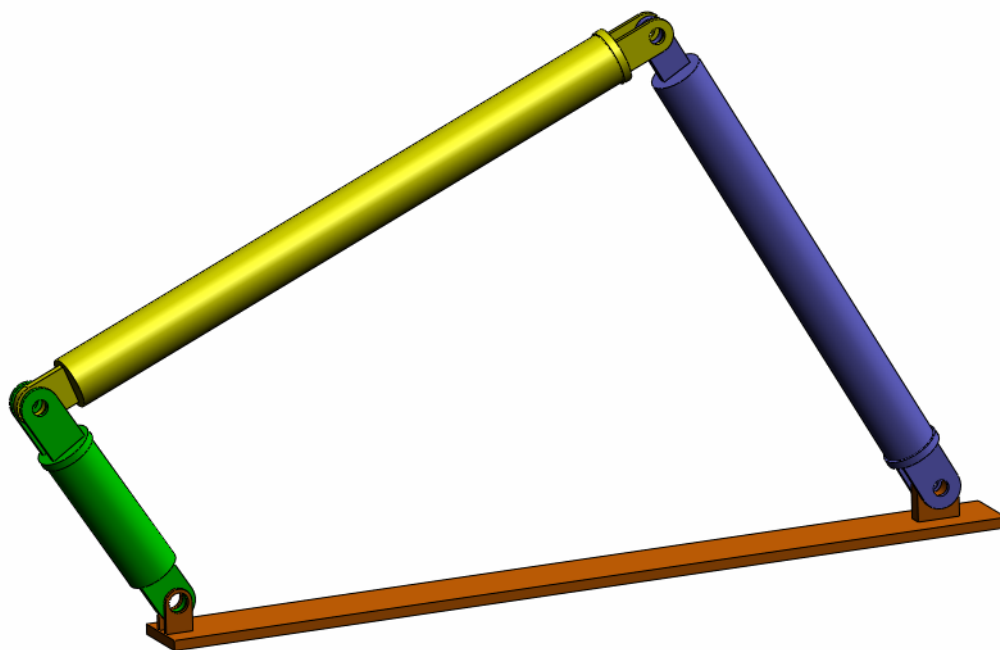




工程设计
和技术系列

使用 SolidWorks Motion 进行运动分析的简介， 学员指南



Dassault Systèmes SolidWorks Corporation
300 Baker Avenue
Concord, Massachusetts 01742 USA
电话: +1-800-693-9000

美国之外的地区: +1-978-371-5011
传真: +1-978-371-7303
电子邮件: info@solidworks.com
网址: <http://www.solidworks.com/education>

© 1995-2010, Dassault Systèmes SolidWorks Corporation,
a Dassault Systèmes S.A. company, 300 Baker Avenue, Concord,
Mass. 01742 USA。保留所有权利。

本文档中提及的信息和本软件如有变更，恕不另行通知，
Dassault Systèmes SolidWorks Corporation (DS SolidWorks)
对此不承担任何义务。

未经 DS SolidWorks 明确书面许可，不得出于任何目的，
以任何形式或手段（电子或机械）复制或传播任何材料。

本文档中提及的本软件是通过颁发许可证的形式提供的，
使用或复制本软件都应遵循本许可中的条款。许可协议中
规定了 DS SolidWorks 为本软件和文档提供的所有担保，
本文档或其内容的任何声明或暗示均不得被理解为或视为
对许可协议中任何条款（包括担保）做出的修改或更正。

专利通告

SolidWorks® 3D 机械 CAD 软件受美国专利 5,815,154、
6,219,049、6,219,055、6,611,725、6,844,877、6,898,560、
6,906,712、7,079,990、7,477,262、7,558,705、7,571,079、
7,590,497、7,643,027、7,672,822、7,688,318、7,694,238、
7,853,940 和外国专利（如 EP 1,116,190 和 JP 3,517,643）
的保护。

eDrawings® 软件受美国专利 7,184,044、7,502,027 及加拿
大专利 2,318,706 的保护。

某些美国和国外专利正在申请中。

SolidWorks 产品和服务的商标及产品名称

SolidWorks、3D PartStream.NET、3D ContentCentral、
eDrawings 和 eDrawings 徽标是 DS SolidWorks 的注册商标，
FeatureManager 是 DS SolidWorks 的共有注册商标。

CircuitWorks、Feature Palette、FloXpress、PhotoWorks、
TolAnalyst 和 XchangeWorks 是 DS SolidWorks 的商标。

FeatureWorks 是 Geometric Software Solutions Ltd. 的注册
商标。

SolidWorks 2011、SolidWorks Enterprise PDM、SolidWorks
Simulation、SolidWorks Flow Simulation 和 eDrawings
Professional 是 DS SolidWorks 的产品名称。

其他品牌或产品名称是其各自所有者的商标或注册商标。

商用计算机软件 - 所有权

美国政府有限权利。政府的使用、复制或泄露行为受 FAR
52.227-19（商用计算机软件 - 有限权利）、DFARS 227.7202
（商用计算机软件和商用计算机软件文档）以及许可协议
中的相应限制条款的约束。

承包商 / 制造商：

Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, 300 Baker Avenue,
Concord, Massachusetts 01742 USA

SolidWorks Standard、Premium、Professional 和 Education 产品的版权通告

本软件的某些部分属于 © 1986-2010 Siemens Product Lifecycle
Management Software Inc. 所有。保留所有权利。

本软件的某些部分属于 © 1986-2010 Siemens Industry Software
Limited 所有。保留所有权利。

本软件的某些部分属于 © 1998-2010 Geometric Ltd. 所有。

本软件的某些部分属于 © 1996-2010 Microsoft Corporation
所有。保留所有权利。

本软件的部分集成了 PhysX™ by NVIDIA 2006-2010。

本软件的某些部分属于 © 2001 - 2010 Luxology, Inc. 所有。
保留所有权利，专利正在申请中。

本软件的某些部分属于 © 2007 - 2010 DriveWorks Ltd. 所有。
版权所有 1984-2010 Adobe Systems Inc. 及其许可证颁发机
构。保留所有权利。受美国专利 5,929,866、5,943,063、
6,289,364、6,563,502、6,639,593、6,754,382 保护；专利正
在申请中。

Adobe、Adobe 徽标、Acrobat、Adobe PDF 徽标、Distiller
和 Reader 是 Adobe Systems Inc. 在美国和其他国家或地区
的注册商标或商标。

有关版权的详细信息，请参见“帮助”>“关于 SolidWorks”。

SolidWorks Simulation 产品版权通告

本软件的某些部分属于 © 2008 Solversoft Corporation 所有。
PCGLSS © 1992-2007 Computational Applications and System
Integration, Inc. 保留所有权利。

Enterprise PDM 产品版权通告

Outside In® Viewer Technology, © 版权所有 1992-2010, Oracle
© 版权所有 1995-2010, Oracle。保留所有权利。

本软件的某些部分属于 © 1996-2010 Microsoft Corporation
所有。保留所有权利。

eDrawings 产品版权通告

本软件的某些部分属于 © 2000-2010 Tech Soft 3D 所有。

本软件的某些部分属于 © 1995-1998 Jean-Loup Gailly and
Mark Adler 所有。

本软件的某些部分属于 © 1998-2001 3Dconnexion 所有。

本软件的某些部分属于 © 1998-2010 Open Design Alliance
所有。保留所有权利。

本软件的某些部分属于 © 1995-2009 Spatial Corporation 所有。

本软件基于 Independent JPEG Group 的部分工作

简介

关于此课程

使用 *SolidWorks Motion* 进行运动分析的简介及其辅助资料旨在帮助您在教学环境下学习 SolidWorks Motion Simulation。此课程提供了一种旨在提高能力的方法，帮助学生理解刚体运动和动力的相关概念。

联机教程

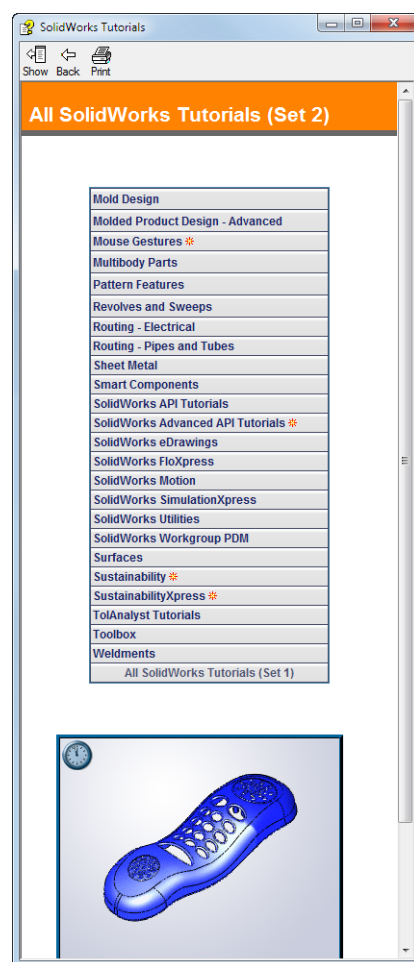
使用 *SolidWorks Motion* 进行运动分析的简介是一种配套资源，SolidWorks Motion 联机教程是对它的有力补充。

访问教程

要启动联机教程，请依次单击**帮助**、**SolidWorks 教程**、**所有 SolidWorks 教程**。系统会调整 SolidWorks 窗口的大小并在它的旁边显示另一个窗口，在当中列出可用教程。将鼠标指针移到链接上时，该窗口的底部会显示相应的教程图示。单击所需的链接即可启动相应的教程。

惯例

为了优化教程的显示效果，请将屏幕分辨率设置为 1280 x 1024。



教程中会出现以下图标：

 移到教程中的下一个屏幕。

 表示注释或提示。它并非链接，其说明信息位于图标右侧。注释与提示提供了节省时间的操作步骤和实用启示。

 您可以单击课程中出现的大多数工具栏按钮以显示相应的 SolidWorks 按钮。首次单击这些按钮时，会显示一条有关 ActiveX 控件的消息：在此页上的 ActiveX 控件和本页上的其它部份的交互可能不安全。您想允许这种交互吗？这只是一标准的预防措施。联机教程中的 ActiveX 控件并不会危害您的系统。单击**否**可禁用该主题的脚本。单击**是**则运行脚本并显示按钮。

 **打开文件**或**设置此选项**会自动打开文件或者设置选项。

 **视频示范**会显示该步骤的相关视频。

 **深入了解...**会链接到与某一主题相关的更多信息。尽管对完成教程的学习而言并非必要，但它可有助您了解某个主题的详细信息。

 **为什么 ...**会链接到某个操作过程的相关详细信息以及需要采用某种方法的原因。这些信息并不是完成教程所必需的。

打印教程

如果需要，您可以按照下面的步骤打印联机教程：

- 1 在教程的导航工具栏上，单击**显示** 。
联机教程的目录随即出现。
- 2 右击您想打印的课程所对应的书状图标，然后从快捷菜单中选择**打印**。
此时会显示**打印主题**对话框。
- 3 选择**打印所选的标题和所有副标题**，然后单击**确定**。
- 4 对要打印的每个课程重复此过程。

SolidWorks Simulation 产品线

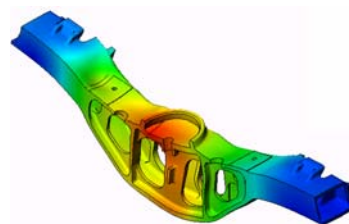
虽然此课程会集中介绍如何使用 SolidWorks Motion Simulation 来进行刚体动力分析，但整条 SolidWorks Simulation 产品线将涵盖多个不同的分析领域。下面列出了 SolidWorks Simulation 软件包和模块所提供的全部内容。

静态算例所提供的工具，可用于分析零件和装配体在承受静态载荷时的线性应力。需要使用此类算例回答的典型问题包括：

零件在正常工作载荷下会否断裂？

模型的设计是否超出负荷？

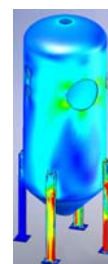
能否通过修改设计来提高其安全系数？



扭曲算例可用于分析薄壁零件在加压情况下的性能。需要使用此类算例回答的典型问题包括：

强度足以应付屈服应力的容器脚，能否在丧失稳定性的情况下也不会垮塌？

能否通过修改设计来确保装配体中薄壁零部件的稳定性？

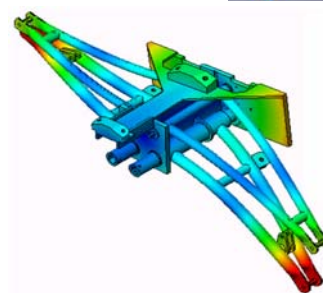


频率算例所提供的工具，可用于分析自然模式和自然频率。这对于同时以静态和动态方式载荷的设计或许多零部件都十分重要。需要使用此类算例回答的典型问题包括：

零件在正常工作载荷下会否共振？

零部件的频率特性是否适合给定的应用？

能否通过修改设计来提高其频率特性？



热算例所提供的工具，可用于分析通过传导、对流及辐射所产生的热传递。需要使用此类算例回答的典型问题包括：

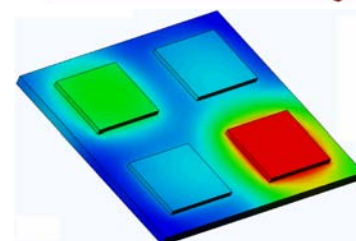
温度的改变会否对模型产生影响？

模型在温度不稳定的环境中如何运作？

模型经过多长时间就会降温或过热？

温度的改变是否会使模型的体积膨胀？

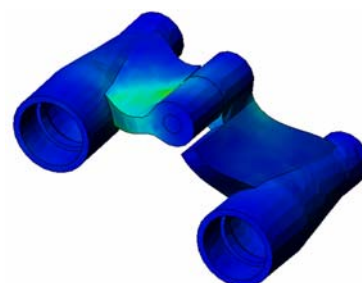
由温度改变所产生的应力是否会使产品失败（回答此问题需结合使用静态算例和热算例）？



掉落测试算例可用于分析运动中的零件和撞击到障碍物的装配体所受到的应力。需要使用此类算例回答的典型问题包括：

如果产品在运输途中处理不当或发生掉落，情况将会怎样？

产品在掉落到硬木地板、地毯或水泥地时会出现什么情况？



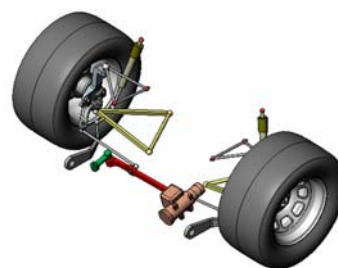
优化算例可通过选择一系列标准（如最大应力、重量、最佳频率等），改善（优化）您的原始设计。需要使用此类算例回答的典型问题包括：

能否在满足设计意图的同时改变模型的形状？

能否在保证性能和强度的前提下设计出更为轻盈、小巧及经济的产品？



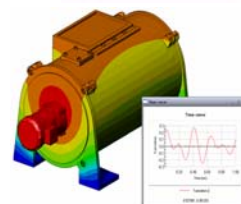
疲劳算例可分析零件和装配体在长时间重复载荷下的韧度。需要使用此类算例回答的典型问题包括：
能否准确估算产品的使用寿命？
修改目前的设计是否有助延长产品寿命？
在承受长时间不稳定的力载荷或温度载荷时，产品是否安全？
重新设计模型是否有助降低由不稳定的力或温度所造成的损害？



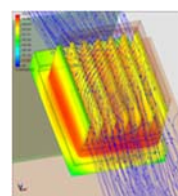
非线性算例所提供的工具，可用于分析零件和装配体在剧烈载荷或严重变形时所受到的应力。需要使用此类算例回答的典型问题包括：
用橡胶（如 O 形环）或泡沫材料制成的零件能否在承受给定载荷的情况下保持良好的性能？
模型在正常工作条件下是否会过度折弯？



动态算例可分析载荷作用力会随时间改变的物体。典型例子包括车辆零部件的突加载荷、涡轮上的摆动载荷、航天器零部件上的无规则载荷等。线性（轻微结构变形、基本材料模型）和非线性（严重结构变形、剧烈载荷和高级材料）均有提供。需要使用此类算例回答的典型问题包括：
当车辆开过路面大坑时，其中承受突加载荷的零部件的设计能否确保其安全性？它在此类情况下会发生多大程度的变形？



流动模拟可让用户分析零件和装配体周围或内部的运动液体的行为和效果。液体和固体中的热传递情况也会考虑在内。压力和温度效果随后将传送到 SolidWorks Simulation 算例中，以继续应力分析。需要使用此模量回答的典型问题包括：



液体是否流动过快？会在设计中产生问题吗？
流动的液体是否过热或过冷？
产品中的热传递是否有效？能否提高效果？
设计在流动液体通过系统方面是否有效？

复合模量可让用户模拟由分层复合材料制成的模型。

需要使用此模量回答的典型问题包括：
复合模型在给定载荷下是否失败？
使用复合材料能否在保证强度和安全的条件下制造出更轻的模型？
分层符合材料的各层可以分开吗？

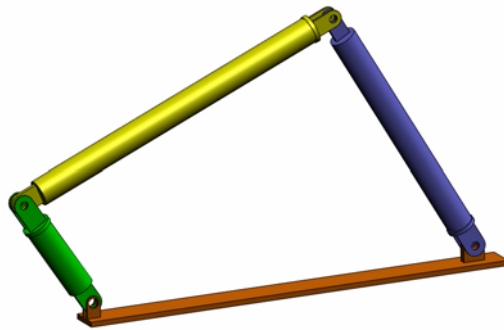


SolidWorks Motion 的基本功能

主动式练习学习法 — 4 杆机构的运动分析

使用 SolidWorks Motion Simulation 可在如下所示的 4Bar.SLDASM 装配体上执行运动分析。绿色的连杆沿顺时针方向以每秒 45 度的角度移动，它决定其它几个链接的角速度和加速度（时间函数关系）。我们还可以计算实现此运动所需的扭矩，这可以作为一个课堂讨论主题。

详细步骤说明如下所示。



打开 4Bar.SLDASM 文档

- 1 单击**文件、打开**。在打开对话框中，浏览到 SolidWorks Curriculum_and_Courseware_2011 文件夹的相应子文件夹中的 4Bar.SLDASM 装配体，然后单击**打开**（或双击该零件）。

检查 SolidWorks Motion 插件

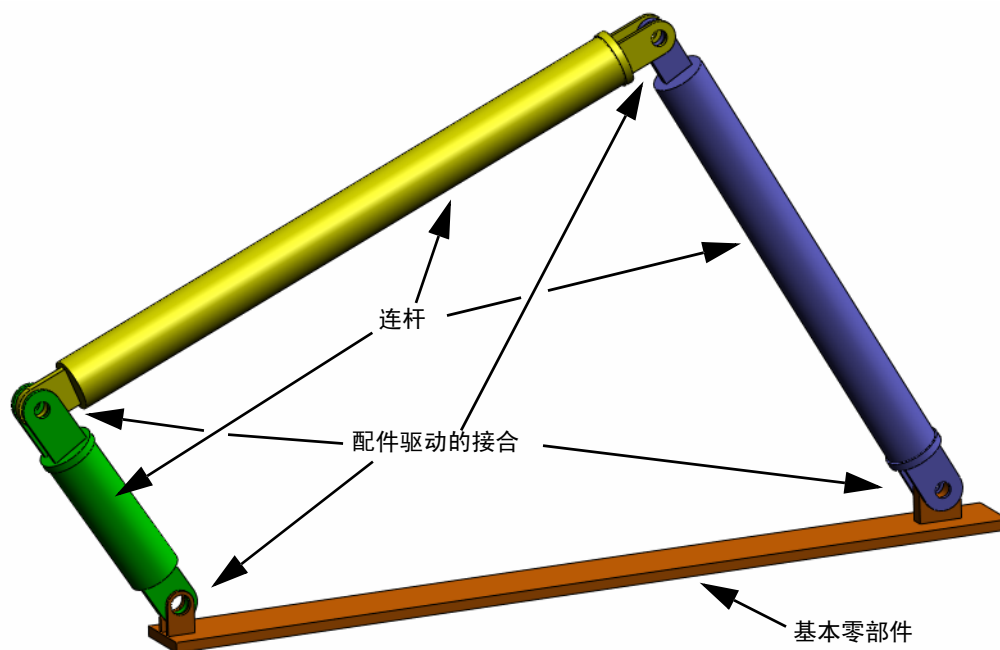
确保已激活 SolidWorks Motion 插件。

要进行此操作：

- 1 单击**工具、插件**。此时将显示**插件**对话框。
- 2 确保选中了 SolidWorks Motion 旁边的复选框。
- 3 单击**确定**。

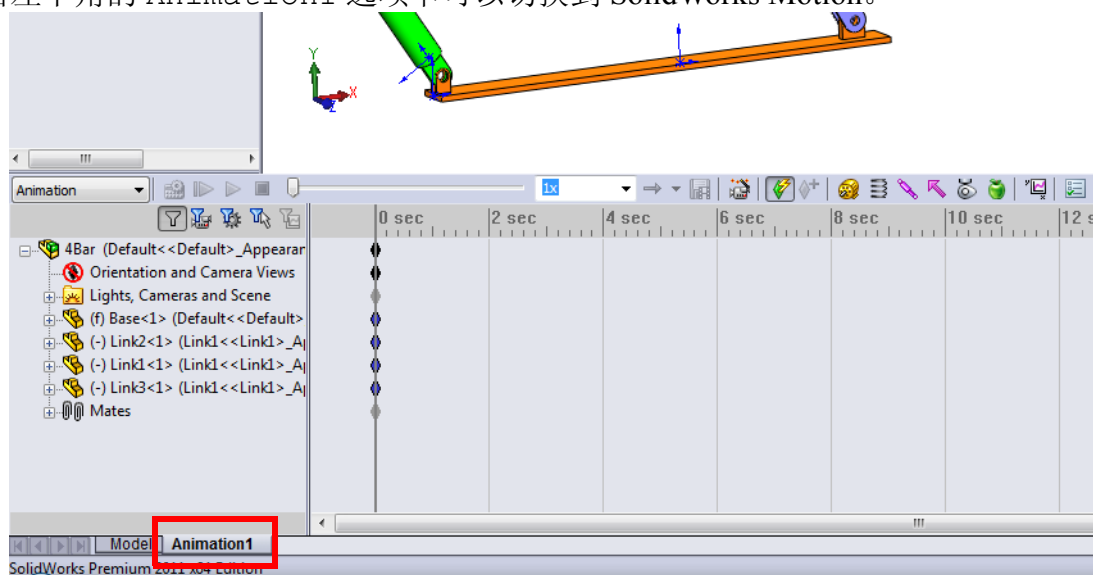
模型描述

此模型代表一个典型的 4 连杆机构。其基本零件是固定的，无法移动。它总是水平放置，而且在现实中会固定在地面上。其他三个连杆以及基本部分将通过插销相连。这些连杆将在同一平面与插销铰接，不会出现该平面以外的运动。当您在 SolidWorks 中建立此机构模型时，我们生成了用于组装零件的配件。SolidWorks Motion 会自动将这些配件转换为内接榫。每个配件都具有几个与之关联的自由度。例如，同心配件只有两个自由度（围绕轴平移和旋转）。有关配件及其自由度的详细信息，请参见 SolidWorks Motion Simulation 的联机帮助。



切换到 SolidWorks Motion 管理器

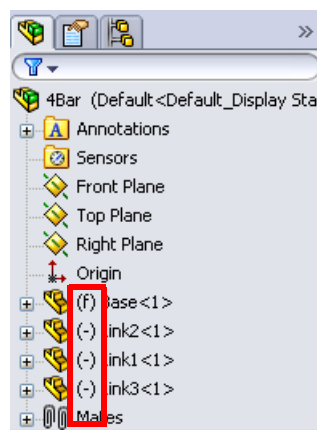
单击左下角的 Animation1 选项卡可以切换到 SolidWorks Motion。



SolidWorks Motion 充分利用了 SolidWorks Animator，因此 SolidWorksMotionManager 的外观和功能与 SolidWorks Animator 非常相像。

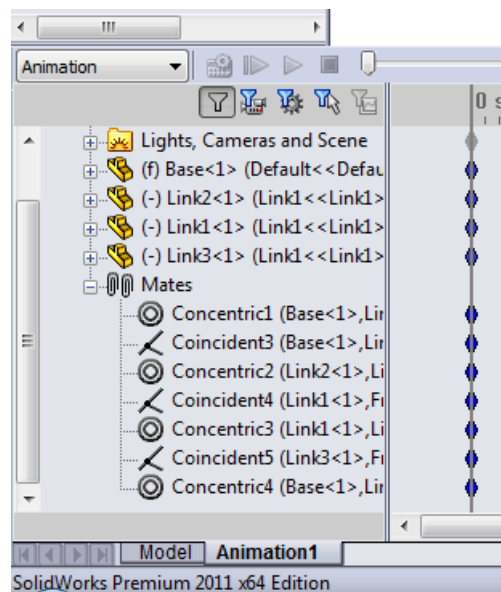
固定和运动的零部件

SolidWorks Motion 中固定和运动的零部件由它们在 SolidWorks 模型中的**固定 / 浮动**状态决定。在我们的示例中，基本零部件是固定的，而其他三个连杆则可以移动。



在 SolidWorks 装配体配件中自动生成内接榫

机构的运动完全由 SolidWorks 配件决定。



指定输入运动

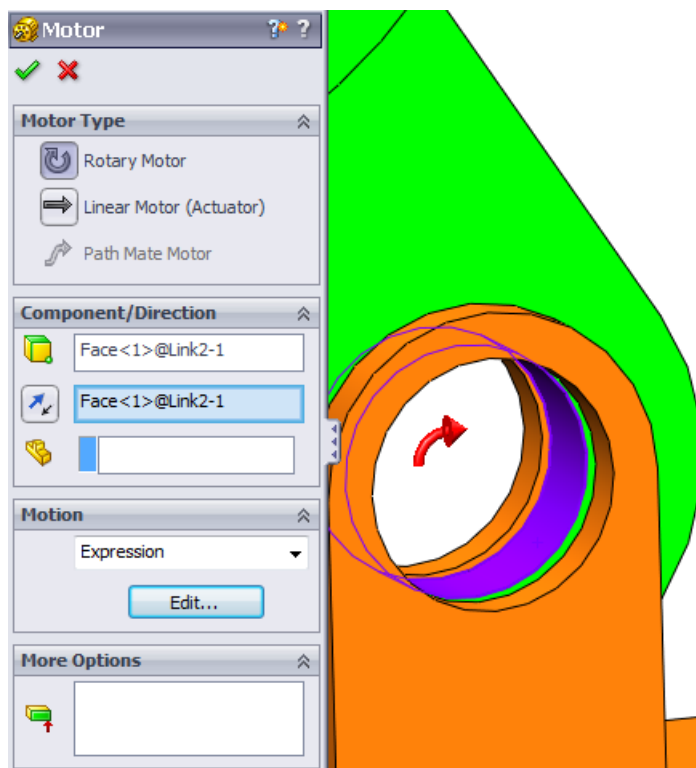
下一步，我们将定义其中一个连杆的运动。在此示例中，我们会将 Link2 绕基本零部件顺时针旋转 45 度。为此，我们会在同轴配件（它模拟了与基本零部件之间的插销连接）所在的位置使 Link2 发生旋转运动。角度位移需要在 1 秒钟内完成，我们会使用一个步长函数来确保 Link2 平滑地从 0 度旋转到 45 度。

右键单击**马达**图标  以打开**马达**对话框。

在**马达类型**下，选择**旋转马达**。

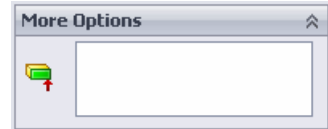
在**零部件/方向**下，为**马达方向**和**马达位置**两个字段，选择插在基本零部件上的 Link2 圆柱面（见图）。马达将位于选定圆柱面的中心。

在**运动**下选择**表达式**以打开**函数生成器**窗口。



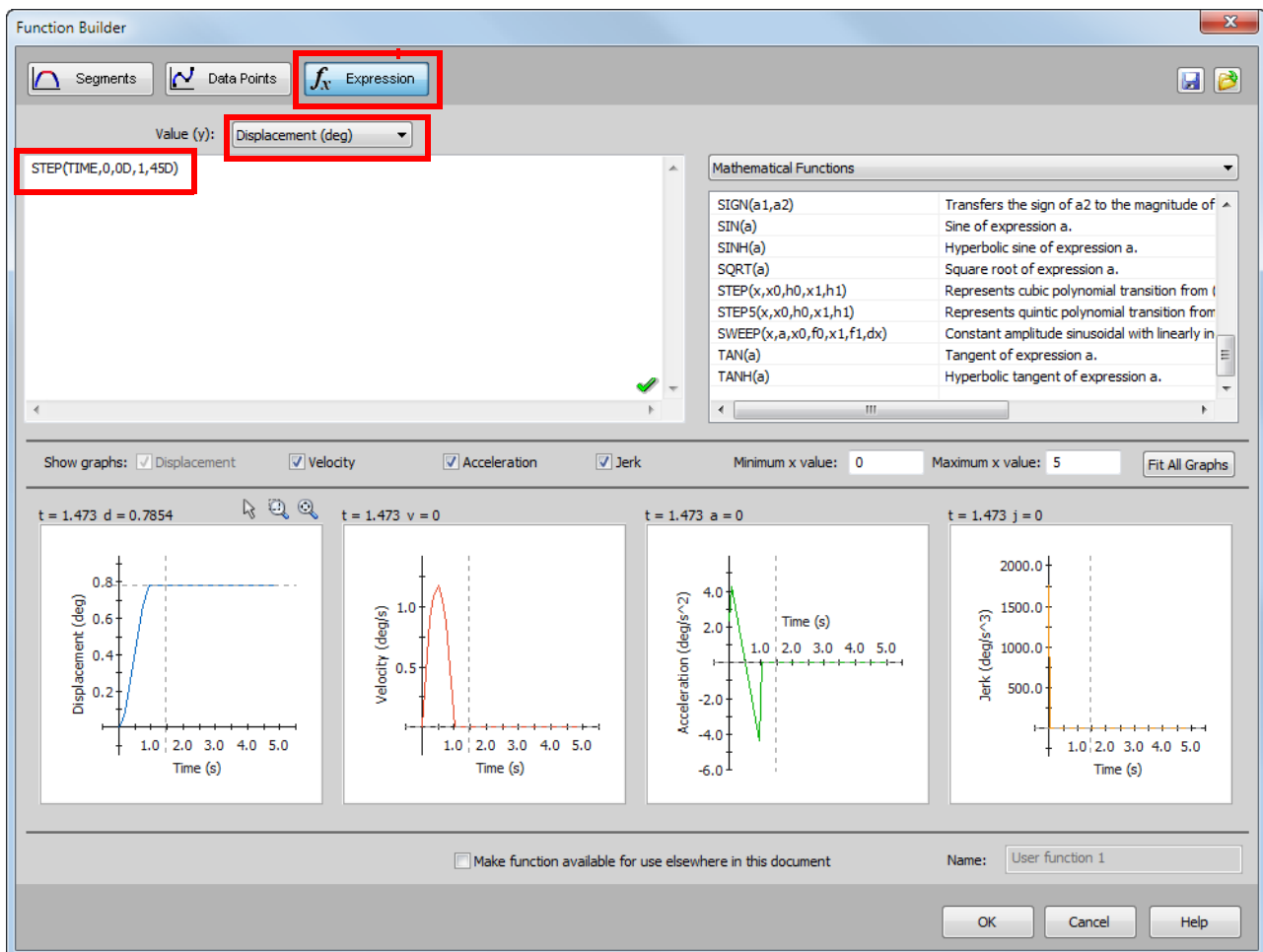
注意：零部件 / 方向属性对话框下的最后一个字段相对于此器件运动零部件用于指定相对运动的参照零部件。我们希望 Link2 相对于固定的基本零部件移动，因此会将此字段保留为空。

最后一个属性对话框，**更多选项**可让用户指定 SolidWorks Simulation 应力分析软件中运动载荷转移的载荷面 / 边。



在**函数生成器**窗口中，为**值 (y)** 选择**位移 (deg)**，在**表达式定义**字段中输入 **STEP(TIME,0,0D,1,45D)**。

注意：也可以在**函数生成器**窗口右侧可用参数的列表中双击 **STEP(x,h0,x1,h1)**。



函数生成器窗口底部的图表将显示位移、速度、加速度和跃度的变化

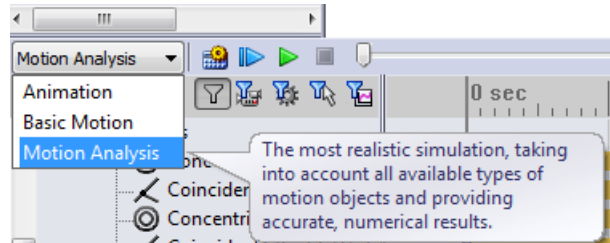
单击两次**确定**关闭**函数生成器**窗口和**马达 PropertyManager**。

运动分析类型

SolidWorks 提供了三种装配体运动模拟：

- 1 **动画**是一种简单的运动模拟，它忽略了零部件的惯性、接触位置、力以及类似的特性。例如，这种模拟很适合用来验证正确的配件或基本动画。
- 2 **基本运动**会将零部件惯性之类的属性考虑在内，能够一定程度地反映真实情况。但这种模拟不会识别外部施加的力。
- 3 **运动分析**是最高级的运动分析工具，它反映了所有必需的分析特性，例如惯性、外力、接触位置、配件摩擦力等等。

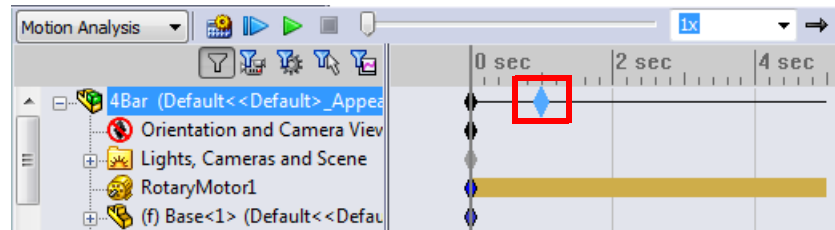
在 SolidWorksMotionManager 左侧的**算例类型**下，选择**运动分析**。



模拟时间

运动模拟的持续时间由 SolidWorksMotionManager 最顶部的时间线决定。Because SolidWorks Motion 会将默认的分析持续时间设置为 5 秒钟，因此您需要修改此参数。

将最顶部的时间线的结束时间键标从 5 秒位置移到 1 秒位置。



注意：缩放键  可让您放大和缩小时间线。

右键单击时间线键可让您手动输入所需的模拟时间。

运行模拟

在 SolidWorksMotionManager 中，单击**计算**图标 。

留意计算过程中的运动模拟。

查看结果

全局坐标系中的绝对结果

我们首先为 Link1 绘制角速度和加速度。

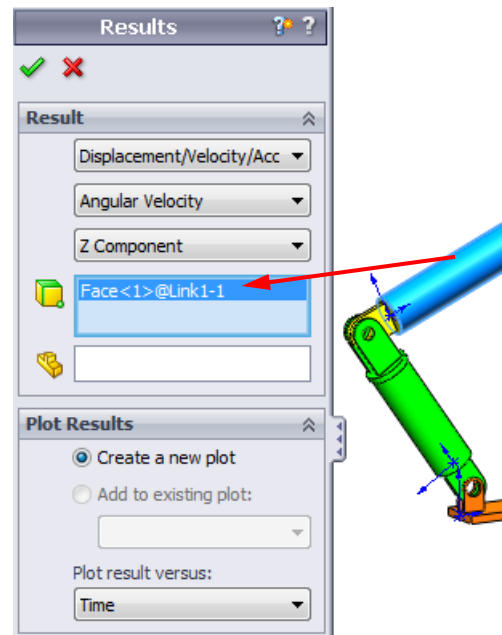
单击**结果和图解**图标  以打开**结果**对话框。

在**结果**下，选择**位移 / 速度 / 加速度、角速度和 Z 分量**。

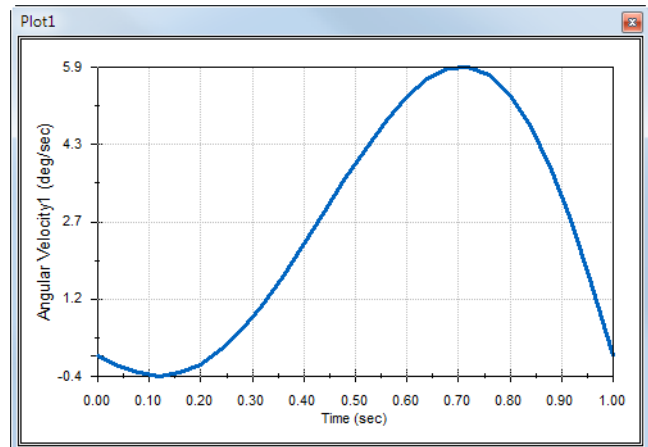
同样是在**结果**下，选择 Link1。

用来定义 XYZ 方向的零部件（可选）字段的作用是以另一个运动零部件的局部坐标系为参考来呈现图解结果。要在图中所示的默认坐标系中绘制结果，请将此字段保留为空。

单击**确定**以显示此图解。

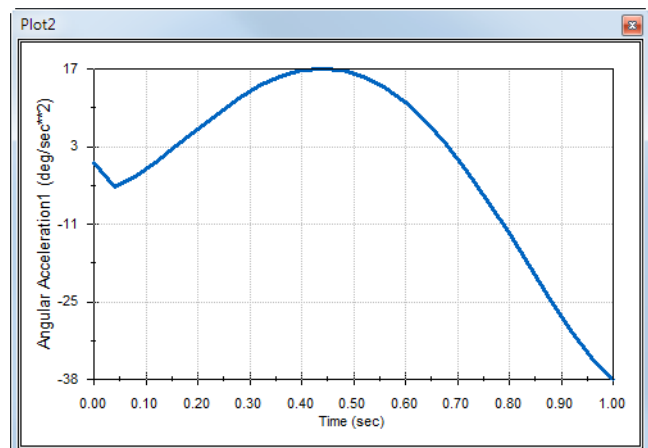


上述图解会显示 Link1 质心的角速度随时间的推移而发生的变化。



重复上述步骤，以绘制 Link1 质心的**角加速度 Z 分量**。

在全局坐标系中的结果表明，最大的角速度和角加速度分别为 6 度/秒和 38 度 / 秒²。

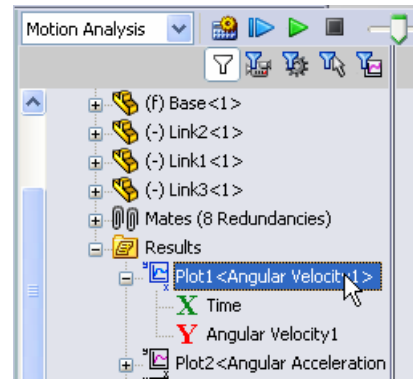


按照同样的步骤为 Link2 和 Link3 生成质心角速度和角加速度的 **Z 分量**图解。

存储和编辑结果图解

生成的结果图解特征将存储在新建于 SolidWorks MotionManager 底部的 Results 文件夹中。

右键单击任何图解特征可以隐藏和显示图解并编辑其设置。



有关结果的更多信息

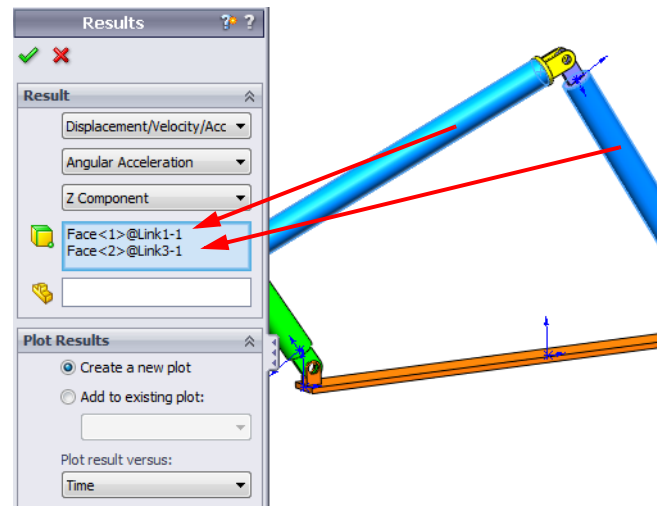
全局坐标系中的相对结果

我们绘制 Link1 相对于 Link3 的相对角加速度的 Z 分量。

展开 Results 文件夹。确保显示 Plot2。右键单击 Plot2 并选择 **编辑特征**。

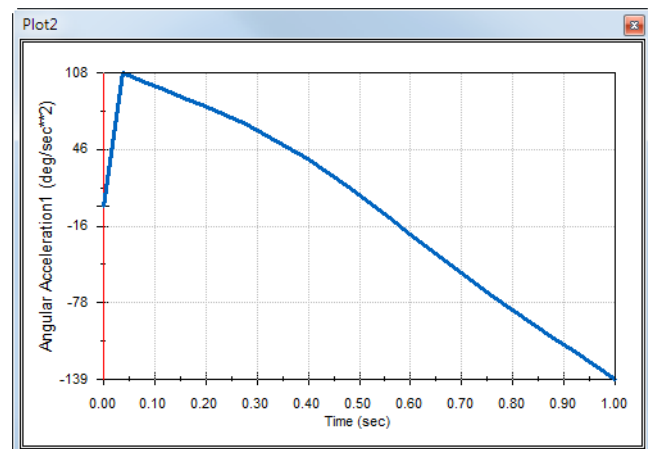
将 Link3 选为 **选取一个或两个零件面或或者一个配合 / 模拟单元来生成结果** 字段的第二个分量。

单击 **确定** 以显示此图解。



该图解显示 Link1（其质心）相对于 Link3（零件的坐标系）的加速度幅值。负 Z 旋转方向的最大相对加速度为 139 度 / 秒²。

另请注意，针对以上 Link1 单独比较绝对加速度结果时，加速度变化非常大。



注意：使用右手法则可以确定旋转正方向。右手拇指指向轴的方向（我们的例子中应该为 Z 轴）。您的其余手指所指方向，即为旋转的 Z 分量正方向。

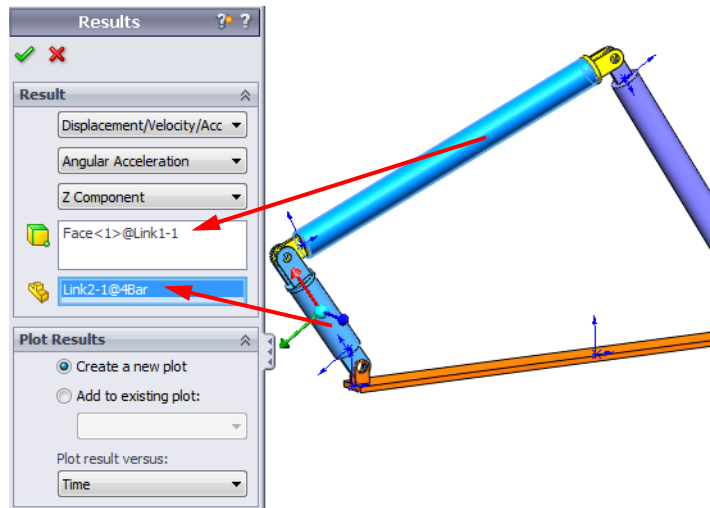
局部坐标系中的相对结果

让我们将 Link1 的绝对加速度的 Z 分量转换到 Link2 的局部坐标系统中。

编辑以上图解 Plot2，从**选取一个或两个零件面或者一个配合 / 模拟单元来生成结果**字段中删除 Link3。

然后在**定义 XYZ 方向的零部件**字段中选择 Link2。

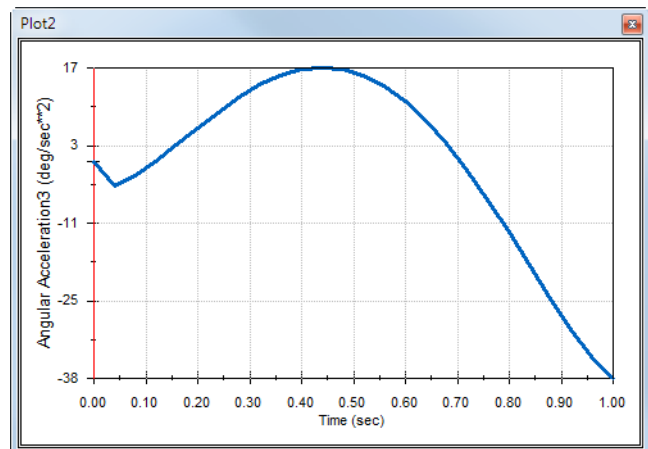
单击**确定**以显示此图解。



注意：Link2 零部件上的三元组表示本地坐标系输出。全局坐标系是固定的，但局部坐标系可以旋转。在我们的例子中，选定的局部坐标系将旋转，因为 Link2 零部件会随着机构移动而旋转。

Link2 局部坐标系中 Link1 绝对加速度的最大 Z 分量为负 Z 旋转方向 38 度 / 秒²。

将局部坐标系中的绝对结果和全局坐标系中的绝对加速度进行比较，得出的结果是它们一样。这是因为两个系统中的 Z 轴已对正。



针对不同的分量选择和局部坐标系，重复上述操作。

生成轨迹跟踪

SolidWorks Motion 可让您以图形方式显示运动零件上任何点所经过的轨迹。这项功能称为轨迹跟踪。您能够以任何固定零件或装配体中的任何运动零部件作为参照，生成相应的轨迹跟踪。现在，我们将为 Link1 零部件上的一个点生成轨迹跟踪。

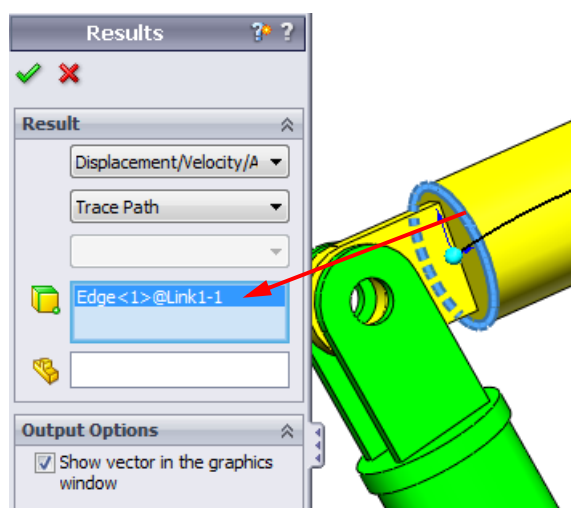
要生成轨迹跟踪，请右键单击**结果和图解**图标。

在**结果**对话框中，选择**位移 / 速度 / 加速度**和**轨迹跟踪**。

在第一个选择字段中，选择 Link1 上的圆形边线，以指出圆心。该球将以图形方式显示圆的圆心。

选中**在图形窗口中显示向量**复选框。

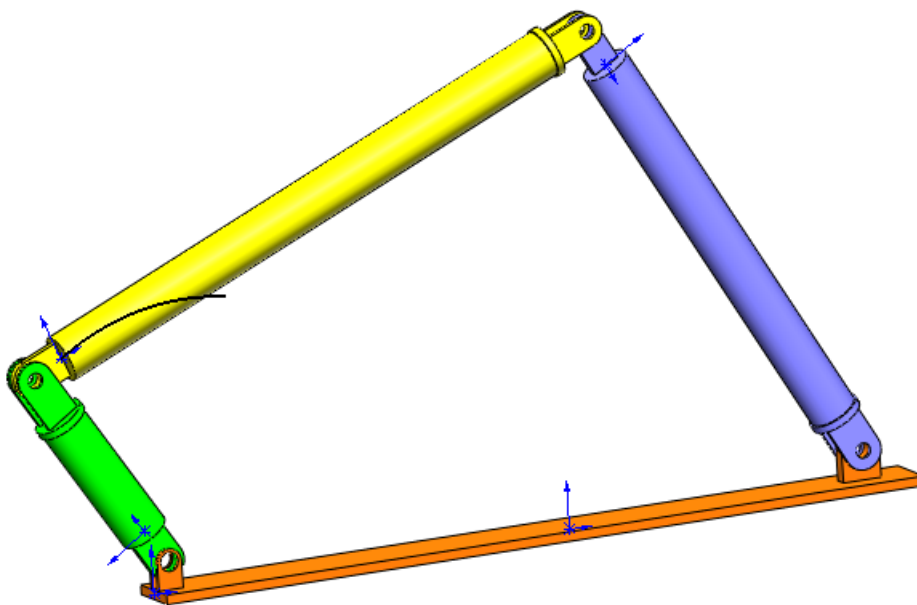
然后，轨迹将以蓝色曲线显示在屏幕上。



注意：显示的最终轨迹跟踪默认以固定的地面为参照物。要相对于其他运动零部件显示轨迹跟踪，必须在同一个选择字段中将这个参照零部件作为第二个选择项选中。

单击**确定**关闭**结果**对话框。

缩小整个模型并**播放**模拟。



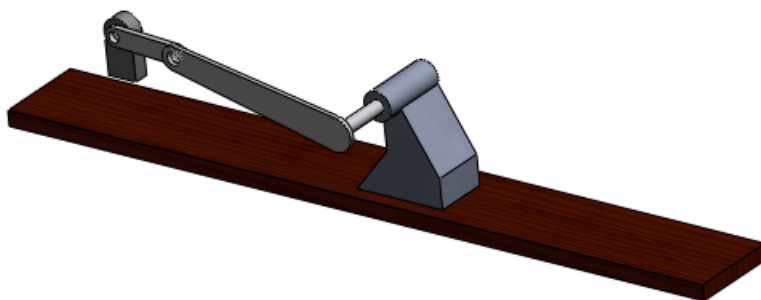
这样就完成了首次 SolidWorks Motion 模拟。

5 分钟评估

1. 如何启动一个 SolidWorks Motion 会话？
2. 如何激活 SolidWorks Motion 插件？
3. SolidWorks 提供了哪些类型的运动分析？
4. 什么是分析？
5. 为什么分析如此重要？
6. SolidWorks Motion 分析将计算什么？
7. SolidWorks Motion 假定零件是刚性还是柔性？
8. 为什么运动分析如此重要？
9. 执行运动分析过程中有哪些主要步骤？
10. 什么是轨迹跟踪？
11. SolidWorks Motion 模型中是否使用了 SolidWorks 配件？

项目 — 滑杆曲柄机构

在此项目中，您将看到如何使用 SolidWorks Motion 来模拟滑杆曲柄机构，并计算此机构中往复零件的质心的速度和加速度。



任务

- 1 打开 SolidWorks Curriculum_and_Courseware_2011 文件夹的相应子文件夹中的 SliderCrank.sldasm，然后单击**打开**（或者双击该零件）。
- 2 检查装配体中的固定零件和运动零件。
- 3 将曲柄的均匀旋转速度指定为 360 度/秒。确保在基本零件/曲柄插销位置指定了这一运动。（可以直接在**马达速度**字段中输入 **360 度 / 秒**。SolidWorks Motion 随后会将此值转换为 RPM）。
- 4 运行 SolidWorks Motion 模拟 5 秒钟。
- 5 确定运动零件的速度和加速度。

课程 1 词汇表

姓名 _____ 班级: _____ 日期: _____

说明: 用适当的词填空。

1. 在 SolidWorks 中生成模型、制造原型和进行测试的顺序:
2. SolidWorks Motion 用来执行运动分析的方法:
3. 连接两个零件并控制这两个零件之间相关运动的实体:
4. 自由体具有多少个自由度? :
5. 同心配件具有多少个自由度? :
6. 固定零件具有多少个自由度? :
7. 运动零件上的任何点经过的轨迹和轨道:
8. 相对于地面的往复气缸的轨迹跟踪表示一条:
9. 可指定给同心配件的运动类型:
10. 在 SolidWorks Motion 中, 齿轮的运动可使用以下器件来模拟:
11. 用于将旋转运动转换为往复运动的机构:
12. 驱动连杆产生的输出扭矩与驱动器所需的必需输入扭矩的比率:

课程 1 小测验

姓名：_____ 班级：_____ 日期：_____

说明：答题时，请将正确答案写在空白处。

1. 如何在 SolidWorks Motion 管理器和 SolidWorks 特征管理器之间切换？
2. 哪种类型的运动分析可以在 SolidWorks Motion 中执行？
3. SolidWorks Motion 如何自动生成内接榫？
4. 如何将运动分配给零件配件？
5. 如果要在给定时间内顺利地将旋转运动指定给某一零件，应如何指定？
6. 点到点重合配件具有多少个自由度？
7. 什么是轨迹跟踪？
8. 说出一个轨迹跟踪的应用。