

梁杆壳单元验证

14.1 桁架单元

本节通过展示一个二维简单桁架结构，介绍本软件桁架单元的应用及界面基本操作方法。数值计算模型示意图如图 14-1 所示，结构跨度 18m，高 3m。该计算模型左侧和右侧角点 xy 方向位移固定，同时在结构顶部相应位置分别施加大小为 1kN 和 2kN 的集中荷载。模型材料相关参数如表 1 所示：

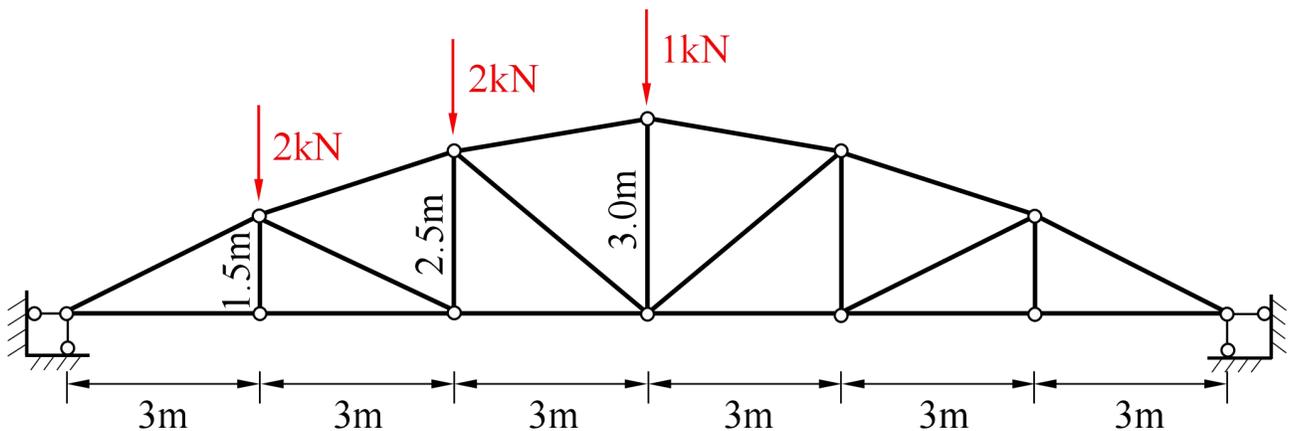


图 14-1 计算模型示意图（单元类型：桁架单元）

表 1 模型材料参数（采用简单的线弹性本构模型）

弹性模量 E (GPa)	泊松比	截面积 A (m ²)
200	0.3	0.04

14.1.1 FssiCAS 图形界面操作——前处理

14.1.1.1 在 FssiCAS 软件中创建工程文件

用户首先在任何路径新建一个文件夹，自定义文件名，比如命名为 Truss；用户点击图标 ，即可启动 FssiCAS 软件；

在 FssiCAS 软件中，用户点击 File—New，即可新建一个项目；用户点击 File—Save，选择之前新建的文件夹（选择 Truss 文件夹），即可将新建的项目保存在之前新建的文件夹里；当用户点击右上角 ×（退出软件）时，在弹出的窗口中选择 Yes，可保存当前项目，选择 No 即不保存当前

项目，即可将新建的项目保存在之前新建的文件夹里，如图 14-2 所示。

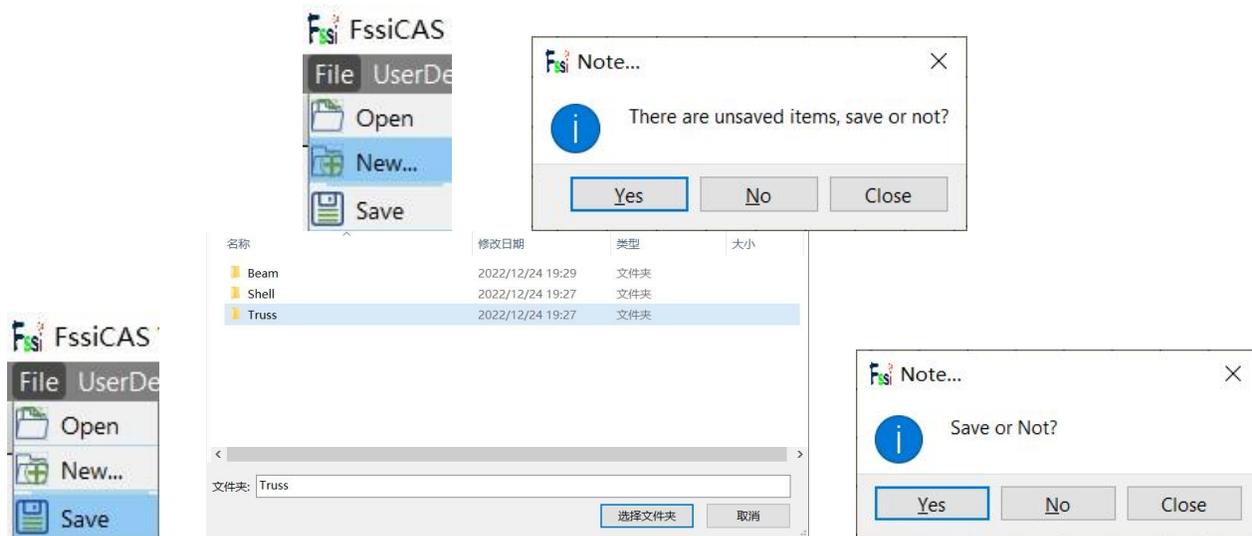


图 14-2 在 FssiCAS 软件中新建和保存一个项目的过程图

14.1.1.2 导入网格

用户点击在前处理界面上 Model 树状菜单栏中的 Load Mesh，在弹出 Choose GIDmesh File 窗口中，选择从 Gid 软件中导出的网格文件，双击或点击打开按钮，可导入几何模型的网格，如图 14-3 所示。

在弹出的 Load Mesh 窗口中设置固体单元类型和流体单元阶次，在本案例中固体单元采用 Truss 桁架单元，不设置流体单元阶次（即没有流体存在），点击 OK，如图 14-4 所示。在工作区中显示几何模型如图 14-5 所示。

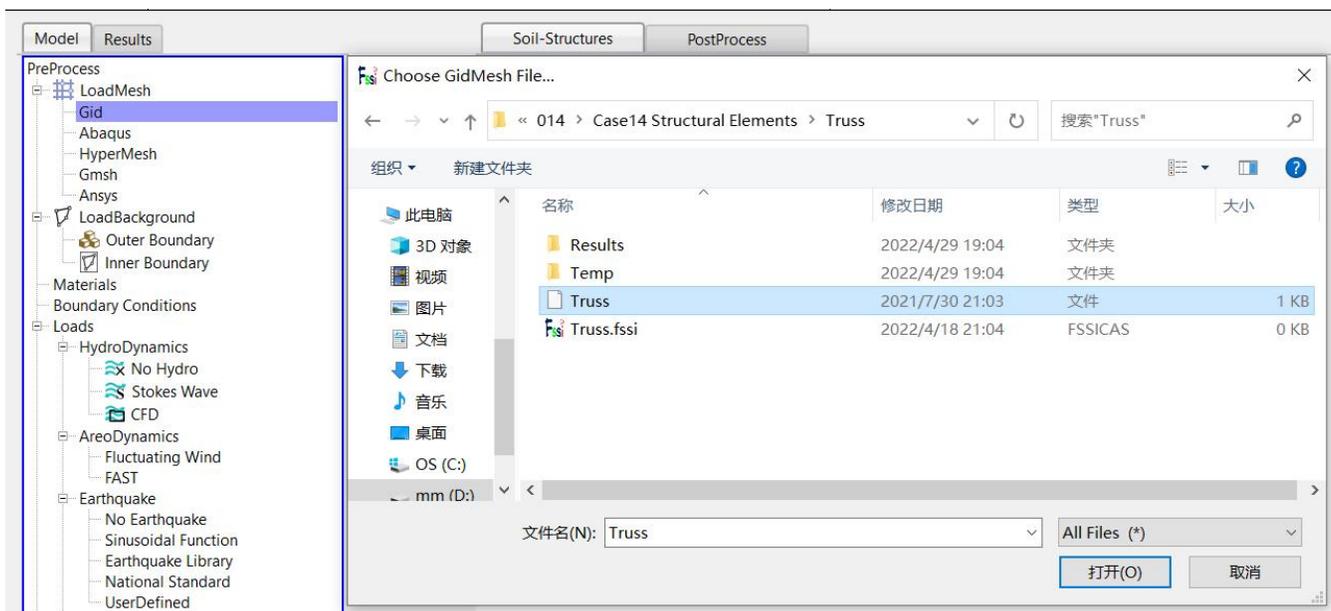


图 14-3 导入几何模型的网格文件

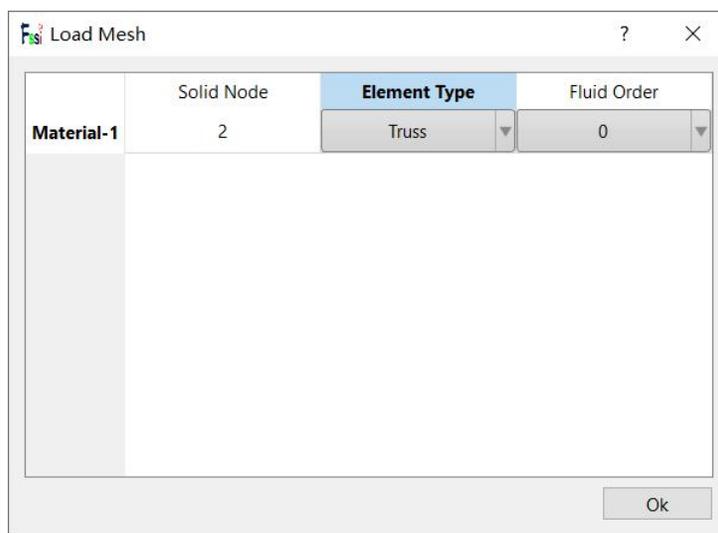


图 14-4 设置固体单元类型和流体单元阶次

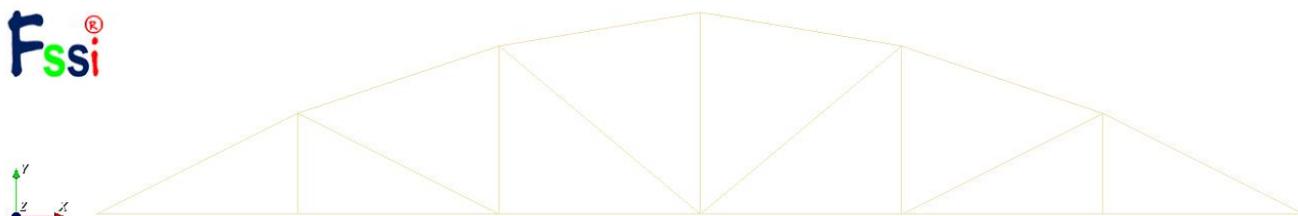


图 14-5 几何模型的显示

14.1.1.3 设置边界条件

需要将几何模型的边界条件设置为：将模型左侧和右侧角点设置为 xy 方向位移固定，同时在结构顶部相应位置分别施加大小为 1kN 和 2kN 的集中荷载。

点击工具栏中图标, 进入边界选择模式, 如图 14-6 所示;

点击工具栏中图标, 进入节点选择模式, 如图 14-7 所示;

点击键盘‘R’键, 开始选择。



图 14-6 Apply Boundary

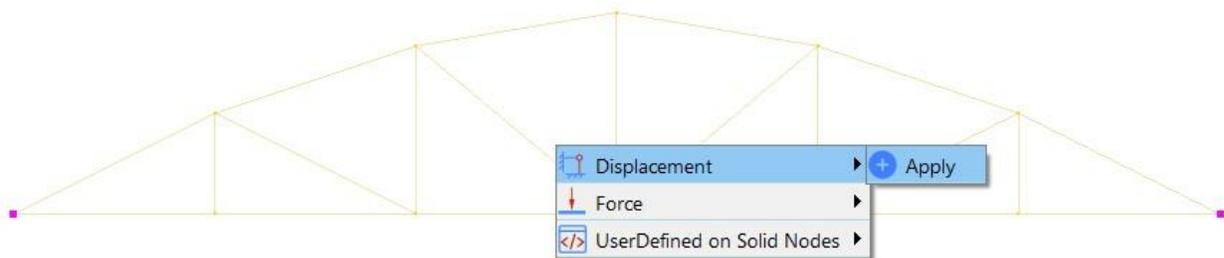


图 14-7 Select Node

在工作区中拖动鼠标框选模型左侧和右侧角点, 点击选择后被选择节点出现高亮, 点击鼠标右键, 在显示边界条件下拉菜单中选择 **Displacement—Apply**, 在弹出对话框中施加 xy 方向位移固定, 点击 **OK**, 如图 14-8 所示;

在工作区中拖动鼠标框选模型顶部施加集中荷载节点, 点击选择后被选择节点出现高亮, 点击鼠标右键, 在显示边界条件下拉菜单中选择 **Force—Apply**, 在弹出对话框中输入数值施加竖向集中力, 集中力正负号与坐标同号, 点击 **OK**, 如图 14-9 所示;

再次点击键盘‘R’键, 可结束选择。



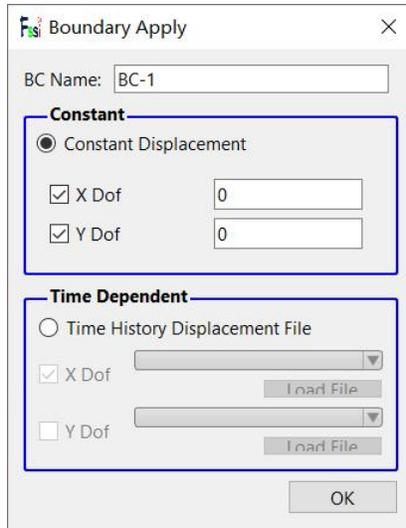


图 14-8 框选模型左右侧角点并设置为 xy 方向位移固定

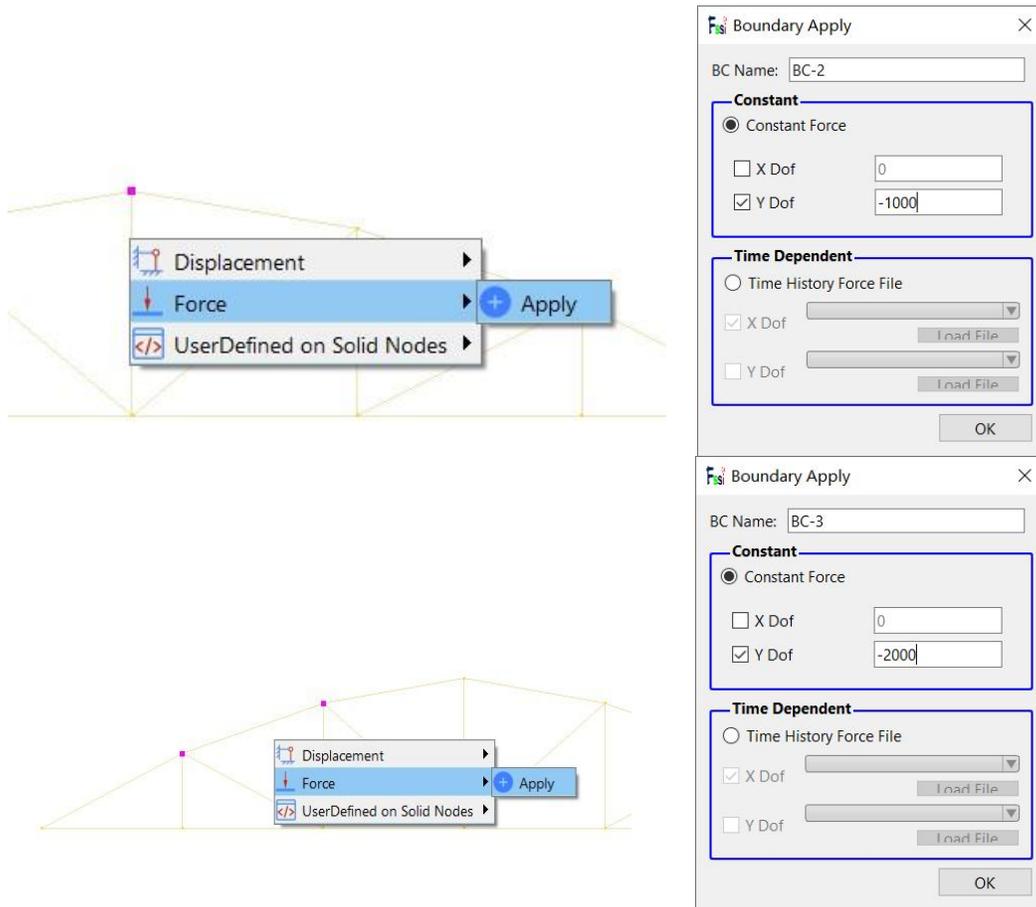


图 14-9 框选模型顶部节点并添加竖向集中力

在右侧的伸缩区中勾选 Show Boundary Condition，可以显示案例添加的边界条件，检查是否正确添加边界条件，如图 14-10 所示。

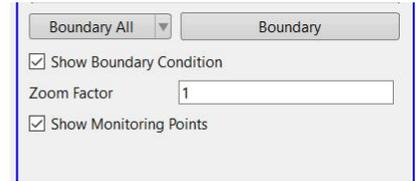
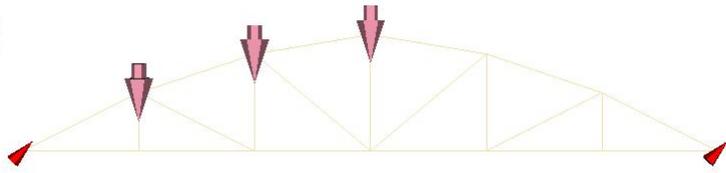


图 14-10 在右侧的伸缩区中勾选 Show Boundary Condition 以展示案例添加的边界条件

14.1.1.4 设置材料参数与本构模型

用户点击在前处理界面上 Model 树状菜单栏中的 Material，分别设置多种材料的属性参数。针对壳单元材料，在工作区中用鼠标左键点击本构模型，在弹出的窗口中选择 Elastic_Truss 模型，输入对应的材料属性参数，点击 OK，完成材料属性设置。材料属性和参数设置如图 14-11 所示。

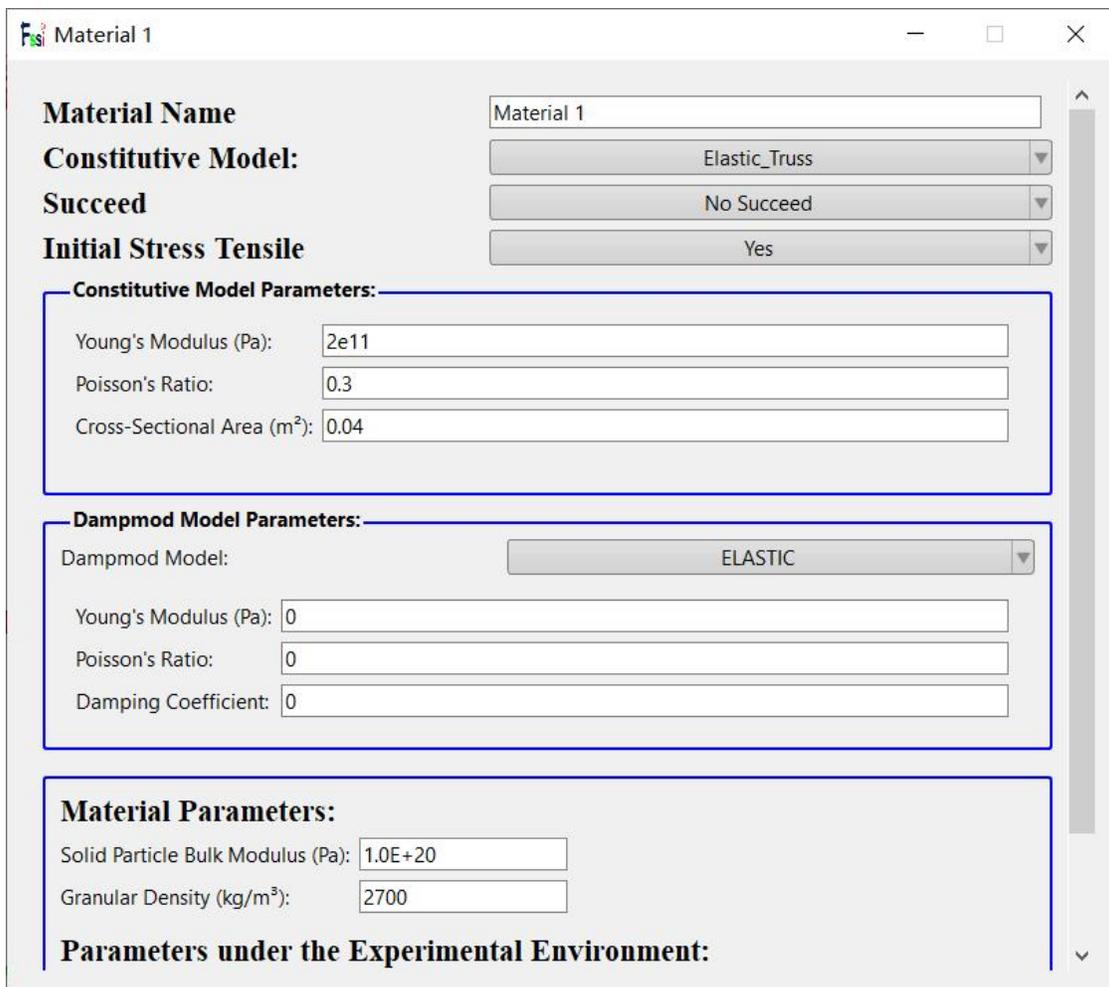


图 14-11 设置材料的相关属性参数

14.1.1.5设置水动力边界条件

由于本案例不考虑流体节点，不设置水动力边界条件。因此设置耦合方式为非耦合，不考虑波浪动力，点击 FssiCAS—Preprocess—HydroDynamics—No Hydro，如图 14-12 所示。

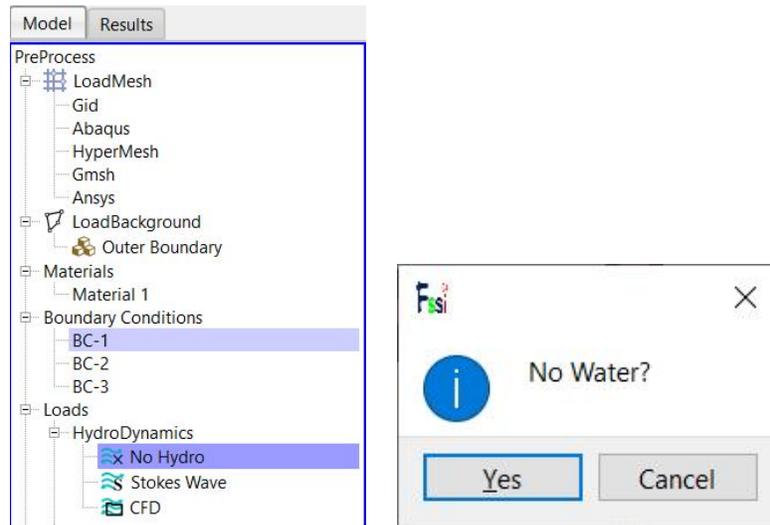


图 14-12 耦合方式选择非耦合（不考虑波浪动力）

14.1.1.6施加重力场

用户点击前处理界面上 Model 树状菜单栏里的 Loads—Field Quantity—Uniform Acceleration Field 施加重力场，如图 14-13 所示。

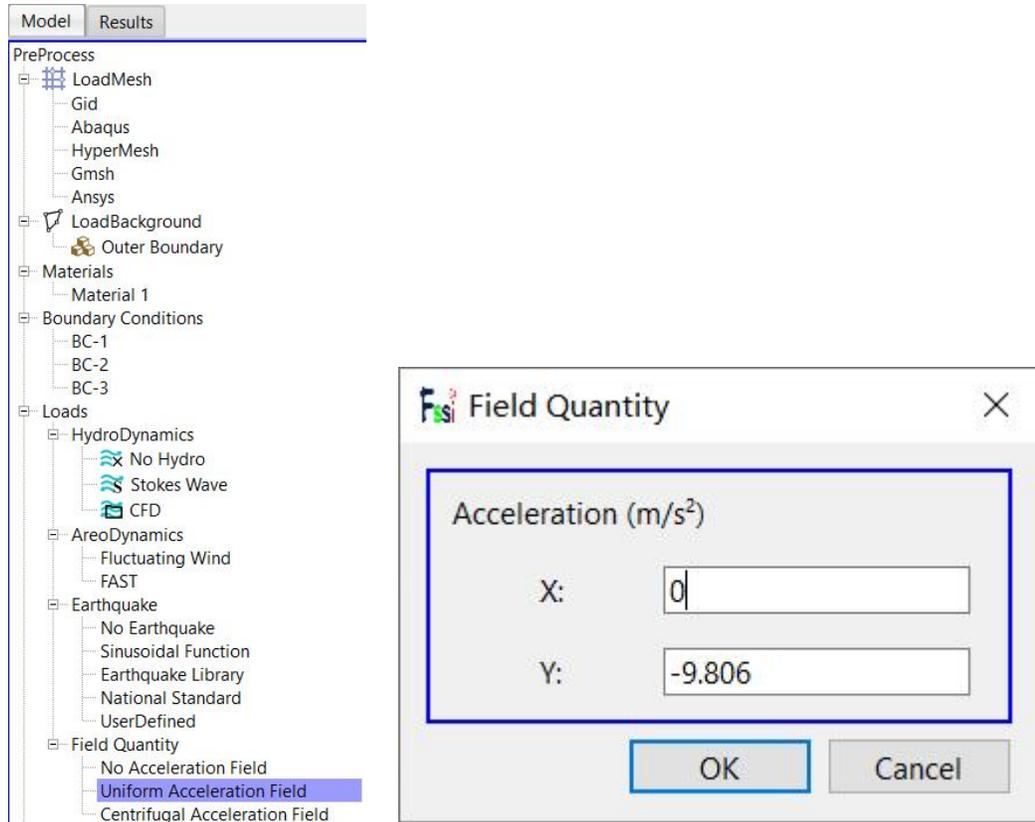


图 14-13 施加重力场

14.1.1.7 设置求解器与时间步

用户点击前处理界面上 Model 树状菜单栏里的 Solver，在弹出的对话框中设置求解器类型，求解器设置为 Static（Static 表示与时间无关的最终状态），并进行相关属性参数设置，如图 14-14 所示。

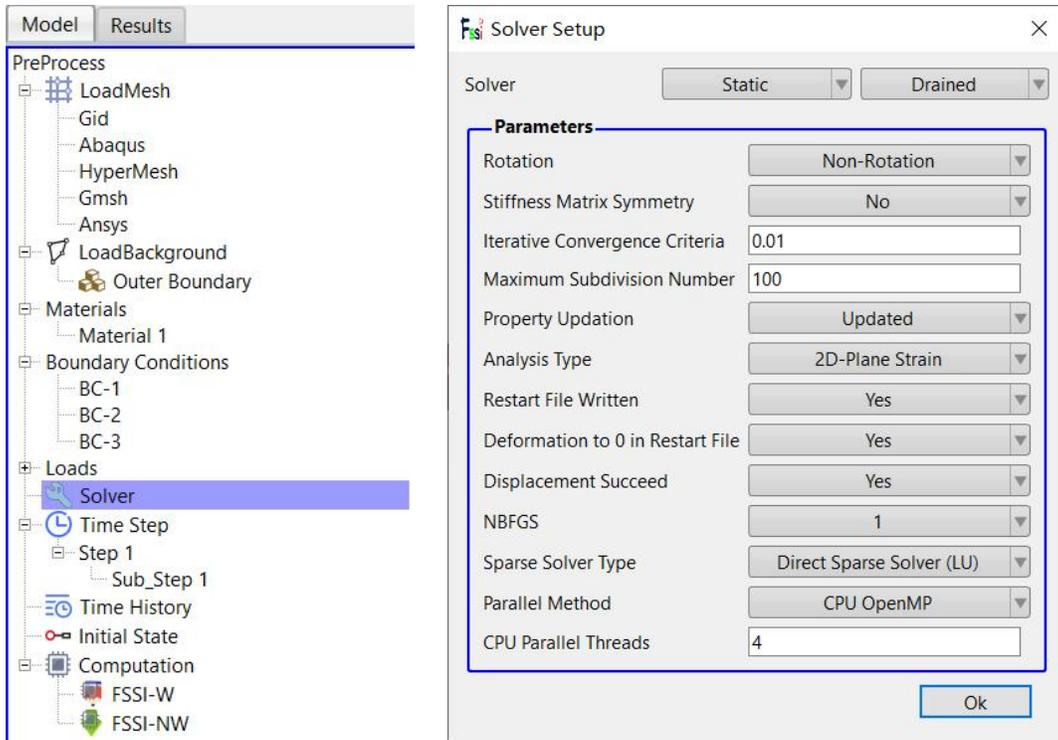


图 14-14 设置求解器的相关属性参数

在前处理界面上的 Model 树状菜单栏中的 Solver 中，点击 Time Step，设置求解时间步数为 $10 \times 0.1s = 1s$ ，时间步长为 $0.1s$ ，不更新坐标，不更新刚度矩阵，每步最大迭代 10 次，不输出重启文件，每 $1 \times 0.1s = 0.1s$ 输出分布图结果，每 $1 \times 0.1s = 0.1s$ 输出时程结果，不输出高斯点上结果，如图 14-15 所示；

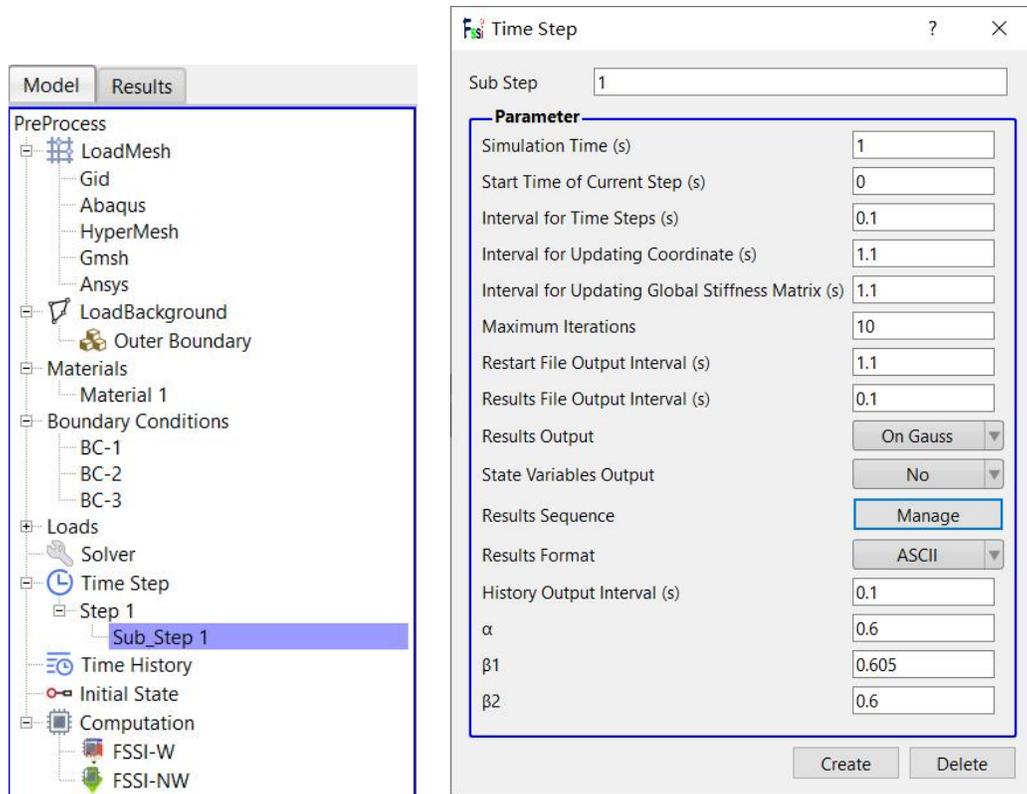


图 14-15 设置时间步和相关属性参数

14.1.1.8 添加时程输出

需要输出时程结果的点设置为：模型横向对称轴上的所有节点和单元；

点击工具栏中图标 ，进入输出时程选择模式；

点击工具栏中图标 ，进入节点选择模式；

点击工具栏中图标 ，进入单元选择模式；

选择横向对称轴，输出各个方向挠度、有效应力、应变、孔隙比 e 等；

在右侧的伸缩区中勾选 Show History Plot 可以显示已经输出时程结果的点或单元；

点击 Preprocess—Time History，可以显示输出的时程结果列表，选择列表中的项，点击右键可以进行删除操作。

14.1.1.9 设置初始状态

在前处理界面上 Model 树状菜单栏中，点击 Initial State，设置起始时间为 0s，点击 OK，即

可完成初始状态设置，如图 14-16 所示：

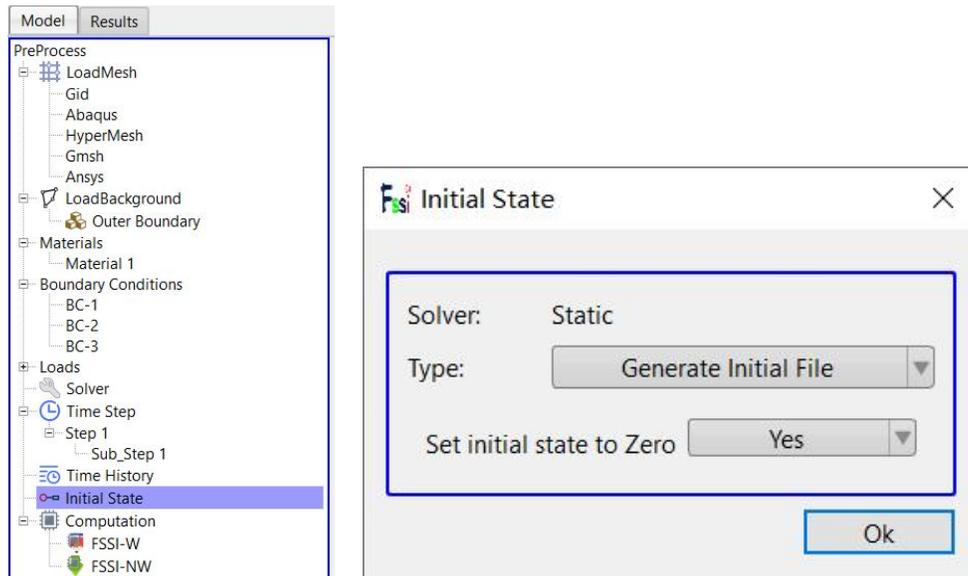


图 14-16 设置初始状态

14.1.1.10 计算并保存

点击在前处理界面上 Model 树状菜单栏里 Computaton 中的 FSSI-W，保存当前项目，开始计算，计算完成后结果储存在 Project\Results\Soil_Model\Step 1。在退出 FssiCAS 软件时，用户在弹出的 Note 窗口中点击 Yes，即可退出软件时保存项目。

14.1.2 FssiCAS 图形界面操作——后处理

用户点击树状菜单栏上的 Results，即可进入后处理界面。

14.1.2.1 加载文件

点击在后处理界面上 Results 树状菜单栏中的 Open Results File，在弹出的窗口中点击 Soil Result Files Director—Load Files，选择需要处理的结果文件夹，即可进入后处理阶段，如图 14-17 所示。

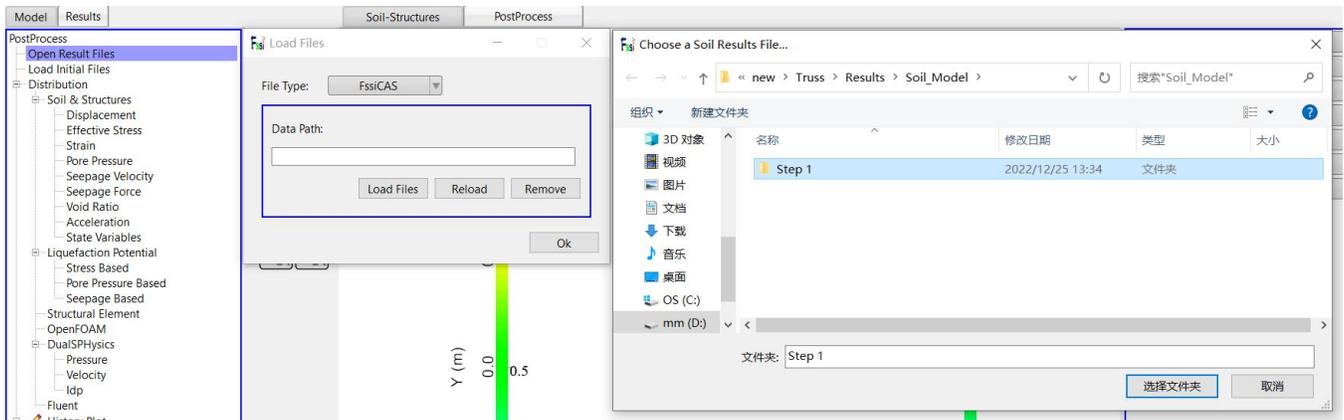
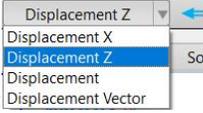


图 14-17 打开结果文件

14.1.2.2 绘制分布图

在工作区中显示选择 ，在工具栏的输入窗口  处输入时间步，按键盘上的“回车键”，即可在工作区中显示该时间步的 z 方向位移 u_z 分布图，如图 14-18 所示。

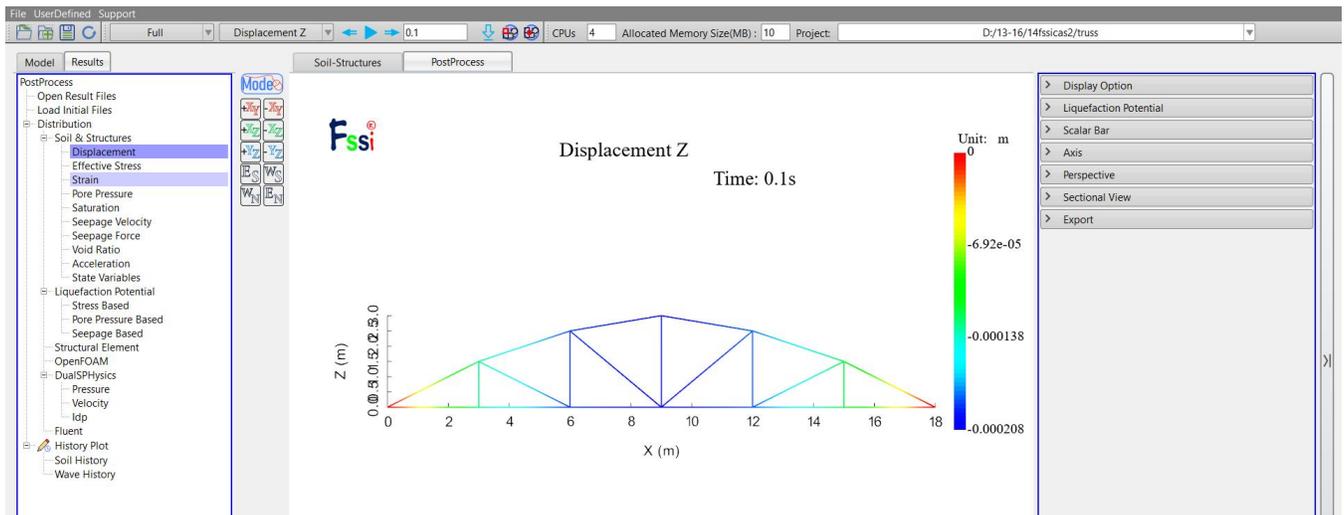


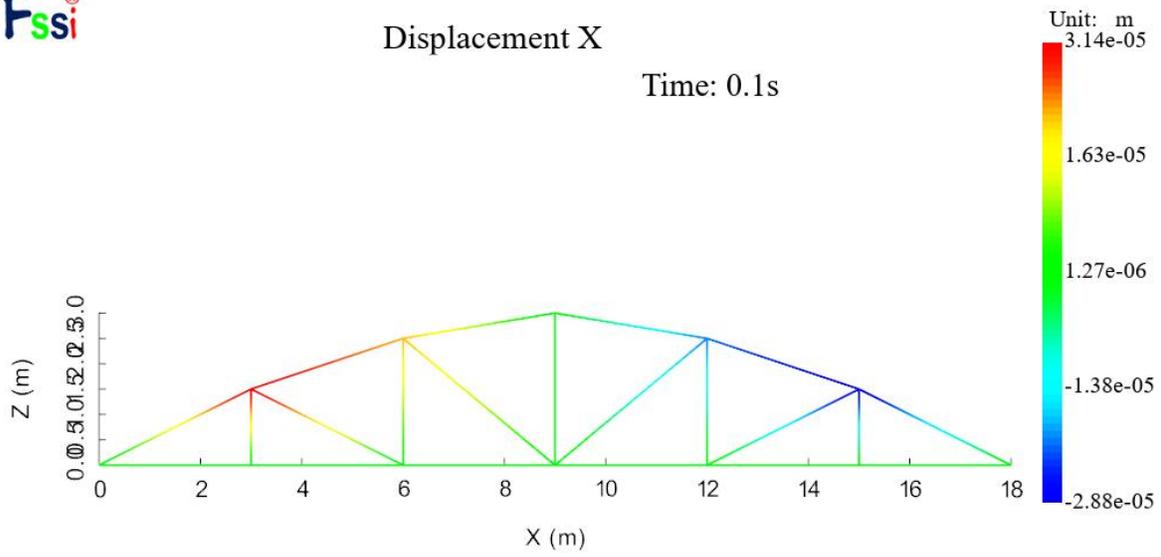
图 14-18 绘制分布图

本案例计算结果分布图如图 14-19 所示：



Displacement X

Time: 0.1s

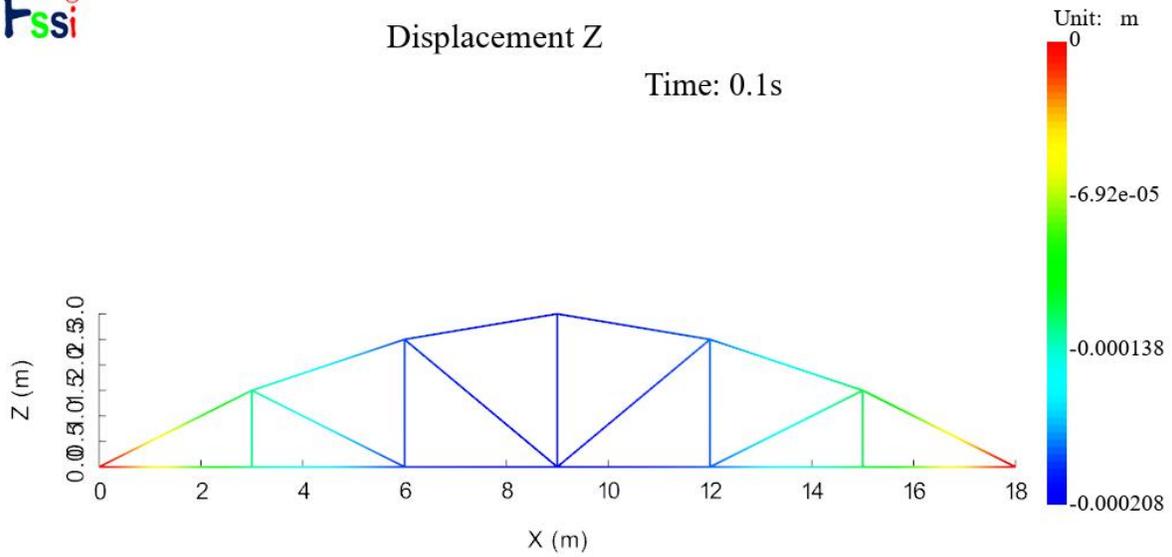


(a) x 方向位移

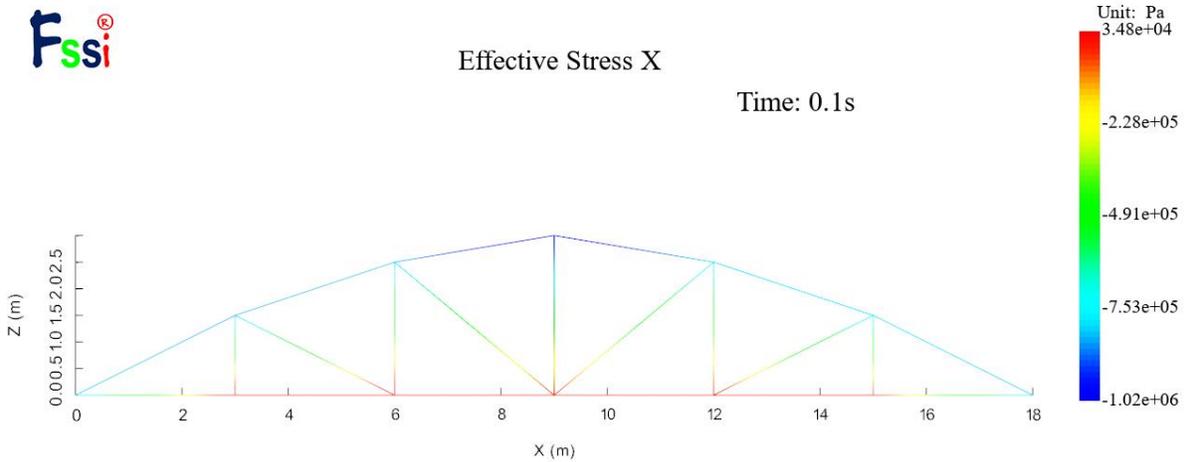


Displacement Z

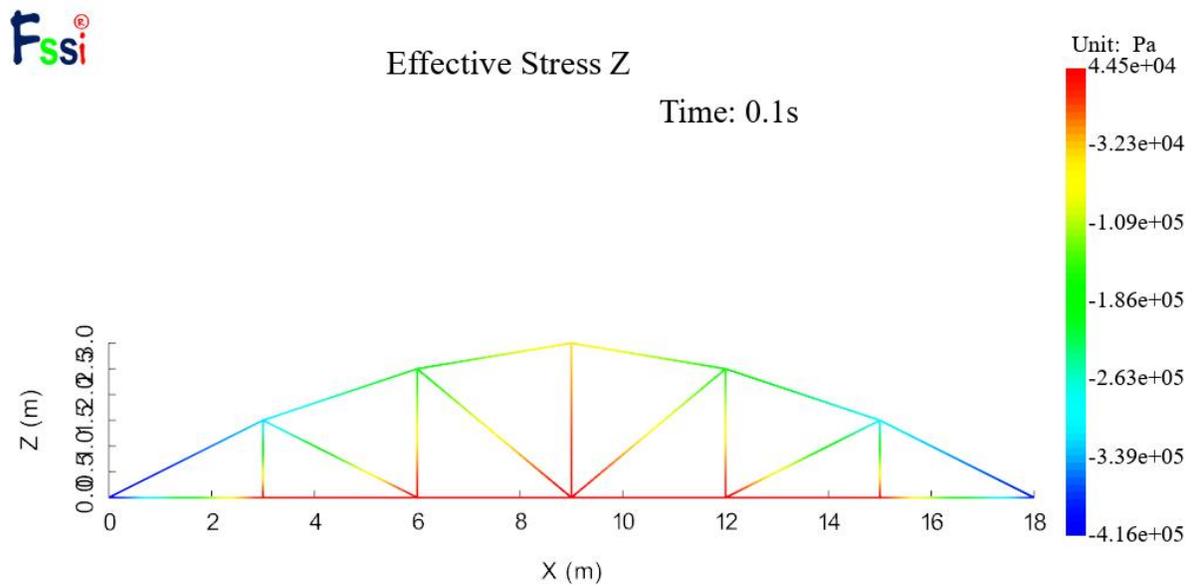
Time: 0.1s



(b) z 方向位移



(c) x 方向应力



(d) z 方向应力

图 14-19 计算结果分布云图

14.2 梁单元

本节通过展示一个二维简单桁架结构，介绍本软件梁单元的应用及界面基本操作方法。数值计算模型示意图如图 14-20 所示，结构跨度 18m，高 3m。该计算模型左侧和右侧角点 xy 方向位移固定，转角自由，同时在结构顶部相应位置分别施加大小为 1kN 和 2kN 的集中荷载。模型材料相关参数如表 2 所示：

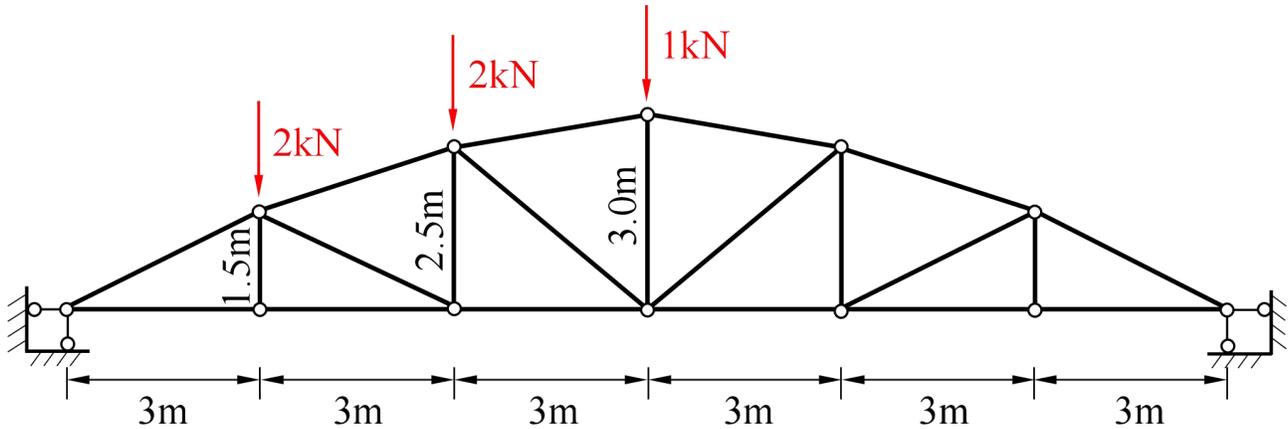


图 14-20 计算模型示意图（单元类型：梁单元）

表 2 模型材料参数（采用简单的线弹性本构模型）

弹性模量 E (GPa)	泊松比	截面类型	截面参数 b	截面参数 d	截面参数 t	截面参数 h
200	0.3	工字形	0.068	0.0045	0.0076	0.1

14.2.1 FssiCAS 图形界面操作——前处理

14.2.1.1 在 FssiCAS 软件中创建工程文件

用户首先在任何路径新建一个文件夹，自定义文件名，比如命名为 Beam；用户点击图标 ，即可启动 FssiCAS 软件；

在 FssiCAS 软件中，用户点击 File—New，即可新建一个项目；用户点击 File—Save，选择之前新建的文件夹（选择 Truss 文件夹），即可将新建的项目保存在之前新建的文件夹里；当用户点击右上角 ×（退出软件）时，在弹出的窗口中选择 Yes，可保存当前项目，选择 No 即不保存当前项目，即可将新建的项目保存在之前新建的文件夹里，如图 14-21 所示。

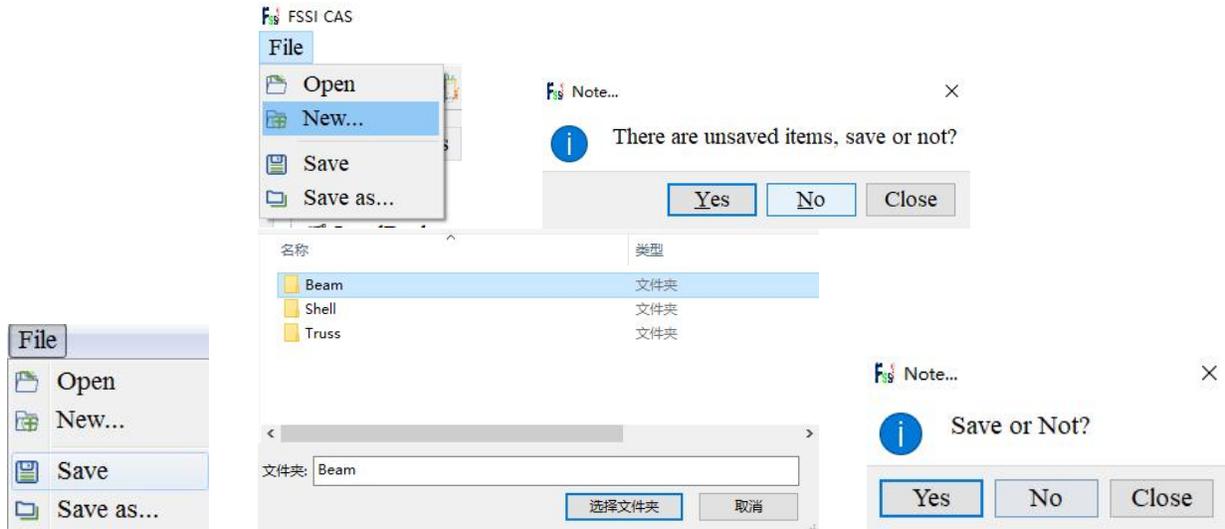


图 14-21 在 FssiCAS 软件中新建和保存一个项目的过程图

14.2.1.2 导入网格

用户点击在前处理界面上 Model 树状菜单栏中的 Load Mesh，在弹出 Choose GIDmesh File 窗口中，选择从 Gid 软件中导出的网格文件，双击或点击打开按钮，可导入几何模型的网格，如图 14-22 所示。

在弹出的 Load Mesh 窗口中设置固体单元类型和流体单元阶次，在本案例中固体单元采用 Beam 梁单元，不设置流体单元阶次（即没有流体存在），点击 OK，如图 14-23 所示。在工作区中显示几何模型如图 14-24 所示。

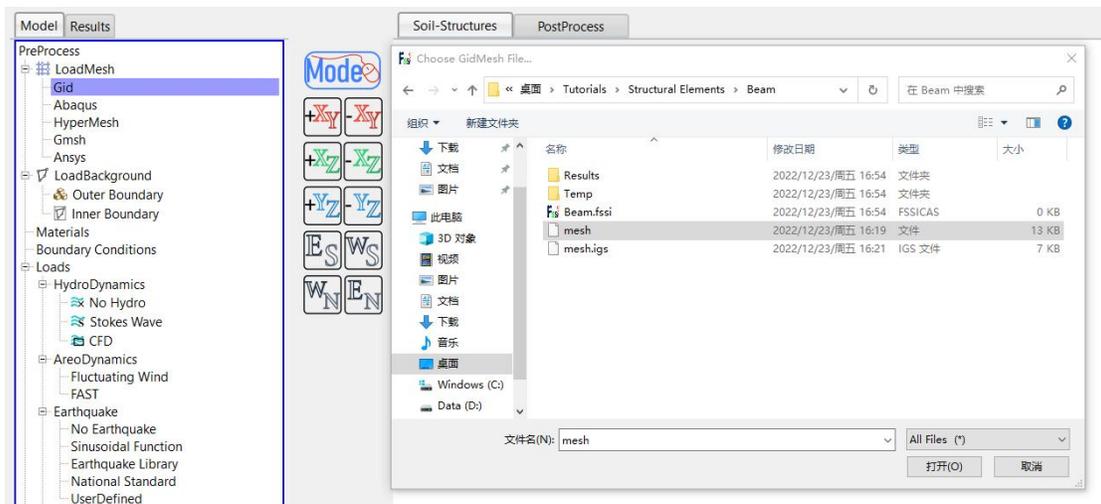


图 14-22 导入几何模型的网格文件

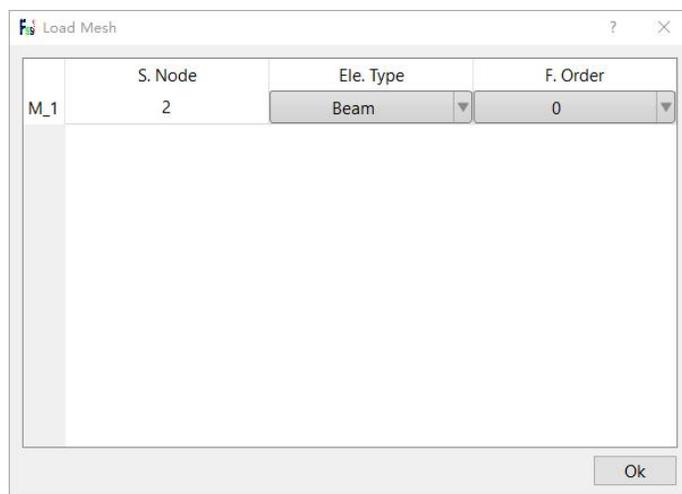


图 14-23 设置固体单元类型和流体单元阶次

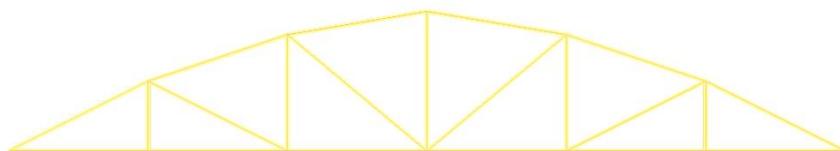


图 14-24 几何模型的显示

14.2.1.3 设置边界条件

需要将几何模型的边界条件设置为：将模型左侧和右侧角点设置为 xyz 方向位移固定且转角固定，同时在结构顶部相应位置分别施加大小为 1kN 和 2kN 的集中荷载。

点击工具栏中图标, 进入边界选择模式，如图 14-25 所示；

点击工具栏中图标, 进入节点选择模式，如图 14-26 所示；

点击键盘‘R’键，开始选择。

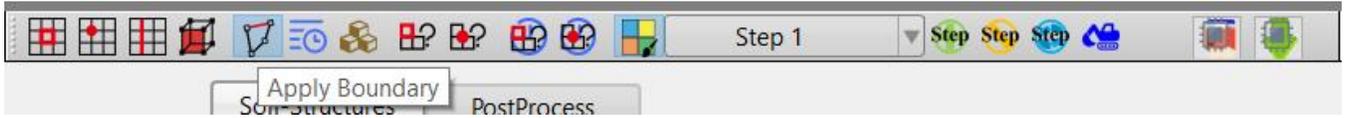


图 14-25 Apply Boundary

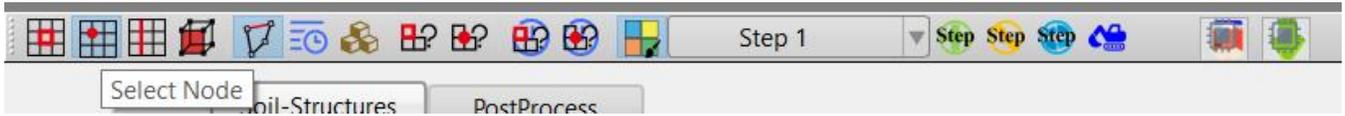
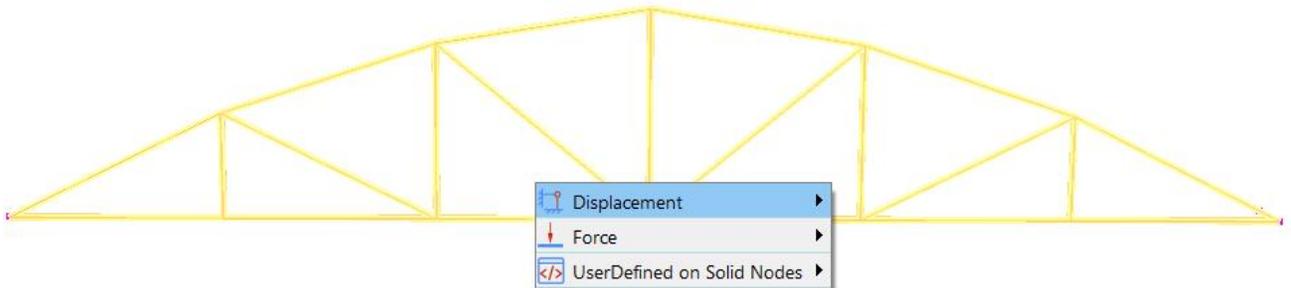


图 14-26 Select Node

在工作区中拖动鼠标框选模型左侧和右侧角点，点击选择后被选择节点出现高亮，点击鼠标右键，在显示边界条件下拉菜单中选择 **Displacement—Apply**，在弹出对话框中施加 xyz 方向位移固定，且同时转角固定，点击 OK，如图 14-27 所示；

在工作区中拖动鼠标框选模型顶部施加集中荷载节点，点击选择后被选择节点出现高亮，点击鼠标右键，在显示边界条件下拉菜单中选择 **Force—Apply**，在弹出对话框中输入数值施加竖向集中力，集中力正负号与坐标同号，点击 OK，如图 14-28 所示；

再次点击键盘‘R’键，可结束选择。



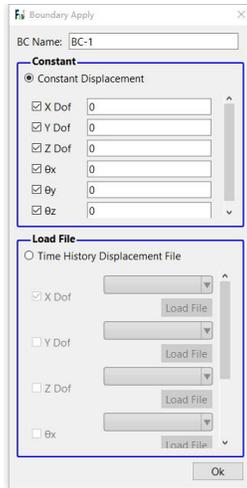


图 14-27 框选模型左右侧角点并设置为 xyz 方向位移和转角固定

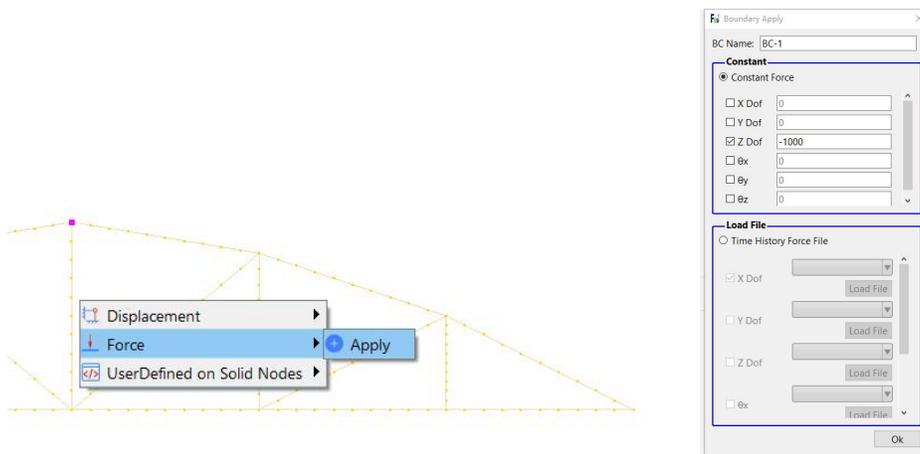


图 14-28 框选模型顶部节点并添加竖向集中力

在右侧的伸缩区中勾选 Show Boundary Condition，可以显示案例添加的边界条件，检查是否正确添加边界条件，通过 Zoom Factor，如图 14-29 所示。

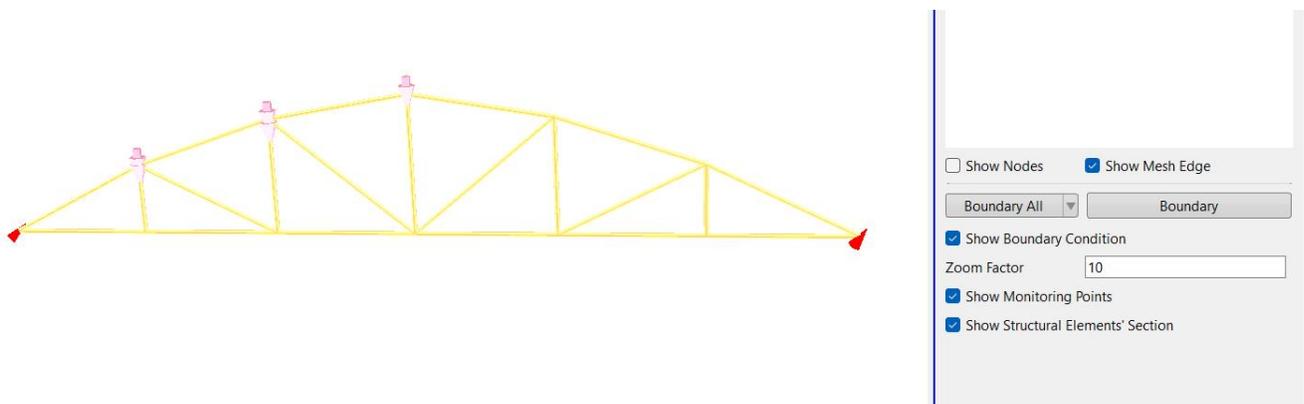


图 14-29 在右侧的伸缩区中勾选 Show Boundary Condition 以展示案例添加的边界条件

14.2.1.4 设置材料参数与本构模型

用户点击在前处理界面上 Model 树状菜单栏中的 Material，分别设置多种材料的属性参数。针对壳单元材料，在工作区中用鼠标左键点击本构模型，在弹出的窗口中选择 Elastic_Beam 模型，选择所需的截面类型，输入对应的材料属性参数，点击 OK，完成材料属性设置。材料属性和参数设置如图 14-30 所示。

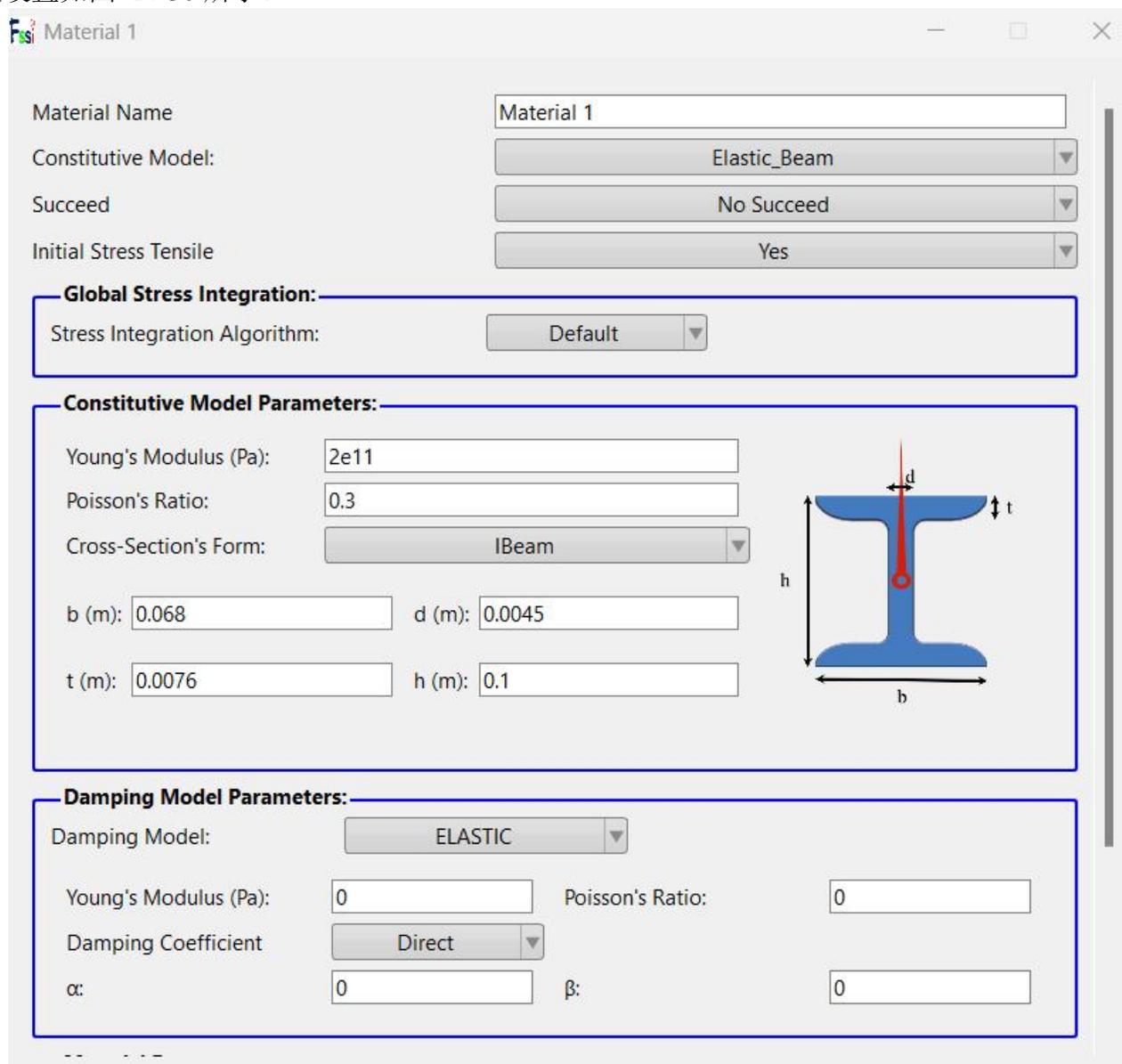


图 14-30 设置材料的相关属性参数

14.2.1.5 设置梁截面摆放方向

在三维模型中的梁单元可设置截面摆放方向。首先需要导入网格的 **iges** 文件。

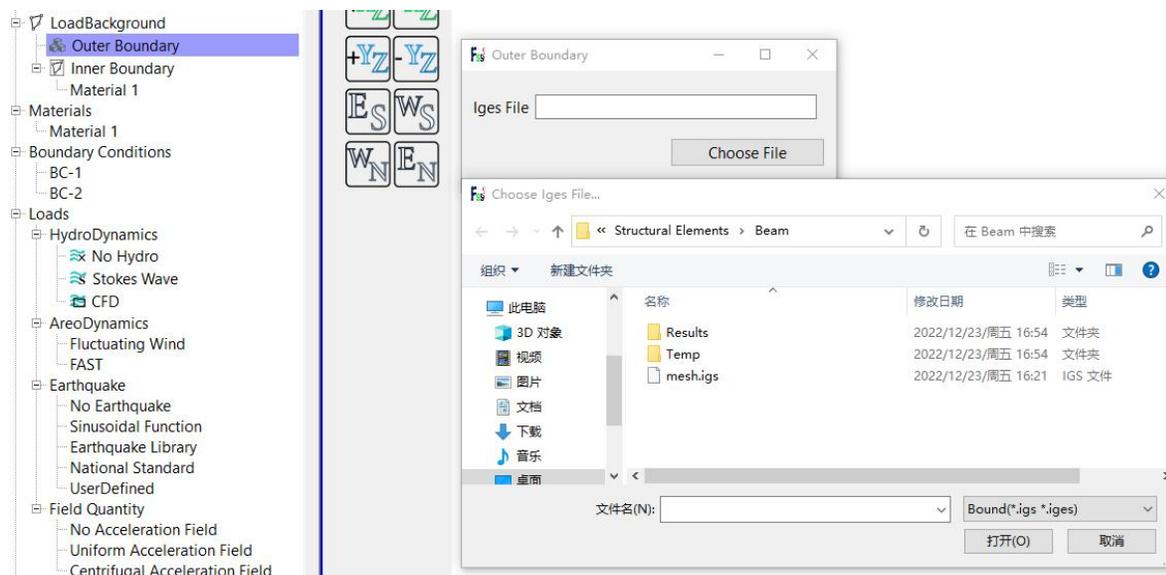


图 14-31 导入 IGES 文件

导入 IGES 边界文件后，通过工具栏图标  激活选择模式，键盘按“R”，开始框选需要调整摆放方向的单元，框选完成后点击右键点击 **Section Assignment** 进入摆放方向设置窗口。

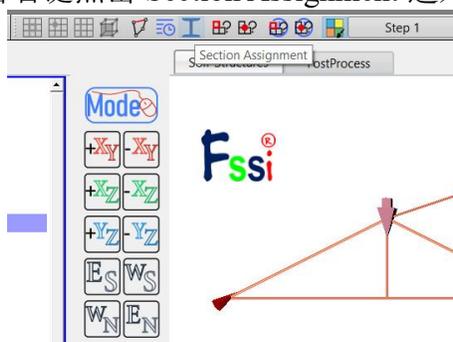


图 14-32 激活选择模式

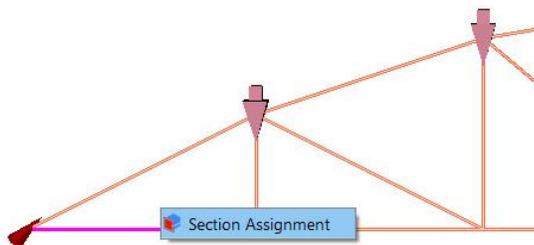
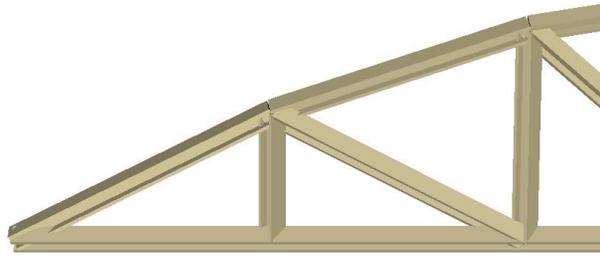


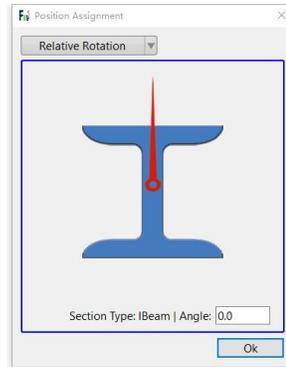
图 14-33 框选梁单元

摆放方向的设置方法包括三种：

(1) Relative Rotation

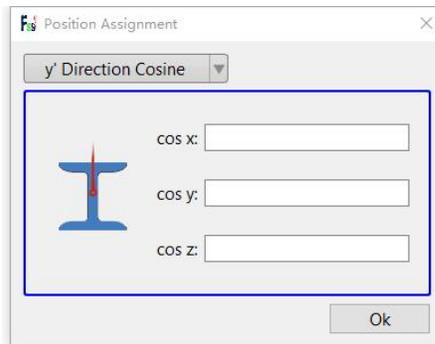


导入网格时，每个梁单元会随机生成一个初始方向，**Relative Rotation** 的旋转角度是基于该初始方向计算的，并不是当前摆放方向。



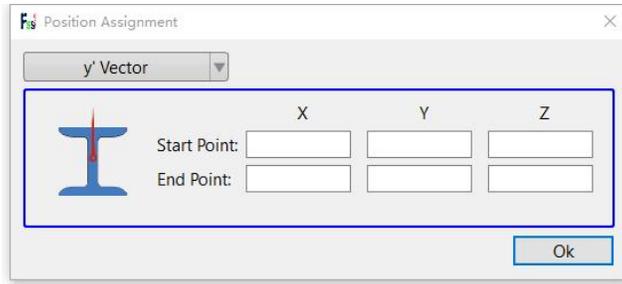
旋转示意图或直接输入旋转角度，点击 **Ok**，完成截面摆放方向设置。

(2) y' Direction Cosine



通过直接输入标准截面竖直向上方向 y' 与坐标轴三个夹角的 **Cosine** 值，设置的方向须与单元轴线垂直，点击 **Ok**，完成截面摆放方向设置。

(3) y' Vector



输入标准截面竖直向上方向 y' 的方向向量，设置的方向须与单元轴线垂直，点击 **Ok**，完成截面摆放方向设置。

设置完成后，勾选侧边收缩栏中 **Show Structural Elements' Section**，显示截面。

14.2.1.6 设置水动力边界条件

由于本案例不考虑流体节点，不设置水动力边界条件。因此设置耦合方式为非耦合，不考虑波浪动力，点击 **FssiCAS—Preprocess—Hydrodynamics—No Hydro**，如图 14-34 所示。

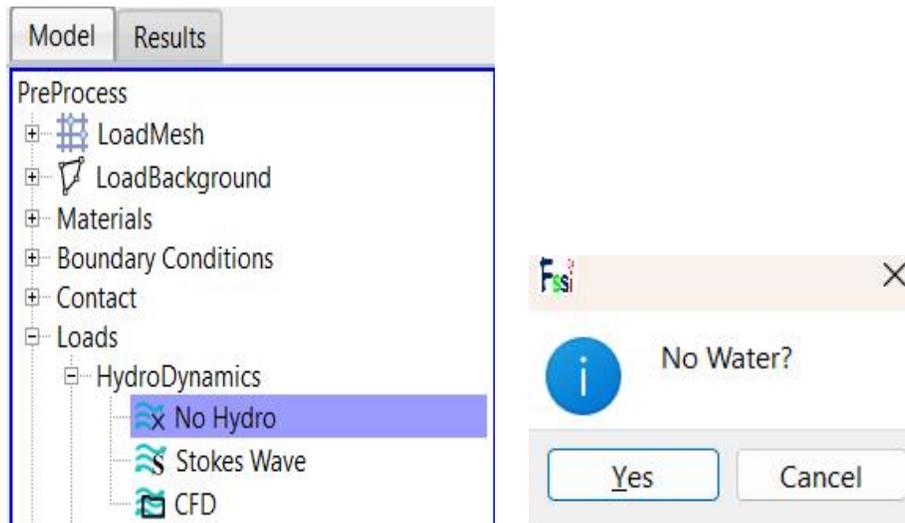


图 14-34 耦合方式选择非耦合（不考虑波浪动力）

14.2.1.7 设置重力场

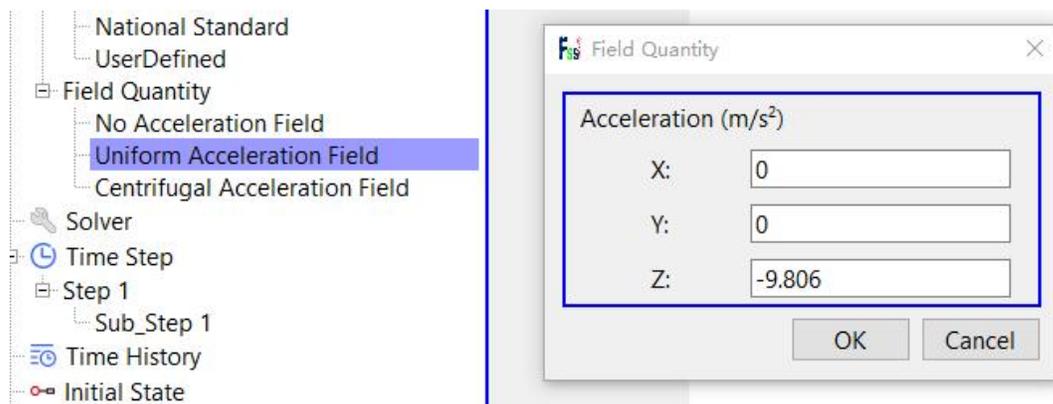


图 12-35 施加重力场

点击 Uniform Acceleration Field，输入重力加速度场，点击 Ok，设置完成。

14.2.1.8 设置求解器与时间步

用户点击前处理界面上 Model 树状菜单栏里的 Solver，在弹出的对话框中设置求解器类型，求解器设置为 Static（Static 表示与时间无关的最终状态），并进行相关属性参数设置，如图 14-36 所示。

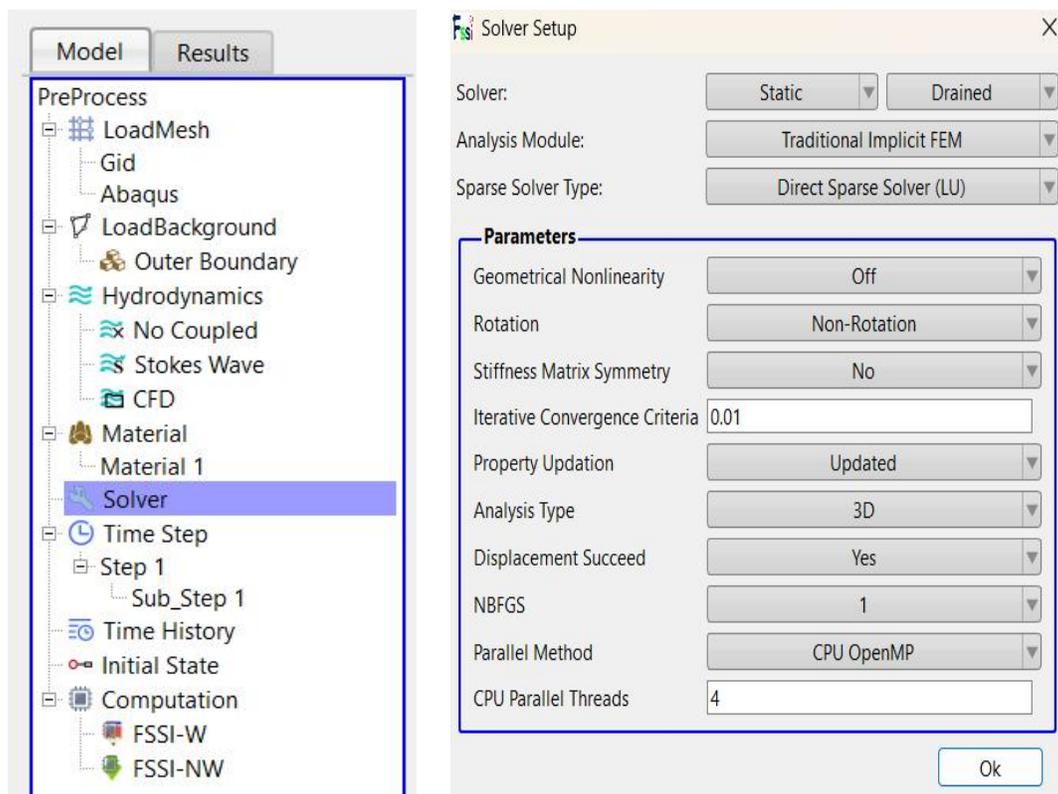


图 14-36 设置求解器的相关属性参数

在前处理界面中的 Model 树状菜单栏中的 Solver 中，点击 Time Step，设置求解时间步数为 $10 \times 0.1s = 1s$ ，时间步长为 0.1s，不更新坐标，不更新刚度矩阵，每步最大迭代 10 次，不输出重启文件，每 $1 \times 0.1s = 0.1s$ 输出分布图结果，每 $1 \times 0.1s = 0.1s$ 输出时程结果，输出高斯点上结果，如图 14-37 所示；

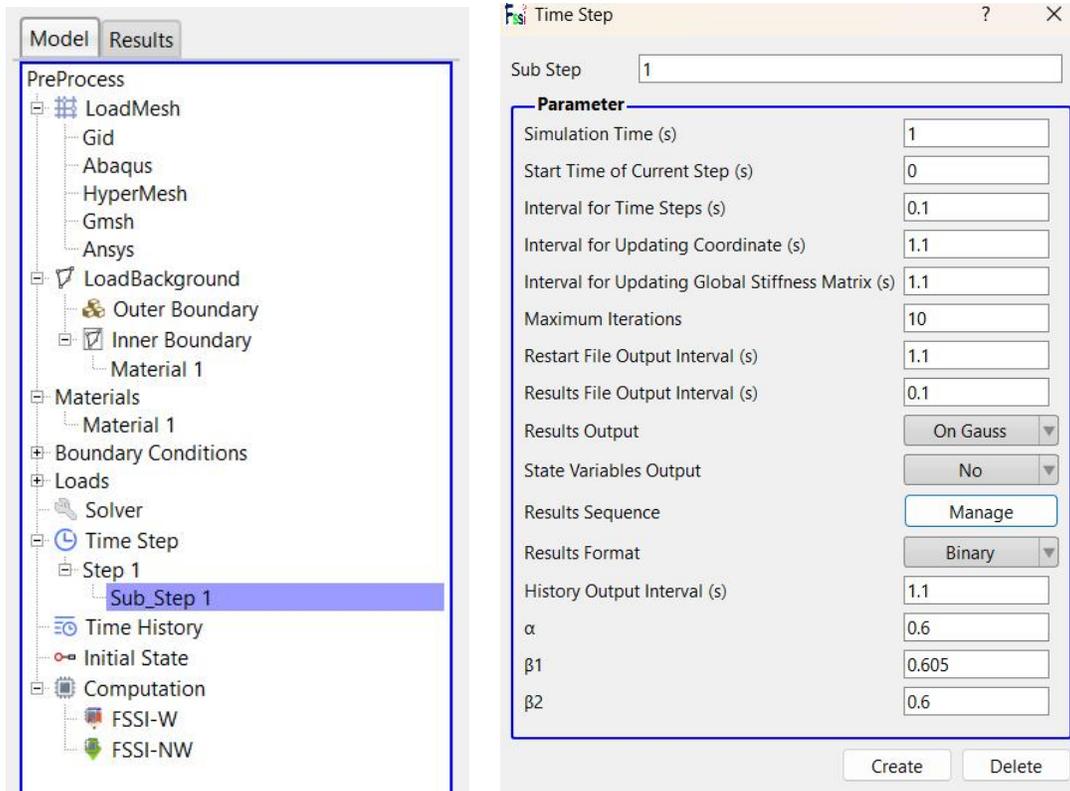


图 14-37 设置时间步和相关属性参数

14.2.1.9 添加时程输出

需要输出时程结果的点设置为：模型横向对称轴上的所有节点和单元；

点击工具栏中图标 ，进入输出时程选择模式；

点击工具栏中图标 ，进入节点选择模式；

点击工具栏中图标 ，进入单元选择模式；

选择横向对称轴，输出各个方向挠度、有效应力、应变、孔隙比 e 等；

在右侧的伸缩区中勾选 Show History Plot 可以显示已经输出时程结果的点或单元；

点击 Preprocess—Time History，可以显示输出的时程结果列表，选择列表中的项，点击右键可以进行删除操作。

14.2.1.10 设置初始状态

在前处理界面上 Model 树状菜单栏中，点击 Initial State，选择 Generate Initial File，点击 OK，即可完成初始状态设置，如图 14-38 所示；

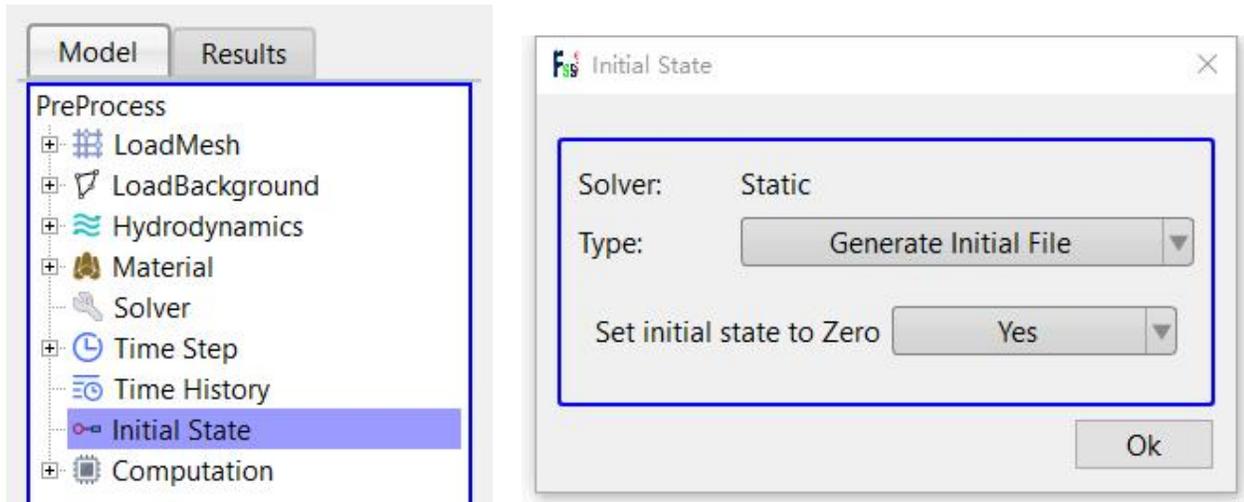


图 14-38 设置初始状态

14.2.1.11 计算并保存

点击在前处理界面上 Model 树状菜单栏里 Computaton 中的 FSSI-W，保存当前项目，开始计算，计算完成后结果储存在 Project\Results\Soil_Model\Step 1。在退出 FssiCAS 软件时，用户在弹出的 Note 窗口中点击 Yes，即可退出软件时保存项目。

14.2.2 FssiCAS 图形界面操作——后处理

用户点击树状菜单栏上的 Results，即可进入后处理界面。

14.2.2.1 加载文件

点击在后处理界面上 Results 树状菜单栏中的 Open Results File，在弹出的窗口中点击 Soil Result Files Director—Load Files，选择需要处理的结果文件夹，即可进入后处理阶段，如图 14-39 所示。

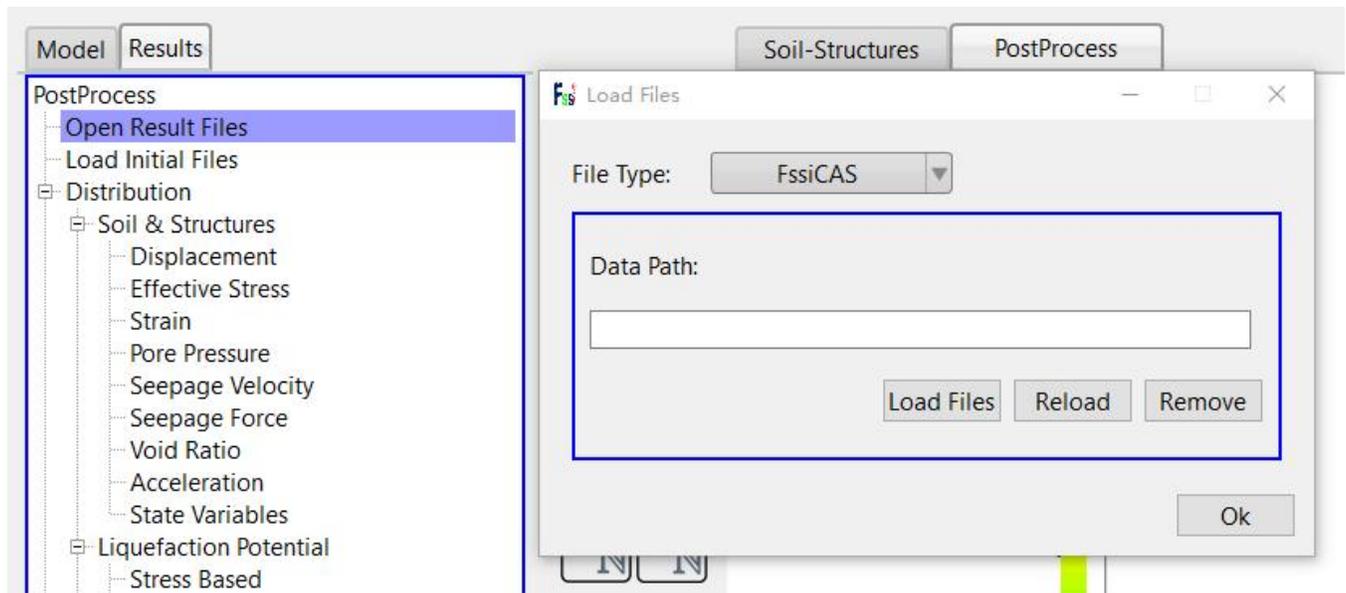
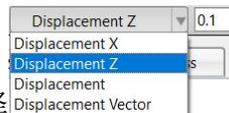


图 14-39 打开结果文件

14.2.2.2 绘制分布图



在工作区中显示选择 ，在工具栏的输入窗口  Displacement Z  处输入时间步，按键盘上的“回车键”，即可在工作区中显示该时间步的 z 方向位移 u_z 分布图，如图 14-10 所示。点击在后处理界面上 Results 树状菜单栏中的 Structural Element，可选择查看梁单元节点弯矩转角分布云图。点击右侧伸缩区 Display Option 下拉菜单，勾选 Distribution，可选择查看梁单元高斯点上的弯矩转角以及轴力分布图。

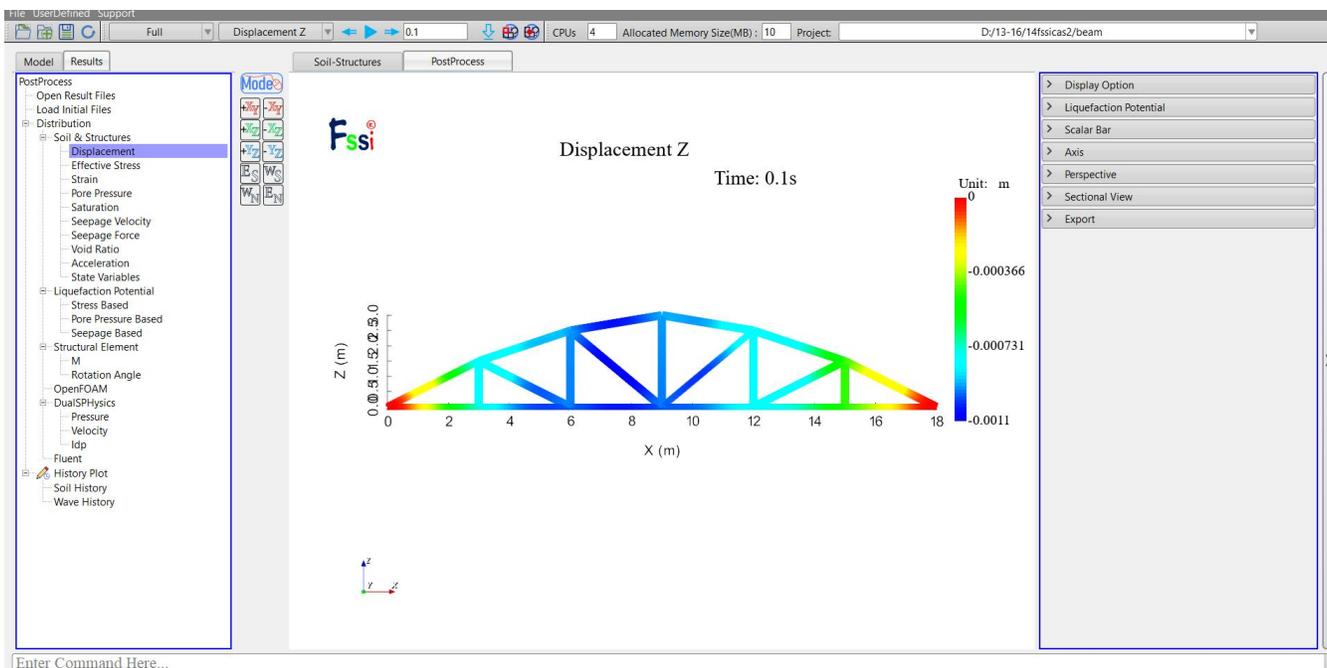
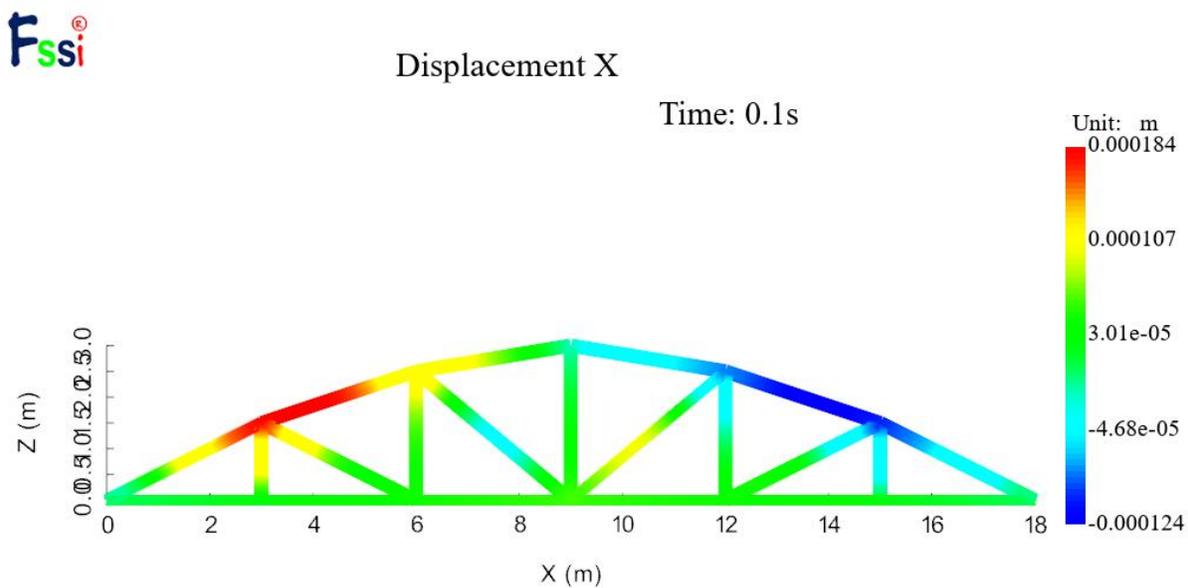


图 14-10 绘制分布图

本案例计算结果分布图如图 14-41 所示：

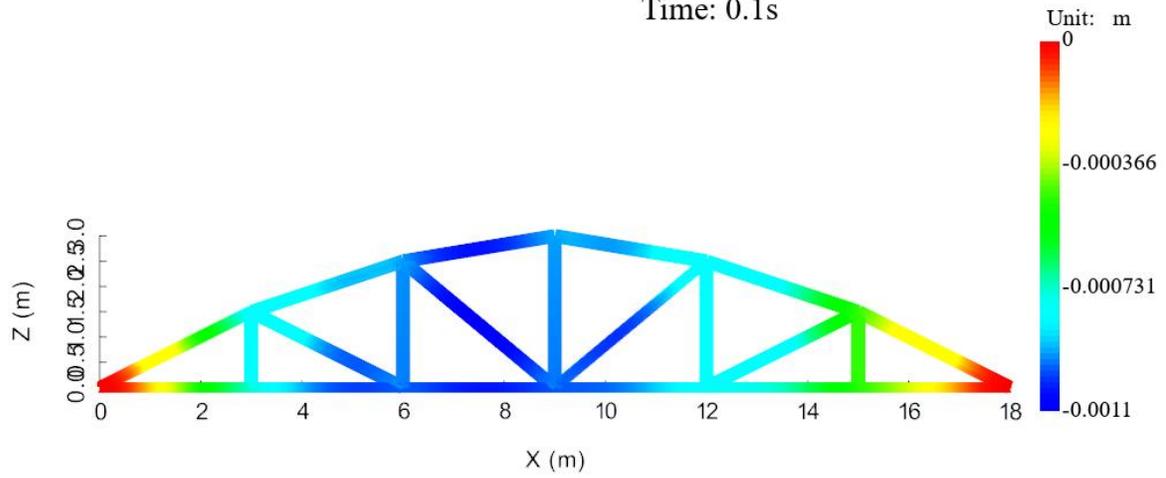


(a) x 方向位移



Displacement Z

Time: 0.1s

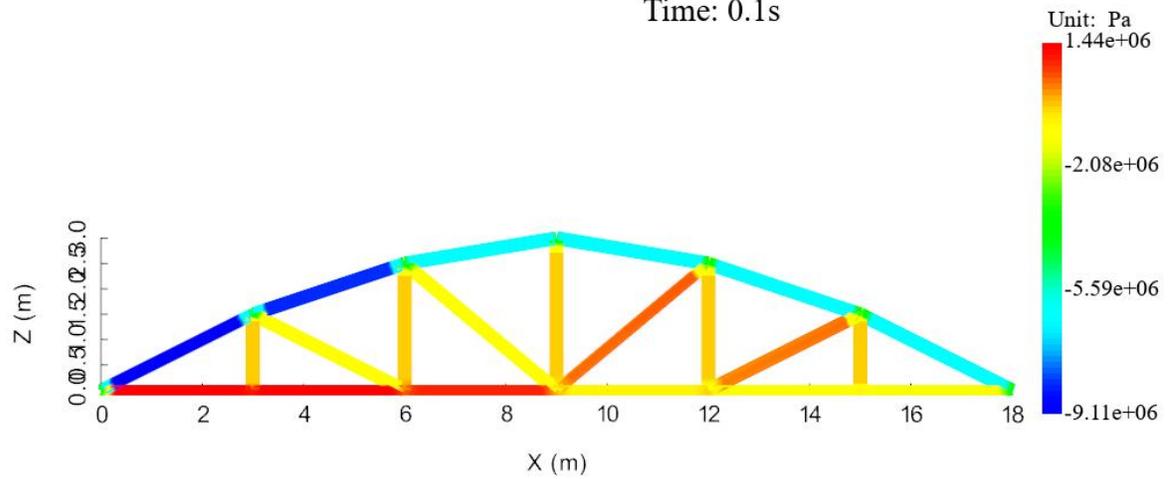


(b) z 方向位移



Effective Stress X

Time: 0.1s

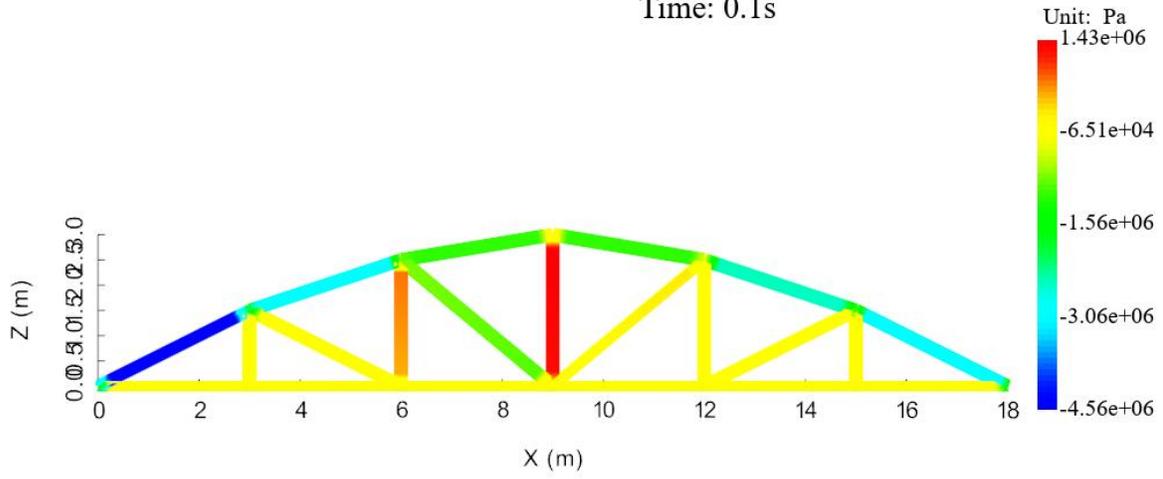


(c) x 方向应力



Effective Stress Z

Time: 0.1s

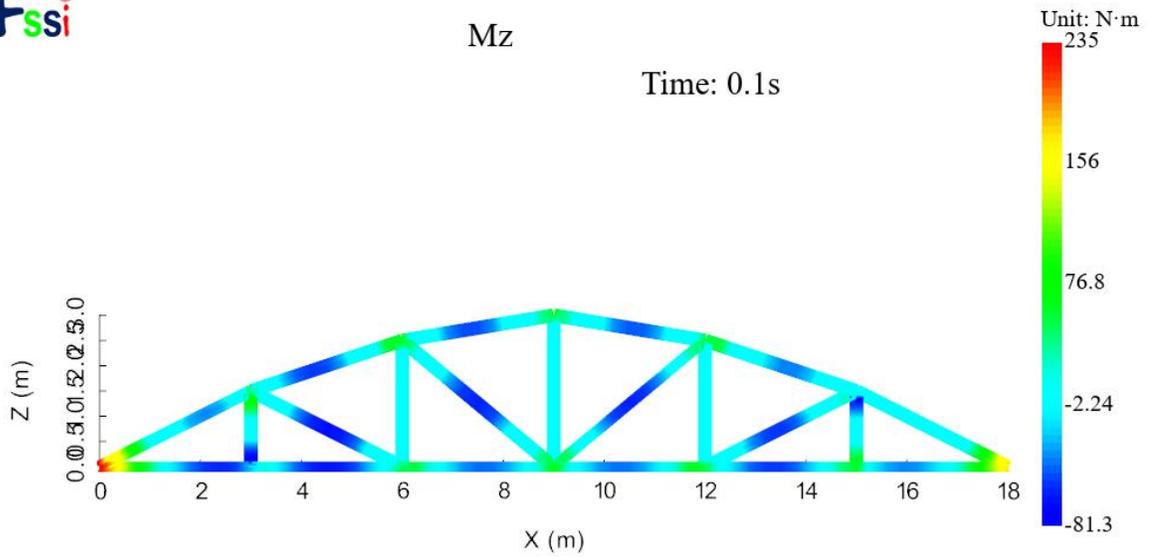


(d) z 方向应力

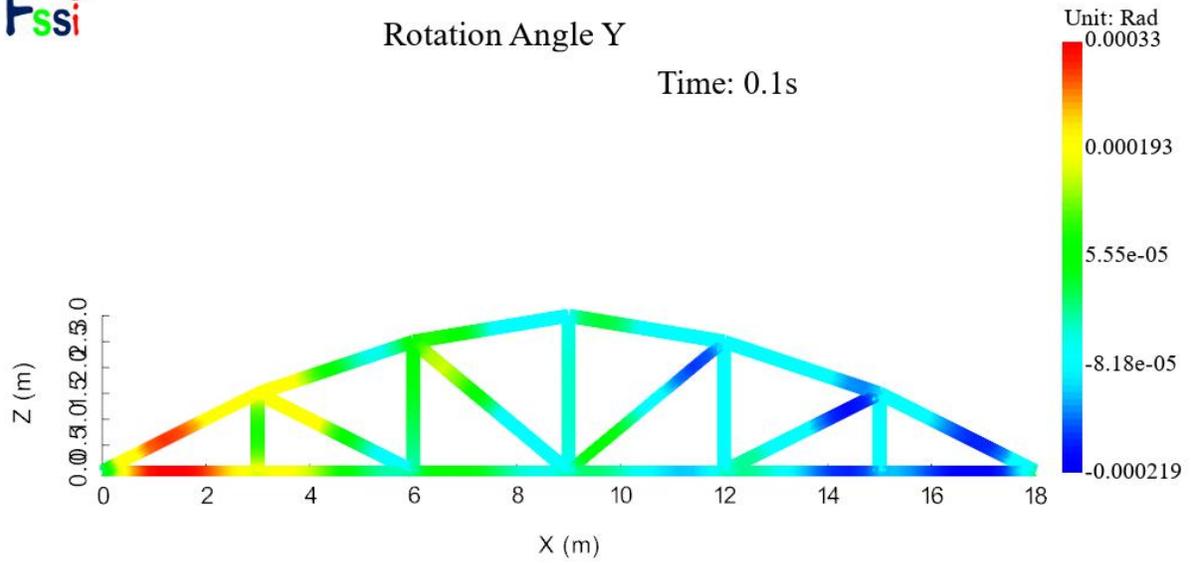


Mz

Time: 0.1s



(f) 绕 y 轴弯矩 My



(h) 绕 y 轴转角 θ_y

图 14-41 计算结果分布云图

14.3 壳单元

本节通过展示一个三维壳单元案例，介绍本软件壳单元的应用及界面基本操作方法。数值计算模型示意图如图 14-42 所示，为薄板结构，板长 2m，宽 1m，厚 0.0363m。该计算模型左侧固支右侧自由，在薄板结构右半部分施加大小为 12kPa 的分布压力荷载。材料相关参数如表 3 所示：

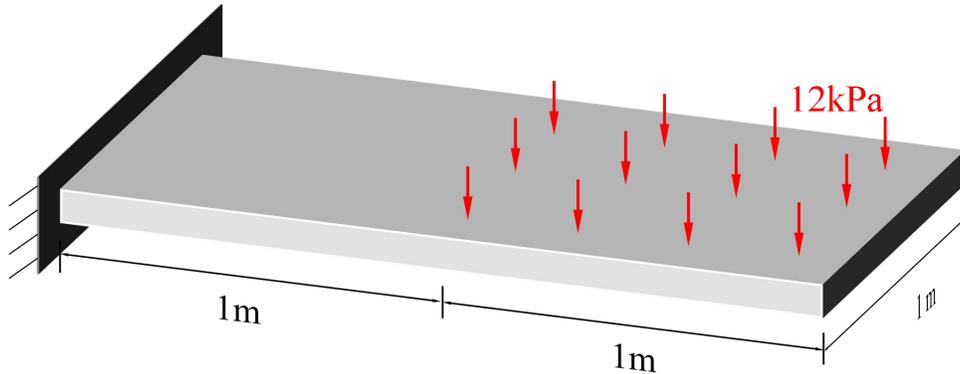


图 14-42 计算模型示意图

表 3 模型材料参数（采用简单的线弹性本构模型）

弹性模量 E (GPa)	泊松比	厚度 t (m)
200	0.3	0.0363

14.3.1 FssiCAS 图形界面操作——前处理

14.3.1.1 在 FssiCAS 软件中创建工程文件

用户首先在任何路径新建一个文件夹，自定义文件名，比如命名为 Shell；用户点击图标 , 即可启动 FssiCAS 软件；

在 FssiCAS 软件中，用户点击 File—New，即可新建一个项目；用户点击 File—Save，选择之前新建的文件夹（选择 Shell 文件夹），即可将新建的项目保存在之前新建的文件夹里；当用户点击右上角 ×（退出软件）时，在弹出的窗口中选择 Yes，可保存当前项目，选择 No 即不保存当前项目，即可将新建的项目保存在之前新建的文件夹里，如图 14-43 所示。

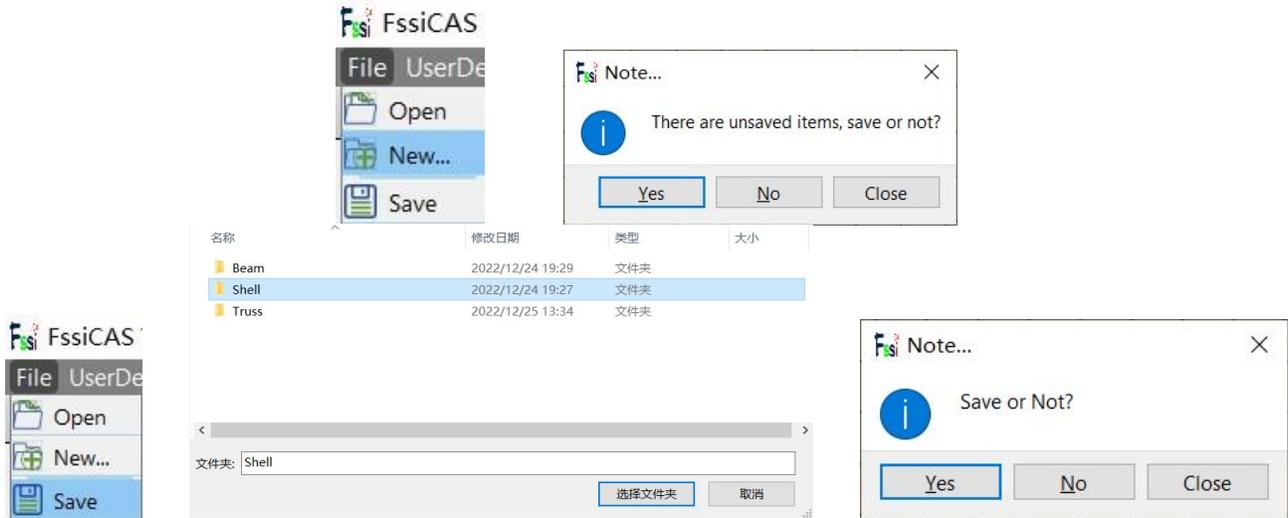


图 14-43 在 FssiCAS 软件中新建和保存一个项目的过程图

14.3.1.2 导入网格

用户点击在前处理界面上 Model 树状菜单栏中的 Load Mesh，在弹出 Choose GIDmesh File 窗口中，选择从 Gid 软件中导出的网格文件，双击或点击打开按钮，可导入几何模型的网格，如图 14-44 所示。

在弹出的 Load Mesh 窗口中设置固体单元类型和流体单元阶次，在本案例中固体单元采用 DKQ 四节点一阶壳单元，不设置流体单元阶次，因此，固体节点数设置为 4，流体节点阶次设置为 0（即没有流体存在），点击 OK，如图 14-45 所示。在工作区中显示几何模型如图 14-46 所示。

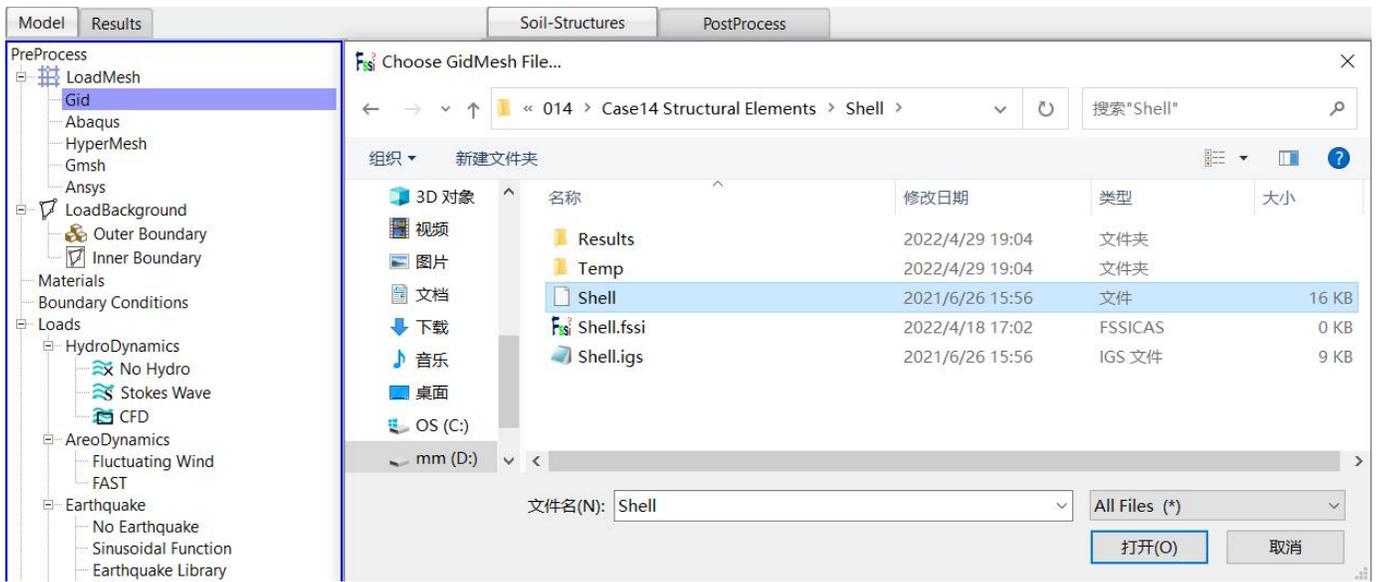


图 14-44 导入几何模型的网格文件

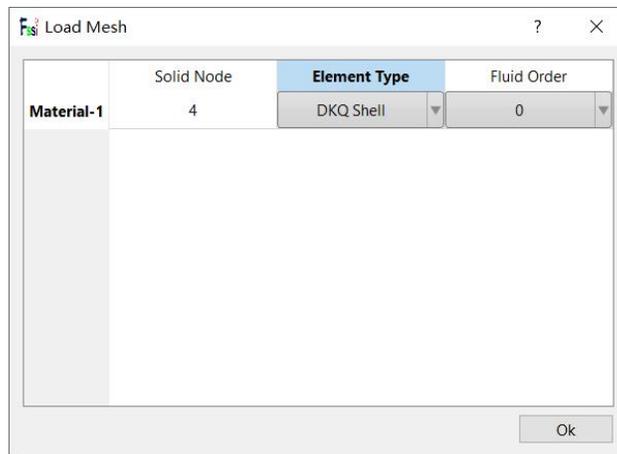


图 14-45 设置固体单元类型和流体单元阶次

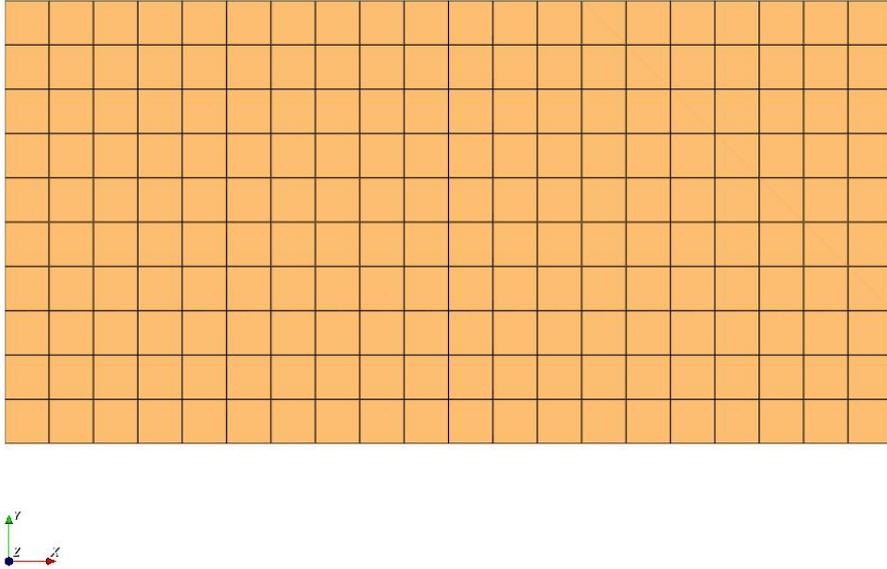


图 14-46 几何模型的显示

14.3.1.3 导入背景线

加载几何模型的背景线，是为了后续施加边界条件、区分材料以及设置输出时程结果的线。

在 Model 树状菜单栏中的 Load Background 中，用户点击 Outer Boundary，在弹出的 Outer Boundary 窗口中点击 Choose File，选择从 Gid 或 Solidworks 等建模软件中导出的背景线.igs 文件，点击打开，关闭弹出的 Outer Boundary 窗口，可导入几何模型的背景线，如图 14-47 所示。在工作区中显示几何模型的背景线，如图 14-48 所示。

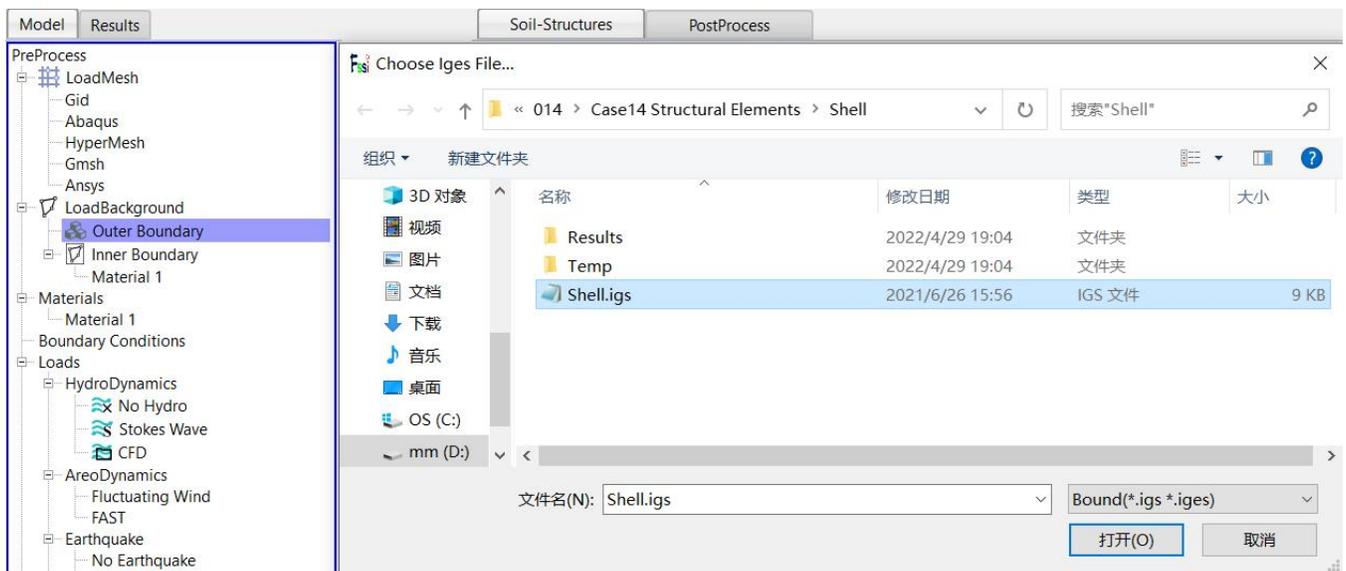
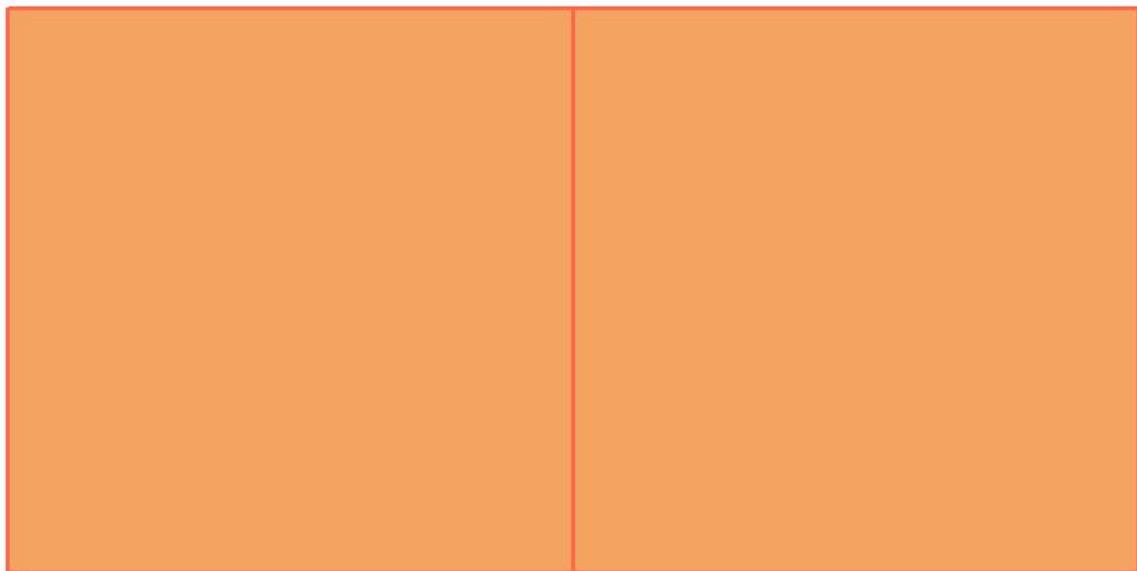


图 14-47 导入几何模型的背景线



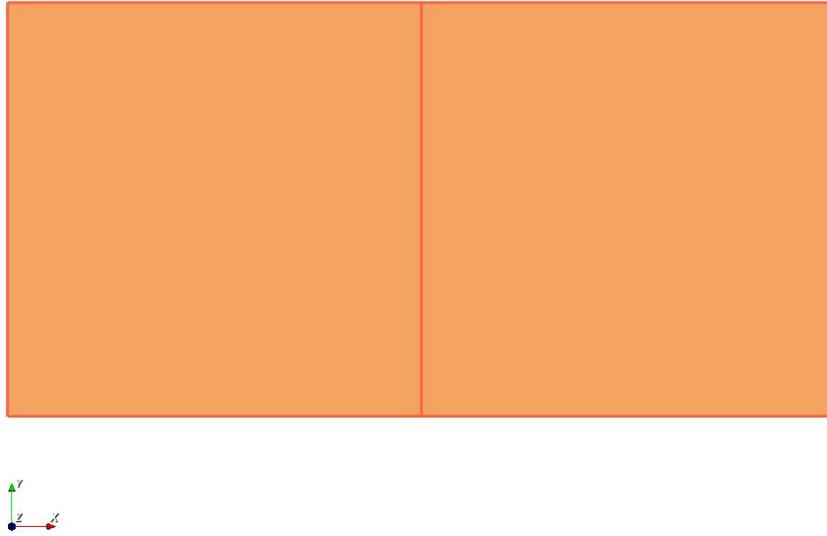


图 14-48 显示几何模型的背景线

14.3.1.4 设置边界条件

需要将几何模型的边界条件设置为：将模型左侧设置为 xyz 方向位移固定，同时转角固定；在模型右半部分表面施加大小为 12kPa 的分布压力。

点击工具栏中图标，进入边界选择模式，如图 14-49 所示；

点击工具栏中图标，进入背景面选择模式，如图 14-50 所示；

点击键盘‘R’键，开始选择。



图 14-49 Apply Boundary



图 14-50 Select Surface

在工作区中拖动鼠标框选模型右半部分表面，点击鼠标右键，在显示边界条件下拉菜单中，选择 **Distribution Pressure—Apply**，如图 14-51 所示；

在弹出的对话框中施加分布力边界条件，正值为压力，负值为拉力，输入具体数值，点击 **OK**，如图 14-52 所示；

再次点击键盘‘R’键，可结束选择。

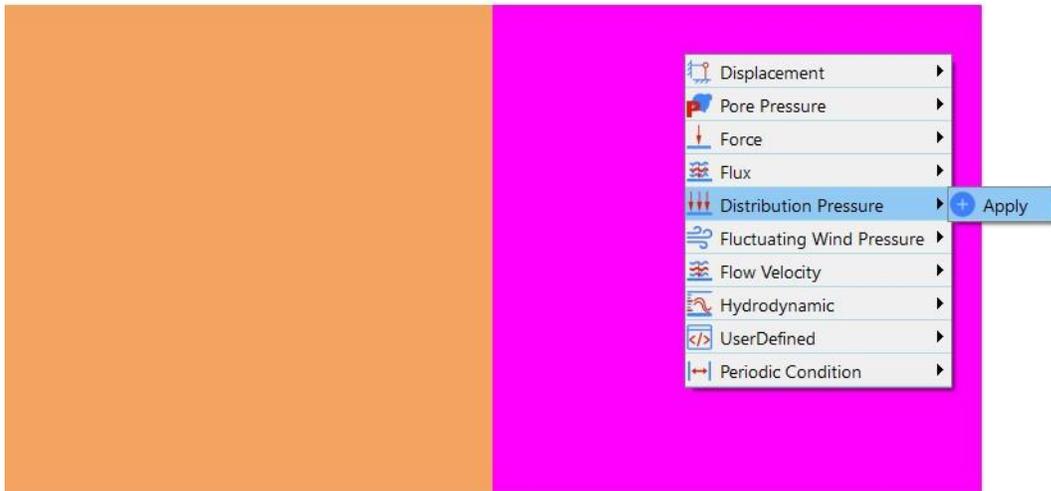


图 14-51 框选模型右半部分表面并选择施加分布力荷载

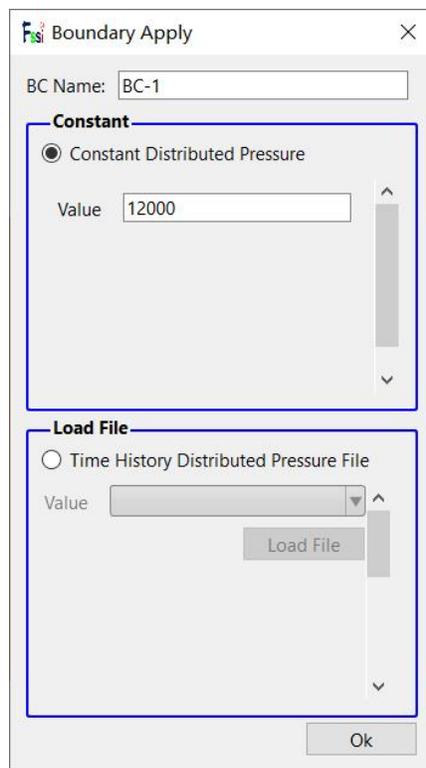


图 14-52 施加分布力荷载

点击工具栏中图标，进入边界选择模式；

点击工具栏中图标，进入节点选择模式；

点击键盘‘R’键，开始选择；

在工作区中拖动鼠标框选模型左侧边界所有节点，点击选择后被选择节点出现高亮，点击鼠标右键，在显示边界条件下拉菜单中选择 Displacement—Apply，在弹出对话框中施加 xyz 方向位移固定，同时三个方向转角固定，点击 OK，如图 14-53 所示；

再次点击键盘‘R’键，可结束选择。

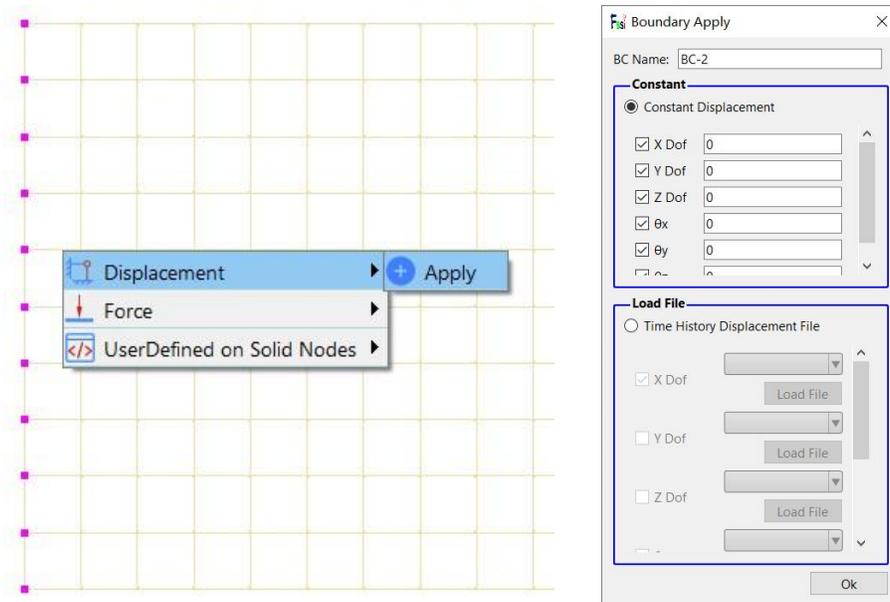


图 14-53 框选模型左侧边界并设置为全部位移转角固定

在右侧的伸缩区中勾选 Show Boundary Condition，可以显示案例添加的边界条件，检查是否正确添加边界条件，如图 14-54 所示。

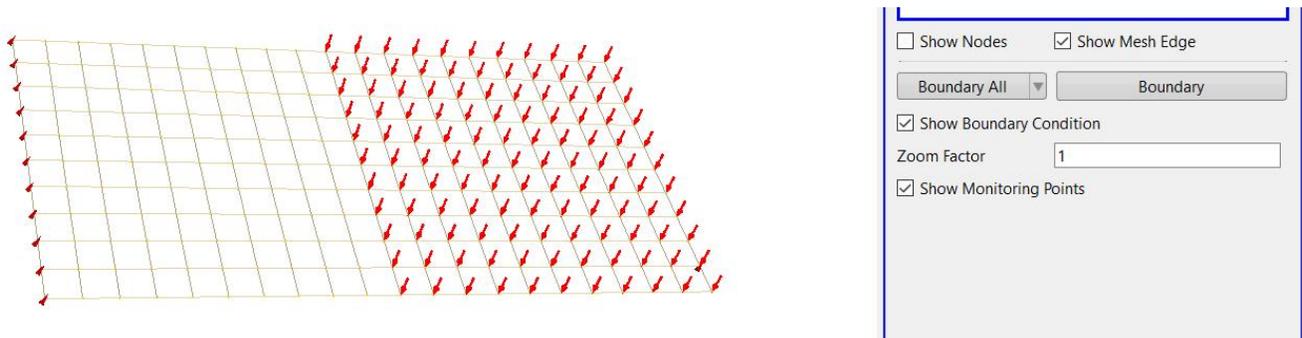


图 14-54 在右侧的伸缩区中勾选 Show Boundary Condition 以展示案例添加的边界条件

14.3.1.5 设置材料参数与本构模型

用户点击在前处理界面上 Model 树状菜单栏中的 Material，分别设置多种材料的属性参数。针对壳单元材料，在工作区中用鼠标左键点击本构模型，在弹出的窗口中选择 Elastic_Shell 模型，输入对应的材料属性参数，点击 OK，完成材料属性设置。材料属性和参数设置如图 14-55 所示。

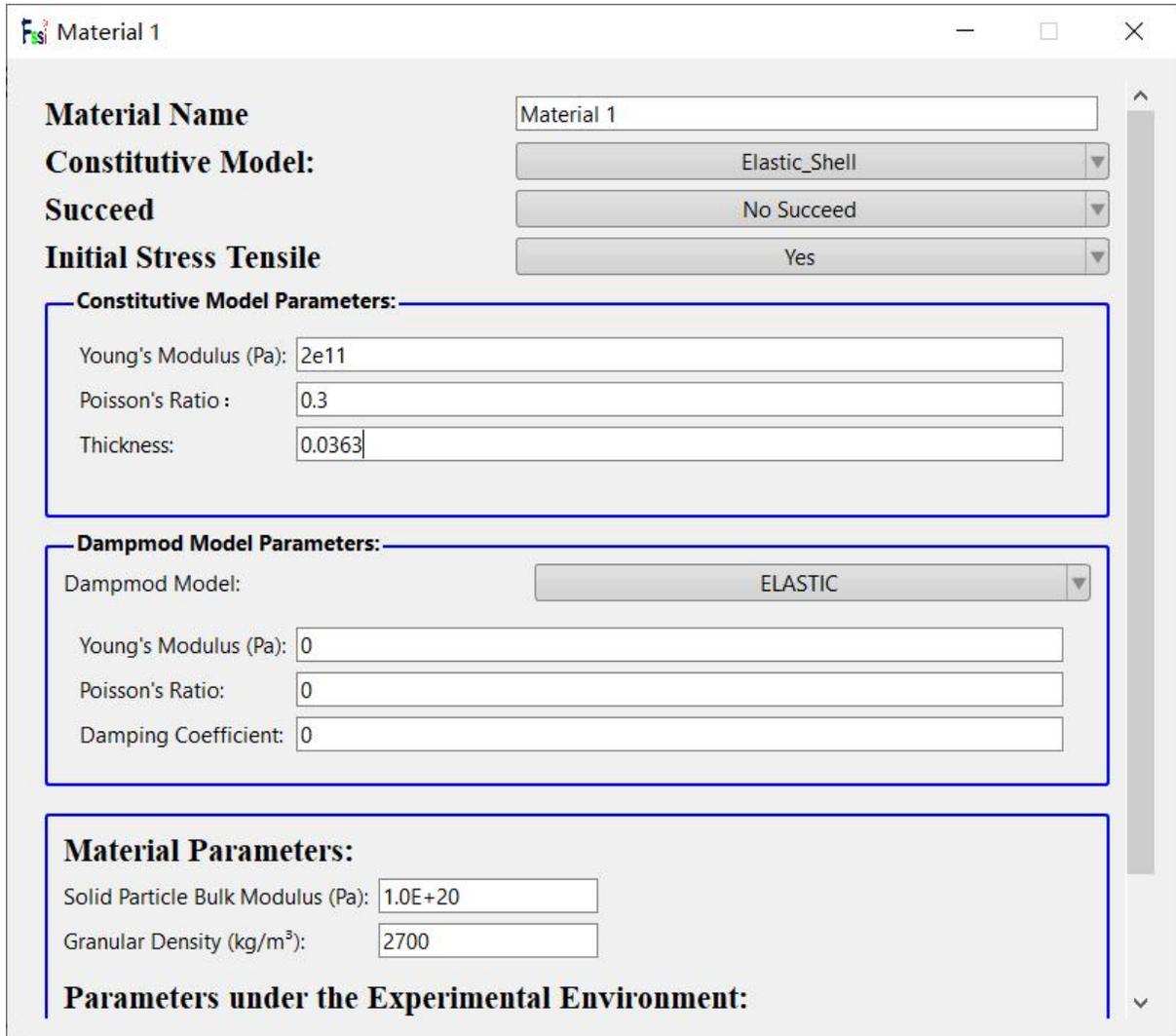


图 14-55 设置材料的相关属性参数

14.3.1.6 设置水动力边界条件

由于本案例不考虑流体节点，不设置水动力边界条件。因此设置耦合方式为非耦合，不考虑波浪动力，点击 FssiCAS—Preprocess—HydroDynamics—No Hydro，如图 14-56 所示。

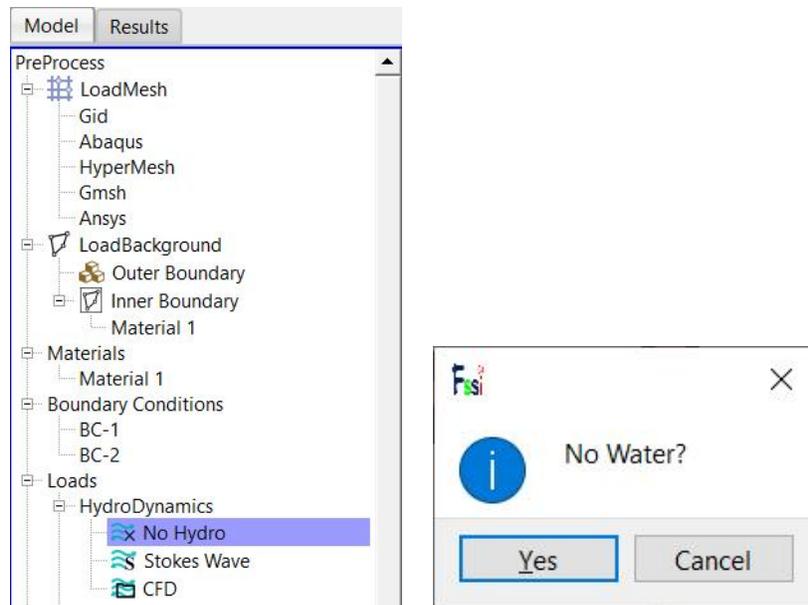


图 14-56 耦合方式选择非耦合（不考虑波浪动力）

14.3.1.7施加重力场

用户点击前处理界面上 Model 树状菜单栏里的 Loads—Field Quantity—Uniform Acceleration Field 施加重力场，如图 14-57 所示。

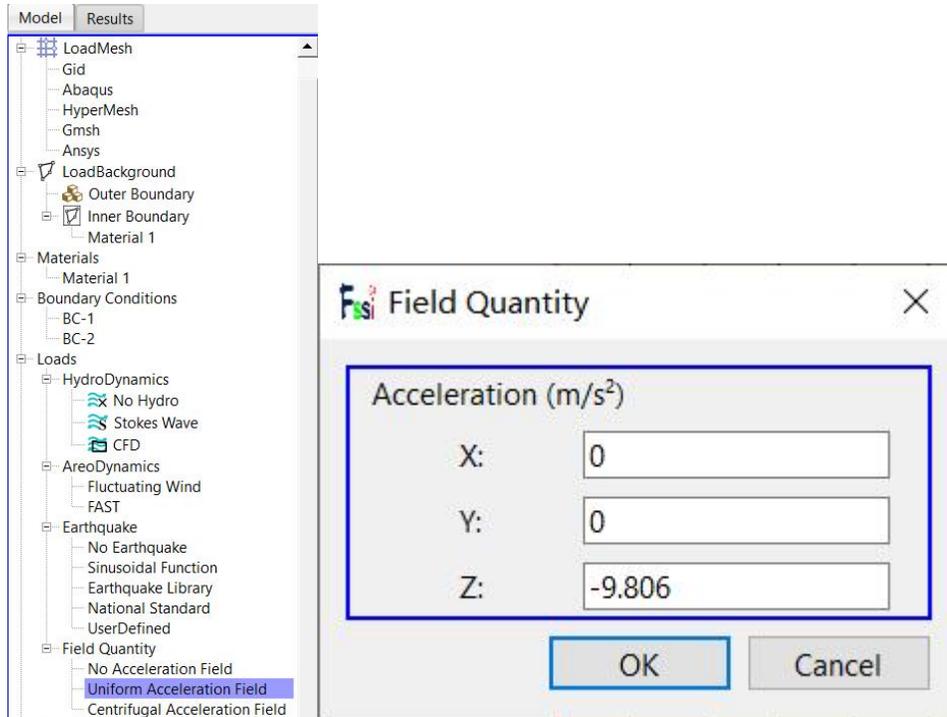


图 14-57 施加重力场

14.3.1.8 设置求解器与时间步

用户点击前处理界面上 Model 树状菜单栏里的 Solver，在弹出的对话框中设置求解器类型，求解器设置为 Static（Static 表示与时间无关的最终状态），并进行相关属性参数设置，如图 14-58 所示。

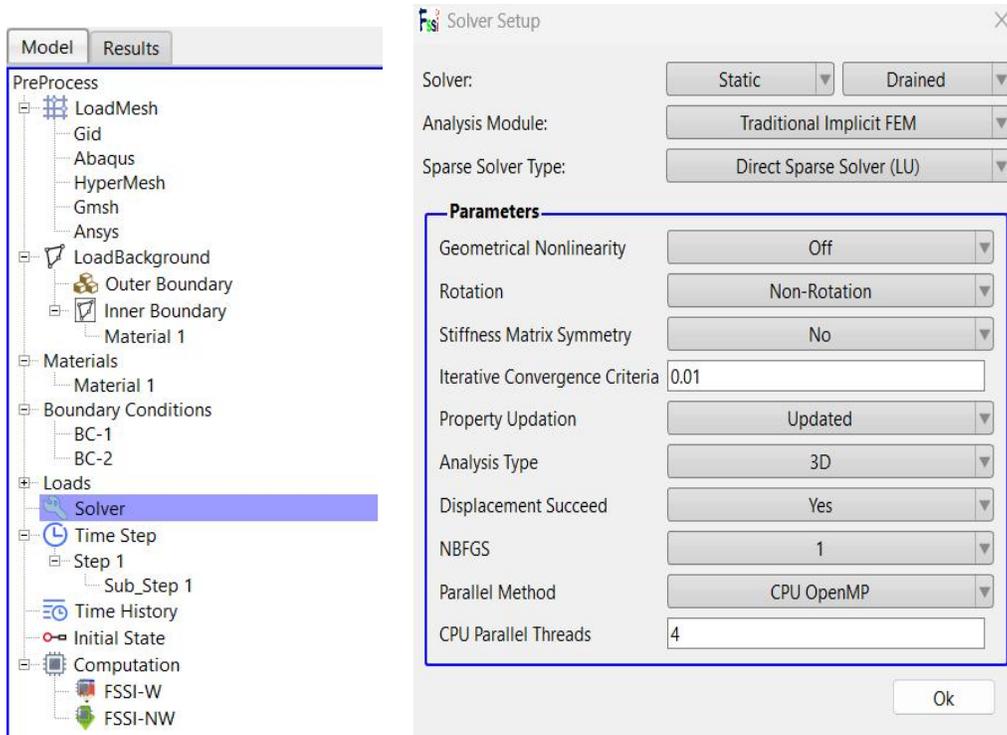


图 14-58 设置求解器的相关属性参数

在前处理界面上的 Model 树状菜单栏中的 Solver 中，点击 Time Step，设置求解时间步数为 $10 \times 0.1s = 1s$ ，时间步长为 $0.1s$ ，不更新坐标，不更新刚度矩阵，每步最大迭代 10 次，不输出重启文件，每 $1 \times 0.1s = 0.1s$ 输出分布图结果，每 $1 \times 0.1s = 0.1s$ 输出时程结果，输出高斯点上结果，如图 14-59 所示；

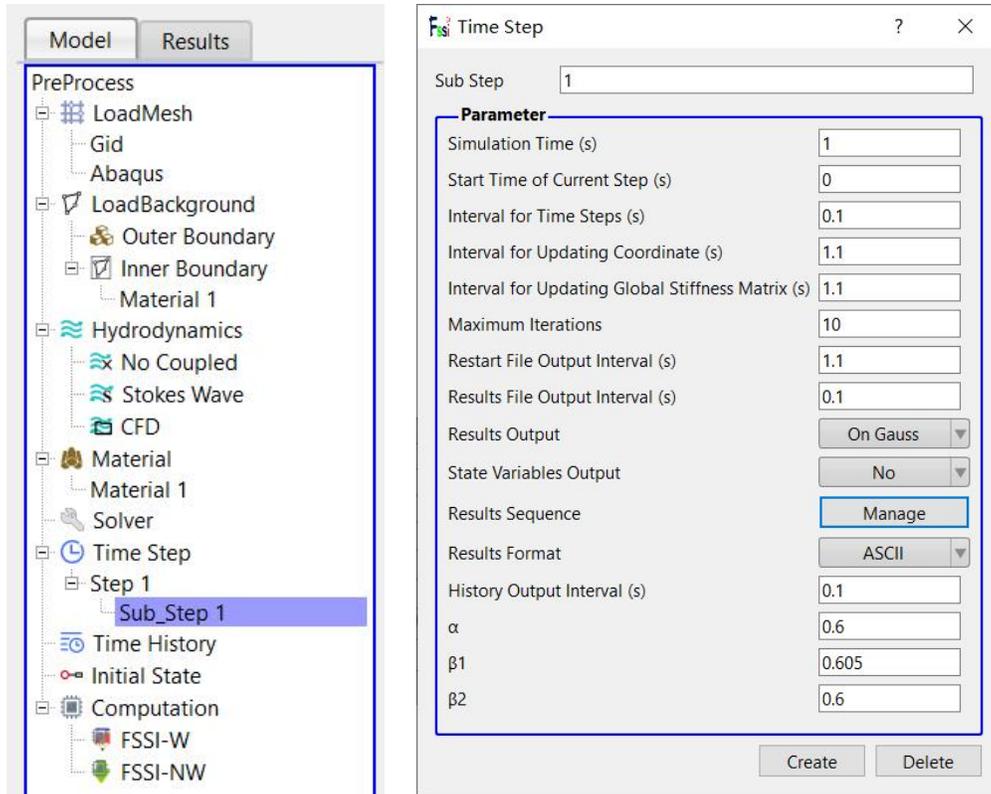


图 14-59 设置时间步和相关属性参数

14.3.1.9 添加时程输出

需要输出时程结果的点设置为：模型横向对称轴上的所有节点和单元；

点击工具栏中图标 ，进入输出时程选择模式；

点击工具栏中图标 ，进入节点选择模式；

点击工具栏中图标 ，进入单元选择模式；

选择横向对称轴，输出各个方向挠度、有效应力、应变、孔隙比 e 等；

在右侧的伸缩区中勾选 Show History Plot 可以显示已经输出时程结果的点或单元；

点击 Preprocess—Time History，可以显示输出的时程结果列表，选择列表中的项，点击右键可以进行删除操作。

14.3.1.10 设置初始状态

在前处理界面上 Model 树状菜单栏中，点击 Initial State，设置起始时间为 0s，点击 OK，即

可完成初始状态设置，如图 14-60 所示：

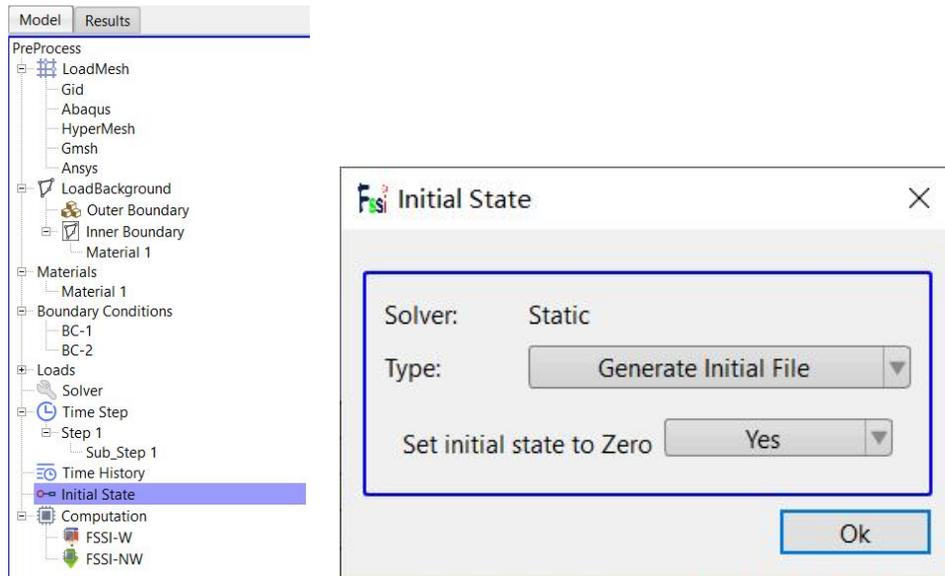


图 14-60 设置初始状态

14.3.1.11 计算并保存

点击在前处理界面上 Model 树状菜单栏里 Computaton 中的 FSSI-W，保存当前项目，开始计算，计算完成后结果储存在 Project\Results\Soil_Model\Step 1。在退出 FssiCAS 软件时，用户在弹出的 Note 窗口中点击 Yes，即可退出软件时保存项目。

14.3.2 FssiCAS 图形界面操作——后处理

用户点击树状菜单栏上的 Results，即可进入后处理界面。

14.3.2.1 加载文件

点击在后处理界面上 Results 树状菜单栏中的 Open Results File，在弹出的窗口中点击 Soil Result Files Director—Load Files，选择需要处理的结果文件夹，即可进入后处理阶段，如图 14-61 所示。

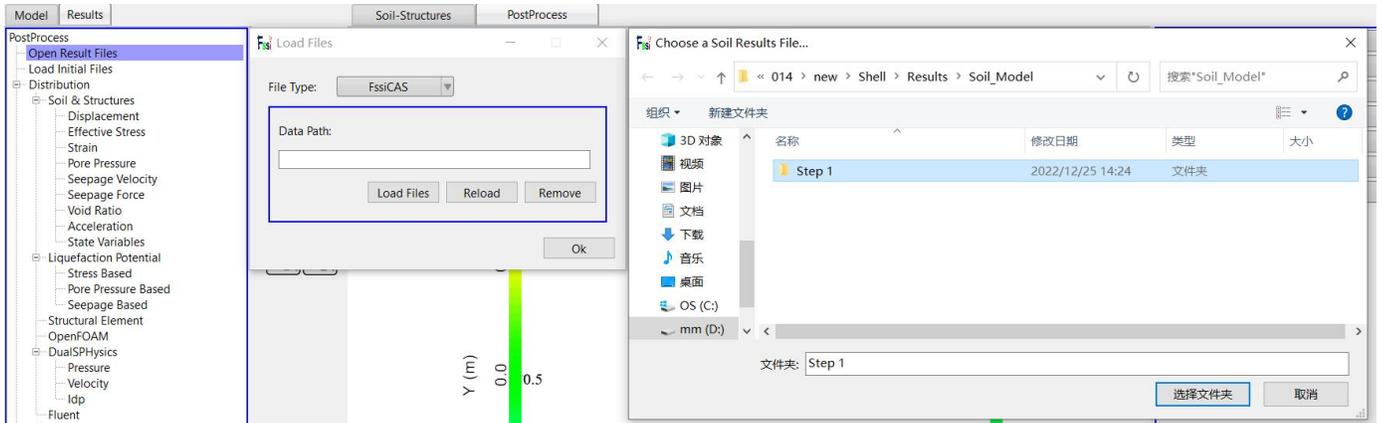
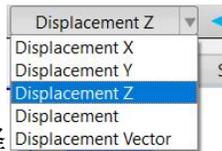


图 14-61 打开结果文件

14.3.2.2 绘制分布图



在工作区中显示选择 **Displacement Z**，在工具栏的输入窗口 **Full** **Displacement Z** **0.1** 处输入时间步，按键盘上的“回车键”，即可在工作区中显示该时间步的 z 方向位移 u_z 分布图，如图 14-62 所示。点击在后处理界面上 Results 树状菜单栏中的 Structural Element，可选择查看壳单元节点弯矩转角分布云图。点击右侧伸缩区 Display Option 下拉菜单，勾选 Distribution，可选择查看壳单元高斯点上的弯矩转角分布图。

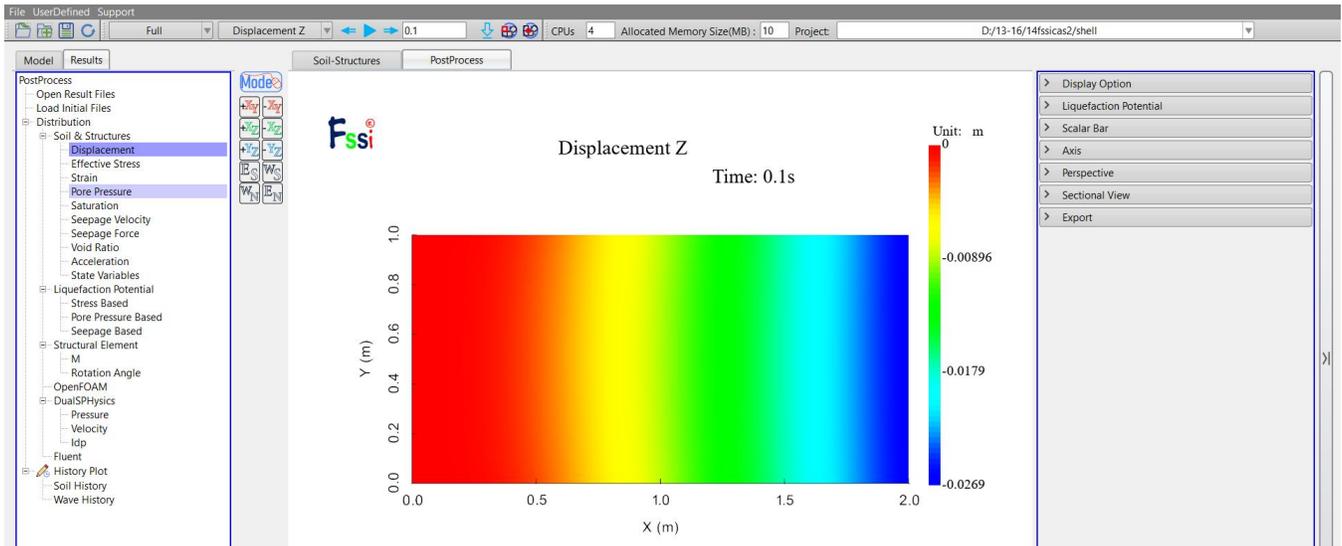
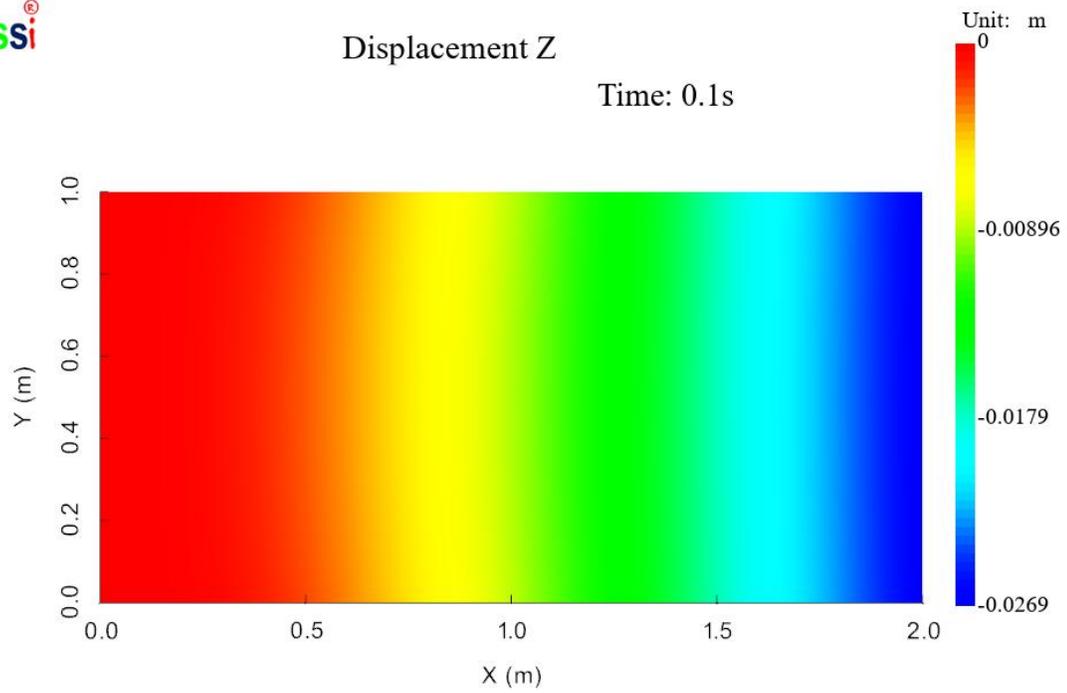
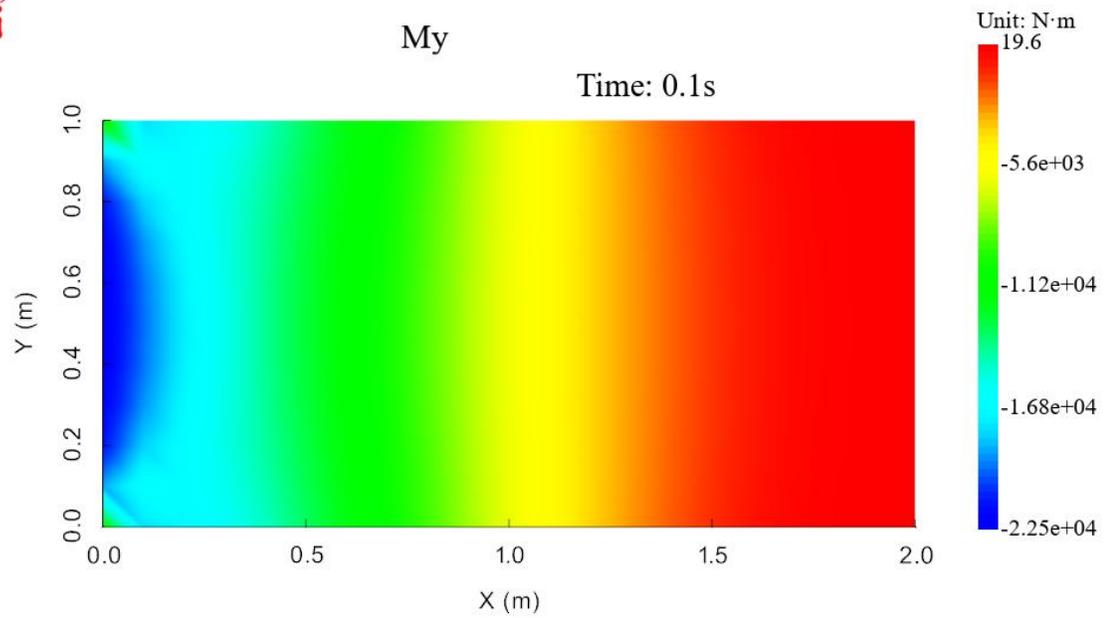


图 14-62 绘制分布图

本案例计算结果分布图如图 14-63 所示：



(a) z 方向位移

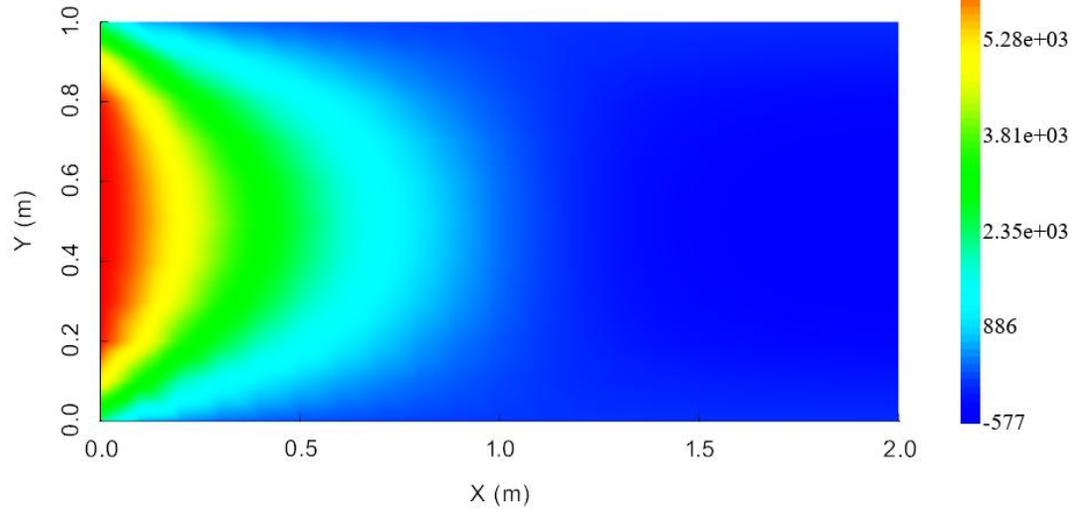


(b) M_x

Fssi®

Mz

Time: 0.1s

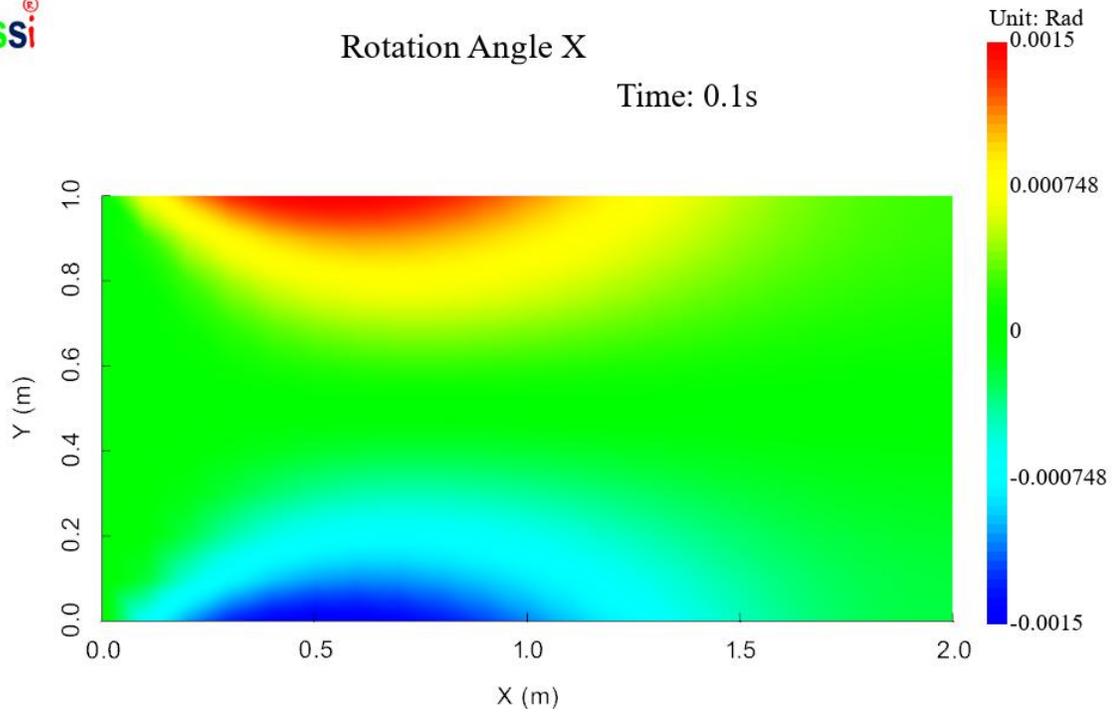


(c) M_y

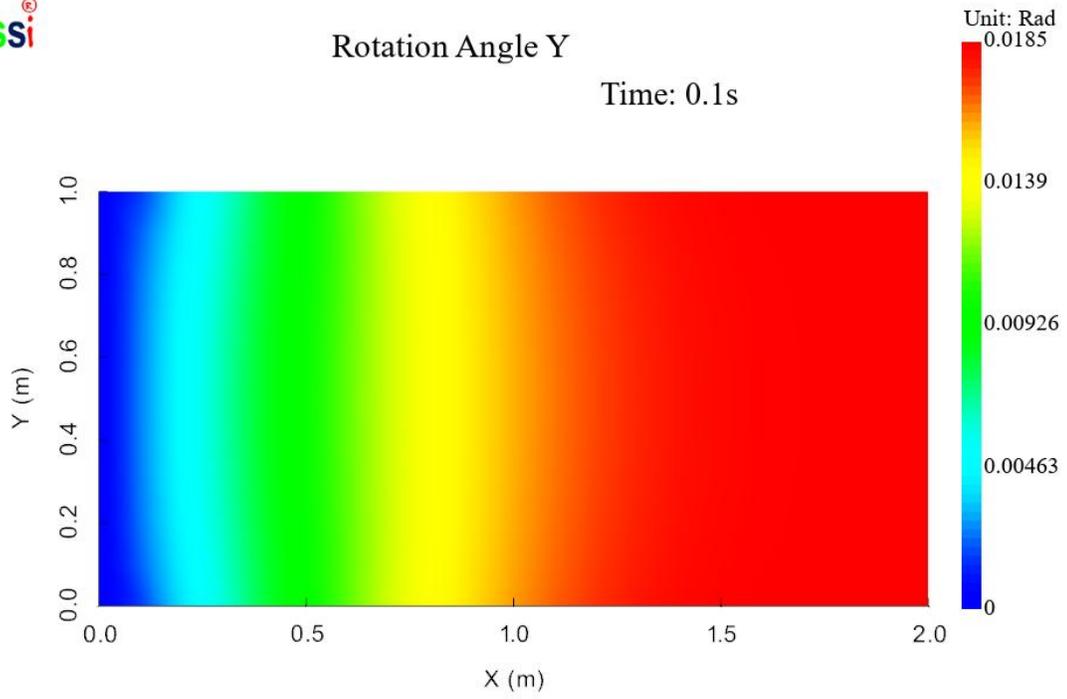
Fssi®

Rotation Angle X

Time: 0.1s



(d) θ_x



(e) θ_y

图 14-63 计算结果分布云图