

工程与科学计算软件集成系统

SiPESC

结构拓扑优化系统 SiPESC.TOPO

操作手册

星派仿真

2023 年 07 月



目 录

1 准备.....	1
2 控制台操作.....	2
3 界面操作.....	3
4 四边固支板基频最大化拓扑优化设计.....	5
4.1 目的.....	5
4.2 相关插件.....	5
4.3 问题描述.....	6
4.4 操作步骤.....	6
5 二维静柔顺性算例.....	22
5.1 目的.....	22
5.2 相关插件.....	22
5.3 问题描述.....	22
5.4 操作步骤.....	23
6 二维动力基频算例.....	30
6.1 目的.....	30
6.2 相关插件.....	30
6.3 问题描述.....	30
6.4 操作步骤.....	31
7 二维静位移算例.....	38
7.1 目的.....	38
7.2 相关插件.....	38
7.3 问题描述.....	38
7.4 操作步骤.....	39
8 频响位移算例.....	46
8.1 目的.....	46
8.2 相关插件.....	46
8.3 问题描述.....	46
8.4 操作步骤.....	47
9 附录一 远程计算.....	54
9.1 SSH 主机管理配置	54
9.2 拓扑优化设置.....	54



10 附录二 SiPESC.TOPO 界面配置	57
11 附录三 线上安装.....	60
11.1 Windows 环境安装	60
11.2 Windows 环境使用	63
11.3 Linux(Ubuntu) 环境安装	63
11.4 Linux(Ubuntu) 环境使用	64

1 准备

本章内容基于《SiPESC 软件包管理器使用说明》编写，请先参考此说明文档学习 SiPESC 平台安装。文档下载位置：<http://www.sipesc.com/documents/>

SiPESC.TOPO 试用版仅支持准则法，支持静力和模态拓扑优化（其他优化算法需要申请 License, 许可模块名称为 SiPESC.OPT 和 SiPESC.TOPO）。License 申请与注册，请参考《SiPESC Windows 软件包管理器使用说明》。

注：①受限于准则法，试用版仅支持静力柔顺性拓扑优化，正则化请使用灵敏度过滤；②屈曲、频响、响应谱等拓扑优化功能，请单独联系 SiPESC.TOPO 开发者。

双击桌面快捷方式“SiPESC.TOPO”，首先选取工作路径，确定路径后启动软件，主界面如下图：

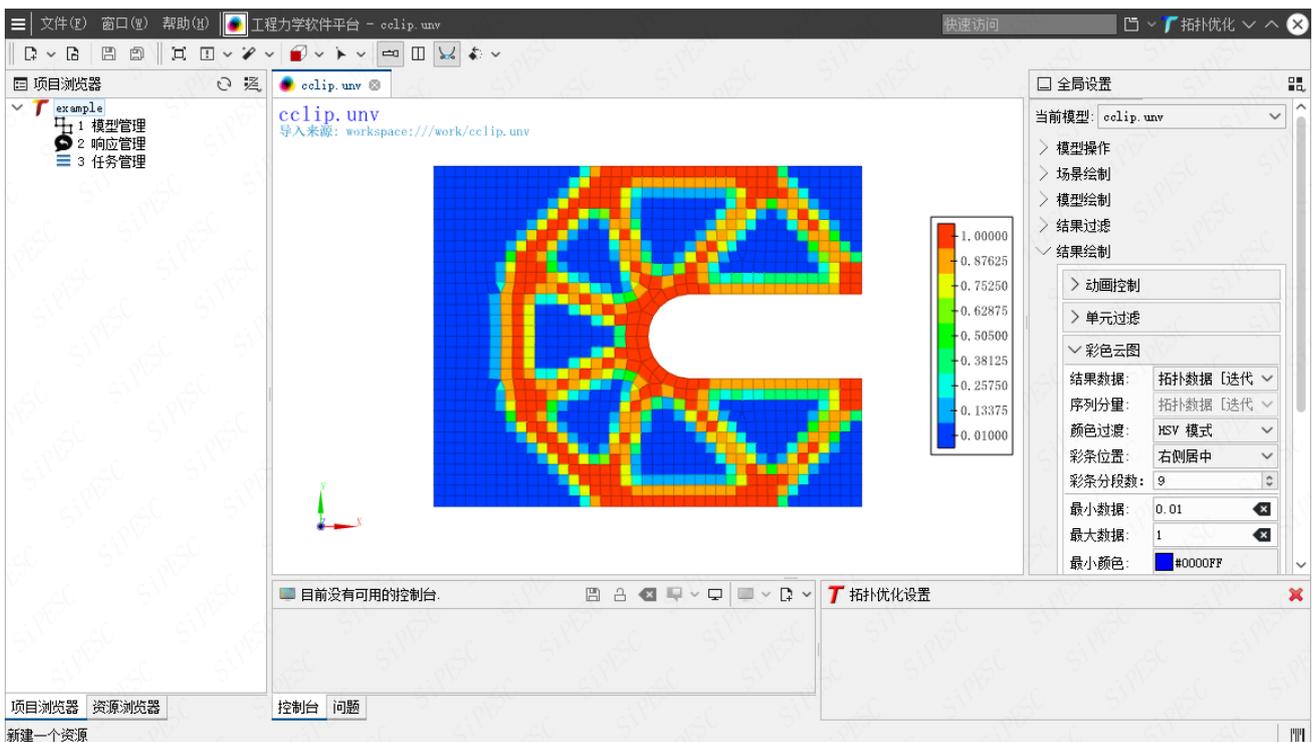


图 1.1 SiPESC.TOPO 主窗口



2 控制台操作

本章说明如何使用控制台进行拓扑优化。

1. 打开命令提示符窗口或 Windows PowerShell

“开始菜单→附件→命令提示符”；或者“开始菜单→SiPESC 集成平台→命令行”，通过 cd 等命令切换到模型所在路径；或者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。

2. 修改拓扑优化配置文件 *.xml

3. 执行拓扑优化

命令为：`mextmgr-clauncher -d topo -i mbb.bdf -t mbb.xml`

其中，bdf 为模型文件，xml 为配置文件。

4. 查看帮助

打开控制台，输入：`mextmgr-clauncher topo -h`

控制台将输出命令参数说明。

```
USAGE:
  topo [options] <parameters>
OPTIONS:
  -i  FEMS Model FileName
  -t  Topology Optimization Parameter FileName
Optional Parameters:
  -j  Job Name
  -w  Working Directory
  -p  Number of process
  -o  Result File Name
```

其中，必要参数有：-i 有限元模型文件选项，-t 拓扑优化参数文件选项；可选参数有：-j 工程名选项，-w 工作目录选项，-p 计算线程数，-o 指定结果文件名称。

OptiStruct 支持说明

对于已经包含优化参数定义的 fem 文件，可以不提供拓扑优化配置文件 *.xml，直接提交计算。（目前支持单工况静力柔顺性和模态拓扑优化）

命令为：`mextmgr-clauncher -d topo -i mbb.fem`

其中，fem 为 HyperMesh 导出的 OptiStruct 优化文件。

3 界面操作

本章对 SiPESC.TOPO 主要界面功能进行说明。

1. 项目管理

SiPESC.TOPO 的使用借鉴了项目管理流程，采用项目的方式进行拓扑优化分析。每一个拓扑优化问题作为一个项目，可以同时处理多个项目。每个项目可以执行多种优化。

2. 响应管理

SiPESC 拓扑优化项目管理为用户提供了**多任务拓扑优化管理**。在一个拓扑优化项目中，针对同一个结构模型，可以设置不同的响应类型、设计域、目标、约束，方便用户对比筛选最优的优化方案。

拓扑优化项目管理包含两部分响应：**模型相关响应**、**任务相关响应**。

响应管理（模型相关响应）：提供默认响应，同时支持添加、修改、删除响应。（在固定模型和固定分析类型情况下，需考察的响应的个数基本确定，因此提供此响应管理工具）

优化任务响应（任务相关响应）：对应于具体优化的响应，提供了修改、删除功能。此处未提供新建功能（为防止用户添加结构分析类型不支持的响应），可通过“链接”将响应管理内的响应链接到当前优化任务内。

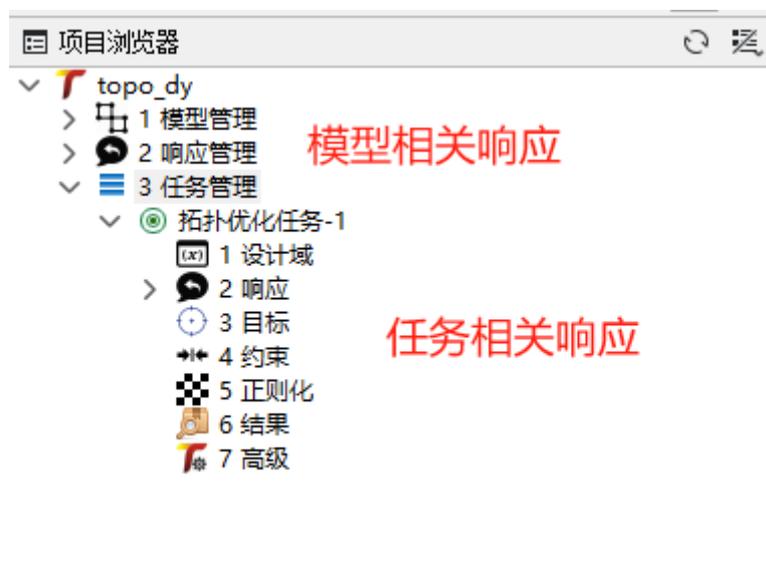


图 3.1 拓扑优化项目

3. 正则化设置

正则化部分为修改拓扑优化过滤算法和过滤半径等参数设置，其中，过滤算法类型设置部分如下图 3.2 所示：



图 3.2 过滤算法类型设置

其中，常用的三种过滤算法为：

密度过滤（DensityFilter）、非线性密度过滤（NIDensityFilter）和体积守恒非线性密度过滤（VolNIDensityFilter）。在拓扑优化计算中，可根据实际情况选择合适的过滤方法进行计算。

4. 高级设置

SiPESC.TOPO 为开发者与研究者提供了高级设置功能，可以深度设置拓扑插值、优化算法、过滤算法等参数。

本手册第 4 章以动力拓扑优化为例，对高级设置进行了说明。

5. 计算节点设置

SiPESC.TOPO 提供了本地计算和远程计算两种计算方式。可通过“任务管理”的“计算节点”，设置拓扑优化任务的计算位置。

远程计算需配合 SiPESC 提供的 SSH 工具使用。



4 四边固支板基频最大化拓扑优化设计

4.1 目的

结构动力优化问题是指以结构的动力特性（固有频率、振型等）或动力响应作为指标函数优化问题，目前研究最多的是以结构固有频率为指标函数的优化问题，此方法已经广泛应用于工程抗振结构、隔振结构、运载火箭、航天器等的设计中。

以频率为指标函数的优化是以结构重量为约束条件，对结构固有频率进行优化，以达到预期频率，避免结构发生共振，通常包括基频最大化设计、频带最大化设计以及高阶频率优化等。

4.2 相关插件

包含拓扑优化相关插件的 SiPESC 平台。

插件依赖：SiPESC.FEMS、SiPES.OPT、SiPESC.TOPO、SiPESC.View

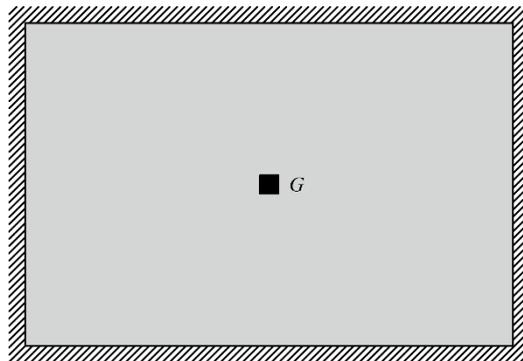
4.3 问题描述

表 1 四边固支板拓扑优化问题描述

分析类型	拓扑优化
目标	指定体积约束下的基频最大化
文件名	目录：“E:\sipesc\sipescwork” 优化模型文件：dynamic-panel-clamp.bdf（安装目录 \doc\topo.ui\example）

有限元模型：

如下图所示薄板结构，面内尺寸为 $0.15m \times 0.1m$ ，厚度为 $1.22mm$ ；材料的杨氏模量 $E=70.0GPa$ ，泊松比为 $\nu=0.3$ ，材料密度 $\rho_0 = 2700kg/m^3$ 。采用 4 节点平面应力单元对结构进行离散，初始网格划分为 100×50 。在薄板形心处的集中质量为可用材料总质量的 10%，即 $M_0=0.003kg$ 。



优化问题：

设计变量：单元相对密度

优化目标：结构一阶频率最大化

优化约束：剩余材料体分比 $f_v=60\%$

其他：采用体积守恒型非线性密度过滤，过滤半径 $2mm$

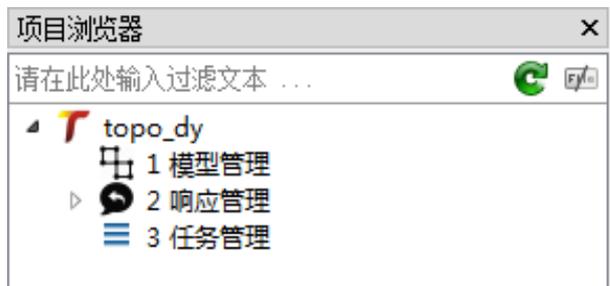
4.4 操作步骤

有限元模型文件：dynamic-panel-clamp.bdf

工作目录：“E:\sipesc\sipescwork”下，用户可以根据个人习惯修改文件路径。

4.4.1 新建项目

新建拓扑优化项目 topo_dy，点击菜单“文件→新建→拓扑优化项目”，弹出



示。在“项目名称”后面的文本框内输入工程名“topo_dy”（注意：**工程名必须以小写字母开头、不能含有大写字母、不支持中文**）。通常，“位置”选择平台工作目录。点击“完成”，“项目浏览器”将显示此拓扑优化项目，如图 4.2 所示。点击项目名称左侧的三角箭头，将展开项目的具体项。

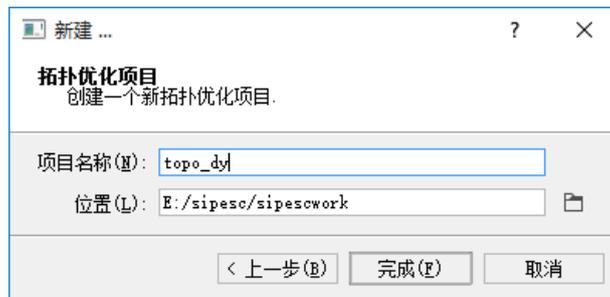


图 4.1 新建拓扑优化项目

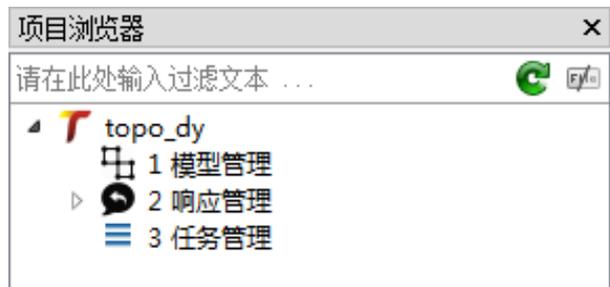


图 4.2 拓扑优化项目

4.4.2 模型管理

如图 4.3 所示，右键点击“模型管理”，弹出右键菜单点击“导入模型”，弹出选择文件对话框，选择“E:\sipesc\sipescwork”目录下的有限元模型文件“dynamic-panel-clamp.bdf”文件，SiPESC 平台将自动导入 bdf 模型和打开网格编辑器窗口，并显示有限元网格模型，如图 4.4 所示。同时，“项目浏览器”自动更新模型响应信息。



图 4.3 导入模型

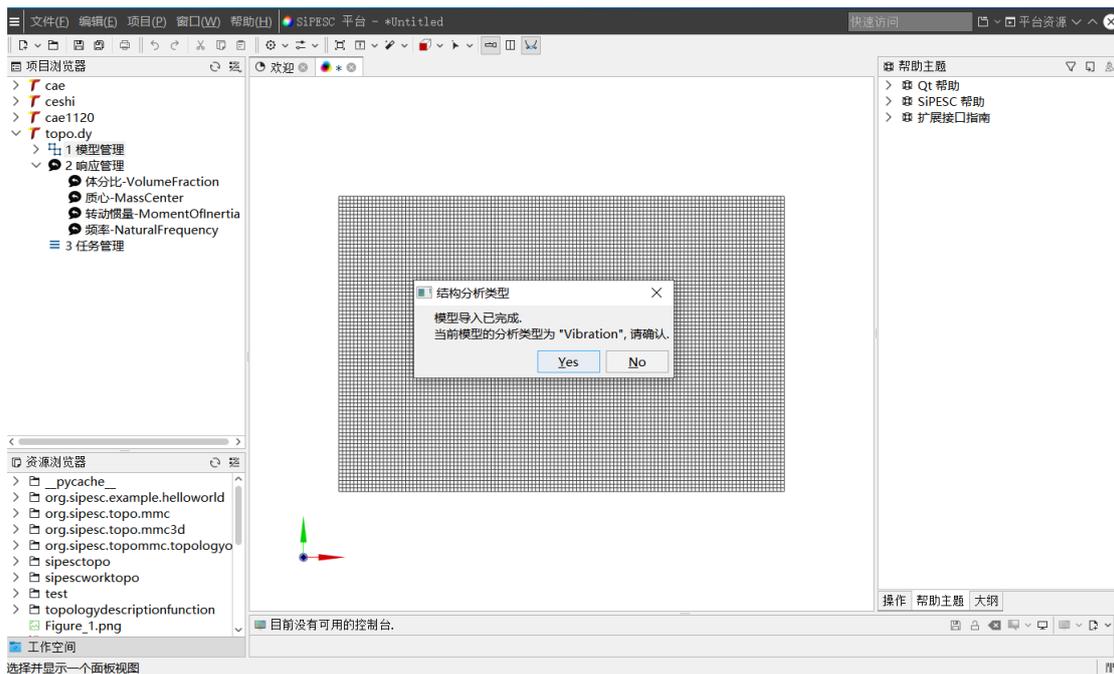


图 4.4 有限元模型解析

在网格编辑器中可以看到有限元模型，左键点击网格显示器区域，按下左键不松，移动鼠标，即可转动视角；将光标移动到网格显示器区域，滚动滚轮，即可实现视图的缩放；同时按下鼠标左键和 shift 键，移动鼠标，可以平移模型，查看有限元模型。

4.4.3 响应管理

模型导入完成后，自动弹出“**结构分析类型**”对话框，用于确认导入的有限元模型分析类型是否正确，如图 4.5 所示。

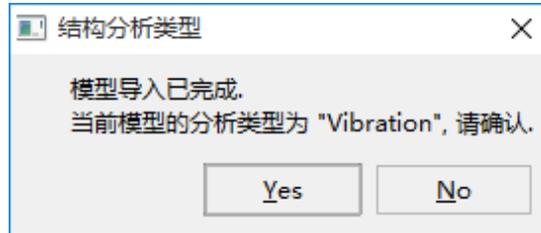


图 4.5 结构分析类型确认对话框

如果正确，点击“**Yes**”，“**响应管理**”自动添加该分析类型所支持的响应，如图 4.6 所示。对应与每个响应，提供了“**修改**”和“**删除**”两个功能，SiPESC 不建议用户在响应管理内删除无关响应。

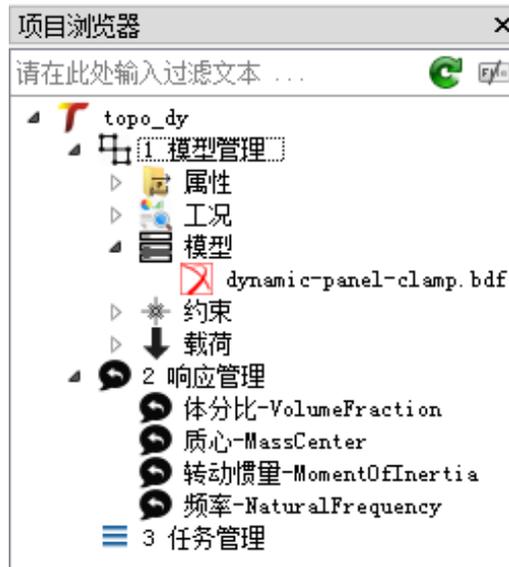


图 4.6 默认响应列表

响应的标签有两部分组成“**响应名-响应类型**”右键点击“**体分比-VolumeFraction**”，选择“**修改**”。“**拓扑优化设置**”视图将打开对应的响应修改界面，如图 4.7 所示，此时响应类型不可更改。“**整体**”表示整体模型的体积分数，“**属性**”表示某个属性对应的所有单元的总积分数。（积分数=剩余材料体积/原模型体积）

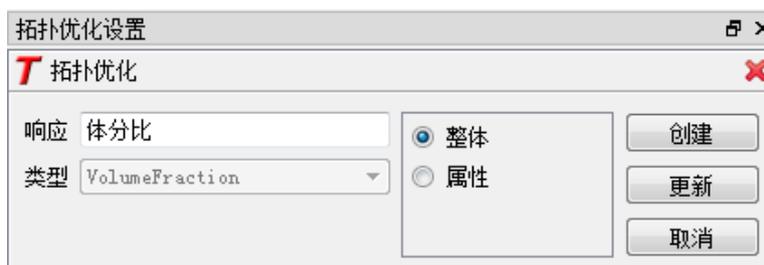


图 4.7 修改响应视图

右键点击“频率-NaturalFrequency”，选择“修改”。拓扑优化设置视图将打开频率响应编辑界面，如图 4.8 所示。频率响应包含三个参数：工况、模态阶数、以及输出间隔。其中，输出间隔指每隔 X 分析步，将当前步计算的各阶频率值输出，方便用户查看频率变化规律。

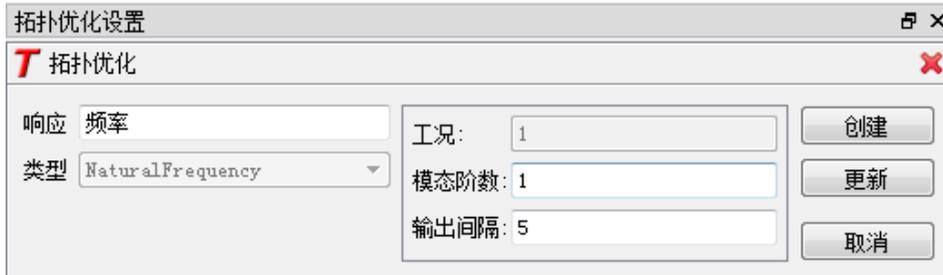


图 4.8 修改响应视图

4.4.4 任务管理

SiPESC 拓扑优化项目管理为用户提供了**多任务拓扑优化管理**。在一个拓扑优化项目中，针对同一个结构模型，可以设置不同的响应类型、设计域、目标、约束等，方便用户对比筛选最优的优化方案。

本文档仅提供了一个任务的创建、设置、运行等，以供用户参考。

如图 4.9 所示，“任务管理”提供了“新建任务”、“优化”、“停止”、“情况任务”四个功能。其中，此处的“优化”与“停止”均为全局管理功能。“优化”提供了一个类似批处理的功能，点击“优化”，SiPESC 后台将依次执行所有拓扑优化任务。



图 4.9 任务管理

1. 新建任务

右键点击“任务管理”，选择“新建任务”，此时“任务管理”模块下将自动增加一项“拓扑优化任务-1”，各个任务通过数字编号区分，每次新建，编号依次增加。

一个“拓扑优化任务”包含六项内容：“设计域”、“响应”、“目标”、“约束”、“结果”、“高级”。其中，前四项对应与优化模型。“结果”对应于拓扑优化结果，“高级”用于设置更详细的拓扑优化参数。

2. 选择设计域

右键点击“设计域”，选择“定义”，拓扑优化设置视图将打开设计域编辑界面，如图 4.10 所示。选择“P-1”（对应于模型管理内的属性名称），点击“更新”。暂不支持网格编辑器中选择。



图 4.10 更新设计域

3. 链接响应

此处有两种方式添加响应。

其一，依次添加所需响应。如图 4.11，右键点击“响应”，弹出右键菜单选择“链接→频率-NaturalFrequency”，将该响应添加到当前任务的响应列表中，如图 4.12 所示。

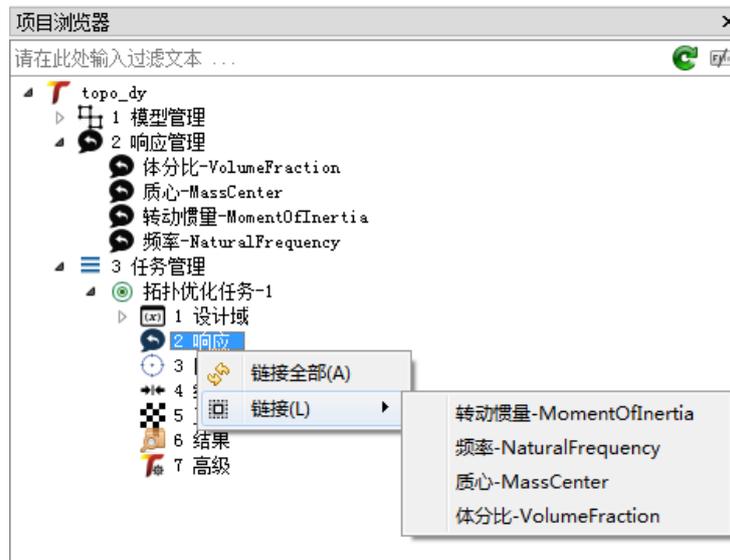


图 4.11 链接指定响应



图 4.12 拓扑优化任务响应列表

其二，右键点击“响应”，选择“链接全部”，此时该任务的响应列表将被清空，且“响应管理”中所有响应将自动添加到该任务的响应中，如图 4.13 所示。此处支持“修改”和“删除”，不支持“添加”功能。



图 4.13 链接全部响应

4. 设置目标

目标为基频最大化。右键点击“目标”，选择“定义”，拓扑优化设置视图将打开目标函数编辑界面，如图 4.14 所示。其中，响应“频率”对应于图 4.13 中的频率-NaturalFrequency。点击“更新”，完成设置目标函数。

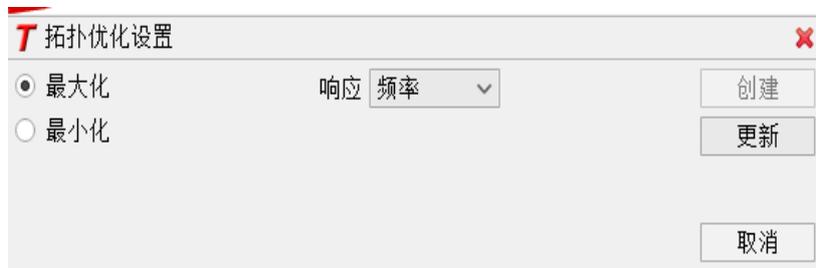


图 4.14 设置基频最大化目标

5. 设置约束

右键点击“约束”，选择“新建”，拓扑优化设置视图将打开约束函数编辑界面，如图 4.15 所示。约束 ID 中输入 1，响应选择“体分比”（对应于图 4.13 中的体分比-VolumeFraction），选择约束上限并填入约束值 0.6。点击“创建”，完成新建约束函数。

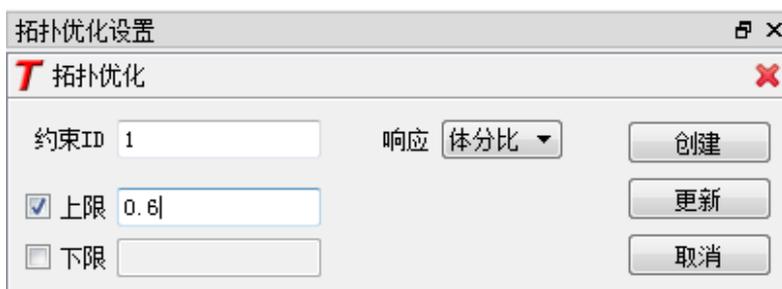


图 4.15 设置约束函数

6. 正则化

右键点击“正则化”，选择“修改”，拓扑优化设置视图将打开正则化修改界面，如图 4.16 所示，过滤半径修改为 1.5（此处 1.5 为单元平均尺寸的倍数）。点击“更新”，完成正则化参数的修改。

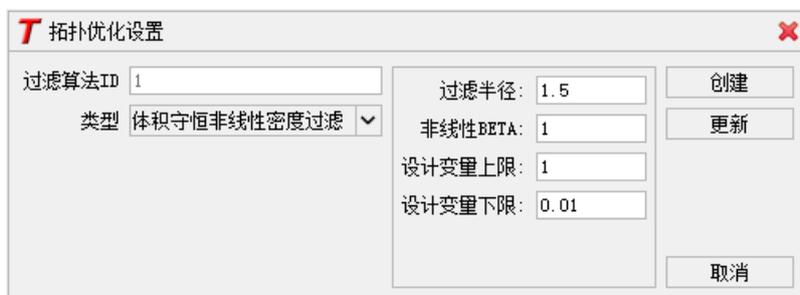


图 4.16 修改正则化参数

7. 高级

为解决复杂问题，SiPESC.TOPO 提供了更详细的算法参数设置，右键点击“高级”，选择“配置”，修改优化算法 MMA 等，详细见 4.4.5 高级设置。

8. 开始优化

右键点击“拓扑优化任务” 拓扑优化任务-1，选择“优化”，开始当前拓扑优化任务。此时，SiPESC 的网格显示窗口将实时更新拓扑结果。如图 4.17 所示。

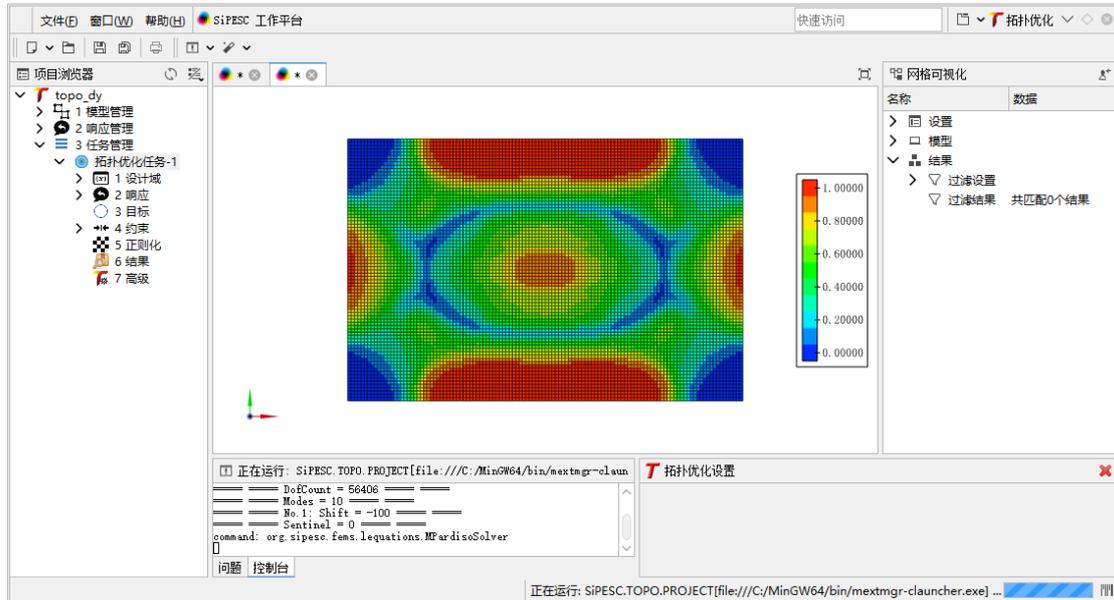


图 4.17 实时更新拓扑优化结果

9. 查看结果

为方便用户在计算完毕后重新查看拓扑优化结果，SiPESC 提供了结果查看功能，右键点击“结果”，选择“查看”即可查看当前任务的拓扑优化结果，用户也可在项目文件夹中“E:\sipesc\sipescwork\topo_dy”找到相关拓扑优化结果文件“*.unv”，直接使用平台打开查看或者使用其他工具处理。

打开拓扑优化结果后，SiPESC 界面右侧“全局设置”自动显示可以操作模型的选项，如下图。鼠标右键点击结果绘制，在“单元过滤”和“彩色云图”中选择合适的相同迭代步数，点击该选项下的“应用”，将显示该步的拓扑优化结果云图。



图 4.18 实时更新拓扑优化结果

下面详细说明拓扑优化后处理操作。

1. 过滤设置，快速定位某步拓扑优化结果

(1) 点击全局设置中的“结果绘制→单元过滤”选项：

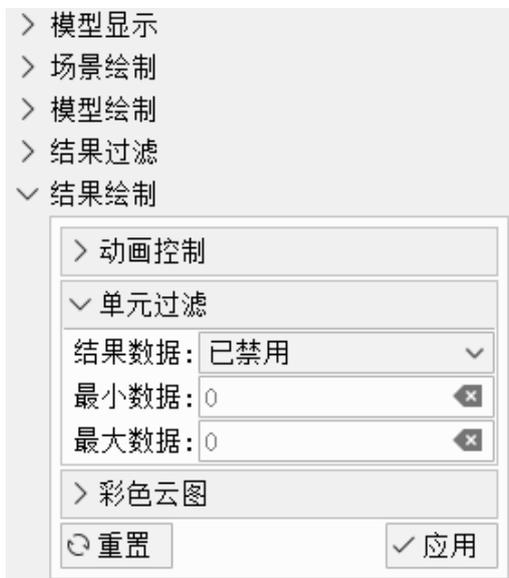


图 4.19 拓扑优化过滤设置

(2) 结果数据选项选择优化迭代步数；

(3) 最大、最小数据为密度等值面阈值控制（一般最小设置为 0.3-0.5，最大设置为 1）；

(4) 点击应用，即可得到模型在优化步数 70 下的拓扑优化材料分布。

2. 拓扑云图绘制

通过全局设置中的“结果绘制→彩色云图”选项，可以对模型的拓扑优化云图进行绘制。

- (1) 点击全局设置中的“结果绘制→彩色云图”选项；
- (2) 鼠标右键单击结果数据 优化步数 40 选项；
- (3) 点击应用，即可得到模型在优化步数 40 下的拓扑优化图，如图所示；

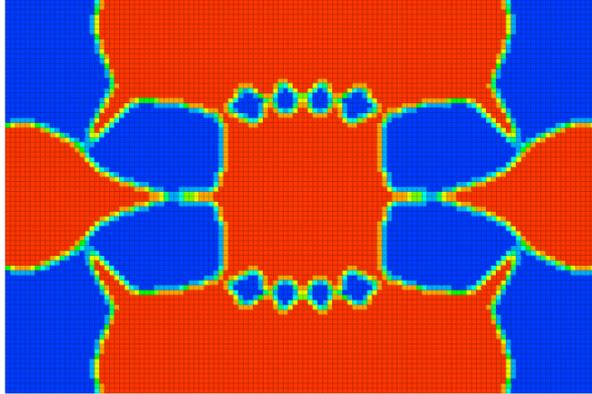


图 4.20 拓扑优化图

3 动画制作

注意：“全局设置→结果绘制”，单元过滤和彩色云图选择序列动画帧数据，才能进行拓扑优化模型的动画制作。

通过“全局设置-结果绘制-动画控制”选项，可以制作模型的拓扑优化动画。动画控制下方会显示动画播放工具条。此工具条具备：播放、暂停、上一步、下一步、录制功能。点击播放按钮，播放拓扑优化过程；点击录制按钮，可保存 GIF 动画。

4.4.5 高级设置

前四节对 SiPESC.TOPO 项目操作进行了简单介绍，此操作适用于初级用户。用户仅需设置响应并建立优化模型，即可完成一个拓扑优化项目。

实际项目往往存在很多不确定因素，导致拓扑优化结果不理想。通常需要用户调整更详细的算法参数才能完成。本节将对 SiPESC.TOPO 项目管理的“高级”设置进行详细介绍。

用户可以通过两种途径打开“高级”设置页面。

1. 右键点击“拓扑优化任务”，选择“高级”；
2. 右键点击“拓扑优化任务”内的“高级”选项，选择“配置”。

配置完毕后,需手动保存,否则配置信息将丢失。右键点击“拓扑优化任务”内的“高级”选项,选择“保存”完成当前拓扑优化任务的配置信息的保存。

拓扑优化高级设置页面如图 4.所示,该页面通过解析 SiPESC.TOPO 参数文件获得。而 SiPESC.TOPO 参数文件是一个 XML 格式的文本文件,如图 4. 所示。



图 4.21 拓扑优化高级设置

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!-- 示例: 单工况 两约束 -->
<SiPESC>
  <topologyOptimization>
    <!-- 结果文件 -->
    <postProcessing type="unv">
    </postProcessing>
    <!-- 设计域 -->
    <designDomain>
    </designDomain>
    <!-- 结构分析类型 -->
    <structureAnalysis type="VibrationProblem">
    </structureAnalysis>
    <!-- 拓扑插值模型组 -->
    <interpolationModelGroup>
    </interpolationModelGroup>
    <!-- 优化求解器 = 优化算法+优化模型 -->
    <optimizationSolver>
    </optimizationSolver>
    <!-- 优化算法 XML 中可以定义多个 -->
    <optimizationAlgorithm type="MMA">
    </optimizationAlgorithm>
    <!-- 优化模型 XML 中可以定义多个 -->
    <optimizationModel>
    </optimizationModel>
    <!-- 指标函数组 -->
    <indexFunctionGroup>
    </indexFunctionGroup>
  </topologyOptimization>
</SiPESC>
```

图 4.22 拓扑优化 XML 参数文件

下面将对部分参数进行介绍,其中,优化算法参数与过滤算法参数较重要。因为这两部分在前四节的界面设置中无法完成!

(1) 优化算法参数设置

双击“优化算法”打开参数设置,如图 4.23 所示。对于 MMA 算法,参数 maxmin 为优化目标类型:最大化/最小化;参数 convergenceFactor 为收敛因子,当相邻步目标差值小于此值时,优化结束;参数 maxIteration 为优化算法最大迭代次数,当迭代次数大于此值还未收敛时,优化强制结束,避免不收敛问题陷入死循环;outPutIteration 为记录间隔步数,即拓扑结果输出间隔,便于用户在计算过程中查看结果;designValueInitial 为设计变量初始值(重要参数),通常设为剩余材料体分比。

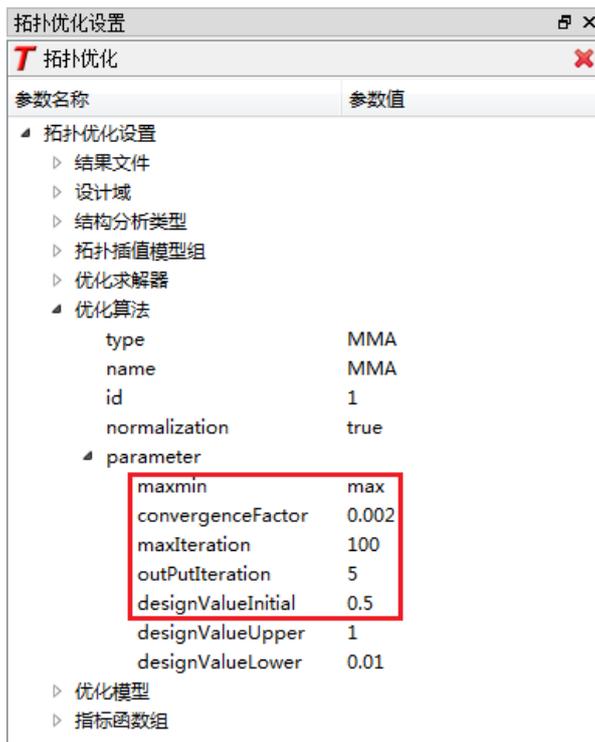


图 4.23 优化算法参数设置

(2) 过滤算法参数设置

过滤算法用于处理拓扑优化灰度单元、棋盘格式等问题。SiPESC.TOPO 默认使用“体积守恒非线性密度过滤”（建议用户使用此过滤算法）。

在使用时，需要根据实际模型调整过滤半径 **filterRadius**（设置某单元对周围单元的影响大小），建议 1.5-3 倍单元尺寸。



图 4.24 优化算法参数设置

(3) 指标函数组参数设置

双击“**指标函数组**”打开参数设置，可以看到若干组指标函数，type 为指标类型。

- VolumeFraction-体积分数；
- StaticCompliance-结构柔顺性；
- StaticDisplacement-结构某节点位移；
- NaturalFrequency-结构固有频率；
- HeatDissipation-结构散热弱度。

parameter 为指标函数的参数，对于体积分数约束，参数表示作用域，可通过设计域单元的属性 Id 设定（更多如位移指标需定义节点编号 `nodeId` 和位移方向 `direction`）；

如果用户需要其他系统支持的指标函数可自行添加，右击“**指标函数组**”弹出对话框，点击 `Add Parameter`，并在新增加的指标函数中通过双击参数来修改，如图 4.所示。



图 4.25 指标函数组参数设置

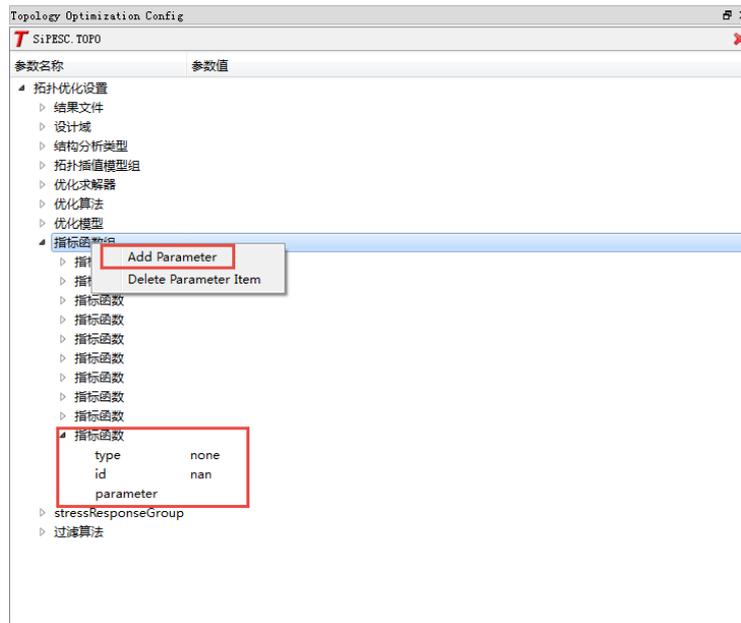


图 4.26 新增指标函数

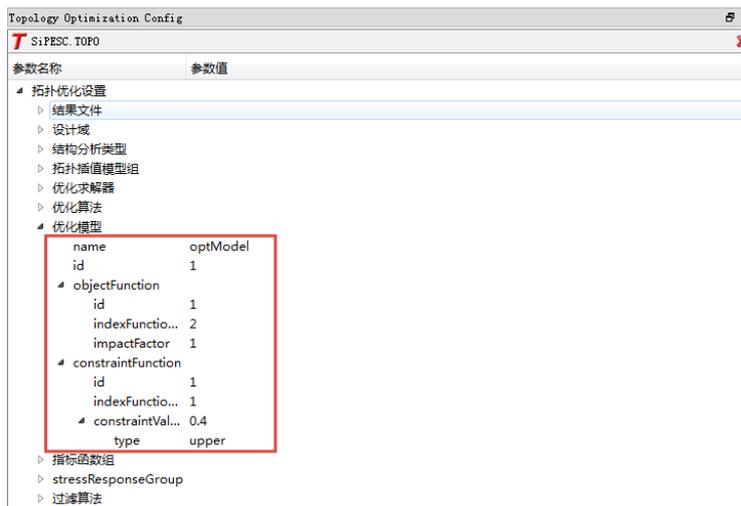


图 4.27 优化模型参数设置

(4) 优化模型。在拓扑优化设置窗口双击“**优化模型**”，打开优化模型参数设置，如图 4. 所示。

Id 值为 optimizationSolver 单元中 optimizationModelId 所对应的 Id，即 optimizationSolver 通过此 Id 确定优化模型。

objectFunction 为目标函数，indexFunctionId 为目标函数对应的指标函数 Id，impactFactor 为该目标函数的影响因子（多目标时使用，目前不支持）。

constraintFunction 为约束函数，对于多约束优化模型则需要建立多个约束，并通过 Id 区别，optimizationModel 通过 Id 识别约束并建立优化列式；indexFunctionId 为约束函数对应的指标函数 Id，constraintValue-约束函数的约束



值，此标签含属性，属性值为约束函数值的类型：**upper**-约束函数上限值，**lower**-约束函数下限值；若某指标函数即有上限又有下限，则需定义为两个约束函数。如图 4. 所示。



5 二维静柔顺性算例

5.1 目的

对于二维静柔顺性算例，我们通常是在给定的几何形状上寻找一种最佳材料分布，以使结构在受到外部加载时具有最小的变形或应力集中。具体来说，这种优化的目标可能是最小化结构的位移或应变能量，或者最大化结构的刚度，以提高其整体性能。这种优化设计方法在很多领域都有应用，比如在航空航天领域中设计轻量化的飞行器结构、汽车工业中设计轻量化的车身结构等。

5.2 相关插件

包含拓扑优化相关插件的 SiPESC 平台。

插件依赖：SiPESC.FEMS、SiPES.OPT、SiPESC.TOPO、SiPESC.View。

5.3 问题描述

分析类型	拓扑优化
目标	指定体积约束下的刚度最大化（最小柔顺性）
文件名	目录：“E:\workspace\SiPESC” 优化模型文件：2d-example1.bdf（安装目录\doc\topo.ui\example）

5.4 操作步骤

5.4.1 新建项目

点击菜单栏中“文件→新建→其他”，如图 4.2 所示，弹出以下对话框，选择“拓扑优化项目”，点击“下一步”，设置项目名称（工程名的命名不支持中文、不能含有大写字母，首位不能是数字）和项目工作路径，如图 4.2 所示，单击“完成”，新拓扑优化项目创建完毕。

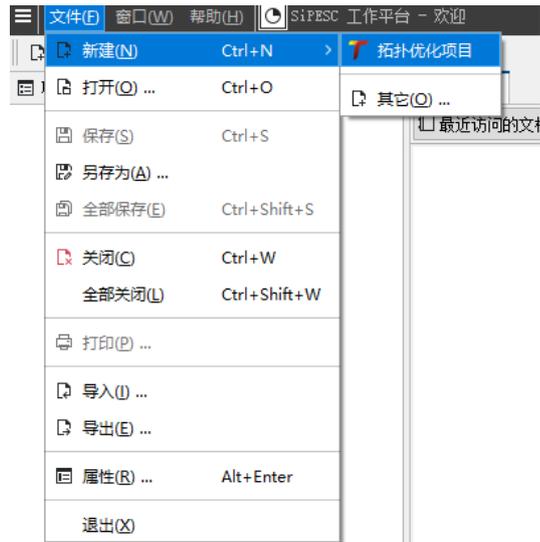


图 5.1 拓扑优化项目



图 5.2 项目名称及路径

5.4.2 模型管理

在项目管理器中打开新项目，如图 5.3 所示，右键点击“模型管理→导入模型”选项，选择工作目录下的“2d-example1.bdf”文件。点击“打开”，会出现下图所示确认信息，说明当前算例是“static”型算例，点击“Yes”。

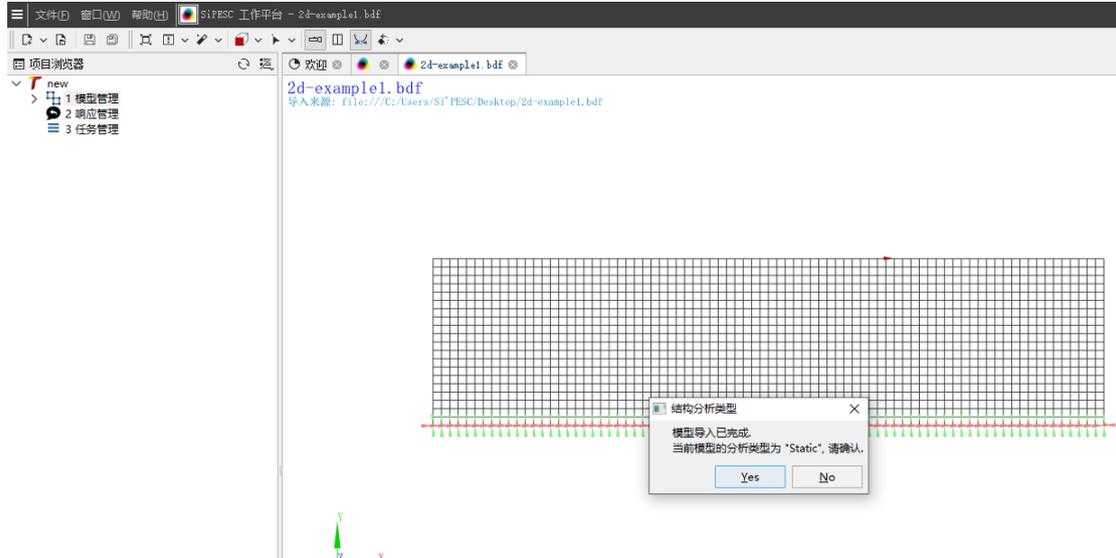


图 5.3 有限元模型解析

5.4.3 响应管理

打开响应管理，可以看到默认响应类型，支持用户添加新的响应。对应于每个已创建的响应，提供了“修改”和“删除”两个功能。

右键点击“VolumeFraction→修改”。拓扑优化设置视图将打开对应的响应修改界面。“Total”表示整体模型的体积分数，“By Property”表示某个属性对应的所有单元的总体积分数。（体积分数=剩余材料体积/原模型体积）

5.4.4 任务管理

SiPESC 拓扑优化项目为用户提供了多任务管理功能。在一个拓扑优化项目中，针对同一个结构模型，可以设置不同的响应类型、设计域、目标、约束等，方便用户对比较筛选最优的优化方案。该算例仅提供一个任务的创建、设置、运行等，以供用户参考。

1. 新建任务

右键点击“任务管理→新建优化任务”，此时“任务管理”下将自动增加一项“拓扑优化任务-1”，各个任务通过数字编号区分，每次新建，编号依次增加。

如图 4.95.4 所示，一个“拓扑优化任务”包含六项内容：“设计域”、“响应”、“目标”、“约束”、“结果”、“高级”。其中，前四项对应于

优化模型。“结果”对应于拓扑优化结果，“高级”用于设置更详细的拓扑优化参数。

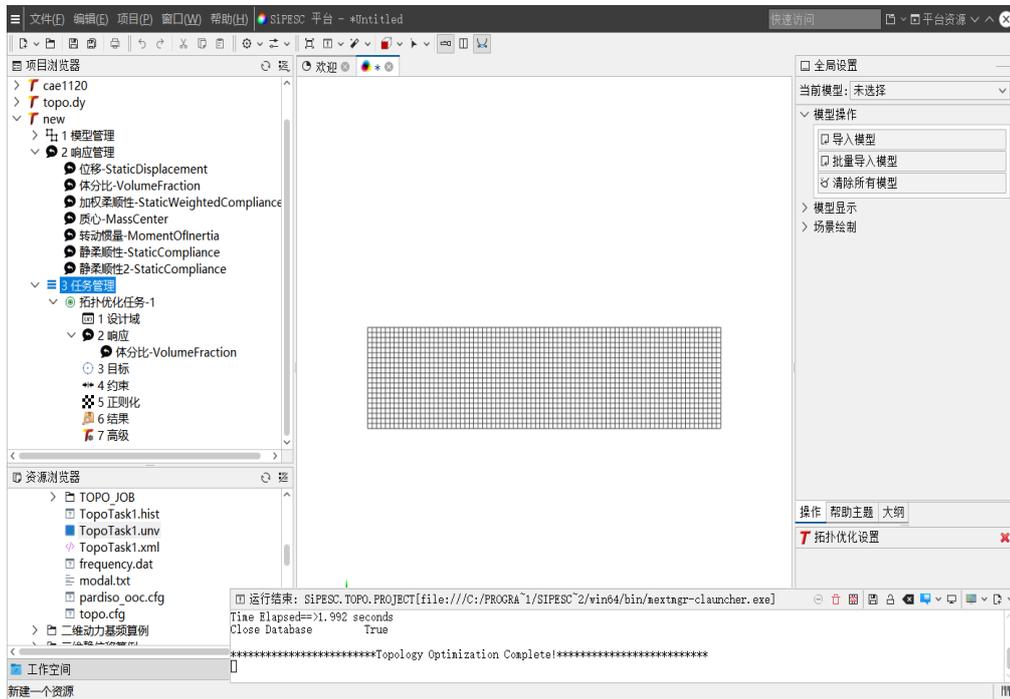


图 5.4 任务管理

2. 选择设计域

右键点击“设计域→定义”，选择“P-1”（对应于模型管理内的属性名称），点击“更新”，如图 4.10 所示。此处 P-1 代表全部具有 1 号属性的单元。

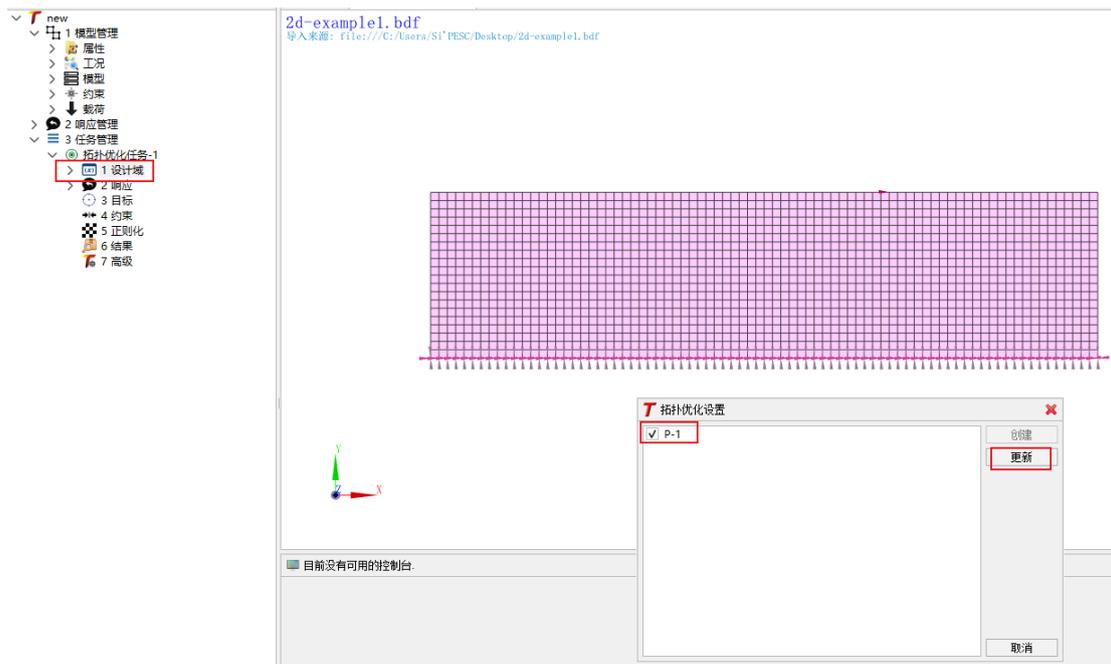


图 5.5 更新设计域

3. 链接响应

右键点击“响应→链接全部”或右键点击“响应→链接”选择所需的响应。

4. 设置目标

如图 5.6 所示，右键点击“目标→定义”，选择“最小化”，响应选择“静柔顺性”，单击“更新”。

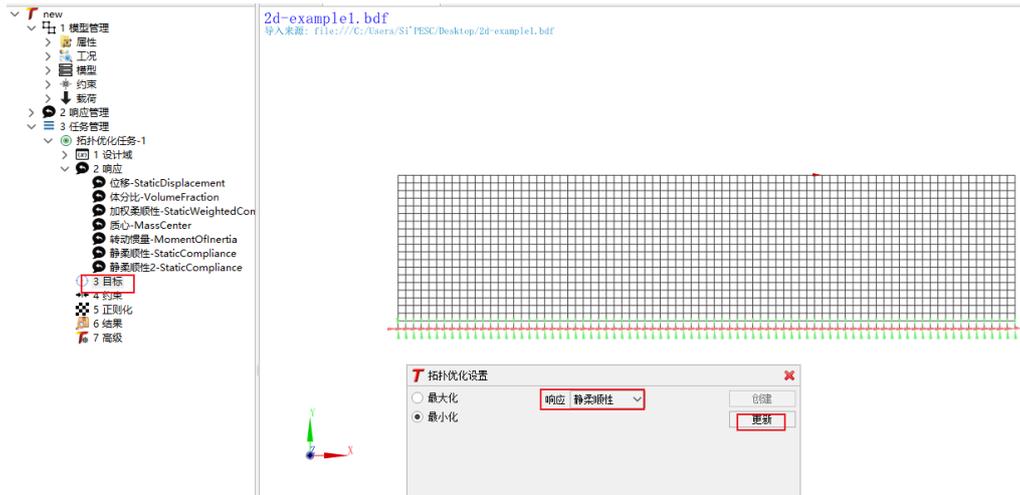


图 5.6 设置目标

5. 设置约束

如图 5.7 所示，右键点击“约束→新建”，约束 ID 输入“1”，响应选择“体分比”，选中上限，并输入“0.15”，点击“创建”。



图 5.7 设置约束

6. 正则化

如图 5.8 所示，右键点击“正则化→修改”，类型选择“体积守恒非线性密度过滤”，过滤半径输入“1.8”（过滤半径为单元平均尺寸的 $1.5 \sim 3$ 倍），单击“创建”。

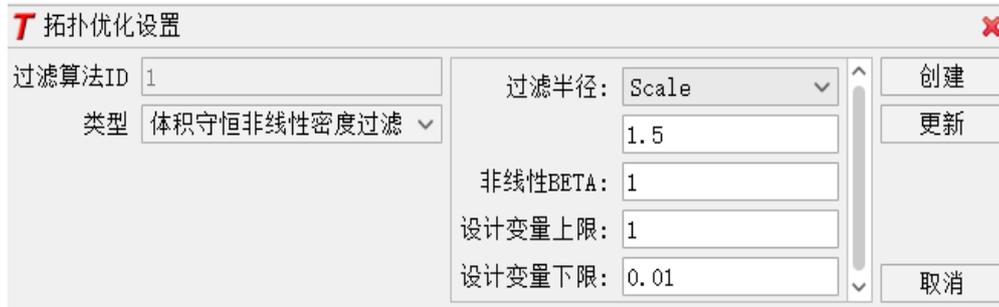


图 5.8 设置正则化

7. 其他参数

右键点击“高级→配置”。

如图 5.9 所示，调整优化算法参数。展开优化算法模块选择优化算法 MMA，并进一步打开 parameter 子模块，编辑“maxIteration”为“400”。如果实际所需的迭代步少于 400 步，则收敛后程序自动停止，并显示优化成功；程序在计算到 400 步如仍未收敛，则优化强制结束，可以避免不收敛问题陷入死循环，也可能仅是因为收敛较慢，需要更多的迭代步。编辑“designValueInitial”为“0.15”。注意：该值为优化初始值，建议取值满足约束条件。

更改完毕后，右键点击“高级→保存”。至此，该拓扑优化任务已设置完毕。

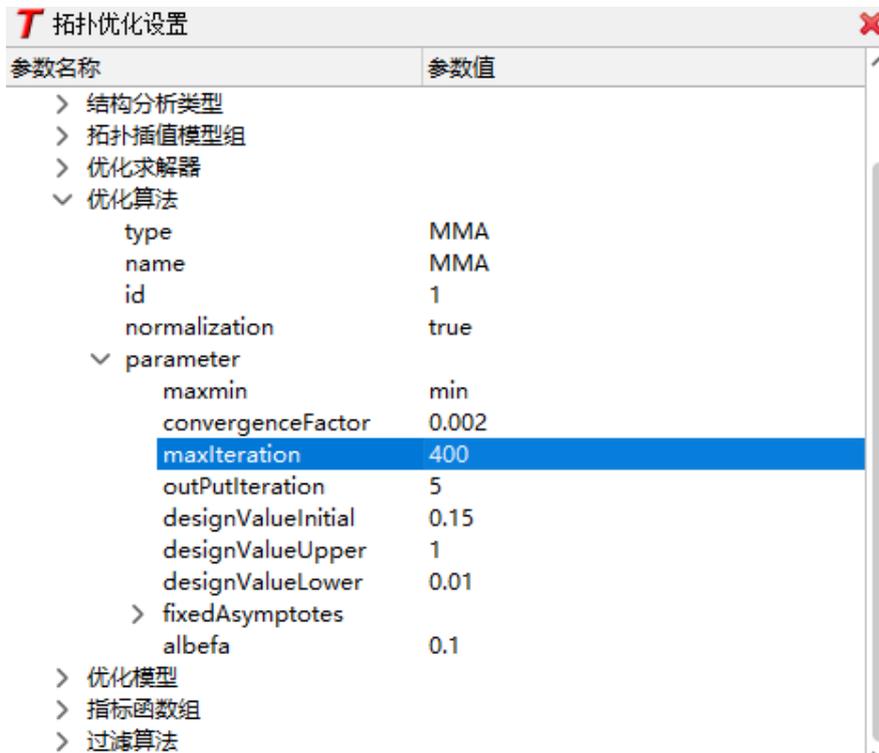


图 5.9 拓扑优化高级设置

8. 开始优化

右键点击“拓扑优化任务-1→优化”，开始执行该任务。控制台中实时显示该任务的执行进度。同时网格显示窗口实时更新拓扑结果，如图 5.10 所示。

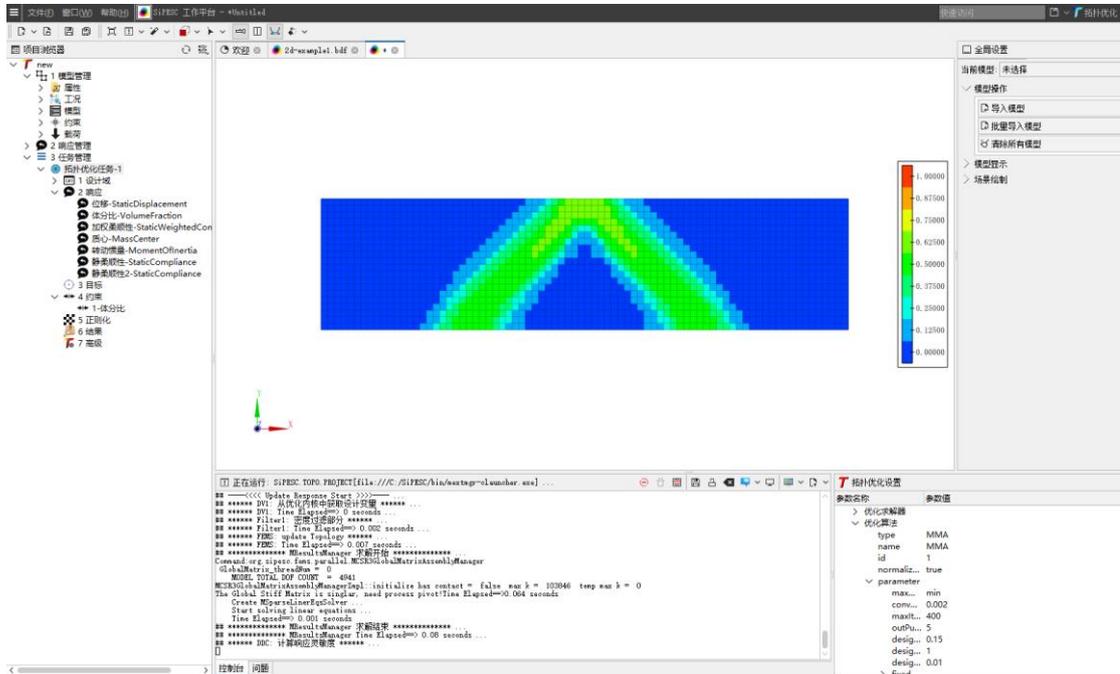


图 5.10 实时更新拓扑优化结果

任务执行完毕，弹出确认窗口，单击“OK”，如图 5.11 所示。

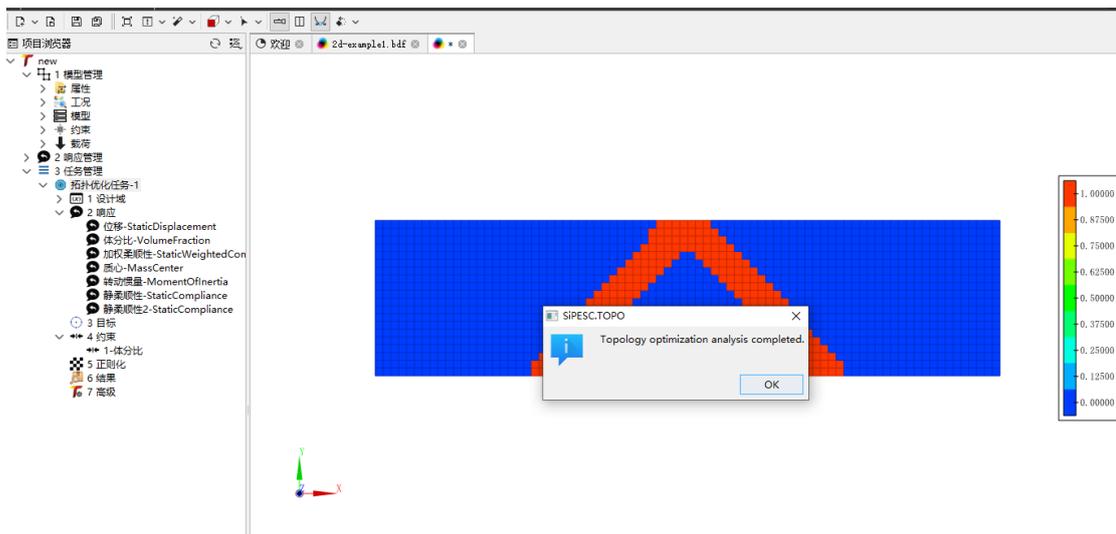


图 5.11 优化完成图

9. 查看结果

点击“结果→查看”，全局设置，“当前模型”处选择本次优化结果 UNV 文件，点击“结果绘制”，在“单元过滤”和“彩色云图”选项中分别选择优化步，点击“应用”，可以观察整个优化过程及最后的拓扑构型，如图 5.12 所示。

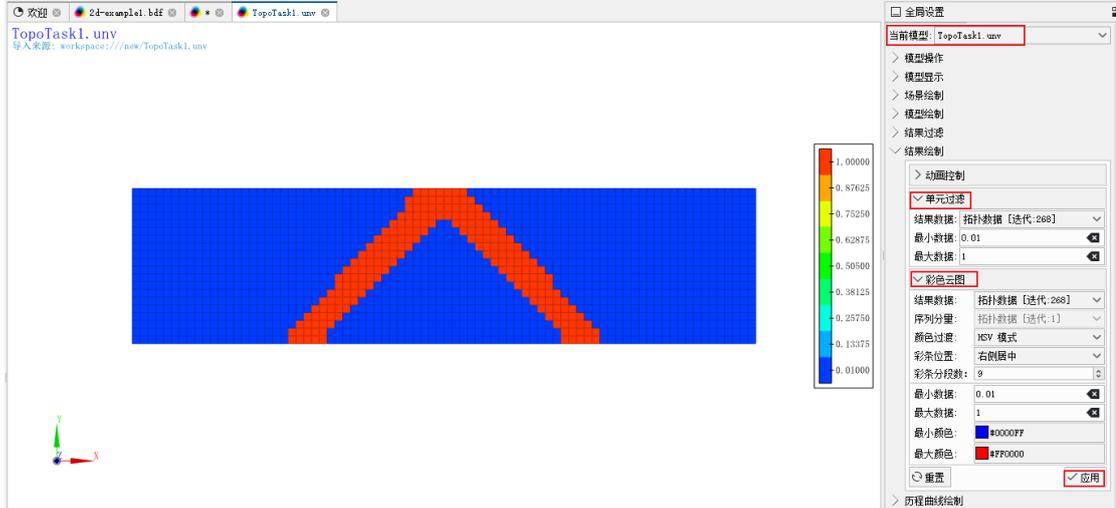


图 5.12 查看拓扑优化结果



6 二维动力基频算例

6.1 目的

二维动力基频算例的目的是通过优化结构的几何形状和材料分布，以最大化或达到特定目标的结构的固有频率。固有频率是结构振动的固有特性之一，它对结构的稳定性和振动响应有重要影响。通过优化结构的固有频率，可以提高结构的抗振能力，避免共振现象的发生，从而提高结构的性能和可靠性。这种优化方法在航空航天、汽车、船舶等工业领域有广泛应用。

本算例中优化目标为基频最大化，通过调整结构的几何形状和材料分布，使得结构的基频达到最大化。这有助于提高结构的整体稳定性和动态响应特性。

6.2 相关插件

包含拓扑优化相关插件的 SiPESC 平台。

插件依赖：SiPESC.FEMS、SiPES.OPT、SiPESC.TOPO、SiPESC.View。

6.3 问题描述

分析类型	拓扑优化
目标	指定体积约束下的基频最大化
文件名	目录：“E:\workspace\SiPESC” 优化模型文件：circlesimplefixed.bdf（安装目录 \doc\topo.ui\example）

6.4 操作步骤

6.4.1 新建项目

点击菜单栏中“文件→新建→其他”，如图 4.2 所示，弹出以下对话框，选择“拓扑优化项目”，点击“下一步”，设置项目名称（工程名的命名不支持中文、不能含有大写字母，首位不能是数字）和项目工作路径，如图 6.2 所示，单击“完成”，新拓扑优化项目创建完毕。



图 6.1 拓扑优化项目



图 6.2 项目名称及路径

6.4.2 模型管理

在项目管理器中打开新项目，如图 6.3 所示，右键点击“模型管理→导入模型”选项，选择工作目录下的“circlesimplefixed.bdf”文件。点击“打开”，会出现下图所示确认信息，说明当前算例是“Vibration”（自振）型算例，点击“Yes”。

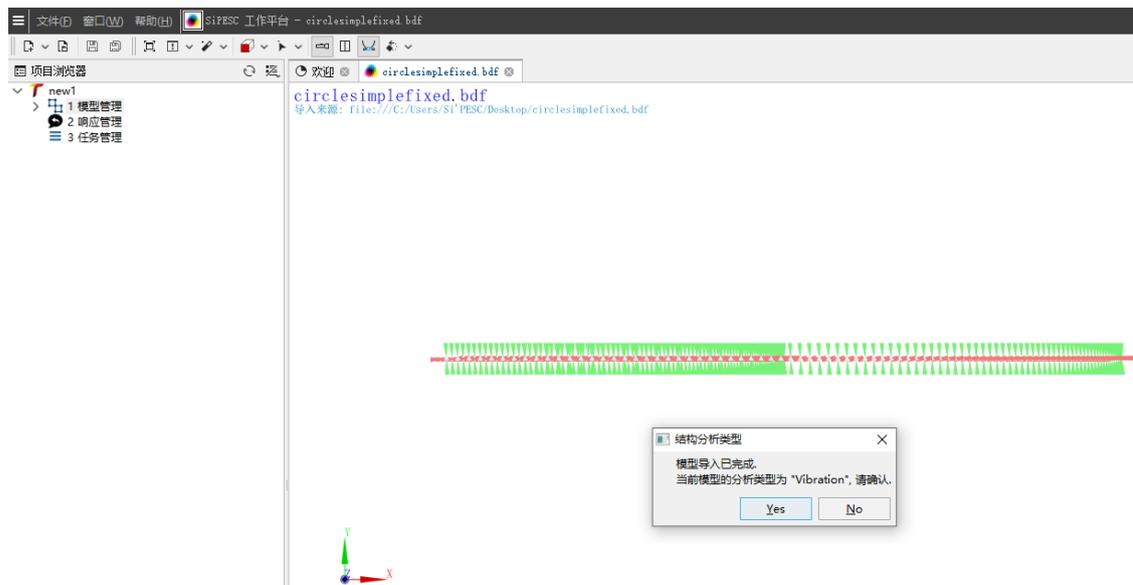


图 6.3 有限元模型解析

6.4.3 响应管理

打开响应管理，可以看到默认响应类型。

右键点击“NaturalFrequency→修改”。拓扑优化设置视图将打开对应的响应修改界面，可以看到该响应的参数设置，如图 6.4 所示。

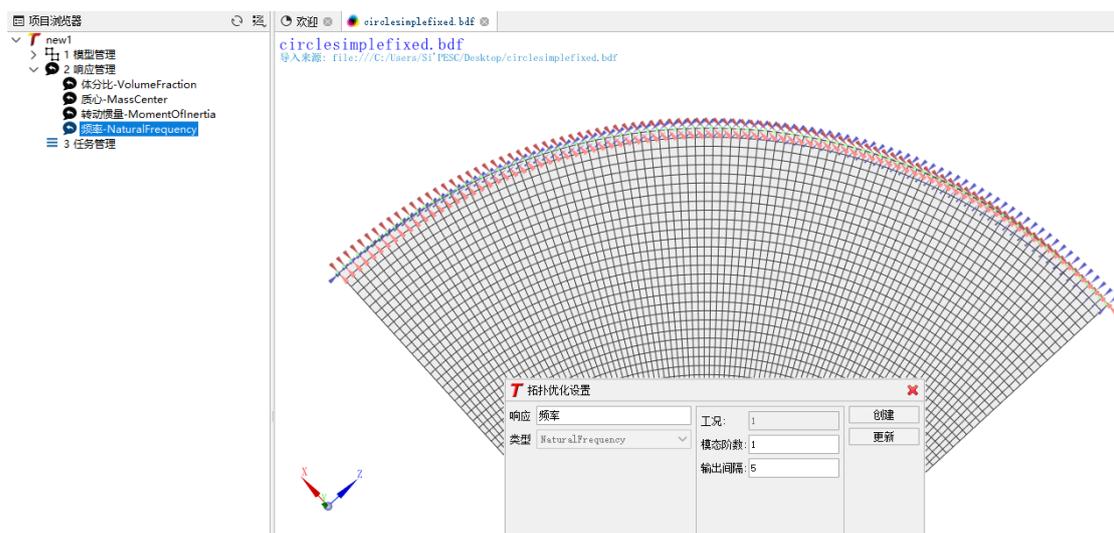


图 6.4 响应参数设置

6.4.4 任务管理

1. 新建任务

右键点击“任务管理→新建优化任务”，此时“任务管理”下将自动增加一项“拓扑优化任务-1”。

2. 选择设计域

右键点击“设计域→定义”，选择“P-1”，点击“更新”如图 4.10 所示。

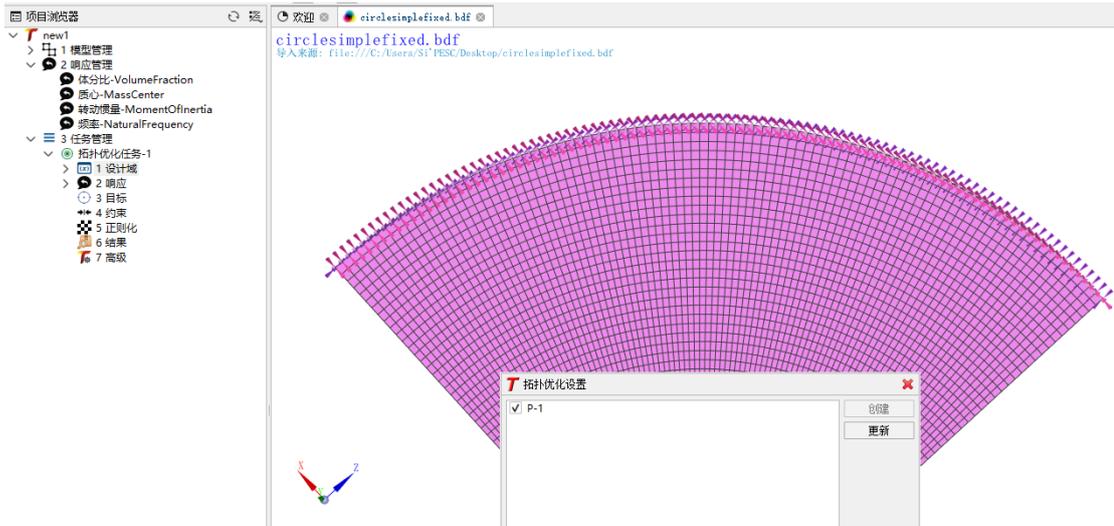


图 6.5 更新设计域

3. 链接响应

右键点击“响应→链接全部”或右键点击“响应→链接”选择所需的响应，如图 6.6 所示。

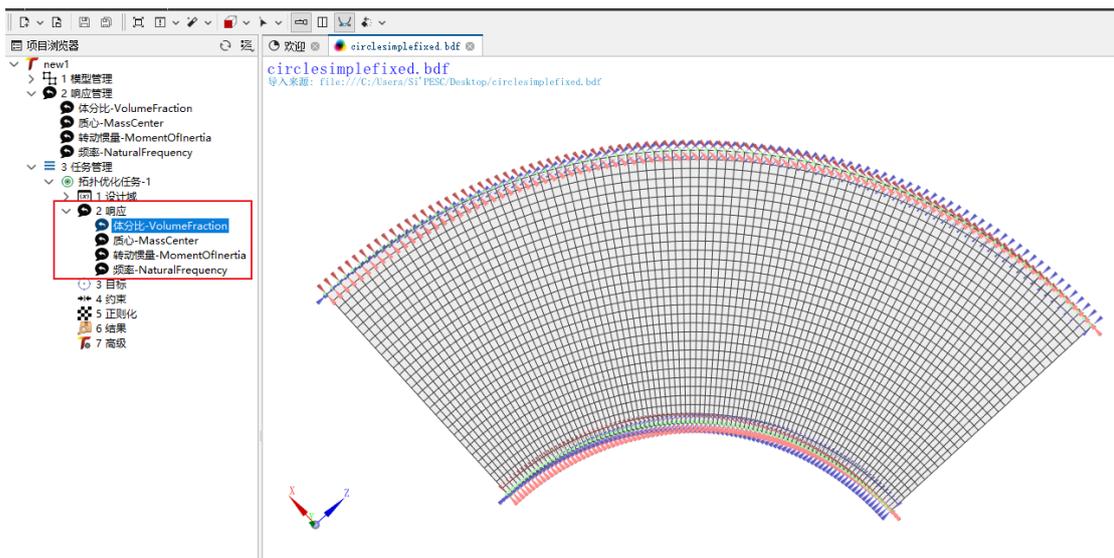


图 6.6 更新设计域

4. 设置目标

右键点击“目标→定义”，选择“最大化”，响应选择“频率”，单击“更新”，如图 6.7 所示。

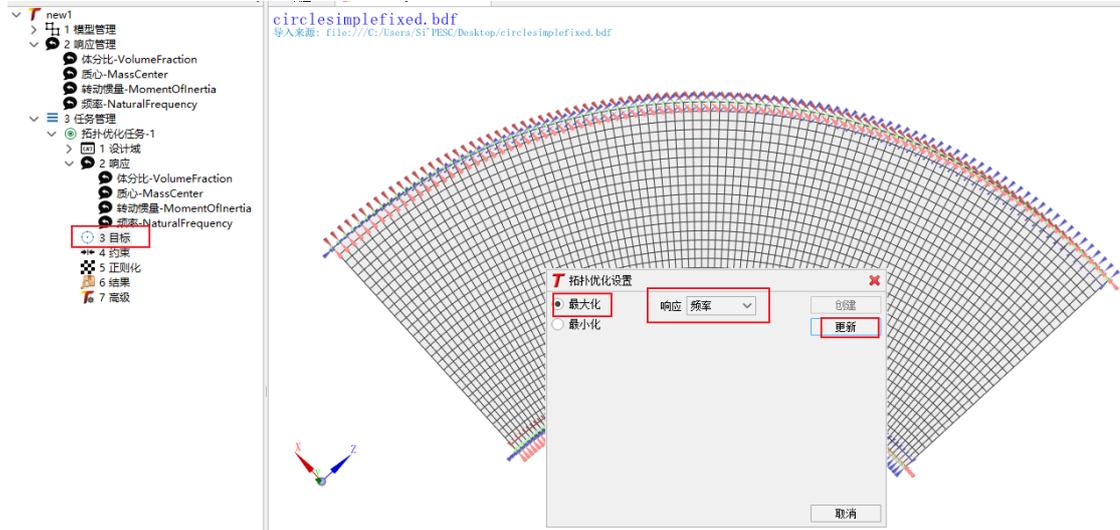


图 6.7 设置目标

5. 设置约束

右键点击“约束→新建”，约束 ID 输入“1”，响应选择“体分比”，选中上限，并输入“0.6”，点击“创建”，如图 6.8 所示。

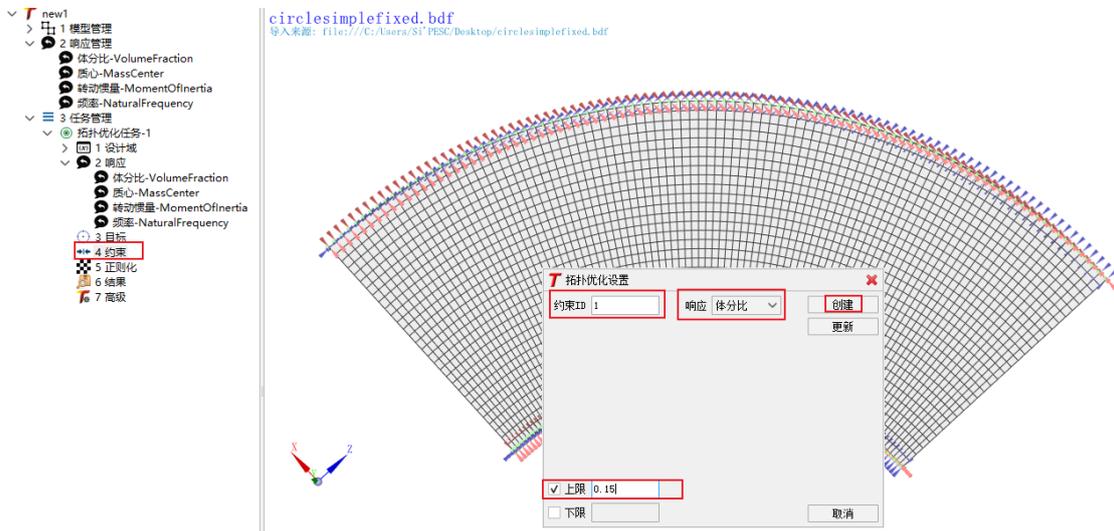


图 6.8 设置约束

6. 正则化

右键点击“正则化→修改”，类型选择“体积守恒非线性密度过滤”，过滤半径输入“1.5”，单击“创建”，如图 6.9 所示。

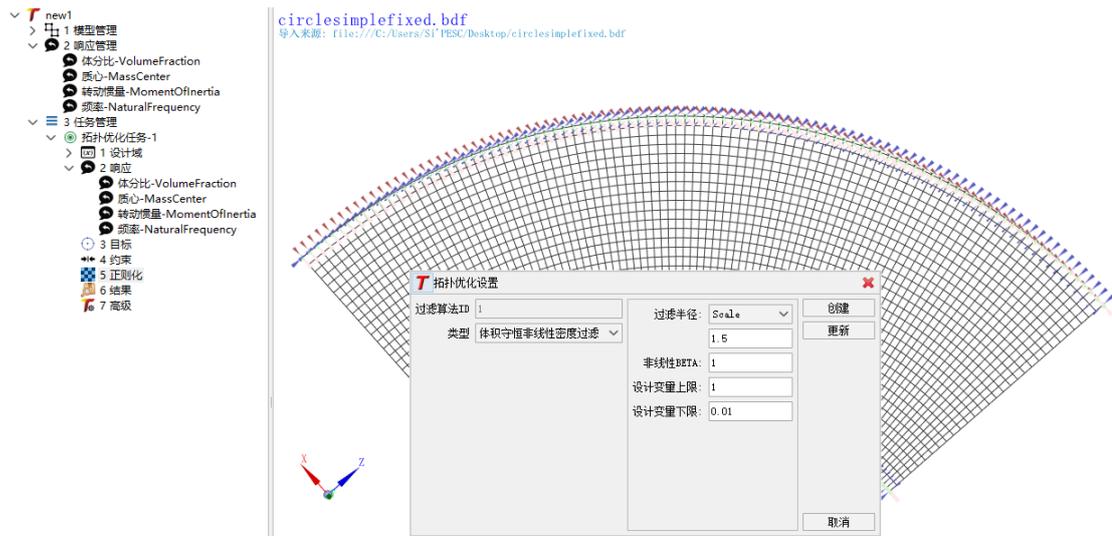


图 6.9 设置正则化

7. 其他参数

右键点击“高级→配置”。

如图 6.10 所示，调整结构分析类型。点开“结构分析类型”，并进一步点开“variable”，可见编号为“3”的“variable”卡片“type”为“stiff”（单元刚度阵），编号为“4”的“variable”卡片“type”为“mass”（单元质量阵），现将类型为“stiff”的“variable”卡片编号改为“2”。该编号对应拓扑插值模型的编号，即单元刚度阵采用 2 号模型进行拓扑插值。

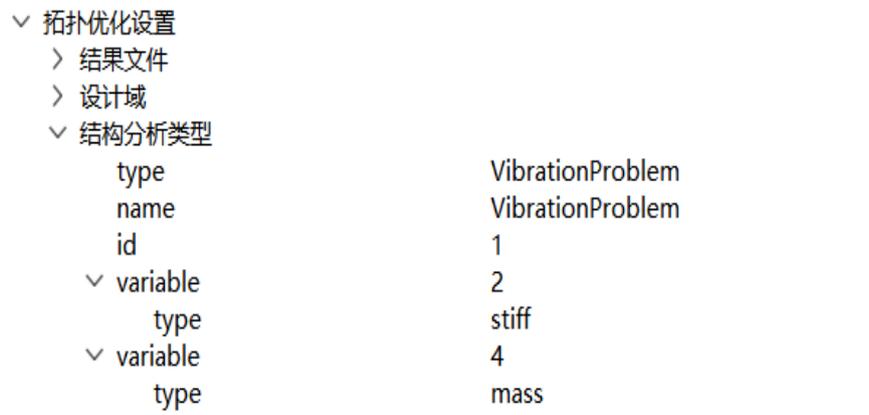


图 6.10 设置正则化配重参数 1

调整拓扑插值模型参数。打开“拓扑插值模型组”，进一步打开 2 号插值模型，打开“parameter”，调整“coefficient”为“1.33;-0.66;0.33”（推荐采用的参数），如图 6.11 所示。

type	mass
<ul style="list-style-type: none"> √ 拓扑插值模型组 <ul style="list-style-type: none"> › 拓扑插值模型 √ 拓扑插值模型 <ul style="list-style-type: none"> type PolynomialSIMP name PolynomialSIMP id 2 √ parameter <ul style="list-style-type: none"> maxOrder 3 coefficient 1.33;-0.66;0.33 › 拓扑插值模型 › 拓扑插值模型 › 拓扑插值模型 › 优化求解器 	

图 6.11 设置正则化配重参数 2

调整优化算法参数。点开“优化算法”，并进一步打开“parameter”，优化算法改为 MMA (type, name)。编辑“maxIteration”为 600，编辑“designValueInitial”为 0.6，如图 6.12 所示。

更改完毕后，右键点击“高级→保存”。至此，该拓扑优化任务已设置完毕。

T 拓扑优化设置	
参数名称	参数值
› 拓扑插值模型	
› 优化求解器	
√ 优化算法	
type	MMA
name	MMA
id	1
normalization	true
√ parameter	
maxmin	max
convergenceFactor	0.002
maxIteration	600
outPutIteration	5
designValueInitial	0.6
designValueUpper	1
designValueLower	0.01
› fixedAsymptotes	
albepa	0.1
› 优化模型	
› 指标函数组	
› 过滤算法	

图 6.12 设置优化算法参数

8. 开始优化

右键点击“拓扑优化任务-1→优化”，开始执行该任务，如图 6.13 所示。控制台中实时显示该任务的执行进度。同时网格显示窗口实时更新拓扑结果。

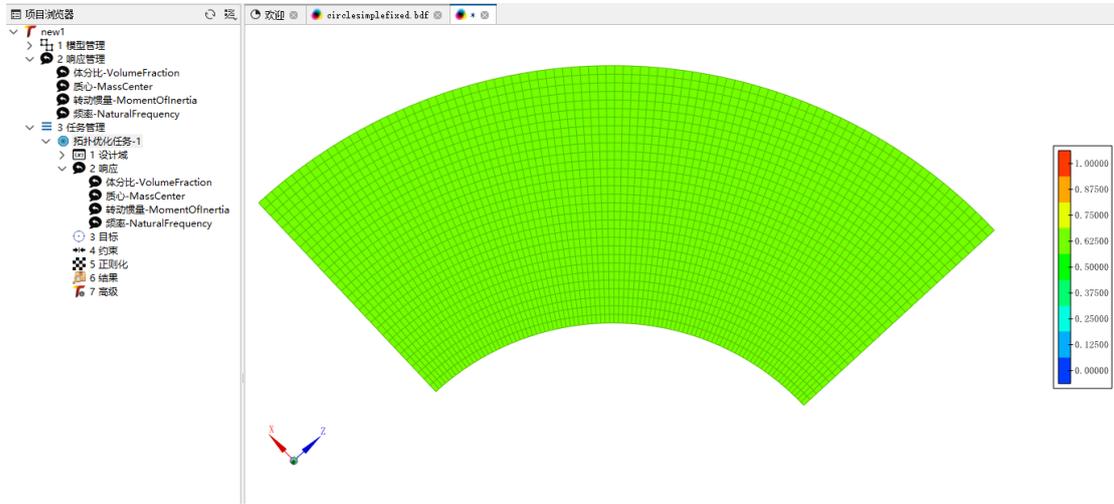


图 6.13 实时更新拓扑优化结果

9. 查看结果

点击“结果→查看”，全局设置，“当前模型”处选择本次优化结果 UNV 文件，点击“结果绘制”，在“单元过滤”和“彩色云图”选项中分别选择优化步，点击“应用”，可以观察整个优化过程及最后的拓扑构型，如图 6.14 所示。

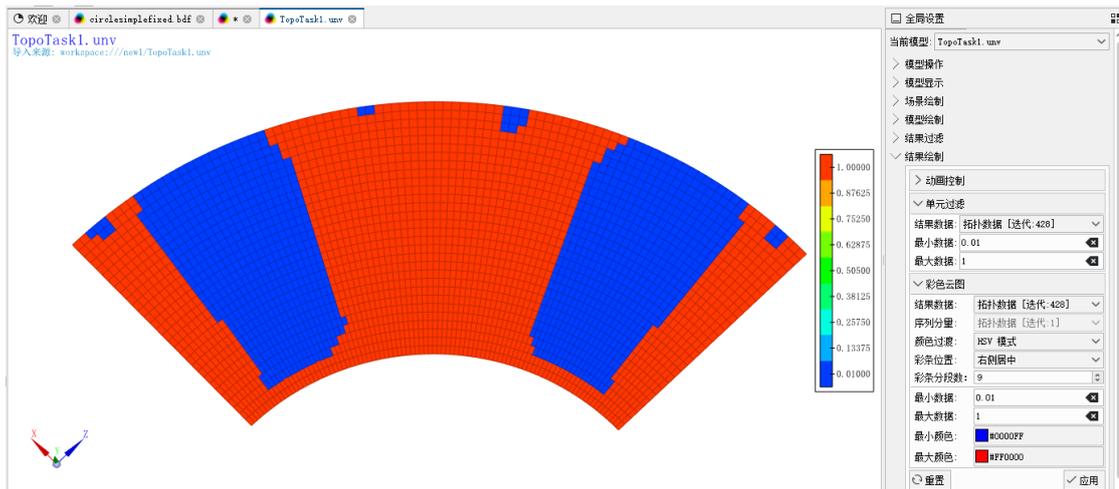


图 6.14 查看拓扑优化结果



7 二维静位移算例

7.1 目的

二维静位移算例的目的是通过优化结构的几何形状和材料分布，以最小化结构在受到外部加载时的位移。静位移优化旨在改善结构的刚度和稳定性，减少结构的变形，从而提高结构的性能和可靠性。这种优化方法在建筑、土木、机械等工业工程领域有广泛应用。

本算例中，通过约束指定节点的位移，在满足约束条件下，实现模型体积的最小化，设计出更加轻量化的结构，提高结构的性能和可靠性。

7.2 相关插件

包含拓扑优化相关插件的 SiPESC 平台。

插件依赖：SiPESC.FEMS、SiPES.OPT、SiPESC.TOPO、SiPESC.View。

7.3 问题描述

分析类型	拓扑优化
目标	指定位移约束下的体积最小化
文件名	目录：“E:\workspace\SiPESC” 优化模型文件：cclip.bdf（安装目录\doc\topo.ui\example）

7.4 操作步骤

7.4.1 新建项目

点击菜单栏中“文件→新建→其他”，如图 4.2 所示，弹出以下对话框，选择“拓扑优化项目”，点击“下一步”，设置项目名称（工程名的命名不支持中文、不能含有大写字母，首位不能是数字）和项目工作路径，如图 7.2 所示，单击“完成”，新拓扑优化项目创建完毕。

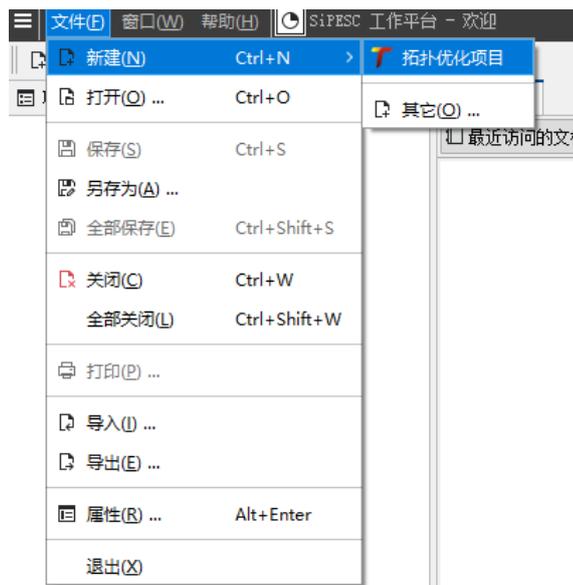


图 7.1 拓扑优化项目



图 7.2 项目名称及路径

7.4.2 模型管理

在项目浏览器中打开新项目，右键点击“模型管理→导入模型”选项，选择工作目录下的“cclip.bdf”文件。点击“打开”，会出现下图所示确认信息，说明当前算例是“Static”型算例，点击“Yes”。

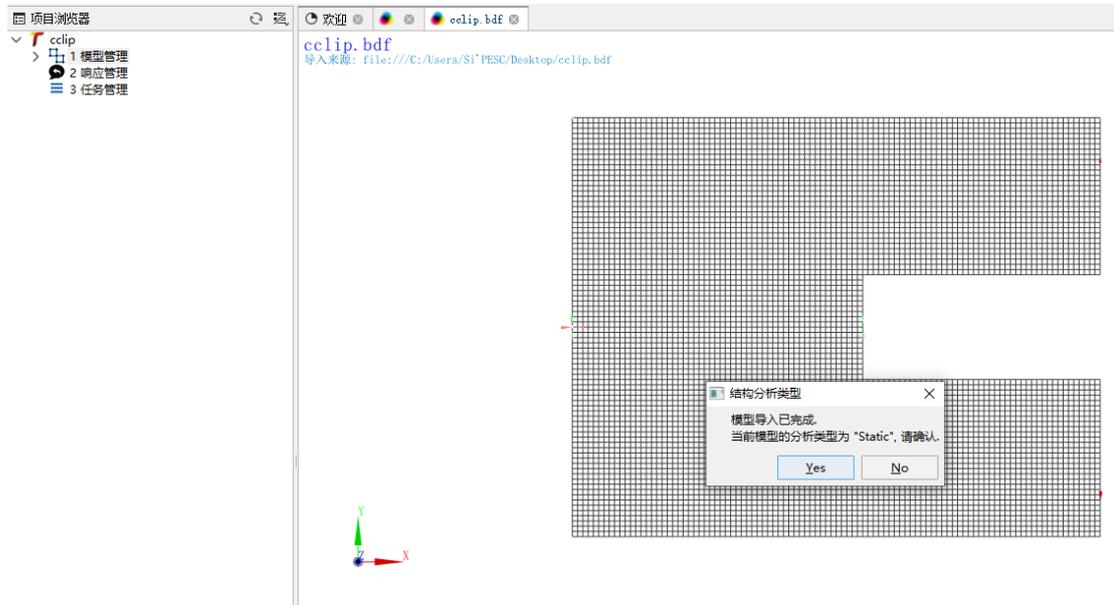


图 7.3 有限元模型解析

7.4.3 响应管理

打开响应管理，可以看到默认响应类型。

右键点击“StaticDisplacement→修改”。拓扑优化设置视图将打开对应的响应修改界面，可以看到该响应的参数设置，如图 7.4 所示。

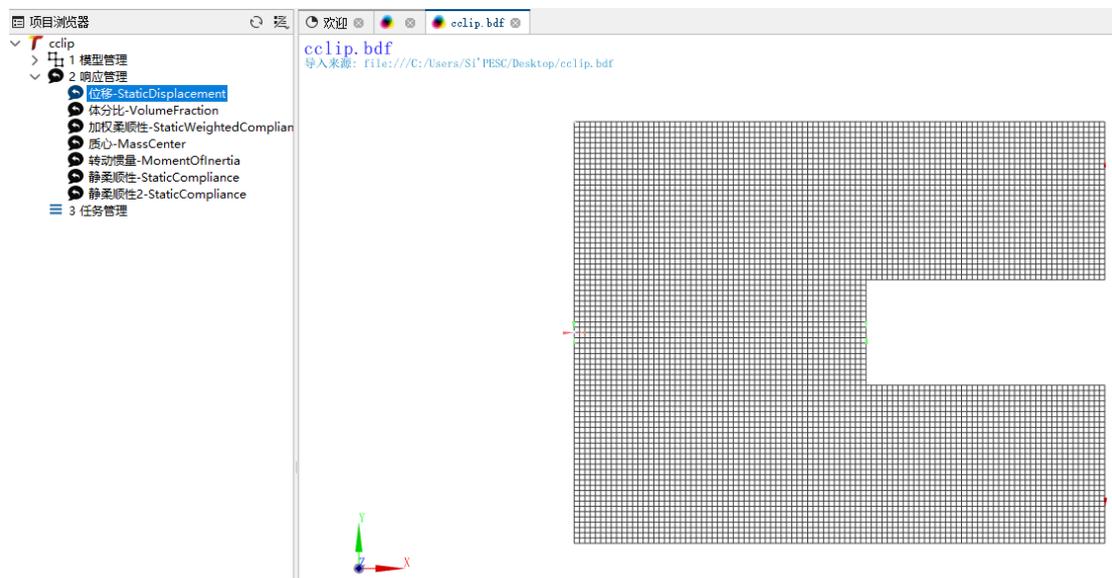


图 7.4 响应管理

在该算例中，我们将使用两个不同节点的某特定方向的静位移作为约束，需要在响应管理中对当前的“位移-StaticDisplacement”响应进行编辑并另外新增一个同类型的响应，以供之后设置约束使用。

右键点击“响应管理→新建”，在响应中输入“位移 2”，类型选择“StaticDisplacement”，工况输入“1”，节点输入“4567”，方向输入“0,1,0”，单击“创建”，如图 7.5 所示。

拓扑优化设置

响应	位移2	工况:	1	创建
类型	StaticDisplacement	节点:	4567	更新
		方向:	0,1,0	取消

图 7.5 响应参数设置 1

选中已创建的“位移-StaticDisplacement”响应，右键点击“修改”，节点编辑为“5963”，方向修改为“0,-1,0”，单击更新，如图 7.6 所示。

拓扑优化设置

响应	位移	工况:	1	创建
类型	StaticDisplacement	节点:	5963	更新
		方向:	0,-1,0	取消

图 7.6 响应参数设置 2

7.4.4 任务管理

1. 新建任务

右键点击“任务管理→新建优化任务”，此时“任务管理”下将自动增加一项“拓扑优化任务-1”。

2. 选择设计域

右键点击“设计域→定义”，选择“P-1”，点击“更新”，如图 7.7 所示。

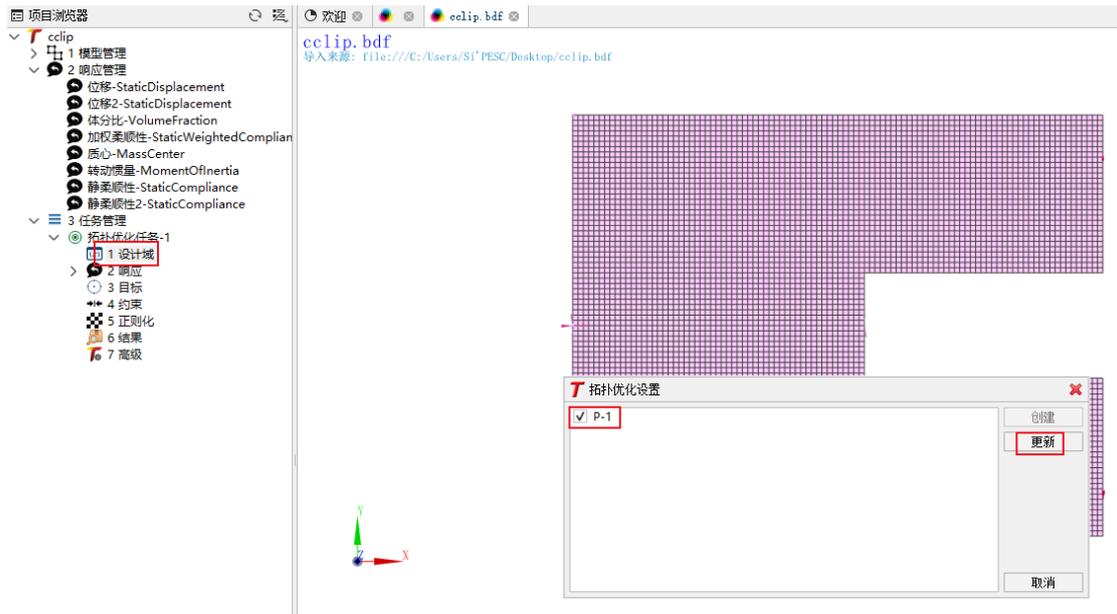


图 7.7 更新设计域

3. 链接响应

右键点击“响应→链接全部”或右键点击“响应→链接”选择所需的响应，如图 7.8 所示。

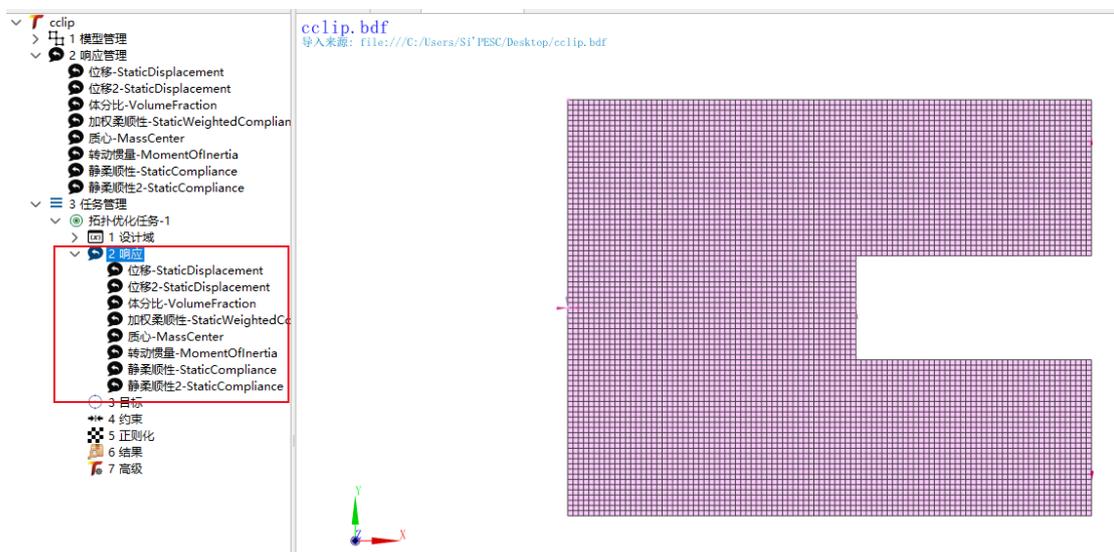


图 7.8 链接响应

4. 设置目标

右键点击“目标→定义”，选择“最小化”，响应选择“体分比”，如图 7.9 所示。

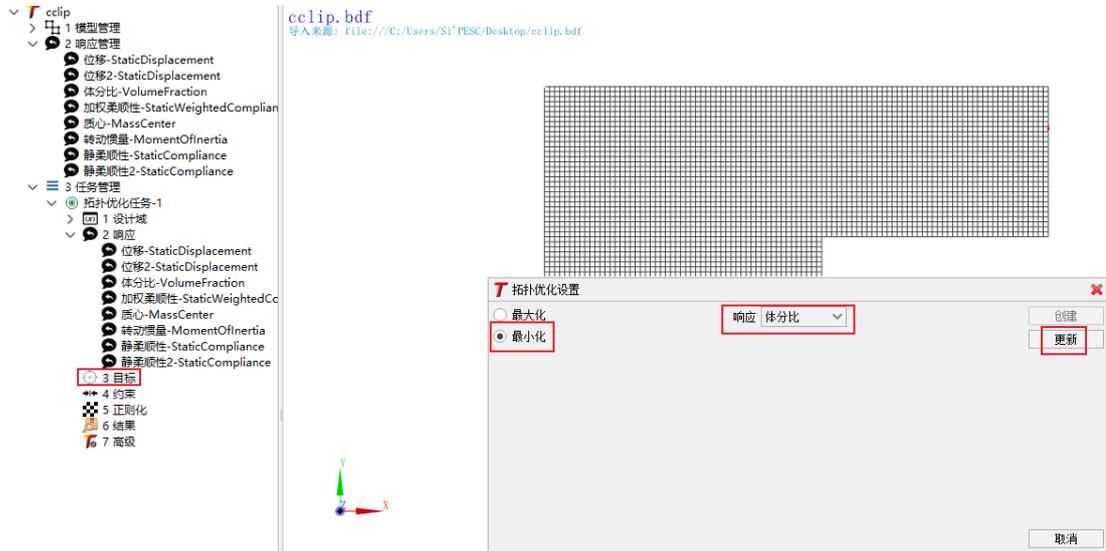


图 7.9 设置目标

5. 设置约束

首先创建第一个约束，右键点击“约束→新建”，约束 ID 为 1，响应选择“位移”，选中上限，设置为“0.07”。

然后创建第二个约束，右键点击“约束→新建”，约束 ID 为“2”，响应选择“位移 2”，选中上限，设置为“0.07”，如图 7.10 所示。

说明：关于位移约束的定义，SiPESC.TOPO 与其他拓扑优化软件可能略有不同。SiPESC.TOPO 在响应定义中处理位移方向。例如本算例的节点 5963 的 Y 负向定义为

“0, -1, 0”。约束中仅仅定义该位移的标量值的约束，因此定义均为上限。

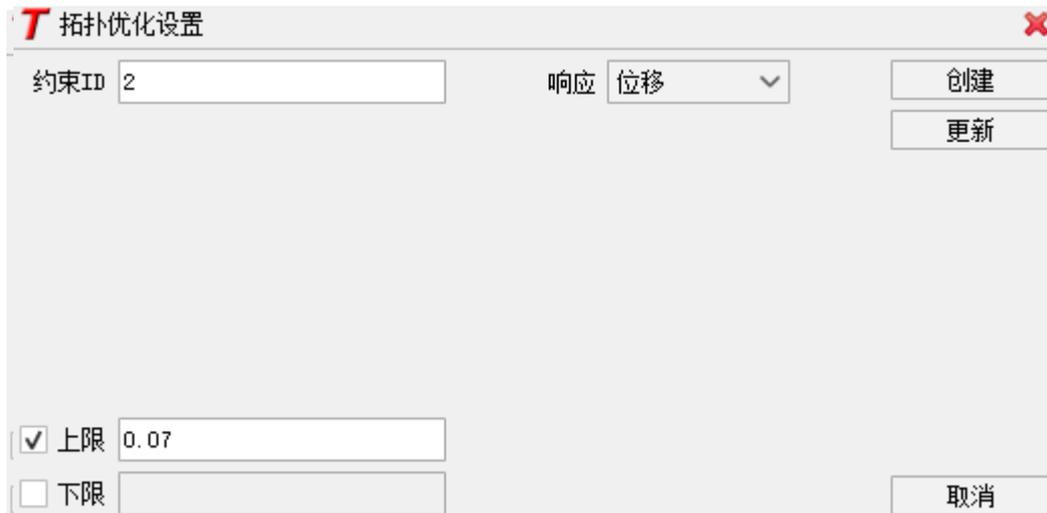


图 7.10 设置约束

6. 正则化

右键点击“正则化→修改”，类型选择“体积守恒非线性密度过滤”，过滤半径输入“1.5”，单击“创建”，如图 7.11 所示。

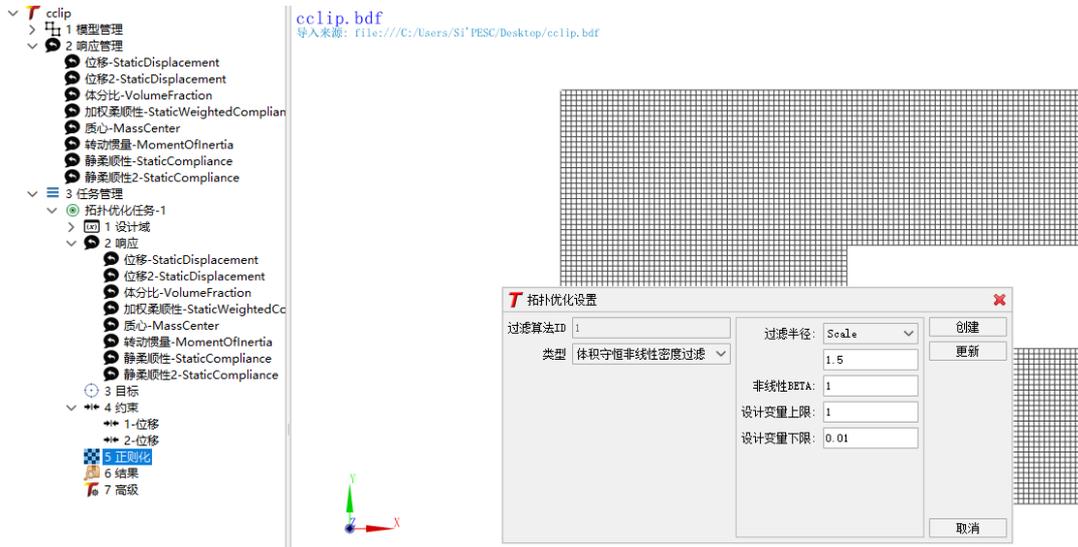


图 7.11 设置正则化

7. 其他参数

右键点击“高级→配置”。

调整优化算法参数。点开“优化算法”，选用 MMA，并进一步打开“parameter”，编辑“maxIteration”为“400”。编辑 designValueInitial 为“0.5”，如图 7.12 所示。



图 7.12 拓扑优化高级设置

更改完毕后，右键点击“高级→保存”。该拓扑优化任务已设置完毕。

8. 开始优化

右键点击“拓扑优化任务-1→优化”，开始执行该任务。控制台中实时显示该任务的执行进度。同时网格显示窗口实时更新拓扑结果，如图 7.13 所示。

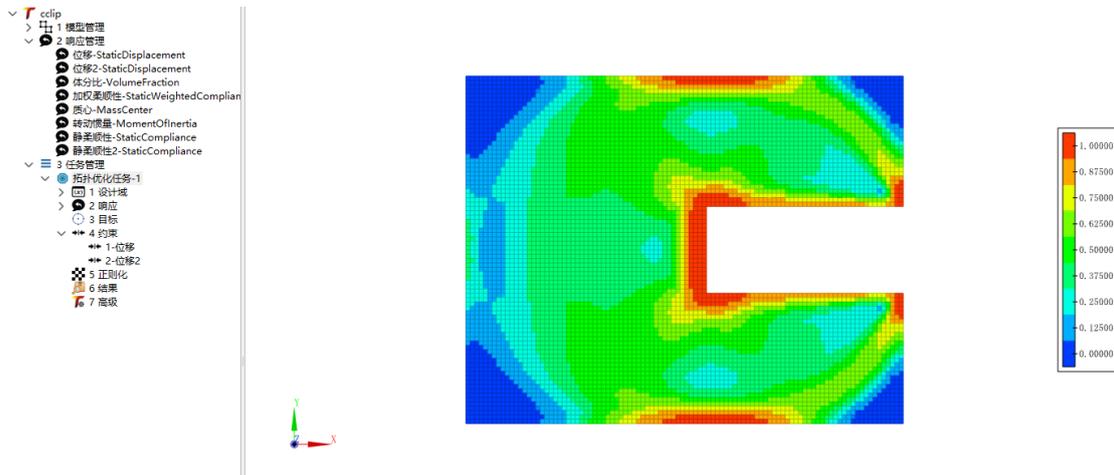


图 7.13 实时更新拓扑优化结果

9. 查看结果

点击“结果→查看”，全局设置，“当前模型”处选择本次优化结果 UNV 文件，点击“结果绘制”，在“单元过滤”和“彩色云图”选项中分别选择优化步，点击“应用”，可以观察整个优化过程及最后的拓扑构型，如图 7.14 所示。

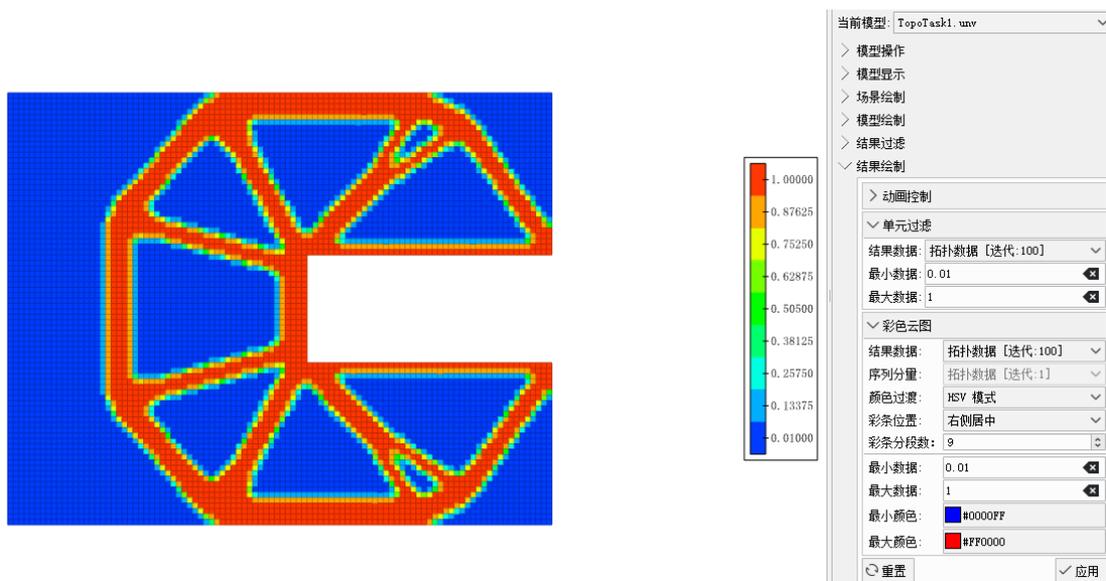


图 7.14 查看拓扑优化结果



8 频响位移算例

8.1 目的

通过优化结构的几何形状和材料分布，同时约束结构的体分比，以实现两个目标：一是使结构在受到外部加载时的频响位移最小化；二是确保结构中的材料体分比不低于预设的阈值。通过这种优化，可以改善结构的频响特性，减小结构在受到周期性加载时的振动幅度，同时保证结构的材料使用效率，达到轻量化设计的目的。这种优化方式在航空航天、汽车、船舶等工业领域有广泛应用。

8.2 相关插件

包含拓扑优化相关插件的 SiPESC 平台。

插件依赖：SiPESC.FEMS、SiPES.OPT、SiPESC.TOPO、SiPESC.View。

8.3 问题描述

分析类型	拓扑优化
目标	体积约束下的频响位移最小化
文件名	目录：“E:\workspace\SiPESC” 优化模型文件：shell.bdf（安装目录\doc\topo.ui\example）

8.4 操作步骤

8.4.1 新建项目

点击菜单栏中“文件→新建→其他”，如图 4.2 所示，弹出以下对话框，选择“拓扑优化项目”，点击“下一步”，设置项目名称（工程名的命名不支持中文、不能含有大写字母，首位不能是数字）和项目工作路径，如图 8.2 所示，单击“完成”，新拓扑优化项目创建完毕。

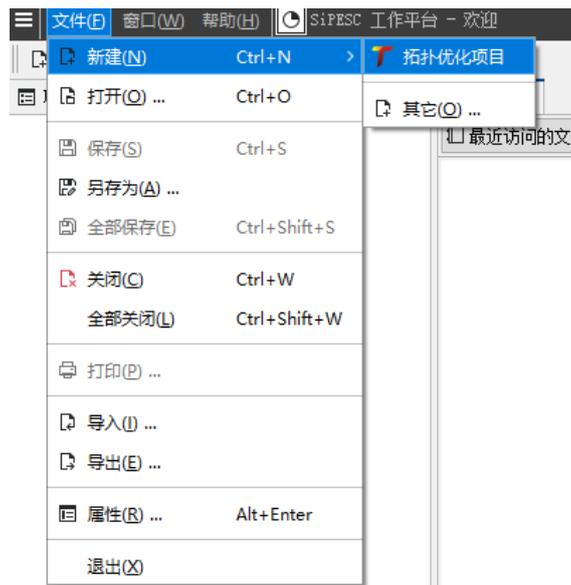


图 8.1 拓扑优化项目

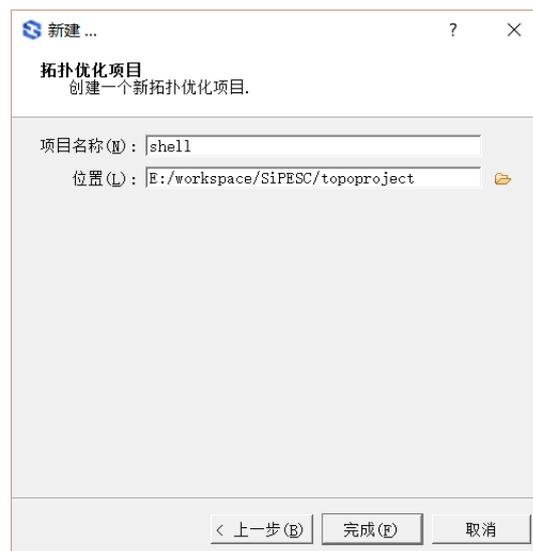


图 8.2 项目名称及路径

8.4.2 模型管理

在项目管理器中打开新项目，右键点击“模型管理→导入模型”选项，选择工作目录下的“shell.bdf”文件。点击“打开”，会出现下图所示确认信息，说明当前算例是“FreqRespModal”型算例，点击“Yes”。

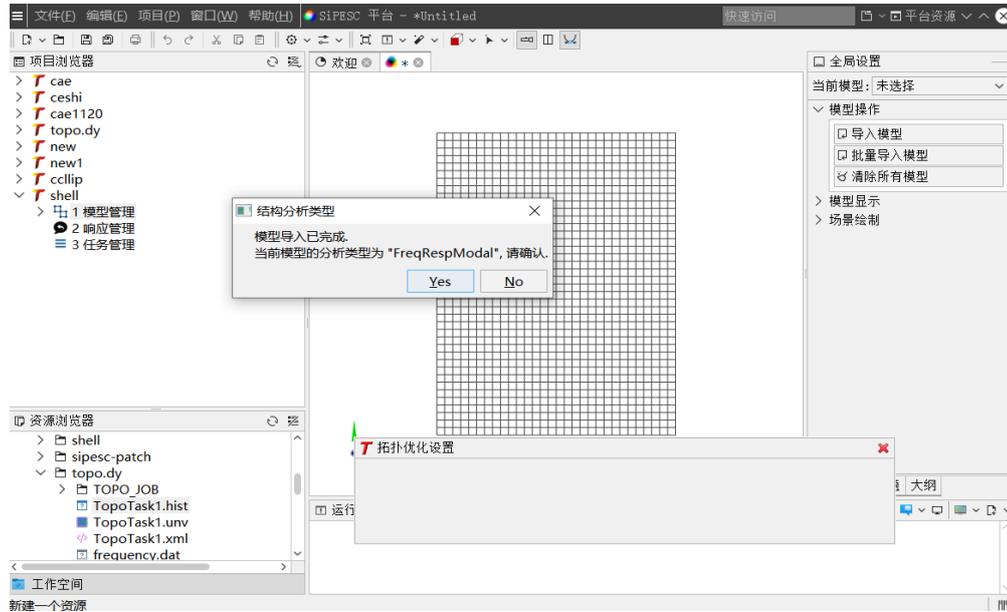


图 8.3 有限元模型解析

8.4.3 响应管理

打开响应管理，可以看到默认响应类型。

在该算例中，我们将使用一个节点的某特定方向的频响位移作为目标。右键点击“响应管理→新建”，在响应中输入“频响位移”，类型选择“FreqRespDisplacement”，节点输入“636”，方向输入“0, 0, 1”，激励索引输入“0”，它代表选定的外激励频率点的索引号。单击“创建”，如图 8.4 所示。

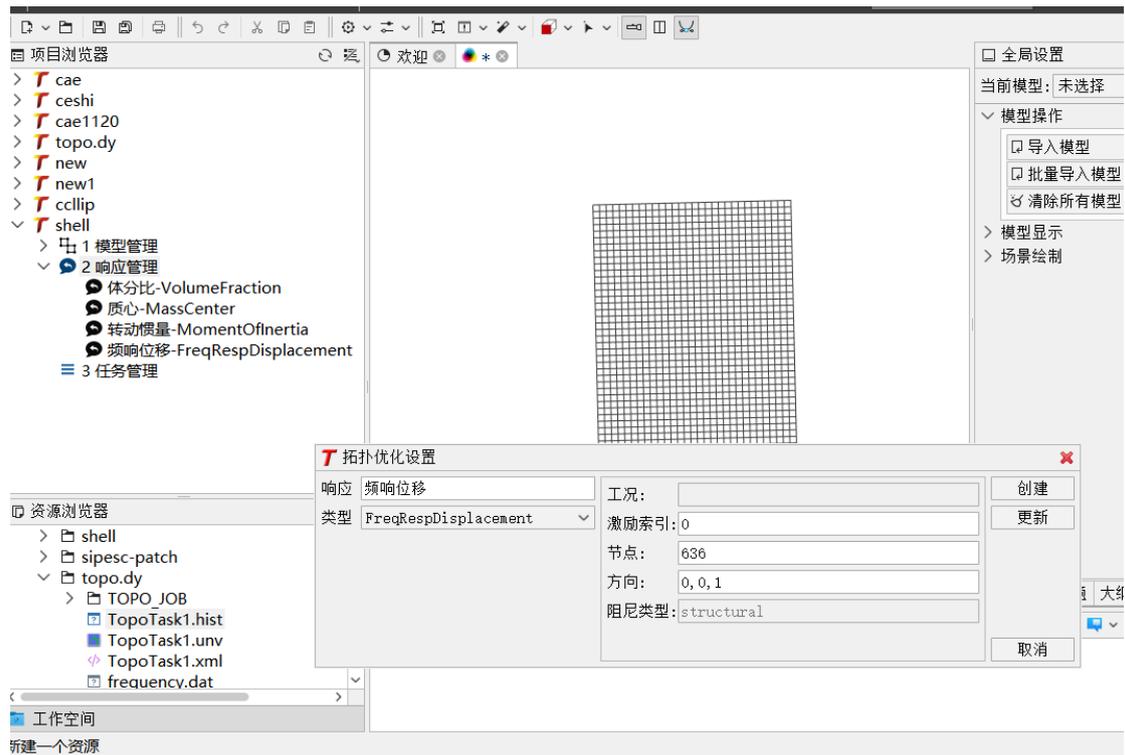


图 8.4 响应参数设置

8.4.4 任务管理

1. 新建任务

右键点击“任务管理→新建优化任务”，此时“任务管理”下将自动增加一项“拓扑优化任务-1”。

2. 选择设计域

右键点击“设计域→定义”，选择“P-1”，点击“更新”，如图 8.5 所示。

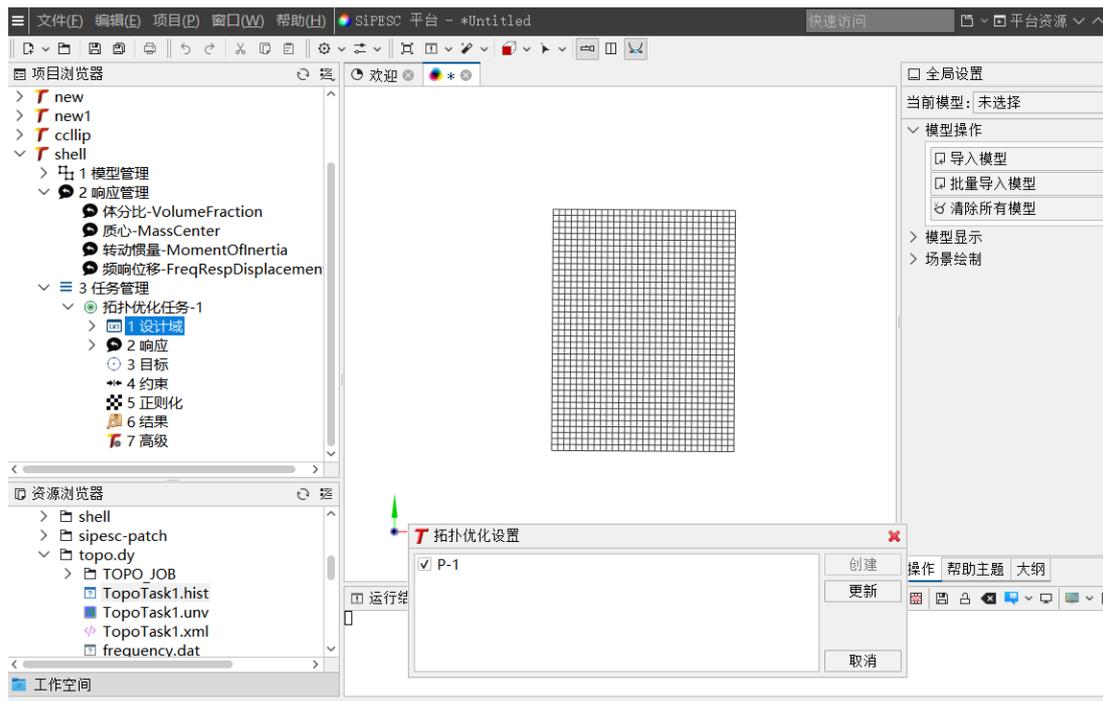


图 8.5 更新设计域

3. 链接响应

右键点击“响应→链接全部”或右键点击“响应→链接”选择所需的响应，如图 8.6 所示。

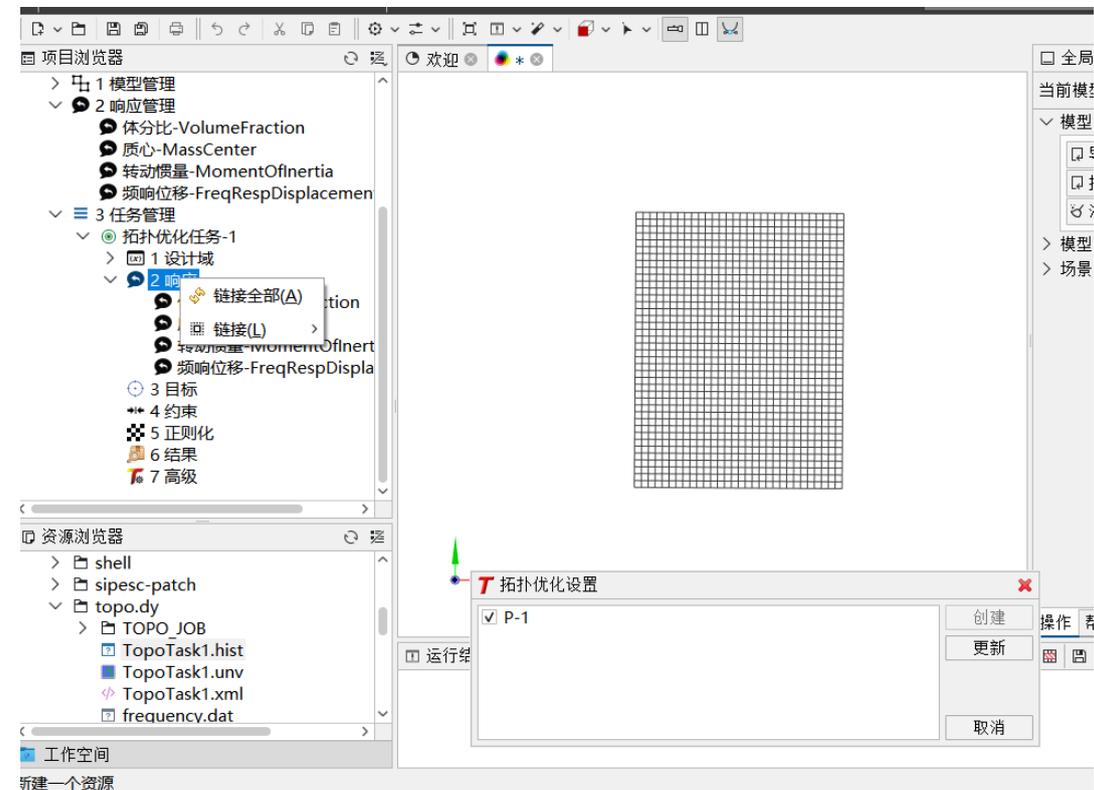


图 8.6 链接响应

4. 设置目标

右键点击“目标→定义”，选择“最小化”，响应选择“频响位移”，点击更新，如图 8.7 所示。

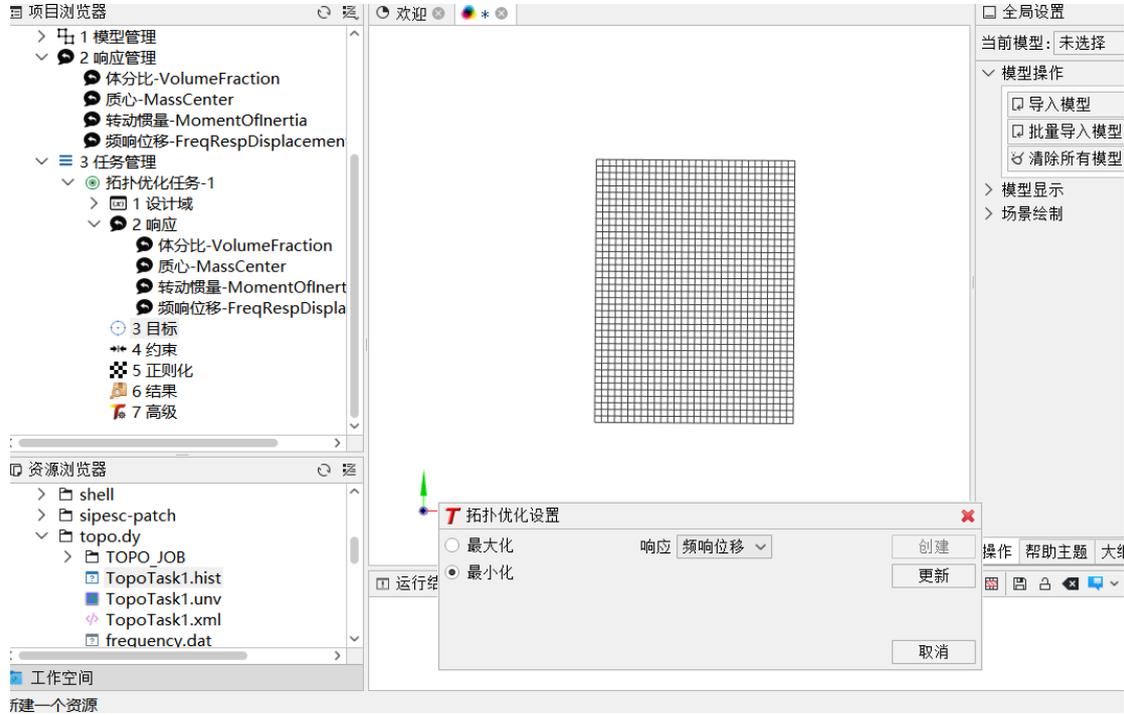


图 8.7 设置目标

5. 设置约束

右键点击“约束→新建”，约束 ID 为 1，响应选择“体分比”，选中上限，设置为“0.6”，如图 8.8 所示。

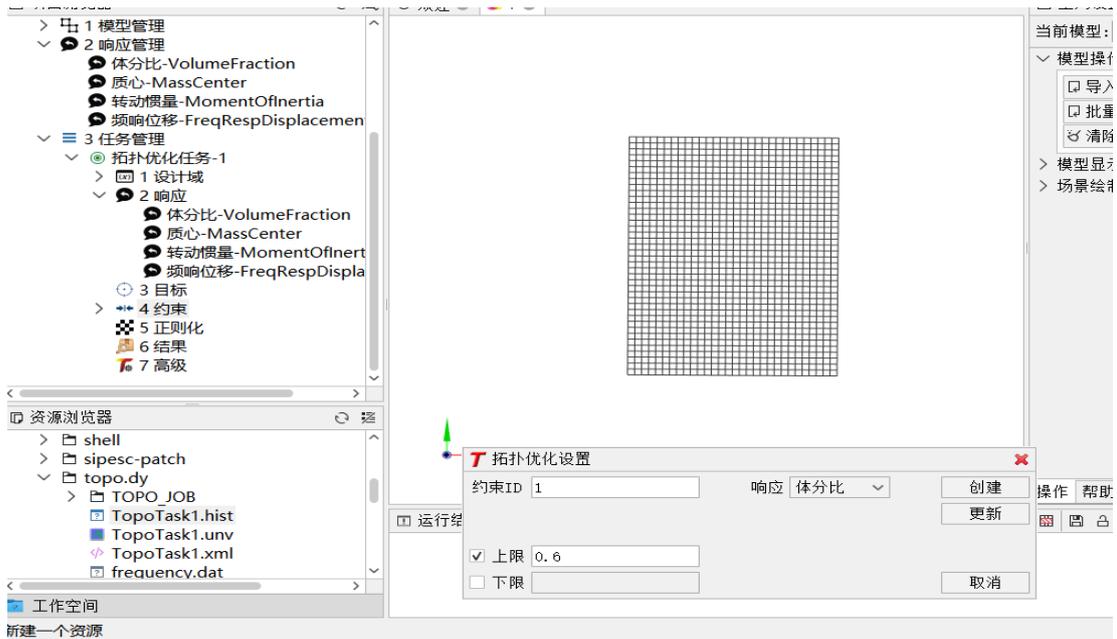


图 8.8 设置约束

6. 正则化

右键点击“正则化→修改”，类型选择“密度过滤”，过滤半径输入“1.5”，单击“创建”，如图 8.9 所示。

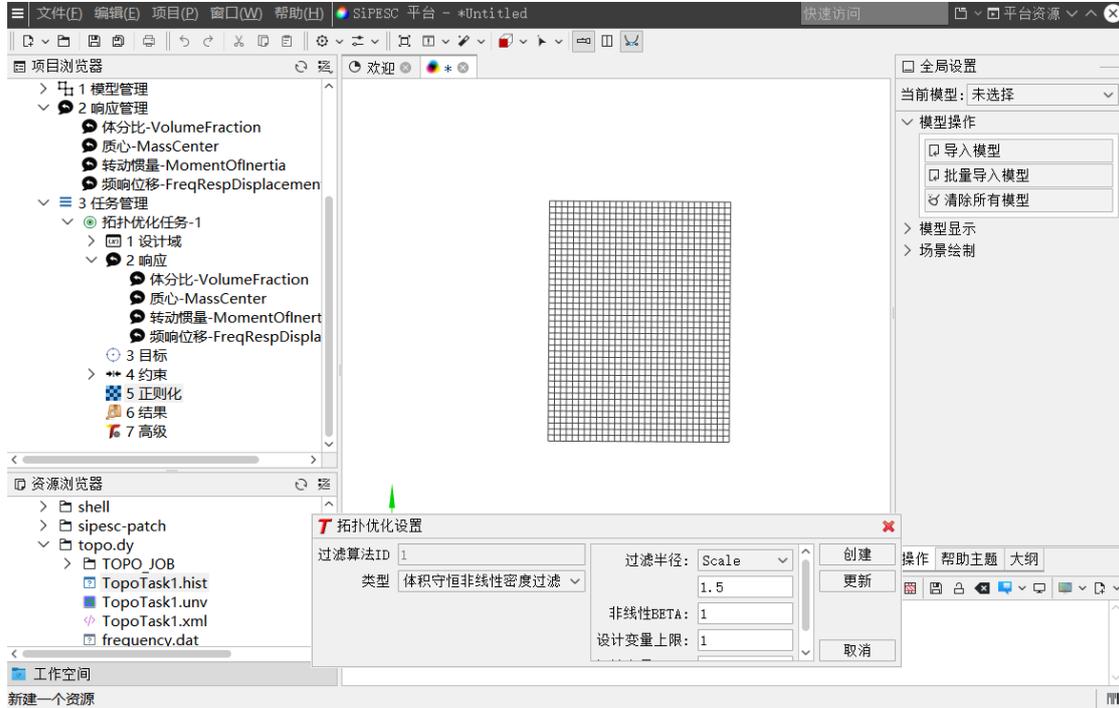


图 8.9 设置正则化参数

7. 其他参数

右键点击“高级→配置”。

调整结构分析类型。点开“结构分析类型”，并进一步点开 variable”，将类型为“stiff”和“StrDamp”的卡片编号改为“2”。将类型为“mass”的卡片编号改为“3”。

调整拓扑插值模型参数。打开“拓扑插值模型组”，进一步打 3 号插值模型，打开“parameter”，调整“penal”为“1”。

调整优化算法参数。点开“优化算法”，并进一步打开“parameter”，编辑“maxInteration”为“1000”。编辑 designValueInitial 为“0.6”，如图 8.10 所示。

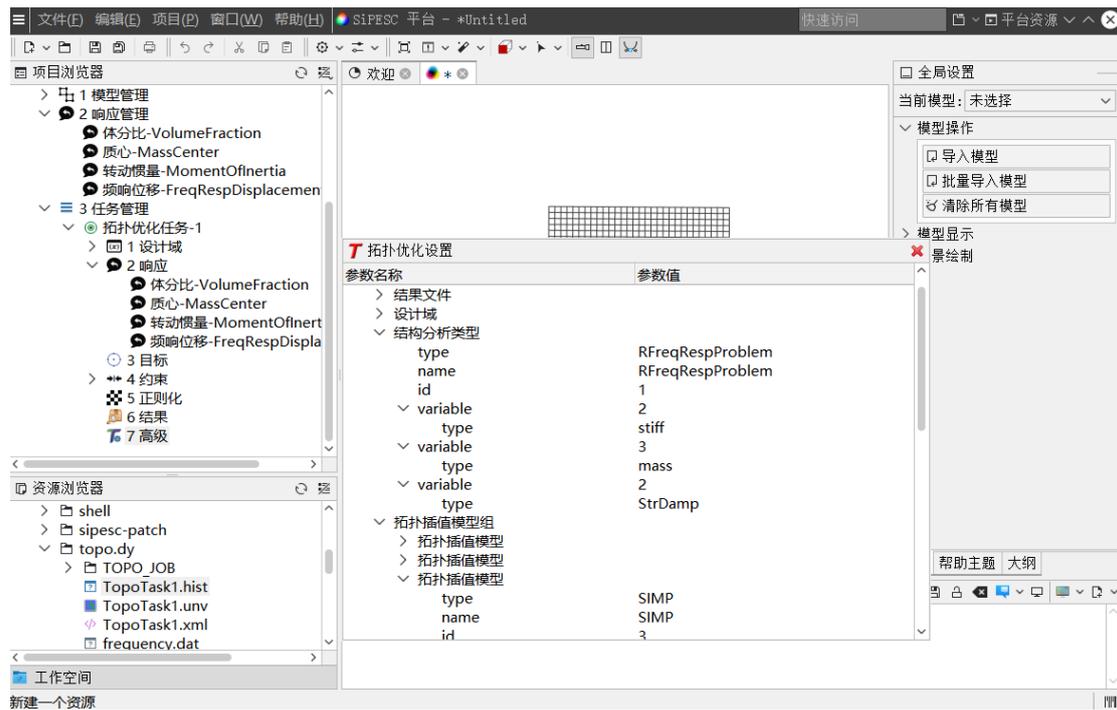


图 8.10 拓扑优化高级设置

更改完毕后，右键点击“高级→保存”。该拓扑优化任务已设置完毕。

8. 开始优化

右键点击“拓扑优化任务-1→优化”，开始执行该任务。控制台中实时显示该任务的执行进度。同时网格显示窗口实时更新拓扑结果。

9. 查看结果

点击“结果→查看”，单击工具栏显示/隐藏工具箱，点击“有限元模型→可见性设置→显示拓扑优化结果”，选择优化步，可以观察整个优化过程及最后的拓扑构型。

9 附录一 远程计算

本章介绍基于 SSH 实现的 SiPESC.TOPO 远程计算功能。拓扑优化远程模块，是与基于 SiPESC 开发的 SSH 远程客户端，通过 SSH 协议，实现本地与远程信息交互。在本地配置优化模型与优化参数，配置远程计算的节点，即可实现远程计算，本地优化结果实时后处理，使远程计算机的使用更加便利，同时减少了本地计算机的资源占用。

使用此功能，SiPESC 需安装插件：org.sipesc.ui.sshclient。

9.1 SSH 主机管理配置

在菜单栏中点击“窗口”→“配置”→“SSH 客户端”，如下图所示。填写远程计算机信息，点击“+”按钮，保存远程计算机信息。

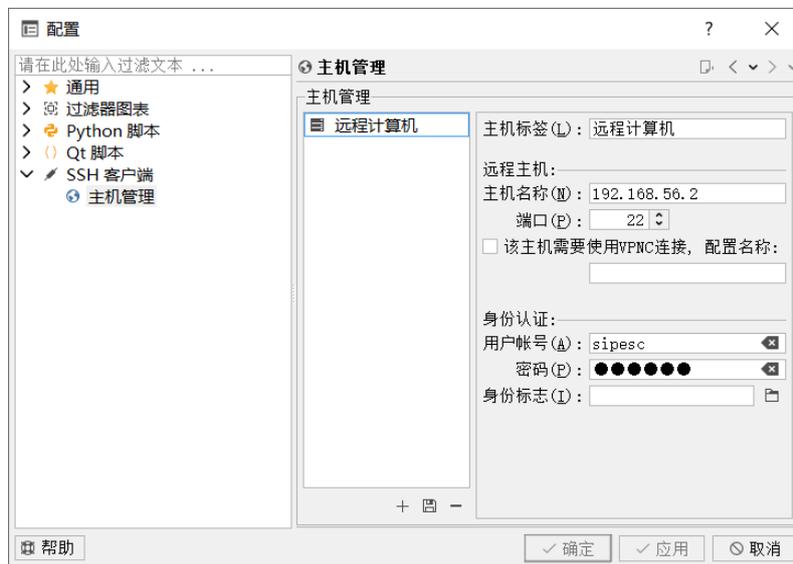


图 9.1 SSH 客户端配置

9.2 拓扑优化设置

本节简要说明拓扑优化远程计算过程，界面操作与普通拓扑优化相同，区别是**本节第 3 部分**，请关注。

1. 新建拓扑优化项目

在菜单栏中点击“文件”→“新建”→“其他”，打开新建窗口，如下图所示。展开“拓扑优化项目”→点击“拓扑优化项目”→“下一步”可新建拓扑优化项目。填写项目名称和选择位置后，点击“完成”。

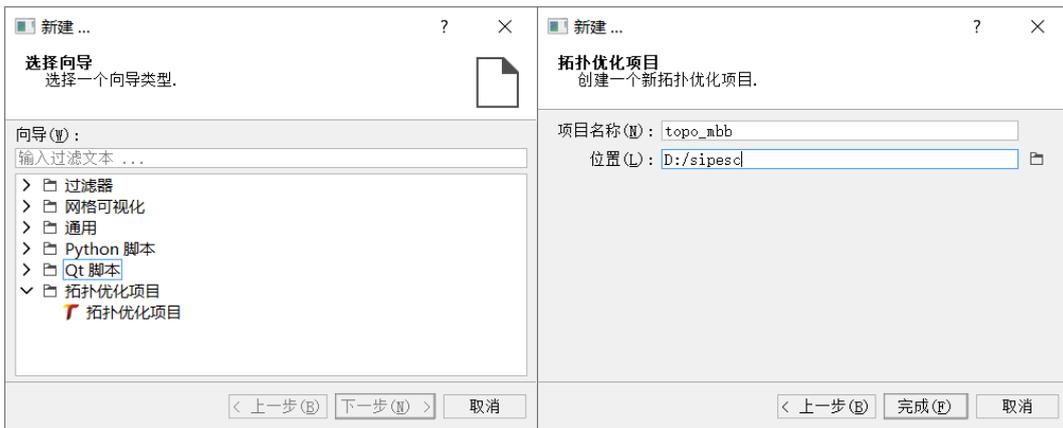


图 9.2 新建项目

在“模型管理”右击→点击“导入模型”。“响应管理”中默认提供与分析类型相关的响应。在“任务管理”右击，点击“新建任务”配置优化参数。

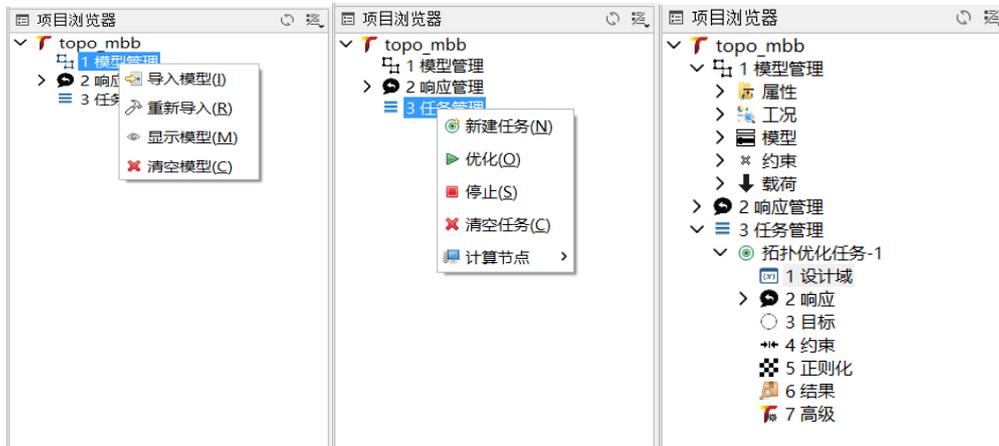
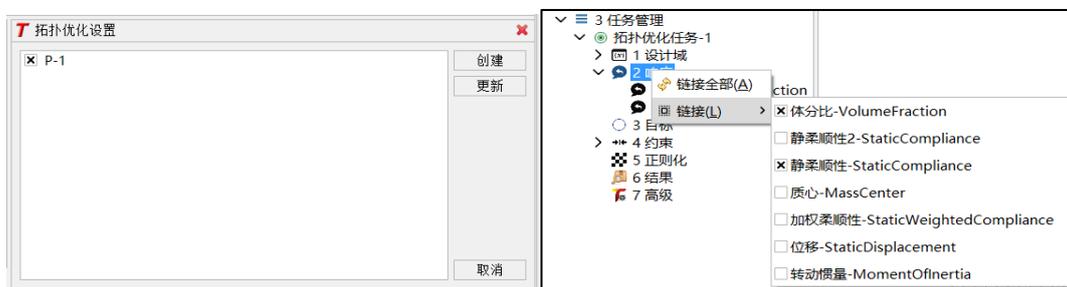


图 9.3 模型导入与新建拓扑优化任务

2. 拓扑优化参数设置

展开“拓扑优化任务-1”，在需要配置的项上右击鼠标即可出现对应的配置界面。



a) 设计域

b) 响应



图 9.4 拓扑优化参数设置

3. 选择计算节点开始计算

拓扑优化参数配置完成后，在鼠标右键点击“任务管理”→点击“计算节点”→选择远程计算机（此处远程计算机名字是 SSH 配置窗口填写的名字），在弹出的“远程配置窗口”配置远程计算机的“SiPESC 主程序”与“拓扑优化工作位置”。

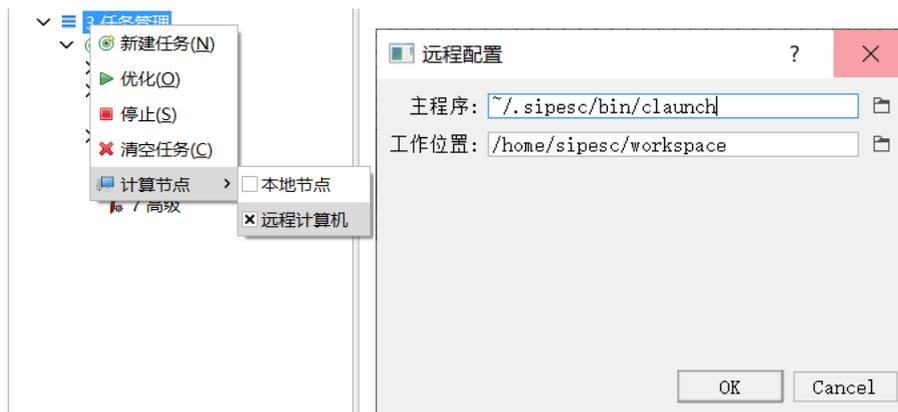


图 9.5 选择并配置计算节点

鼠标右键点击“拓扑优化任务-1”→选择“优化”，开始计算。计算结果将在 SiPESC 平台可视化窗口中实时显示，如下图所示。

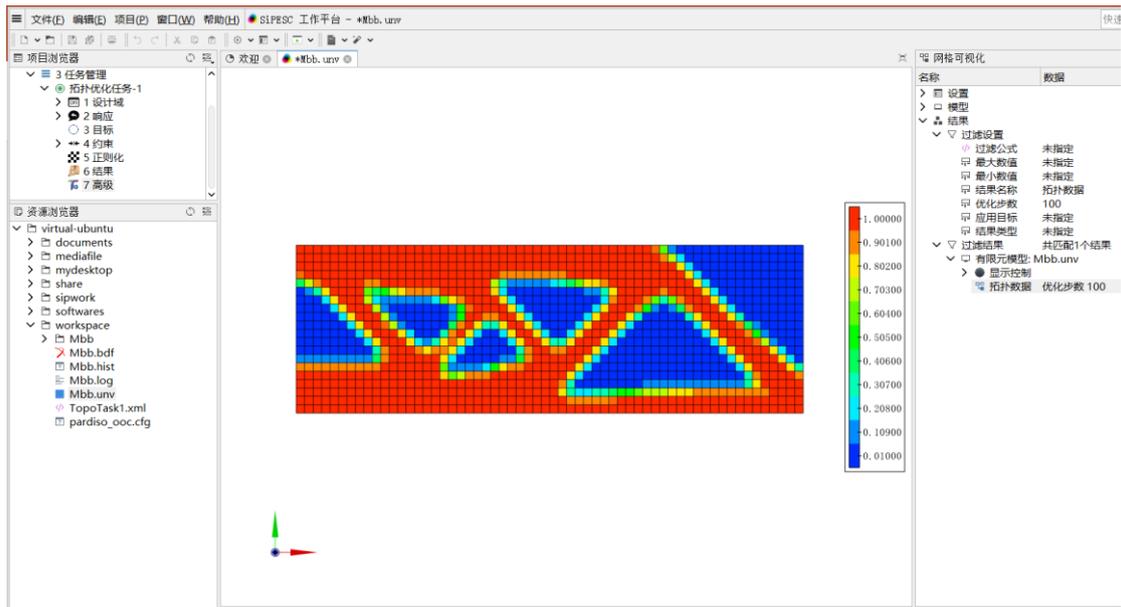


图 9.6 计算结果实时显示

10 附录二 SiPESC.TOPO 界面配置

SiPESC 提供相对灵活的界面配置功能。若用户通过 SiPESC Workbench 启动平台，平台仅加载系统基本插件。其他功能插件需要用户手动加载。首次启动平台界面如图 10.1 所示。

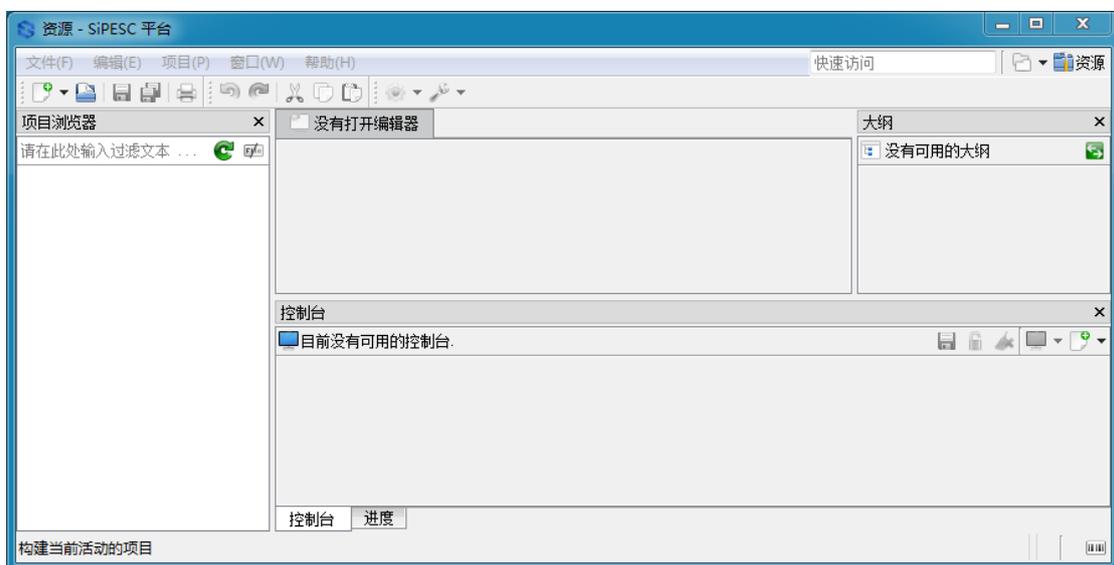


图 10.1 首次启动平台界面

1. 加载插件

需加载插件：**org.sipsc.ui.topo.project**

打开 SiPESC 平台后，点击菜单栏“窗口→配置”，弹出平台配置界面，如图 10.2 所示。依次展开“通用→启动与关闭”，勾选所需插件，点击“确定”，重新启动平台；或选择插件后，点击“加载”，关闭配置窗口。

注：如果不了解各个插件的功能，不确定勾选那些插件，可以点击“全部选择”，选中所有可用插件。此时可能会遇到问题：“***插件无法加载”。这是因为部分插件需要许可证，如果仅仅使用基本功能，可以忽略上述错误，或者取消勾选对应的插件。

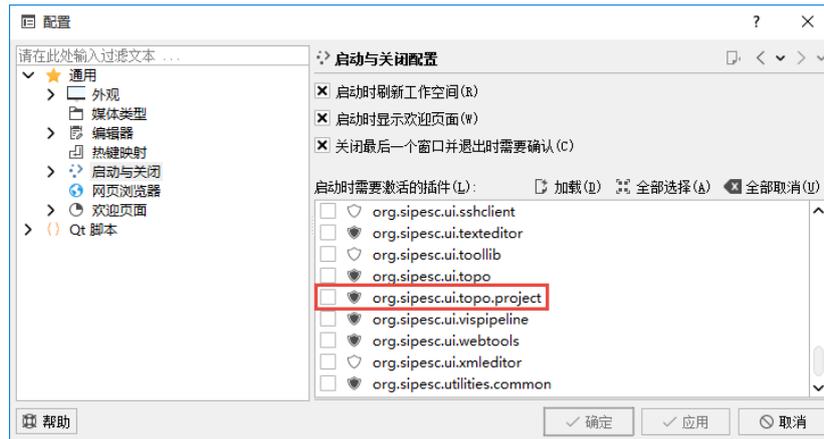


图 10.2 平台配置界面

2. 切换拓扑优化视角

本小节设置与下一小节（3）设置的功能相同，选择一个即可。

点击 SiPESC 平台右上角的“打开视角”按钮  平台资源 ，点击“其他”，弹出“打开视角”对话框。选择“拓扑优化”，点击 OK，如图 10.3 所示。

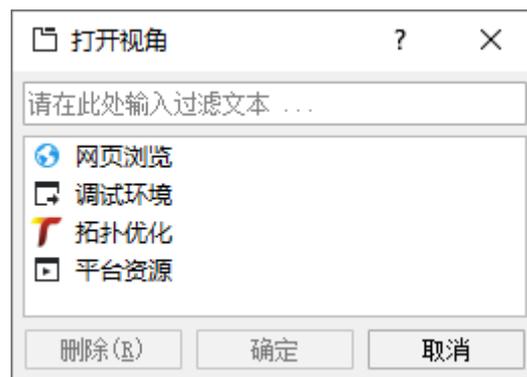


图 10.3 切换视角

3. 打开拓扑优化视图

打开 SiPESC 平台后，点击菜单栏“窗口→显示视图→其他”，弹出显示视图界面，如图 10. 所示。需打开的视图有：“问题”、“控制台”、“项目浏览器”、“大纲”、“拓扑优化设置”（勾选即可）。拓扑优化界面如图 10. 所示。

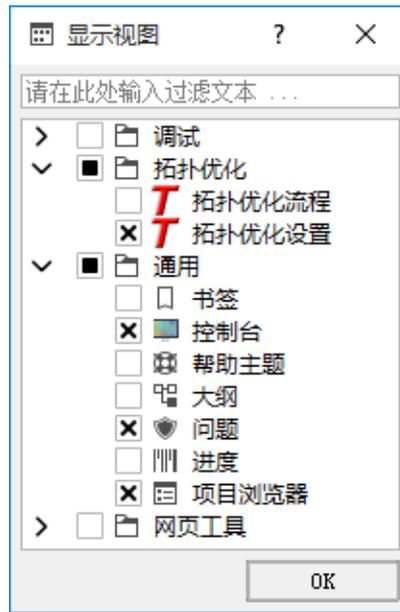


图 10.4 平台配置界面

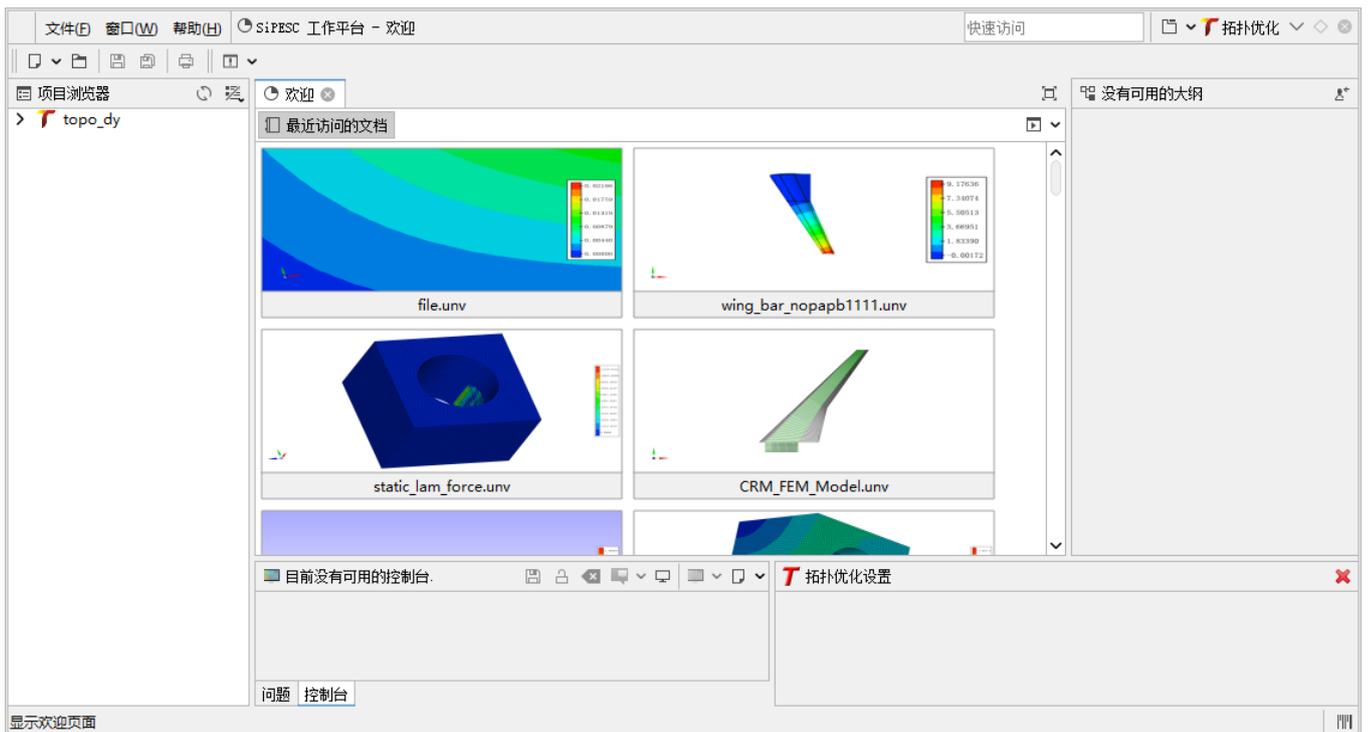


图 10.5 拓扑优化界面

4. 调整新建菜单（可选）

打开 SiPESC 平台后，点击菜单栏“窗口→自定义视角”，弹出自定义视角的界面，如图 10. 所示。选择“快捷数据”卡片，在该卡片左侧的“子菜单”的下拉菜单选择“新建”，在“快

捷数据分类”中勾选“拓扑优化项目”，然后点击右下角的“确定”，自定义视角界面关闭，完成操作。



图 10.6 自定义视角界面

11 附录三 线上安装

本章仅适用于“SiPESC 软件包管理器”线上安装。

本章内容基于《SiPESC 软件包管理器使用说明》编写，请先参考此说明文档学习 SiPESC 平台安装。文档下载位置：<http://www.sipesc.com/documents/>

11.1 Windows 环境安装

1. 下载并安装软件包管理器(<http://archive.sipesc.com/htpage/windows.html>);
2. 打开 SiPESC 软件包管理器;
3. 点击左侧配置按钮，打开配置界面，选择系统架构（默认 64 位）;

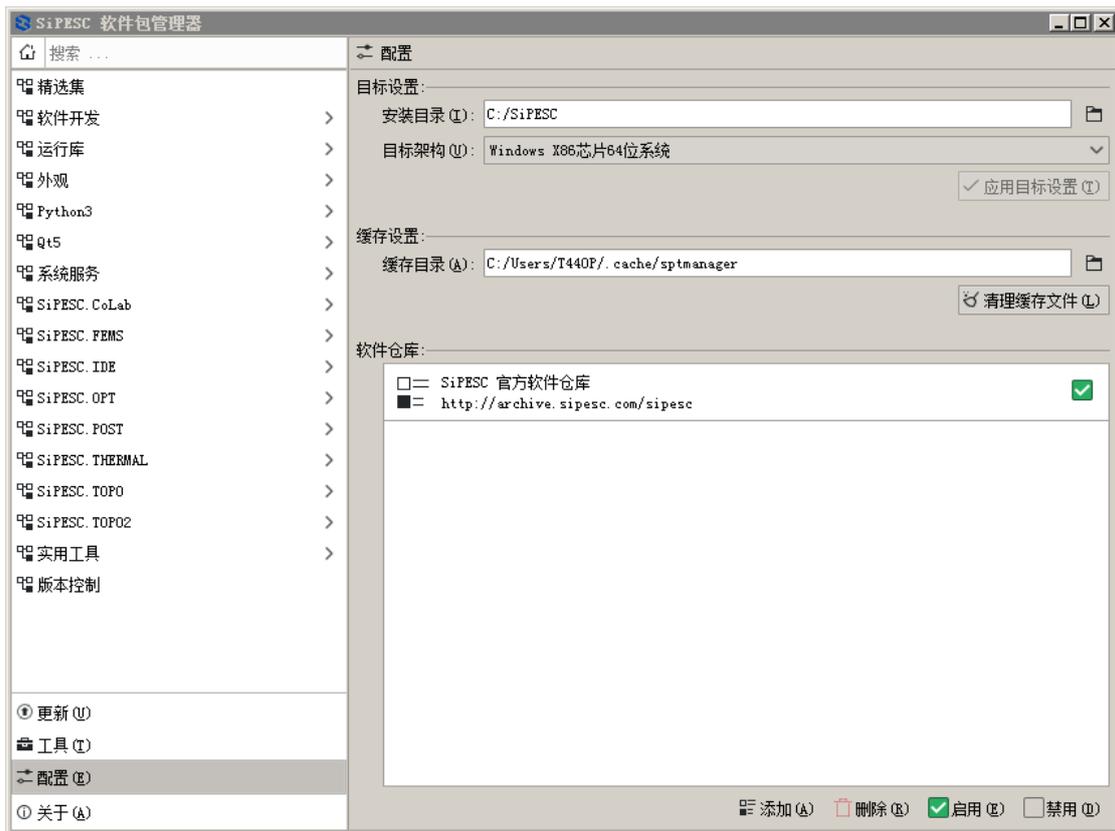


图 11.1 设置界面

(可选) 修改软件仓库，如下图，添加并勾选“SiPESC 预览版 RC”与“SiPESC 第三方 DEV”两个仓库，取消勾选“SiPESC 官方软件仓库 archive”。

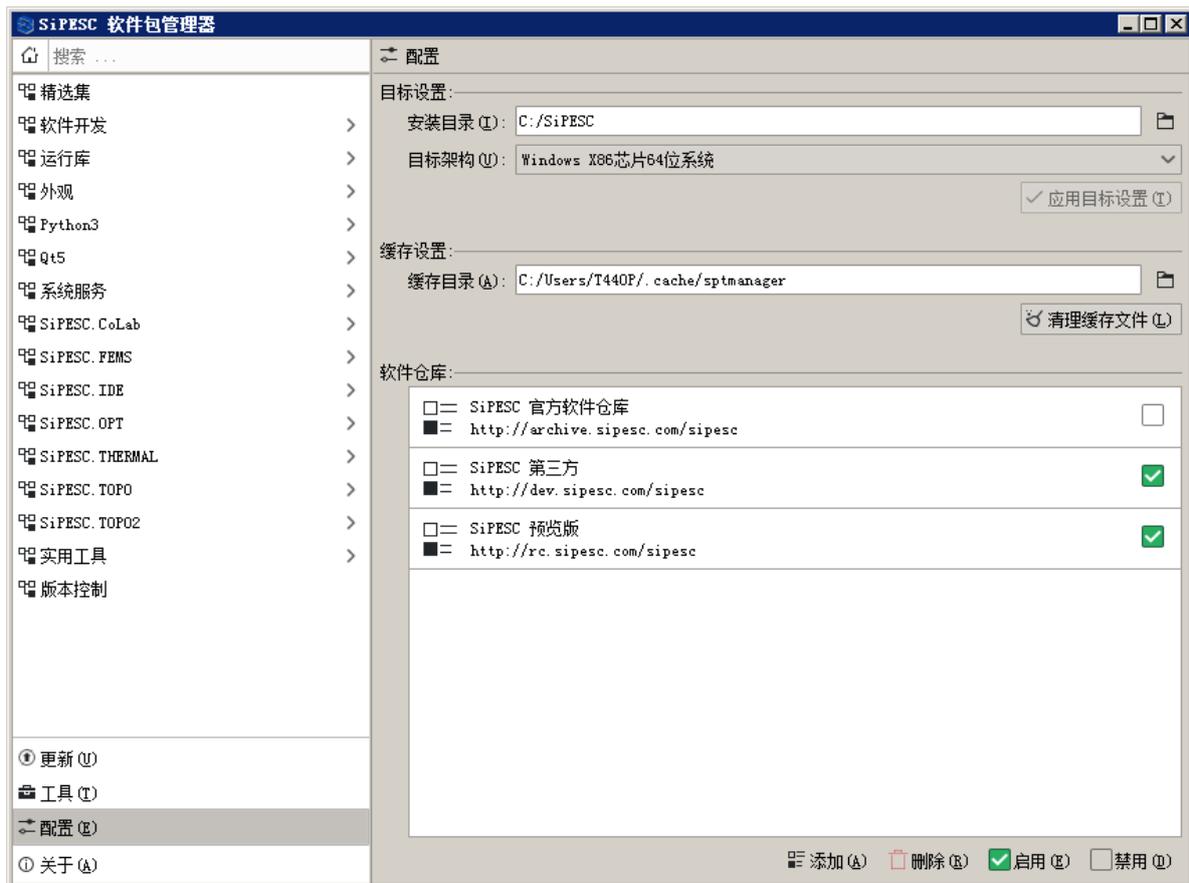


图 11.2 软件仓库设置

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。

4. （可选）修改源的话，建议重启软件包管理器。重启后，先点击左侧**更新**按钮，然后点击右上角**检查更新**，更新软件包信息；

5. 左侧分类窗口，选择“**SiPESC.FEMS**->插件”，建议**全部安装**；

6. 选择“**SiPESC.IDE**->实用工具”，安装 **mextmgr-launcher** 与 **mextmgr-appconfig** 两个软件包；

7. 选择“**SiPESC.IDE**->插件”，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）

8. 安装 Intel MKL 运行库，选择“**SiPESC.FEMS**->插件”，确定 **org.sipesc.fems.mkldll** 已安装。



9. 选择“**SiPESC.OPT**->插件”，安装 `org.sipesc.opt.cmma`、`org.sipesc.opt.mma` 软件包；

10. 选择“**SiPESC.TOPO**->插件”，建议全部安装；

11. （可选）若进行 python 二次开发，选择“**SiPESC.IDE**->插件”，安装 `org.sipesc.ui.pyscript` 软件包；

注意：使用某关键词搜索过一次后，切换其他标签后，软件包列表可能为空，需要清空搜索内容并点击回车键。

11.2 Windows 环境使用

SiPESC.TOPO 提供两种使用方法：**命令行操作与界面操作**，本使用手册以界面操作为主。第 2 章对命令行操作间进行了简要说明，第 3 章及后续章节均为界面操作说明。

11.3 Linux (Ubuntu) 环境安装

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

```
apt-get update && apt-get install -y --allow-unauthenticated wget gnupg \
&& wget -qO - http://rc.sipesc.com/ubuntu/key.gpg | apt-key add - \
&& wget -qO - http://dev.sipesc.com/ubuntu/key.pub | apt-key add - \
&& echo 'deb http://rc.sipesc.com/ubuntu/ focal main mingw sipesc' > /etc/apt/sources.list.d/sipesc.list \
&& echo 'deb http://dev.sipesc.com/ubuntu/ focal main' >> /etc/apt/sources.list.d/sipesc.list

apt-get update && apt-get install -y --allow-unauthenticated \
libmextmgr2 \
org.sipesc.algorithms.common \
org.sipesc.algorithms.eigenanalysis \
org.sipesc.utilities.common \
org.sipesc.fems.bfddataimporter \
org.sipesc.fems.beamelement \
org.sipesc.fems.beamexporter \
org.sipesc.fems.beamimporter \
org.sipesc.fems.cdbdataimporter \
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.elementdb \
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.incmptmembrane \
org.sipesc.fems.inpdataimporter \
org.sipesc.fems.jifexdataexporter \
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.mitcelement \
org.sipesc.fems.parallel \
org.sipesc.fems.randpem \
org.sipesc.fems.rmpc \
org.sipesc.fems.solver \
org.sipesc.fems.sparsematrix \
org.sipesc.fems.specialelement \
org.sipesc.fems.strain \
org.sipesc.fems.straindb \
org.sipesc.fems.stress \
org.sipesc.fems.stressdb \
org.sipesc.fems.transient \
org.sipesc.fems.tri3drillmemb \
org.sipesc.matrix \
org.sipesc.opt.aco \
org.sipesc.opt.ga \
org.sipesc.opt.gmma \
org.sipesc.opt.mma \
org.sipesc.opt.cmma \
org.sipesc.opt.dot \
org.sipesc.opt.nsqp \
org.sipesc.opt.solve \
org.sipesc.opt.common \
org.sipesc.opt.tablehistory \
org.sipesc.opt \
org.sipesc.topo \
org.sipesc.fems.femdataimporter \
org.sipesc.fems.scriptassist \
org.sipesc.fems.mstools \
org.sipesc.fems.heatstress \
org.sipesc.fems.responsespectrum \
org.sipesc.core.pyscript \
org.sipesc.core.engdbs.mstools \
org.sipesc.topo.solver
```



11.4 Linux (Ubuntu) 环境使用

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`）



感谢您使用 SiPESC.TOPO 操作手册，希望你已经学会了 SiPESC 结构拓扑优化的操作方法。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



微信订阅号