ModalVIEW

模态测试开始指南

ABSignal

Version R2 Rev 2012.02

目录

关于本文档及相关文档 1
1 ModalVIEW概述 1
1.1 系统需求 1
1.2 软件安装与卸载 1
1.3 软件激活 2
2 模态测试基本概念 4
2.1 时域ODS 4
2.2 频域ODS 4
2.3 自然频率，阻尼比与模态振型 5
3 ModalVIEW软件简介 7
3.1 操作窗口 7
3.2 文件类型 11
3.3 帮助系统 14
4 ModalVIEW例子演示 15
4.1 时域ODS演示 15
4.2 频率域ODS演示 17
4.3 模态振型演示 19
5 模态测试基本步骤 21
5.1 绘制平板的结构模型 22
5.2 测量结构的频率响应函数 25
5.3 估计模态参数 31
5.4 显示模态振型动画 33

关于本文档及相关文档

《**ModalVIEW**模态测试开始指南》适合第一次接触ModalVIEW软件的用户阅读。阅读完本文档，您将基本掌握ModalVIEW软件的使用和模态测试的基本概念和基本试验过程。了解ModalVIEW的更多详细使用信息，请阅读《**ModalVIEW**模态测试操作手册》。

1 ModalVIEW 概述

ModalVIEW 软件是一个标准化的模态测试软件平台。 结合使用美国国家仪器(National Instruments)的动态信号分析(DSA)采集硬件，ModalVIEW 软件平台能轻易完成从多通道同步数据采集、信号处理、频率响应函数估计、三维建模、ODS、模态分析、振型相关分析、和报告生成等任务。

ModalVIEW 软件使用 NI 公司图形化编程语言 LabVIEW 开发而成，界面友好，简单易用，与 NI 的 DSA 采集硬件实现无缝连接，可即时采集信号进行模态分析，无须任何第三方软件。

1.1 系统需求

推荐使用 Windows XP 或更新的操作系统运行 ModalVIEW 。使用 ModalVIEW， 您的计算机最低需要以下配置：

- 奔腾 IV 或 赛扬 2 GHz 或以上的处理器
- 1GB 以上内存，推荐 2GB 内存
- 至少 500MB 以上的硬盘空间
- 1024x768 分辨率或以上的显示器

1.2 软件安装与卸载

执行以下步骤安装 ModalVIEW 软件：

1. 以管理员帐户登陆 Windows 操作系统。

2. 在光驱中插入 ModalVIEW 软件安装光盘。对于没有光驱的计算机或 PXI 控制器，可利用有光驱的机器先将 ModalVIEW 安装光盘的内容拷贝到 U 盘上，或通过网络拷贝到待安装机器上。
3. 双击 Setup.exe 运行安装程序。
4. 遵循安装程序指示做相应操作即可完成 ModalVIEW 的安装。安装过程需要输入软件的序列号。您购买 ModalVIEW 软件时将获得序列号。序列号是您获得免费技术支持的凭证之一。

执行以下步骤可卸载 ModalVIEW 软件：

1. 打开 Windows 系统的控制面板。
2. 双击添加和删除程序。
3. 在程序列表中选择 ModalVIEW。
4. 点击删除按钮。

1.3 软件激活

使用 ModalVIEW 之前，您必须同意相关使用协议并激活 ModalVIEW 软件。 您可以联系 ModalVIEW 的销售人员购买 ModalVIEW 许可证并获得激活码或带有激活码的 USBKEY 加密盘。一旦获得激活码，您即可通过 ModalVIEW 的许可证管理窗口激活软件，或插入 USBKEY 加密盘自动激活 ModalVIEW。一个 ModalVIEW 许可证包含一个只能应用于一台计算机使用的激活码。

当您第一次运行 ModalVIEW 时，并且未检测到带有激活码 USBKEY 加密盘，如图 1-1 所示的许可证管理窗口将出现。

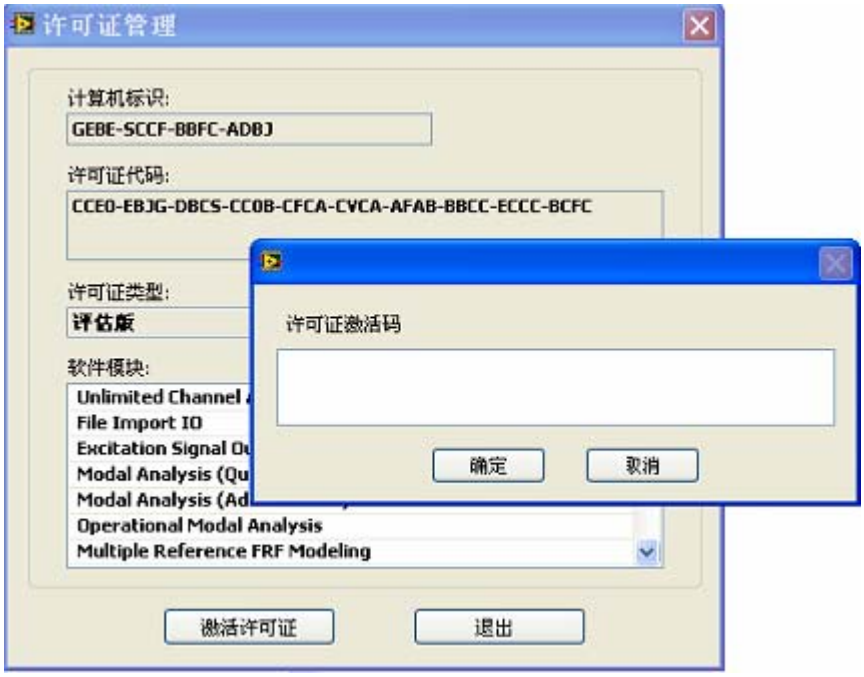


图 1-1 许可证管理器

将许可证管理窗口所显示的 16 位计算机识别码告知 ModalVIEW 的销售商以获得 40 位的激活码。点击许可证管理窗口上的激活许可证按钮，输入 40 位激活码，点击确定按钮即可激活 ModalVIEW。激活成功之后，ModalVIEW 即可继续使用。当 ModalVIEW 启动时，若检测到 USBKEY 加密盘存在，软件将被自动激活。您可通过点击 ModalVIEW 主窗口**帮助|许可证管理**菜单打开许可证管理窗口。

2 模态测试基本概念

使用 ModalVIEW 软件，您可以利用测得的时域振动信号或频率响应函数以动画形式显示三维结构的 ODS，也可以通过多种模态分析方法获取结构的自然频率、阻尼比与模态振型。这一节介绍 ODS 和模态分析的基本概念。

2.1 时域 ODS

时域结构变形分析(Operational Deflection Shape, 缩写为 ODS)，是用来显示结构在工作状态下各时刻的形变。 以一定时间间隔连续显示结构的形变，即形成 ODS 动画。各时刻的变形量正比于各测量点在该时刻测得的振动信号大小。 时域 ODS 可理解为结构振动的慢速回放。用于时域 ODS 时，结构的所有测量点的振动信号必须同步采集。如图 2-1 所示。

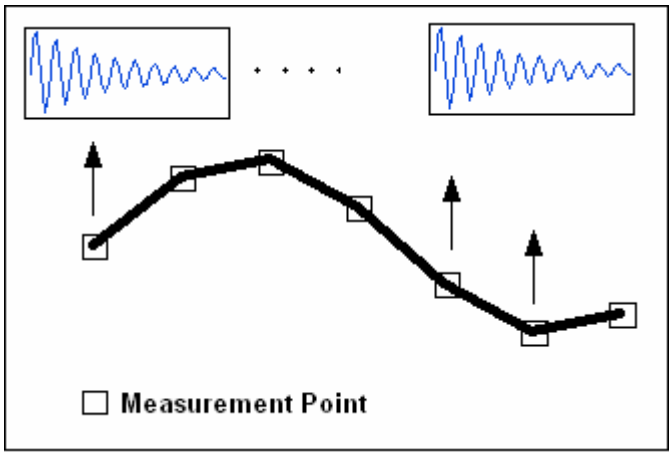


图 2-1 时域 ODS

2.2 频域 ODS

频域 ODS 显示结构在特定频率下的形变情况。结构的频域 ODS 由频率响应函数得到，显示各个测量点在特定的频率下的幅度和相位关系。您可通过频率 ODS 获知整个结构的振动与某个频率，特别是谐振频率的振动的关系。如图 2-2 所示。

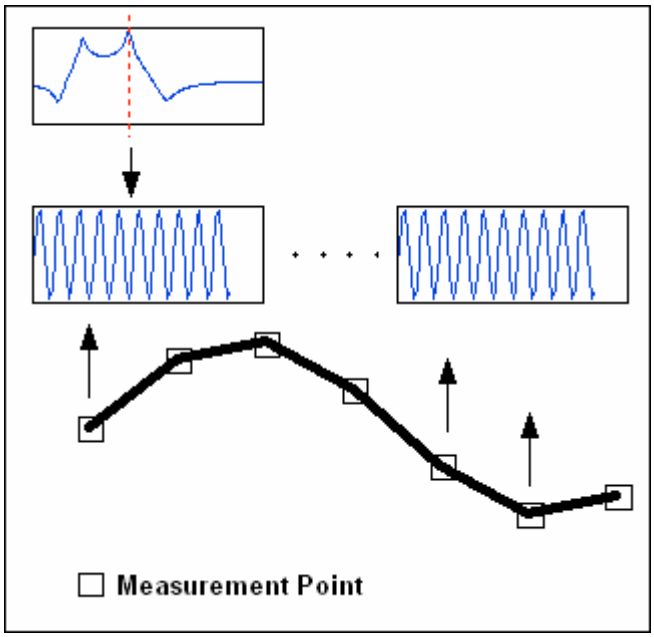


图 2-2 频域 ODS

2.3 自然频率，阻尼比与模态振型

结构在无约束条件下的振动可以分解成为一系列有规则振动模式的叠加。如图 2-3 模态振型所示，左边的振动可以分解为右边三个振动模式的叠加：

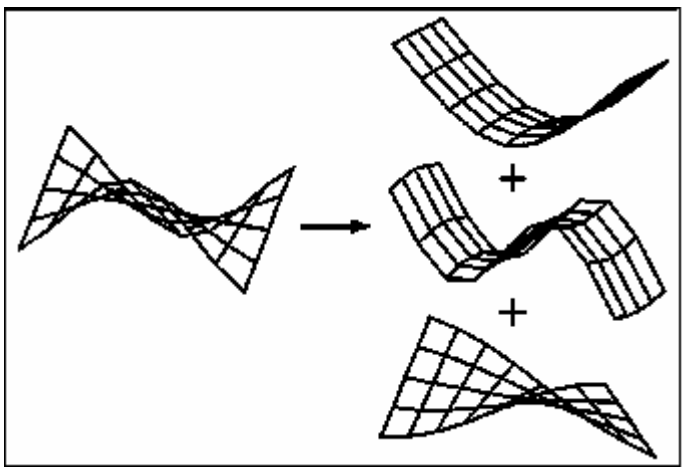


图 2-3 模态振型

一个振动模式由自然频率、阻尼比和振型三个模态参数决定。自然频率是指该模式下各点振动的频率，也是结构发生谐振的频率。阻尼比决定结构振动

衰减的快慢。阻尼比越大，衰减越慢。振型反映结构振动的形变形态以及各点间的幅度与相位关系。模态分析即是估计结构自然频率、阻尼比和振型的技术。模态分析可分为理论模态分析和实验模态分析。理论模态分析根据结构的材料、质量分布、三维结构等，利用有限元分析方法获得结构的模态参数。实验模态分析根据实测的结构激励与振动信号，利用频域曲线拟合等方法获得结构真实的模态参数。

ModalVIEW是实验模态分析软件，包含频域曲线拟合和稳态图法等分析方法。实验模态的分析方法一般给结构在无约束的情况下施加激励，使得结构发生自由振动，同步测量结构的激励和振动信号，计算结构的频率响应函数，利用频域曲线拟合等方法获得结构的模态参数。对于一些无法施加人工激励的结构，如大桥或一些处于工作状态下的机器，可以只测量结构在自然或工作状态下的振动信号，通过时域模态分析方法获得结构的模态参数。这类未施加人工激励的实验模态分析方法，可称为工作状态下的模态分析(Operational Modal Analysis，缩写为 OMA)，或无激励模态分析。了解ModalVIEW的更多工作模态分析信息，请阅读《**ModalVIEW**工作模态测试开始指南》。

3 ModalVIEW 软件简介

ModalVIEW 软件是一个多窗口程序，每个窗口完成特定的操作，如绘制结构模型、显示频率响应函数等。配合使用一个或多个操作窗口完成一个模态测试任务。操作窗口的打开和协调由如图 3-1 所示的 ModalVIEW 主窗口管理。

ModalVIEW 主窗口由菜单、工具栏、工程项目树、快速浏览栏、快速开始栏组成。工程项目树显示工程项目中所包含的文件。双击工程项目树中的文件可打开该文件的相应操作窗口或软件。快速浏览栏中有演示例子、开始指南文档和操作教程文档的链接。快速开始栏包含模态测试的主要任务的链接，点击任务，ModalVIEW 将打开完成该任务的一个或多个操作窗口。操作窗口打开时，ModalVIEW 主窗口将自动最小化。关闭操作窗口，ModalVIEW 主窗口将自动显示。

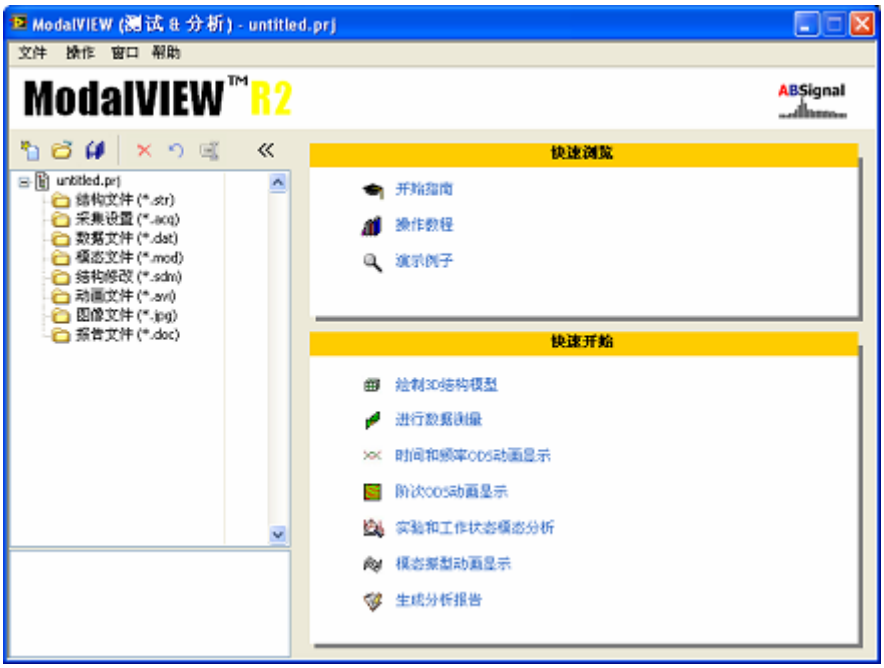


图 3-1ModalVIEW 主窗口

3.1 操作窗口

ModalVIEW 软件主要包含以下操作窗口：结构浏览窗口、结构编辑窗口、数据测量窗口、数据浏览窗口、模态估计窗口、模态浏览窗口等。

结构浏览窗口

如图 3-2 所示的结构浏览窗口显示结构的三维模型和动画。可对三维模型进行平移、旋转、放大缩小和投影视图等操作。可关联结构模型节点与测量数据。可对未测量点进行插值显示动画。可从 UFF 或 ASCII 文件导入第三方软件绘制的三维结构模型。双击项目树中的结构文件、选择主窗口快速开始栏中的绘制 3D 结构模型、ODS 动画显示或模态振型动画显示任务将打开结构浏览窗口。

结构编辑窗口

如图 3-2 所示的结构编辑窗口可用点、线与子结构绘制三维结构模型。子结构包括长方形、三角形、圆盘、圆柱体、圆锥体、立方体与球体。绘制的三维结构模型在结构浏览窗口中显示。可方便的调整结构组件的尺寸、局部坐标轴、颜色等属性。选择主窗口快速开始栏中的绘制 3D 结构模型任务将打开结构浏览窗口和结构编辑窗口。

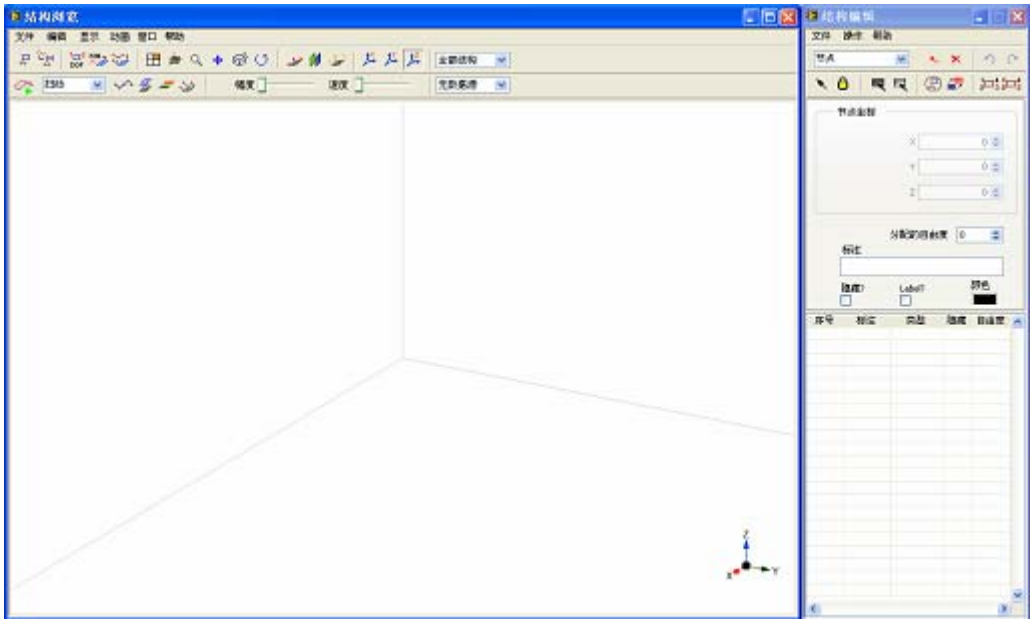


图 3-2 结构浏览窗口(左)和结构编辑窗口(右)

数据测量窗口

如图 3-3 所示的数据测量窗口对结构的激励与振动信号进行同步采集与处理。可对 NI 的 DSA 硬件自动识别，完成通道设置、传感器设置与数据采集设

置。可计算频率响应函数，对频率响应函数进行平均。当传感器个数少于测量频率响应函数点数时，可自动生成测量分组。测量分组指引对测量点进行分批测量。选择主窗口快速开始栏中的进行数据测量任务将打开数据测量窗口。

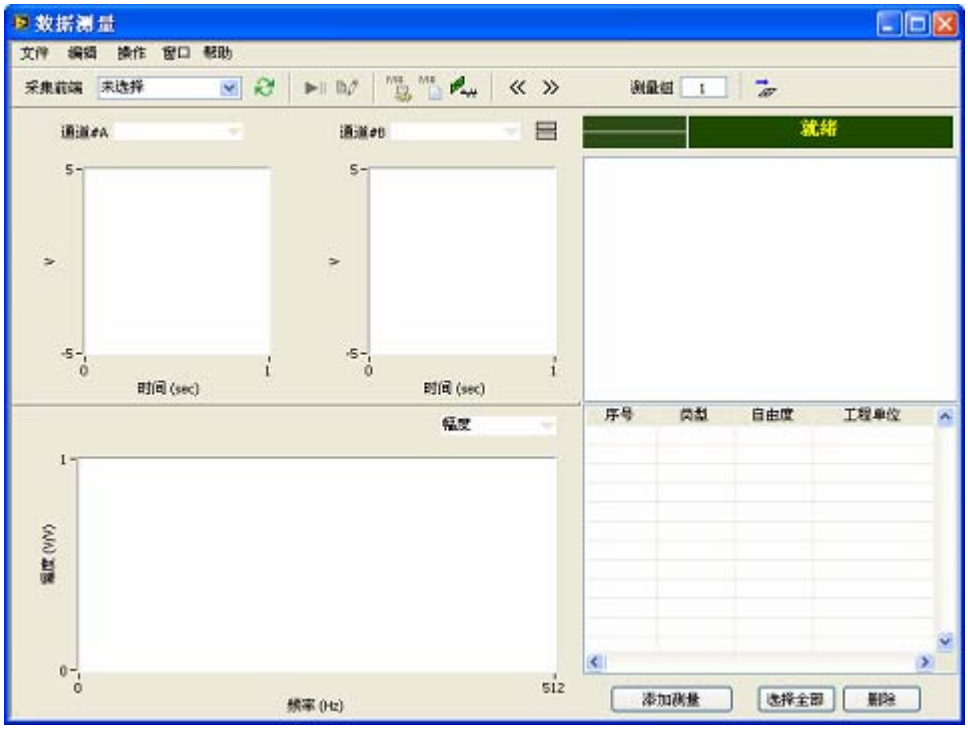


图 3-3 数据测量窗口

数据浏览窗口

如图 3-4 所示的数据浏览窗口浏览时域的激励与振动信号或频率响应函数。可显示频率响应函数的幅度、相位、实部、虚部与波特图。可选择感兴趣频段用于模态分析。可选取感兴趣的频率配合结构浏览窗口做频域 ODS。可选用时域信号配合结构浏览窗口做时域 ODS。双击工程项目树中的测量数据文件，或选择主窗口快速开始栏中的模态分析或 ODS 动画显示任务，将打开数据浏览窗口。

模态估计窗口

如图 3-4 所示的模态估计窗口提供快速分析方法和高级分析方法进行模态参数的估计。快速分析方法使用频域曲线拟合方法。高级分析方法使用稳定图

法。可在数据浏览窗口中同时显示拟合的频率响应函数和测量的频率响应函数。选择主窗口快速开始栏中的模态分析任务将打开模态估计窗口和数据浏览窗口。

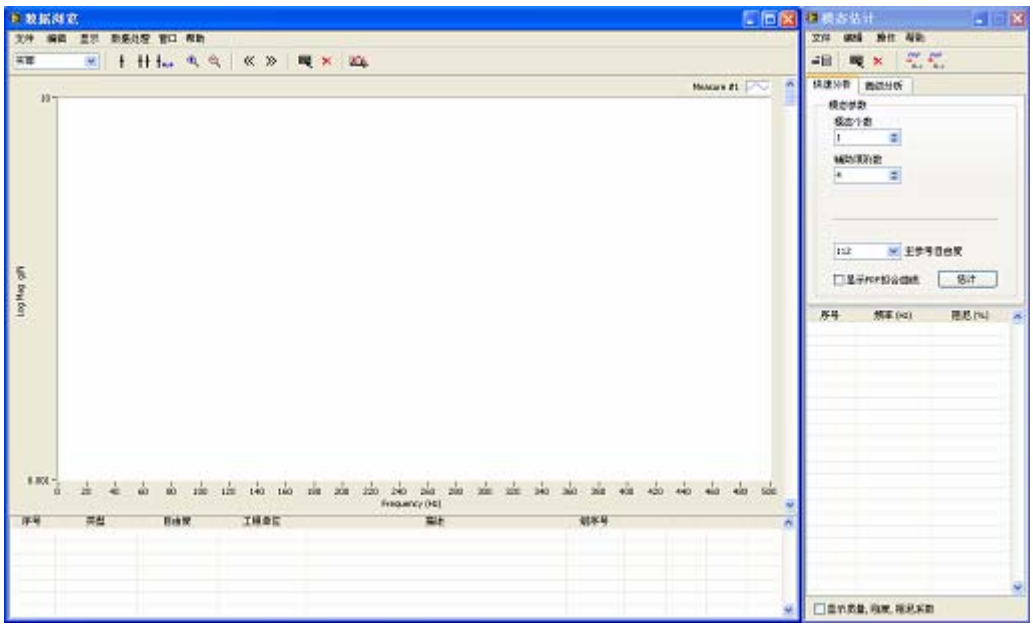


图 3-4 数据浏览窗口(左)和模态估计窗口(右)

模态浏览窗口

如图 3-5 所示的模态浏览窗口以表格形式显示模态分析结果。显示各模态的频率、阻尼比与振型。模态浏览窗口可显示模态的复域图和不同振型间的相关图。双击项目树中的模态文件将打开模态浏览窗口。选择主窗口快速开始栏中的模态振型动画显示任务，将打开模态浏览和结构浏览窗口。

报告产生窗口

如图 3-6 所示的报告产生窗口用来设置模态试验的参数，如操作者，所用仪器和报告项目。根据设置的报告信息，测试报告可以由预先设置好的报告模板自动产生。

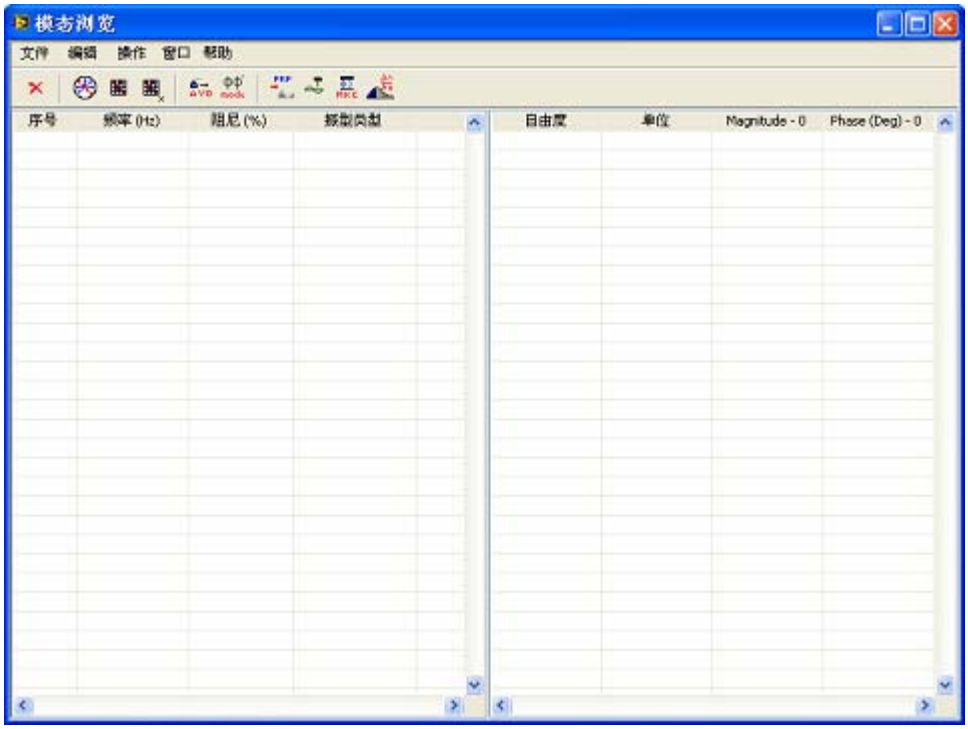


图 3-5 模态浏览窗口

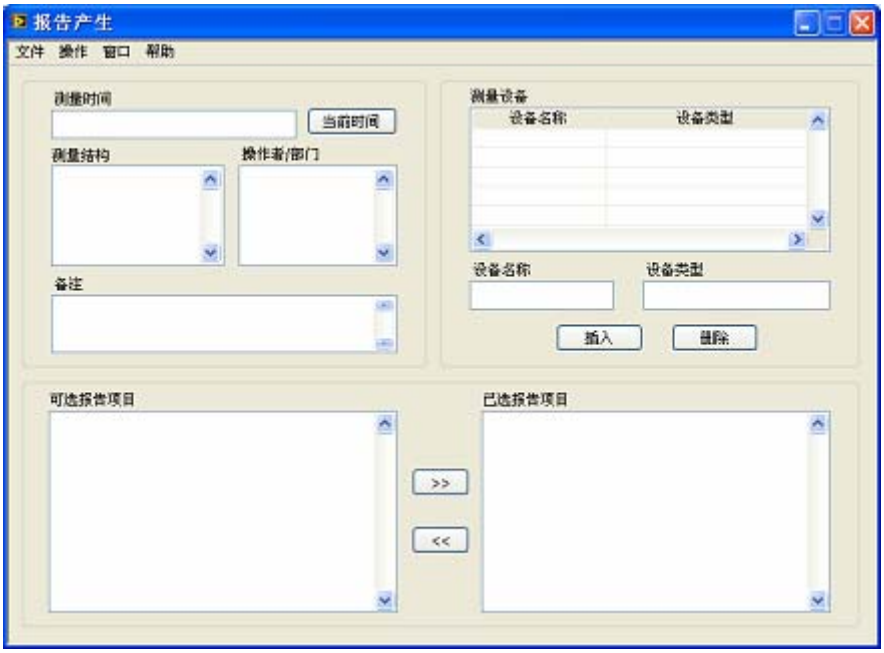


图 3-6 报告产生窗口

3.2 文件类型

ModalVIEW 软件的每一个操作窗口都从文件中装载数据，操作结果另存为新文件。如图 3-7 所示，软件用工程项目文件管理以下所有文件，包括结构文件(*.str)、数据采集设置文件(*.acq)、测量数据文件(*.dat)、模态振型文件(*.mod)、动画文件(*.avi)和报告文件(*.doc)等。

图 3-7 工程项目文件管理

工程项目文件

工程项目文件用来管理模态分析过程中产生的各种文件，包括结构文件、数据采集设置文件、测量数据文件、模态振型文件、动画文件和报告文件。工程项目文件的扩展名为.prj。

结构文件

结构文件存储被测结构的三维模型，保存构成三维结构的点、线和面等信息。结构文件的扩展名为.str。在结构浏览窗口中您可绘制三维模型并保存为结构文件。双击项目树中的结构文件可编辑该结构文件。您也可以在结构浏览窗口中用文件|导入菜单导入 UFF 或 ASCII 文件，生成结构三维模型，并保存为结构文件。

采集设置文件

采集设置文件存储数据采集设备的设置，包括使用的采集设备、采集通道、通道连接、传感器的灵敏度和工程单位、采样率、触发、采集后处理等设置。采集设置文件的扩展名为.acq。

数据文件

数据文件存储结构的激励和响应振动信号，或结构的频率响应函数。数据文件的扩展名为.dat。

模态文件

模态文件存储模态分析的结果，包括各个模态的自然频率、阻尼比和振型。双击模态文件，所有模态的参数将显示于表格中。模态文件的扩展名为.mod。

动画文件

动画文件存储 ModalVIEW 生成的 AVI 文件。双击 AVI 文件，系统的播放软件如 Windows 媒体播放器将打开并播放该 AVI 文件。您可以用结构浏览窗口中的文件|输出到动画文件菜单生成动画文件。

报告文件

报告文件为 ModalVIEW 生成的 Microsoft Word 报告文件。双击项目树中的报告文件，报告文件将在 Microsoft Word 中打开。 使用主窗口操作|生成报告菜单可生成报告文件。各操作模块均可将该模块操作结果导出插入到报告中。

文件管理

ModalVIEW 通过工程文件和一组文件夹来管理整个工程中的文件。如图 3-8 所示。不同文件夹保存相应的文件类型。为了避免文件夹冲突，当保存工程文件时，请为每个工程文件建立一个新的文件夹。

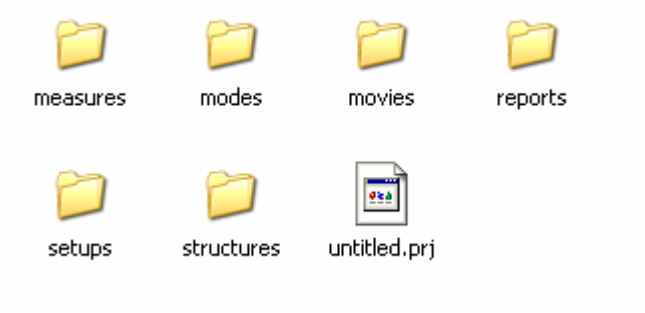


图 3-8 工程文件夹

注: 请不要手动的改变这些文件夹和里面的文件。

3.3 帮助系统

可通过以下方式获得 ModalVIEW 的使用帮助信息。

- 阅读《ModalVIEW 模态测试操作手册》。在 ModalVIEW 主窗口快速浏览栏点击操作教程即可打开《ModalVIEW 模态测试操作手册》。
- 显示软件界面控件上的小提示。在 ModalVIEW 软件中，将鼠标停在控件（如按钮）上几秒钟后，黄色背景黑色边框的小提示将自动显示。
- 使用即时帮助。在 ModalVIEW 软件中同时按下键盘按键 Ctrl+H，即时帮助窗口将显示。

移动鼠标停在控件上，即时帮助窗口则显示该控件的详细帮助信息。也可点击 ModalVIEW 的**帮助|显示即时帮助**菜单显示即时帮助窗口。

4 ModalVIEW 例子演示

ModalVIEW 软件提供了几个内置的工程范例，来演示时域 ODS，频率域 ODS 和模态振型的分析过程。这些范例可通过执行快速浏览中的演示例子来载入到 ModalVIEW 软件环境中。

图 4-1 范例浏览

4.1 时域 ODS 演示

运行时域 ODS 演示，从范例浏览中选择 beam 工程文件。结构文件 “beam” 和数据文件 “time record” 包含在工程中。

在主界面点击快速开始中的 ODS 动画显示，结构浏览窗口和数据浏览窗口将打开，并左右排列。

在结构浏览窗口中

- 执行菜单命令**文件 | 载入…**，在结构模型文件列表中选择 beam 文件。模态结构被显示在窗体中。如图 4-2 所示。

在数据浏览窗口中

- 执行菜单命令**文件 | 载入…**，在数据文件列表中选择 time record 文件。有 8 条测量数据的时间记录被显示在窗体中。如图 4-2 所示。

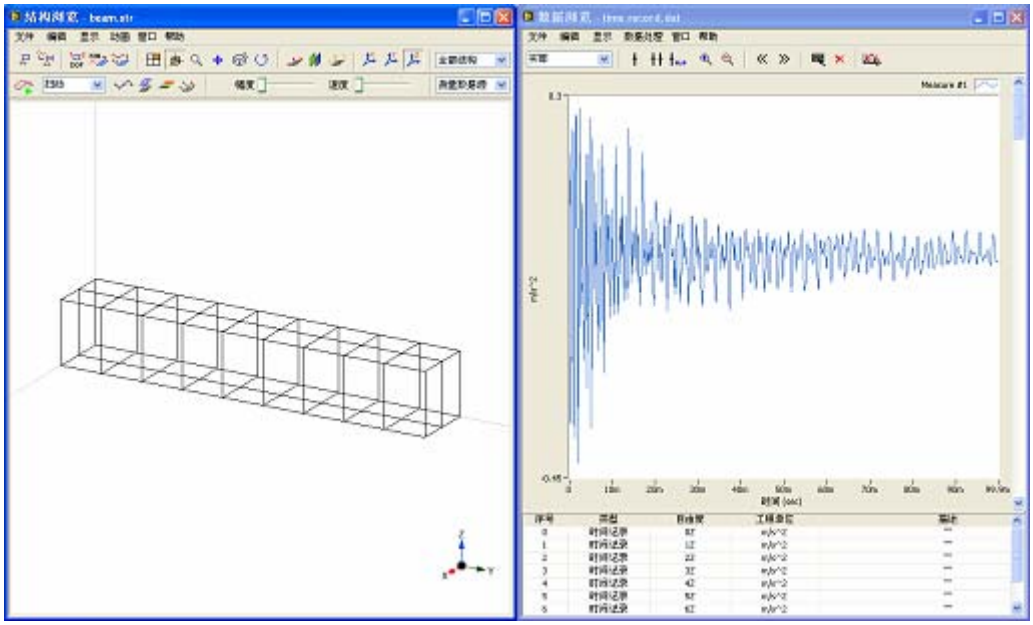


图 4-2 时间 ODS 动画显示

- 在结构浏览窗口工具条上选择动画模式为 扫动 。
- 点击工具条上的按键 ，启动 ODS 动画显示。
- 调整 幅度 1 大小，来改变结构变形程度。
- 调整 速度 1 大小，来改变动画显示的速度。
- 点击工具条上的按键 使之有效，按下鼠标左键并保持，拖动鼠标来改变结构的视角。

注意到现在结构上只有 8 个测量点在移动。8 个测量点分别对应了 8 个测量数据。结构上未被测量的节点的运动，可通过测量点插值而来。

- 点击工具条上的按键 ，启动未测量点的运动。

4.2 频率域 ODS 演示

运行频率域 ODS 演示，从范例浏览中选择 plate 工程文件。结构文件 “plate” 和数据文件 “freq response” 包含在工程中。

在主界面点击快速开始中的 ODS 动画显示，结构浏览窗口和数据浏览窗口将打开，并左右排列。

在结构浏览窗口中

- 执行菜单命令**文件 | 载入…**，在结构模型文件列表中选择 plate 文件。模态结构被显示在窗体中。如图 4-3 所示。

在数据浏览窗口中

- 执行菜单命令**文件 | 载入…**，在数据文件列表中选择 freq response 文件。有 27 条测量数据的 FRF 被显示在窗体中。如图 4-3 所示。

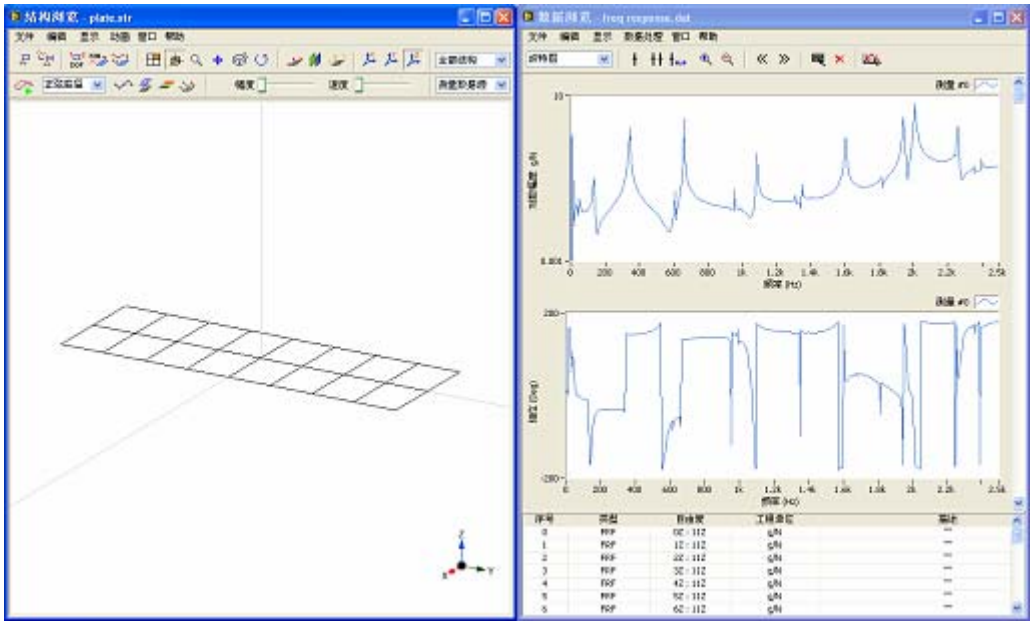


图 4-3 频率 ODS 动画显示

- 在数据浏览窗口中调整 FRF 曲线上的线光标到某个峰值点。
- 在结构浏览窗口工具条上选择动画模式为 正弦驻留 。
- 点击工具条上的按键 ，启动 ODS 动画显示。
- 调整 幅度 1 大小，来改变结构变形程度。
- 调整 速度 1 大小，来改变动画显示的速度。
- 点击工具条上的按键 使之有效，按下鼠标左键并保持，拖动鼠标来改变结构的视角。

现在平板结构通过 FRF 测量数据来显示选定频率的 ODS 动画。在数据浏览窗口中，FRF 曲线上的线光标位置指示了选定的频率。

在 FRF 曲线上有一些峰值点。这些峰值点指示了结构的谐振频率。结构在共振频率附近的工作振型（ODS）接近于对应共振频率的模态振型。在需要快速分析的情况下，频率域 ODS 是一个替代模态分析的较好分析手段。

显示结构在共振频率的工作振型：

- 在数据浏览窗口中，用鼠标拖动 FRF 曲线上的光标到各个峰值点上，来观察平板结构不同的工作振型。

4.3 模态振型演示

运行频率域 ODS 演示，从范例浏览中选择 plate 工程文件。结构文件 “plate” 和模态文件 “mode” 包含在工程中。

在主界面点击快速开始中的模态振型 动画显示，结构浏览窗口和模态浏览窗口将打开，并左右排列。

在结构浏览窗口中

- 执行菜单命令**文件 | 载入…**，在结构模型文件列表中选择 plate 文件。模态结构被显示在窗体中。如图 4-4 所示。

在模态浏览窗口中

- 执行菜单命令**文件 | 载入…**，在数据文件列表中选择 mode 文件。包含有 15 个模态的模态文件被显示在窗体中。如图 4-4 所示。

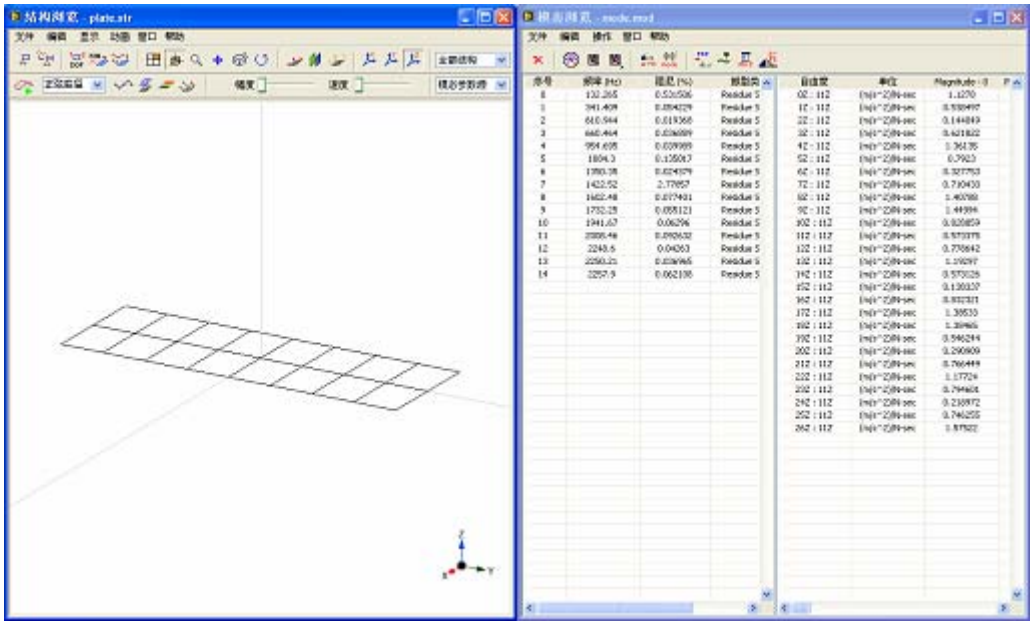


图 4-4 模态振型动画显示

- 在模态浏览窗口中，从模态列表中选择感兴趣的模态。
- 在结构浏览窗口工具条上选择动画模式为 正弦驻留 。
- 点击工具条上的按键 ，启动模态振型动画显示。
- 调整 幅度 1 大小，来改变结构变形程度。
- 调整 速度 1 大小，来改变动画显示的速度。
- 点击工具条上的按键 使之有效，按下鼠标左键并保持，拖动鼠标来改变结构的视角。
- 选择不同模态来观察对应的结构振型。

5 模态测试基本步骤

实验模态测试分析一般包含以下几个步骤：

- 建立结构示意模型
- 采集数据并计算频率响应函数
- 估计模态参数
- 显示模态振型动画

在下面的几节中，将通过一个平板结构模态测试例子来介绍怎样通过 ModalVIEW 完成实验模态测试分析的各个步骤。在执行操作前，首先要为测试建立一个新的工程文件。在 ModalVIEW 主窗口中，执行菜单命令**文件 | 工程 | 新建**。一个空的工程将被建立，这样就可以开始一个新的模态测试了。在工程窗口中有一些快速开始的操作命令，指导用户完成模态试验中的每一步操作。如图 5-1 所示。

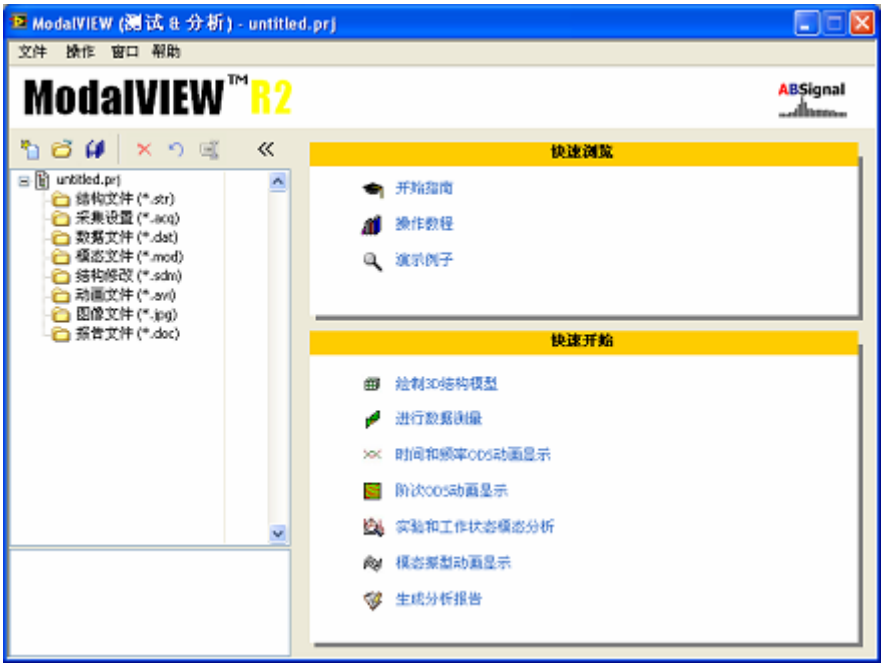


图 5-1 工程窗口

如果您没有数据采集设备可以完成以下描述的各个模态测试步骤，可使用 ModalVIEW 自带的 plate 例子。点击**快速浏览**中**演示例子**的链接，在对话框中

选 plate，ModaVIEW 将打开演示例子 plate.prj。打开 plate.prj 后，您可略过 5.1 和 5.2 节的关于结构编辑和数据采集的内容，直接阅读 5.3 和 5.4 节的内容了解模态分析和动画显示等功能。

5.1 绘制平板的结构模型

在主窗口快速开始栏中点击绘制 3D 结构模型打开如图 5-2 所示的结构浏览窗口和结构编辑窗口。

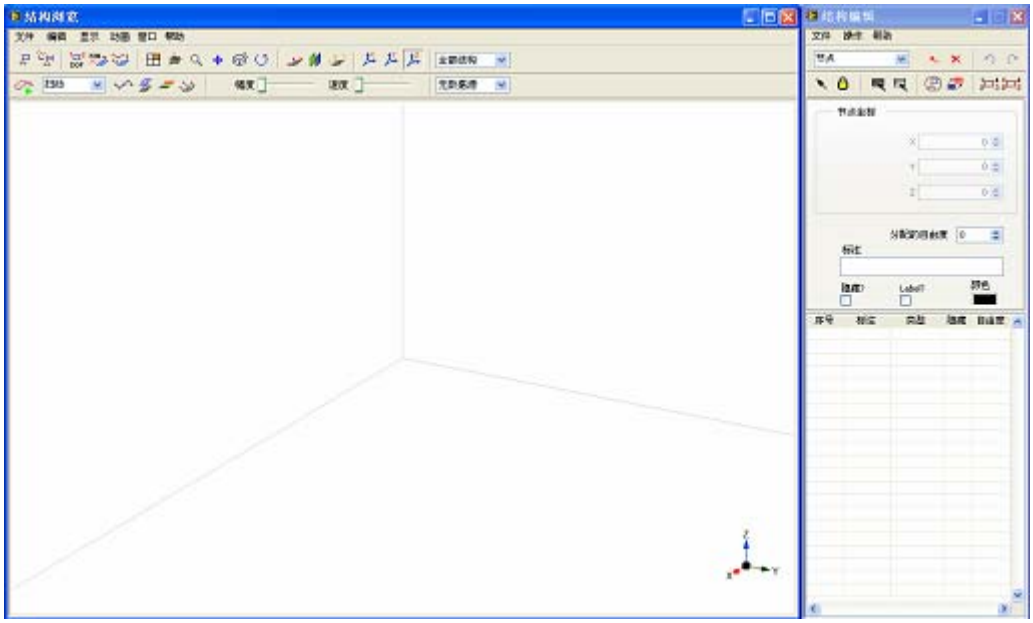


图 5-2 绘制结构模型界面

完成以下步骤绘制平板的结构示意模型：

- 如图 5-3 所示，在结构编辑窗口的对象类型列表中选中子结构。

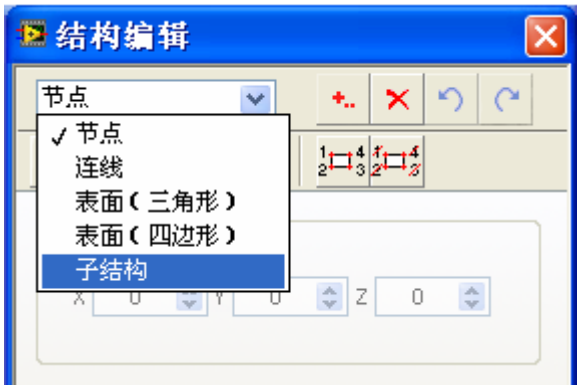
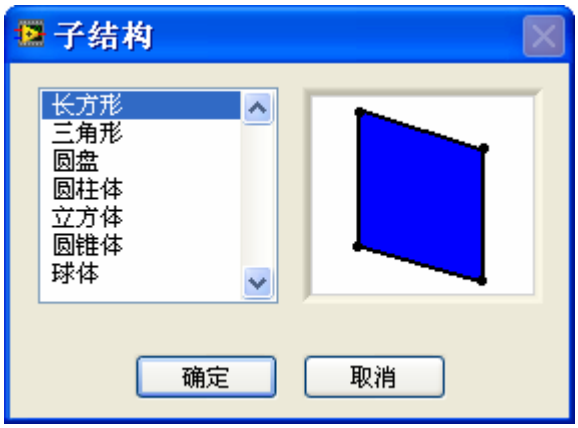


图 5-3 选取对象类型

- 点击添加对象按钮 ，显示子结构选择窗体。



- 选取长方形，按确定按钮，一个长方形结构将显示在结构浏览窗口中。
- 在结构编辑窗口的尺寸页中输入平板的尺寸。宽度 500，高度 150，宽度节点数 9， 高度节点数 3。
- 在结构编辑窗口的位置页中点击 Y 方向的调节按钮调节平板的方位，使得平板处于水平位置。
- 点击结构编辑窗口工具栏的分配自由度按钮 自动给结构节点分配自由度序号。
- 关闭结构编辑窗口完成结构的绘制。图 5-4 显示编辑完成后的结果。

在结构浏览窗口中的工具条上点击缩放、平移、视角按钮 调整结构模型的显示。按下缩放按钮后，按住鼠标左键往下拉可放大结构显示，往上拉可缩小结构显示。按下平移按钮后，按住鼠标左键可拖拽移动结构

模型。按下视角按钮，按住鼠标左键可拖拽旋转结构模型。点击复原按钮可恢复到默认视角。点击按键可以显示分配的节点序号。

> **注：ModalVIEW 软件为每个测量节点定义了一个局部坐标系，X，Y 和 Z 坐标轴定义了该节点的测量方向。一对节点号与测量方向定义为结构的一个自由度。例如，11Z 定义了一个自由度，其节点号为 11，测量方向为 Z 轴方向。自由度在频率响应函数（FRF）测量中来标识激励点和响应点。**

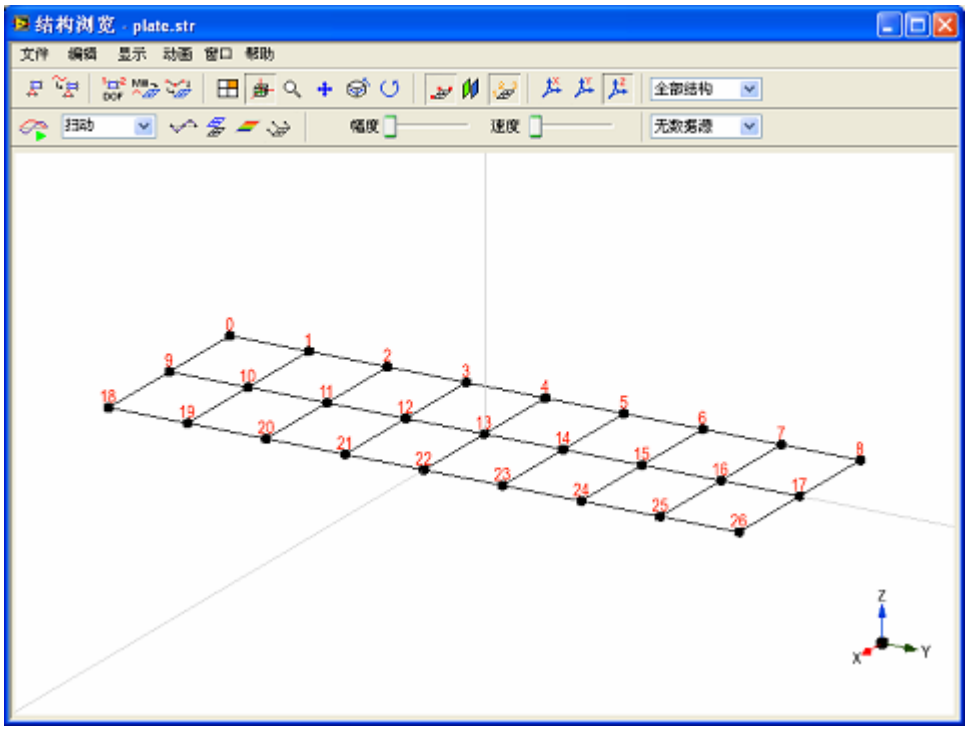
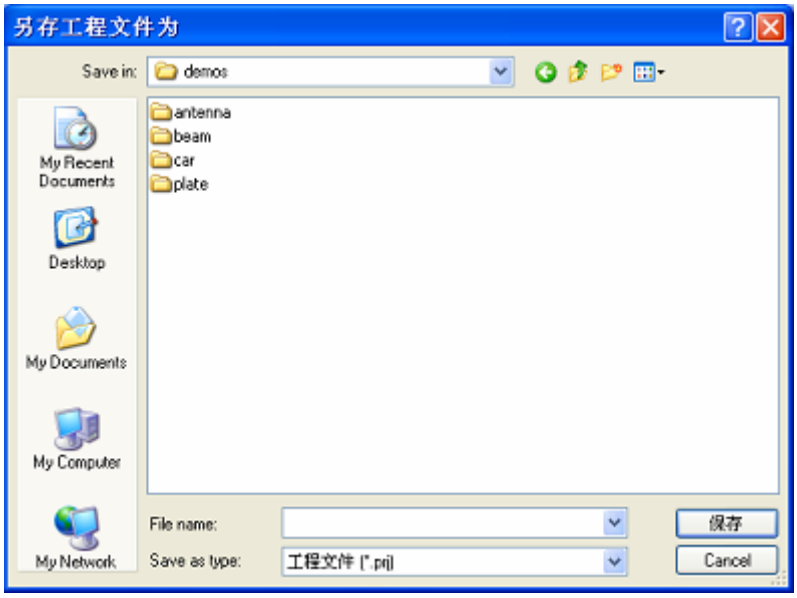


图 5-4 平板结构视图

- 点击结构模型视窗中的**文件|保存**菜单，保存结构。

  在弹出的对话框中输入保存的文件名 plate，点击确定按钮。关闭**结构浏览**窗口和**结构编辑**窗口回到主窗口。注意 plate 结构已加入到工程项目树中。

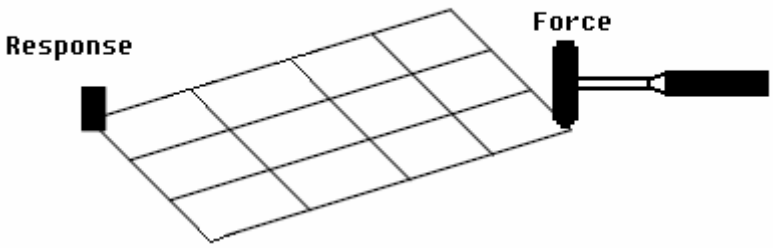
- 在主窗口中，点击保存按钮保存工程文件。文件保存对话框将显示，提示选择要保存的路径和文件名称：



输入文件名称并点击保存按钮。ModalVIEW 将建立一个新的工程文件和一组文件夹。工程中所有的文件将被单独保存在相应的文件夹中。

5.2 测量结构的频率响应函数

结构的频率响应函数（FRF）是频率域 ODS 和模态估计的数据源。选定结构上任何一个测量节点与测量方向作为参考自由度后，需要测量其他所有节点的不同测量方向（移动自由度）与参考自由度之间的频率响应函数。频率响应函数通过同步采集激励和响应信号后计算得到。



在本实验中，使用力锤作为激励，一个加速度计测量平板的响应。力锤信号和加速度计信号通过美国国家仪器（National Instruments）的动态信号采集（DSA）设备同步采集激励和响应信号。选定平板的 11 号节点作为参考点，加速度计固定于 11 号节点 Z 轴方向上，移动力锤按照顺序在平板的所有节点上

敲击，获得所有点 Z 轴方向（移动自由度）与 11 号节点 Z 轴方向（参考自由度）之间的频率响应函数。

点击 ModalVIEW 主窗口中快速开始栏的进行数据测量链接，打开数据测量窗口。开始进行测量之前，必须完成以下步骤：

- 通过采集前端下拉列表

选择数据采集前端硬件。
- 配置通道设置、采样率、触发等。
- 设置测量类型，DOF，与测量分组等。

本实验采用 NI PXI-4472 作为采集前端硬件。将 ModalVIEW 安装于 PXI 控制器中，安装 NI-DAQmx 硬件的驱动软件，ModalVIEW 测量窗口的采集前端下拉列表将自动出现 PXI-4472，在采集前端下拉列表中选择 PXI-4472。

点击采集卡设置按钮

打开采集卡设置窗口，执行以下步骤完成通道设置：

图 5-5 采集卡设置窗口的通道设置页

- 在图 5-5 所示通道设置页中，选中通道 0，IEPE 设为 4mA，工程单位设为 N，灵敏度设为 1000mV/EU（根据力锤的力传感器参数进行调整）。选中通道 1，IEPE 设为 4mA，工程单位设为 g，灵敏度设为 100mV/EU（根据实际使用的加速度传感器参数进行调整）。 本实验只需要 0，1 两个通道，应清除其他通道的启用通道复选框。

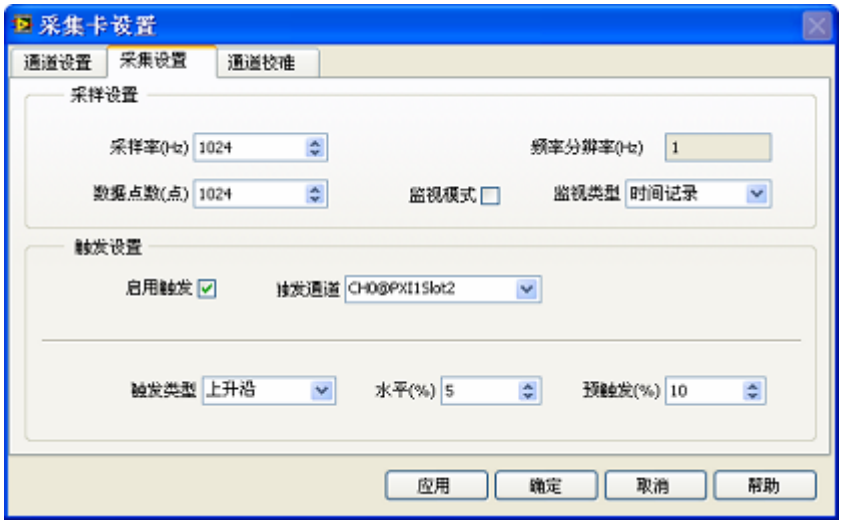


图 5-6 采集卡设置窗口的采集设置页

- 在图 5-6 所示的采集设置页中，设置采样率为 1024，采样点数为 1024，选中触发复选框，触发通道选通道 0，即力锤通道。触发类型选上升沿，触发水平设为 1%，预触发点数设为 100。
- 关闭采集卡设置窗口。

点击试验设置按钮 打开试验设置窗口，执行以下步骤完成试验设置：

图 5-7 试验设置窗口的测量设置页

- 在如图 5-7 所示测量设置页中，测量类型选”FRF-实验模态”，节点数设为 27，测量模式选为“激励点移动”，参考自由度设为 11，选中全部自由度复选框，测量方向选 Z。
- 在如图 5-8 所示后处理页中，加窗类型选矩形窗，平均模式选线性，次数设为 4。
- 在如图 5-9 所示测量分组页中，点击生成测量按钮自动生成测量分组及顺序。每一测量组定义了要测量的参考自由度和移动自由度所对应的采集通道。点击按钮 « » 查看每一测量分组的测量位置及设置情况，自由度列提示测量位置，如 1Z 表示在节点 1 的 Z 方向。

图 5-8 试验设置窗口的后处理页

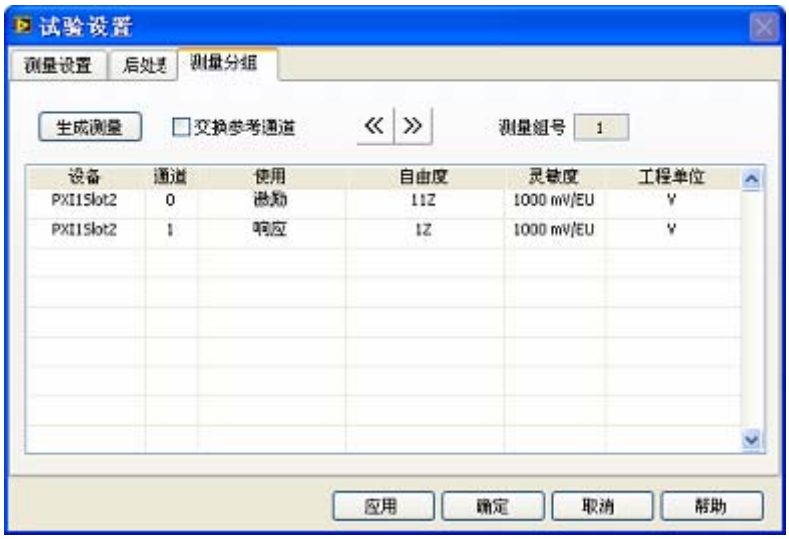


图 5-9 试验设置窗口的测量分组页

根据试验设置的测量分组提示，将加速度计输出接到 PXI-4472 的通道 0，力锤的电荷放大器接到 PXI-4472 的通道 1。

> 注：如果测量分组设定的通道工程单位和灵敏度与通道的使用类型不一致，请在采集卡设置中重新修改通道设置。

- 关闭试验设置窗口回到数据测量窗口，数据测量窗口右上的测量状态信息栏显示设置概要、当前激励与响应点，平均次数等，如图 5-10 所示。

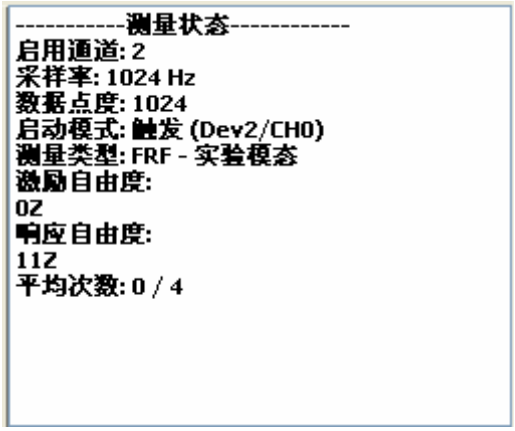
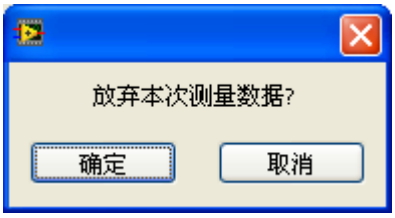


图 5-10 数据测量窗口信息栏

在测量窗口的工具条上点击测量组浏览按键 « » 选择当前测量组。点击开始测量按钮 开始当前测量组的数据采集。采集前端处于触发等待状态。用力锤在结构激励点上给予冲击，并触发数据采集。估计的 FRF 曲线显示在测量窗口，当前平均次数显示在测量状态信息栏。继续用力锤冲击结构，直到设定的平均次数。

在测量平均过程中，ModalVIEW 默认启动力锤双击检测功能。力锤冲击结构发生双击时，测量状态灯会亮起，提示**力锤双击**。

并弹出对话框提示是否放弃本次测量数据。



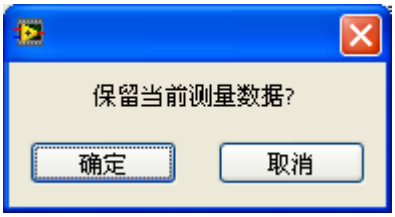
若选择**确定**，本次测量数据将不会平均到频率响应函数计算中。平均次数不会增加。若选择**取消**，本次测量数据将继续平均到频率响应函数计算中。平均次数增加。

频率响应函数平均次数到达后，采集自动停止。ModalVIEW 自动将结果加到右边的列表中，以“✪”提示为当前测量数据，如图 5-11 所示。

序号	类型	自由度	工程单位
✪ 0	FRF	1Z : 1Z	V/V

图 5-11 频率响应函数测量结果

并提示是否保留当前测量数据



若接受测量结果，选择确定。如果对测量结果不满意，选择取消，并点击开始测量按钮重新对当前测量组进行数据采集。

完成一组测量后，根据信息窗口的指示，点击测量组浏览按键选择下一个测量组重复以上操作，在其他节点上继续测量直到完成所有节点的测量。点击**文件|保存测量数据...**菜单，保存测量结果。在弹出的对话框中填入保存的文件名 freq response，点击确定按钮，关闭数据测量窗口回到主窗口。测量数据 freq response 则自动加到工程项目树中，在主窗口中按保存按钮保存工程文件。

5.3 估计模态参数

通过试验获得一组结构各个自由度之间的频率响应函数后，就可以通过在一个频率范围内拟合 FRF 曲线来获得模态参数（固有频率，阻尼和模态振型）。

在主窗口的快速开始栏中点击模态分析，数据浏览窗口和模态估计窗口将打开，并左右排列。点击数据浏览窗口文件|载入菜单，在弹出窗口中选择 freq response。数据浏览窗口将显示之前测量得到的频率响应函数，如图 5-12 所示。

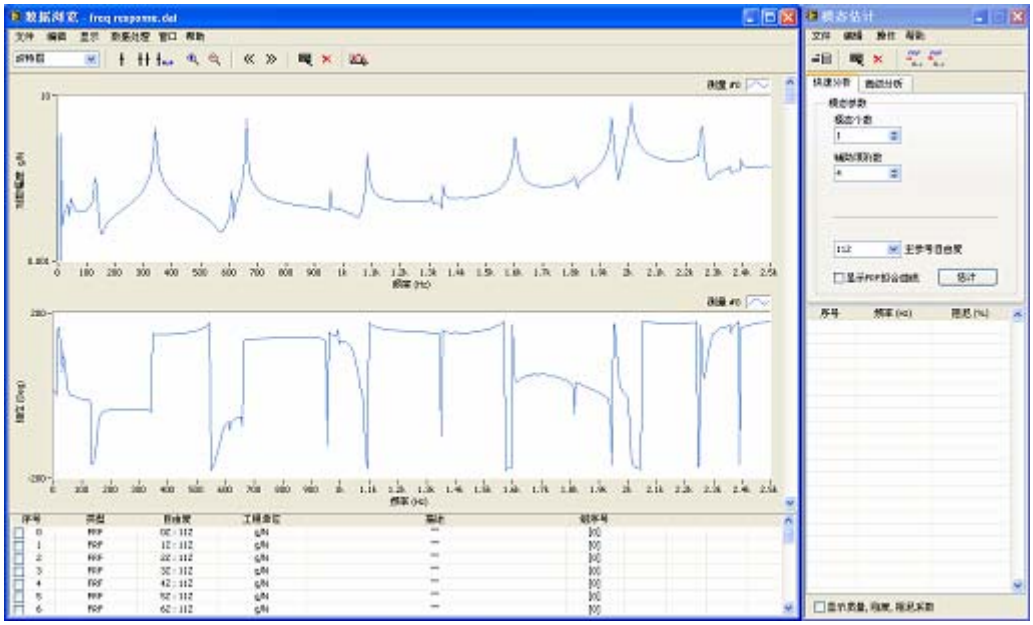
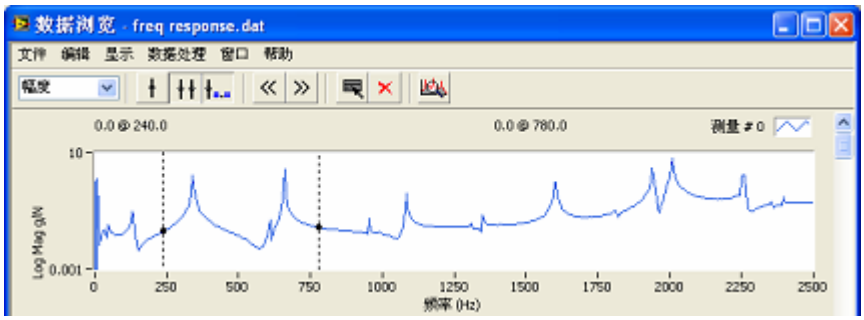


图 5-12 模态参数估计界面

执行以下步骤完成模态参数的估计：

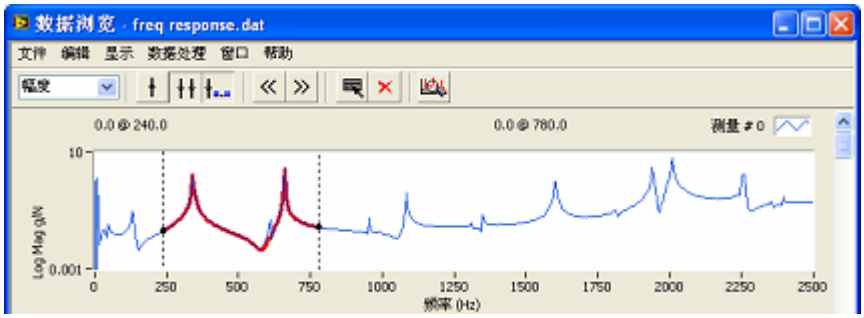
- 在数据浏览窗口中按下带标尺按钮，频响曲线图中将出现两个游标，左右拖拽游标确定模态分析的频率范围。如下图所示，将两个游标位置分别置于大约 240Hz 和 780Hz。



- 在模态估计窗口中选择快速分析页，设置模态个数为 2（两个游标间有连个峰值），辅助项阶数设为 4。
- 点击 估计 按钮进行模态参数估计。参数估计结果将显示在模态估计窗口下方的表格中。

序号	频率 (Hz)	阻尼 (%)
0	341.411	0.054
1	660.460	0.037

- 选中 □显示FRF拟合曲线 复选框，数据窗口中将以红色显示拟合的 FRF，如下图所示。如果拟合的 FRF 与测量的 FRF 重合匹配较好，则模态参数估计结果较好。



- 在模态估计窗口，点击工具条上的按钮，接受模态参数估计结果。将辨识出的模态添加到模态列表（项目的背景颜色由灰色变成白色）。如果模态参数估计结果不好，可调整频率范围或增加辅助项阶数重新估计。

当然完成所有感兴趣模态的估计，点击模态估计窗口文件|保存模态表菜单，保存模态参数估计结果。在弹出窗口中输入 mode 后，按确定按钮。关闭模态估计窗口回到主窗口。模态参数估计结果将加到工程项目树中。点击主窗口保存按钮保存工程文件。

5.4 显示模态振型动画

点击主窗口快速开始栏中的模态振型动画显示链接，结构浏览窗口和模态浏览窗口将打开，并左右排列。点击结构浏览窗口**文件|载入...**菜单命令，在弹出窗口中选择 plate 后按确定按钮。点击模态浏览窗口**文件|载入...**菜单命令，在弹出窗口中选择 mode 后按确定按钮。结构浏览窗口和模态浏览窗口将如图 5-13 所示。

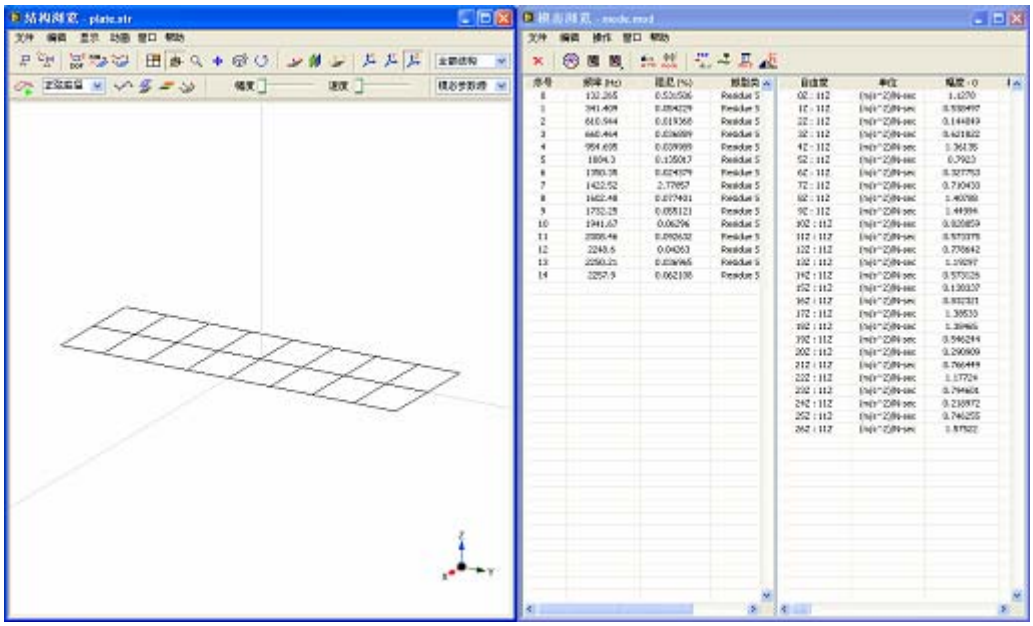
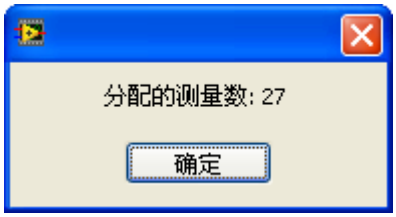


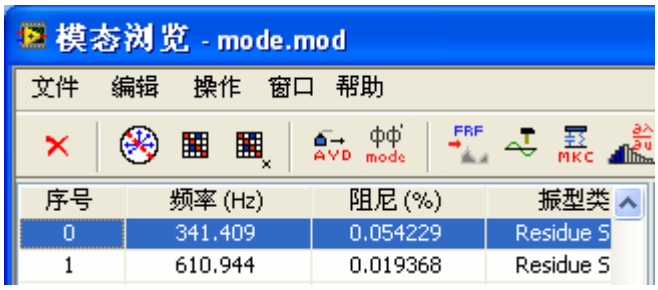
图 5-13 模态振型动画界面

在动画显示平板结构的模态振型之前，应当根据包含的自由度信息把模态振型关联到模型结构的节点上。

- 点击结构浏览窗口关联测量数据按钮，自动完成测量数据与结构模型节点的匹配。如下图对话框提示分配的测量数。



现在平板结构可以进行模态振型动画显示了。选择结构浏览窗口中的动画类型 正弦驻留 为正弦驻留。在模态浏览窗口中模态列表中选择一个模态，如图所示。



按下结构浏览窗口中的开始动画按钮开始动画显示。设置结构浏览窗口中幅度 9 和速度 5，调整动画显示的幅度大小和帧率。按下显示结构表面按钮和颜色渲染按钮，结构同时以变形和表面颜色改变来显示振型。按下显示未变型结构按钮，将重叠显示未变形结构和振型。图 5-14 显示频率为 341Hz 和 660Hz 时的振型动画截图。

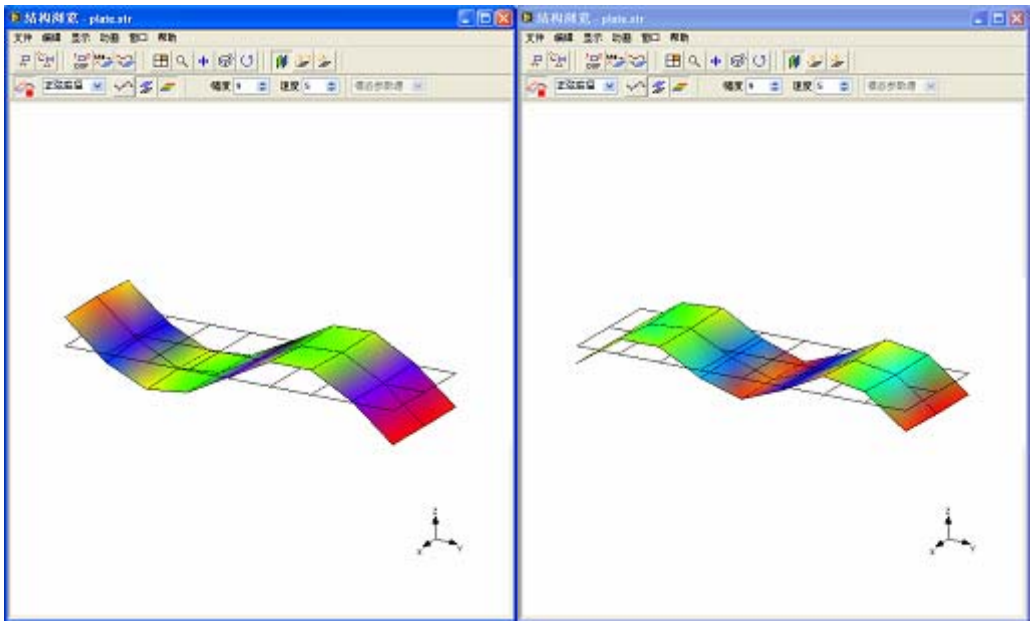


图 5-14 振型动画截图(左: 340Hz； 右: 660Hz)