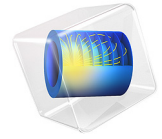


在 COMSOL Multiphysics 6.1 版本中创建



深梁振动分析

简介

本例研究深梁的自由振动和强迫振动。随着截面积与梁长度的比率增大，剪切变形和转动惯量不再像欧拉 - 伯努利理论中那样可以忽略不计。

本例使用铁木辛柯梁计算特征频率、频率响应和瞬态分析的解，并将这些解与解析结果进行比较。

模型定义

本例中研究的模型由一个正方形截面简支梁组成，梁的一端固定，梁轴上具有约束旋转。在梁的另一端，梁横截面的位移受到约束。

在强迫振动情况下，沿梁在 y 方向施加载荷。

几何形状

- 梁的长度 $L = 10 \text{ m}$
- 梁横截面尺寸 $l = 2 \text{ m}$

材料

- 杨氏模量 $E = 200 \text{ GPa}$
- 泊松比 $\nu = 0.3$
- 质量密度 $\rho = 8000 \text{ kg/m}^3$
- 瑞利阻尼系数: $\alpha = 5.36 \text{ s}^{-1}$, $\beta = 7.46\text{e-}5 \text{ m/s}$

阻尼

瑞利阻尼系数为 $\alpha = 5.36 \text{ s}^{-1}$, $\beta = 7.46 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ 。阻尼比曲线如图 1 所示。

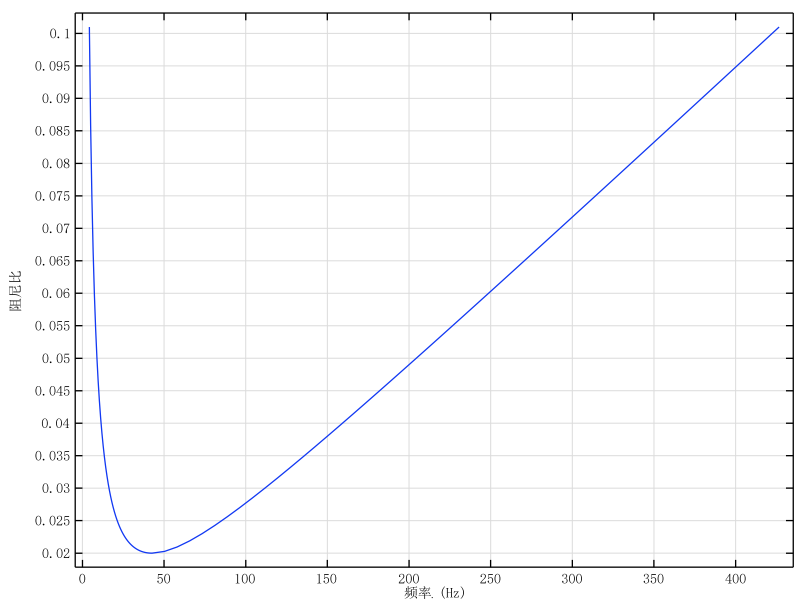


图1：阻尼比曲线。

约束

在 $x = 0$ 处，位移为 $u = v = w = 0$ ，绕 x 轴的旋转固定在 $\theta_x = 0$

在 $x = 10$ 处， $v = w = 0$

载荷工况

施加大小为 $F_0 = 10^6 \text{ N/m}$ 的载荷，方向为局部正 y 方向。本例研究以下强迫振动情况：

- 频率为 20 Hz 时的谐波响应
- 力分布 $F = F_0(\sin(2\pi ft) - \sin(6\pi ft))$ 时的周期性响应，其中 $f = 20 \text{ Hz}$
- 使用突然施加的阶跃载荷后的瞬态响应

网格

为了满足基准模型规格，这里使用五个边单元对几何结构进行网格划分。

结果与讨论

自由振动

表格 1 将自由振动情况下的计算结果与解析结果进行比较，二者非常一致。使用相对粗化的网格描述这种振型存在局限性，求解精度会随着振型的复杂程度增大而降低。

表格 1：固有频率的解析值与计算值之间的比较。

模数	解析频率 (Hz)	COMSOL 结果 (Hz)	误差 (%)	类型
1, 2	42.65	42.67	4.7e-2	弯曲
3	71.2	71.51	0.4	扭转
4	125	125.5	0.4	拉伸
5, 6	148.15	150.4	1.5	弯曲
7	213.61	221.6	3.7	扭转
8, 9	283.47	300.1	5.9	弯曲

谐波强迫振动

表格 2 将谐波强迫振动情况下的计算结果与解析结果进行比较，二者非常一致。

表格 2：谐波响应的解析值与计算值之间的比较。

	参考值	COMSOL 值	误差 (%)
峰值位移 (MM)	13.45	13.42	0.2
峰值应力 (MPA)	241.9	238.6	1.4
频率 (HZ)	42.65	42.65	0

图 2 显示梁中点处的位移与频率的关系。

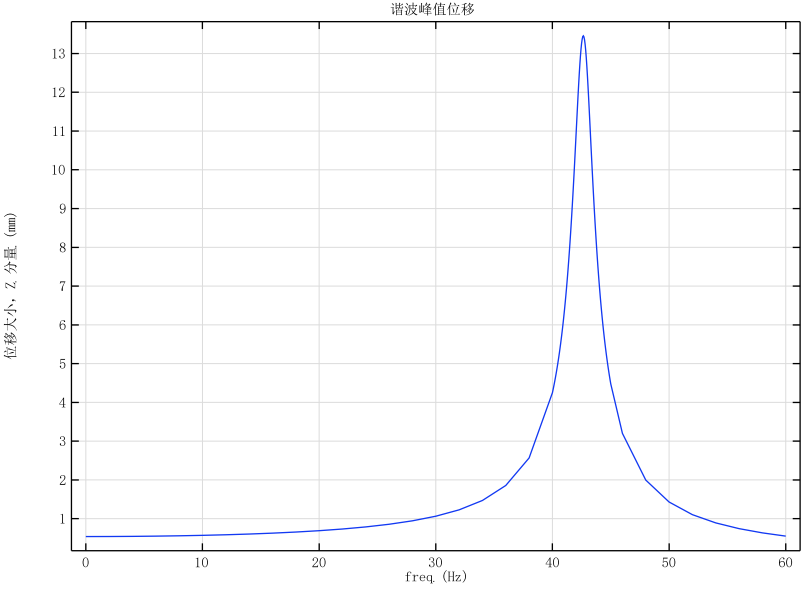


图2：谐波响应中位移与频率的关系。

图 3 显示梁中点处的弯曲应力与频率的关系。

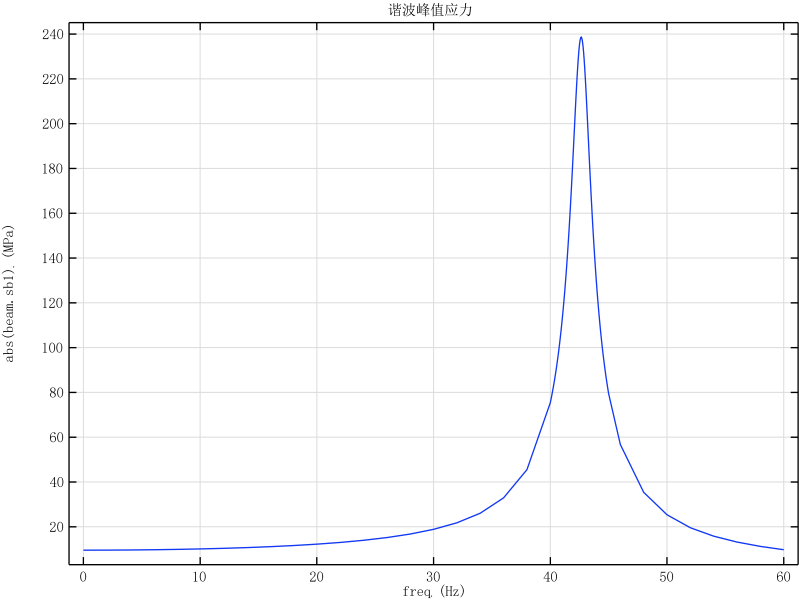


图 3：谐波响应中弯曲应力与频率的关系。

周期性强迫振动

表格 3 将计算结果与解析结果进行比较，二者非常一致。使用相对粗化的网格描述这种振型存在局限性，精度随着振型复杂程度的增大而降低。

表格 3：周期性响应的解析值与计算值之间的比较。

	参考值	COMSOL 值	误差 (%)
峰值位移 (MM)	0.951	0.948	0.3
峰值应力 (MPA)	17.1	16.95	0.8

图 4 显示梁中点处的位移与时间的关系。

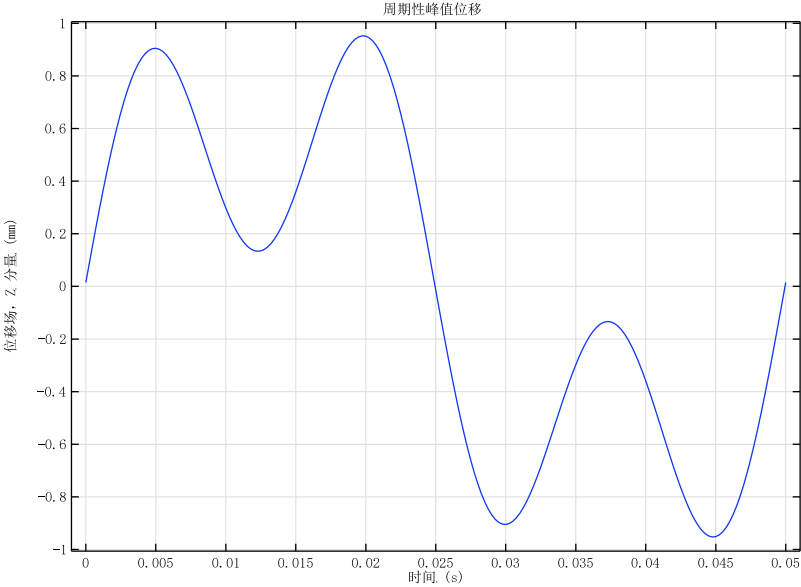


图4： 周期性响应中位移与时间的关系。

图 5 显示梁中点处的弯曲应力与时间的关系。

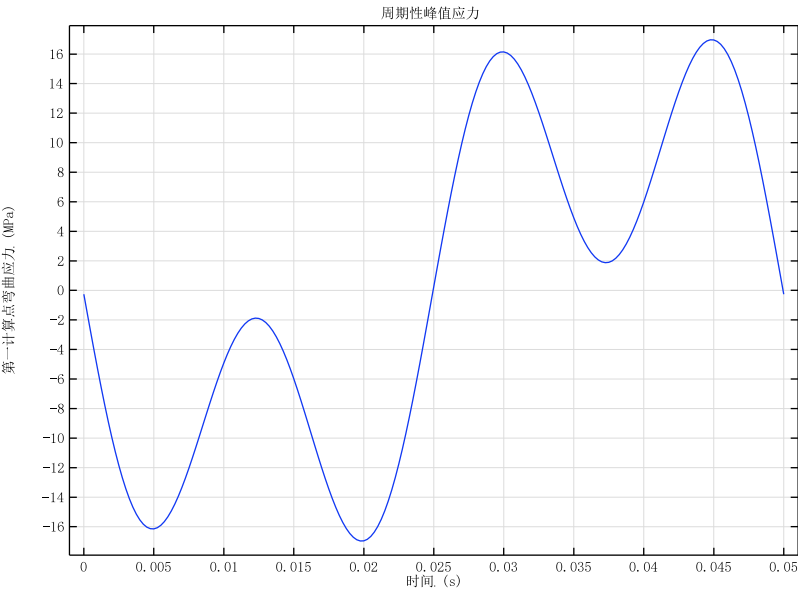


图 5：周期性响应中弯曲应力与时间的关系。

瞬态强迫响应

表格 4 将计算结果与解析结果进行比较，二者非常一致。使用相对粗化的网格描述这种振型存在局限性，精度随着振型复杂程度的增大而降低。

表格 4：瞬态响应的解析值与计算值之间的比较。

	参考值	COMSOL 值	误差 (%)
峰值位移 (MM)	1.043	1.037	0.6
峰值应力 (MPA)	18.76	18.14	3.3
峰值时间 (S)	0.0117	0.0117	0
静态位移	0.538	0.534	0.7

图 6 显示梁中点处的位移与时间的关系。

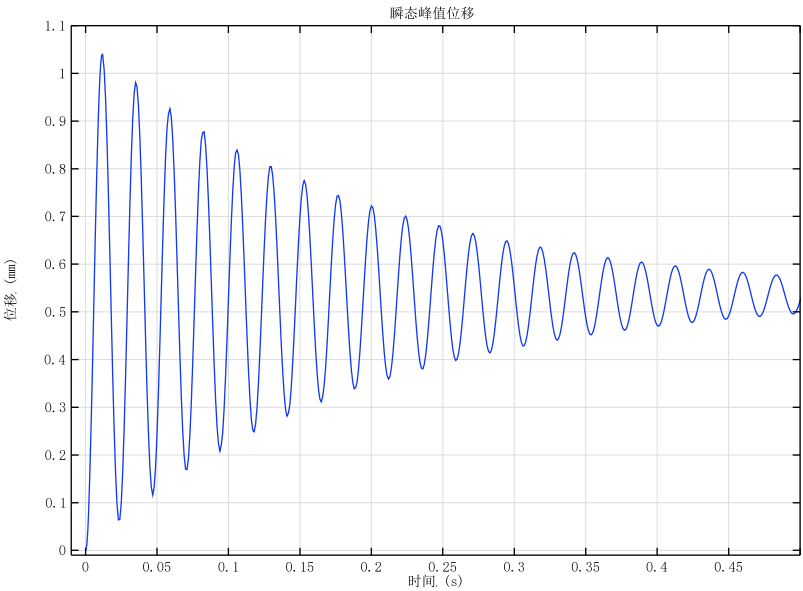


图 6：瞬态响应中位移与时间的关系。

COMSOL 软件功能实现说明

阻尼设置栏提供了两个操作按钮，用于显示阻尼比与频率的关系。第一个按钮显示阻尼比的动态预览图，第二个按钮在**结果**节点下生成一个绘图。

参考资料


1. J. Maguire, D.J. Dawswell, and L. Gould, “Selected Benchmarks for Forced Vibration”, *NAFEMS R0016*, 1989.

案例库路径：Structural_Mechanics_Module/Verification_Examples/
vibrating_deep_beam




建模操作说明

从**文件**菜单中选择**新建**。

新建

在**新建**窗口中，单击  **模型向导**。

模型向导

- 1 在**模型向导**窗口中，单击  **三维**。
- 2 在**选择物理场树**中选择**结构力学 > 梁 (beam)**。
- 3 单击**添加**。
- 4 单击  **研究**。
- 5 在**选择研究树**中选择**一般研究 > 特征频率**。
- 6 单击  **完成**。

全局定义


参数 1

- 1 在**模型开发器**窗口的**全局定义**节点下，单击**参数 1**。
- 2 在**参数**的**设置**窗口中，定位到**参数**栏。
- 3 在表中输入以下设置：

名称	表达式	值
L	10 [m]	10 m
F0	1e6 [N/m]	1E6 N/m


几何 1

多边形 1 (pol1)

- 1 在**几何**工具栏中单击  **更多体素**，然后选择**多边形**。
- 2 在**多边形**的**设置**窗口中，定位到**坐标**栏。
- 3 在表中输入以下设置：

x (m)	y (m)	z (m)
0	0	0
L	0	0

形成联合体 (fin)

- 1 在**模型开发器**窗口中，单击**形成联合体 (fin)**。
- 2 在**形成联合体 / 装配**的**设置**窗口中，单击  **构建选定对象**。

材料

材料 1 (mat1)

- 1 在模型开发器窗口的组件 1 (comp1) 节点下，右键单击材料并选择空材料。
- 2 在材料的设置窗口中，定位到材料属性明细栏。
- 3 在表中输入以下设置：

属性	变量	值	单位	属性组
杨氏模量	E	2e11	Pa	杨氏模量和泊松比
泊松比	nu	0.3	1	杨氏模量和泊松比
密度	rho	8000	kg/m³	基本

梁 (BEAM)

- 1 在模型开发器窗口的组件 1 (comp1) 节点下，单击梁 (beam)。
- 2 在梁的设置窗口中，定位到梁公式栏。
- 3 从列表中选择铁木辛柯。

横截面数据 1

- 1 在模型开发器窗口的组件 1 (comp1)> 梁 (beam) 节点下，单击横截面数据 1。
- 2 在横截面数据的设置窗口中，定位到横截面定义栏。
- 3 从列表中选择常用截面。
- 4 在 h_y 文本框中键入 “2”。
- 5 在 h_z 文本框中键入 “2”。

截面方向 1

- 1 在模型开发器窗口中展开横截面数据 1 节点，然后单击截面方向 1。
- 2 在截面方向的设置窗口中，定位到截面方向栏。
- 3 从定向方法列表中选择定向矢量。
- 4 将 V 矢量指定为


0	X
0	Y
1	Z

指定位移 / 旋转 1

- 1 在物理场工具栏中单击  点，然后选择指定位移 / 旋转。
- 2 选择 “点” 1。


- 3 在**指定位移 / 旋转**的设置窗口中，定位到**指定位移**栏。
- 4 从 **x** 方向的位移列表中选择**指定**。
- 5 从 **y** 方向的位移列表中选择**指定**。
- 6 从 **z** 方向的位移列表中选择**指定**。
- 7 定位到**指定旋转**栏。从列表中选择**旋转**。
- 8 选中 **y** 向**自由旋转**复选框。
- 9 选中 **z** 向**自由旋转**复选框。

指定位移 / 旋转 2

- 1 在**物理场**工具栏中单击  点，然后选择**指定位移 / 旋转**。
- 2 选择“点”2。
- 3 在**指定位移 / 旋转**的设置窗口中，定位到**指定位移**栏。
- 4 从 **y** 方向的位移列表中选择**指定**。
- 5 从 **z** 方向的位移列表中选择**指定**。

网格 1

边 1

- 1 在**网格**工具栏中单击  边界，然后选择**边**。
- 2 在**边**的设置窗口中，定位到**边选择**栏。
- 3 从**几何实体层**列表中选择**整个几何**。

分布 1

- 1 右键单击**边 1** 并选择**分布**。
- 2 右键单击**分布 1** 并选择**全部构建**。

自由振动

- 1 在**模型开发器**窗口中，单击**研究 1**。
- 2 在**研究**的设置窗口中，在**标签**文本框中键入“自由振动”。



步骤 1：特征频率

- 1 在**模型开发器**窗口的**自由振动**节点下，单击**步骤 1：特征频率**。
- 2 在**特征频率**的设置窗口中，定位到**研究设置**栏。
- 3 选中**所需特征频率数**复选框。在**关联**文本框中键入“10”。

4 在**特征频率搜索基准值**文本框中键入“40”。

要获得所有特征频率，包括频率较高时的重复频率，请按照以下步骤在求解器序列中设置更严格的容差。

解 1 (sol1)

- 1 在**研究**工具栏中单击  **显示默认求解器**。
- 2 在**模型开发器**窗口中展开**解 1 (sol1)** 节点，然后单击**特征值求解器 1**。
- 3 在**特征值求解器**的**设置**窗口中，定位到**常规**栏。
- 4 在**相对容差**文本框中键入“1.0E-15”。
- 5 单击  **计算到选定项**。

将**半径比例因子**改为 0.1，可获得更好的可视化效果。


结果

线 1

- 1 在**模型开发器**窗口中展开**振型 (beam)** 节点，然后单击**线 1**。
- 2 在**线的设置**窗口中，定位到**着色和样式**栏。
- 3 在**半径比例因子**文本框中键入“0.1”。

梁 (BEAM)

边载荷 1

- 1 在**物理场**工具栏中单击  **边**，然后选择**边载荷**。
- 2 在**边载荷**的**设置**窗口中，定位到**边选择**栏。
- 3 从**选择**列表中选择**所有边**。
- 4 定位到**力**栏。将 F_L 矢量指定为

0	X
0	Y
F0	Z

- 5 右键单击**边载荷 1** 并选择**谐波扰动**。

线弹性材料 1

在**模型开发器**窗口中，单击**线弹性材料 1**。

阻尼 1

- 1 在**物理场**工具栏中单击  **属性**，然后选择**阻尼**。

2 在阻尼的设置窗口中，定位到阻尼设置栏。

3 在 α_{dM} 文本框中键入 “5.36”。

4 在 β_{dK} 文本框中键入 “7.46e-5”。


为了显示阻尼比曲线，通过阻尼设置栏的活化按钮创建阻尼比绘图。

5 单击阻尼设置栏右上角的阻尼比预览。从菜单中选择创建阻尼比图。

结果

阻尼比图

1 在模型开发器窗口的结果节点下，单击阻尼比图。

2 在阻尼比图工具栏中单击  绘制。

添加研究

1 在主屏幕工具栏中，单击  添加研究以打开添加研究窗口。

2 转到添加研究窗口。

3 找到研究子栏。在选择研究树中选择所选物理场接口的预设研究 > 频域，模态。

4 单击窗口工具栏中的添加研究。

5 在主屏幕工具栏中，单击  添加研究以关闭添加研究窗口。

谐波强迫振动

1 在模型开发器窗口中，单击研究 2。

2 在研究的设置窗口中，在标签文本框中键入 “谐波强迫振动”。


3 定位到研究设置栏。清除生成默认绘图复选框。

步骤 2：频域，模态

1 在模型开发器窗口的谐波强迫振动节点下，单击步骤 2：频域，模态。


2 在频域，模态的设置窗口中，定位到研究设置栏。

3 在频率文本框中键入 “range(0,2,38) range(40,5e-2,45) range(46,2,60)”。

4 在主屏幕工具栏中单击  计算。

结果

三维截点 1


1 在结果工具栏中单击  三维截点。

2 在三维截点的设置窗口中，定位到数据栏。


3 从数据集列表中选择谐波强迫振动 / 解 2 (sol2)。

- 4 定位到**点数据**栏。在 **X** 文本框中键入 “ $L/2$ ”。
- 5 在 **Y** 文本框中键入 “0”。
- 6 在 **Z** 文本框中键入 “0”。

谐波峰值位移

- 1 在**结果**工具栏中单击  **一维绘图组**。
- 2 在**一维绘图组**的**设置**窗口中，在**标签**文本框中键入 “谐波峰值位移”。
- 3 定位到**数据**栏。从**数据集**列表中选择**三维截点 1**。
- 4 单击以展开**标题**栏。从**标题类型**列表中选择**标签**。


点结果图 1

- 1 右键单击**谐波峰值位移**并选择**点结果图**。
- 2 在**点结果图**的**设置**窗口中，定位到 **y 轴数据**栏。
- 3 在**表达式**文本框中键入 “beam.uAmpZ”。
- 4 从**单位**列表中选择 mm。
- 5 在**谐波峰值位移**工具栏中单击  **绘制**。


谐波峰值应力

- 1 在**模型开发器**窗口中，右键单击**谐波峰值位移**并选择**复制粘贴**。
- 2 在**一维绘图组**的**设置**窗口中，在**标签**文本框中键入 “谐波峰值应力”。

点结果图 1

- 1 在**模型开发器**窗口中展开**谐波峰值应力**节点，然后单击**点结果图 1**。
- 2 在**点结果图**的**设置**窗口中，定位到 **y 轴数据**栏。
- 3 在**表达式**文本框中键入 “abs (beam.sb1)”。
- 4 从**单位**列表中选择 MPa。
- 5 在**谐波峰值应力**工具栏中单击  **绘制**。

谐波峰值位移

- 1 在**结果**工具栏中单击  **更多派生值**，然后选择**最大值 > 线最大值**。
- 2 在**线最大值的设置**窗口中，在**标签**文本框中键入 “谐波峰值位移”。
- 3 定位到**数据**栏。从**数据集**列表中选择**谐波强迫振动 / 解 2 (sol2)**。
- 4 从**参数选择 (freq)**列表中选择**来自列表**。
- 5 从**参数值 (freq (Hz))**列表中选择 42.65。
- 6 选择 “边” 1。

7 定位到**表达式**栏。在表中输入以下设置：


表达式	单位	描述
beam.uAmpZ	mm	位移大小，Z 分量

8 单击  计算。

谐波峰值应力


- 1 右键单击**谐波峰值位移**并选择**复制粘贴**。
- 2 在**在线最大值**的**设置**窗口中，在**标签**文本框中键入 “谐波峰值应力”。
- 3 定位到**表达式**栏。在表中输入以下设置：

表达式	单位
abs (beam.sb1)	MPa

4 单击  计算旁边的 ▼ ，然后选择**新表格**。

定义

插值 1 (int1)

- 1 在**主屏幕**工具栏中单击  函数，然后选择**全局 > 插值**。
- 2 在**插值**的**设置**窗口中，定位到**定义**栏。
- 3 在**函数名称**文本框中键入 “phase”。
- 4 在表中输入以下设置：

t	f(t)
20	-pi/2
60	pi/2

- 5 定位到**内插和外推**栏。从**插值**列表中选择**最近邻插值**。
- 6 定位到**单位**栏。在**变元**表中，输入以下设置：


变元	单位
t	Hz

7 在**函数**表中，输入以下设置：

函数	单位
phase	rad


梁 (BEAM)

边载荷 2

- 1 在物理场工具栏中单击  边，然后选择边载荷。
- 2 选择“边”1。
- 3 在边载荷的设置窗口中，定位到力栏。
- 4 将 F_L 矢量指定为



0	X
0	Y
F0	Z

相位 1

- 1 在物理场工具栏中单击  属性，然后选择相位。
- 2 在相位的设置窗口中，定位到载荷相位栏。
- 3 将 ϕ 矢量指定为

0	X
0	Y
phase(freq)	Z

添加研究


- 1 在主屏幕工具栏中，单击  添加研究以打开添加研究窗口。
- 2 转到添加研究窗口。
- 3 找到研究子栏。在选择研究树中选择一般研究 > 频域。
- 4 右键单击并选择添加研究。
- 5 在主屏幕工具栏中，单击  添加研究以关闭添加研究窗口。

研究 3



步骤 1：频域

- 1 在频域的设置窗口中，定位到研究设置栏。
- 2 在频率文本框中键入“20 60”。
- 3 定位到物理场和变量选择栏。选中修改研究步骤的模型配置复选框。
- 4 在模型树中选择组件 1 (comp1) > 梁 (beam) > 边载荷 1。
- 5 右键单击并选择禁用。

频域到时域 FFT


- 1 在研究工具栏中单击  研究步骤，然后选择瞬态 > 频域到时域 FFT。
- 2 在频域到时域 FFT 的设置窗口中，定位到研究设置栏。
- 3 在时步文本框中键入 “range(0.0, 1/(200*20), 1/20)”。
- 4 从缩放列表中选择离散傅里叶变换。
- 5 定位到物理场和变量选择栏。选中修改研究步骤的模型配置复选框。
- 6 在模型树中选择组件 1 (comp1) > 梁 (beam) > 边载荷 1。

解 4 (sol4)


- 1 在研究工具栏中单击  显示默认求解器。
- 2 在模型开发者窗口中展开解 4 (sol4) 节点，然后单击 FFT 求解器 1。
- 3 在 FFT 求解器的设置窗口中，定位到常规栏。
- 4 从由研究步骤定义列表中选择用户定义。
- 5 在模型开发者窗口中，单击研究 3。
- 6 在研究的设置窗口中，在标签文本框中键入 “周期性强迫振动”。
- 7 定位到研究设置栏。清除生成默认绘图复选框。
- 8 在研究工具栏中单击  计算。

结果

三维截点 2


- 1 在结果工具栏中单击  三维截点。
- 2 在三维截点的设置窗口中，定位到数据栏。
- 3 从数据集列表中选择周期性强迫振动 / 解 4 (sol4)。
- 4 定位到点数据栏。在 X 文本框中键入 “L/2”。
- 5 在 Y 文本框中键入 “0”。
- 6 在 Z 文本框中键入 “0”。

周期性峰值位移

- 1 在结果工具栏中单击  一维绘图组。
- 2 在一维绘图组的设置窗口中，在标签文本框中键入 “周期性峰值位移”。
- 3 定位到数据栏。从数据集列表中选择三维截点 2。
- 4 定位到标题栏。从标题类型列表中选择标签。

点结果图 1


- 1 右键单击周期性峰值位移并选择点结果图。

- 2 在点结果图的设置窗口中，定位到 y 轴数据栏。
- 3 在表达式文本框中键入 “w”。
- 4 从单位列表中选择 mm。
- 5 在周期性峰值位移工具栏中单击  绘制。


周期性峰值应力

- 1 在模型开发者窗口中，右键单击周期性峰值位移并选择复制粘贴。
- 2 在一维绘图组的设置窗口中，在标签文本框中键入 “周期性峰值应力”。


点结果图 1

- 1 在模型开发者窗口中展开周期性峰值应力节点，然后单击点结果图 1。
- 2 在点结果图的设置窗口中，定位到 y 轴数据栏。
- 3 在表达式文本框中键入 “beam.sb1”。
- 4 从单位列表中选择 MPa。
- 5 在周期性峰值应力工具栏中单击  绘制。

周期性峰值位移

- 1 在结果工具栏中单击  更多派生值，然后选择最大值 > 线最大值。
- 2 在线最大值的设置窗口中，在标签文本框中键入 “周期性峰值位移”。
- 3 定位到数据栏。从数据集列表中选择周期性强迫振动 / 解 4 (sol4)。
- 4 选择 “边” 1。
- 5 定位到表达式栏。在表中输入以下设置：


表达式	单位
abs(w)	mm

- 6 定位到数据系列运算栏。从变换列表中选择最大值。
- 7 单击  计算。

周期性峰值应力


- 1 右键单击周期性峰值位移并选择复制粘贴。
- 2 在线最大值的设置窗口中，在标签文本框中键入 “周期性峰值应力”。
- 3 定位到表达式栏。在表中输入以下设置：

表达式	单位
abs(beam.sb1)	MPa

- 4 单击  计算旁边的 ▼ ，然后选择新表格。



梁 (BEAM)

边载荷 3

- 1 在物理场工具栏中单击  边，然后选择边载荷。
- 2 在边载荷的设置窗口中，定位到边选择栏。
- 3 从选择列表中选择所有边。
- 4 定位到力栏。将 F_L 矢量指定为



0	X
0	Y
F0	Z

添加研究

- 1 在主屏幕工具栏中，单击  添加研究以打开添加研究窗口。
- 2 转到添加研究窗口。
- 3 找到研究子栏。在选择研究树中选择一般研究 > 瞬态。
- 4 单击窗口工具栏中的添加研究。
- 5 在主屏幕工具栏中，单击  添加研究以关闭添加研究窗口。


研究 4

步骤 1：瞬态

- 1 在瞬态的设置窗口中，定位到研究设置栏。
- 2 在输出时步文本框中键入 “range(0,1e-4,1.2e-2) range(1.3e-2,1e-3,1.2)”。
- 3 定位到物理场和变量选择栏。选中修改研究步骤的模型配置复选框。
- 4 在模型树中选择组件 1(comp1)> 梁 (beam)> 边载荷 1。
- 5 单击  禁用。
- 6 在模型树中选择组件 1(comp1)> 梁 (beam)> 边载荷 2。
- 7 单击  禁用。
- 8 在模型开发者窗口中，单击研究 4。
- 9 在研究的设置窗口中，在标签文本框中键入 “瞬态强迫振动”。
- 10 定位到研究设置栏。清除生成默认绘图复选框。


解 6 (sol6)

- 1 在研究工具栏中单击  显示默认求解器。
- 2 在模型开发者窗口中展开解 6(sol6) 节点。


- 3 在模型开发器窗口中展开瞬态强迫振动>求解器配置>解 6 (sol6)>因变量 1 节点，然后单击位移场 (comp1.u)。
- 4 在设置窗口中，定位到缩放栏。
- 5 在比例因子文本框中键入 “1e-4”。
- 6 在模型开发器窗口的瞬态强迫振动>求解器配置>解 6 (sol6) 节点下，单击瞬态求解器 1。
- 7 在瞬态求解器的设置窗口中，单击以展开时间步进栏。
- 8 从求解器采用的步长列表中选择中级。
- 9 单击  计算。

结果

三维截点 3



- 1 在结果工具栏中单击  三维截点。
- 2 在三维截点的设置窗口中，定位到数据栏。
- 3 从数据集列表中选择瞬态强迫振动 / 解 6 (sol6)。
- 4 定位到点数据栏。在 X 文本框中键入 “L/2”。
- 5 在 Y 文本框中键入 “0”。
- 6 在 Z 文本框中键入 “0”。

瞬态峰值位移


- 1 在结果工具栏中单击  一维绘图组。
- 2 在一维绘图组的设置窗口中，在标签文本框中键入 “瞬态峰值位移”。
- 3 定位到数据栏。从数据集列表中选择三维截点 3。
- 4 定位到标题栏。从标题类型列表中选择标签。
- 5 定位到绘图设置栏。
- 6 选中 x 轴标签复选框。在关联文本框中键入 “时间 (s)”。
- 7 选中 y 轴标签复选框。在关联文本框中键入 “位移 (mm)”。
- 8 定位到轴栏。选中手动轴限制复选框。
- 9 在 x 最小值文本框中键入 “-1e-2”。
- 10 在 x 最大值文本框中键入 “0.5”。
- 11 在 y 最小值文本框中键入 “-1e-2”。
- 12 在 y 最大值文本框中键入 “1.1”。

点结果图 1


- 1 右键单击瞬态峰值位移并选择点结果图。

- 2 在点结果图的设置窗口中，定位到 y 轴数据栏。
- 3 在表达式文本框中键入 “w”。
- 4 从单位列表中选择 mm。
- 5 在瞬态峰值位移工具栏中单击  绘制。
- 6 单击  绘制。

瞬态强迫振动 - 最大位移

- 1 在结果工具栏中单击  更多派生值，然后选择最大值 > 线最大值。
- 2 在线最大值的设置窗口中，在标签文本框中键入 “瞬态强迫振动 - 最大位移”。
- 3 定位到数据栏。从数据集列表中选择瞬态强迫振动 / 解 6 (sol6)。
- 4 从时间选择列表中选择来自列表。
- 5 从时步 (s) 列表中选择 0.0117。
- 6 选择 “边” 1。
- 7 定位到表达式栏。在表中输入以下设置：

表达式	单位	描述
w	mm	位移场, Z 分量

- 8 定位到数据系列运算栏。从变换列表中选择最大值。
- 9 单击  计算。

瞬态强迫振动 - 最大应力

- 1 右键单击瞬态强迫振动 - 最大位移并选择复制粘贴。
- 2 在线最大值的设置窗口中，在标签文本框中键入 “瞬态强迫振动 - 最大应力”。
- 3 定位到表达式栏。在表中输入以下设置：

表达式	单位
abs (beam.sb1)	MPa

- 4 单击  计算旁边的 ▼ ，然后选择新表格。



瞬态强迫振动 - 静态位移

- 1 在模型开发器窗口中，右键单击瞬态强迫振动 - 最大位移并选择复制粘贴。
- 2 在线最大值的设置窗口中，在标签文本框中键入 “瞬态强迫振动 - 静态位移”。
- 3 定位到数据栏。从时间选择列表中选择内插。
- 4 在时步 (s) 文本框中键入 “range(1.1,1e-3,1.2)”。

5 定位到**表达式**栏。在表中输入以下设置：

表达式	单位	描述
w	mm	位移场，Z 分量

6 定位到**数据系列运算**栏。从**变换**列表中选择**平均值**。

7 单击  **计算**旁边的 ，然后选择**新表格**。

表格

1 转到**表格**窗口。

振动分析现已完成。如果要保存模型并使用前面步骤中设置的配置运行研究，则需要禁用¹在运行特定研究后添加的部分节点。如果不想保存模型，则无需执行以下步骤。



自由振动

步骤 1：特征频率

- 1 在**模型开发器**窗口的**自由振动**节点下，单击**步骤 1：特征频率**。
- 2 在**特征频率**的设置窗口中，定位到**物理场**和**变量选择**栏。
- 3 选中**修改研究步骤的模型配置**复选框。
- 4 在模型树中选择**组件 1 (comp1)> 梁 (beam)> 线弹性材料 1> 阻尼 1**。
- 5 右键单击并选择**禁用**。

谐波强迫振动


步骤 2：频域，模态

- 1 在**模型开发器**窗口的**谐波强迫振动**节点下，单击**步骤 2：频域，模态**。
- 2 在**频域，模态**的设置窗口中，定位到**物理场**和**变量选择**栏。
- 3 选中**修改研究步骤的模型配置**复选框。
- 4 在模型树中选择**组件 1 (comp1)> 梁 (beam)> 边载荷 2**。
- 5 单击  **禁用**。
- 6 在模型树中选择**组件 1 (comp1)> 梁 (beam)> 边载荷 3**。
- 7 单击  **禁用**。


周期性强迫振动

步骤 1：频域

- 1 在**模型开发器**窗口的**周期性强迫振动**节点下，单击**步骤 1：频域**。

- 2 在**频域**的**设置**窗口中，定位到**物理场和变量选择**栏。
- 3 在模型树中选择**组件 1 (comp1)> 梁 (beam)> 边载荷 3**。
- 4 单击  **禁用**。

步骤 2：频域到时域 FFT

- 1 在**模型开发器**窗口中，单击**步骤 2：频域到时域 FFT**。
- 2 在**频域到时域 FFT**的**设置**窗口中，定位到**物理场和变量选择**栏。
- 3 在模型树中选择**组件 1 (comp1)> 梁 (beam)> 边载荷 3**。
- 4 单击  **禁用**。