

工程与科学计算软件集成系统

SiPESC

结构有限元分析系统 **SiPESC.FEMS**

操作手册

SiPESC 开发小组

大连星派科技有限公司
大连理工大学 工业装备结构分析国家重点实验室
2019 年 10 月



目 录

1 概述.....	1
2 FEMS 安装说明（Windows 环境）.....	2
2.1 SiPESC 软件包管理器.....	2
2.2 SiPESC.FEMS 安装.....	2
2.3 许可证.....	3
3 FEMS 配置说明.....	5
3.1 应用配置.....	5
3.2 项目管理界面配置.....	6
4 创建模型文件.....	7
4.1 bdf.....	7
5 控制台.....	8
6 项目管理.....	9
7 附录一 Linux(Ubuntu) 环境安装与使用.....	13
7.1 安装.....	13
7.2 使用.....	13
8 附录二 关于 MKL.....	13
8.1 MKL 动态库获取.....	14
8.2 MKL 动态库安装.....	14
9 附录三.....	15



1 概述

SiPESC.FEMS (开放式结构有限元分析系统)是基于工程数据库与插件技术设计开发的开放式结构有限元分析系统，具有大规模有限元模型管理和分析求解能力；设计了节点排序、约束处理、局部坐标转换、单元刚度计算、载荷计算、求解器等各类模块的扩展接口，实现了功能动态扩展。

目前 SiPESC.FEMS 具有结构静力学分析，模态分析，瞬态分析和热传导分析的功能。此外在 SiPESC.FEMS 有限元分析功能基础上，还实现了拓扑优化子系统。

SiPESC.FEMS 支持的单元类型包括：(1)线单元：杆单元，梁单元；(2)面单元：三角形与四边形膜单元，板单元、壳单元；(3)体单元：四面体单元，五面体(棱柱)单元和六面体单元；(3)连接单元：多点约束方程与刚臂主从关系(MPC、RBE2、RBE3)、螺栓单元、焊接单元、铰接单元等。此外还支持：(1)各向同性材料，正交各向异性材料和各向异性材料(二维/三维)；(2)单点约束和指定位移约束；(3)集中荷载，分布荷载与重力荷载；等等。对 SiPESC.FEMS 所支持功能的详细介绍可以参考 SiPESC.FEMS 数据手册与测试手册。

SiPESC.FEMS 支持 ANSYS 的*.cdb 与 MSC.Nastran 的*.bdf 数据文件作为有限元模型。有限元建模可以分别采用 ANSYS 前处理模块或 MSC 前处理软件 MSC.Patran，其它可以生成*.bdf 文件的前处理或网格剖分软件也可以用于为 SiPESC.FEMS 进行有限元建模。SiPESC.FEMS 计算结果的输出文件格式是 SiPESC 的*.unv 格式文件，可以使用 SiPESC.POST 可视化软件进行处理。

本手册介绍了两种有限元结构分析方式：

- 控制台（win7 及以上环境）
 - 通过命令行输出参数执行
 - 打开方式：开始菜单→SiPESC 集成平台→命令行，按提示输入命令
 - 开始菜单→Windows 系统→命令提示符
 - **Windows PowerShell**
- 项目管理
 - 提供更符合工程师习惯的操作方式
 - 打开方式：打开平台后，文件→新建→其他→FEMS 项目，按向导创建项目

2 FEMS 安装说明（Windows 环境）

本节内容基于《SiPESC 软件包管理器使用说明》编写，请先参考此文档学习 SiPESC 平台安装基本操作。此说明下载位置：<http://www.sipesc.com/documents/安装手册>。

2.1 SiPESC 软件包管理器

SiPESC 软件包管理器提供了两个版本：在线版与光盘版。

使用在线版安装时，请到以下地址(<http://archive.sipesc.com/htpage/windows.html>)下载软件包管理器并安装，运行快捷方式“SiPESC Package Manager”打开软件包管理器。

使用光盘版安装时，直接运行光盘内 sptmanager.exe 打开软件包管理器。

2.2 SiPESC.FEMS 安装

使用独立安装包时，可略过本节内容。


1. 打开 SiPESC 软件包管理器；
2. （可选）点击配置按钮，打开配置界面，选择系统架构（默认 64 位）；



图 2.1 设置界面

修改软件仓库（光盘版忽略此步），如下图，添加 rc 与 dev 两个仓库。其中，**archive** 为稳定版，**rc** 为预览版，**dev** 为第三方插件。rc 仓库与 archive 仓库，二选一即可，**建议选择 archive**。点击 OK，关闭设置窗口。

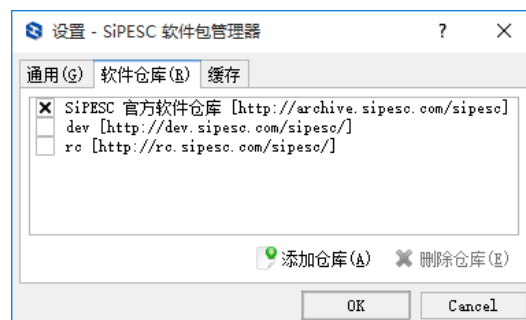



图 2.2 软件仓库设置



3. 点击更新按钮, 更新软件包信息;
4. 软件分类过滤窗口, 选择“定制->SiPESC.FEMS->插件”, 选择需要安装的插件包, 建议**全部安装**: (将鼠标焦点切换到右侧列表, 即鼠标左键点击任意一个插件包, 激活右侧窗口, 使用键盘 Ctrl+A 即可全部选择)
5. 选择“定制->SiPESC.IDE->实用工具”, 检索并安装 **mextmgr-launcher** 与 **mextmgr-appconfig** 两个软件包;
6. 选择“定制->SiPESC.IDE->插件”, 检索并安装 **org.sipesc.ui.workbench**、**org.sipesc.ui.problemview**、**org.sipesc.ui.meshvis** 软件包; (可能已通过依赖关系被安装)
7. 安装 Intel MKL 运行库, 选择“定制->SiPESC.FEMS->插件”, 确定 **org.sipesc.fems.mkldll** 已安装。该插件位于 dev 仓库中, 若该分类下未找到此软件包, 请添加 dev 仓库。

2.3 许可证

本节为可选操作, 用户根据实际需要, 决定是否申请许可证。

一、申请许可证

关键字	功能
默认学习版	15 万自由度 静力/自振
SiPESC.FEMS-DEV	不限制自由度
SiPESC.FEMS-TRANSIENT	瞬态分析
SiPESC.FEMS-FREQUENCY	频响分析
SiPESC.FEMS-BUCKLING	屈曲分析
SiPESC.FEMS-LAMINATE	复合材料
SiPESC.FEMS-NONLINEAR	非线性

如果需要请按以下格式将电脑信息发送到 license@sipesc.com 索取 License。**注意, 单位和姓名需同时提供中文和英文 (没有可使用中文全拼) 名称。**

单	位: 公司/company
姓	名: 张三/zhangsan
网	卡地址: AABCCDDEEFF
模	块: SiPESC.FEMS-DEV
	SiPESC.FEMS-TRANSIENT
	SiPESC.FEMS-FREQUENCY

二、注册许可证

1. 开始菜单->所有程序->SiPESC Tools->SiPESC Workbench, 打开 SiPESC;
2. 选择工作空间, 任意目录即可;
3. 点击菜单“帮助->关于 SiPESC 平台”打开 SiPESC 平台基本信息窗口;
4. 点击“许可协议管理”按钮, 打开许可协议管理窗口;

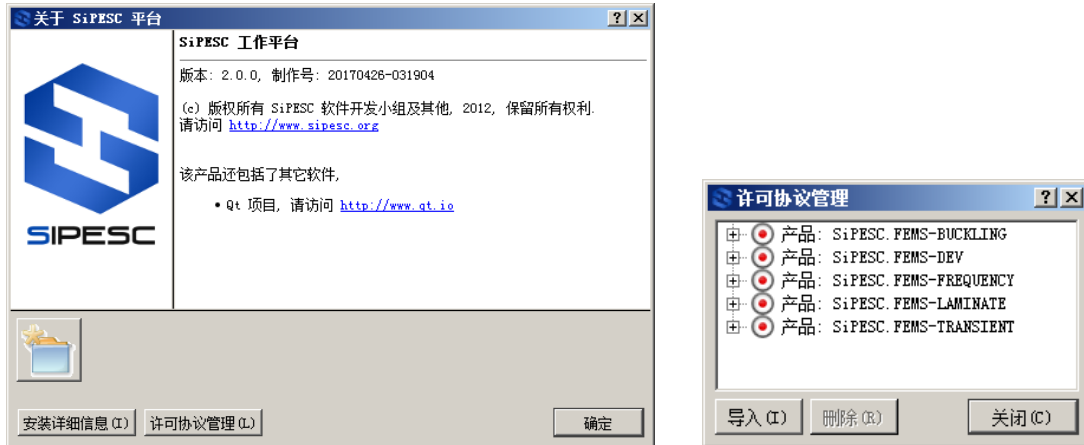


图 2.3 注册许可证

5. 点击导入, 选择 SiPESC 提供的许可证 *.siplicense 文件。

3 FEMS 配置说明

本节包含两部分：**应用配置**和**项目配置**。应用配置用于启动结构有限元非默认功能，例如屈曲分析、时程分析等。**控制台和项目管理两种操作方式，均需配置应用**。项目配置用于配置SiPESC.FEMS 界面环境，同时介绍了如何加载有限元项目管理插件。

3.1 应用配置

当前版本结构有限元分析功能以“应用”为计算入口，初次安装版本提供了**默认有限元应用“fems”**，该应用具有线性静力分析和自振分析功能。若用户想使用其他功能，需要通过“应用配置管理器”对有限元应用“fems”进行编辑。

在开始菜单，依次点击“SiPESC Tools → SiPESC App Config”打开应用配置管理器，如下图，第一个应用“SiPESC FEMS Solver 基于 SiPESC...”即是结构有限元应用。



图 3.1 应用配置管理器

下面以打开“屈曲分析”功能为例进行说明：

1. 应用配置列表中，点击 **SiPESC FEMS Solver**，点击“编辑”按钮，激活右侧窗口；
2. 右侧窗口，切换到**插件**标签；
3. 插件列表中勾选 **org.sipesc.fems.geostress**
4. 关闭应用配置管理器。

注意：“通用”标签内的内容不可轻易修改，尤其是文件名称和启动扩展！

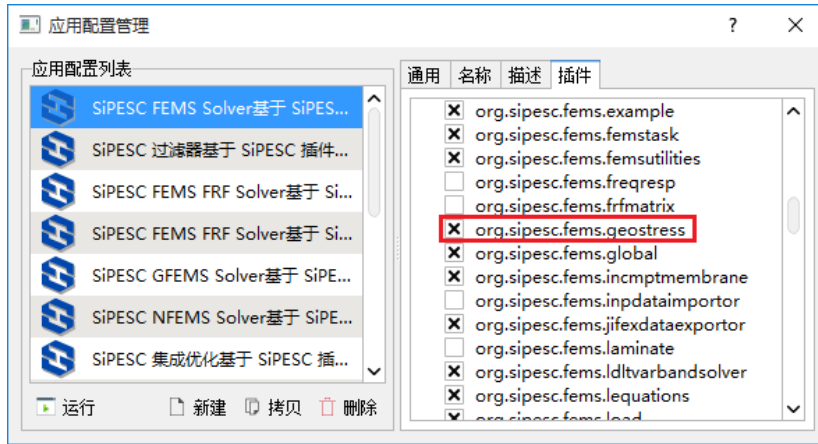


图 3.2 打开屈曲分析功能

下面将各个功能对应的插件进行说明，方便用户使用。以下部分功能需要 License，申请与注册请参考 2.3 节。

插件功能关系表

瞬态分析	org.sipesc.fems.damping org.sipesc.fems.transient
频响分析	org.sipesc.fems.damping org.sipesc.fems.freqresp
屈曲分析	org.sipesc.fems.geostress
复合材料	org.sipesc.fems.laminate

3.2 项目管理界面配置

1. 加载插件

启动 SiPESC 平台，点击菜单栏中的“窗口→配置”，打开配置对话框。依次点击“通用→启动与关闭”，打开启动与关闭配置选项卡，找到并勾选“org.sipesc.ui.fems.project”，点击确定，关闭配置窗口，重新启动 SiPESC 平台，插件自动加载。

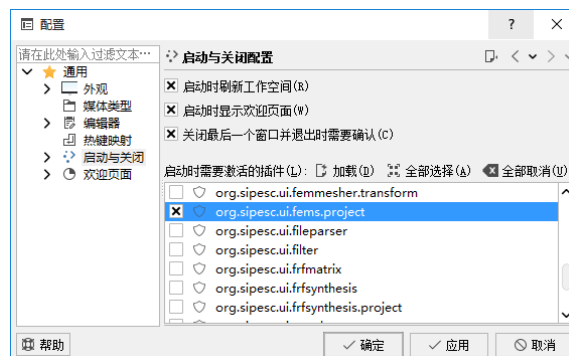


图 3.3 SiPESC 配置对话框

图 3.3 中，选择插件后，点击加载按钮，可以即刻加载插件。不过此种方式仅当前有效，重启 SiPESC 平台后插件不会自动加载。

2. 配置视图

SiPESC 默认“平台资源”视角可以满足有限元项目。同时提供了结构有限元分析项目专用视角“SiPESC.FEMS”。

点击 SiPESC 平台右上角的“打开视角”按钮，选择“其他”，打开视角对话框。选择“SiPESC.FEMS”，点击 OK，完成视角切换。

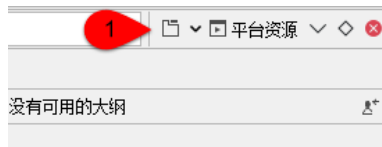


图 3.4 SiPESC 视角切换

4 创建模型文件

目前，SiPESC 仍使用第三方有限元模型文件，支持 bdf (Nastran) 和 cdb (Ansys) 格式模型文件，也支持简单 inp (Abaqus) 格式模型文件。

4.1 bdf

SiPESC 完美支持 MSC.Patran 生成的 bdf 模型文件。对于使用 HyperMesh 创建的有限元模型文件需要注意以下几点：

1. 首先将“User Profiles”切换为 Nastran，并选择 NastranMSC；
2. 然后下部 Panel 中选择 Analysis 的 control cards，选择“SOL”，若已经配置过 loadsteps，则 SOL 内已经设置分析类型，直接返回即可；
3. 建议“Load Collectors”中的载荷与约束使用 SPCADD 与 LOAD（或 LOADADD）管理载荷与约束；
4. 不支持金字塔五面体单元。

5 控制台

在模型文件所在文件夹空白处，点击鼠标右键，选择“在此处打开命令窗口”，打开命令行窗口。可以输入“`mextmgr-clauncher fems -h`”查看帮助信息。

```
USAGE:
  fems [OPTION] <parameters>
OPTIONS:
  -i   Input FileName
Optional Parameters:
  -j   Job Name
  -w   Working Directory
  -s   Linear Equation Solver (pardiso or LDLT)
  -p   Number of process
```

其中，`fems` 为 SiPESC 平台的应用名称，表示结构有限元，具备静力和自振分析功能。另外，SiPESC 还提供了 `gfems` 应用，具备所有线性有限元功能。

`-i` 是有限元模型文件选项（必选项）。

其余为可选项，`-j` 工程名选项；`-w` 工作目录选项；`-s` 选择线性方程组求解器类型（默认为 MKL 的 `pardiso` 求解器）；`-p` 设置求解线程数（默认单线程，建议不超过 6 线程）。

例如：`mextmgr-clauncher fems -j rk -w c:/workspace -i jet_static.bdf`，此命令中的工程名为 `rk`、工作目录为 `c:/workspace`、有限元模型文件为 `jet_static.bdf`。

下图是分析过程输出的进度信息等。分析完毕后，将在工程目录下生成与模型问题同名，扩展名为 `unv` 的结果文件，可以使用可视化 `SiPESC.View` 查看分析结果。（关于可视化 `SiPESC.View` 的使用方法，请参考相关文档）

```
compl
Progressing ==> 100 %
Time Elapsed==>0 seconds
Time Elapsed==>0 seconds
Command:org.sipec.fems.femtask.MDisplacementsManager
Time Elapsed==>0 seconds
Command:org.sipec.fems.strain.MSolidElementStrainManager
Max value: 2
Progressing ==> 50 %
Progressing ==> 100 %
Time Elapsed==>0 seconds
Command:org.sipec.fems.stress.MSolidElementStressManager
Max value: 2
Progressing ==> 50 %
Progressing ==> 100 %
Time Elapsed==>0.016 seconds
Command:org.sipec.fems.stress.MSolidNodeStressManager
Max value: 2
Progressing ==> 50 %
Progressing ==> 100 %
Time Elapsed==>0 seconds
Command:org.sipec.fems.jfexport.MJifexUnvExporter
Time Elapsed==>0 seconds
*****Finite Element Analysis Complete!*****
```

图 4.1

6 项目管理

项目管理模式提供更符合工程师习惯的操作方式。下面以简化飞机模型静力分析为例进行说明。

Step 1 创建项目

1. 依次选择“文件→新建→其他→FEMS 项目”，打开项目新建向导窗口，如下图。输入项目名称（小写字母，首字母非数字），选择工作路径。模型文件可以在此处选择，也可在 step 2 中设置，默认此处不设置。

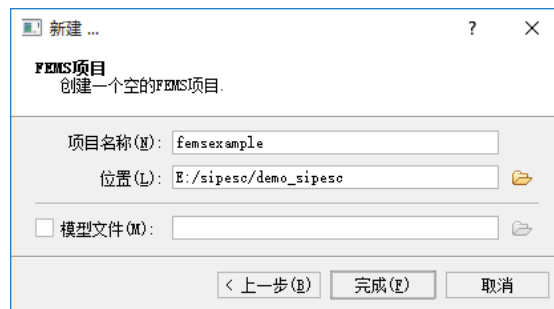


图 5.1 FEMS 项目创建向导

2. 点击完成，创建 FEMS 项目，主窗口如下图，包括：编辑器、项目浏览器、大纲、控制台、工具栏等。

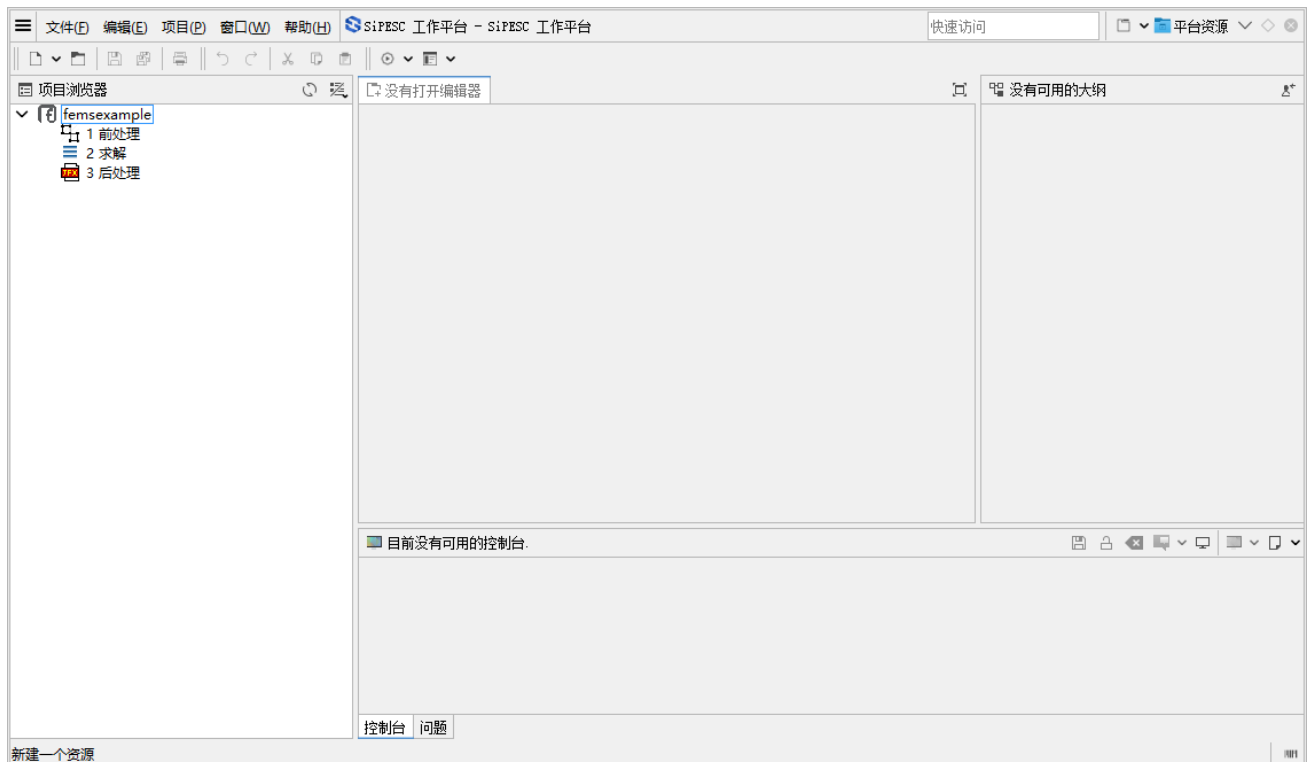


图 5.2 FEMS 主窗口

Step 2 导入有限元模型

目前，SiPESC 未提供有限元网格编辑功能！

1. 鼠标右键点击前处理，选择“导入模型”，打开文件选择窗口，选择 jet_static.bdf 文件，打开。

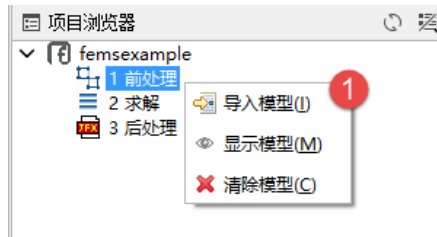


图 5.3 导入模型

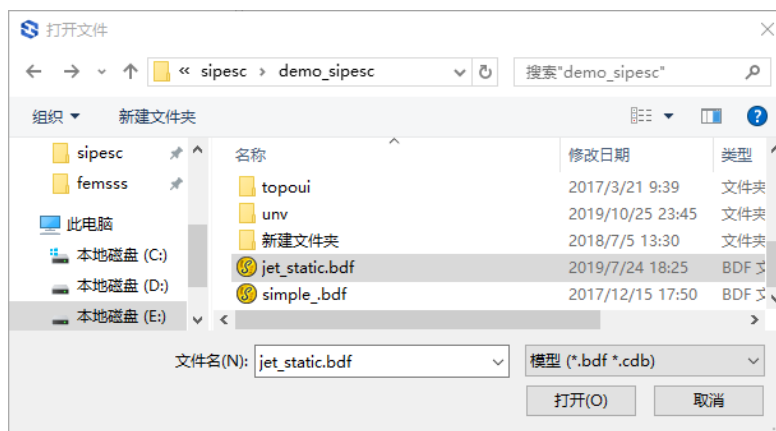


图 5.4 选择模型文件

2. SiPESC 自动导入有限元模型。如下图所示，编辑器窗口显示有限元模型；右侧大纲视图提供了编辑器配置功能，具体可参考 SiPESC 可视化手册；左侧项目窗口列出模型载荷、约束、工况等概要信息。

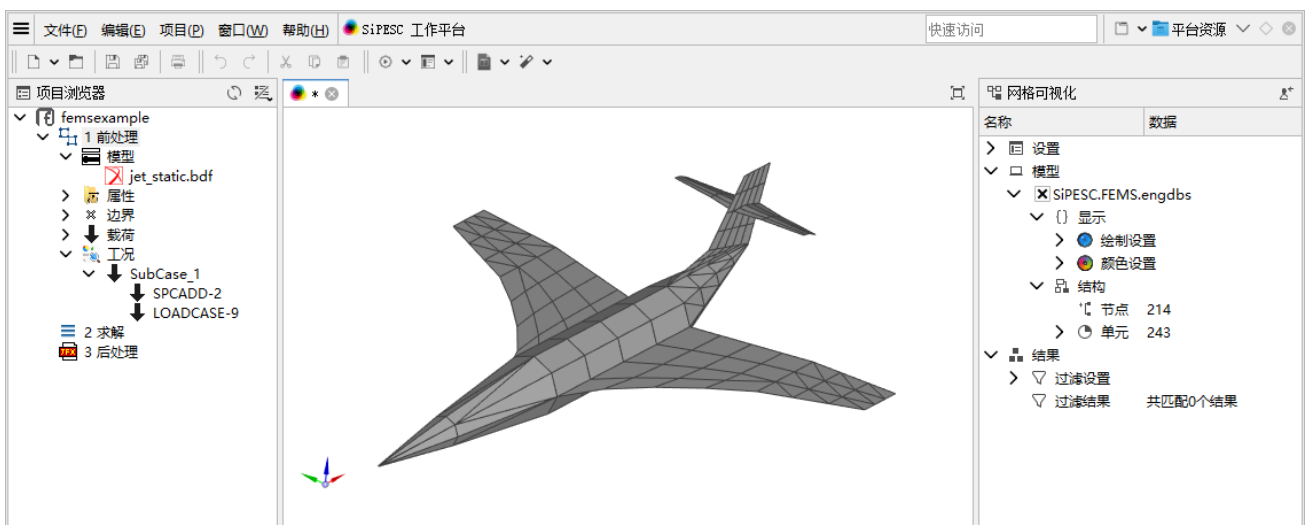


图 5.5 导入有限元模型

Step 3 提交计算

1. 鼠标右键点击“求解”，选择“配置”，打开求解器配置对话框，可选择线性方程组求解器，SiPESC 提供了 pardiso（内存版）或 LDLT（内外存交换版）两种求解器，默认使用 pardiso 求解器。

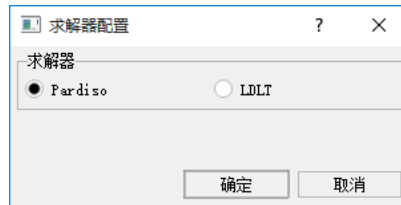


图 5.6 选择求解器

2. 鼠标右键点击“求解”，选择“求解”，SiPESC 将有限元模型提交后台计算，控制台会输出中间计算信息，如下图。

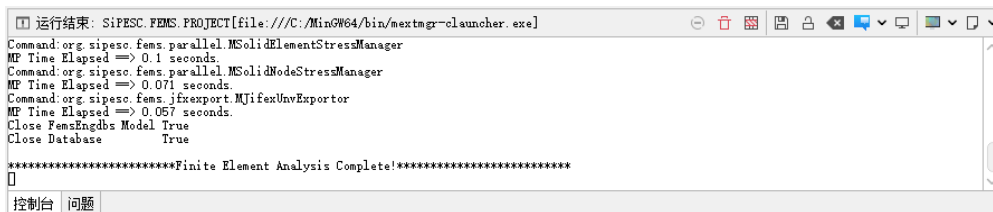



图 5.7 控制台信息输出

3. 鼠标右键点击“求解”，选择“Stop”，可终止计算。

Step 4 后处理

1. 鼠标右键点击“后处理”，选择“查看”，可自动打开计算结果文件(unv)。
2. SiPESC 将创建一个新的编辑器窗口显示结果模型。
3. 大纲视图的结果分类下，显示“静态位移”和“静态应力”分项，可对各个分项进行查看操作，具体操作方法请参考《可视化操作手册》。
4. 鼠标右键点击“静态位移”的“模量”，选择“使用该项数据着色”，此时，编辑器窗口将显示位移模量云图，如图 3.8 所示。
5. 点击工具栏按钮 ，选择保存图像，将位移云图保存为图片，支持设置图片大小、背景、标题、彩条等。
6. 鼠标右键点击“静态应力”的“MISES”，选择“使用该项数据着色”，编辑器窗口将显示模型的 MISES 应力云图。

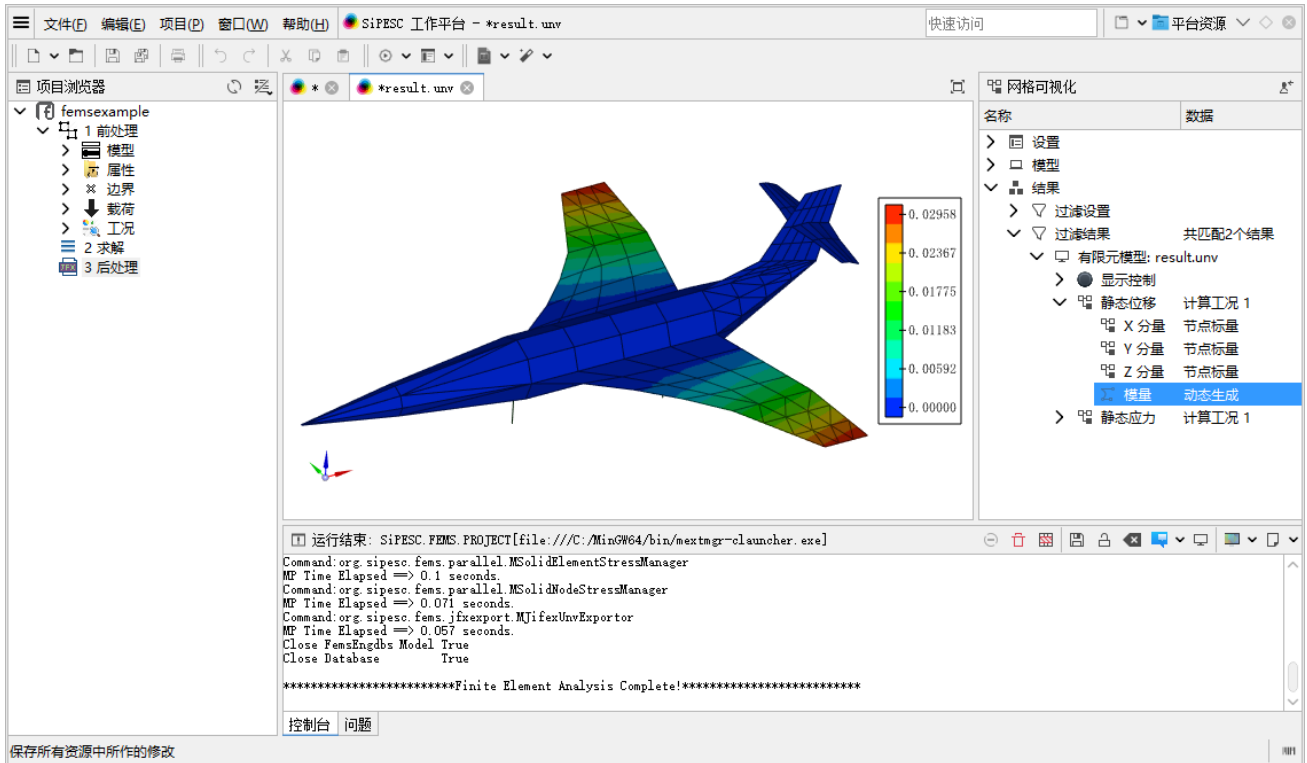


图 5.8 位移云图

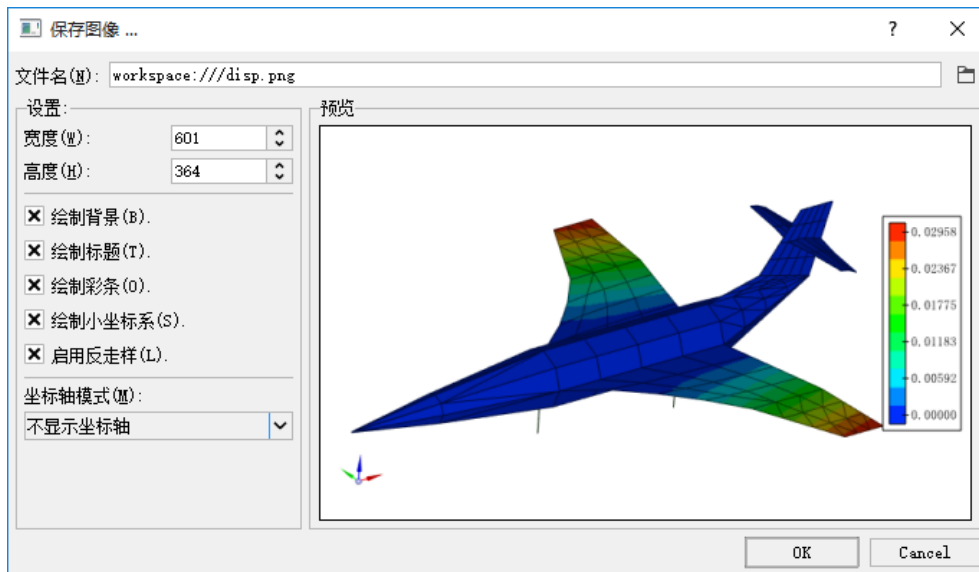


图 5.9 保存图像

Step 5 重新计算

若要重新计算，需情况模型后重新导入。

1. 鼠标右键点击“前处理”，选择“清除模型”，此时，前处理分项下的模型信息将被清空。
2. 鼠标右键点击“前处理”，选择“导入模型”，具体请参考 step 1。

7 附录一 Linux(Ubuntu) 环境安装与使用

7.1 安装

Linux 需要使用系统自带软件包管理器安装（aptitude、新立得等），安装的有限元软件包名称与 Windows 基本相同。以下是终端安装命令：

```
sudo apt install libmextmgr2 org.sipesc.algorithms.common org.sipesc.fems.bdfdataimportor
org.sipesc.fems.beamelement org.sipesc.fems.beamexportor org.sipesc.fems.beamimportor
org.sipesc.fems.cdbdataimportor org.sipesc.fems.connector org.sipesc.fems.controlmatrix
org.sipesc.fems.coupledequations org.sipesc.fems.damping org.sipesc.fems.data
org.sipesc.fems.dataimportprocess org.sipesc.fems.elastoconstis org.sipesc.fems.element
org.sipesc.fems.example org.sipesc.fems.femstask org.sipesc.fems.femsutilities
org.sipesc.fems.freqresp org.sipesc.fems.geostress org.sipesc.fems.global
org.sipesc.fems.jifexdataexportor org.sipesc.fems.laminate org.sipesc.fems.ldltvarbandsolver
org.sipesc.fems.lequations org.sipesc.fems.load org.sipesc.fems.mass org.sipesc.fems.matrix
org.sipesc.fems.rmpec org.sipesc.fems.scriptassist org.sipesc.fems.solver
org.sipesc.fems.sparsematrix org.sipesc.fems.specialelement org.sipesc.fems.strain
org.sipesc.fems.stress org.sipesc.fems.transient org.sipesc.matrix
```

7.2 使用

Linux 环境的使用方式与 Windows 大致相同。由于 SiPESC 启动文件并未安装到/usr/bin 目录下，因此需要使用**绝对路径**启动或者将 SiPESC 可执行文件所在目录**添加到环境变量**中。SiPESC 可执行文件在 Linux 系统中的目录为：`/usr/lib/x86_64-linux-gnu/sipesc/bin`。（32 位系统为 `/usr/lib/i686-linux-gnu/sipesc/bin`）

8 附录二 关于 MKL

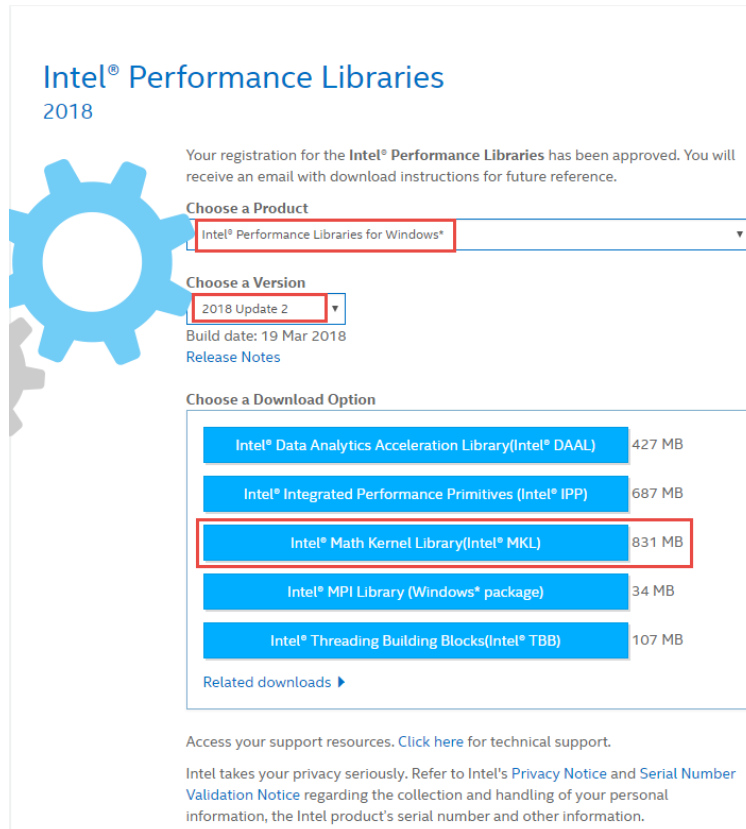
Intel 数学核心函数库（MKL）是一套高度优化、线程安全的数学例程、函数，面向高性能的工程、科学与财务应用。英特尔 MKL 的集群版本包括 ScaLAPACK 与分布式内存快速傅立叶转换，并提供了线性代数（BLAS、LAPACK 和 Sparse Solver）、快速傅立叶转换、矢量数学（Vector Math）与随机号码生成器支持。

目前，Intel 官方已经可免费下载与使用 MKL。SiPESC 软件包管理器也提供了相关安装，**本节内容不再使用，仅供感兴趣者学习。**

8.1 MKL 动态库获取

一、MKL 下载方法

1. 登陆官方网站: <https://software.intel.com/en-us/mkl>
2. 选择 **Chose and Download**, 选择系统版本, 进入下载页面, 输入邮箱等信息申请下载
3. 如下图所示, 选择库名称、系统版本、库版本
4. 点击库名称直接下载



二、MKL 动态库提取

MKL 安装之后, 可从 MKL 安装目录中提取动态库, 提取位置为:

Linux	安装目录/compliers_and_libraries_.../linux/mkl/lib 安装目录/compliers_and_libraries_.../linux/complier/lib
Windows	安装目录/ Composer XE../mkl/lib 安装目录/ Composer XE../complier/lib

8.2 MKL 动态库安装

1. 安装 MKL 动态库

SiPESC 软件包 `libsipescmkl` 仅对 MKL 求解器进行了封装, 并未提供 MKL 库, 需要用户自行从官网下载, 下载方式参考 8.1 节。

Windows 版安装

将动态库*.dll 复制到“SiPESC 安装目录/bin”内，动态库列表为：

- **32 位：** libiomp5md.dll、mkl_core.dll、mkl_intel_thread.dll、mkl_p4.dll、mkl_vml_avx2.dll、mkl_vml_p4.dll
- **64 位：** libiomp5md.dll、mkl_avx.dll、mkl_avx2.dll、mkl_core.dll、mkl_def.dll、mkl_intel_thread.dll、mkl_mc.dll、mkl_sequential.dll、mkl_vml_avx2.dll、mkl_vml_def.dll

由于 Windows 版 MKL 依赖微软 VC 组件包，部分用户可能需要单独下载与安装 **Microsoft Visual C++ 2010 可再发行组件包**。

32 位：<https://www.microsoft.com/zh-CN/download/details.aspx?id=5555>

64 位：<https://www.microsoft.com/zh-CN/download/details.aspx?id=14632>

缺少该组件时，SiPESC 加载插件 org.sipesc.fems.lequations 时，会提示缺少 msvcr100.dll 动态库。

Linux 安装

Linux 版 SiPESC 使用 MKL 静态库，因此不必再安装 MKL 动态库。如作为开发者，有安装需求，将动态库*.so 复制到“usr/bin”内即可，动态库名称列表与 Windows 相同。

9 附录三

感谢您使用 SiPESC.FEMS 操作手册，希望你已经学会了 SiPESC 结构有限元的操作方法。如果您在使用过程中遇到无法解决的问题，请于 SiPESC 平台研发团队联系。

电话/传真：0411-66897760/84706574

Email: info@sipesc.com

官网：www.sipesc.com

地址：辽宁大连市高新园区广贤路 131 号科创大厦 19 层，邮编：116085



微信订阅号