

用 PCL 开发浮筏冲击动响应系统

吴龙周 邵冬云 张 菁 刘建湖 冷文浩

中国船舶科学研究中心

用 PCL 开发浮筏冲击动响应系统

吴龙周 邵冬云 张 菁 刘建湖 冷文浩

(中国船舶科学研究中心)

摘 要：利用 MSC.Patran 和 MSC.Nastran 进行浮筏系统的冲击动响应分析计算，专业人士已经有了成熟而专业的建模、加载、计算和分析的工作流程。但即便如此，对他们来说，这也是一项烦琐而复杂的过程，而且不能直接得到所希望的某些直观图形结果。利用 MSC.Patran 的二次开发语言 PCL，我们在 MSC.Patran 平台上开发了一套完整的浮筏冲击动响应分析系统，该系统简化了有限元建模、单元特性处理、边界/载荷条件加载以及结果后处理等过程，达到建模、特性、加载界面简洁明确，后处理快速专业，实现了使浮筏冲击动响应计算方法能为更多的非专业人员熟练操作的目的。

关键词：MSC.Patran 浮筏 冲击动响应 PCL 二次开发

1 引言

为使浮筏冲击动响应计算方法能为更多的非专业人员熟练操作，基于 MSC.Patran 平台，利用 PCL 语言开发一个用户界面友好、简明实用的分析系统，是本次项目开发的主要目的。系统前后处理使用 MSC.Patran，计算过程利用 MSC.Nastran。系统要求能简化有限元建模、加载和后处理过程，达到建模、加载界面简单明确，后处理快速专业。

2 系统模型

本系统用于求解浮筏系统在地基承受冲击加速度作用下设备的振动响应。图 1 是一个实际浮筏系统模型。主体是筏架模型，为框型结构，是设备的支撑构架。筏架内安装有设备。为了减少设备的振动响应，在设备和筏架之间安装减振器。为了减少整个结构的振动响应，在地基和筏架间也安装减振器。振源为地基承受随时间变化的冲击加速度。

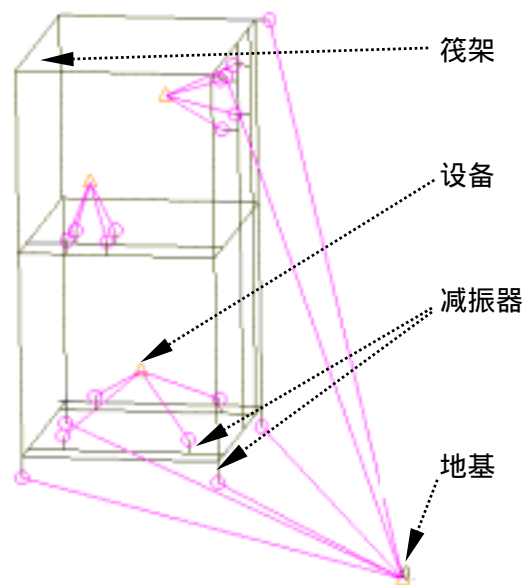


图 1 浮筏系统模型

3 有限元处理

上述模型的四个部件，在有限元计算中分别用不同的有限元单元：

- 筏架 梁单元
- 设备 集中质量元
- 减振器 三维非线性弹簧元
- 地基 大质量元

筏架相关的数据有，筏架空间坐标和尺寸、截面尺寸或面积/惯性矩/剪切刚度系数等；设备相关数据有，重心坐标、转动惯量等；减振器数据有，弹簧方向、力和位移的特性、阻尼等；地基数据有：地基质量等。另外击振力的定义，由地基质量 \times 加速度给出，加速度按时间函数或数据表格提供。

4 系统设计

整个系统依据 MSC.Patran 有限元计算的模式，划分为四个大的功能模块，即建模、材料和特性、约束和载荷、后处理。每个功能模块又细分为若干小的模块，如图 2 所示。

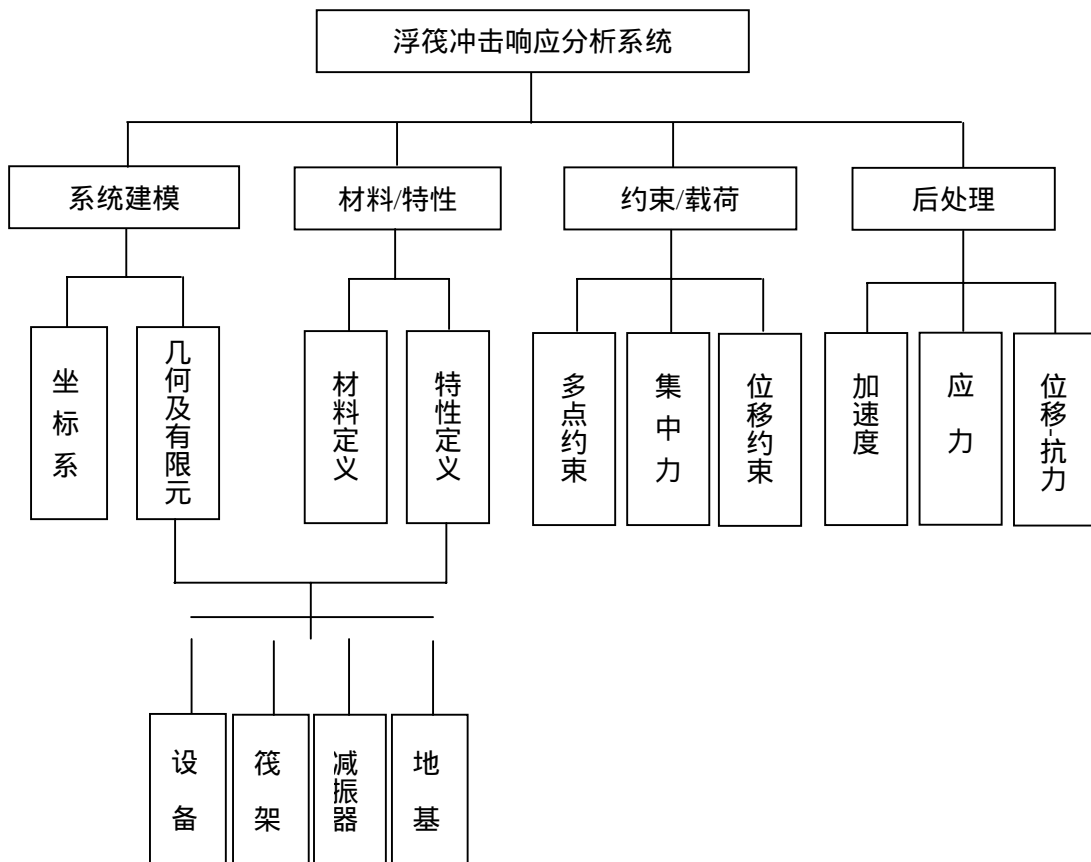


图 2 浮筏冲击响应系统层次图

4.1 建模模块

该模块利用简明友好的界面,使得非专业人员可以快速准确的建立有限元模型。即在总体坐标系下,分别有定义设备界面,定义筏架界面,定义减振器界面和定义地基界面。其中需要考虑的单元类型有:

- 质量单元(含转动惯量,模拟浮筏系统中的安装设备)
- 非线性弹簧单元(含阻尼,模拟隔振器的非线性刚度,利用抗力-变形曲线定义)
- 间隙弹簧单元(模拟限位器的刚度特性,有一定距离的自由行程,然后刚度突然增大),
- 可定义不同截面形状的梁单元(将筏架等效简化为梁结构)。

4.2 材料和特性模块

该功能模块实现材料的定义和上述各种单元特性的定义。

4.3 约束加载模块

该模块主要是将设备、减振器以及筏架梁单元几者之间的节点联系起来,在模型上加边界条件和载荷条件。

4.4 后处理模块

该模块主要是简化后处理的步骤,实现以下功能:

- 检查数据结果是否合理.....结果报告
- 设备、地基的加速度.....加速度时程曲线
- 减振器三个方向的抗力和变形量.....抗力-变形曲线
- 筏架的应力分布和最大/最小值.....应力云图。

5 系统实现

应用 PCL 语言,对以上功能进行了编程实现,以下是已实际运行的系统的一些主要界面的屏幕拷贝。

图 3.....有限元模型建立

图 4.....材料定义

图 5.....特性定义

图 6.....多点约束定义

图 7.....集中力载荷

图 8.....递交计算控制界面

图 9.....后处理主界面

图 10.....加速度曲线

图 11.....抗力-变形曲线

图 12.....应力云图



实例中筏架为框型结构，由框型的角点与角点之间的连线建立筏架。因此反复使用界面中“连线”功能。



输入的坐标可以用逗号分隔，也可以用空格分隔。也可以通过界面拾取。

图 3 筏架有限元的建立



材料特性包括弹性模量、泊松比、密度、结构阻尼系数。本例中材料特性主要赋给筏架。该界面简洁明了。

图 4 材料定义界面

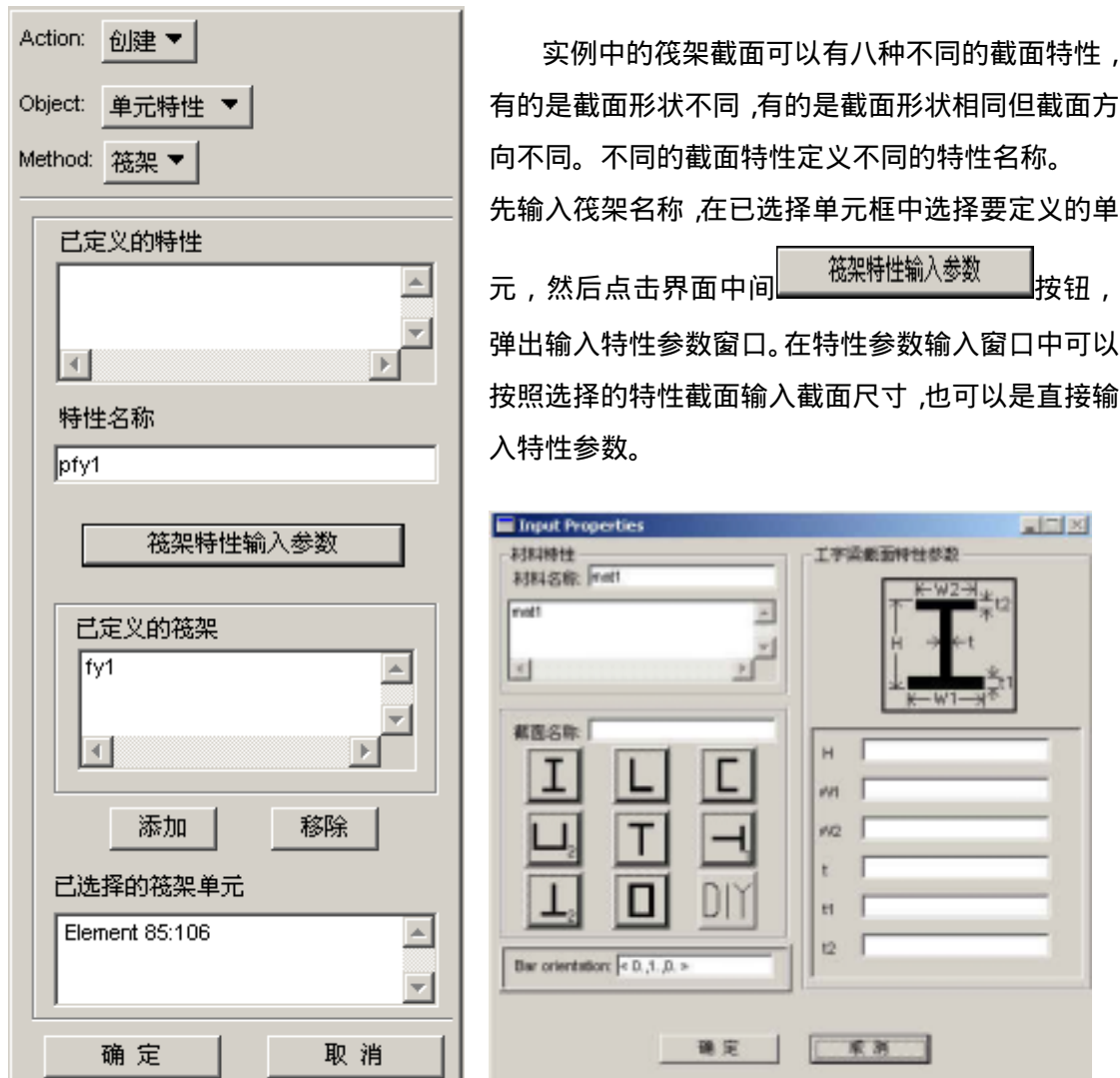


图 5 特性定义 - 筏架特性

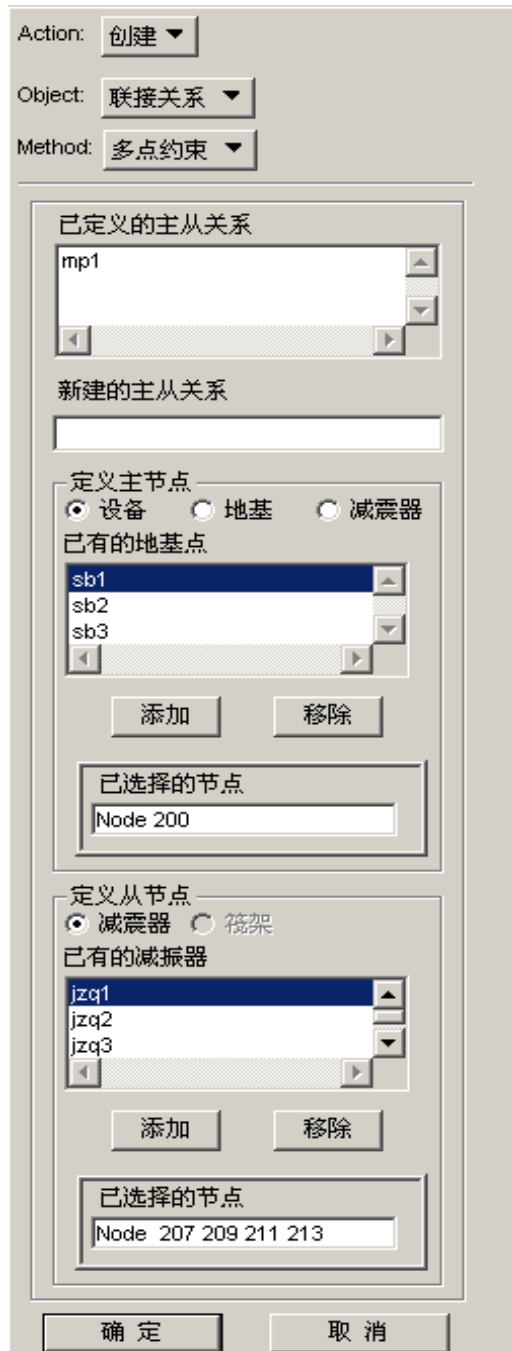


图 6 多点约束定义

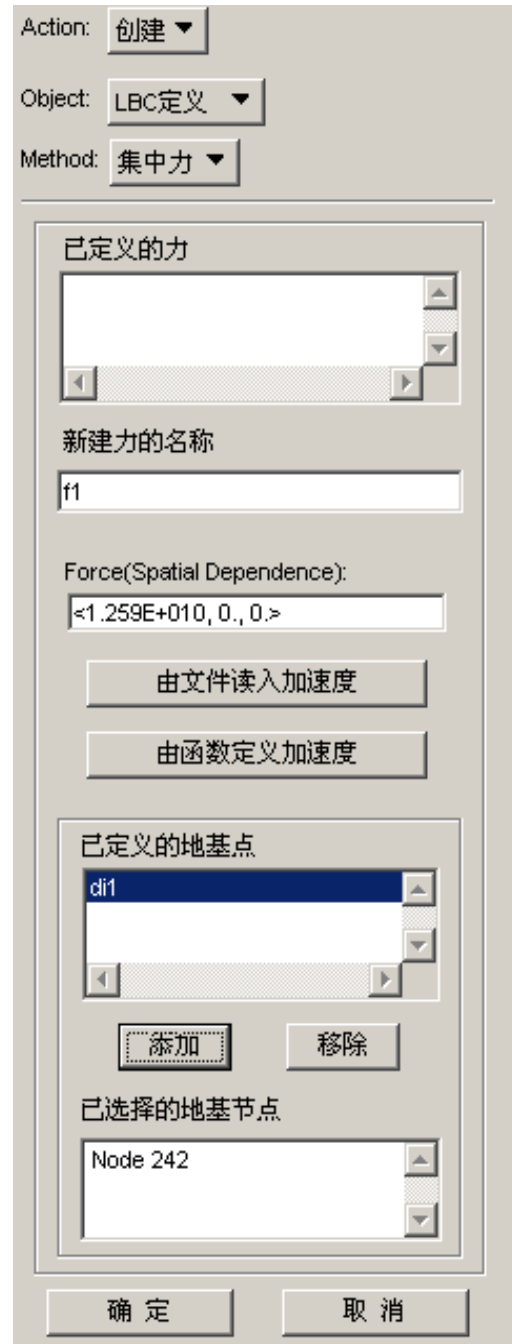


图 7 集中力加载

设备和减振器之间是利用主从节点关系连接起来的。其中设备的运动为主，减振器的运动为从。本例在建有限元模型时就把减振器和安装在其上的设备一一编号对应。只需要点击已有设备或减振器名称，再点击添加按钮就完成对设备或减振器的选取。最后点击确定完成一个主从关系的定义。

集中力定义可以通过从文件读入随时间变化的力的数据，也可以通过函数来定义。

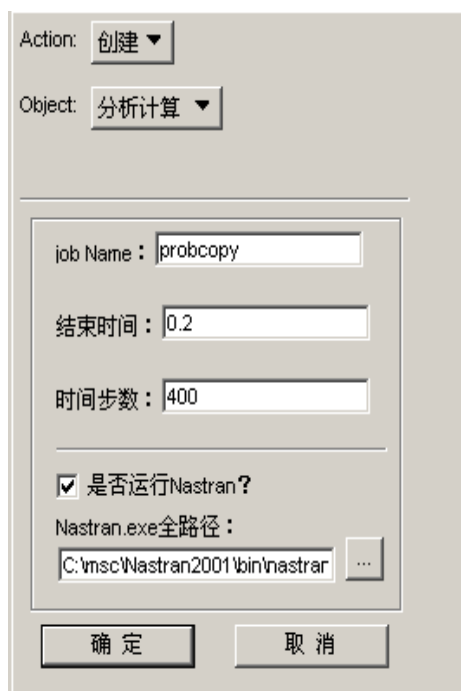


图 8 递交分析界面

当模型的有限元网格、模型材料特性以及模型单元特性都创建好之后，就可以递交到 MSC. Nastran 求解器中递交计算了。

计算完毕，就可以进入后处理模块。



图 9 后处理主界面

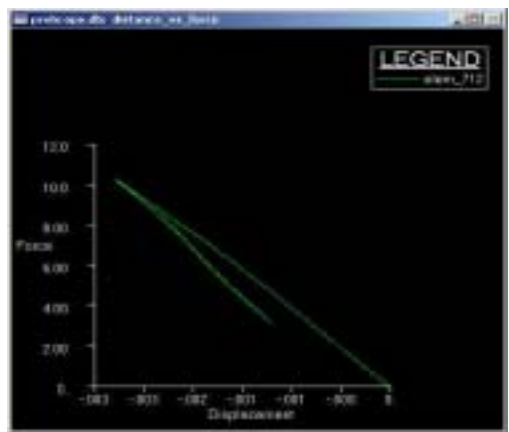


图 11 弹簧抗力-变形曲线



图 12 筏架应力云图

利用 PCL 语言开发的浮筏抗冲击响应分析软件系统具有专业化、客户化的特点,使得非有限元计算人员可以根据专业知识顺利完成浮筏冲击响应的自动建模和计算工作。本次开发涉及到了 PCL 语言对 MSC.Patran 建模、材料定义、特性定义、约束/载荷定义、提交分析控制、后处理等有限元处理步骤的全过程支持,是一次对 PCL 语言的全方位而又系统的成功应用,对其他相关项目的开发具有极为明显的借鉴作用。

- 9 -

联系地址：江苏无锡 116 信箱信息技术室 邮编：214082
联系电话：0510-5555301 , 5555318 传真：0510-5555193
电子邮件：lengwh@cssrc.com.cn , wlong702@sina.com