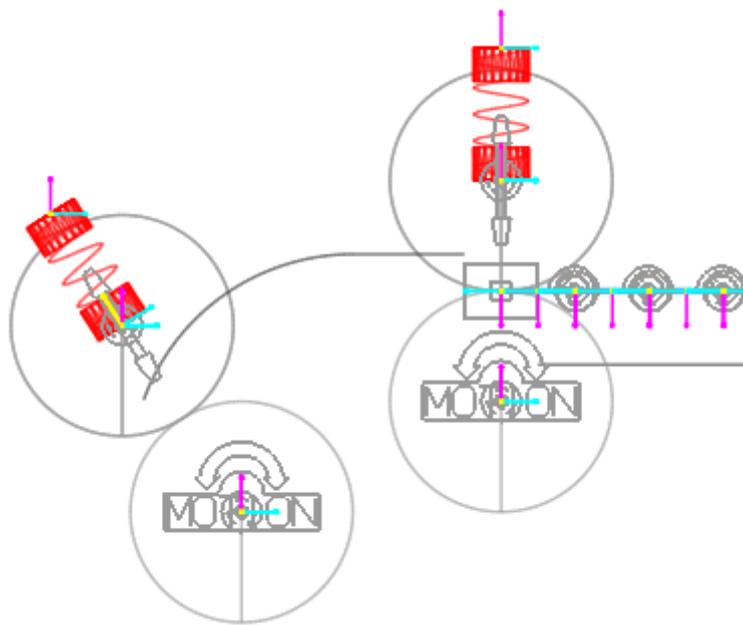




---

## 媒介传输系统教程(MTT2D)



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*<sup>™</sup> is a registered trademark of FunctionBay, Inc.

*RecurDyn*<sup>™</sup>/SOLVER, *RecurDyn*<sup>™</sup>/MODELER, *RecurDyn*<sup>™</sup>/PROCESSNET, *RecurDyn*<sup>™</sup>/AUTODESIGN, *RecurDyn*<sup>™</sup>/COLINK, *RecurDyn*<sup>™</sup>/DURABILITY, *RecurDyn*<sup>™</sup>/FFLEX, *RecurDyn*<sup>™</sup>/RFLEX, *RecurDyn*<sup>™</sup>/RFLEXGEN, *RecurDyn*<sup>™</sup>/LINEAR, *RecurDyn*<sup>™</sup>/EHD(Styer), *RecurDyn*<sup>™</sup>/ECFD\_EHD, *RecurDyn*<sup>™</sup>/CONTROL, *RecurDyn*<sup>™</sup>/MESHINTERFACE, *RecurDyn*<sup>™</sup>/PARTICLES, *RecurDyn*<sup>™</sup>/PARTICLEWORKS, *RecurDyn*<sup>™</sup>/ETEMPLATE, *RecurDyn*<sup>™</sup>/BEARING, *RecurDyn*<sup>™</sup>/SPRING, *RecurDyn*<sup>™</sup>/TIRE, *RecurDyn*<sup>™</sup>/TRACK\_HM, *RecurDyn*<sup>™</sup>/TRACK\_LM, *RecurDyn*<sup>™</sup>/CHAIN, *RecurDyn*<sup>™</sup>/MIT2D, *RecurDyn*<sup>™</sup>/MIT3D, *RecurDyn*<sup>™</sup>/BELT, *RecurDyn*<sup>™</sup>/R2R2D, *RecurDyn*<sup>™</sup>/HAT, *RecurDyn*<sup>™</sup>/曲柄, *RecurDyn*<sup>™</sup>/PISTON, *RecurDyn*<sup>™</sup>/VALVE, *RecurDyn*<sup>™</sup>/TIMINGCHAIN, *RecurDyn*<sup>™</sup>/ENGINE, *RecurDyn*<sup>™</sup>/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//m 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*<sup>™</sup> V9R1.

# 目录

预备工作.....	5
目标.....	5
读者.....	5
预备知识.....	5
步骤.....	6
预计完成时间.....	6
设置仿真环境.....	7
任务目标.....	7
预计完成时间.....	7
启动 RecurDyn.....	8
创建一个新的媒介传输子系统.....	8
设置 RecurDyn 用户环境.....	8
创建和分析媒介传输模型.....	9
任务目标.....	9
预计完成时间.....	9
创建薄片.....	10
创建滚子对 1.....	11
创建滚子对 2.....	12
创建两条直线导轨.....	14
创建一条弧形导轨.....	15
定义滚子运动.....	15
运行动力学仿真.....	16
绘制结果.....	17
可选练习 1-添加速度和距离传感器.....	19
任务目标.....	19
预计完成时间.....	19
设置模型.....	20
创建速度传感器.....	20
创建一个距离传感器.....	20
运行动力学仿真.....	21
绘制结果图形.....	21
可选练习 2 -反向薄片运动方向.....	23
任务目标.....	23
预计完成时间.....	23
设置模型.....	24
创建一个事件传感器.....	24

可选练习 3 –查看模型的灵敏性 .....	2 6
任务目标.....	2 6
预计完成时间.....	2 6
设置模型.....	2 7
修改模型.....	2 7

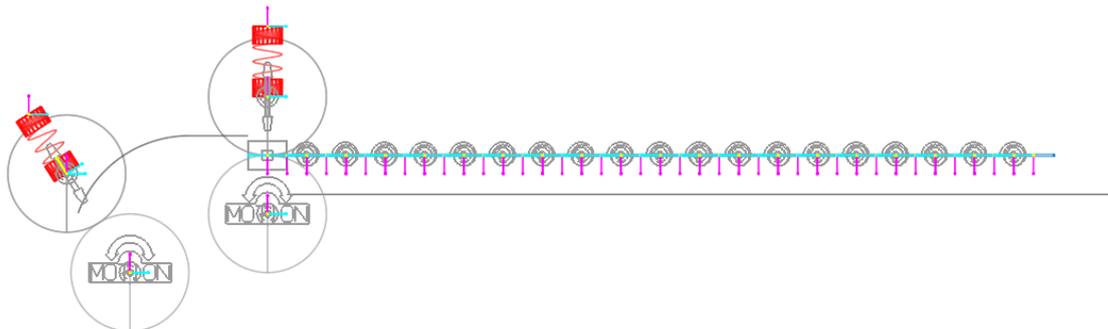
## Chapter

## 1

## 预备工作

### 目标

本教程介绍创建 2D 媒介传输工具(MTT2D)的基本操作。学会如何创建和使用薄片组来表示媒介（纸或电影胶片），驱动媒介的固定和移动滚子，指引媒介运动的直线和弧形导轨。在本教程中，将创建如下所示的媒介传输模型：



本教程包括演示 MTT2D 模型基本运动的两章和三个选做的练习。每个选做的练习与其他选做的练习都是相互独立的。可以在完成第 2 章和第 3 章的模型创建后，选做任何一个练习。在进行选做练习前无需运行仿真和绘制结果图形。

### 读者

本教程面向熟悉 RecurDyn 基本操作的用户。所有的新任务都做了详细说明。

### 预备知识

用户首先需要学习 3D 曲柄滑块机构、带螺旋桨发动机、弹性球（2D 接触）教程，或者类似教程。用户还需要具有基础的物理知识。

## 步骤

本教程包含以下步骤。预计完成每个步骤的时间，如下表所示。

流程	时间 (分钟)
仿真环境设置	5
媒介传输模型创建与分析	30
可选练习 1	15
可选练习 2	15
可选练习 3	15
总计:	80



### 预计完成时间

本教程大概需要 80 分钟完成。

## 设置仿真环境

本章将学习创建媒介传输子系统和设置仿真环境。

### 任务目标

学习如何创建一个媒介传输子系统。



### 预计完成时间

5 分钟

## 启动 RecurDyn

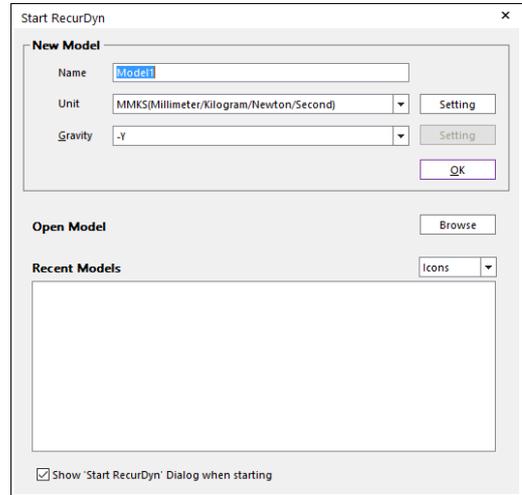
启动 RecurDyn，并创建一个新的模型：



1. 双击桌面上的 RecurDyn 图标。

RecurDyn 启动，显示 Start RecurDyn 对话框。

2. 输入新模型的名字为 MTT2D\_Example。
3. 点击 OK。



## 创建一个新的媒介传输子系统

所有创建和操作 MTT2D 模型的工具都在 Toolkit 工具栏中 Subsystem Toolkit 标签上方的 MTT2D 工具箱。

创建一个 MTT2D 模型：



在 Toolkit 标签下的 Subsystem Toolkit 组中，点击 MTT2D。

RecurDyn 现在处于子系统编辑模式。

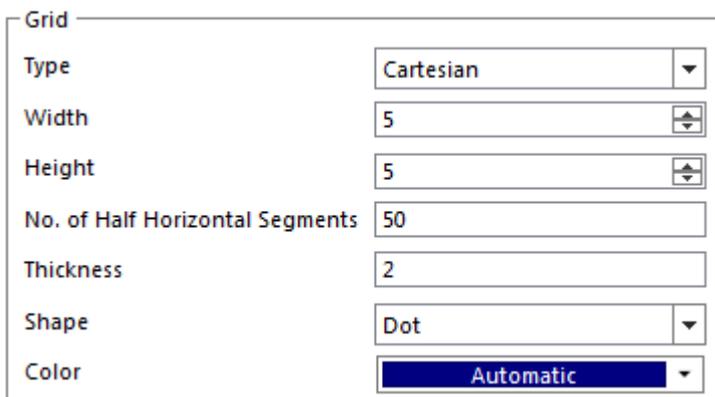
## 设置 RecurDyn 用户环境

现在，设置 RecurDyn 环境，以便更为容易的操作 MTT2D 模型。

设置 RecurDyn 环境：



1. 设置网格大小为 5。





2. 设置图标和标记大小为 5。

Icon Size	<input type="text" value="5"/>	<input type="button" value="▲"/>	<input type="button" value="▼"/>
Marker Size	<input type="text" value="5"/>	<input type="button" value="▲"/>	<input type="button" value="▼"/>
Marker Z-Axis Width	<input type="text" value="2."/>		
Initial Velocity Width	<input type="text" value="2."/>		



3. 使用缩放工具或者输入 z，然后上下拖动直到网格点适合屏幕。

## 创建和分析媒介传输模型

在本章中将创建媒介传输模型，并且研究在如下位置的负载：

- 薄片滑到可移动滚子平均的负载
- 薄片子段

### 任务目标

学习：

- 创建薄片
- 创建滚子和线性导轨
- 定义滚子运动
- 运行仿真和绘制结果



预计完成时间

30 分钟

## 创建薄片

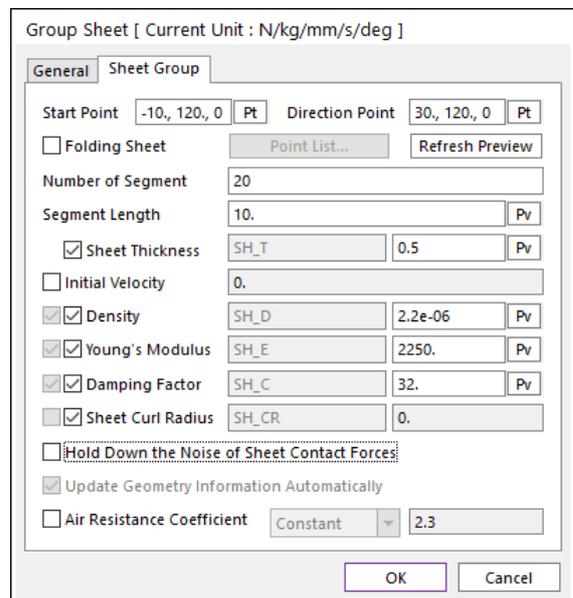
从创建薄片开始。

### 创建薄片:



1. 在 MTT2D 标签的 Sheet 组中，点击 Sheet。
2. 设置创建方法为: Point, Point, Withdialog。
  - Sheet Start Point: -10, 120, 0
  - Sheet End Point: 30, 120, 0
3. 查看 Sheet 对话框，并根据下方列表和对话框进行对照修改（通常不需要修改），然后点击 OK:

- Sheet Start Point: -10,120,0
- Sheet Direction Point: 30, 120, 0
- Sheet Segment Number: 20
- Segment Length: 10
- Sheet Thickness: 0.5
- Density: SH\_D 2.2e-006
- Young's Modulus: SH\_E 2250
- Sheet C: SH\_C 32
- Sheet Curl Radius: SH\_CR 0



Folding Sheet, Initial Velocity, Air Resistance Coefficient 和 Hold Down the Noise of Sheet Contact Forces 不需要勾选。

在图形窗口中薄片显示如下。



4. 保存文件到名为 MTT2D\_Example.rdyn 的工作目录下。

## 创建滚子对 1

滚子对 1 包含在之后步骤中创建的以下滚子:

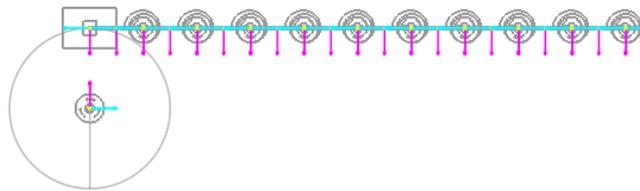
- 固定的
- 可移动的

创建一个固定的滚子:



1. 从 **Roller** 组中 **MTT2D** 标签下, 点击 **Fixed**。
2. 设置创建方法为 **Point, Radius**:
  - **Roller Center Point**: -10, 105, 0
  - **Roller Radius Point**: 15 (或者在 **Input Window** 工具栏中输入 15)

创建的模型如下所示:



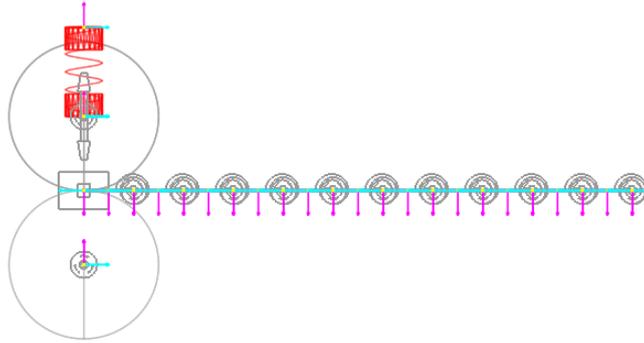
创建可移动滚子:

1. 在 **MTT2D** 标签的 **Roller** 组中, 点击 **Movable**。
2. 设置创建方法为 **FixedRollerGroup, Direction, Radius**。
3. 点击刚创建的 **Fixed Roller Group**, 两个点的位置显示如下:



- **FixedRollerGroup**: **FixedRollerGroup1**
- **Roller Direction Point**: 0, 1, 0
- **Roller Radius Point**: 15 (或者在 **Input Window** 工具栏中输入 15)

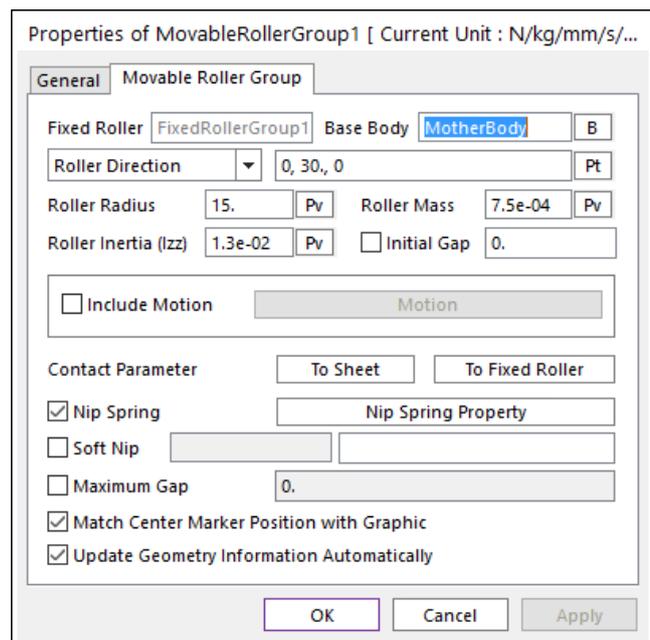
在建模窗口中, 固定滚子和薄片显示如下。



4. 如果需要，可以查看可移动滚子的特性，结果应与下面的列表和右侧的对话框匹配。  
(小贴士：左键选中创建的 **Moveable Roller**，然后点击右键，选择 **Properties**)

- **Base Body:** MotherBody
- **Roller Direction:** 0, 30, 0
- **Roller Radius:** 15
- **Roller Mass:** 7.5e-004
- **Roller Inertia (Izz):** 1.3e-002

**Nip Spring, Match Center Marker Position with Graphic, 和 Update Geometry Information Automatically** 全部勾选。



## 创建滚子对 2

在本节中，将使用 **Roller Pair** 工具，在一次操作中创建一个固定滚子和一个可移动滚子。

创建滚子对：



1. 在 MTT2D 标签的 **Roller** 组中，点击 **Pair**。
2. 设置创建方法为 **Point, Radius, Direction, Radius**:
  - **Center Point:** -45, 90, 0
  - **Radius Point:** 15 (或者在 **Input Window** 工具栏中输入 15)
  - **Direction Point:** -70, 110, 0 (或者将方向向量 -0.781, 0.625, 0 输入到 **Input Window** 工具栏中)

---

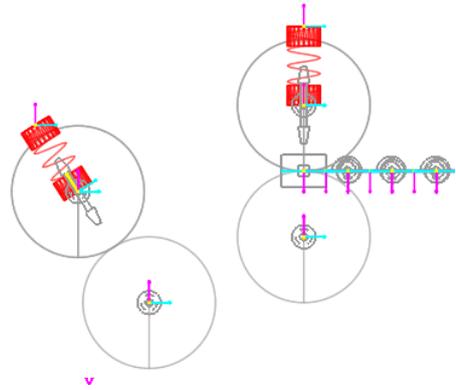
小贴士: 使用 **RecurDyn** 窗口右下角的坐标读取器(Global X:-70 Y:110 Z:0 )来确定光标的位置。

---

- **Radius Point:** 15 (或者在 **Input Window** 工具栏中输入 15)

创建的模型如右图所示。

3. 将文件再次保存到一个工作目录下。



## 创建两条直线导轨

现在，将创建两条直线导轨：一根从左到右定义，另一根从右到左定义。

创建直线导轨：

1. 在开始之前，为了能更好地显示模型，使模型适应屏幕然后缩小大概 10%。
2. 在 MTT2D 标签的 Guide 组中，点击 Linear。
3. 设置创建方法为 Point, Point。
4. 点击如下所示的点创建两个导轨。注意每条导轨都贴合到薄片的法线方向。通常水平导轨被定义为从左到右贴合到朝上方向。



- **Linear guide 1:**

- **Start Point:** -5, 110, 0
- **End Point:** 205, 110, 0

---

注意：导轨定义为从左到右；贴合到薄片的上面。

---

- **Linear guide 2:**

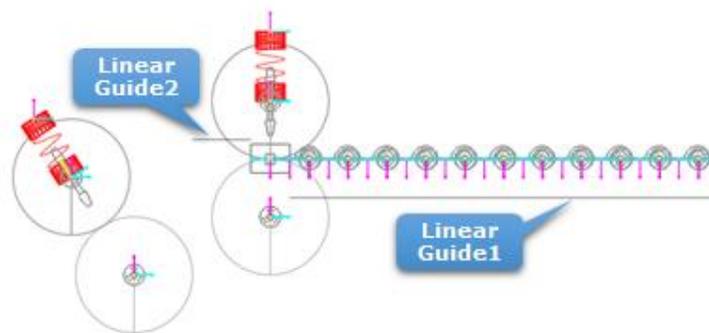
- **Start Point:** -15, 125, 0
- **End Point:** -30, 125, 0

---

注意：导轨定义为从右到左；贴合到薄片的下面。

---

创建的模型显示如下。

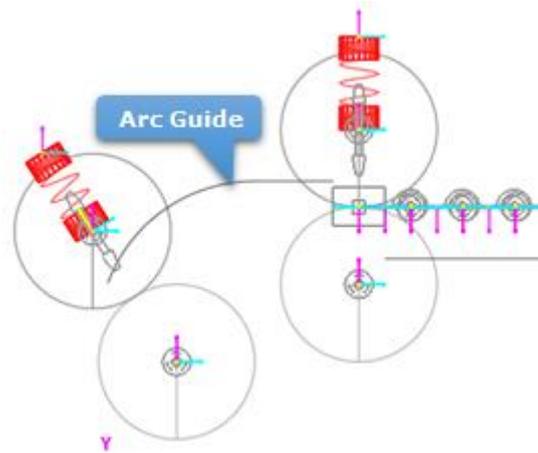


## 创建一条弧形导轨

创建一条弧形导轨:



1. 在 MTT2D 标签的 Guide 组中, 点击 Arc。
1. 设置创建方法为 Point, Point, Direction, Angle:
  - Center Point:  $-30, 95, 0$
  - Radius Point:  $-30, 125, 0$
  - Direction Point:  $-1, 0, 0$  (或者 radius point 左侧的任一点)
  - Angle Point:  $-60, 105, 0$  (或者在 Input Window 工具栏中输入 70)



小贴士: 使用 RecurDyn 窗口右下角的坐标读取器(Global X:-60 Y:105 Z:0 )来确定光标的位置。

创建模型如右上图显示。

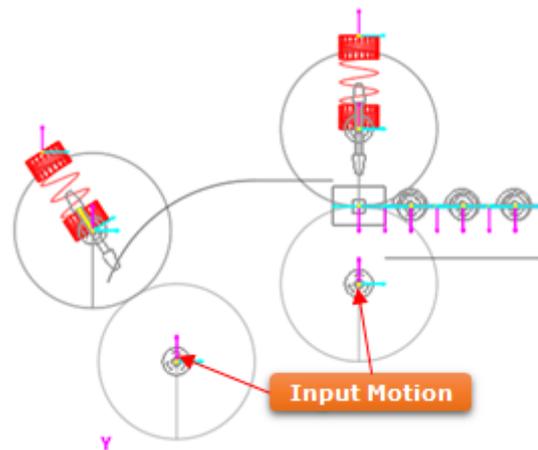
2. 将文件再次保存到一个工作目录下。

## 定义滚子运动

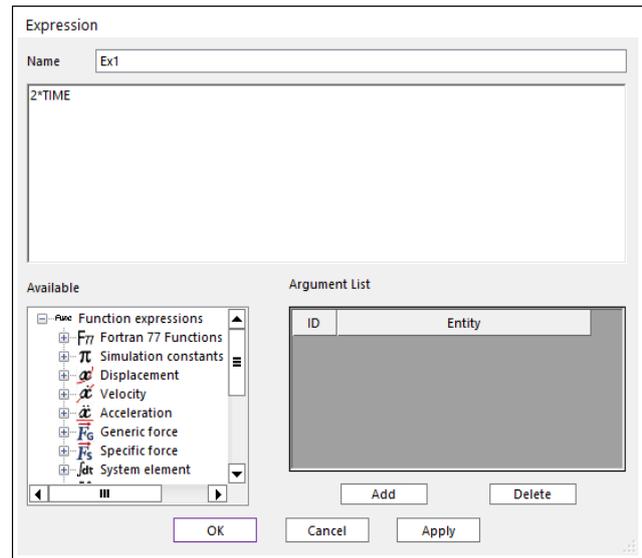
在本节中, 通过在每个固定滚子中添加一个运动输入来设置两个固定滚子组的运动。运动将被施加到右图所示的两个旋转副中。

定义滚子运动:

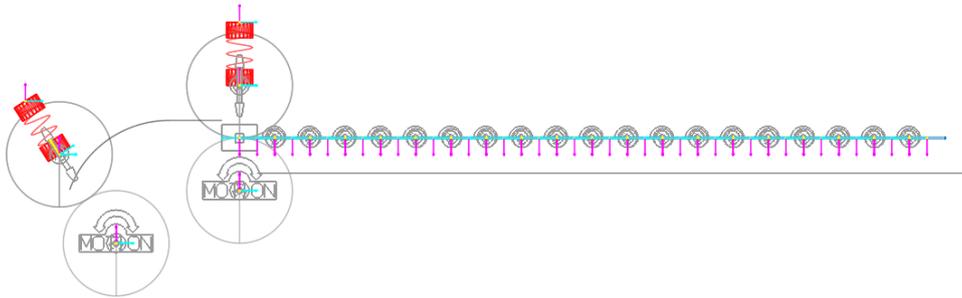
1. 打开第一个滚子组 FixedRollerGroup1 的 Properties 对话框。
2. 勾选 Include Motion 选项。
3. 点击 Motion 按钮。
4. 点击 EL, 查看表达式列表。
5. 点击 Create。



6. 如右侧对话框中所示，在 **Expression** 区域内输入运动表达式：
  - $2*TIME$
7. 在三个对话框中，分别点击 **OK** 以完成定义。
8. 在第二个固定滚子组 **FixedRollerGroup2** 中，重复上述过程，除此之外，还可以通过从 **Expression List** 中选取之前创建的运动表达式轻松完成创建。



当完成这些步骤后，模型显示如下。



## 运行动力学仿真

运行动力学仿真：



1. 在 **Analysis** 标签的 **Simulation Type** 组中，点击 **Dynamic/Kinematic**。
2. 在 **Dynamic Analysis** 对话框中，设置如下：
  - **End time:** 5
  - **Number of steps:** 100
  - **Plot Multiplier Step Factor:** 5
  - **勾选 Hide RecurDyn during Simulation.**
3. 点击 **Simulate**。
4. 通过将光标放置到屏幕底部任务栏中的 **RecurDyn** 图标上，查看仿真状态。  
仿真在一分钟内完成。



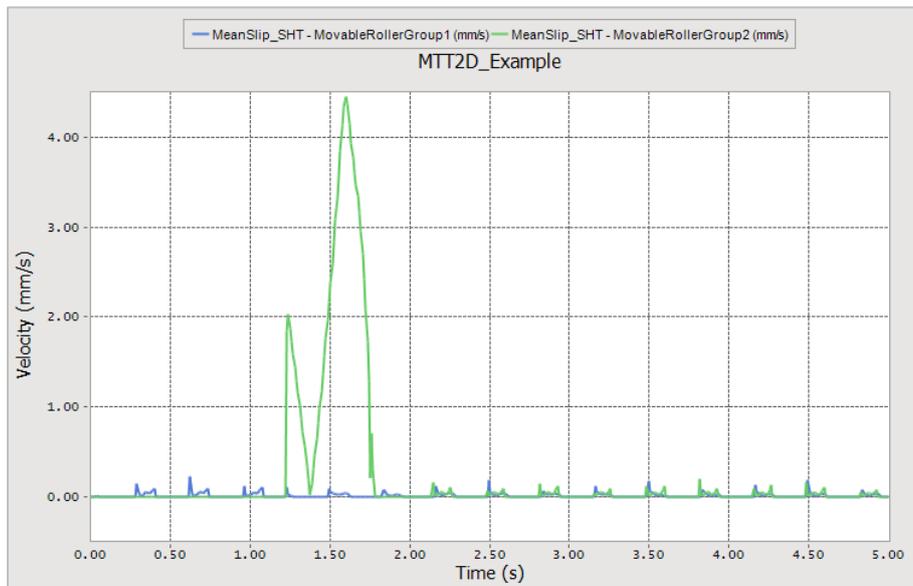
5. 在 **Analysis** 标签的 **Animation Controls** 组中，点击 **Play**。

## 绘制结果

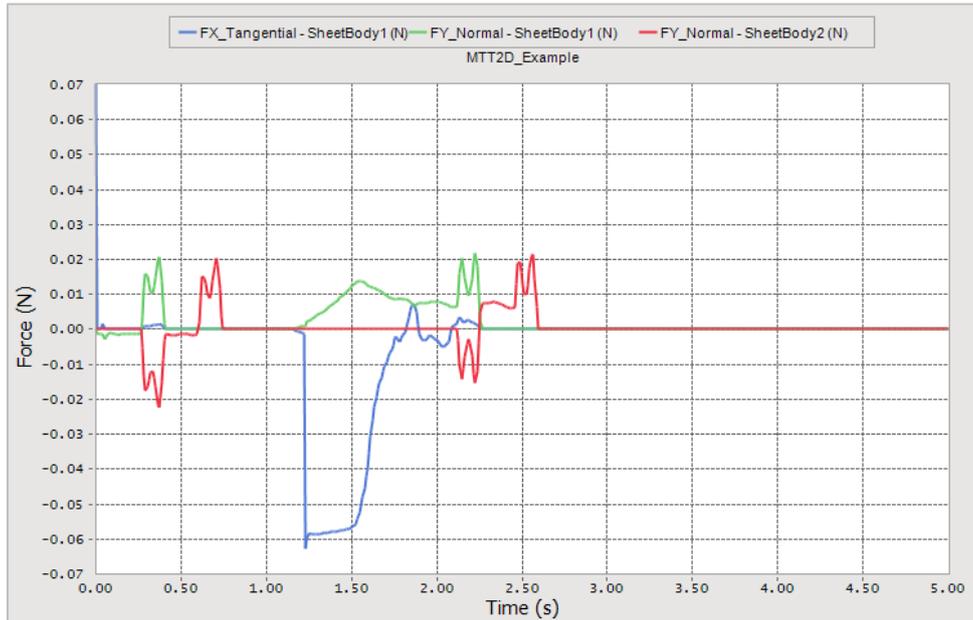
绘制输出数据:



1. 在 **Analysis** 标签的 **Plot** 组中，点击 **Plot Result**。
2. 在右侧的 **Database** 窗口中，展开 **Movable Roller**→**MovableRollerGroup1** 和 **MovableRollerGroup2**。
3. 双击每一部分的 **MeanSlip\_SHT**，并调整标签和坐标轴，得到如下的绘图。当薄片的前缘与第二个滚子组的可移动滚子相接时，可以看到大量的对齐滑动。



4. 在 **Home** 标签的 **Page** 组中，点击 **Add**。
5. 在 **Database** 窗口，展开 **SheetBody**→**SheetBody1**。
6. 双击 **Fx\_Tangential** 和 **Fy\_Normal**。
7. 展开 **SheetBody2**，然后双击 **Fy\_Normal**。
8. 调整**标签**和坐标轴，以获得如下绘图。



9. 关闭绘图窗口。

**RecurDyn** 返回到建模窗口。

10. 保存 **RecurDyn** 模型文件。

现在可以结束对本教程的学习，也可以继续学习之后的可选练习。每个可选练习之间是相互独立的。

## 可选练习 1-添加速度和距离传感器

### 任务目标

在本练习中，将定义两个传感器：

- 测量薄片  $x$  方向速度的速度传感器
- 测量薄片与弧形导轨上定点间最小距离的距离传感器

运行仿真，并绘制传感器结果。



### 预计完成时间

本教程大概需要 15 分钟完成。

## 设置模型

打开在之前练习中创建的模型，然后另存为一个新的名字。

设置模型：

1. 打开按本教程前两章创建的模型 `MTT2D_Example.rdyn`。
2. 从 **File** 菜单，选择 **Save As**。然后保存为叫 `MTT2D_Example_Sensor.rdyn` 的新模型文件。

## 创建速度传感器

下一步，将使用速度传感器，测量薄片在 **x** 方向的速度。

创建速度传感器：



1. 在 **MTT2D** 标签的 **Sensor** 组中，点击 **Sensor**。然后点击 **Speed Sensor**。
2. 设置创建方法为: **Point, Direction, Distance**。
3. 然后输入以下信息：
  - **Center Point**:: -25, 120, 0
  - **Direction Point (+X)**: 1, 0, 0 (或者在 **Input Window** 工具栏中输入 1,0,0)
  - **Distance Point**: 15 (或者在 **Input Window** 工具栏中输入 15)

## 创建一个距离传感器

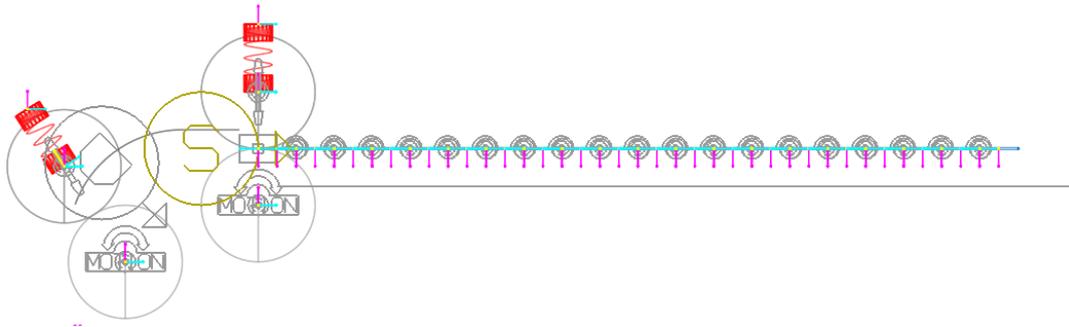
将使用距离传感器，测量薄片和弧形导轨上选择的一点之间的最近距离。

创建一个距离传感器：



1. 在 **MTT2D** 标签的 **Sensor** 组中，点击 **Sensor**。然后点击 **Distance Sensor**。
2. 设置创建方法为: **Point, Direction, Distance**。
3. 然后输入以下信息：
  - **Center Point**:: -51.2, 116.2, 0 (沿着弧线，与垂直方向呈 45 度)。
  - **Direction Point** : 在 **Input Window** 工具栏中输入 1, -1, 0 来定义一个沿 45 度方向位于圆弧导轨中心的距离传感器。
  - **Distance Point**: 在 **Input Window** 工具栏中输入 15。

当完成上述步骤后，模型应显示如下：



## 运行动力学仿真

运行动力学仿真：



1. 在 **Analysis** 标签的 **Simulation Type** 组中，点击 **Dynamic/Kinematic**。
2. 设置如下参数：
  - **End time:** 5
  - **Number of Steps:** 100
  - **Plot Multiplier Step Factor:** 5
  - **勾选** **Hide RecurDyn during Simulation**
3. 点击 **Simulate**。
4. 通过将光标放到屏幕底部任务栏上的 **RecurDyn** 图标上，来查看仿真的状态。

仿真将在一分钟之内完成。

5. 按下 **Analysis** 标签的 **Animation Controls** 组中的 **Play** 按钮，来播放动画，并验证传感器的添加不会影响模型的表现。

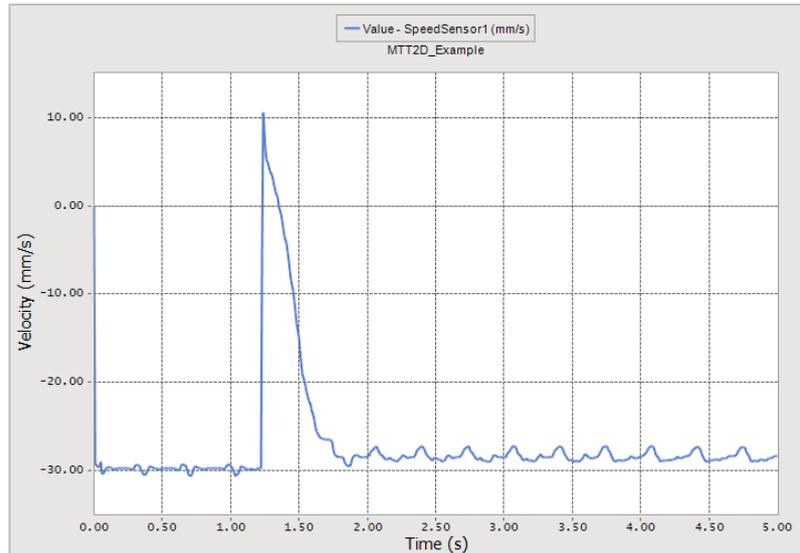
## 绘制结果图形

绘制传感器的输出数据图形：

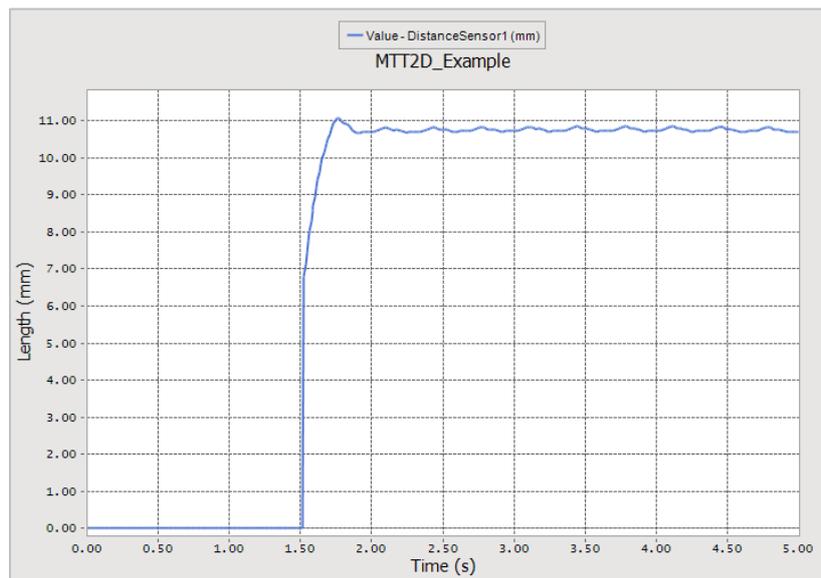


1. 在 **Analysis** 标签的 **Plot** 组中，点击 **Plot**。
2. 在右侧的 **Database** 窗口中，展开 **Sensor**→**SpeedSensor1**。
3. 双击 **Value**，来绘制薄片的速度曲线。

注意，薄片在 1.5 到 1.85 秒之间出现了**停止和反向运动**。通过查看整个动画，发现薄片的前沿和第二个移动滚子之间的**相互作用**是导致该现象的原因。



4. 在 **Home** 标签的 **Page** 组中，点击 **Add**。(创建一个新的绘图页面。)
5. 在 **Database** 窗口下，展开 **DistanceSensor1**。
6. 双击 **Value**，来绘制距离曲线。
7. 调整标签与坐标轴，获得以下绘图。



注意薄片到弧形导轨的距离在其进入到第二个滚子组时受到很大影响。

8. 关闭绘图窗口。
9. 保存 **RecurDyn** 模型文件。

Chapter

5

## 可选练习 2-反向薄片运动方向

### 任务目标

在这个练习中，将使用一个事件传感器，来检测薄片何时进入到第二个滚子组。滚子的运动将在传感器检测到薄片进入 0.5 秒后反向。



### 预计完成时间

本教程大概花费 15 分钟完成。

## 设置模型

### 设置模型:

1. 打开完成本教程主要章节步骤后产生的文件 **MTT2D\_Example.rdyn**。
2. 从 **File** 菜单中, 选择 **Save As**, 来另存为叫 **MTT2D\_Example\_Rev.rdyn** 的新文件。
3. 在子系统 **MTT2D1** 上, 右键点击后选择 **Edit** 选项, 进入在本教程第一节中创建的子系统模式。

## 创建一个事件传感器

在本节中, 将创建一个事件传感器。一个事件传感器提供两部分的信息:

- **SNSR** 函数表达式在事件发生前的值为 0, 事件发生后的值为 1。
- **EVTIME** 函数表达式记录事件发生时的仿真时间。

将使用 **STEP** 函数在事件发生 0.5 秒后, 加入滚子的速度变化。将使用事件传感器的信息, 来编辑两个固定滚子的 **Input Motion Expression**。

### 创建一个事件传感器:

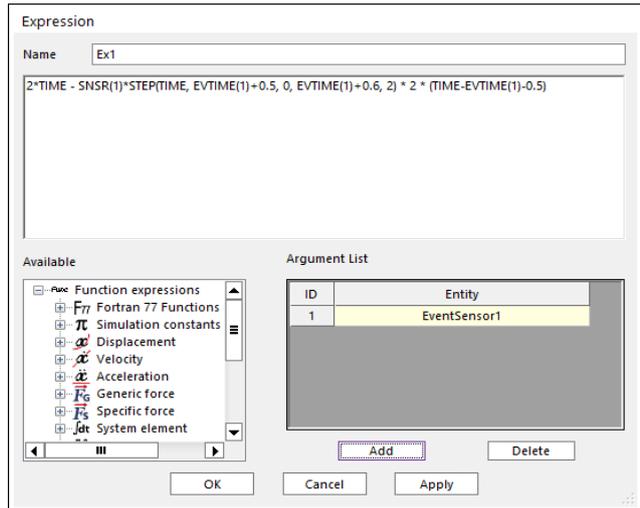


1. 在 **MTT2D** 标签的 **Sensor** 组中, 点击 **Sensor**。然后点击 **Event Sensor**。
2. 设置 创建方法为 **Point, Distance**:
  - **Center Point**:在 **Input Window** 工具栏中输入-57,100,0。
  - **Distance**: 在 **Input Window** 工具栏中输入 5。
3. 在 **Database** 窗口中, 右键点击表达式 **Ex1**, 然后点击 **Property**。

4. 在表达式列表中表达式 **Ex1** 所在的一行，点击按钮 **E**，修改运动表达式为：

$$2 * \text{TIME} - \text{SNSR}(1) * \text{STEP}(\text{TIME}, \text{EVTIME}(1) + 0.5, 0, \text{EVTIME}(1) + 0.6, 2) * 2 * (\text{TIME} - \text{EVTIME}(1) - 0.5)$$

5. 在 **Expression** 对话框的右下角，点击 **Add**，为 **Argument List** 添加一个文本框。
6. 从 **Database** 窗口中，拖拽 **EventSensor1** 组件到 **Argument List** 中刚创建的文本框中。



7. 点击 **Dynamic/Kinematic** 图标，运行仿真的基本教程会在 17 页中给出。
8. 按下 **Animation Controls** 上的 **play** 按钮，来播放动画，将看到薄片碰到第二个滚子对 0.5 秒后滚子反相转动。
9. 保存 **RecurDyn** 模型文件。



## 可选练习 3-查看模型的灵敏性

### 任务目标

在这个练习中，将通过修改在本教程主要章节中创建的模型，来查看其灵敏性。



### 预计完成时间

本教程大概花费 15 分钟完成。

## 设置模型

设置模型:

1. 打开在执行本教程主要章节步骤后创建的 `MTT2D_Example.rdyn` 文件。
2. 从 **File** 菜单, 选择 **Save As**, 另存为一个叫 `MTT2D_Example_Delta.rdyn` 新模型文件。

## 修改模型

修改模型:

- 做以下修改, 并在每次修改完成后运行仿真。注意每次修改对模型运动的影响。
  - 将固定滚子的速度加倍, 然后运行仿真 2.5 秒。
  - 将薄片的厚度改为 0.2mm, 然后运行仿真 2.5 秒。
  - 将薄片厚度改为 0.1mm, 然后运行仿真 2.5 秒。
    - 仿真时间是变长还是变短? 为什么?
    - 注意到是否有接触问题? 为什么会出现这种问题?
  - 将弧形导轨上的接触阻尼增加 10 倍。 (.012 到 .12)。

感谢学习本教程!