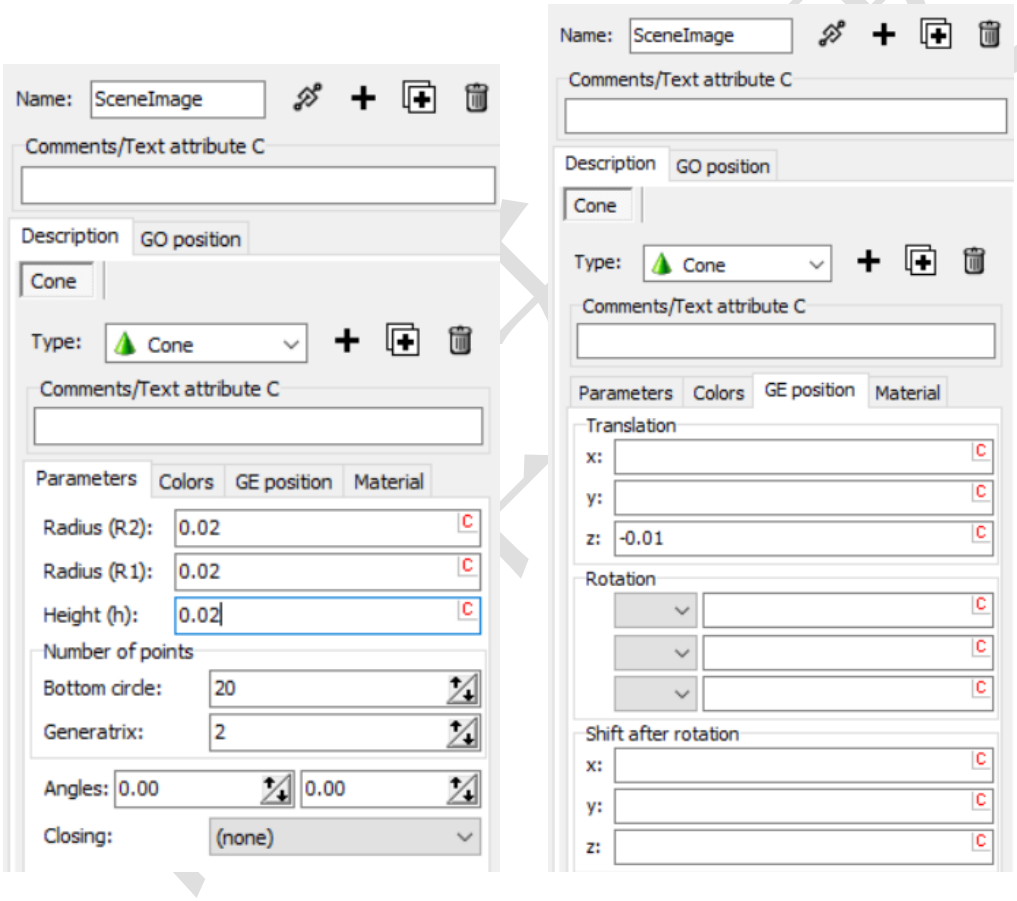
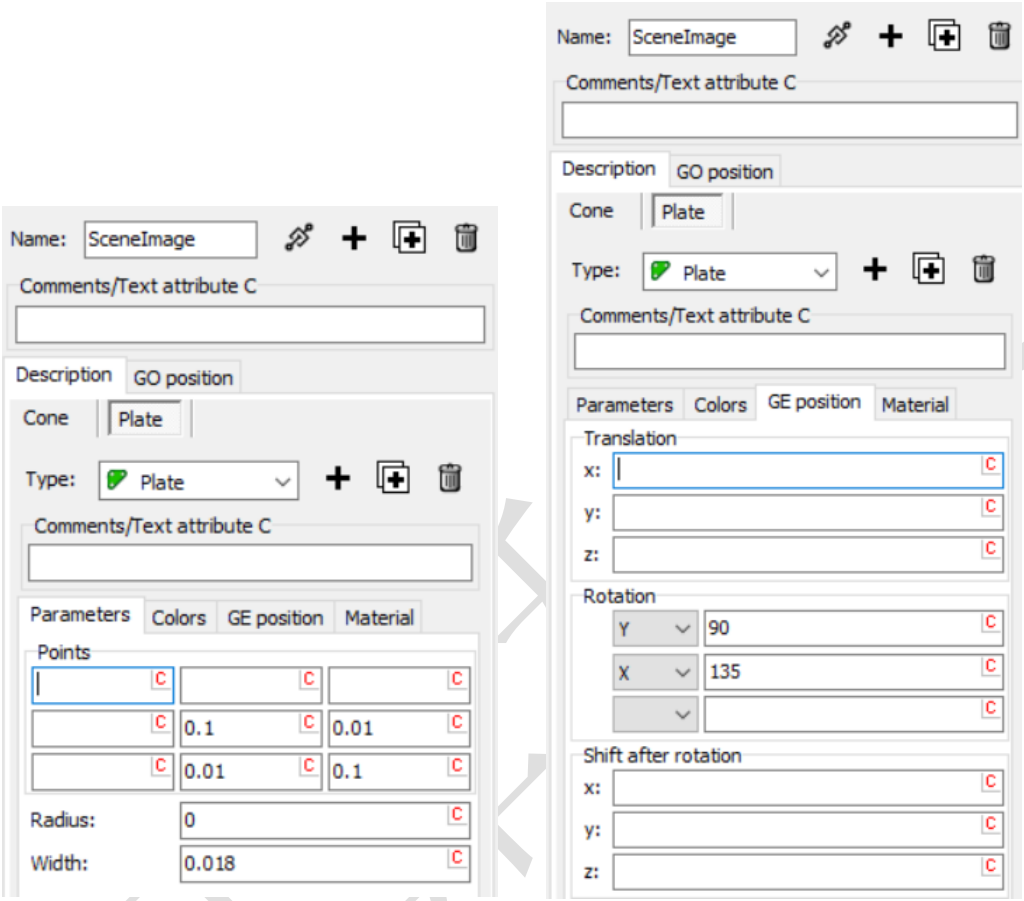


Plate1 Parameters：Points：(0，0，0)、(0，0.1，0.01)、(0，0.01，0.1)，Radius=0 (m)，Width=0.018 (m)。

GE Position：先绕 Y 轴旋转 90 (°)，再绕 X 轴旋转 135 (°)。



复制 Cone1，生成 Cone2。

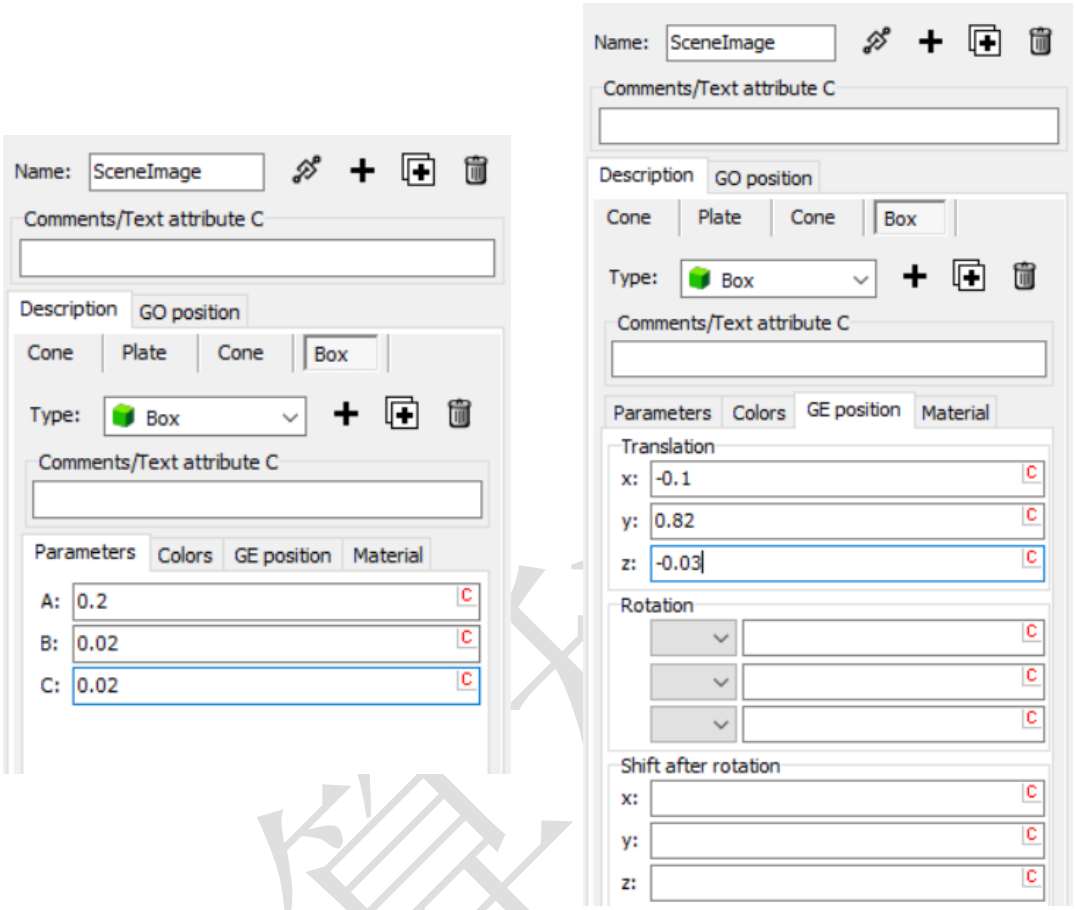
Cone2 GE Position：保持沿 Z 轴移动量不变，添加沿 Y 轴移动-0.8 (m)。

复制 Plate1，生成 Plate2。

Plate2 GE Position：保持绕 Y 轴和 X 轴的旋转角度不变，添加沿 Y 轴移动-0.8 (m)。

Box1 Parameters：A=0.2 (m)，B=0.02 (m)，C=0.02 (m)。

GE Position：沿 X 轴、Y 轴和 Z 轴分别移动-0.1 (m)、0.82 (m)和-0.03 (m)。



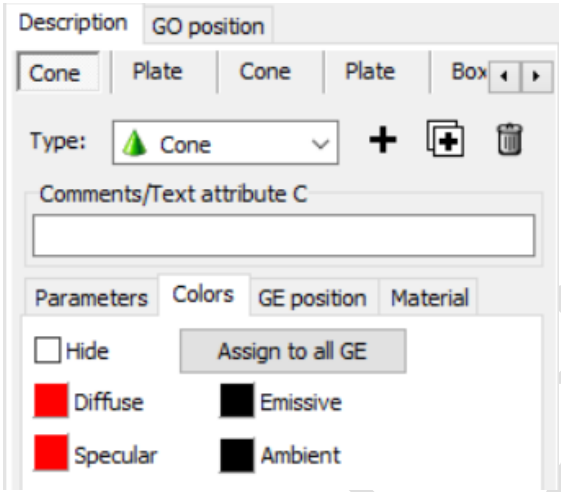
复制 3 次 Box1，生成 Box2、Box3、Box4。

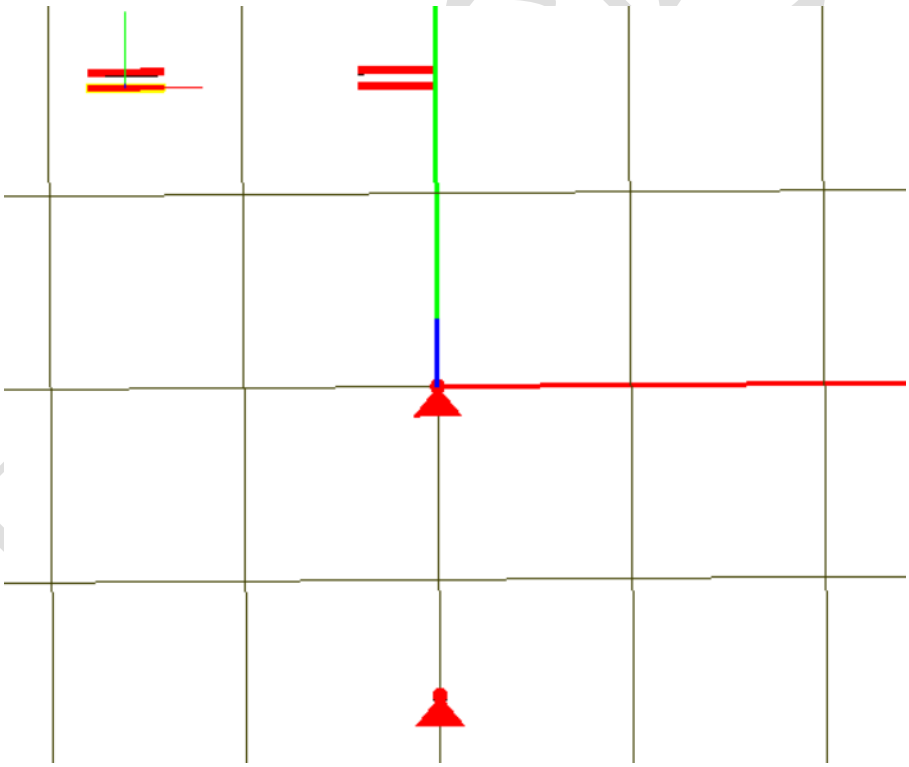
Box2 GE Position：沿 Y 轴移动修改为 0.78 (m)，其余不变。

Box3 GE Position：沿 X 轴移动修改为-0.8 (m)，其余不变。

Box4 GE Position：沿 X 轴、Y 轴移动分别修改为-0.8 (m)和 0.78 (m)，其余不变。

在任意 GE 的 Colors 页面，设置颜色为红色，再点击 Assign to all GE，这样 **SceneImage** 中所有图形元素都为红色。

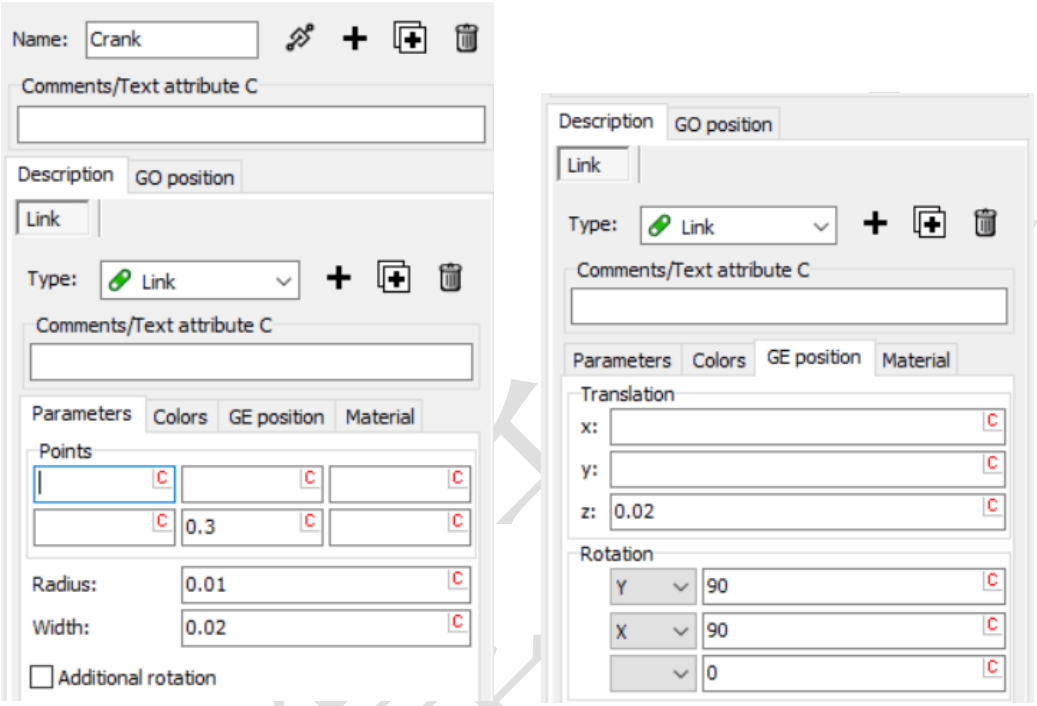




Crank：由 1 个 Link 和 1 个 Cone 组成，颜色为紫色。

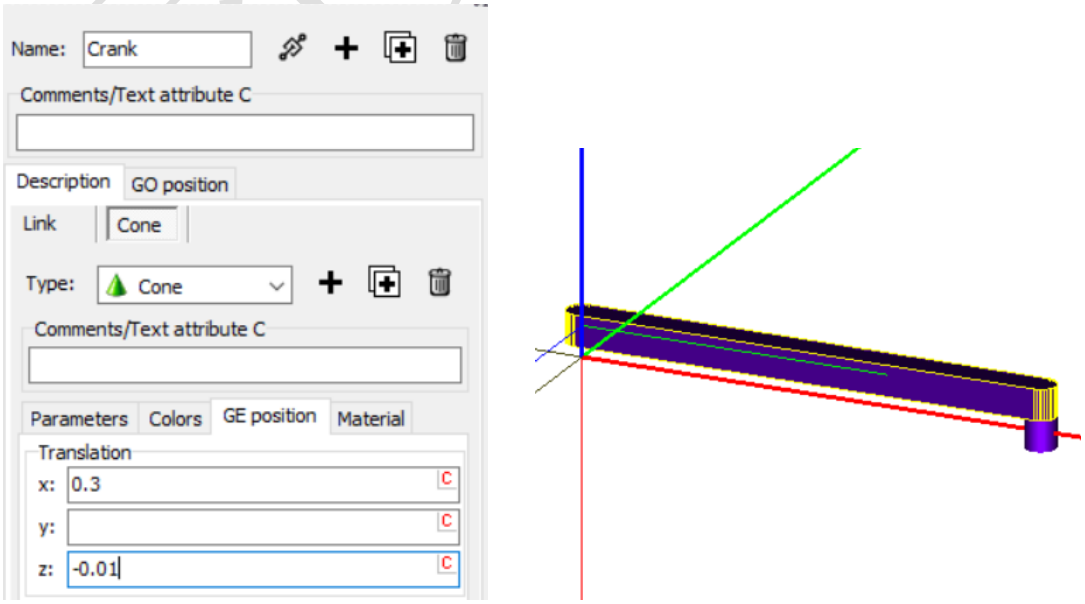
Link Parameters：Points：(0，0，0)、(0，0.3，0)，Radius=0.01 (m)，Width=0.02 (m)。

GE Position：先沿 Z 轴移动 0.02 (m)，绕 Y 轴转动 90 (°)，再绕 X 轴转动 90 (°)。



Cone Parameters：R2=R1=0.01 (m)，h=0.02 (m)。

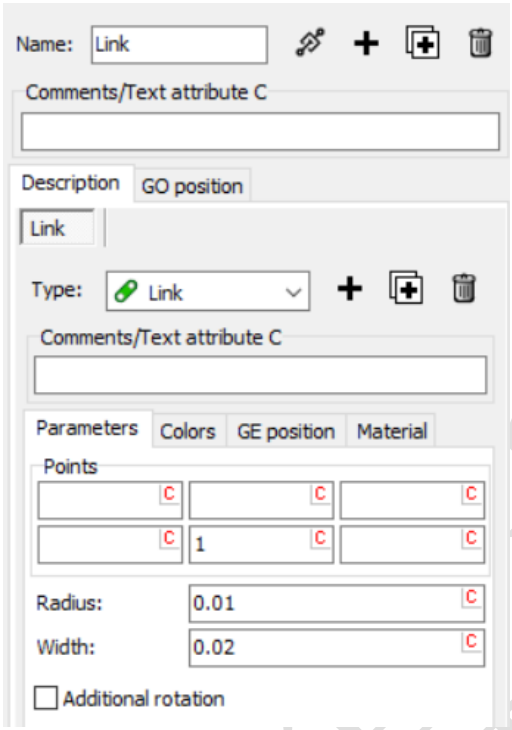
GE Position：沿 X 轴移动 0.3 (m)，沿 Z 轴移动-0.01 (m)。

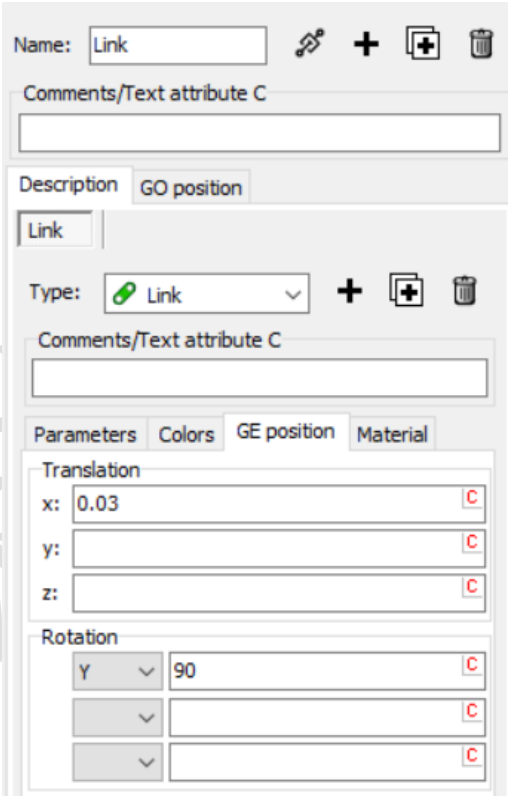


Link：由 6 个 Link 组成，颜色为绿色。

Link1 Parameters：Points：(0，0，0)、(0，1，0)，Radius=0.01 (m)，Width=0.02 (m)。

GE Position：沿 X 轴移动 0.03 (m)，再绕 Y 轴转动 90 (°)。





复制 Link1，生成 Link2。

Link2 GE Position：沿 X 轴移动修改为-0.03 (m)，其余不变。

复制 Link2，生成 Link3。

Link3 Parameters：Points：(0，0，0)、(0，0.06，0)。

GE Position：添加绕 X 轴旋转 90 (°)，其余不变。

复制 Link3，生成 Link4。

Link4 GE Position：添加沿 Y 轴移动 1 (m)，其余不变。

复制 Link4，生成 Link5。

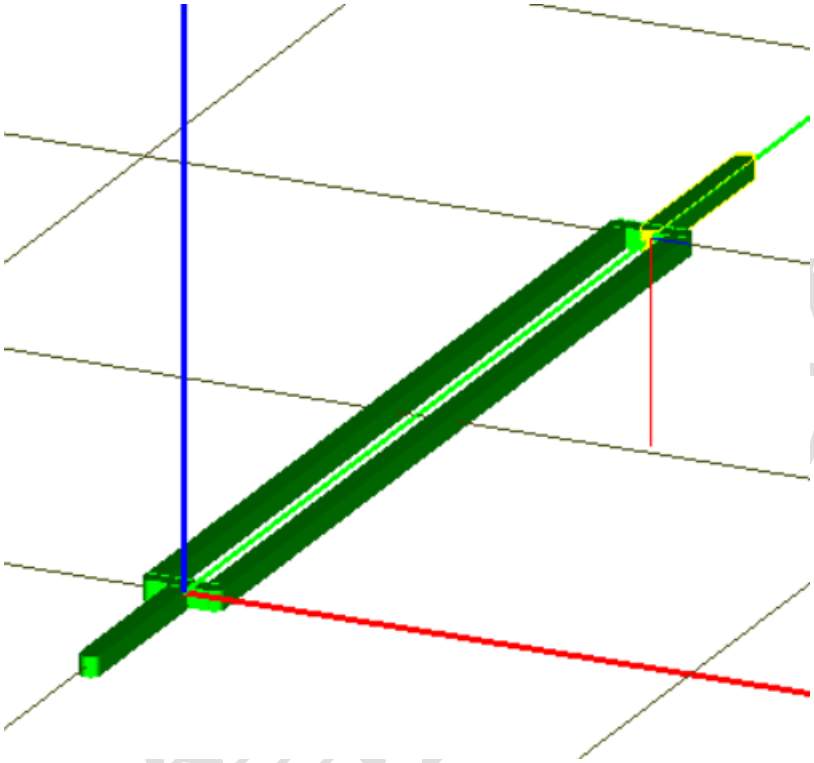
Link5 Parameters：Points：(0，0，0)、(0，0.2，0)。

GE Position：删除 X 轴方向的移动和转动，Y 轴移动修改为-0.2 (m)。

复制 Link5，生成 Link6。

Link6 GE Position：沿 Y 轴移动修改为 1 (m)，其余不变。

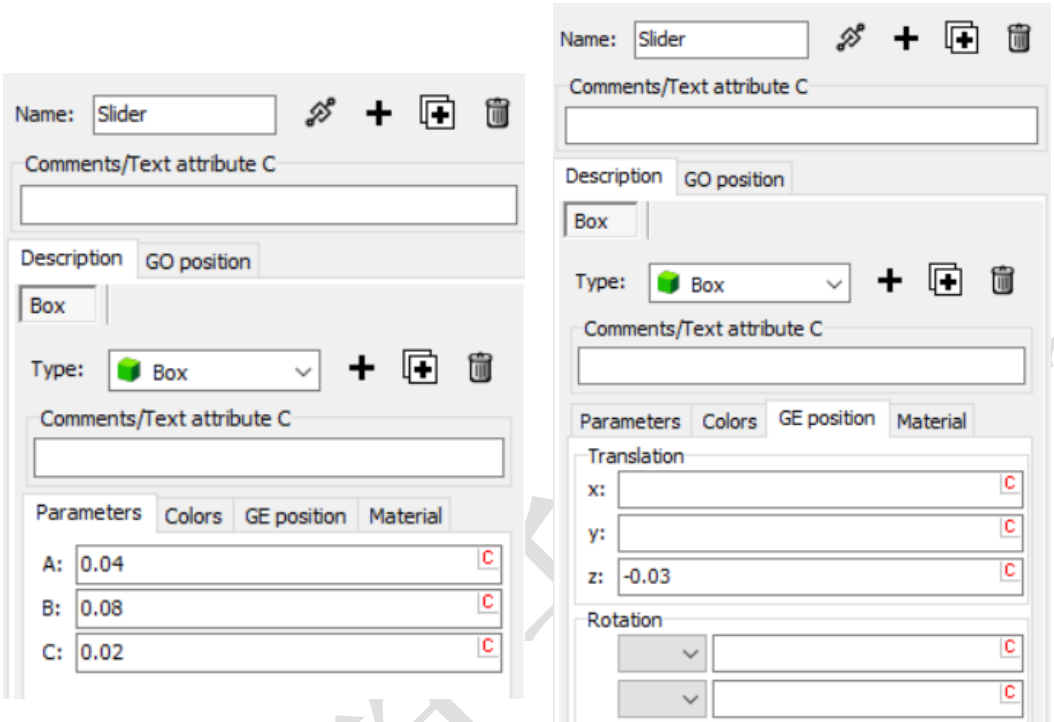
使用 Assign to all GE 功能将 **Link** 颜色设置为绿色。

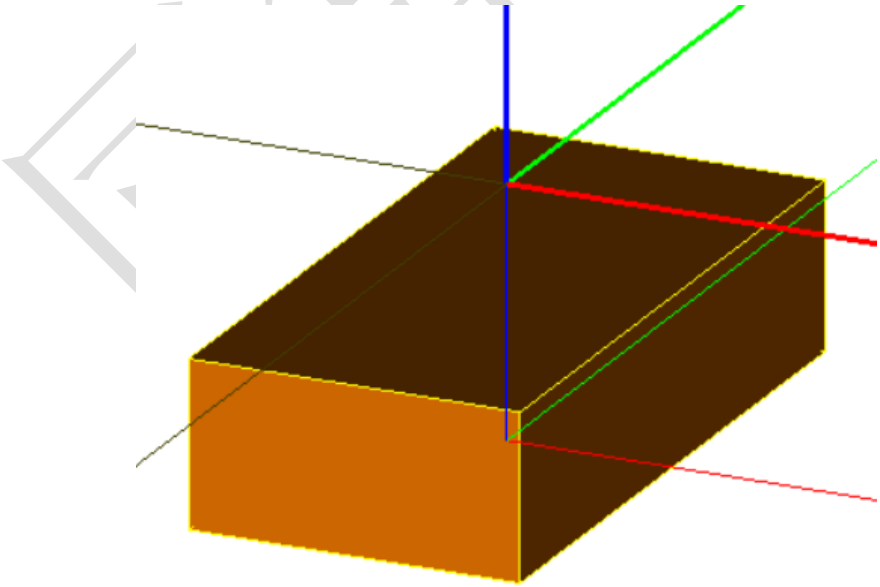


Slider：由 1 个 Box 组成，颜色为棕黄色。

Box Parameters：A=0.04 (m)，B=0.08 (m)，C=0.02 (m)。

GE Position：沿 Z 轴移动-0.03 (m)。

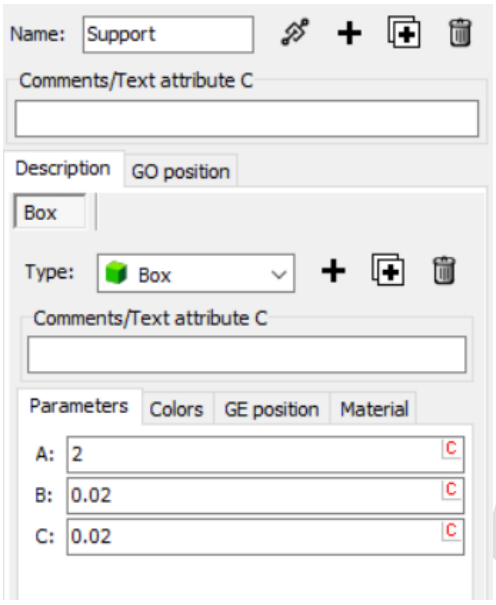




Support：由 1 个 Box 和 1 个 Plate 组成，颜色为棕绿色。

Box Parameters：A=2 (m)，B=0.02 (m)，C=0.02 (m)。

GE Position：沿 Z 轴移动-0.03 (m)。



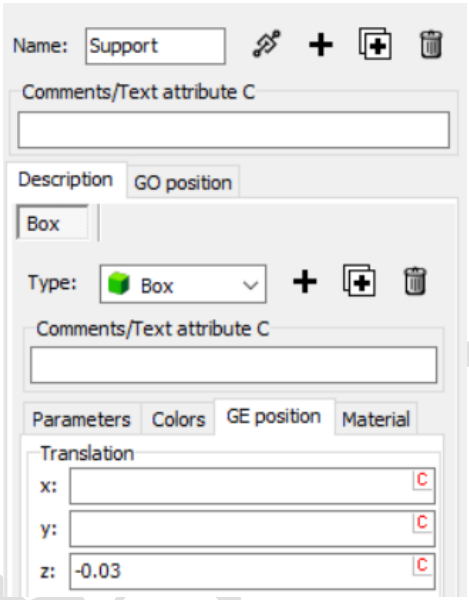
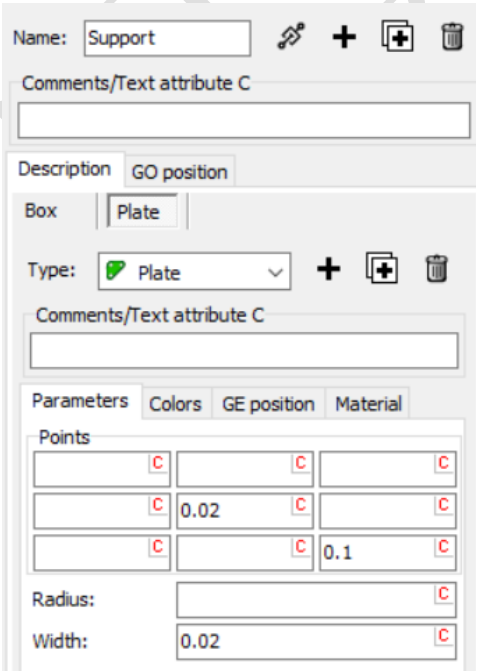
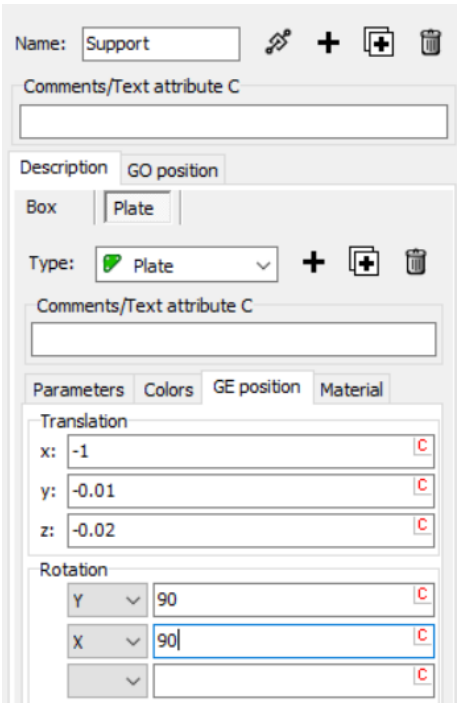
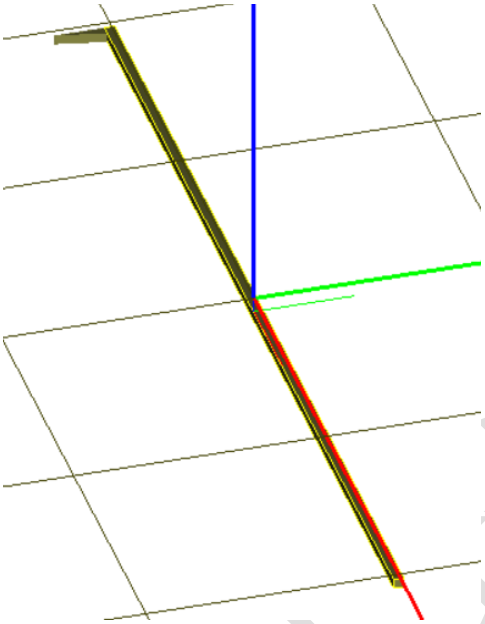


Plate Parameters：Points：(0，0，0)、(0，0.02，0)、(0，0，0.1)，Radius=0，Width=0.02(m)。

GE Position：先沿 X 轴、Y 轴和 Z 轴分别移动-1 (m)、-0.01 (m)和-0.02 (m)，再依次绕 Y 轴和 X 轴旋转 90 (°)。



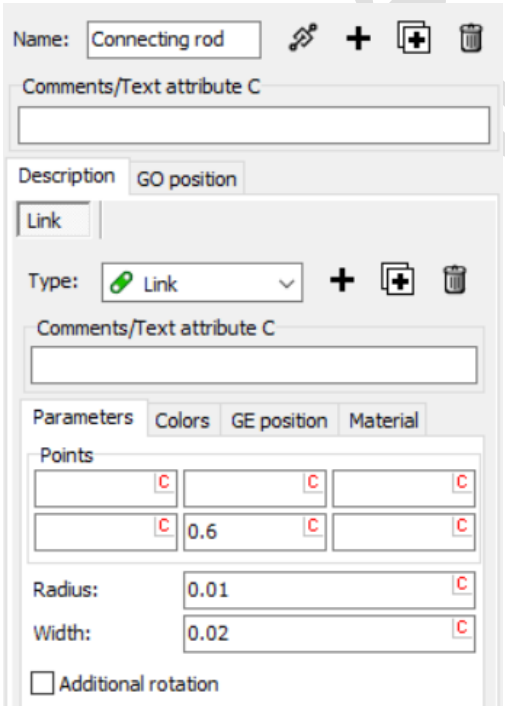


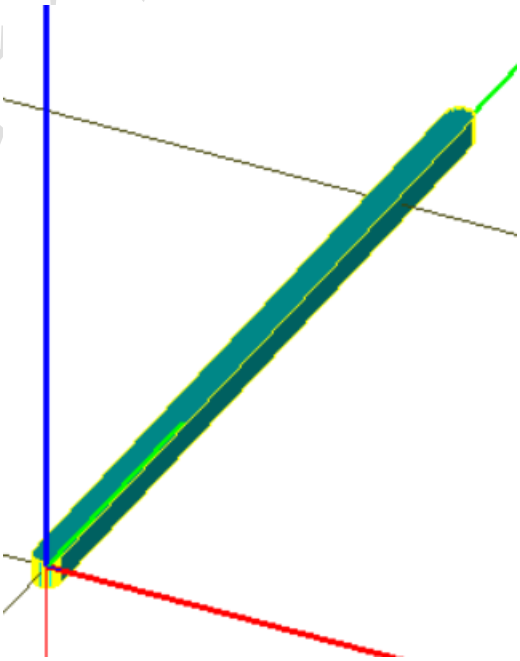


Connecting rod：由 1 个 Link 组成，颜色为浅蓝色。

Link Parameters：Points：(0，0，0)、(0，0.6，0)，Radius=0.01 (m)，Width=0.02 (m)。

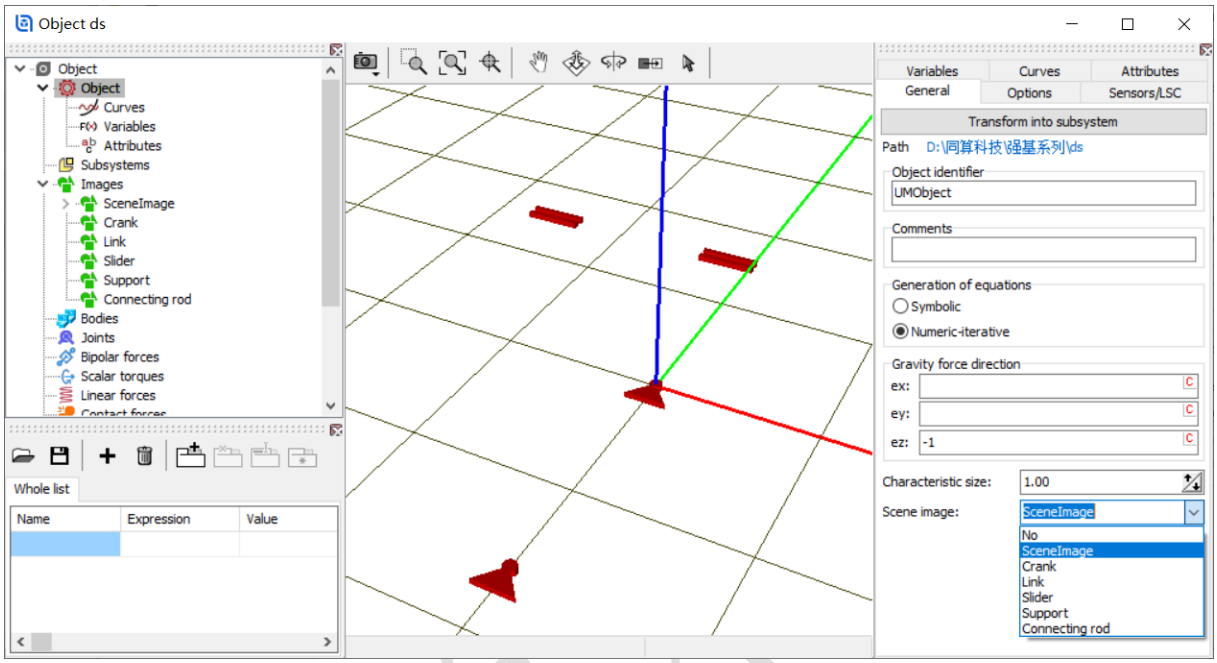
GE Position：绕 Y 轴旋转 90 (°)。



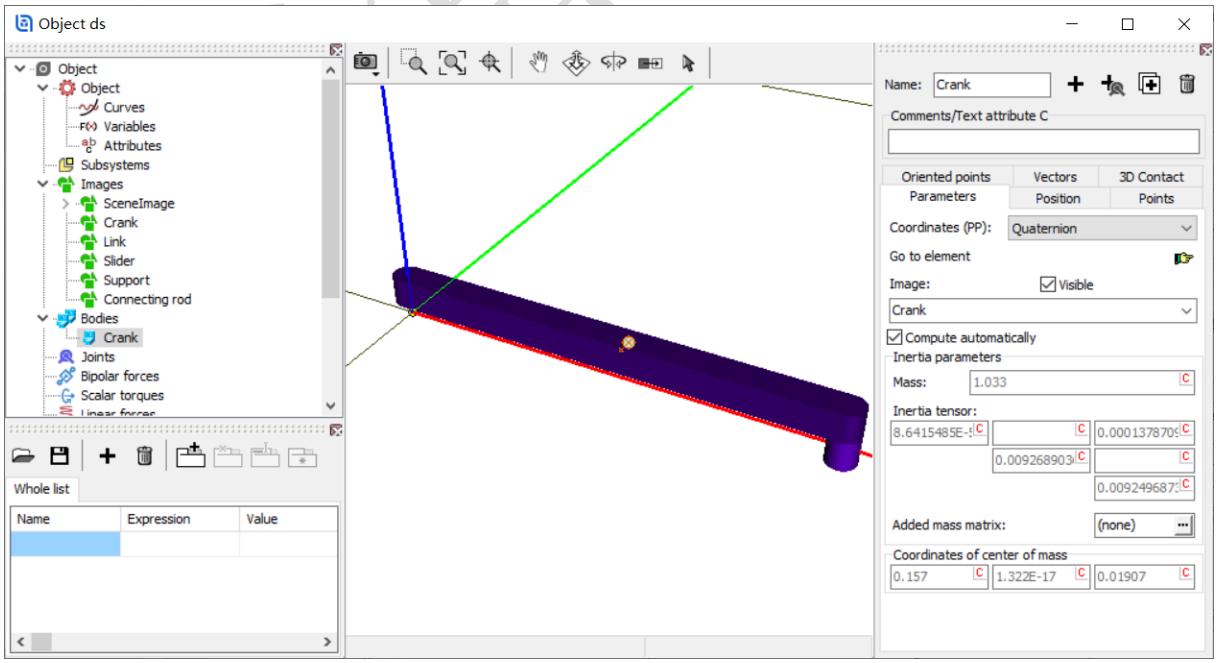


1.2 定义刚体参数

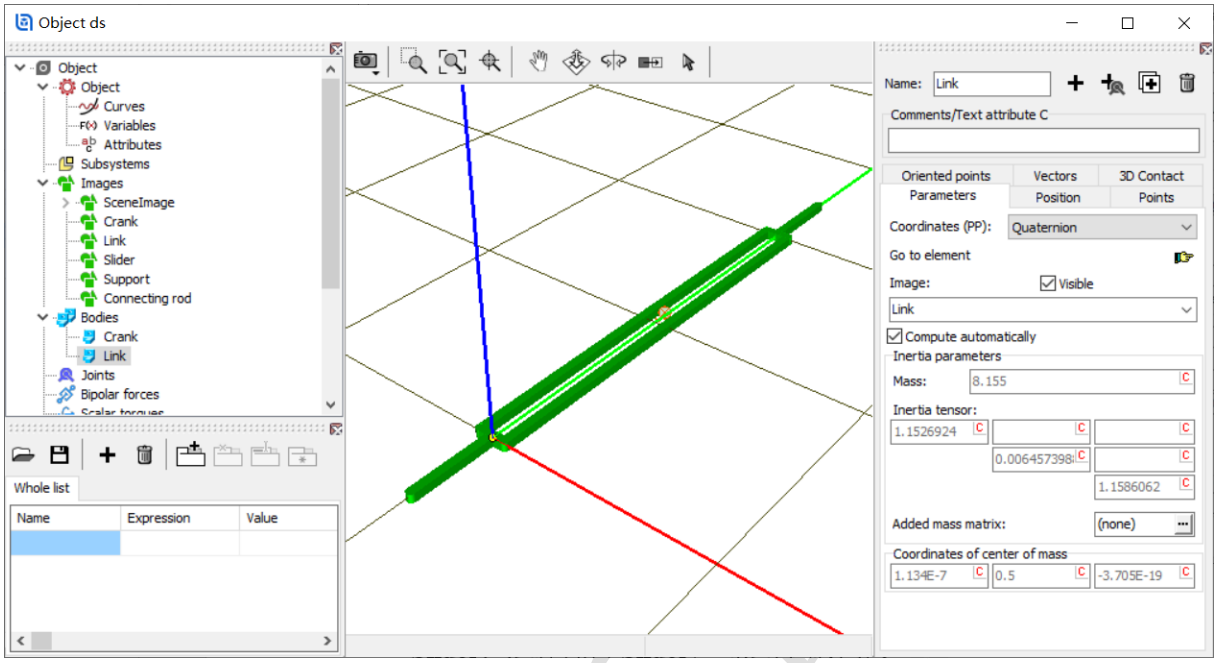
Base0：Base0 是每个 UM 多体系统中固有的零号物体，不需要单独创建，可以赋予几何图形，如下图，将 **SceneImage** 赋给 Base0，即作为 Scene image。



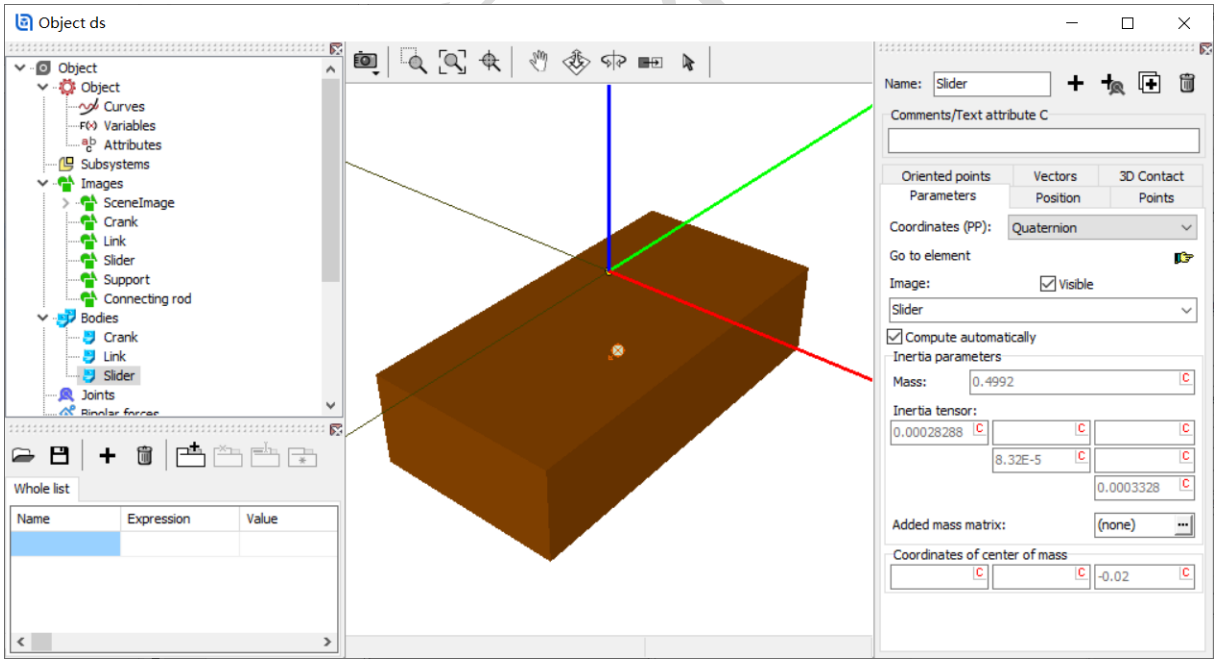
Crank：选择几何 **Crank**，勾选自动计算，计算质量、转动惯量和质心。



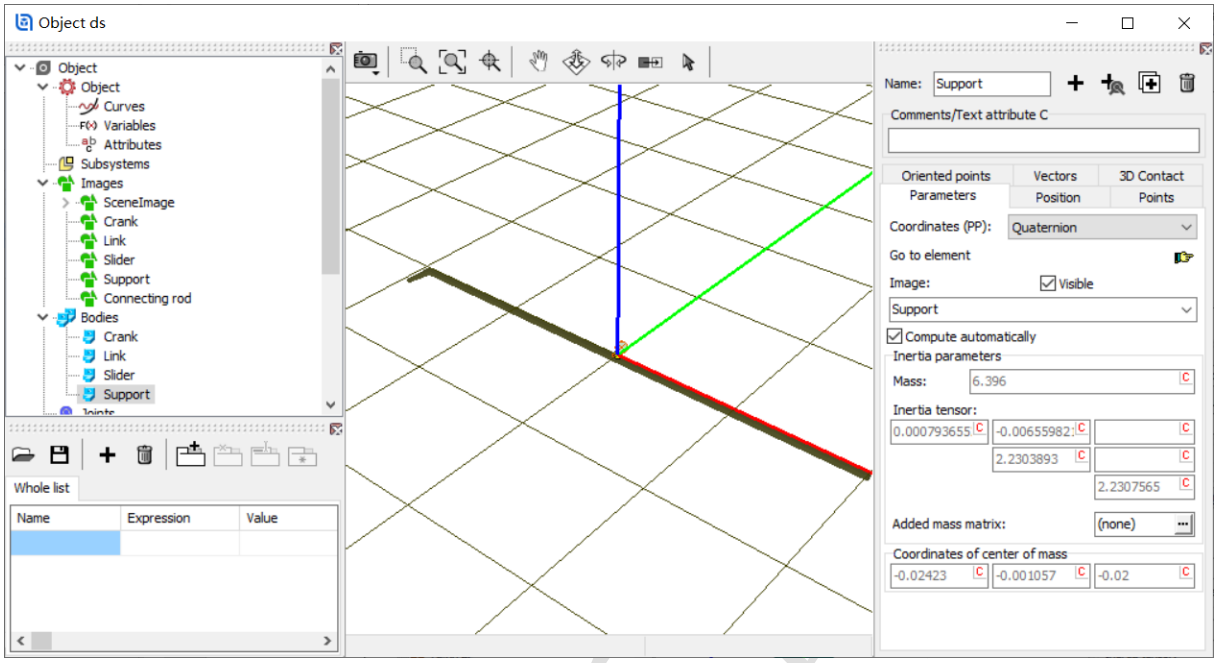
Link：选择几何 **Link**，勾选自动计算。



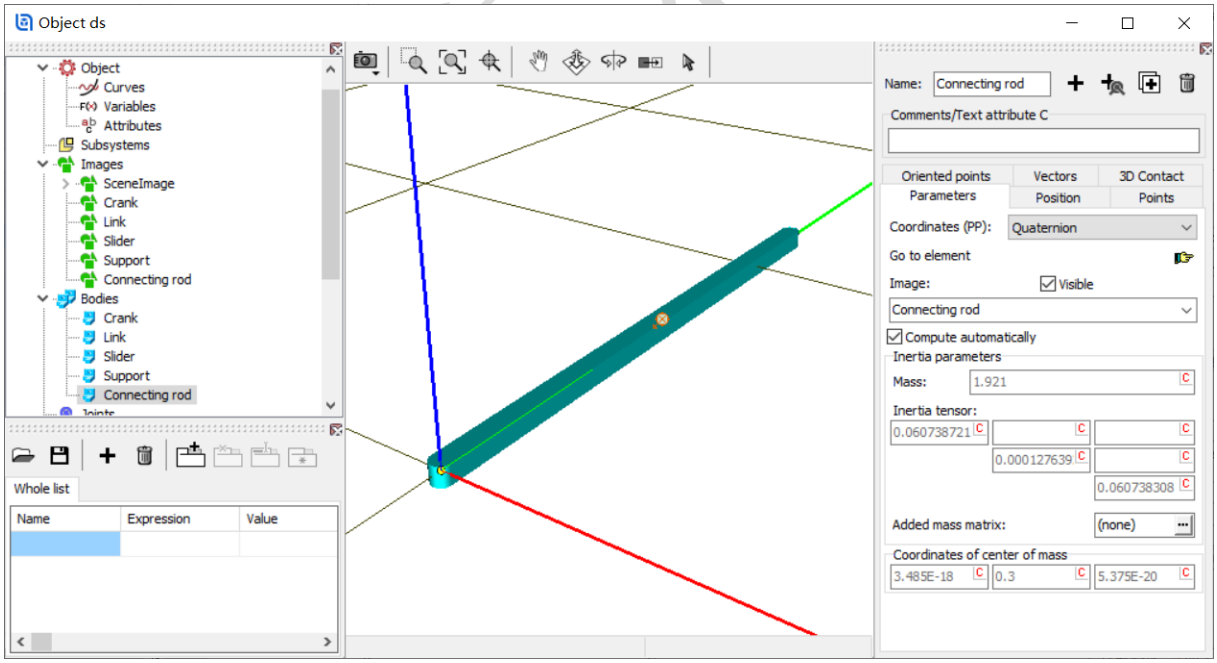
Slider：选择几何 **Slider**，勾选自动计算。



Support：选择几何 **Support**，勾选自动计算。



Connecting rod：选择几何 **Connecting rod**，勾选自动计算。



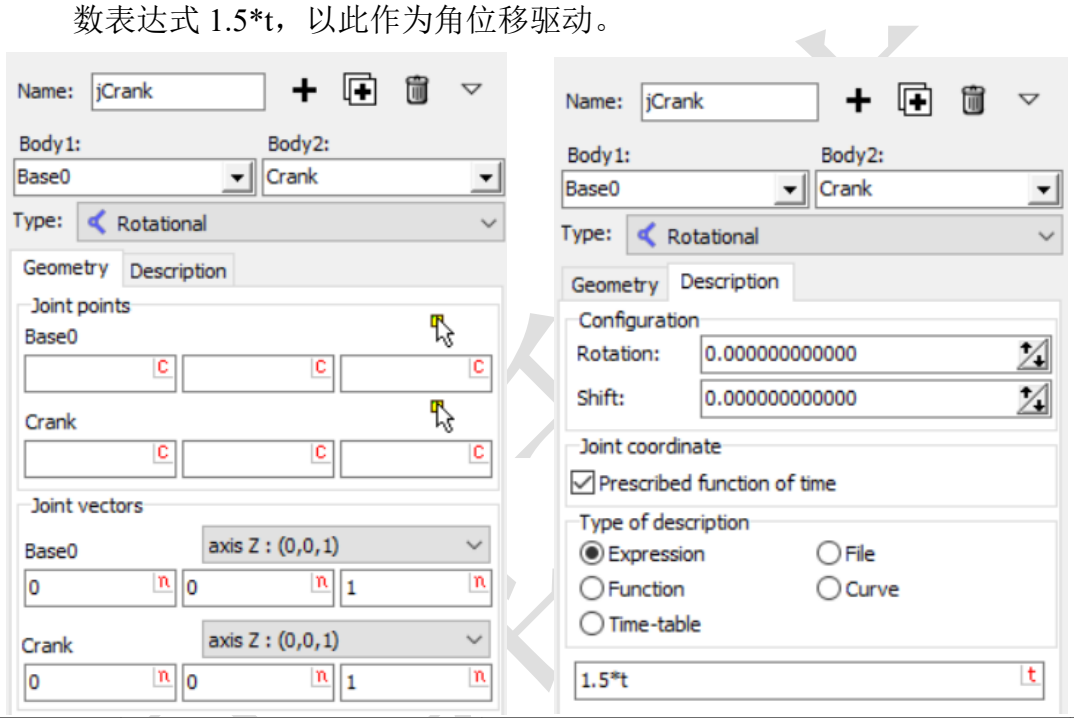
1.3 描述铰

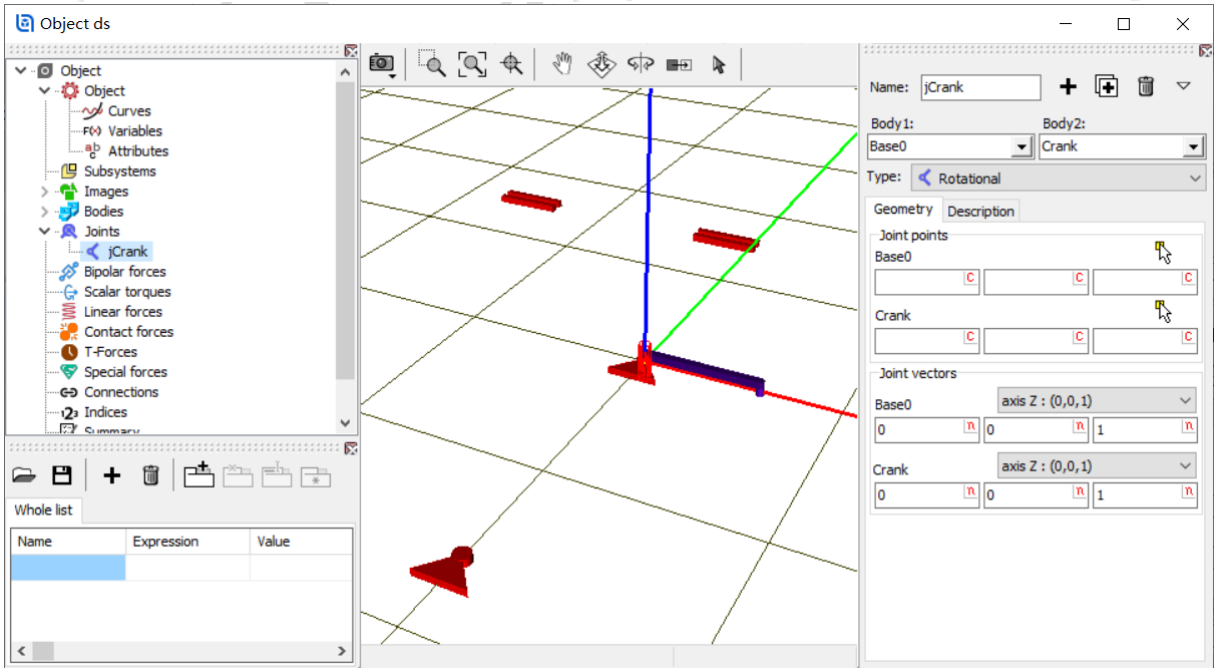
jCrank：选择 **Base0** 作为铰的 1 号物体，**Crank** 为 2 号物体，类型为 Rotational。

Joint points（0，0，0）和（0，0，0）；

Joint vectors（0，0，1）和（0，0，1）；

Description：勾选 Prescribed function of time，选择 Expression 类型，定义函数表达式 1.5*t，以此作为角位移驱动。



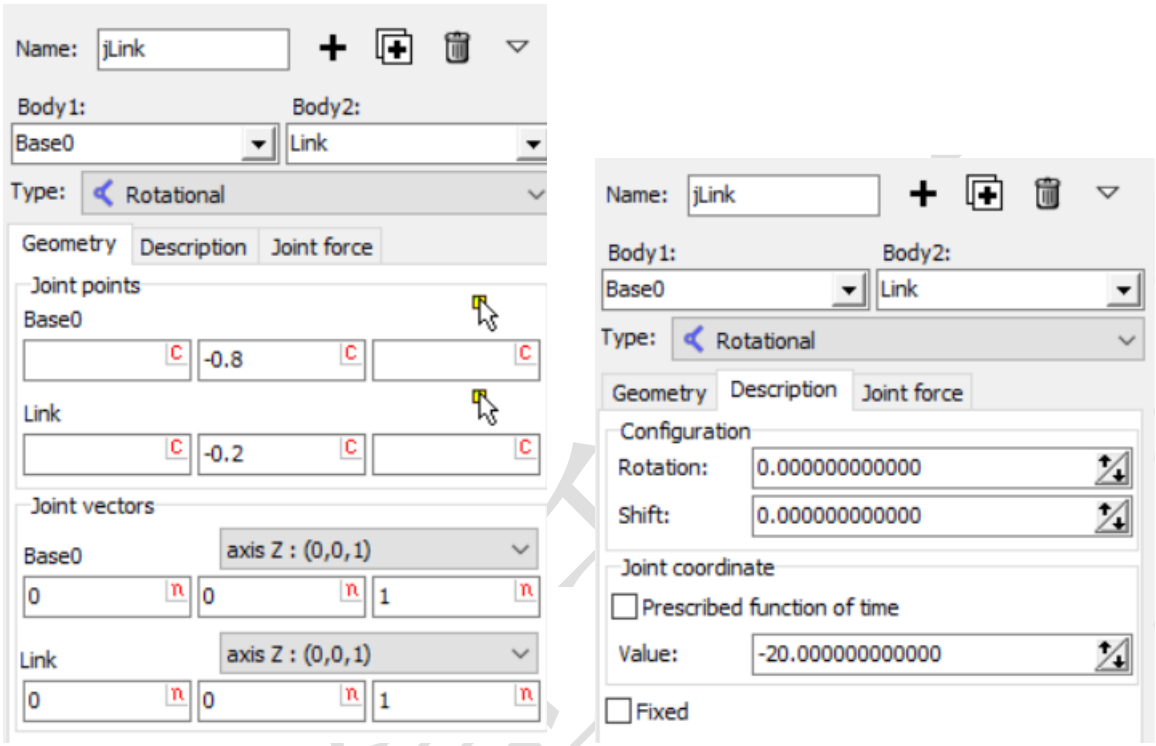


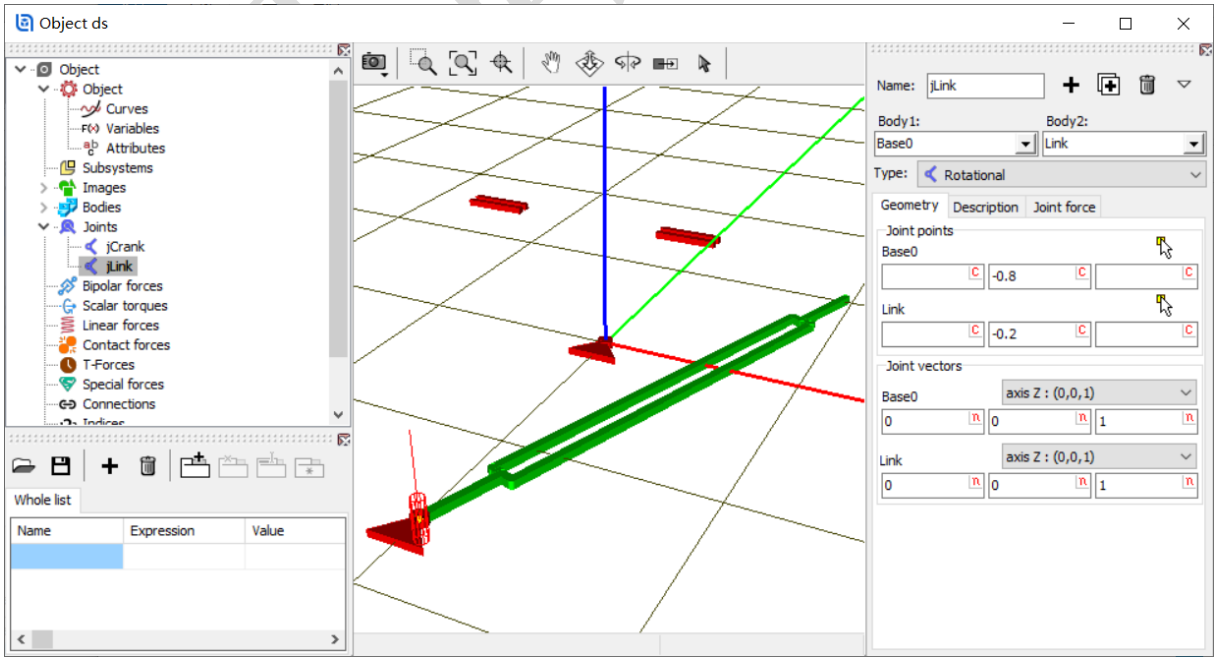
jLink：选择 **Base0** 作为铰的 1 号物体，**Link** 为 2 号物体，类型为 Rotational。

Joint points（0，-0.8，0）和（0，-0.2，0）；

Joint vectors（0，0，1）和（0，0，1）；

Description：在 Value 处输入-20 (°)，作为初始条件。



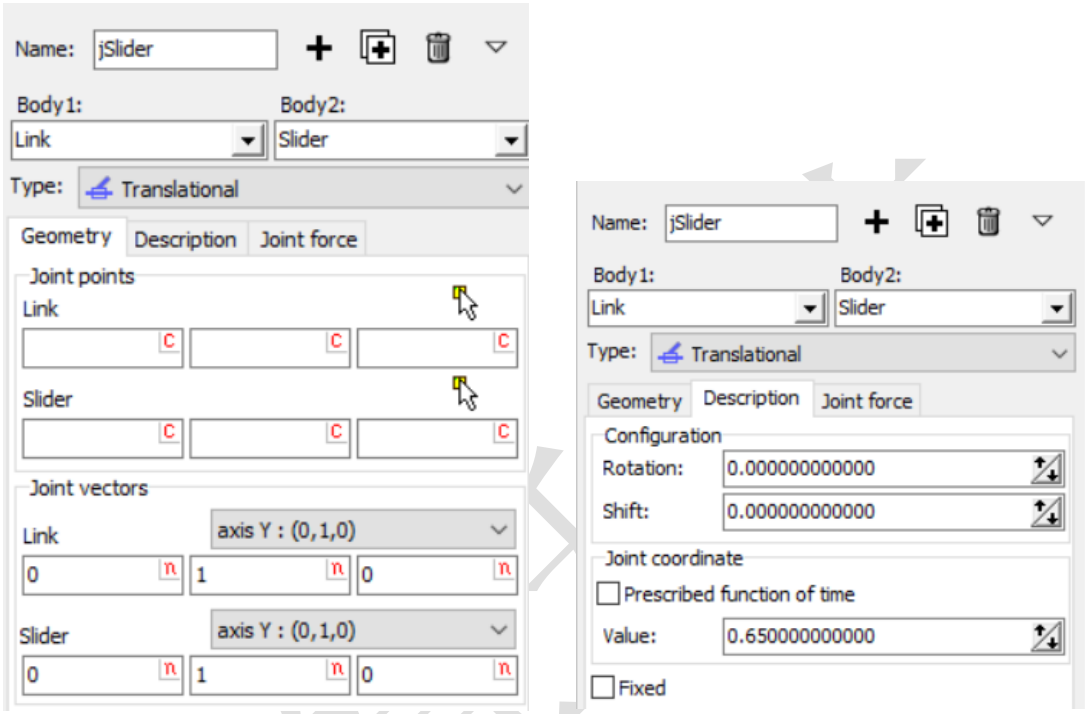


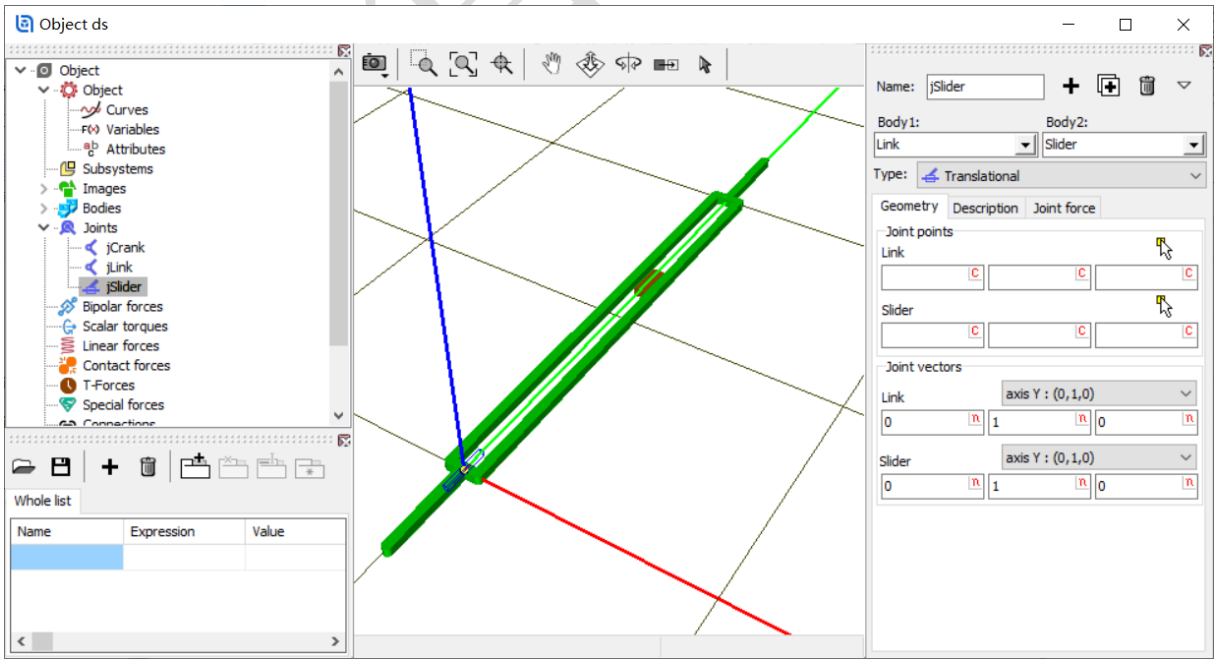
jSlider：选择 **Link** 作为铰的 1 号物体，**Slider** 为 2 号物体，类型为 Translational。

Joint points：（0，0，0）和（0，0，0）；

Joint vectors：（0，1，0）和（0，1，0）；

Description：在 Value 处输入 0.65 (m)，作为初始条件。



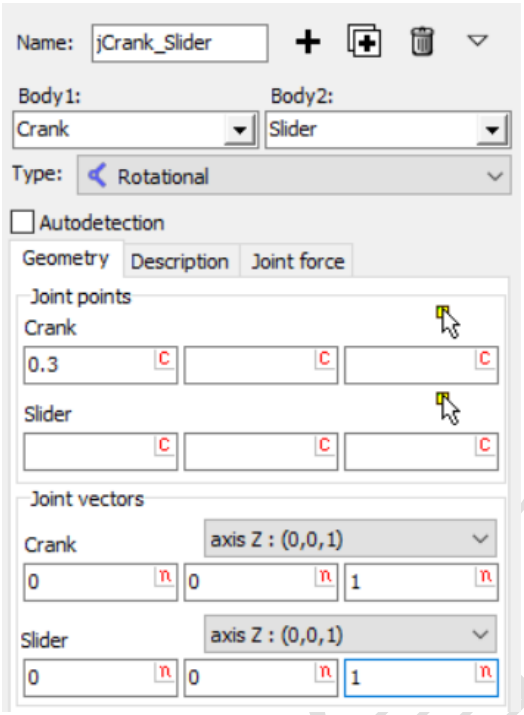


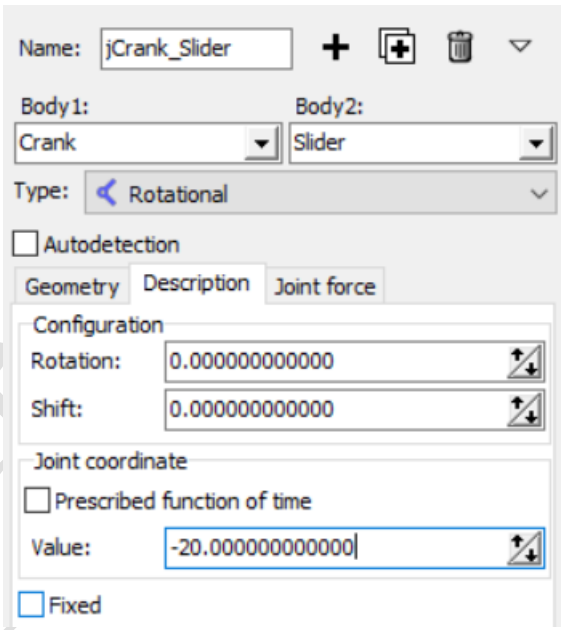
jCrank_Slider：选择 **Crank** 作为铰的 1 号物体，**Slider** 为 2 号物体，类型为 Rotational。

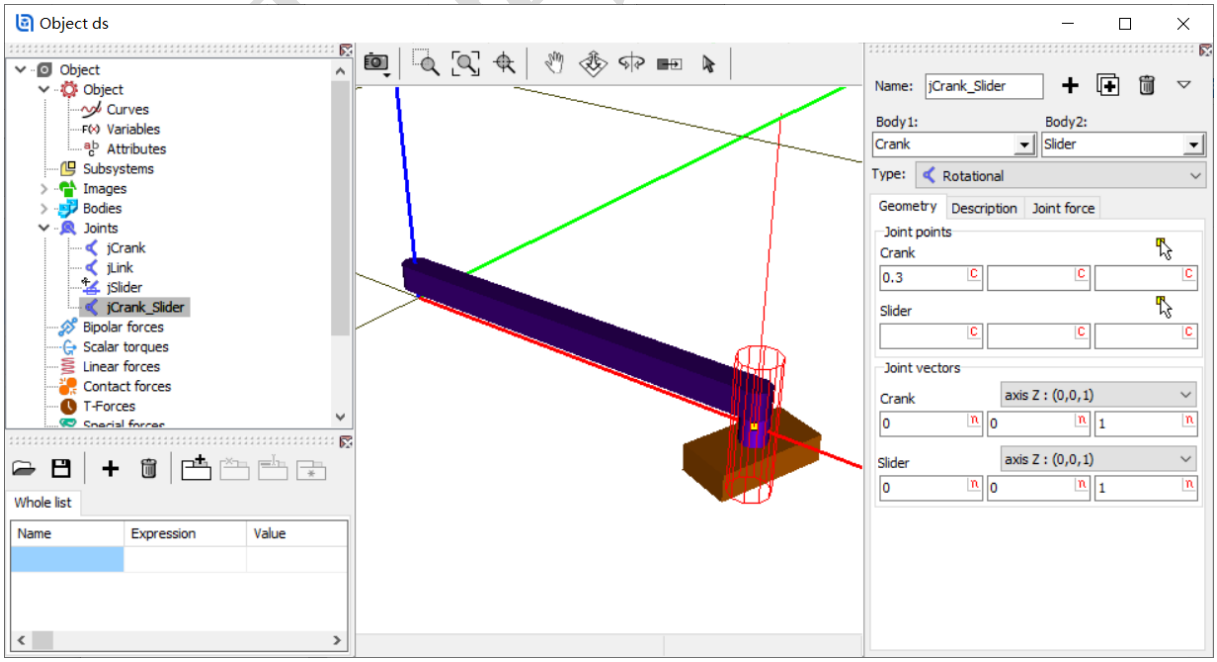
Joint points：（0.3，0，0）和（0，0，0）；

Joint vectors：（0，0，1）和（0，0，1）；

Description：在 Value 处输入-20 (°)，作为初始条件。



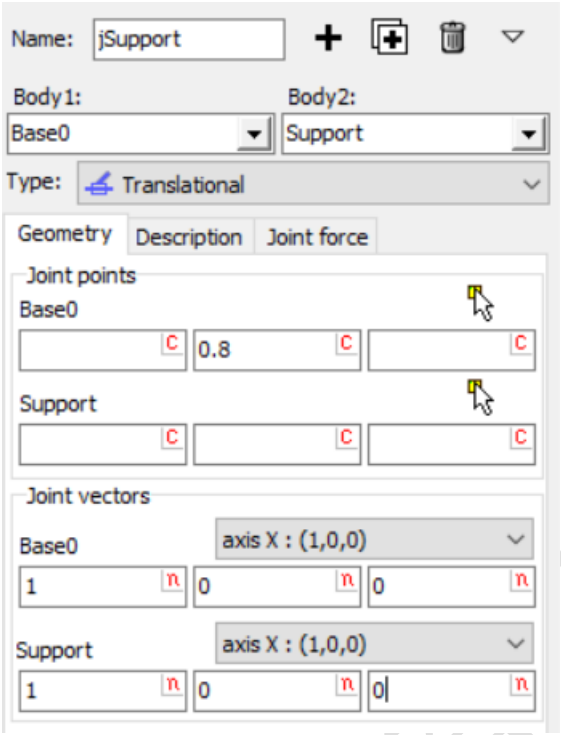


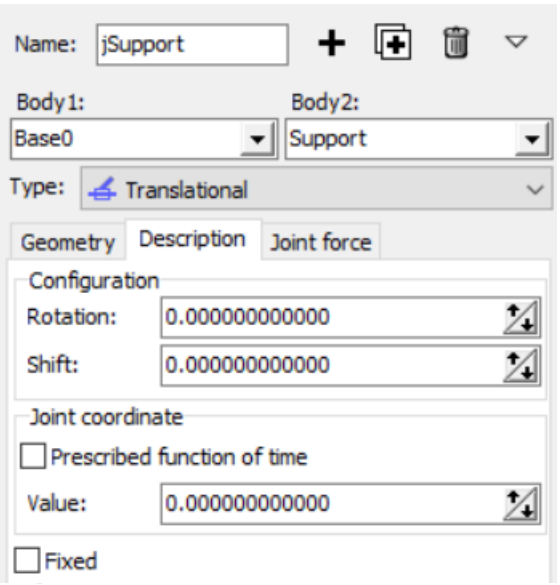


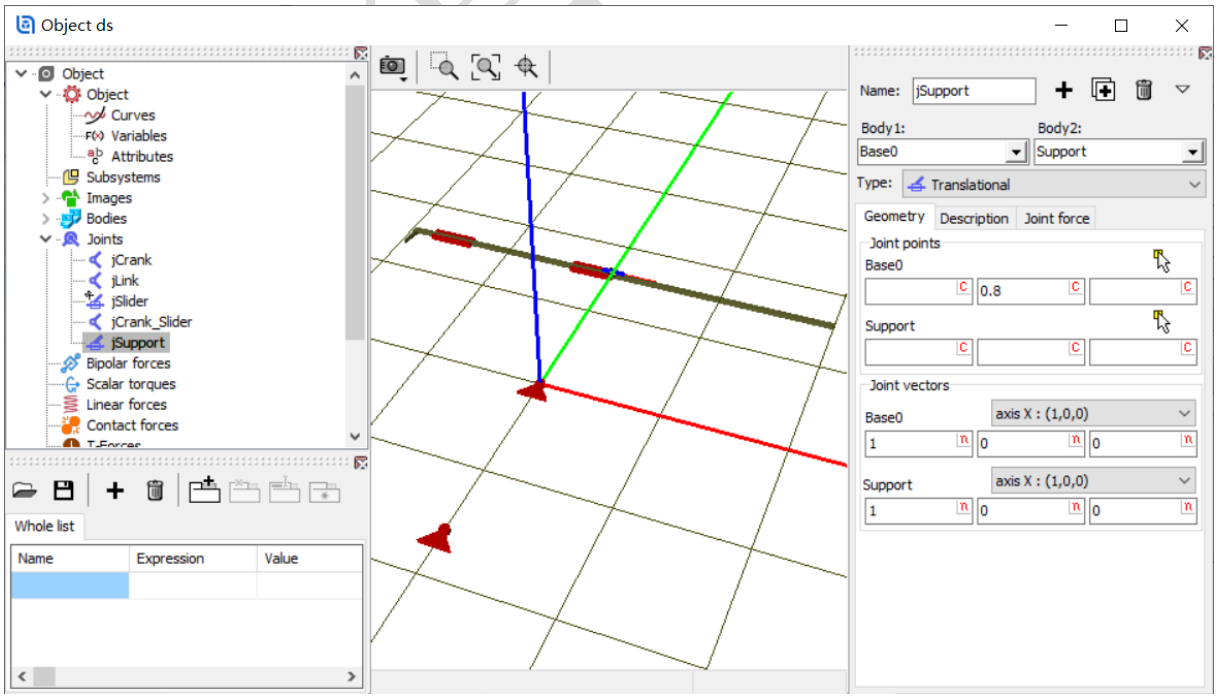
jSupport：选择 **Base0** 作为铰的 1 号物体，**Support** 为 2 号物体，类型为 Translational。

Joint points：（0，0.8，0）和（0，0，0）；

Joint vectors：（1，0，0）和（1，0，0）。





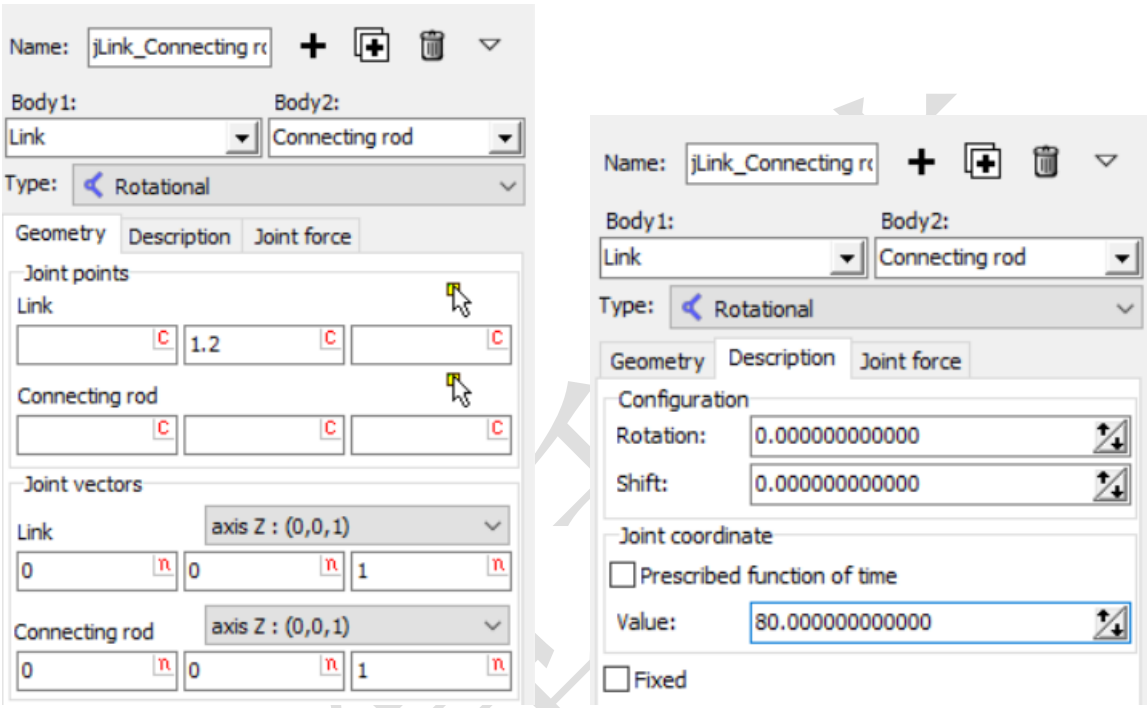


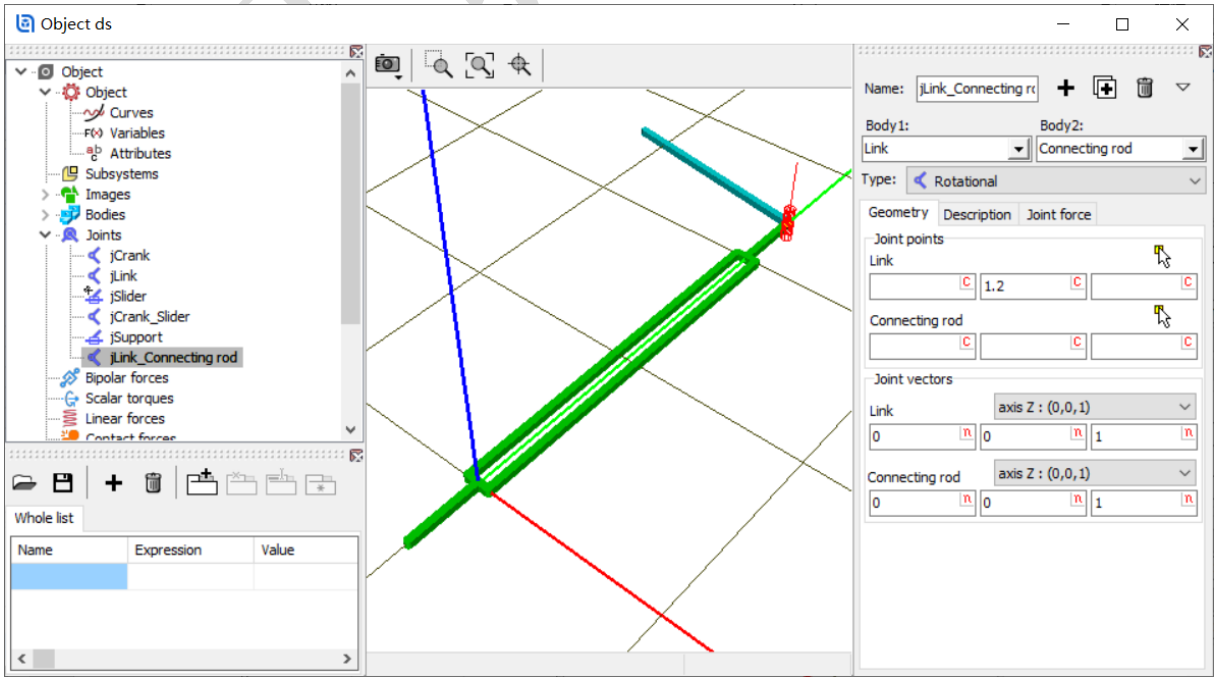
jLink_ConnectingRod：选择 **Link** 作为铰的 1 号物体，**Connecting rod** 为 2 号物体，类型为 Rotational。

Joint points：（0，1.2，0）和（0，0，0）；

Joint vectors：（0，0，1）和（0，0，1）；

Description：在 Value 处输入 80 (°)，作为初始条件。



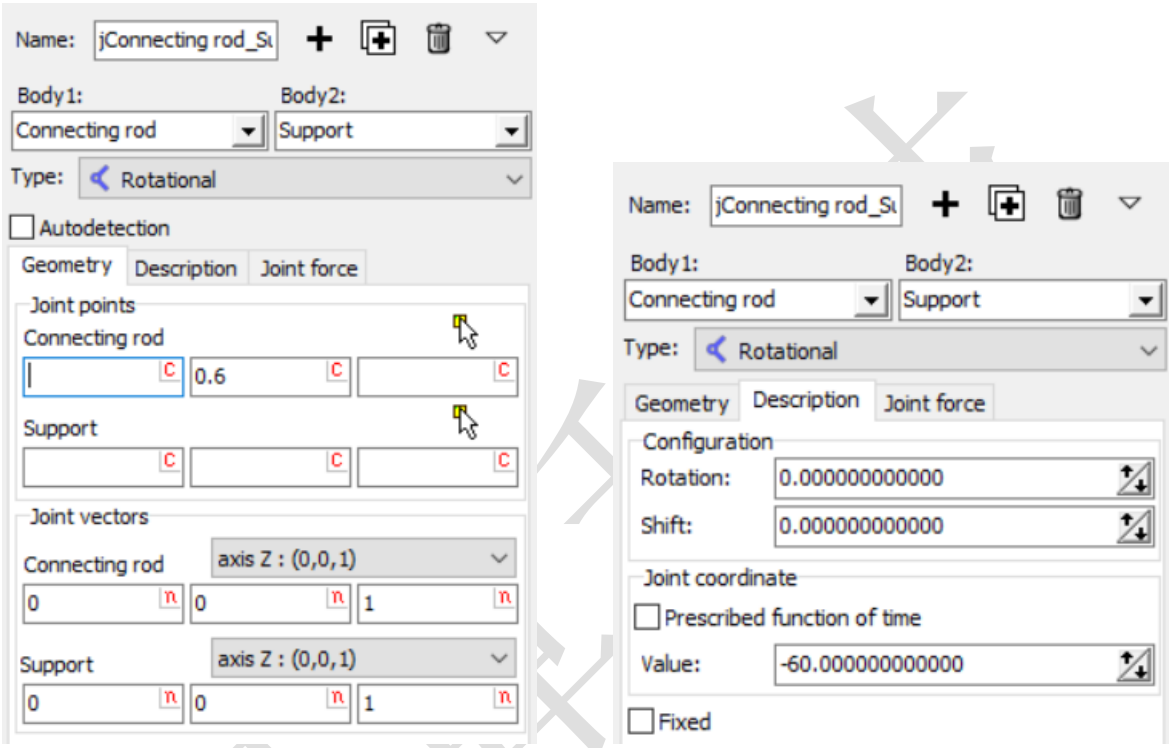


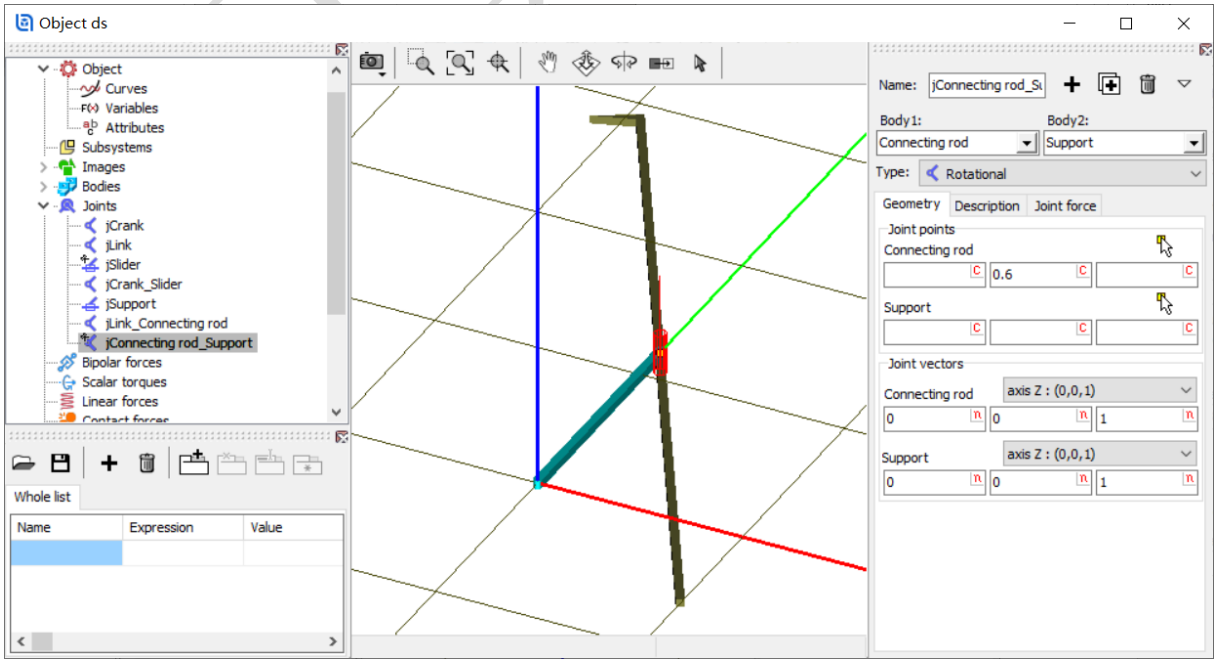
jConnectingRod_Support：选择 **Connecting rod** 作为铰的 1 号物体，**Support** 为 2 号物体，类型为 Rotational。

Joint points：（0，0.6，0）和（0，0，0）；

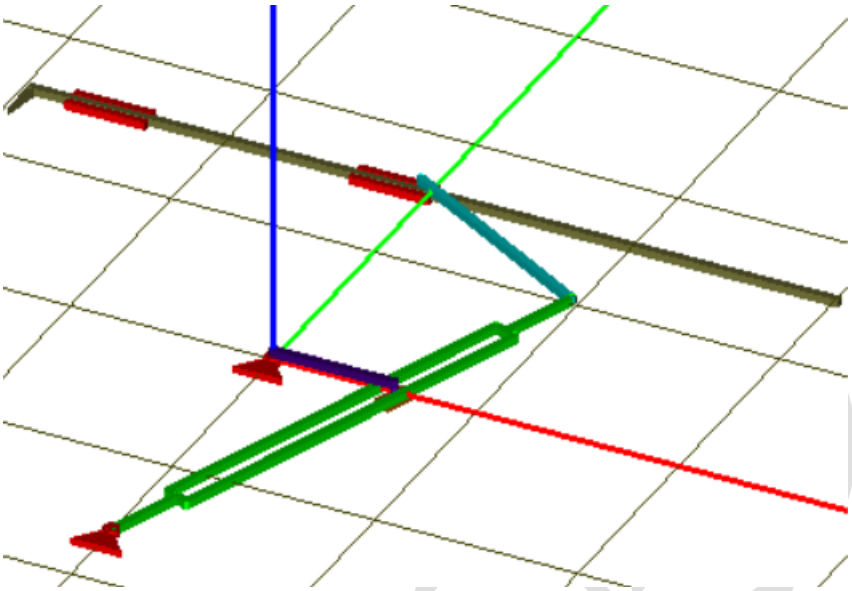
Joint vectors：（0，0，1）和（0，0，1）；

Description：在 Value 处输入-60 (°)，作为初始条件。





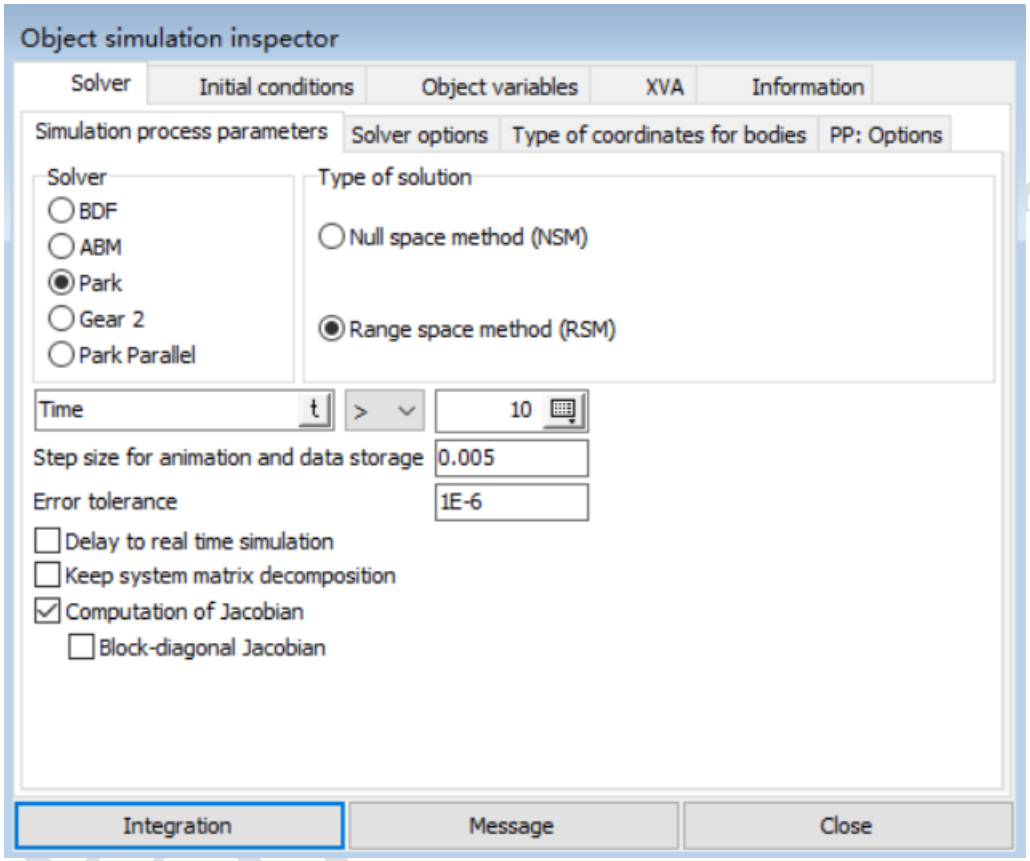
完成建模：切换为全局显示，保存模型。



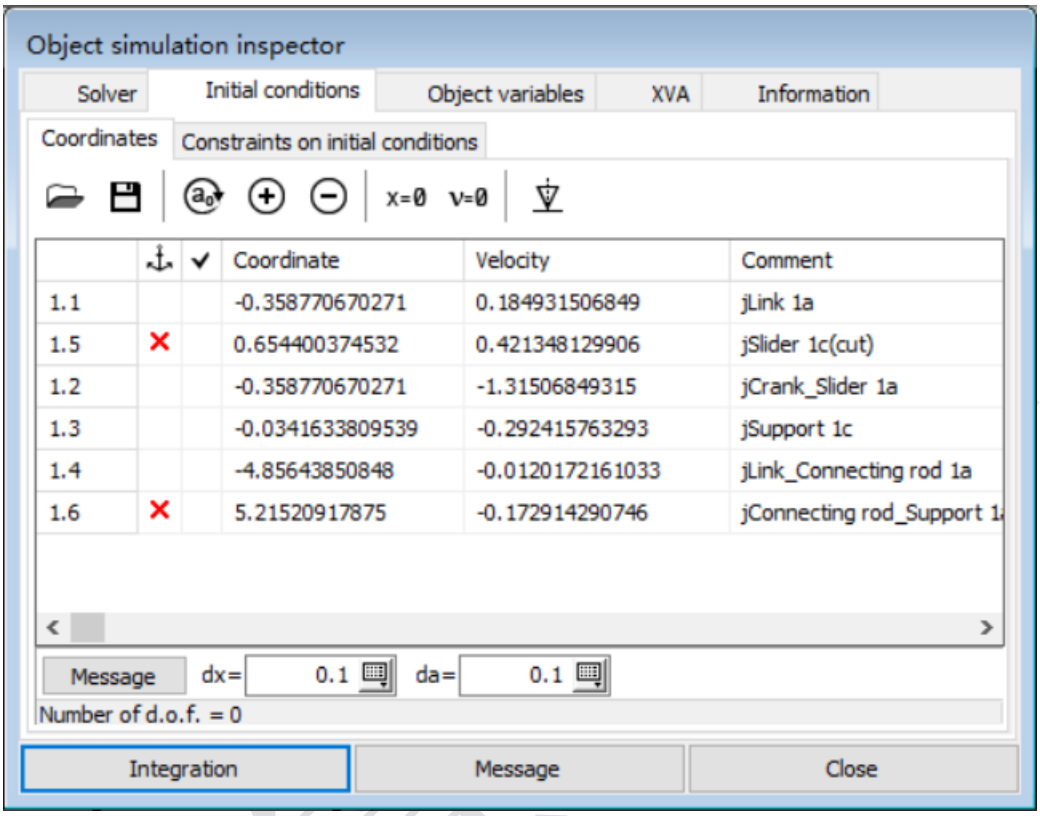
2 UM Simulation 仿真过程

2.1 仿真

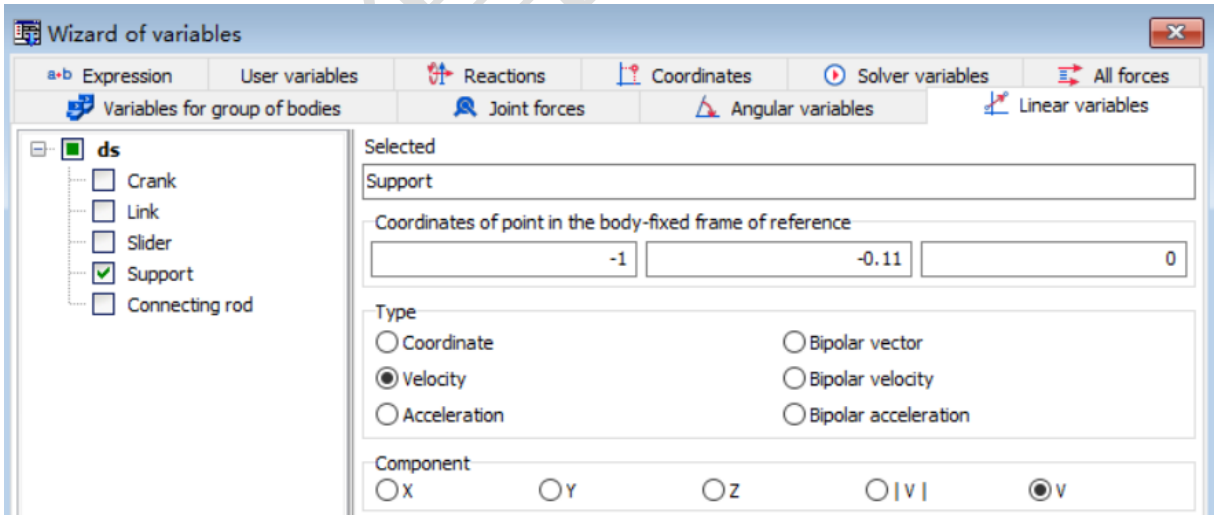
运行 UM Simulation 程序，加载模型，打开仿真控制界面，保持缺省的 Park 求解器，设置仿真时间 10s，数据输出步长 0.005s。



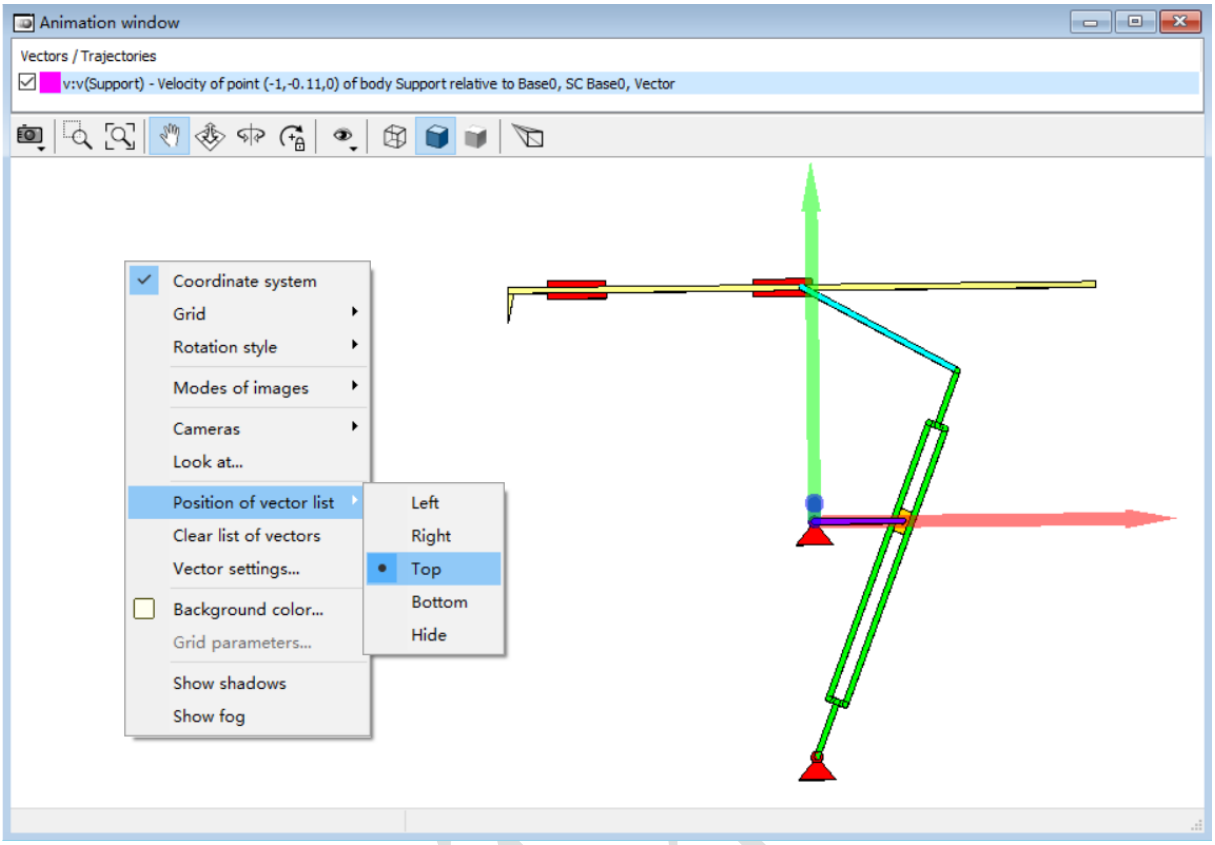
切换到 Initial conditions 页面，点击按钮，自动计算出满足约束的初始条件。由于系统存在两个闭环，故会出现切断铰（ ）。



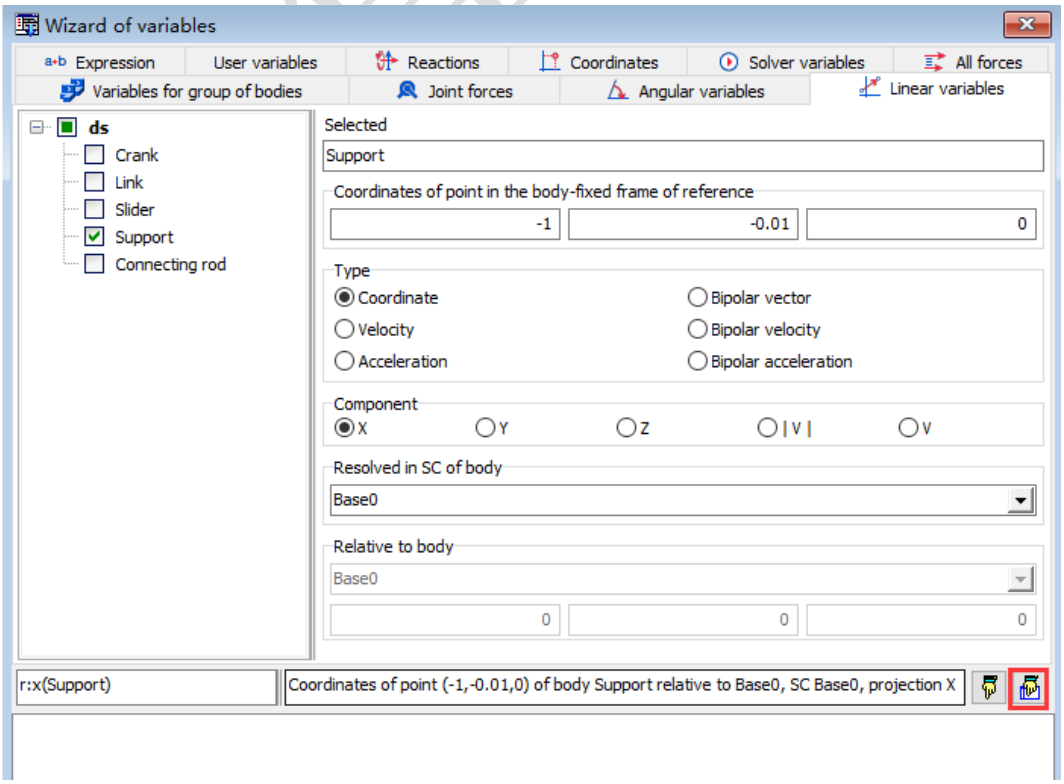
打开变量向导，创建刚体 **Support** 上点（-1，-0.11，0）的速度矢量，拖到动画窗口。



设置矢量列表在动画窗口顶部显示，双击可修改颜色。



在变量向导中创建刚体 **Support** 上点（-1，-0.11，0）在 Base0 的 X 方向位移变量，并在绘图窗口中显示。



开始仿真，动画窗口和绘图窗口分别显示如下。