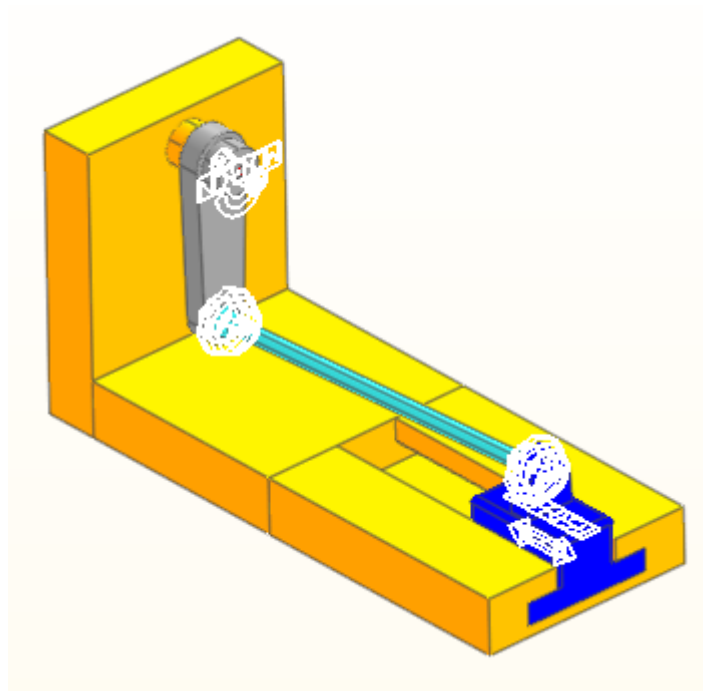




3D 曲柄滑块教程(基础)



Copyright © 2017 FunctionBay, Inc. All rights reserved

User and training documentation from FunctionBay, Inc. is subjected to the copyright laws of the Republic of Korea and other countries and is provided under a license agreement that restricts copying, disclosure, and use of such documentation. FunctionBay, Inc. hereby grants to the licensed user the right to make copies in printed form of this documentation if provided on software media, but only for internal/personal use and in accordance with the license agreement under which the applicable software is licensed. Any copy made shall include the FunctionBay, Inc. copyright notice and any other proprietary notice provided by FunctionBay, Inc. This documentation may not be disclosed, transferred, modified, or reduced to any form, including electronic media, or transmitted or made publicly available by any means without the prior written consent of FunctionBay, Inc. and no authorization is granted to make copies for such purpose.

Information described herein is furnished for general information only, is subjected to change without notice, and should not be construed as a warranty or commitment by FunctionBay, Inc. FunctionBay, Inc. assumes no responsibility or liability for any errors or inaccuracies that may appear in this document.

The software described in this document is provided under written license agreement, contains valuable trade secrets and proprietary information, and is protected by the copyright laws of the Republic of Korea and other countries. UNAUTHORIZED USE OF SOFTWARE OR ITS DOCUMENTATION CAN RESULT IN CIVIL DAMAGES AND CRIMINAL PROSECUTION.

Registered Trademarks of FunctionBay, Inc. or Subsidiary

RecurDyn[™] is a registered trademark of FunctionBay, Inc.

RecurDyn[™]/SOLVER, *RecurDyn*[™]/MODELER, *RecurDyn*[™]/PROCESSNET, *RecurDyn*[™]/AUTODESIGN, *RecurDyn*[™]/COLINK, *RecurDyn*[™]/DURABILITY, *RecurDyn*[™]/FFLEX, *RecurDyn*[™]/RFLEX, *RecurDyn*[™]/RFLEXGEN, *RecurDyn*[™]/LINEAR, *RecurDyn*[™]/EHD(Styer), *RecurDyn*[™]/ECFD_EHD, *RecurDyn*[™]/CONTROL, *RecurDyn*[™]/MESHINTERFACE, *RecurDyn*[™]/PARTICLES, *RecurDyn*[™]/PARTICLEWORKS, *RecurDyn*[™]/ETEMPLATE, *RecurDyn*[™]/BEARING, *RecurDyn*[™]/SPRING, *RecurDyn*[™]/TIRE, *RecurDyn*[™]/TRACK_HM, *RecurDyn*[™]/TRACK_LM, *RecurDyn*[™]/CHAIN, *RecurDyn*[™]/MIT2D, *RecurDyn*[™]/MIT3D, *RecurDyn*[™]/BELT, *RecurDyn*[™]/R2R2D, *RecurDyn*[™]/HAT, *RecurDyn*[™]/曲柄, *RecurDyn*[™]/PISTON, *RecurDyn*[™]/VALVE, *RecurDyn*[™]/TIMINGCHAIN, *RecurDyn*[™]/ENGINE, *RecurDyn*[™]/GEAR are trademarks of FunctionBay, Inc.

Third-Party Trademarks

Windows and Windows NT are registered trademarks of Microsoft Corporation.

ProENGINEER and ProMECHANICA are registered trademarks of PTC Corp. Unigraphics and I-DEAS are registered trademark of UGS Corp. SolidWorks is a registered trademark of SolidWorks Corp. AutoCAD is a registered trademark of Autodesk, Inc.

CADAM and CATIA are registered trademark of Dassault Systems. FLEX^{lm} is a registered trademark of GLOBEtrouter Software, Inc. All other brand or product names are trademarks or registered trademarks of their respective holders.

Edition Note

These documents describe the release information of *RecurDyn*[™] V9R1.

目录

概要	3
目的	3
所需条件	4
课程	4
预计所需时间	4
模拟环境的设置	5
目的	5
预计所需时间	5
运行 RecurDyn	6
界面的理解.....	8
重力方向的变更	1 1
工作平面的变更	1 1
几何体的生成.....	1 3
目的	1 3
预计所需时间	1 4
支架的建模.....	1 4
曲柄体的建模.....	2 2
连接杆的建模	2 9
滑块的建模.....	3 2
保存模型	3 7
铰的生成.....	3 8
目的	3 8
预计所需时间	3 8
图标和标识的大小调整	3 9

Body 之间 Joint 的生成.....	3 9
旋转副的生成.....	4 0
球铰的生成.....	4 0
仿真的执行.....	4 4
目的	4 4
预计所需时间	4 4
Dynamic/Kinematic 仿真的执行	4 5
动画的生成.....	4 6
目的	4 6
预计所需时间	4 6
动画工具栏.....	4 7
动画的生成.....	4 9
Animation Data AVI 文件的保存	4 9
关于对移动 Body 的 Point 路径的追踪.....	5 0
绘图	5 3
目的	5 3
预计所需时间	5 3
Plot 的生成.....	5 4
在多个视窗中进行绘图	5 5
动画的 Loading	5 7

Chapter 1

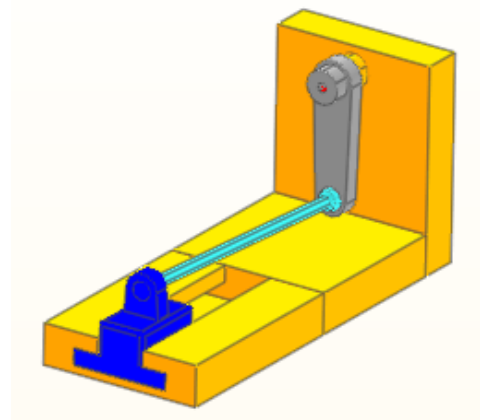
概要

目的

在本教程中将会学习以下内容：

- 在正确的单位和环境下，设置一个模型
- 利用几何学信息，生成 Body
- Joint 创建及 Motion 设置
- 模型行为及力的结果分析
- 查看模拟结果
- 绘制 X-Y 绘图结果
- 使用 RecurDyn 程序内运行的动画效果
- 创建可在 PPT 格式文件内插入的 AVI 格式文件

完成后的模型是 3D 滑块-曲柄（曲柄滑块）器械装置，这个装置用作将旋转运动中的输入功率转换为平行运动中的输出功率。学习本教程过程中，可以确认运动中的 Body 和运动生成的 Joint 在输入运动和输出运动中产生复杂的关系。



所需条件

- 作为给首次使用 RecurDyn 软件的技术人员提供的教材，所有模拟运行时所需的基本过程都会在此进行详细说明。
- 之前可无使用 RecurDyn 软件的经验，但需具备物理学的基本常识。

课程

此教程由以下课程构成，完成各课程所需时间如下表所示：

课程	时间(分)
模拟环境的设置	5
几何体的生成	35
Joint 的生成	10
仿真	5
动画/AVI	10
绘图	10
共计	75



预计所需时间

约 75 分钟

Chapter

2

模拟环境的设置

目的

学习为运行模拟而对单位、物质、重力方向以及工作平面等的设置。



预计所需时间

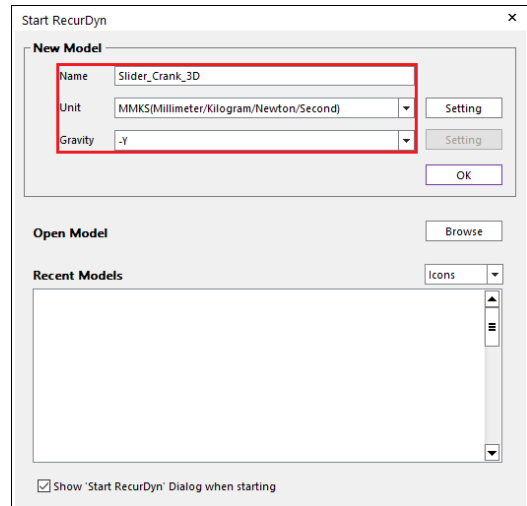
5 分钟

运行 RecurDyn

为启动 RecurDyn，设置 New Model 对话框：



1. 在桌面上点击 RecurDyn 图标，RecurDyn 启动运行的同时将会弹出 New Model 对话框。
2. 在 Model 名称栏中输入 Sider_Crank_3D。
3. 单位设置为 MMKS。
4. 点击 OK 键。

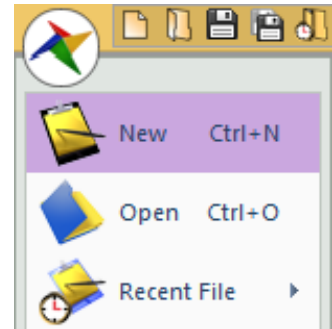


Tip: New model 的创建方法

当用户想创建新的 Model，可以使用以下方法进行操作。



- 在快速访问工具栏中点击 New。
- 在文件菜单中点击 New。
- 按住键盘的 快捷键 Ctrl + N。



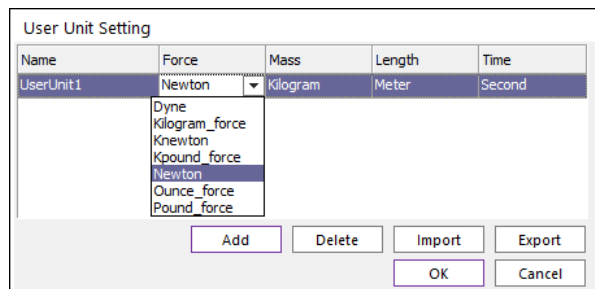
TIP: Model 名称的文字使用范围

空格或是特殊文字不可用于模型名称中，在命名时可使用下划线“-”。

Tip: 用户 Unit 个人设置方法

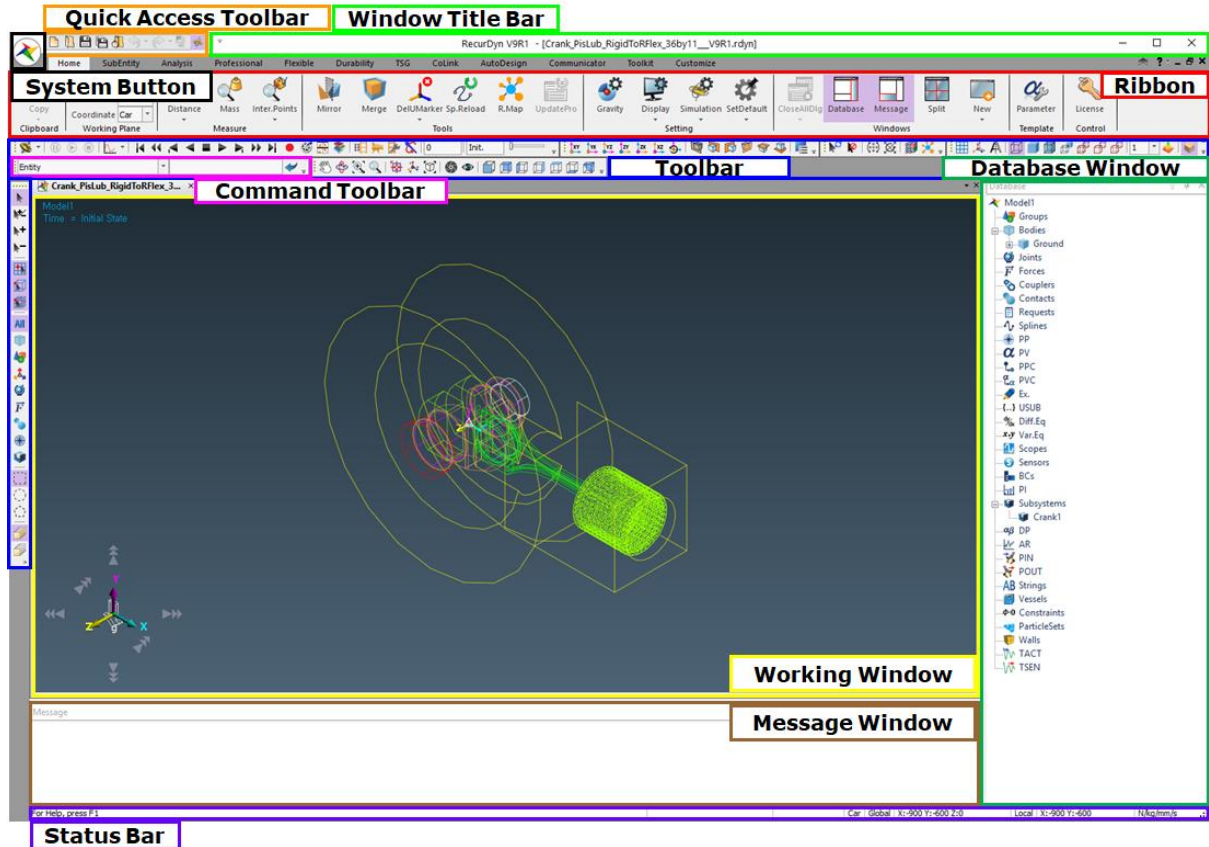
如果在 RecurDyn 的基本单元系统类型中没有用户合适的设置状态，则可直接设置单元系统。

- 点击 Unit 右侧的 **Setting** 按钮。
- 如果弹出 User Unit Setting 对话框，用户可以直接设置 Force, Mass, Length, Time。



界面的理解

RecurDyn 界面如下图所示，由几个基本结构组成。各个构成部分通过 Turn On/Off 开关功能，可以按照用户的需要进行组合或再排序。——下面的图片已替换，请确认



导航菜单的使用

导航菜单为模型的生成提供所需的几何体，Constraint，Motion 等所有功能，为方便找到各个功能，自动分成下拉菜单。

功能的使用方法

1. 点击 SubEntity 或 Professional 样式的标签。
以组合形式构成的功能，将会出现在各个分类中。
2. 选择所需功能。

Database

使用 Database（数据库）页面可查看模型的所有相关数据及 Entity。同时，还可进行以下操作：

- 查看各 Entity 的属性或变更其属性
- 使 Joint 和 Force 变非活性化或使其再被激活

- 改变以个体存在的 Body 的 Rendering 模式
- 将 Subsystem, Body, Profile 变为编辑模式
- 点击每个 Entity 前面的+来查看子信息

Working 页面

Working 页面是制作模型的空间，可使用视图相关功能对模型进行放大，移动或使模型进行旋转。

Working 平面

Working 平面是 Entity 工作的平面，Grid 在该平面状态下表示。Working 平面的状态会影响作业的 Entity 的形状以及方向。



命令工具栏

命令工具栏由以下两个工具栏组成，可以辅助建模。

- **Creation Method 工具栏**：可用于设置建模方法的选项。
- **Input 工具栏**：可输入建模所需的数值。



Command 工具栏的使用方法

1. 在导航里选择需要生成的 Entity（实体）。（例如，选择 Cylinder）
2. 选择 Creation Method。（例如，选择 **Point, Point**）
3. 在 Input 工具栏中输入第一个 **Point** 的数值。
4. 点击键盘的 **Enter** 键（或是点击工具栏右端的 ）。
5. 在 Input 工具栏中输入第二个 **Point** 的数值。
6. 点击键盘的 **Enter** 键（或是点击工具栏右端的 ）。

Status Bar

Status Bar 用于提供当前建模步骤的状态信息。

RecurDyn 的系统模式

RecurDyn 的 Professional 功能中提供的系统模式共由以下 4 个模式组成。

- **Model-Editing 模式**
 - 模型各级结构中处于上层结构的模型包含所有 Entity 的模式
 - 可以使所有 Entity 进行运作的模式
- **Subsystem-Edit 模式**
 - 可使 Subsystem 中全部 Entity 进行运作的模式
 - 可生成属于模型 Logical System 的各个对象。一个 Subsystem 在使用 RecurDyn 工具包时，自动生成的 Entity 会组成一个分组，分组内包括 Belt, Chain 和 Track Assembly 等。
- **Body-Edit 模式**
 - 可对 Body 的几何性质进行编辑的模式。
 - 对模型特定实体进行编辑，例如 ground、link、force 。
- **Profile-Edit 模式**
 - - 可修改 Body Edit 模式中的 Profile Entity 的模式

RecurDyn 的基本设置是 Model-Edit 模式。根据不同的编辑对象，可变换不同的编辑模式。

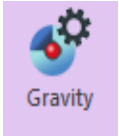
系统模式的变更方法

按照以下方法可以对系统模式进行变更。

- 在 Database 页面中，鼠标右键点击需要编辑的模型 Entity 出现下拉菜单。在该菜单中点击 Edit。
- 在 Working 页面中，双击需要访问的 Entity (Subsystem, Body, …)。
- 在功能菜单中点击模式变更功能。

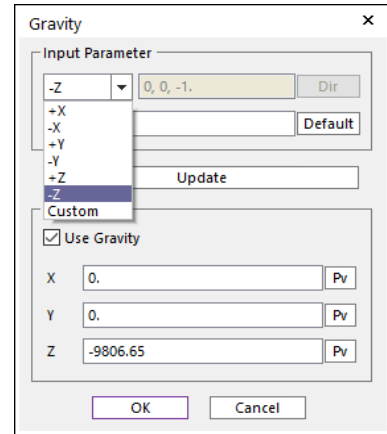
重力方向的变更

在本教程中，将按照-Z 方向进行重力的改变。



重力方向变更

1. 在 Home 标签的 Setting 分组中，选择 Gravity。
2. 当 Gravity 对话框出现时，下拉菜单中选择 -Z。
3. 点击 OK，关闭弹出框。



工作平面的变更

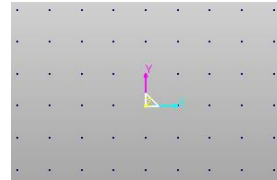
为了将模型工作环境设置为 XZ Plane，使用工具栏中的 Working Plane tool 变更 工作平面。

工作窗口中 Grid 的切换。

开启 Grid 后可以目视确认工作平面的状态。

- 在 Render Toolbar 中打开 Grid On/Off 切换。

在工作窗口中可以看到 Grid。

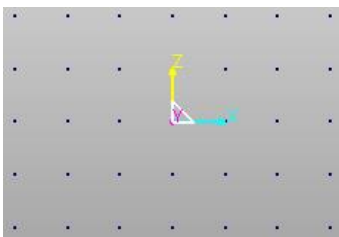


工作平面变更

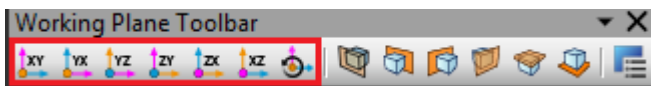


4. 在 View Control Toolbar 中选择 Change to XZ。

如下图所示，工作平面将 Inertia Reference Frame 旋转到 XZ 平面。



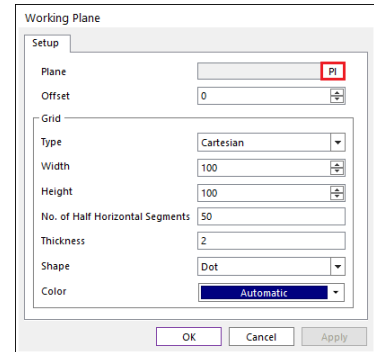
工作平面变更 (Axis) 工具仅可改变 Inertia Reference Frame 的相关工作平面，如需改变其他工作平面，请参考以下 Tip。



TIP: 工作平面设置的方法



- 在 View Control Toolbar 中, 点击 工作平面 Setup。
会弹出工作平面 对话框。在对话框内设定 Plane 及 Grid。
- 点击 PI 键来设置自定义工作平面。设置方法支持以下两种。
 - 使用用户定义的**标记**平面: 可以将用户定义的**通用标记**的 XY, YZ, XZ 平面设置为工作平面。
 - 使用用户**几何体**的面: 可以在模型中将 CAD 几何体的面信息设置为工作平面。
- 可以修改工作窗中绘制的 Grid 的属性 (Type, Size, Color 等)。



TIP: 已选定的工作平面进行平面旋转的方法

1. 使用工作平面 Change 功能可以变更已定义的平面状态。



2. ---两个 TIP 之间应该有粗横线相隔, 总是添加不对, 请帮忙补一下

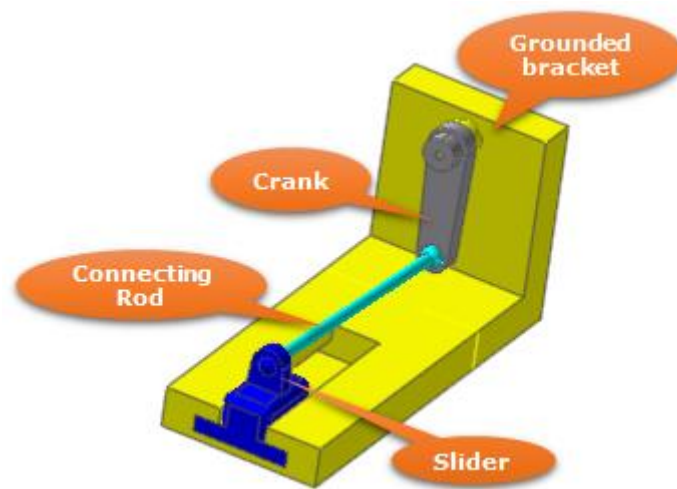
Chapter 3

几何体的生成

目的

本章将要学习为构建 3D 滑块曲柄而进行的几何体的生成。将要生成的几何体如下所示：

- 支架
- 曲柄
- 连接杆
- 滑块



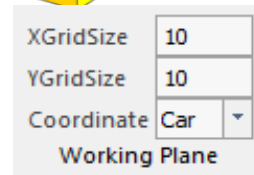
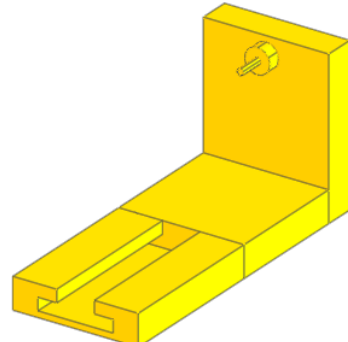


预计所需时间

35 分钟

支架的建模

在支架中定义的几何体是两个 Box、两个 Cylinder 以及两个 Extrusion。现在开始介绍 Body 中生成几何体的基本过程。

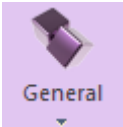


更改 Grid Size

在 **Home** 标签的工作平面中，如图所示将光标移至每一个文本框中，点击左键并在文本框中输入 **10** 后，按下键盘上的回车键。

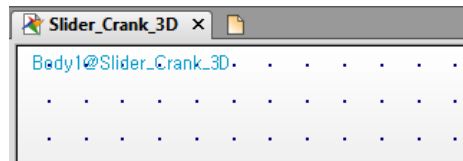
（在第二章提及的工作平面对话框中也可对其进行修改。）

将模式变为 Body-Edit 模式生成 Bracket——以下出现字体显示不完整的情况



为了进入 Body-Edit 模式，在 **Professional** 标签的 **Maker and Body** 分组中点击 **General** 图标。

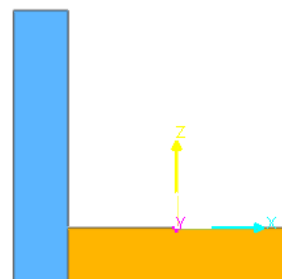
如右图所示，工作窗口左上端显示着 **Body1@Slider_Crank_3D**。这表明已进入 Edit 模式，对模型 **Slider_Crank_3D** 中 **Body1** 进行编辑。在此 Edit 模式下生成的所有几何体都可以认为 **Body1** 中的单个刚体。



生成 Box 几何体



1. 在几何体标签的 **Marker and Geometry** 分组中，点击 **Box**。
2. 将 Creation Method 工具栏设置为 **Point, Point, Depth**。
3. 输入以下数值。输入数值请点击工作窗口或者使用 Input Toolbar。（具体内容请参考第二章）
 - Point1: 100, 0, -50
 - Point2: -100, 0, 0
 - Depth: 200



4. 反复进行 1-3 的过程输入以下数值。

- Point1: -150, 0, 200
- Point2: -100, 0, -50
- Depth: 200

生成的 Box 几何体如下图所示：

生成 Cylinder 几何体

此次将说明如何一次性生成两个 Cylinder。因此将使用可自动维持生成状态的 Auto Operation 模式功能。Auto Operation 模式支持所有的生成状态。对重复生成相同形态的多个 Entity 很有效果。



1. 在 **Advanced Toolbar** 中激活 **Auto Operation** 工具。
2. 在 **几何体** 标签的 **Solid and Marker** 分组中，点击 **Cylinder**。
3. 在 **Creation Method** 工具栏中设置 **Point, Point, Radius**。
4. 输入以下数值，生产两个圆柱体。



Cylinder 1:

- **Point1:** -100, 0, 170
- **Point2:** -80, 0, 170
- **Radius:** 20

Cylinder 2:

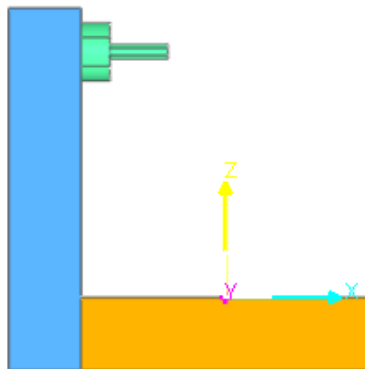
- **Point1:** -80, 0, 170
- **Point2:** -40, 0, 170
- **Radius:** 5

5. **Cylinder2** 生成结束后，在 **Advanced Toolbar** 中停用 **Auto Operation**。



（如果在已将 **Auto Operation** 工具停用的情况下 **Cylinder** 仍处于创建状态，请点击 **Advanced Toolbar** 里的 **Cancel Operation** 按键，点击 **ESC** 按键退出几何体生成工具。）

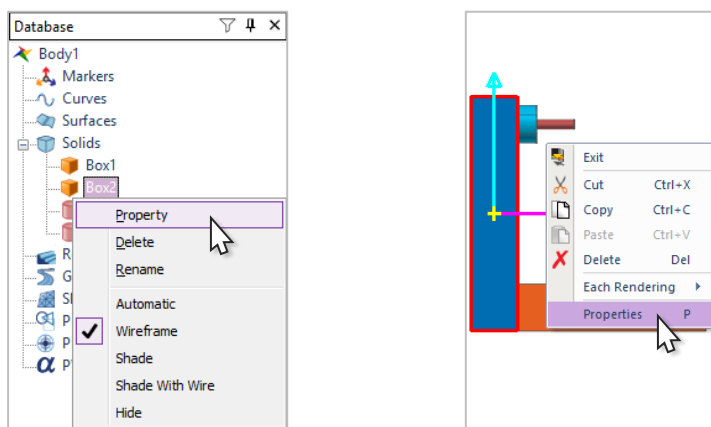
生成的 **Cylinder** 几何体如下图所示：



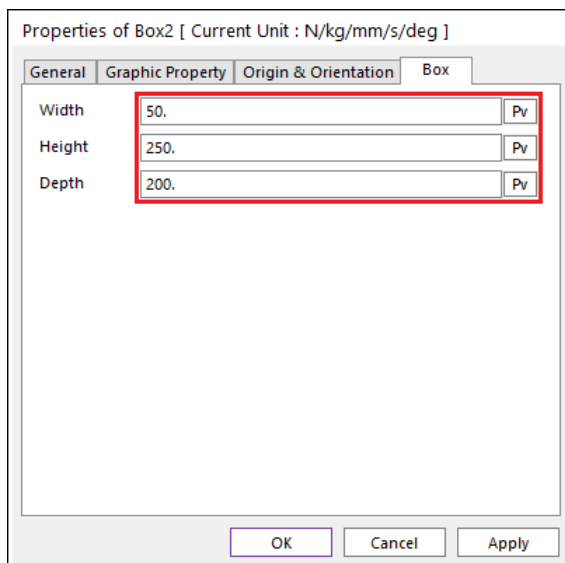
Tip: 修改几何体 Property 的方法

使用 Entity 的 Property 对话框，可对已生成的几何体的参数进行修改。

- 有三种方法可以打开 Property 对话框。
 - 右键单击 Database 里的 Entity，然后在下拉菜单中单击 Property。
 - 在工作窗口中选择 Entity，然后在下拉菜单中单击 Property。
 - 在 Database 或者工作窗口中选择 Entity，然后单击 Property 的快捷键 ‘P’ 键。



- 可在 Property 对话框中，修改相关 Parameter。
 - 例如打开 Box2 的 Property 对话框，则可以修改 Box 栏中的 Width, Height, Depth。



- 点击对话框中的 OK 或者 Apply 按钮，修改后的数值生效。

生成 Extrusion Outline



1. 在 View Control 工具栏中，点击 工作平面 Change (Axis) 工具旁边的按钮组合后，点击 Change to YZ。

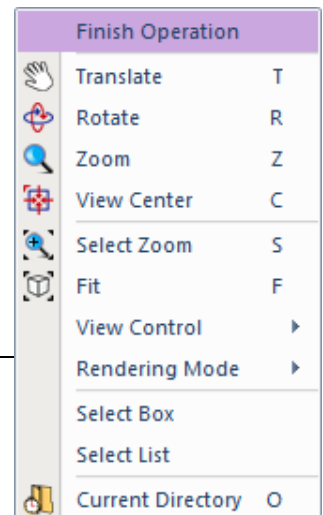


2. 在 Geometry 标签的 Curve 分组中，点击 Outline。
3. 输入下列 Point 信息。

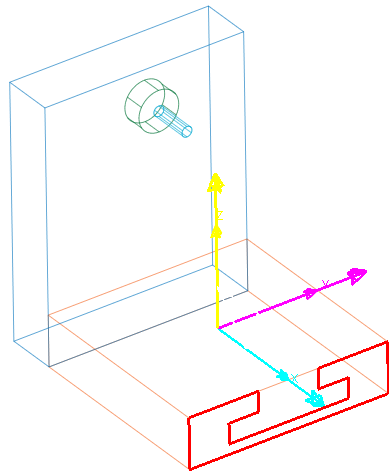
Point	X	Y,	Z
1	100	-100,	0
2	100	-100,	-50
3	100	100,	-50
4	100	100,	0
5	100	30,	0
6	100	30,	-20
7	100	60,	-20
8	100	60,	-40
9	100	-60,	-40
10	100	-60,	-20
11	100	-30,	-20
12	100	-30,	0
13	100	-100,	0

4. 如果 13 个点输入完成，在工作窗中点击鼠标右键，在弹出的 Pop-up 菜单中点击 Finish Operation。

如下图所示生成 Outline1.



5. (如果 Outline1 的形状与图片不同, 请打开 Property 对话框进行值的修改。)



生成 Curve Sweep



1. 在 **Ground** 标签的 **Surface** 分组中，单击 **Fill**。
2. 选择 **Outline1**。

生成 **FilledSurface1**。

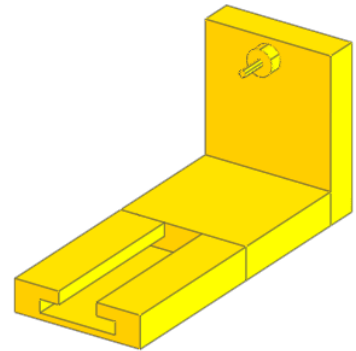


3. 在 **Ground** 标签的 **Solid** 分组中，单击 **Extrude**。
4. 将 **Creation 模式** 设置为 **Surface, Direction, Distance**。
5. 输入以下数值。

- **Surface:** FilledSurface1
- **Direction:** 1, 0, 0
- **Distance:** 250

生成 **Extrude1**。

Bracket 应按照右图所示完成。更改模型的 **View** 确认它是否是正确的生成。



Tip: 将模型 **View** 变更为所需的状态。

利用 **View Control Toolbar** 的功能可以将 **View** 变更为所需的状态。

- 利用以下方法移动和旋转模型。



- 点击 **View Control Toolbar** 中的 **Translate** 移动模型。

(此功能的快捷键是键盘的 ‘**T**’ 键。)



- 点击 **View Control Toolbar** 中的 **Rotate** 移动模型。

(此功能的快捷键是键盘的 ‘**R**’ 键。)



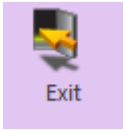
- 在 **View Control Toolbar** 中点击 **Select Zoom** 拖动需要放大的区域。

(此功能的快捷键是键盘的 ‘**S**’ 键。)

- 转动鼠标的中心轮也可以放大模型。
-

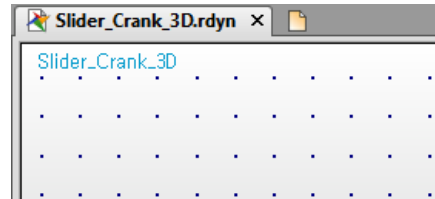
退出 Body Edit 模式

在 Body Edit 模式下生成了所有 Bracket 相关的几何体。现在退出 Body Edit 模式，进入 Model Edit 模式。

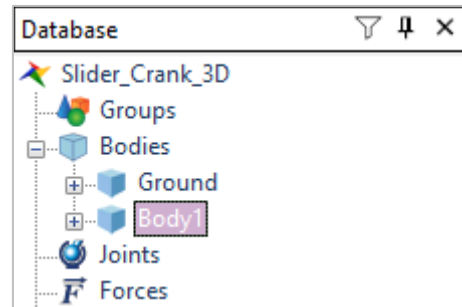


- 在几何体标签的 Exit 分组中，单击 Exit。

如右图所示工作窗口的左上端显示为 Silder_Crank_3D。

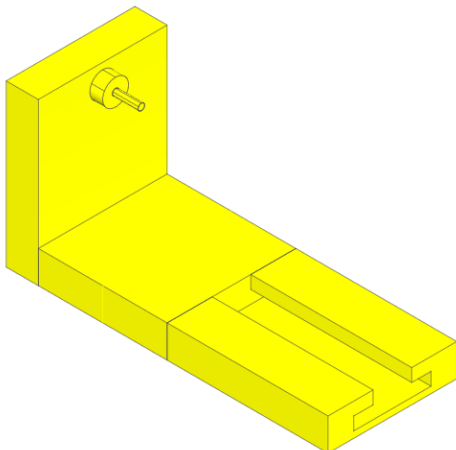
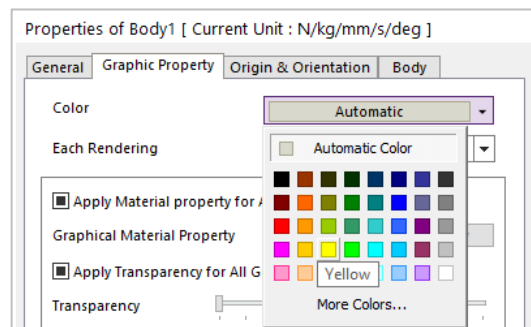
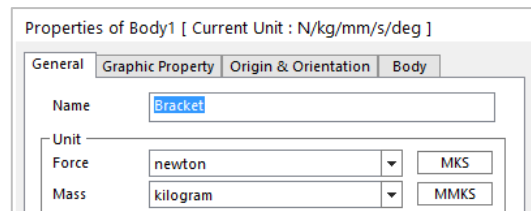


确认 Database 就可以得知包含 Bracket Geometry 的 Body1 已生成。



变更 Body 的名字及颜色

1. 打开 **Body1** 的 Property 对话框。
2. 单击 Property 对话框里的 **General** 标签。
3. 将名字变更为 **Bracket**。
4. 单击 **Graphic Property** 标签。
5. 将 **Color** 变更为黄色。
6. 单击 **OK**。



曲柄体的建模

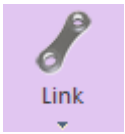
现在创建 Link 几何体，Ellipsoid 几何体和 Cylinder 几何体，然后运用 Boolean 运算完成曲柄 Body 的制作。

变更工作平面



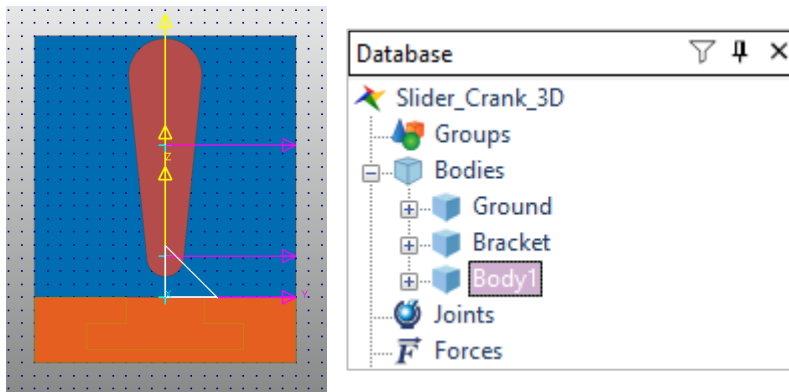
在 View Control Toolbar 上选择 Change to YZ。

生成曲柄 Body



1. 在 Professional 标签的 Body 分组中，点击 Link。
2. 将 Creation Method 设置为 Point, Point, Depth。
3. 输入以下 Point 值。
 - Point1: 0, 0, 30
 - Point2: 0, 0, 170
 - Depth: 20

生成的几何体 Link 如下图所示。



Body 的重命名

1. 打开 Body1 的 Property 对话框。
2. 弹出 Property 对话框后，点击 General 标签。
3. Body 的名字从 Body1 变更为 曲柄。
4. 点击 OK。

修改曲柄的 Link 几何体

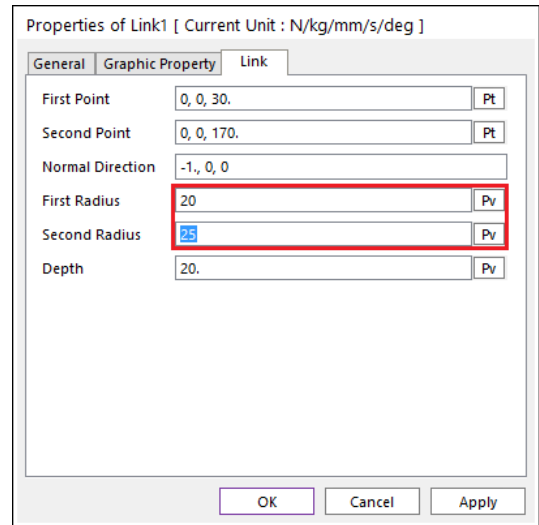
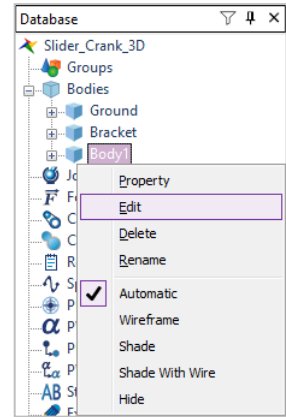
现在进入 **Link** 的 BodyEdit 模式，对几何体的 Property 进行修改。

1. 在 Database 中，右键单击**曲柄**，然后单击 Edit。

进入到 BodyEdit 模式，工作窗中仅显示几何体 Link。

2. 打开 **Link1** 的 Property 对话框，做如下变更。

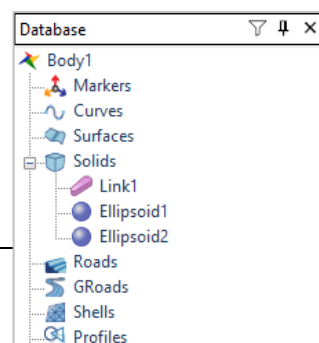
- **First Radius:** 20
- **Second Radius:** 25



几何体 Ellipsoid 的生成

1. 在 **几何体** 标签的 **Solid and Marker** 分组中选择 **Ellipsoid**。
2. 为制作 Ellipsoid，点击下面的值。

- **Point:** 0, 0, 30
- **Distance:** 15

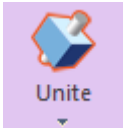


3. 重复进行 1-2 过程并输入以下数值。

- Point: 5, 0, 30
- Distance: 15

进行 Boolean 运算

1. 创建 Ellipsoid 几何体后，利用 Boolean Unite 的功能将它与 Link 几何体进行组合。在几何体标签的 Boolean 分组中，点击 **Unite**。

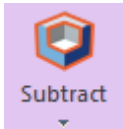


2. 选择几何体 Link1 后，再选择 几何体 Ellipsoid1。

被选择的两个几何体(Link1 和 Ellipsoid1)会消失，Unite1 生成。

Boolean Subtract 的运算

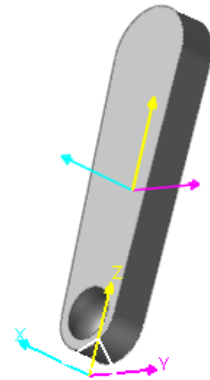
现在利用 Boolean Subtract 功能将 Ellipsoid 几何体提取出来。



1. 在几何体标签的 Boolean 分组中点击 **Subtract**。

2. 选择 Unite1 后选择 Ellipsoid2。

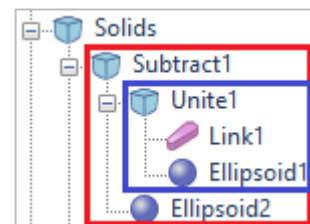
被选择的两个几何体 (Unite1 和 Ellipsoid2) 消失，Subtract1 生成。



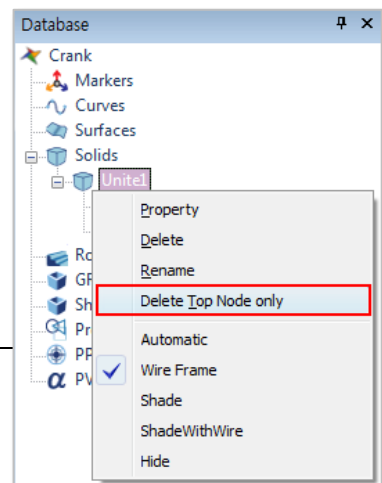
Tip: Boolean Operation 取消运行的方法

进行 Boolean 运算 Entity 会在 Database 中出现 Hierarchy。

在 Hierarchy 的下部分会出现运算之前的步骤。



在 Database 中右键单击 Boolean Entity，在弹出的 Pop-up 菜单中点击 **Delete Top Node Only**，这样即可将几何体恢复到作业前的状态。

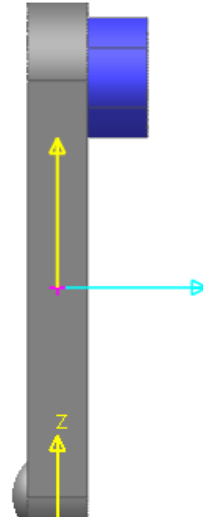




生成 Cylinder 几何体

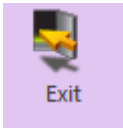


1. 在 View Control Toolbar 中选择 **Change to XZ**。
2. 在 **几何体** 标签的 **Solid and Marker** 分组中，点击 **Cylinder**。
3. 在 Creation Method 工具栏中，选择 **Point, Point, Radius**。
4. 输入以下数值。
 - Point1: 10, 0, 170
 - Point2: 30, 0, 170
 - Radius: 20



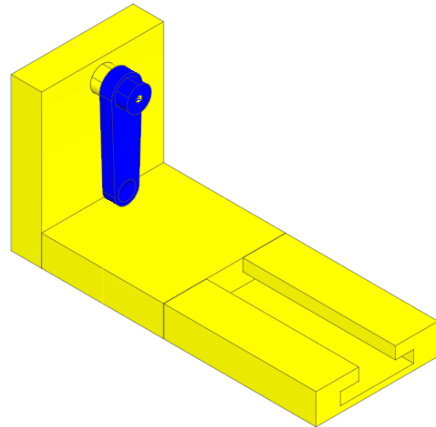
退出曲柄的 BodyEdit 模式

- 在**几何体**标签的 **Exit** 分组中点击 **Exit**。



曲柄 的颜色变更

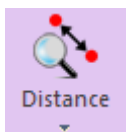
- 打开**曲柄**的 Property 对话框，将 **Color** 变更为蓝色。



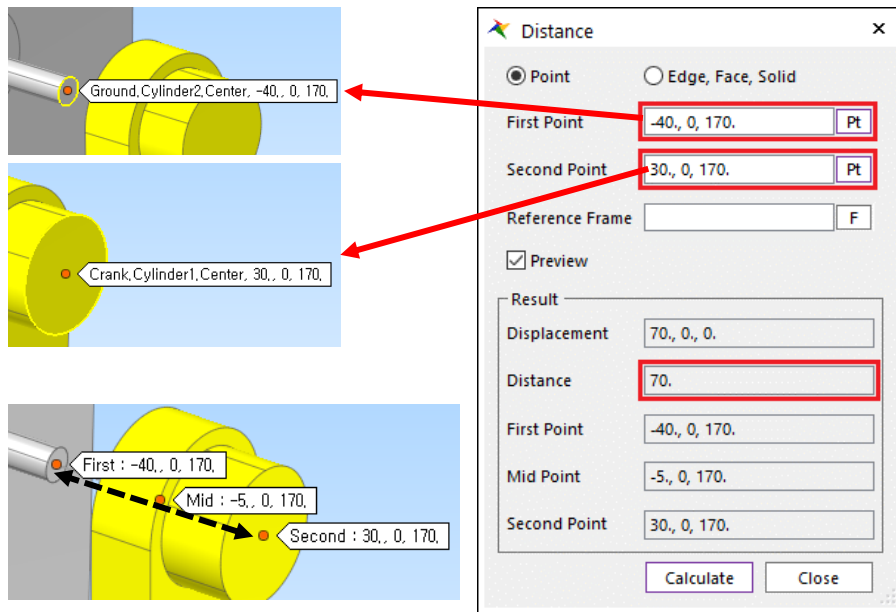
曲柄 Body 的移动

曲柄的位置远离支架。测量出两点之间的距离并尝试按照测量出的距离进行移动。

1. 在 **Home** 标签的 **Measure** 分组中点击 **Distance**。
2. Distance 对话框出现后点击 **First Point** 的 **Pt** 并按照下图进行选择。
3. 点击 **Second Point** 的 **Pt** 后按照下图进行选择。
4. 点击 **Calculate**。



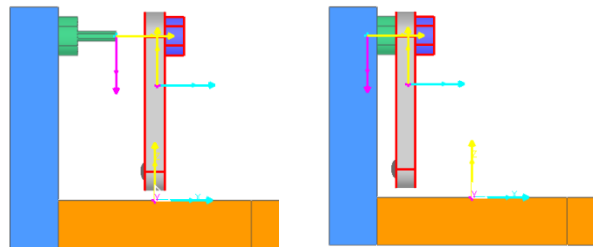
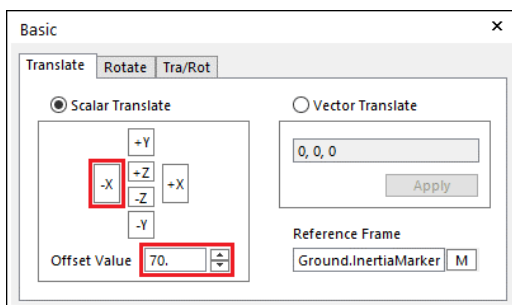
两个 Point 之间的 Distance 显示为 70。



1. 在 **Advanced Toolbar** 中点击 **Basic Object Control**。

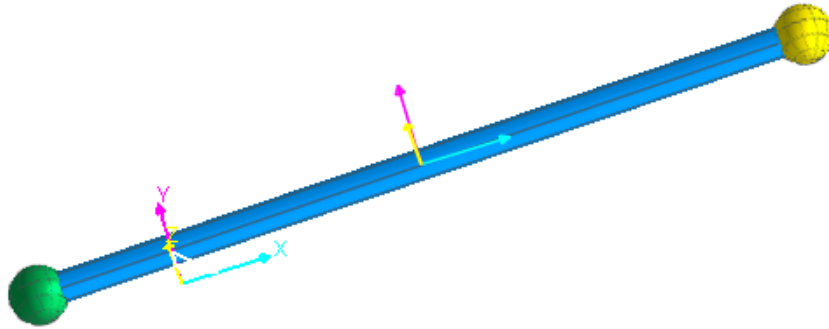
Basic Object Control 对话框弹出后在 **Translate** 选项上将 **Offset Value** 变更为 70。

2. 在工作窗口中选择 **Crank**。
3. 选定 **Crank** 后重新返回 Basic 对话框点击 **-X** 按钮。Crank 会按照 -X 方向移动 70mm。
4. 关闭 Basic Object Control 对话框。



连接杆的建模

现在，在完成了 **Cylinder** 和两个 **Ellipsoid** 的生成后，使用 **Boolean Operation** 将其连接为连接杆。



生成 Cylinder Body:



1. 在 **Professional** 标签的 **Body** 分组中，点击 **Cylinder**。
2. 在 **Creation Method** 工具栏中，设置 **Point, Point, Radius**。
3. 输入以下数值。
 - **Point1:** -60, 0, 30
 - **Point2:** 290, 0, 50
 - **Radius:** 7

Body 名称的变更

1. 打开 **Body1** 的 **Property** 对话框。
2. 点击 **Property** 对话框的 **General** 标签。
3. 将 **Name** 变更为 **Connecting_Rod**。
4. 点击 **OK**。

生成 Ellipsoid 几何体

1. 右键单击 **Database** 中的 **Connecting_Rod** 后，点击 **Edit**。
 进入 **Connecting_Rod Body** 的 **Edit** 模式后，在工作窗口中只显示 **Cylinder** 几何体。
2. 在 **几何体** 标签的 **Marker and Body** 分组中，点击 **Ellipsoid**。



3. 输入以下数值，建立 Ellipsoid1。

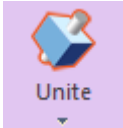
- Point: -60, 0, 30
- Distance: 13

4. 重复进行 2-3 的过程并输入以下数值，建立 Ellipsoid2。

- Point: 290, 0, 50
- Distance: 13

Boolean 中 Unite 运算

Ellipsoid 几何体创建后，利用 Boolean Unite 的功能将它与 Link 几何体合并。如果不合并几何体，当 RecurDyn 自动计算质量时，重叠的部分将被重复测量。

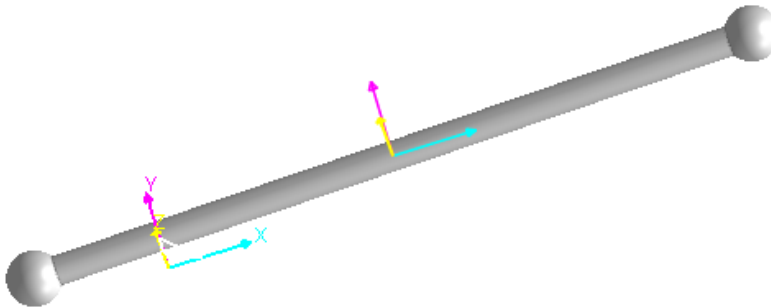


1. 在**几何体**标签的 Boolean 分组中点击 **Unite**。
2. 选择 **Cylinder1** 后选择 **Ellipsoid1**。

被选择的两个几何体会消失，**Unitel** 生成。

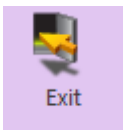
3. 再次在**几何体**标签的 Boolean 分组中点击 **Unite**。
4. 选择 **Unitel** 后选择 **Ellipsoid2**。

如下图所示生成 **Unite2**。



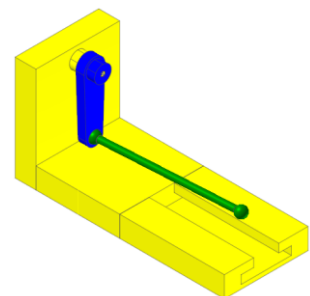
退出连接杆的 Edit 模式

- 在**几何体**标签的 **Exit** 分组中点击 **Exit**。



连接杆 Body 的颜色变更

- 打开**连接杆** Body 的 Property 对话框，将 **Color** 变更为**草绿色**。



滑块的建模

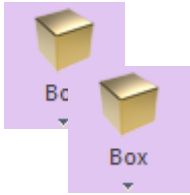
为制作滑块，需建立基本 Box 几何体、位于上端中心的 Box 以及 Link 几何体。之后为了给连接杆创造结合点，需在 Link 几何体中去除 Ellipsoid。

工作平面变更：



- 在 View Control Toolbar 中选择 Change to YZ。

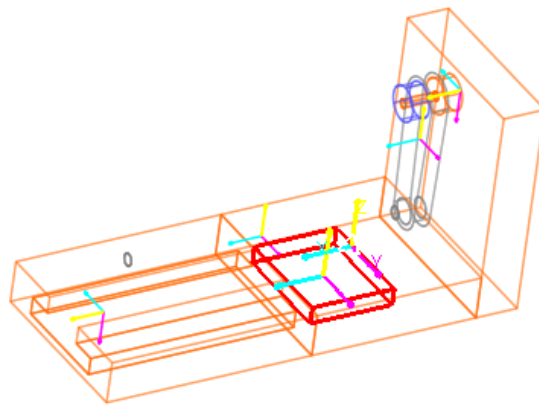
生成 Box 几何体：



- 在 Professional 标签的 Body 分组中，点击 Box。
- 将 Creation Method 工具栏设置为 Point, Point, Depth。
- 按照以下给出各值，生成 Box 几何体

- Point1: 0, -60, -20
- Point2: 0, 60, -40
- Depth: 100

如果将 Rendering 模式更改为 Wireframe，内部生成的生成的 Box 几何体如下图所示。



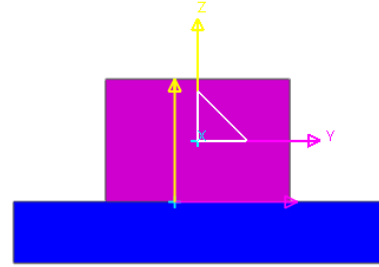
Body 名称的变更打开

4. Body1 的 Property 对话框
5. 点击 Property 对话框中的 **General** 标签。
6. 将 **Name** 变更为 **Slider**。
7. 点击 **OK**。

在滑块 Body 上添加 Box 几何体:



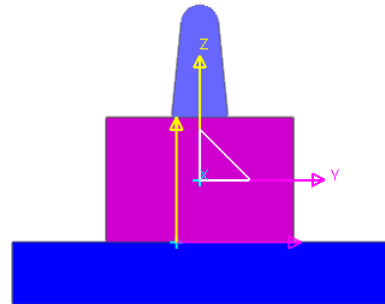
1. 在 Database 中右键单击 **Slider** 后选择 Edit。
2. **Slider** Body 被设置为 Edit 模式后在工作窗口只显示 Box 几何体。
3. 在几何体标签的 **Solid and Marker** 分组中点击 **Box**。
4. 将 Creation Method 工具栏设置为 **Point, Point, Depth**。
5. 按照以下给出各值, 生成 **Box** 几何体。
 - **Point 1:** 0, -30, 20
 - **Point 2:** 0, 30, -20
 - **Depth:** 100



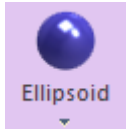
在滑块 Body 上添加及修改 Link 几何体:



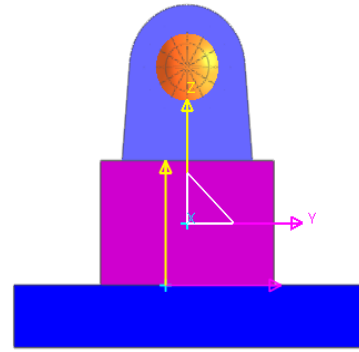
1. 在几何体标签的 **Solid and Marker** 分组中点击 **Link**。
2. 将 Creation Method 工具栏设置为 **Point, Point, Depth**。
3. 按照以下给出各值, 生成 **Link** 几何体。
 - **Point 1:** 0, 0, 50
 - **Point2:** 0, 0, -10
 - **Depth:** 20
4. 打开已生成的 **Link1** 的 Property 对话框修改以下数值。
 - **First Radius:** 20
 - **Second Radius:** 25



生成 Ellipsoid 几何体:

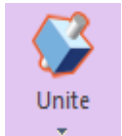


1. 在几何体标签的 Solid and Marker 分组中, 点击 Ellipsoid。
2. 按照以下给出各值, 生成 Ellipsoid 几何体。
 - Point: 0, 0, 50
 - Distance: 15
3. 重复进行 1-2 的过程并给出以下各值。
 - Point: -5, 0, 50
 - Distance: 15



Boolean Unite 运算

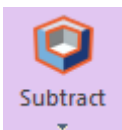
创建 Ellipsoid 几何体后, 利用 Boolean Unite 的功能将它与 Link 几何体进行结合。



1. 在几何体标签的 Boolean 分组中, 点击 Unite。
2. 选择 Link1 后再选择 Ellipsoid1。被选择的两个几何体 (Link1 和 Ellipsoid1) 会消失, 生成 Unite1。

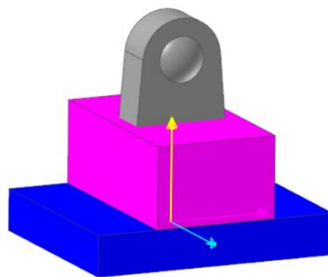
Subtract Boolean 作业

利用 Boolean Subtract 的功能去掉 Ellipsoid 几何体。



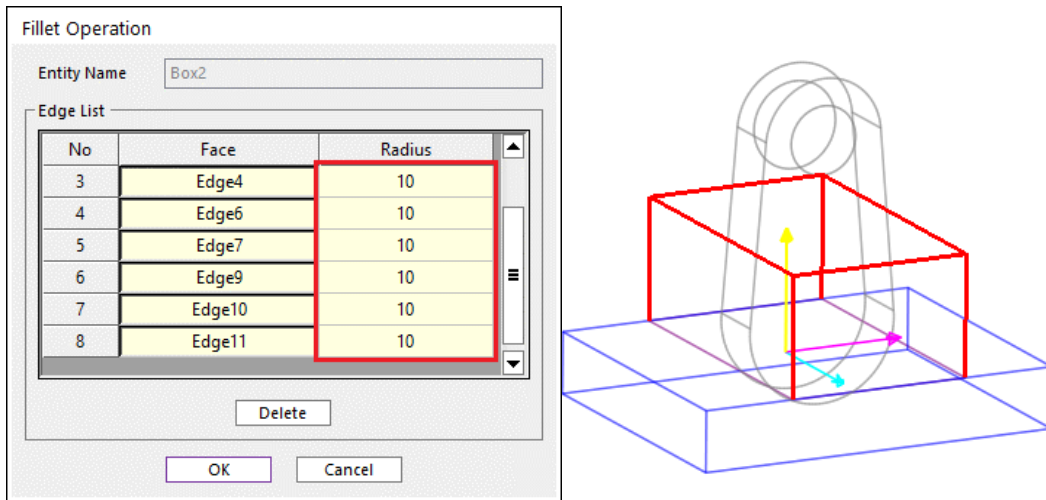
1. 在几何体标签的 Boolean 分组中, 点击 Subtract。
2. 选择 Unite1 后选择 Ellipsoid 2。

被选择的两个几何体 (Unite1 和 Ellipsoid2) 会消失, 生成 Subtract1。

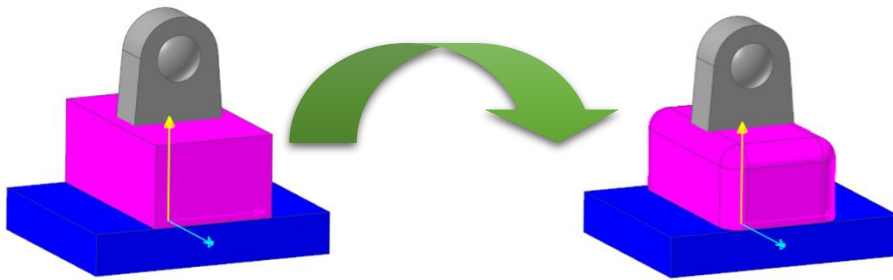


将上端部位 Box 几何体的边框做 Fillet 处理：

1. 在几何体标签的 Local 分组中，点击 Fillet。
2. 点击位于上端部位的 Box2，则会出现 Fillet Operation 对话框。
3. 如下图所示，选择 Box 中除底面边以外的其他 8 个边。已选择的边会如图所示在弹出 Fillet Operation 对话框中出现。

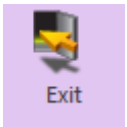


4. 如图所示，定义各边顶点弧度，将 radius 变为 10。
5. 点击 OK。制作好的几何体如下图所示。（TIP: Local 功能的撤销方法与 Boolean 相同）



Boolean Unite 运算

- 将所有几何体利用 Unite 组合为单一几何体。

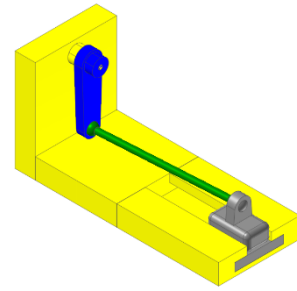


退出 Slider Body 的 Edit 模式

- 在几何体标签的 Exit 分组中点击 Exit。

Slider Body 的颜色变更

- 打开 Slider Body 的 Property 对话框将 Color 变更为灰色。



工作平面的变更

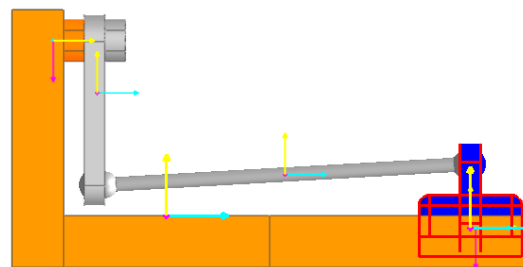
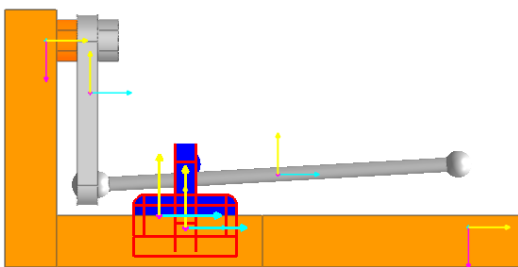


- 在 View Control Toolbar 中选择 Change to XZ。

移动 Slider Body:

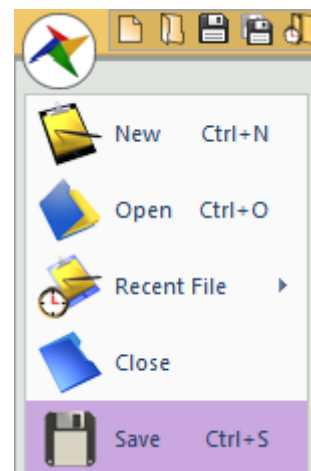


- 在 Advanced Toolbar 中点击 Basic Object Control。弹出 Basic Object Control 对话框后在 Translate 标签中将 Offset Value 变更为 300。
- 在工作窗口中选择 Slider。
- 选中 Slider 后重新回到 Basic 对话框点击+X 按钮。将 Slider 以+X 轴的方向移动 300 mm。
- 关闭 Basic Object Control 对话框。



保存模型

- 在 File 菜单中点击 Save。
- 定义文件的位置以及名称。
- 选择 OK。



Chapter

4

铰的生成

目的

本章中将会生成以下几种铰：

- Ground 和支架之间的固定副
- 支架和曲柄之间的旋转副
- 曲柄和连接杆之间的球铰
- 连接杆和滑块之间的球铰
- 滑块和支架之间的运动副

另外，还可以在旋转副中对 Input Motion 进行定义。



预计所需时间

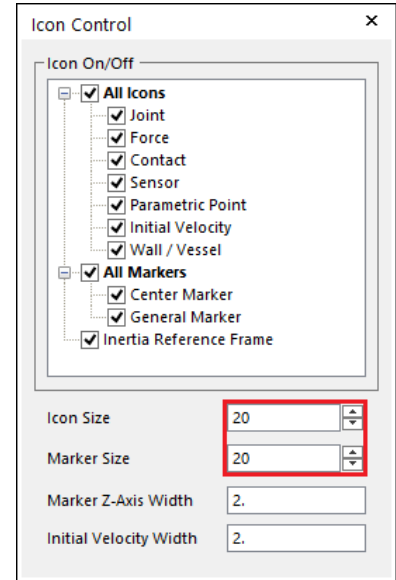
10 分钟

图标和标识的大小调整

为了更清晰地查看 Joint 以及模型，下面将对 Icon 和 Marker 的 Size 进行调整。

调整图标和标识的大小

1. 在 **Render Toolbar** 中点击 **Icon Control** 对话框。
2. 弹出 **Icon Control** 对话框之后，将 **Icon Size** 和 **Marker Size** 设置为 20。
3. 关闭 **Icon Control** 对话框。



Body 之间 Joint 的生成

固定副的生成

下面尝试将支架固定到 Ground 防止其移动。

Tip: Select Toolbar 中 Snap To Geometry 的使用方法

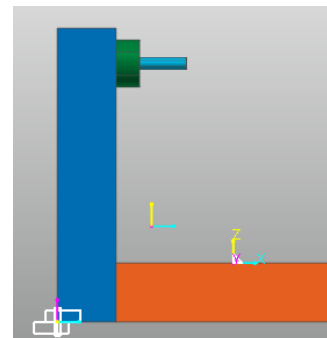
当生成 Joint 时，有时很难使用鼠标在 WorkingPlane 中选取所需目标。在这种情况下，**Snap To Geometry** 功能可以帮助找到所需目标。



- **Snap To Grid**: 寻找网格点。
- **Snap To Geometry**: 寻找 Vertex, Center of Circle 等几何点。
- **Snap To Node**: 寻找 FE Body 的节点。

1. 在 **Select Toolbar** 中将 **Snap To Geometry** 禁用。
2. 在 **Professional** 标签的 **Joint** 分组中点击 **Fixed**。
3. 将 **Creation Method** 设置为 **Body, Body, Point**。
4. 在工作面点击下面的点
 - **Body**: Ground
 - **Body**: 支架
 - **Point**: -150, 0, -50

如右图生成 **Fixed1**。

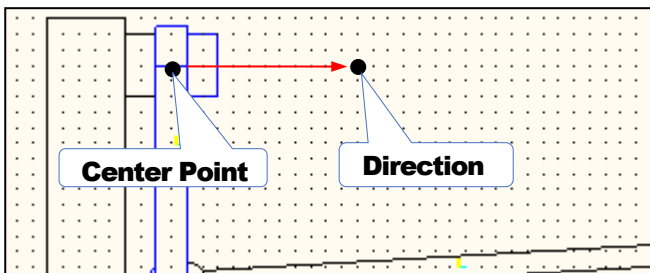


旋转副的生成

创建支架和曲柄之间的旋转副



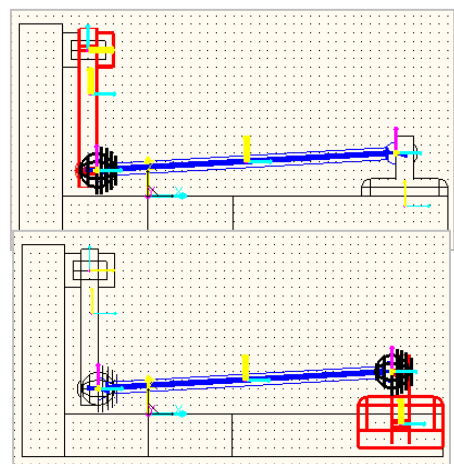
1. 在 **Professional** 标签的 **Joint** 分组中，点击 **Revolute**。
2. 将 Creation Method 工具栏设置为 **Body, Body, Point, Direction**。
3. 在工作窗口中，选择以下各值。（**Point** 是旋转副的旋转中心，**Direction** 是旋转轴（Z 轴）的方向。）
 - **Body:** Branket
 - **Body:** Crank
 - **Point:** -70, 0, 170
 - **Direction:** 1, 0, 0



球铰的生成

生成连接曲柄和连接杆之间的球铰，以及连接连接杆和滑块之间的球铰。

1. 在 **Professional** 标签的 **铰** 分组中，点击 **Spherical**。
2. 将 Creation Method 工具栏设置为 **Body, Body, Point**。
3. 在工作窗口中，选择以下信息：
 - **Body:** Crank
 - **Body:** Connecting Rod
 - **Point:** -60, 0, 30
4. 利用以下信息重复进行 1-3 过程。
 - **Body:** Connecting Rod
 - **Body:** Slider
 - **Point:** 290, 0, 50

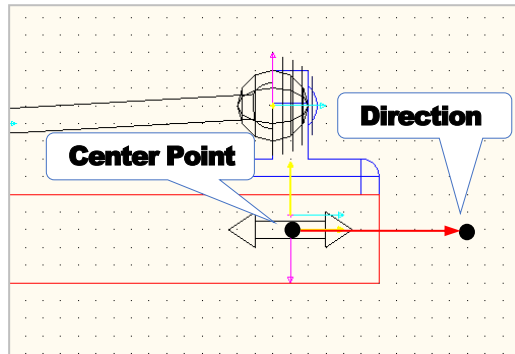


运动副的生成

生成滑块和支架之间的运动副。



1. 在 **Professional** 标签的**铰**分组中，点击 **Translate**。
2. 将 Creation Method 工具栏设置为 **Body, Body, Point, Direction**。
3. 在工作窗口中，选择以下信息。（**Point** 是运动副的平移中心位置，**Direction** 是平移轴（Z 轴）的方向。）
 - **Body:** Bracket
 - **Body:** Slider
 - **Point1:** 300, 0, -20
 - **Direction:** 1, 0, 0

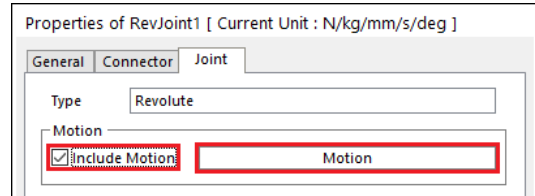


定义旋转副的运动状态

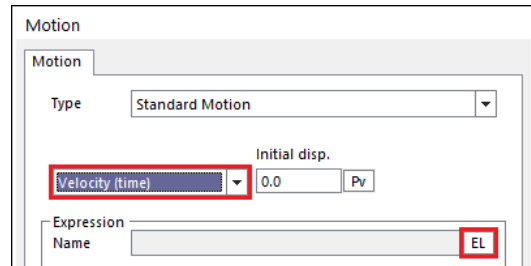
在生成的旋转副上，定义 Motion。

定义 Motion:

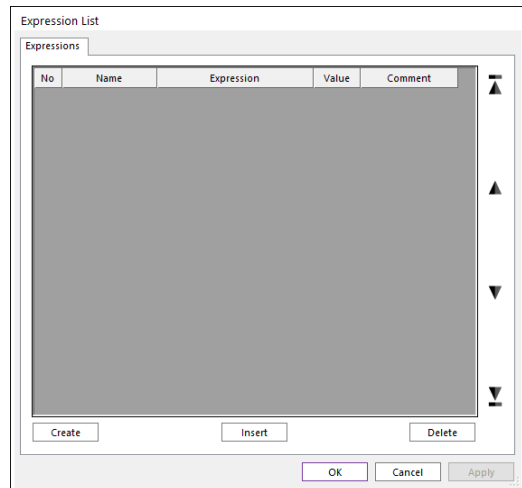
1. 打开 RevJoint1 的 Property 对话框。在铰标签上勾选 Include Motion。
2. 在 Joint 标签上点击 Motion。



3. 弹出 Motion 对话框后将第二个下拉菜单变更为 Velocity (time)。



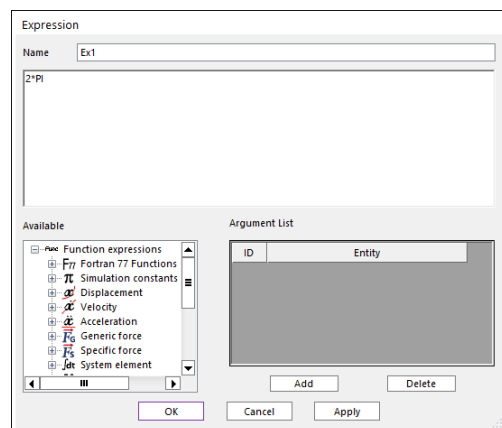
4. 在 Motion 对话框中点击 EL。



5. 弹出 Expression List 对话框后，为打开对话框点击 Create。

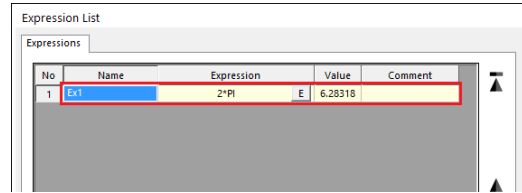
6. 将以下 Motion Expression 输入至 Expression 对话框上端的方框内。

- $2 * \text{PI}$

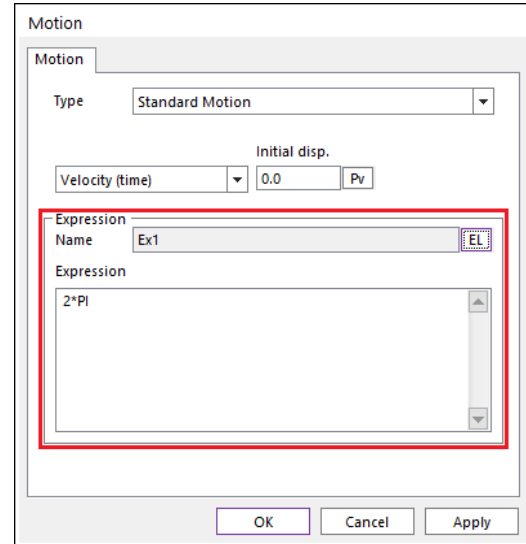


7. 在 Expression 对话框上点击 OK。

8. 再次出现 Expression List 对话框，将 List 中的 EX1 激活后点击 OK。



9. 确认在 Motion 对话框中已经输入 Expression，点击 OK。



10. 在 Joint 对话框中点击 OK。



仿真的执行

目的

本章将对已制成的模型进行模拟试验



预计所需时间

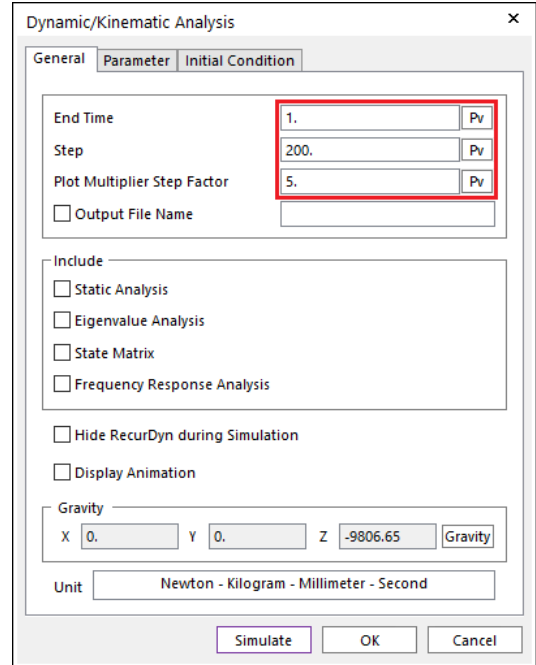
5 分钟

Dynamic/Kinematic 仿真的执行

进行 Dynamic/Kinematic 仿真，查看模型由 Force 及 Motion 产生的影响。



1. 在 **Analysis** 标签的 **Simulation Type** 分组中，点击 **Dyn/Kin** 打开 Dynamic/Kinematic 对话框。
2. 设定模拟的结束时间和储存的动画步骤数。
 - **End Time** : 1
 - **Step** : 200
 - **Plot Multiplier Step Factor** : 5
3. 点击 **Simulate** 的话，仿真就会进行。



Tip: Dynamic/Kinematic Analysis 对话框的 Option 说明

- **End Time**: 定义模拟时间的长短。
 - **Step**: 定义整个模拟进行时储存的动画步骤数。
 - **Plot Multiplier Step Factor**: 为了绘图，定义已保存的数据点的数，将 Plot 数据点的数定义为 $\text{Step} * \text{Plot Multiplier Step Factor}$ 。
-



动画的生成

目的

本章将学习如何使用动画表现模型的运动，并学习如何生成 AVI 格式的模型运动动画用于公开演示。同时，还将学习如何追踪移动 Body 的 Point 路径



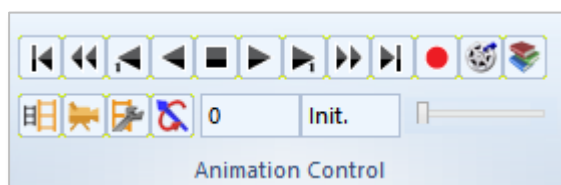
预计所需时间

10 分钟

动画工具栏

仿真结束后即可以动画形式查看模型。在 RecurDyn/Plot 中加载并生成动画时，可查看能够进行数据分析的 Plot 和更加精确的结果。

在 **Analysis** 标签的 **Animation Control** 分组中，动画工具栏如下图所示。各工具的功能将在下表中进行说明。



Tool	说明
	移动至初始位置
	快退播放/暂停
	移动至前一位置
	后退/暂停
	停止
	播放/暂停
	移动至下一位置
	快速播放/暂停
	移动至末端位置
	录像
	重新保存最后的动画文件
	多窗口动画
	控制假设输出
	Animation Scaling
	选择相机
	呈现 Animation Control 对话框
	Force Display 设置

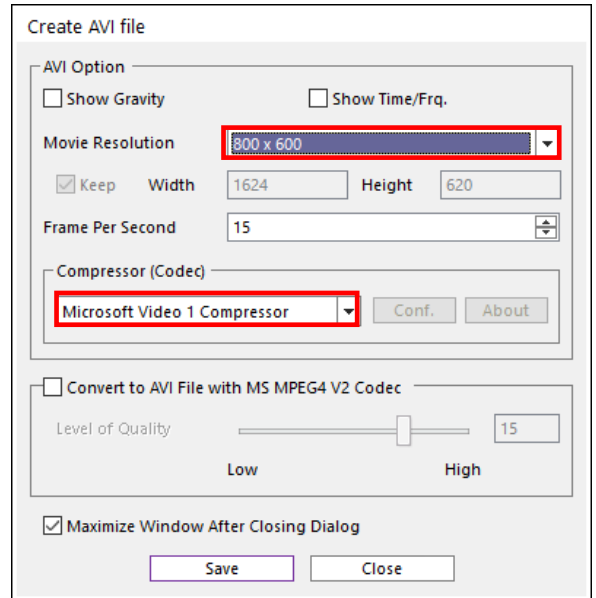
动画的生成

▶ 在动画工具栏中点击 Play 键。

Animation Data AVI 文件的保存

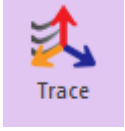
可将播放的动画以 AVI 文件形式保存下来，在 PowerPoint 或网页上进行演示。

1. 在动画工具栏中，点击 **Record** 工具，打开 Create AVI file 对话框。
2. 为设定 AVI 文件的画质，将 **Movie Resolution** 设置为 **800 x 600**。
3. 点击 **Compressor (Codec)** 的组合框之后，选择 **Google VP8 VFW Video Codec**。
(如想要将生成的 AVI 文件移置其他计算机上进行播放，该计算机需具有相同的 Codec 信息。)
4. 点击 **Save** 时，会弹出 **Save As** 对话框。
5. 在 **Save As** 对话框中，选择文件名称及 AVI 文件的路径。
6. 点击 **Save**。

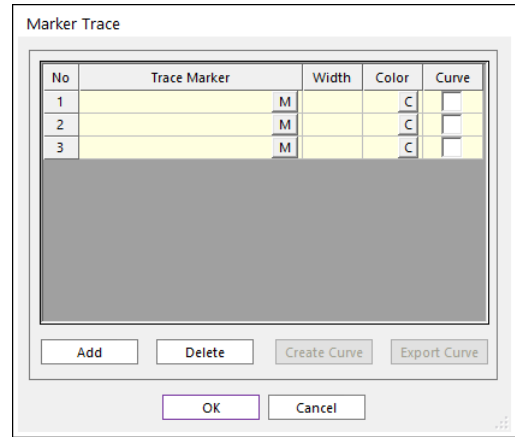
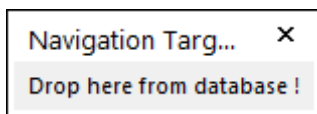


关于对移动 Body 的 Point 路径的追踪

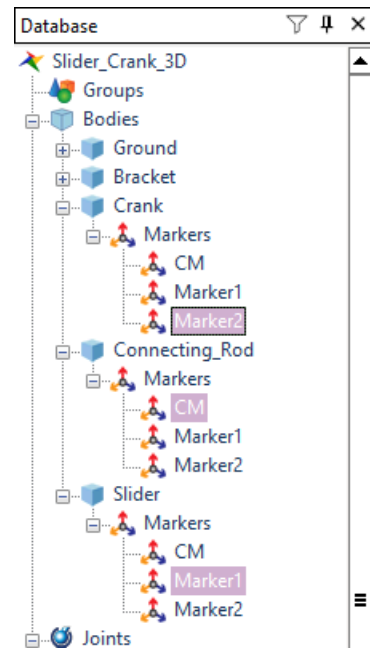
在动画中，曲柄、Connection Rod 和滑块的 Motion 看起来很简单，实则不然。因此，为了更好地理解每一个 Body 的相关 Motion，这里将追踪各个 Body 的 point 路径。各个 Body 的 Point 依照 **Marker** 来定义，**Marker** 成为坐标系统。同时，**Marker** 具有原点和定位，存在的 **Marker** 可在相同的路径被追踪。



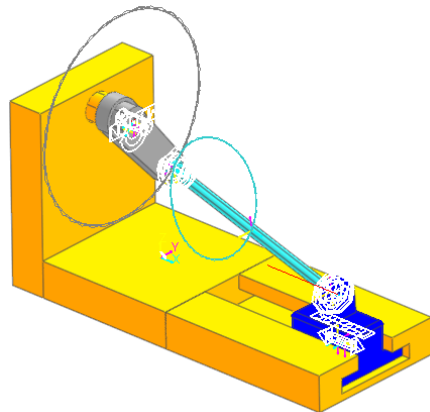
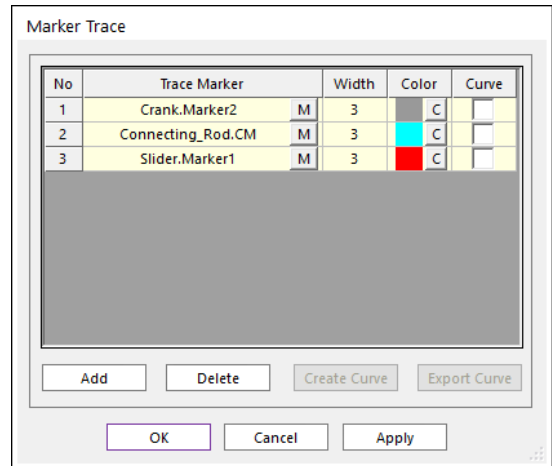
1. 在 **Analysis** 标签的 **Post Tool** 分组中，点击 **Marker Trace**，打开 Marker Trace 对话框。
2. 在这个对话框中，为了生成三个 Marker，点击 **Add** 键三次。
3. 点击第一列中的 **M(Marker)** 键。Navigation Target 视窗将在 Working 窗的上端右侧弹出。



4. 点开 Database 窗的 **曲柄**，**连接杆**，**滑块** 的下拉菜单，**曲柄**，**连接杆**，**滑块** 的 **Markers** 目录将会如右图展开。
5. 选择 **曲柄** 下的 **Marker2**，将已选择的 **Marker2** 拖拽至 Navigation Target 对话框时，Trace Marker 栏的第一列中就会出现 **Crank.Marker2**。



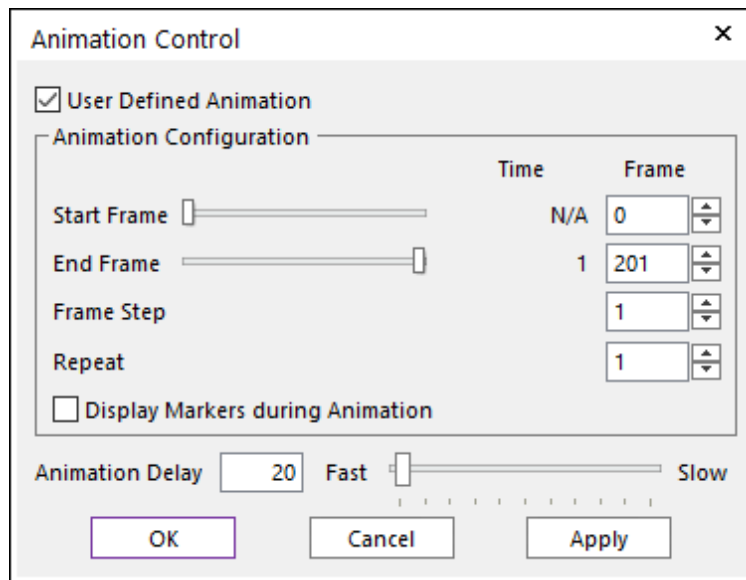
6. 点击第二列中的 **M(Marker)** 键。选择 **Connecting_Rod** 下的 **CM**，将已选择的 **CM** 拖拽至 Navigation Target 窗，Connecting_Rod.CM 就会出现在 Trace Marker 栏的第二列中。
7. 点击第三列中的 **M(Marker)** 键。选择 **滑块** 下的 **Marker1**，将已选择的 **Marker1** 拖拽至 Navigation Target 窗。**Slider.Marker1** 就会出现在 Trace Marker 栏的第三列中。
8. 将三列的 **Width** 都设置为 **3**。
9. 点击第一列中 **Color** 的 **C** 键，将颜色设置为灰色。
10. 点击第二列中 **Color** 的 **C** 键，将颜色设置为青绿色。
11. 点击第三列中 **Color** 的 **C** 键，将颜色设置为红色。
12. 点击 **OK**，关闭 Marker Trace 对话框。
13. 点击播放键重新播放动画时，如下图所示，可看到 3 种轨迹信息。

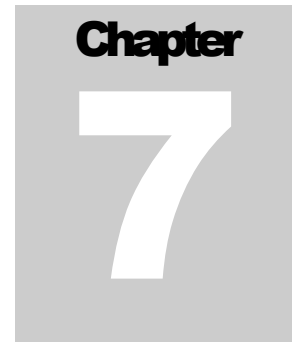


Tip: Animation Control Configuration 对话框的使用方法

在 Analysis 标签的 Animation Control 分组中，点击 Animation Configuration 时，可如下图所示对动画进行以下几种设置。

- **Start Frame** 和 **End Frame**: 定义动画的初始位置和末端位置。
- **Frame Step**: 增加动画的步骤数。
- **Repeat**: 定义动画的重复播放数。
- **Display Markers during Animation**: 勾选该选项时，在动画播放期间可显示 marker。





绘图

目的

本章将学习如何利用 Dynamic/Kinematic 模拟的分析数据进行绘图。使用强大的后处理工具 RecurDyn/Plot，不仅可以对滑块的 Motion 进行绘图，还能够用绘图和动画来共同查看模拟结果。



预计所需时间

5 分钟

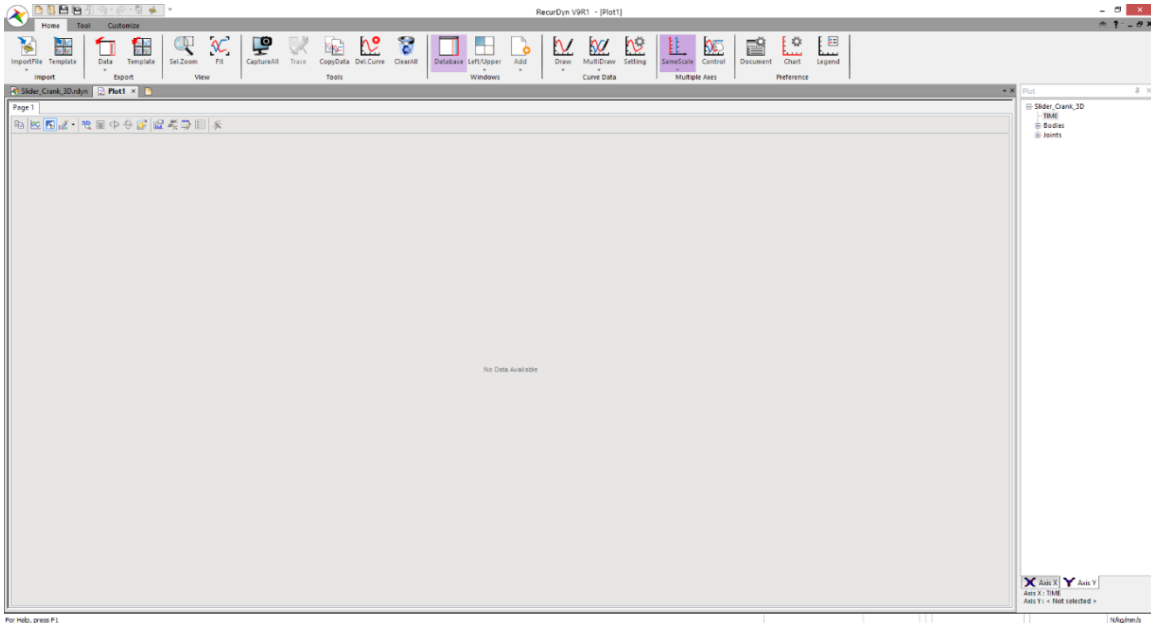
Plot 的生成

运行 RecurDyn/Plot，即可看到与滑块的 Motion 相关的 Plot。

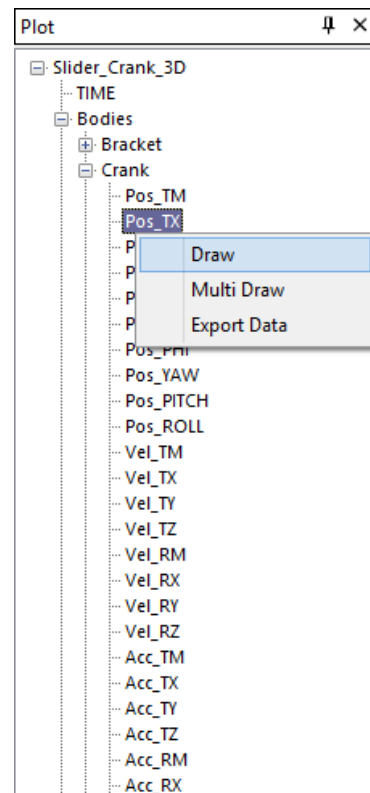


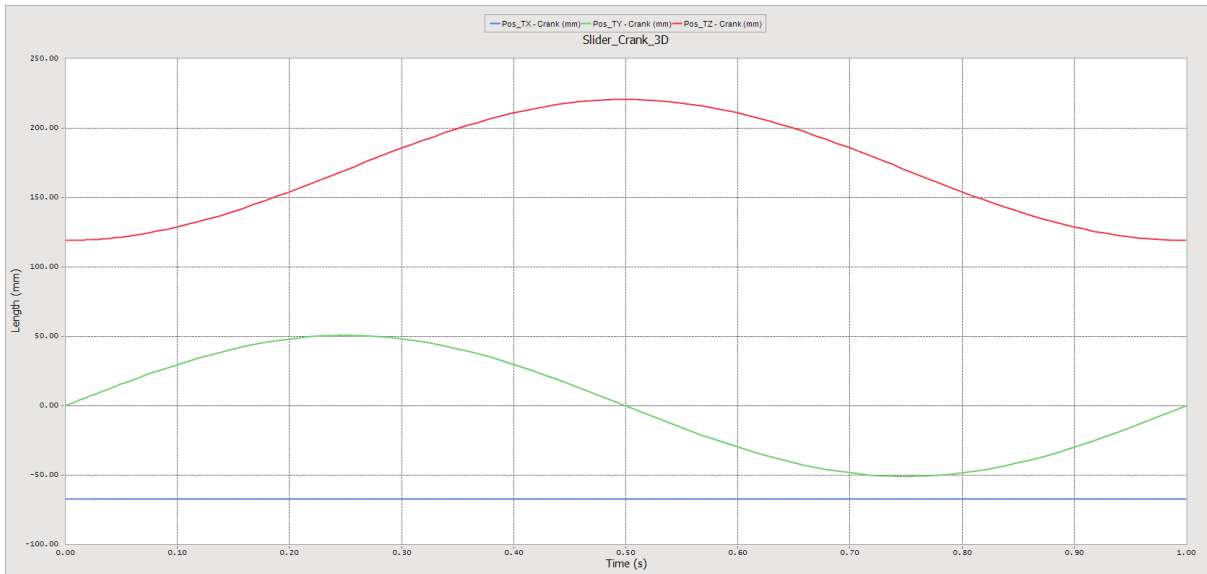
1. 在 **Analysis** 标签的 **Plot** 分组中，点击 **Plot Result**。

需要的所有工具和数据将在 绘图视窗中显示出来。



2. 在 Database 视窗中，展开 **Bodies**，之后再展开 **曲柄**。
3. 鼠标右键点击 **Pos_TX**。**Pos_TX** 是对 X 方向平行运动的位置的缩写。
4. 在弹出菜单中点击 **Draw**。
5. 双击 **Pos_TY** 和 **Pos_TZ**。双击时可获得与步骤 3 和 4 相同的效果。Plot 将如下图呈现所示。





通过使用 Trace Curve，不仅可以得到包含两个方向平行运动的曲柄 Body 的相关反馈，还可以知道是以 Z 轴为基点进行平行运动。

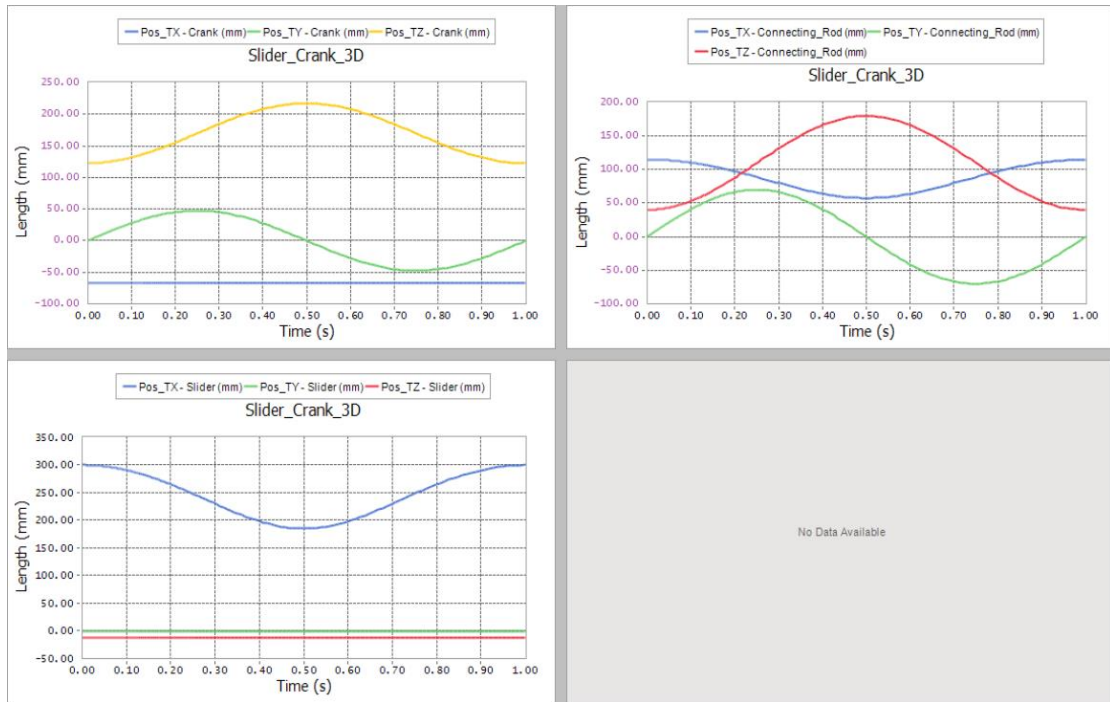
在多个视窗中进行绘图

为了在绘图视窗中更好地理解模型的结果，在这里将学习使用多个视窗的方法。

将绘图视窗转换为 Show All Windows:



1. 在 Home 标签的 Windows 分组中，点击 Show All Windows 时，Plot 视窗就会分为四部分。
2. 点击并激活右上方的视窗。
3. 在 Database 视窗中，展开 Bodies 下的 Connecting_Rod 选项。
4. 双击 Pos_TX、Pos_TY, 和 Pos_TZ。
5. 点击并激活左下方的视窗。
6. 在 Database 视窗中，展开 Bodies 下的 Slider 选项。



7. 双击 **Pos_TX** 和 **Pos_TY**, **Pos_TZ**, Plot 就会如上图显示所示。

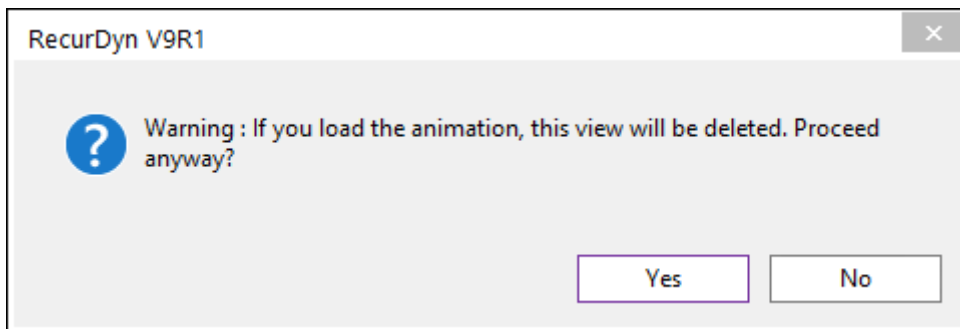
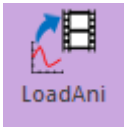
滑块 Body 相关的 Plot 曲线表明该 Body 以 1 个平行自由度进行移动，而连接杆 Body 相关的 Plot 曲线则表明该 Body 按照 3 个平行自由度进行移动。

动画的 Loading

在这个部分，将会使动画出现在绘图视窗的其中一个窗中。参考之前章节中进行的过程和以下内容，可制作 Plot 和动画相结合的 AVI 文件。

使动画出现在绘图视窗的其中一个窗中

1. 为了激活右下方的视窗，点击这个视窗。
2. 在 Tool 标签的 Animation 分组中，点击 Load Animation，便会出现以下对话框。



3. 点击 Yes，在右下方视窗中就会出现动画。
4. 将 View 调整后，点击 Play 键查看动画。



Tip: 在 Tool 标签的 Animation 分组中点击 Load Plot 就可以从动画状态返回 Plot 状态。

感谢参与本教程学习！