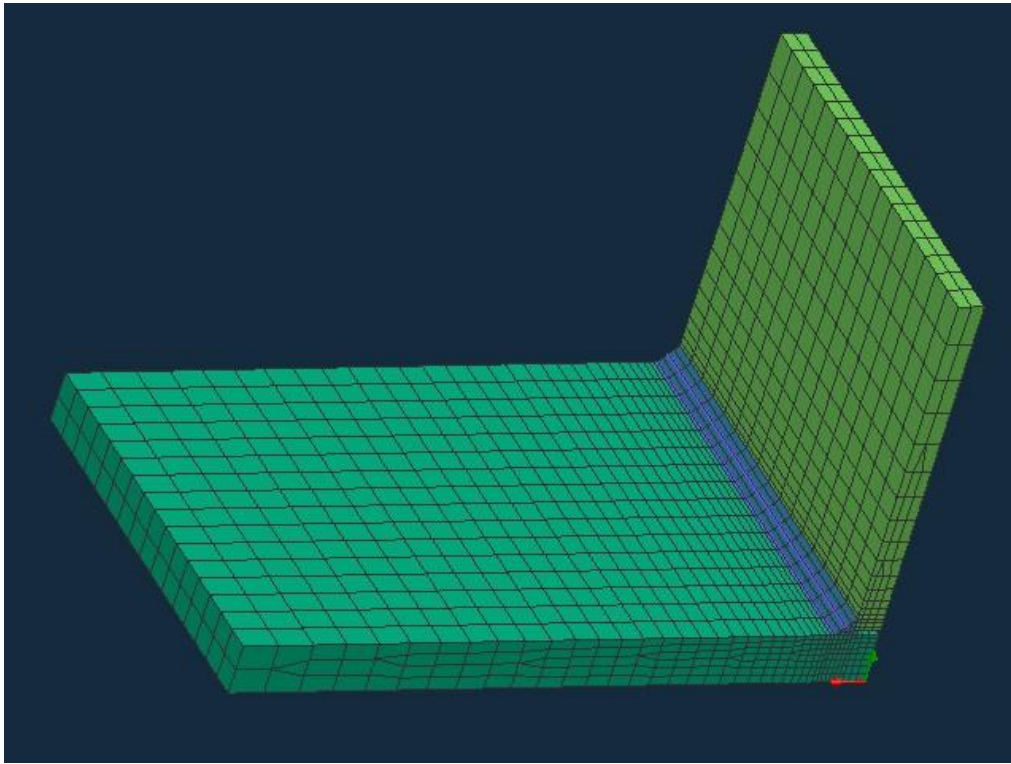


学术干货| sysweld VE 焊接教程之有限元模型建立

FEA Model Generation

有限元模型的构建

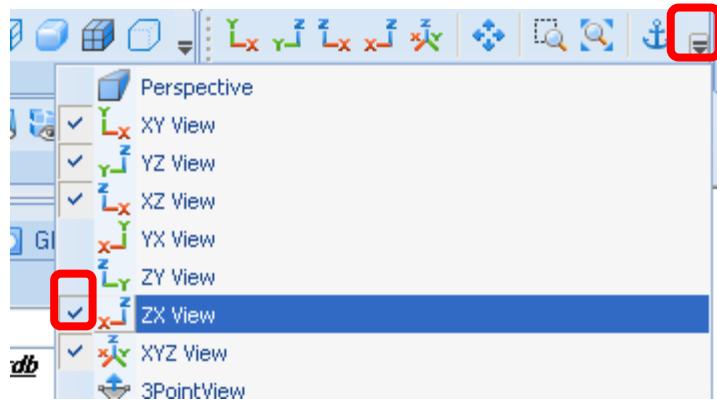
- 尺寸：该有限元模型由 6mm 厚的基板 panel 和 3mm 厚的筋板 bar 及其间的一道圆角焊接接头组成，基板和筋板在焊前有 0.5mm 的间隙。
- 材料： S355J2G3
- T 型接头弧焊：速度 ($V=33.310\text{mm/sec}$), 能量/单位长度 (Energy/Unit length): 280J/mm



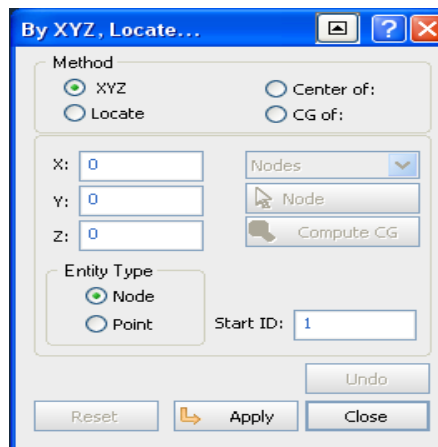
Final FEA model

Basic 2D Surface Creation 基础 2D 面的创建

- 在 **Visual-MESH 7.5** 中新建文档 **File > New**
- 在 **Views** 工具条上选择 X-Z 面  以在此面上创建基础面。（若在工具条上无此按钮，则点击 **Views** 工具条右端的下拉按钮，勾选上相应按钮，则其会显示在工具条上，去除勾选则不显示）



- 菜单 **Node > By XYZ, Locate...** [或按 **F8**] (输入坐标创建节点) .
- **Method** 为 **XYZ**, 在 原点处 (0,0,0) 创建节点, **Start ID** 为 1 (即节点起始 ID 编号为 1, 后续节点 ID 会自动+1)



- 在屏幕中输入的坐标处出现洋红色的节点, 点击 **Apply** 确定该节点的创建 (在 console 窗可见该节点的创建信息).
- 接下来输入坐标 (0,0,6), 点击 **Apply** 创建节点 2.
- 输入坐标 (3,0,6), 点击 **Apply** 创建节点 3
- 输入坐标 (5,0,6), 点击 **Apply** 创建节点 4
- 输入坐标 (10,0,6), 点击 **Apply** 创建节点 5
- 关闭 **By XYZ, Locate...** 对话框
- 若要显示节点 ID 号, 在屏幕中框选所有节点, 点击工具条上按钮“**Display ID**”



(显示 ID)。而后可点击按钮 “Hide all displayed IDs”

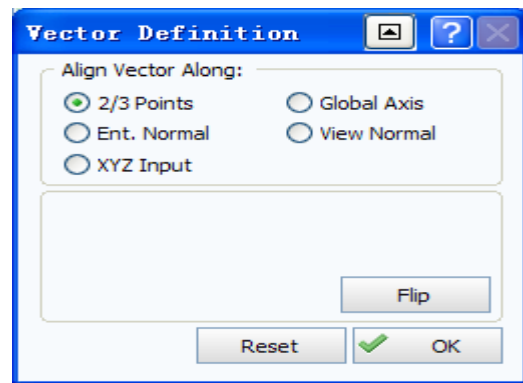
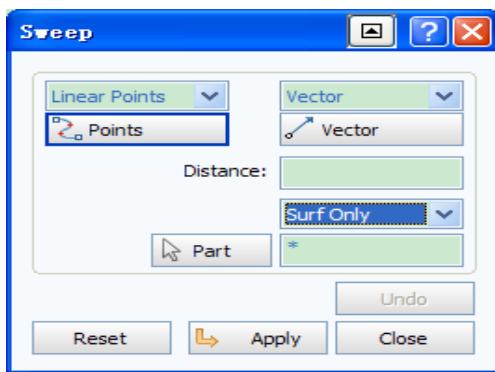


关闭 ID 显示

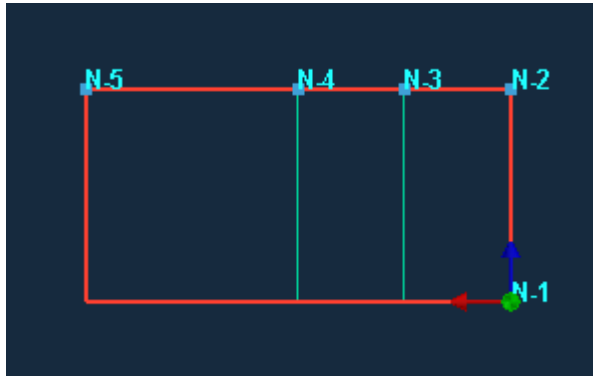
- 菜单 **2D > Sweep (Drag)** (扫掠创建 2D 面)



- 对话框下拉列表分别为“**Linear Points**”（直线点）, “**Vector**”（方向矢量） and “**Surf Only**”（仅面）设置 **Part ID** 为 1。
- 选择节点 1 和 2 作为直线点，按中键确定选择(或点击屏幕右端的绿色箭头)。
- 弹出 **Vector Definition**（矢量定义）对话框，选择 “2/3 Points”项，依次选择节点 2 和节点 3，点击 **OK.**，确定沿节点 2 到节点 3 扫掠

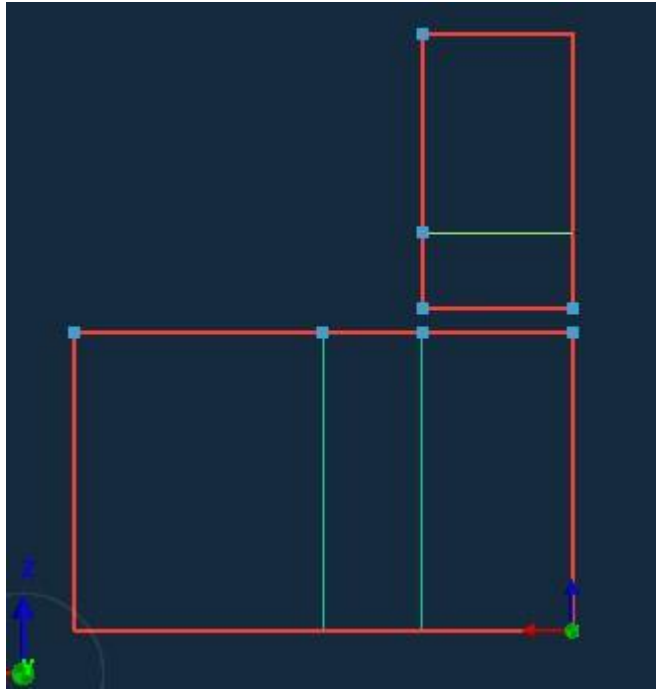


- 点击 **Apply** 创建面。
- 更改下拉列表 “Linear Points”（直线点）为 “Multiple Curves”（多线），选择刚创建面的左边界，中键确定。
- 依次选择节点 3 和 4，中键确定沿节点 3 到节点 4 扫掠。
- 保持 **Part ID** 为 1，点击 **Apply** 创建第二个面。
- 对于第三个面，选择刚创建面的左边界，中键确定。
- 依次选择节点 4 和 5，中键确定沿节点 4 到节点 5 扫掠。
- 保持 **Part ID** 为 1，点击 **Apply** 完成第三个面的创建。
- 关闭 **Sweep** 对话框



First three surfaces in Part 1

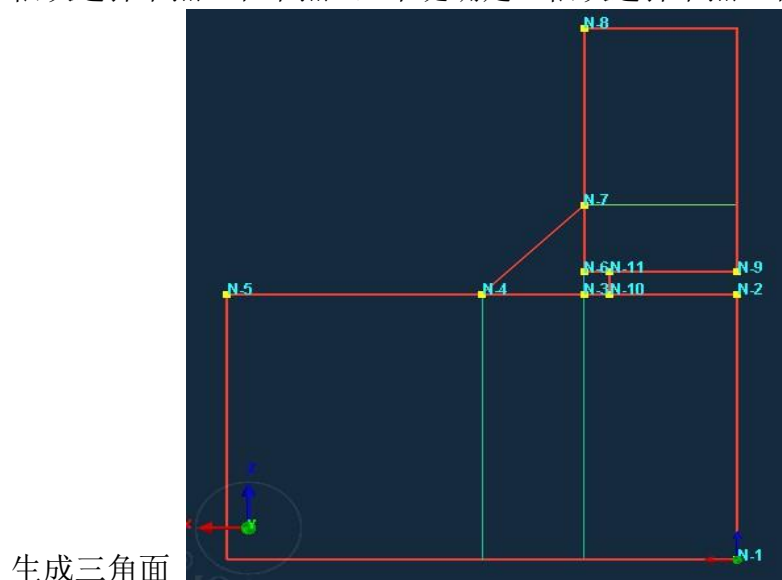
- 接下来创建基板面的节点
- 菜单 **Node > By XYZ, Locate...** (输入坐标创建节点) .
- 输入坐标 (0,0,6.5) , 点击 **Apply** 创建节点 6
- 输入坐标 (3,0,6.5) , 点击 **Apply** 创建节点 7
- 输入坐标 (3,0,8) , 点击 **Apply** 创建节点 8
- 输入坐标 (3,0,12) , 点击 **Apply** 创建节点 9
- 关闭 **By XYZ, Locate...** 对话框
- 显示节点 ID 号, 以便后续按节点号选择
- 菜单 **2D > Sweep (Drag)** (扫掠创建 2D 面)
- 对话框下拉列表分别为“**Linear Points**”(直线点), “**Vector**”(方向矢量) and “**Surf Only**”(仅面) 设置 **Part ID** 为 2。
- 选择节点 6 和 7 作为直线点, 按中键确定选择。
- 弹出 **Vector Definition** (矢量定义) 对话框, 选择 “2/3 Points”项, 依次选择节点 7 和节点 8, 点击 **OK.**, 确定沿节点 7 到节点 8 扫掠
- 点击 **Apply** 创建面, 该面为基板和筋板间的 0.5mm 的间隙。
- 更改 “Linear Points”(直线点) 为 “Multiple Curves”(多线), 选择刚创建面的上边界, 中键确定。
- 依次选择节点 8 和 9, 中键确定沿节点 8 到节点 9 扫掠。
- 点击 **Apply** 创建第二个面
- 关闭 **Sweep** 对话框



All six rectangular surfaces in Part 1

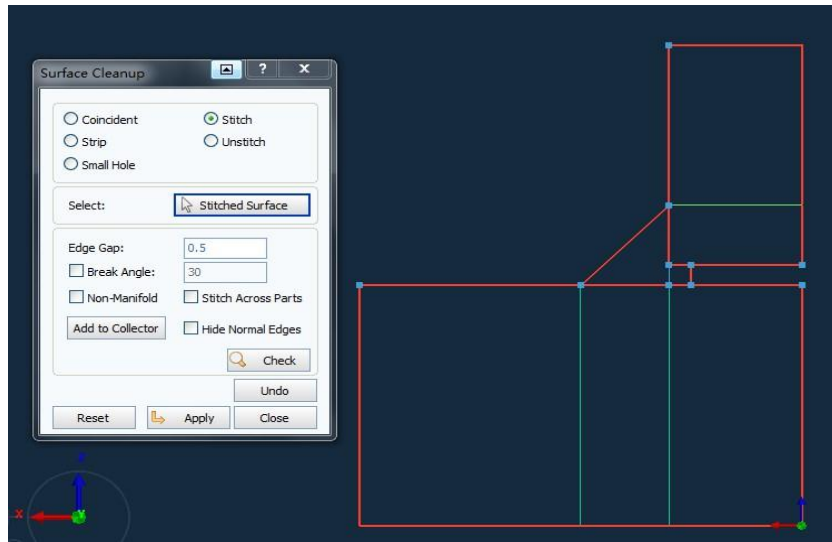
菜单 **Node > By XYZ, Locate...** (输入坐标创建节点)。

- 输入坐标 (2.5,0,6)，点击 **Apply** 创建节点 10
- 输入坐标 (2.5,0,6.5)，点击 **Apply** 创建节点 11
- 为创建表示焊接材料的三角形面，菜单 **2D > Blend (Spline)** (混成生成 2D 面)
- 对话框下拉列表分别为 “**Linear Points**” (直线点), “**Primary Only**”, and “**Surf Only**” (仅面)，设置 **Part ID** 为 3。
- 依次选择节点 3 和节点 10，中键确定。
- 依次选择节点 6 和节点 11，中键确定，点击 **Apply** 生成三角面。
- 依次选择节点 3 和节点 4，中键确定。依次选择节点 6 和节点 7，中键确定，点击 **Apply**



Blend to create triangular surface

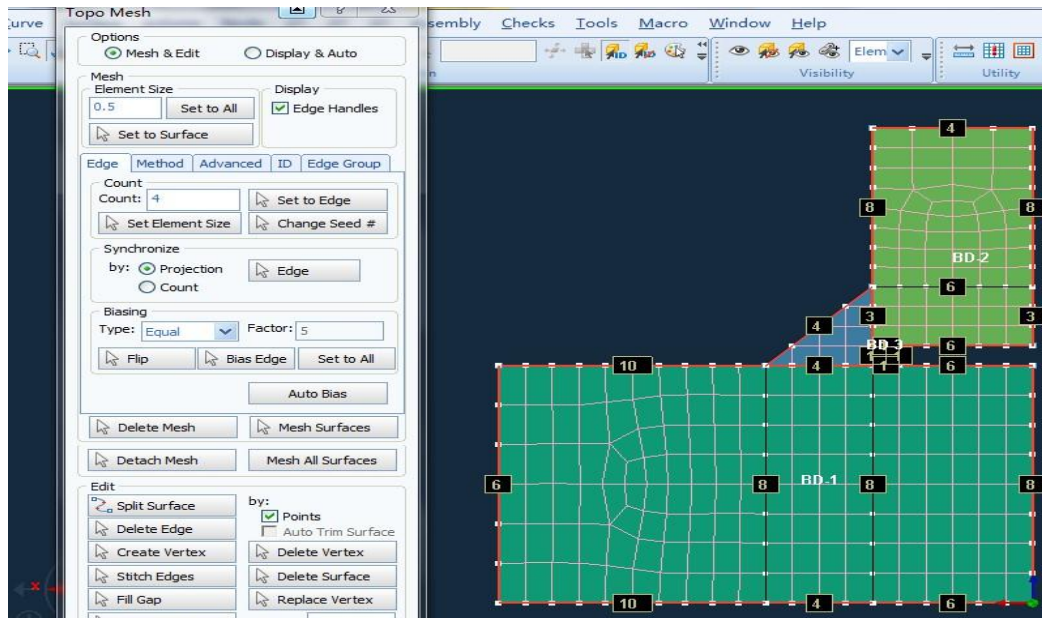
- 关闭 **Blend** 对话框
- 点工具按钮 “Hide ID”  隐藏所有节点的 ID 号
- 曲面应自动缝合（stitch），, but if every line in the object is red follow through with the next two steps.
- 菜单 **Surface > Cleanup** （曲面清理），选择 “**Stitch**”（缝合）项，由 **CTRL+A** 或划选选择所有面
- 点击 **Check**（检查），而后 **Apply**，关闭对话框



Seven surfaces stitched into one surface

Meshing 网格划分

- 点击 **Display Mode** 工具条上的  按钮，将面的显示模式设为 **Flat Wireframe**（平面线框）模式。
- 菜单 **2D > Topo Mesh** （2D 面 Topo 网格划分）
- 将在整个面上自动生成面拓扑
- **Element size**（网格边长）设为 0.5，点击 **Set to All**（即设定全局网格边长）。
- 勾选 “**Edge Handles**”，更改各边单元数如下图所示。为改变边单元数，点击框中数字上下拖动调整。

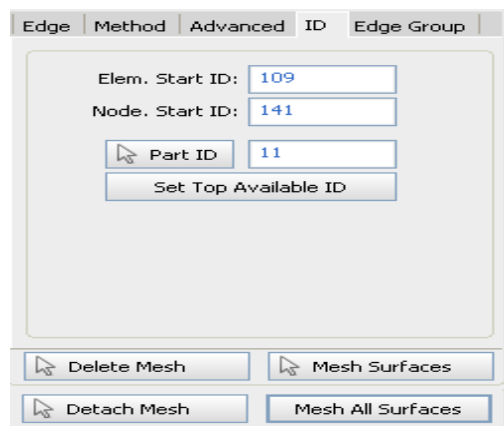


Topology of the 2D surface

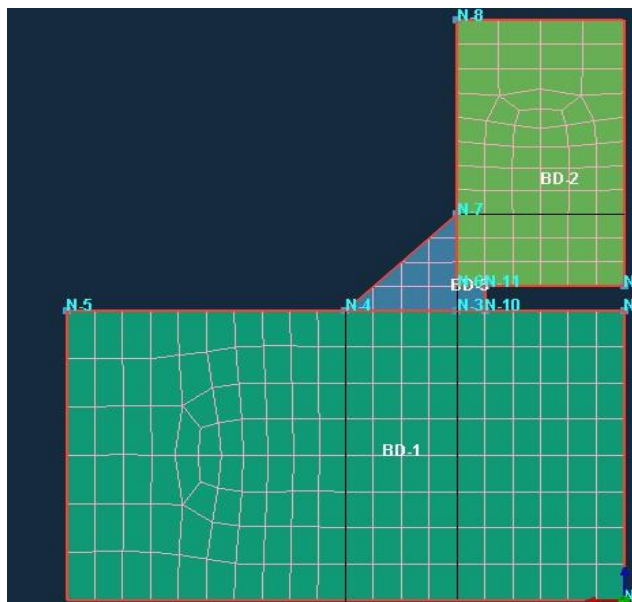
- 在 **Topo Mesh** 对话框的 **Method** 页，单元选项 Element Options 更改为 “**Quad**”（四边形）和 “**Linear**”（线性），Method 方法更改为 **Best**”，勾选 **Auto Seed Adjust**（自动调节种子点）。



- 在 **ID** 页，Part ID 设为 11，点击 **Mesh All Surfaces**（所有面网格划分）。

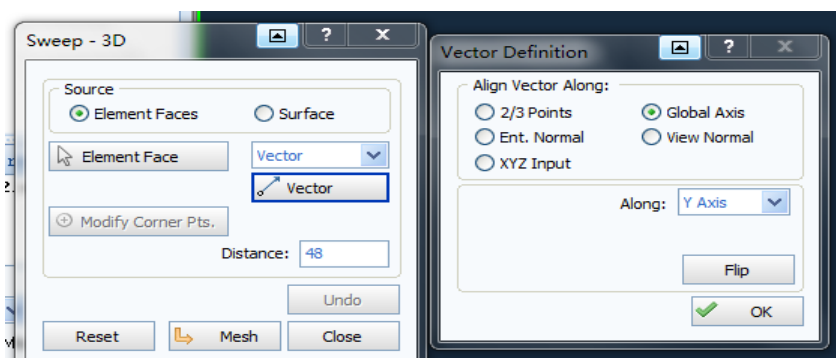


- 关闭 **Topo Mesh** 对话框

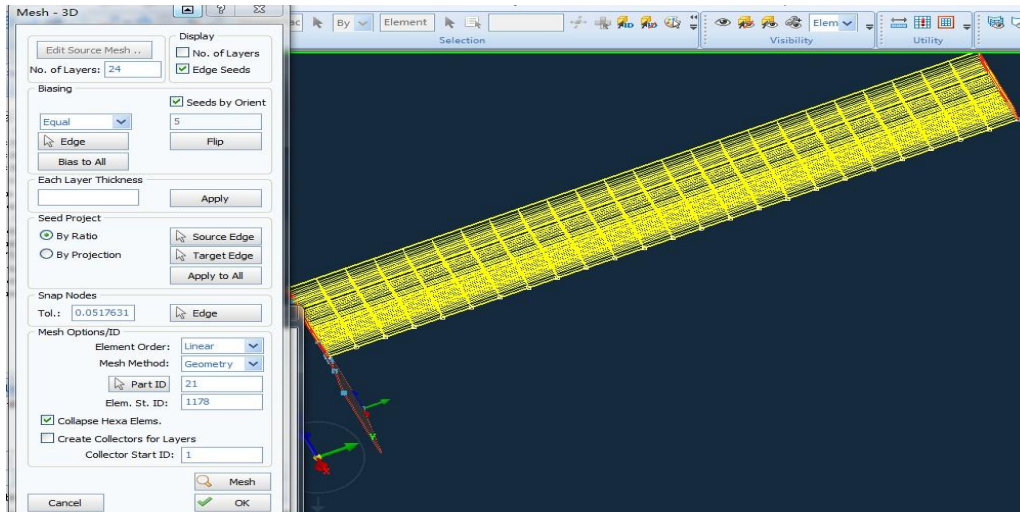


Extrusion 拉伸

- 点击 View 工具条上的按钮，将显示视角改为等轴测 
- 菜单 **3D > Sweep (Drag)** (扫掠创建 3D) .
- 筋板 ， 中键确定
- 在下拉列表中选择 “**Vector**” (方向矢量)，弹出 **Vector Definition** (方向矢量定义) 对话框
- 选择 “**Global Axis**” (全局坐标)，选择 Y axis (沿 Y 轴拉伸)，点击 **OK**.
- 在 **Sweep – 3D** 对话框中设置拉伸距离 distance 为 48 mm



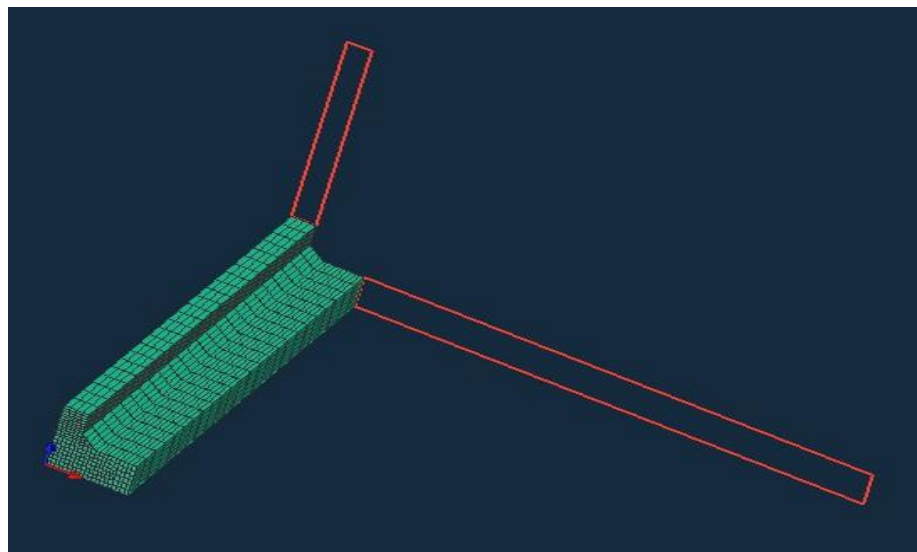
- 点击 **Mesh**，弹出 **Mesh – 3D** 对话框
- 更改 **No. of Layers** 层数为 16，**Part ID** 为 21，点击 **Mesh** 和 **OK**，。同样拉伸基板和角焊接接头，**Part ID** 分为 22,23
- 关闭 **Sweep** 对话框



Extrude Part 1 to create 3D elements

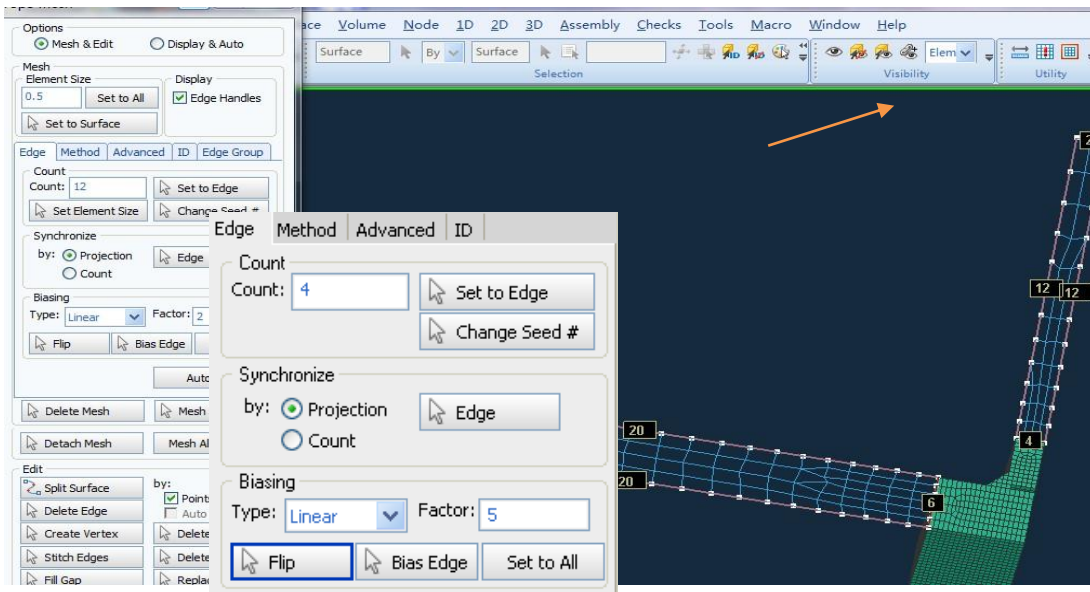
Extension Surfaces 延伸面

- 更改显示模式为 **Flat and Wireframe** .
- 菜单 **2D > Sweep (Drag)**, 更改设置为“**Smooth Points**” (光顺点), “**Surf Only**” (仅面) 和 “**Vector**” (方向矢量). 更改 **Part ID** 为 12 , **Distance** (扫掠距离) 为 62 mm.
- 选择如下图所示的筋板边界的两节点, 中键确定
- 在 **Vector Definition** (方向矢量定义) 对话框中, 选择 “**Global Axis**”项, 选择 X axis, 按 **OK**.
- 按 **Apply** 创建新面
- 更改 **Part ID** 为 13, **Distance** 为 36, 选择如下图所示的基板边界的两节点, 中键确定
- 在 **Vector Definition** 对话框, 选择 Z axis, 按 **OK**.
- 按 **Apply** 创建新面, 关闭对话框。



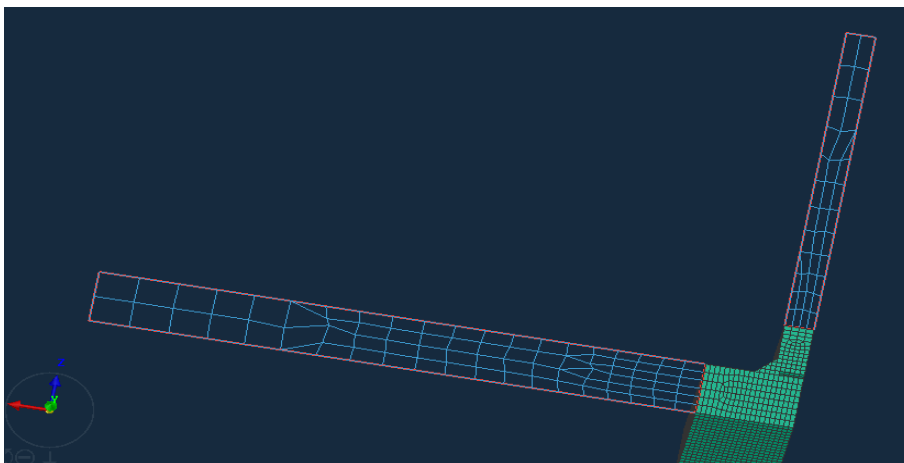
Create second extension surface (part of the panel)

- 菜单 **2D > Topo Mesh**，选择 Part 12 和 13 的面。
- 单元边长 **Element Size** 设为 2，在 **Method** 页，选择“Map”项，Element option 为 “**Quad**”（四边形），勾除“**Auto Seed Adjust**”（不自动调整种子点）
- Part12 两侧的单元边数为 20，Part13 两侧的单元边数为 12，如下图所示。
- 在 **Edge** 页，**Biasing**（偏置）类型 **Type** 设为 “**Linear**”（线性），偏置因子 **Factor** 为 2
- 点击 **Bias Edge**，选择所有单元边数为 20 和 12 的边
- 在靠近热影响区 Heat Affected Zone (HAZ)的节点应该更密，远离热影响区的节点更稀疏。若不是这样，可通过反向偏置 **Flip** 来达到此目的，如下图所示。



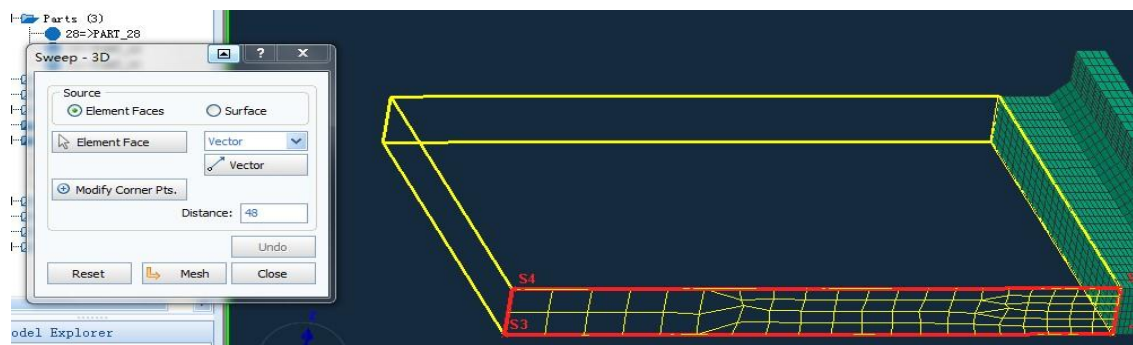
Flip biasing to create concentrated mesh at HAZ

- 点击 **Create Mesh** 和 **OK**，关闭对话框。关闭 Topo Mesh 对话框，更改显示模式为 **Flat and Wireframe** ，最终的网格如下图所示。



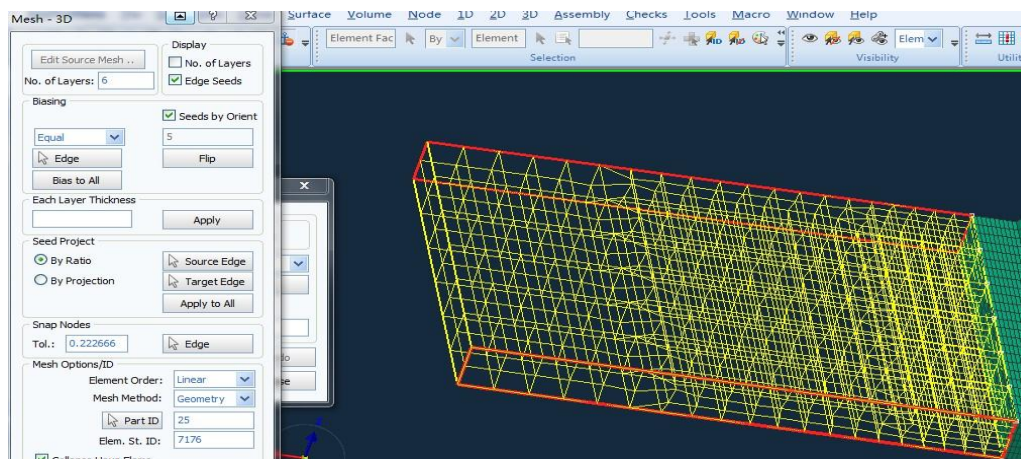
Extension – Solid Mesh

- 菜单 **3D > Sweep (Drag)**, 选择 Part 12 中的所有单元, 中键确定
- 在 **Vector Definition** 对话框中, 选择 “**Global Axis**”项, 选择 Y axis, 按 **OK**.
- 设置 **Distance** 为 48, 按 **Mesh** 弹出 **Mesh – 3D** 对话框。



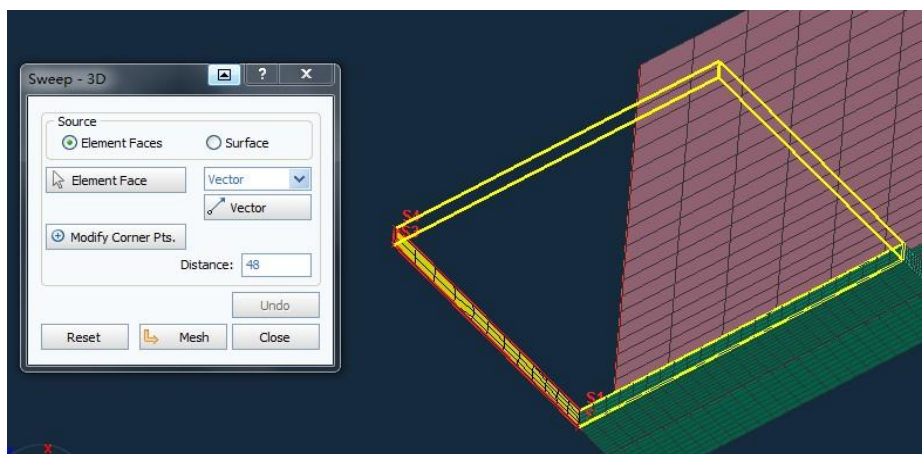
Locate and Extrude Part 12

- **No. of Layers** 层数设为 24, **Part ID** 为 23。点击 **Mesh** 和 **OK** 拉伸单元



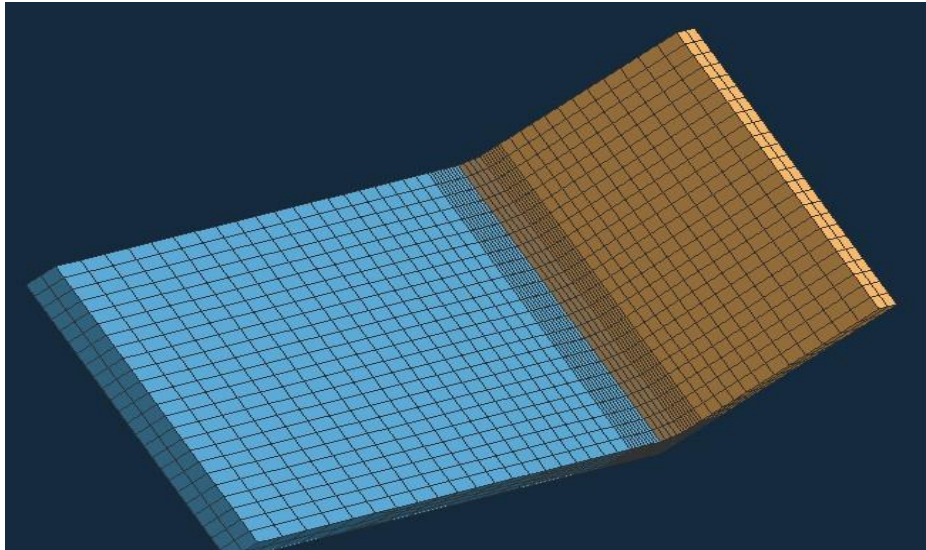
3D Mesh options for Part 12

- 定位到 筋板, 选择所有单元并确定
- 选择 “**Global Axis**”项, 选择 Y axis, 按 **OK**.
- 拉伸距离 **Distance** 为 48, 按 **Mesh** 弹出 **Mesh – 3D** 对话框



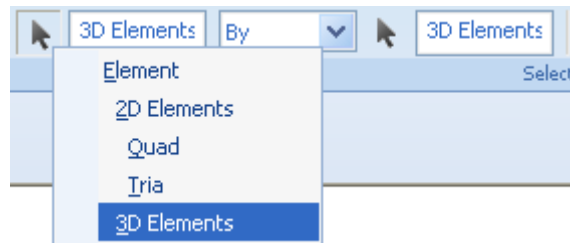
Locate and Extrude Part 13

- **No. of Layers** 层数设为 24，**Part ID** 为 21。点击 **Mesh** 和 **OK** 拉伸单元，关闭 **Sweep – 3D** 对话框。
- 按“F”适合窗口显示，显示模式为 **Flat and Wireframe**，模型如下图显示。



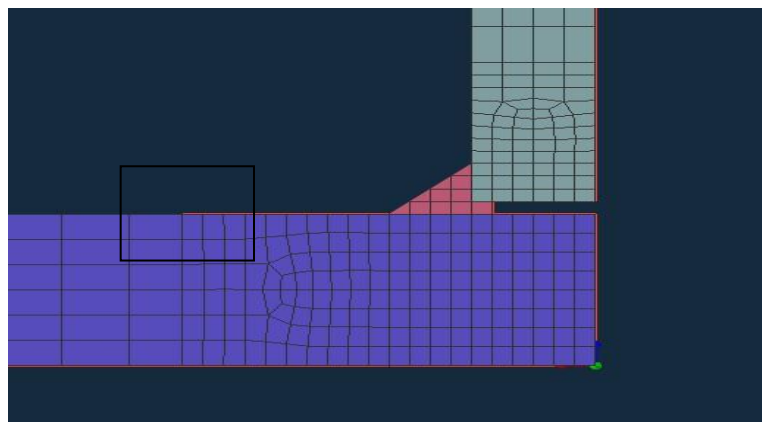
Redefining Parts 重定义 Parts

- 接下来将焊接接头添加材料的各三角形块赋给其自身的 part
- 设置对象选择器 **Entity Selector** 为 **3D Elements by 3D Elements**



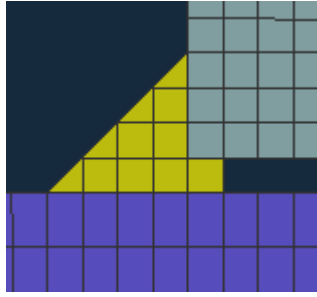
Entity Selector

- 显示视角设为 **XZ** (), 框选一个三角区的所有 3D 单元



Box-select elements

- 右键，菜单 **Tools > Add to New Part**，将所选的单元从原 Part 移至新 Part 中



Add each weld to a new part

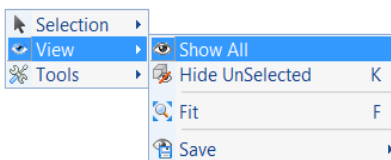
- 同样的操作，将另一焊缝材料对于 3D 单元移至新 Part 中
- 这一个三角块 Part 号 25。
- 热影响区 Heat Affected Zone 的单元应该重新分配到包含基板和筋板的 Part 中
- 对象选择器 **Entity Selector** 保持为 3D elements, 定位 **Locate Part 23**，选择在 0.5mm 间隙下的所有单元
- 在所选单元上右键 **Tools > Change PID.**（更改 Part ID），更改 ID 号为 27，按 OK。
- 对象选择器 **Entity Selector** 保持为 3D elements, 选择在 0.5mm 间隙以上的所有单元，更改 ID 号为 26

Check and Clean-up 检查与清理

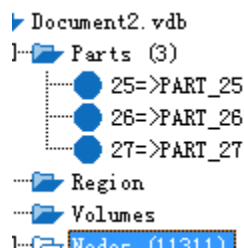
应花费足够的时间来检查有限元 FE 模型，因为该模型的任何问题都会导致后续模拟的失败。

2D Surfaces 2D 面

- 在视图区右键 **View > Show All** 显示所有，按‘F’适合窗口显示



- 删除 2D 单元：在浏览器区选择所有 2D 对象的 Part IDs，右键 **Delete** 删除。

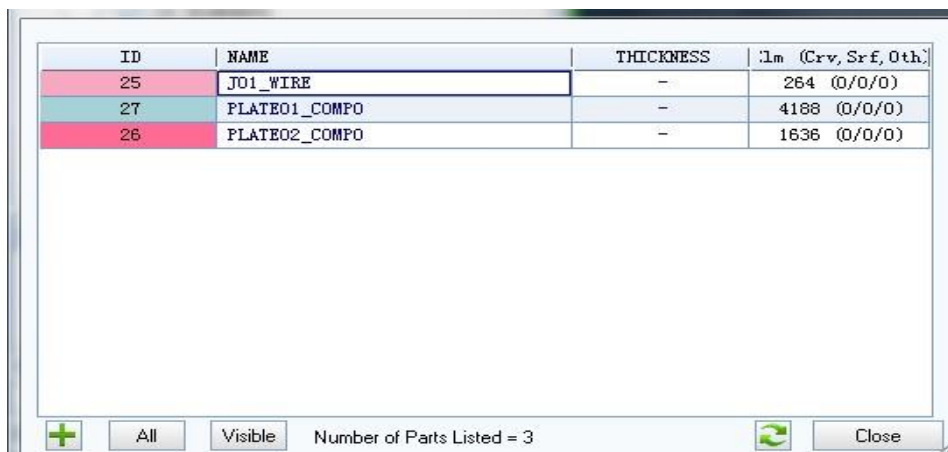


- 留下的 Parts 应该只有 Parts 25-27 Preparing for Welding Process 焊接工艺的准备

Preparing for Welding Process 焊接工艺的准备

Renaming Parts 重命名 Parts

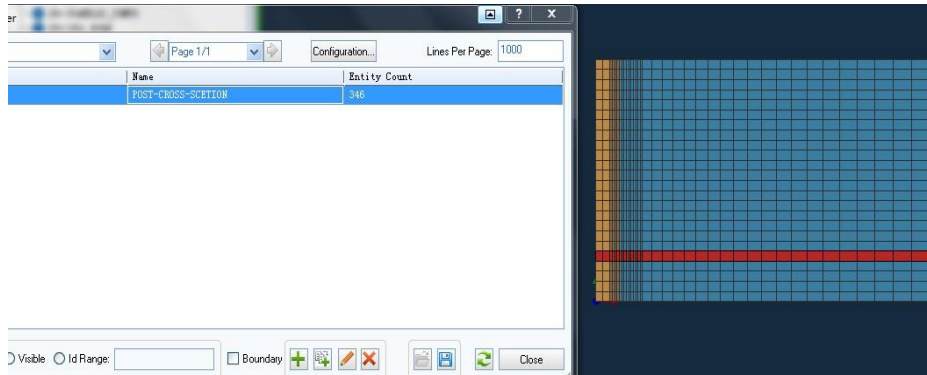
- 在其中一个 parts 上右键，选择 **Part Manager**（Part 管理器），按如下约定重命名。
- 同样操作，将 **PART_27** 重命名为 **PANEL01_COMPO**
- 重命名 **PART_26** 为 **PANEL02_COMPO**
- 重命名 **PART_25** 为 **J01_WIRE**.



- 关闭 **Part Manager** 对话框

Defining Collectors: Result Review 定义集：结果评估

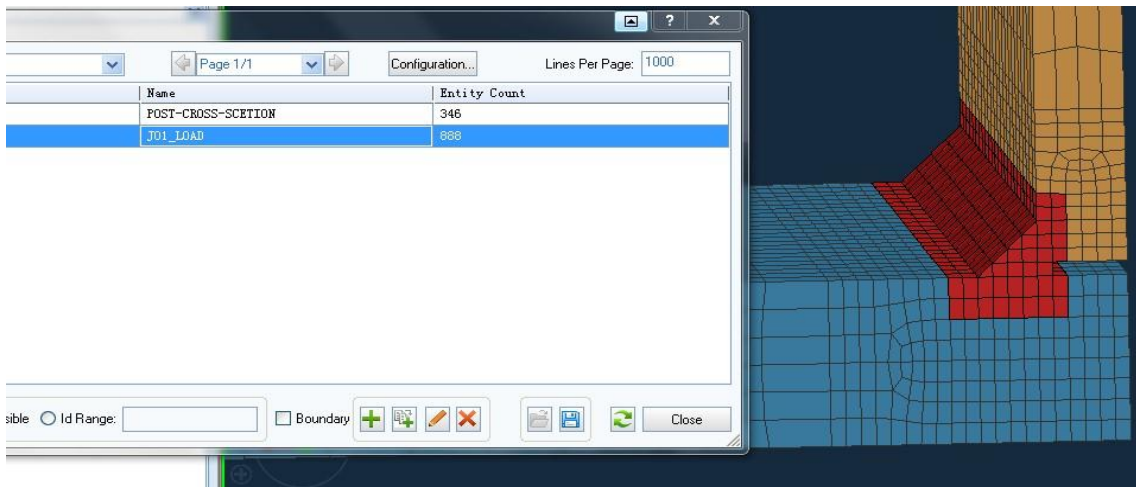
- 在浏览器窗口 **Explorer Window** 中的 **Collectors** 上右键，选择 “**Collector Manager**”（集管理器）。
- 设置对象选择器 **Entity Selector** 为 **3D Elements by 3D Elements**。显示视角设为 **XZ** () 模式
- 在 **Collector Manager** 中点击按钮  新增集，name 为 POST-CROSS-SCETION
- 选择 “**Elements**”项，显示视角设为 **XY** () 模式。
- 框选自焊接起始边界（底部）开始的第 5 行单元，如下图所示



- 选择单元后，按 **OK** 确定选择，按刷新按钮 refresh (🔄) 查看在 **Collector Manager** 中的集 **Collector**。

Defining Collectors: Load 定义集：载荷

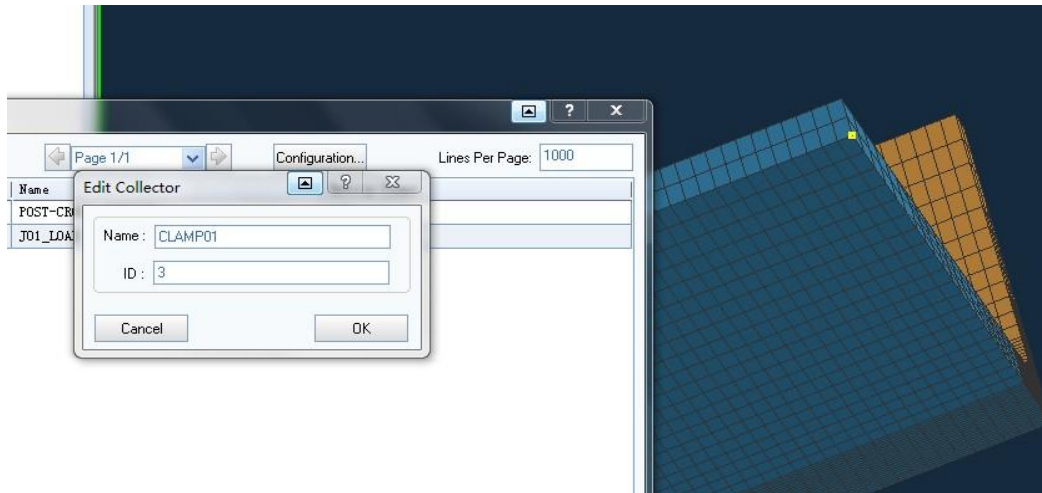
- 视角设为 **XZ** 模式 (📐)，按 ‘F’ 适合窗口显示。
- 对每个 Loads 都要创建集。与焊接有关的 **LOAD** 由焊缝 **WIRE** 及其邻近单元（焊接过程中受热影响，热影响区 **HAZ**）。
- 创建新集：**J01_LOAD**。选择 “**Elements**” 项，更改对象选择器 **Entity Selector** 为 **3D Elements**，该 Load 中仅有 3D 单元。
- 选择 **J01_WIRE** 所有单元及其邻近的 2 排单元。



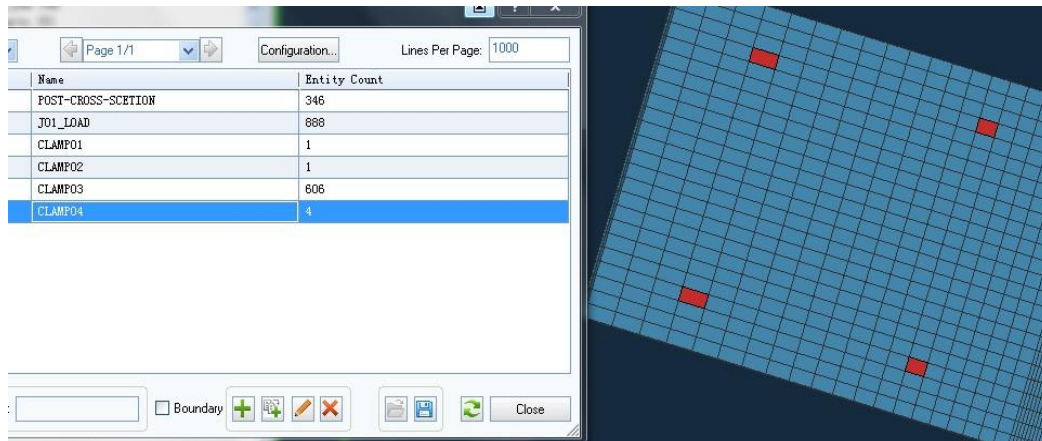
Elements in J01_LOAD

Defining Collectors: Clamping Conditions 定义集：夹持条件

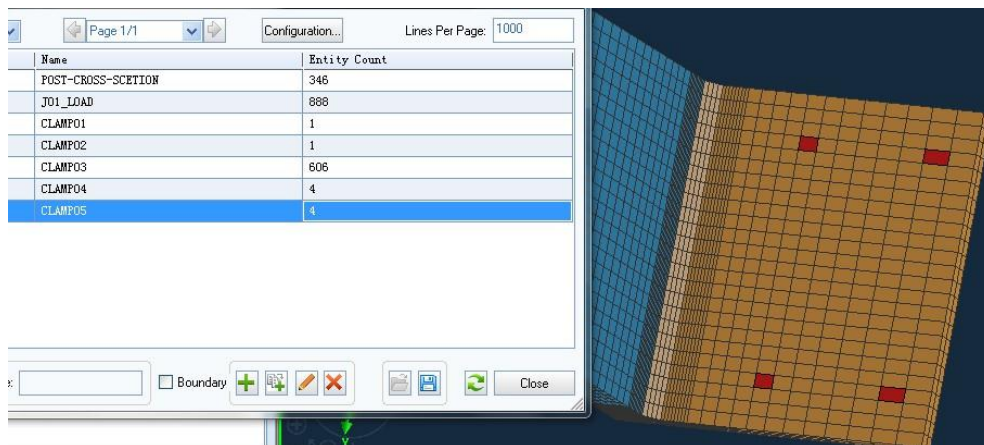
- 必须创建集以模拟焊接过程中的夹持条件。
- 第一个夹持集命名为 **CLAMP01**，选择 “**Nodes**” 项，选择基板如下图所示的 1 个节点，按 **OK** 确定。



- 再次选择 **New** 新建集，命名为 **CLAMP02**，选择基板的 1 个节点，按 **OK**
- 再次选择 **New** 新建集，命名为 **CLAMP03**，选择筋板侧的所有节点，按 **OK**
- 再次选择 **New** 新建集，命名为 **CLAMP04**，选择基板上的 4 个小面，按 **OK**



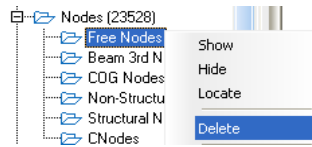
- 再次选择 **New** 新建集，命名为 **CLAMP05**，选择筋板上的 4 个小面，按 **OK**



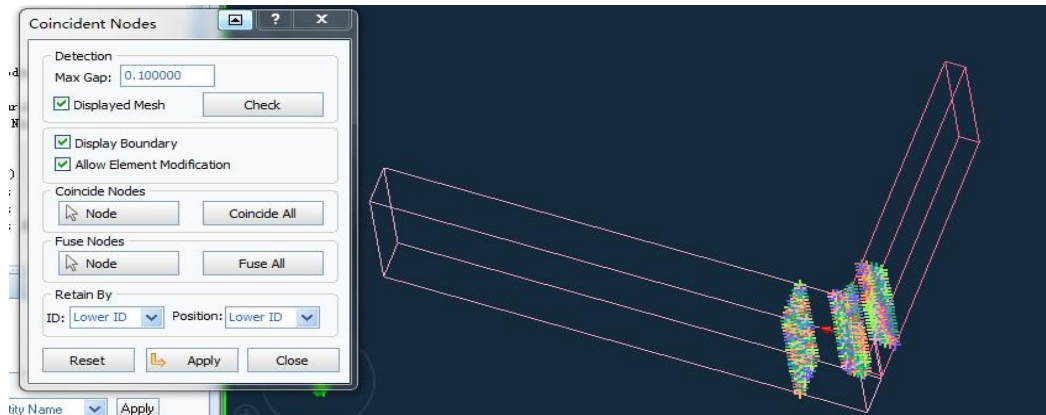
- 关闭集管理器 **Collector Manager** 对话框

Free and Coincident Nodes 自由和重合节点

- 在浏览器窗口的“Free Nodes”右键，选择 **Delete** 删除自由节点



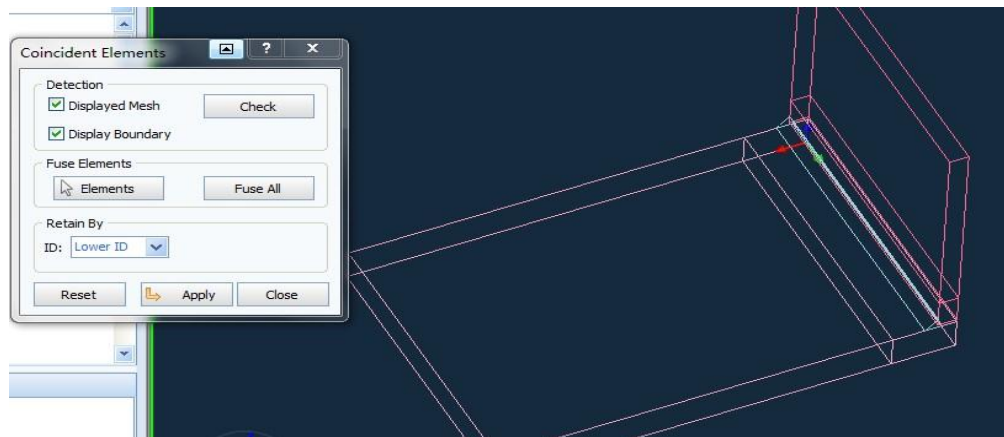
- 菜单 **Checks > Coincident Nodes** 检测重合节点
- 按 **Check** 检测，按 **Fuse All** 融合重合节点（即重合节点融合为一个节点），**Apply** 确认
- 融合后，再次检测以保证无重合节点。



*Check coincident nodes and **Fuse All***

Coincident Elements 重合单元

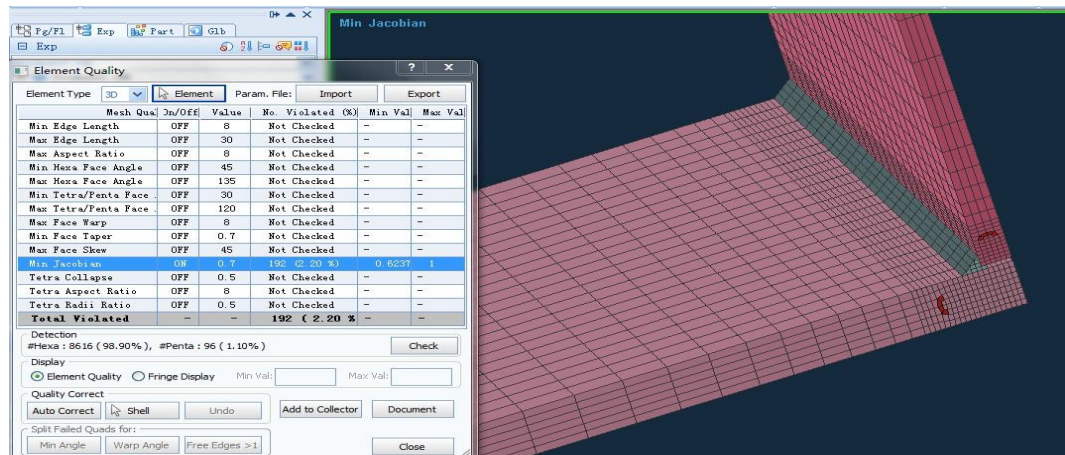
- 菜单 **Checks > Coincident Elements** 检测重合单元，步骤与重合节点处理类似。本例中无重合单元



Check coincident elements (none in this example)

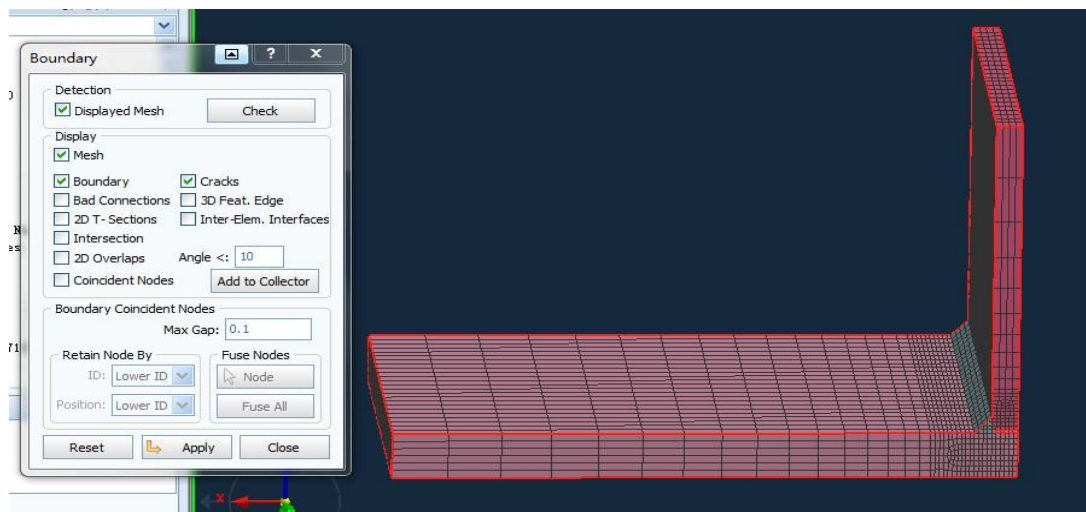
Element Quality 单元质量

- 菜单 **Checks > Element Quality** 检测单元质量
- 除“**Min Jacobian**”外勾除其他项，从单元类型下拉列表中选择“3D”，按 **Check** 检测 3D 单元质量
- 在“Quality Correct”质量修复下点击 **Auto Correct** 自动修复问题单元
- 关闭 **Element Quality** 单元质量对话框



Element Boundaries 单元边界

- 菜单 **Checks > Boundary** 检测单元边界，这可检测裂缝等
- 按 **Check** 检测，按 **Apply** 确定，关闭对话框



Check element boundaries

Store the Model 保存模型

- 保存模型为 *.vdb 文件 (LIU-DONG.vdb).

Export the Model for Simulation 导出模型到 Visual Weld

- 现在可导出到 Visual Weld.
- 菜单 **File > Export** 文件导出
- 以 ASC 文件类型导出文件，名为<project_name>_DATA30.ASC，本例名为 PANEL_BAR_LIU_DATA.ASC
- 点击 **Save**。

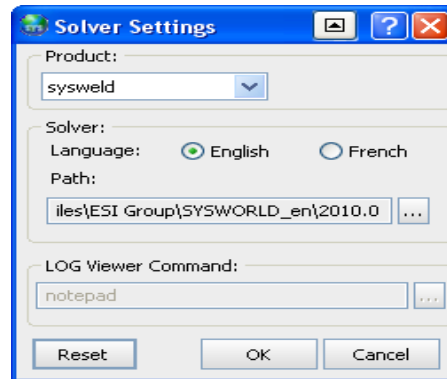
Starting the Welding Project 启动焊接工程

- 关闭 **Visual-MESH 7.5**，启动 **Visual-WELD 7.5**.
- 菜单 **File > Open** 打开文件
- 选择先前保存的*.ASC 文件(PANEL_BAR_LIU_DATA.ASC)，按 **Open** 打开

Solver Settings 求解器设置

仅在第一次求解模型时需要：

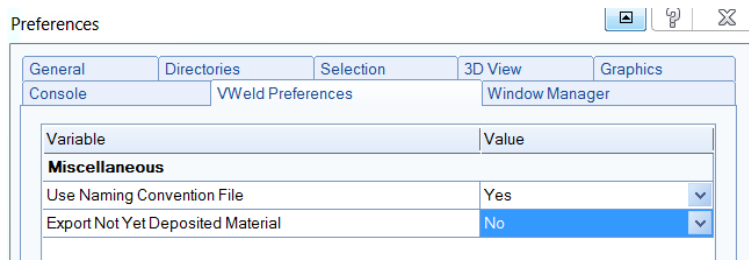
- 菜单 **Tools > Solver Settings** 求解器设置
- 在 **Product** 产品模块下拉列表中选择 **sysweld**
- 浏览选择求解器路径，该路径位于计算机的 Program Files 下 (C:\Programs Files\ESI Group\SYSWORLD_en\2011.0，若为 64 位则在 C:\Program Files (x86)\ESI Group\SYSWORLD_en\2011.0)



Change the Solver Settings

Weld Deposit Options 焊接 沉积 选项

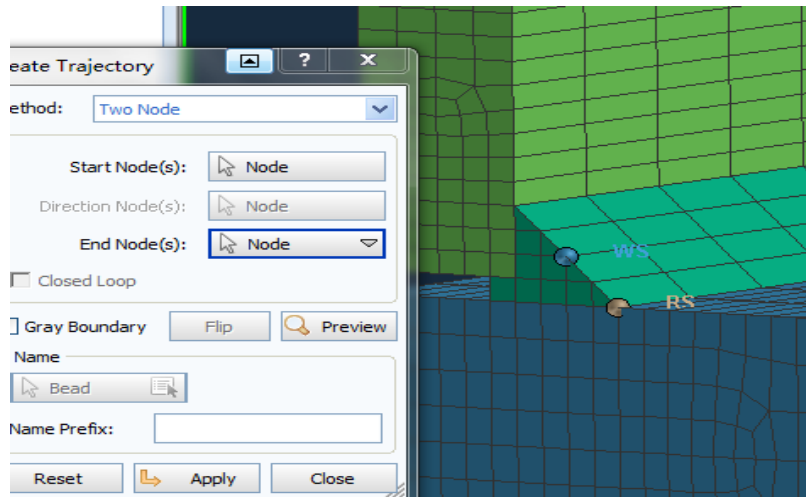
- 菜单 **File > General Preferences** （一般设置）**VWELD Preferences** 页
- **Export Not Yet Deposited Material** （导出未沉积材料）选项设为 **NO**，点击 **OK**.



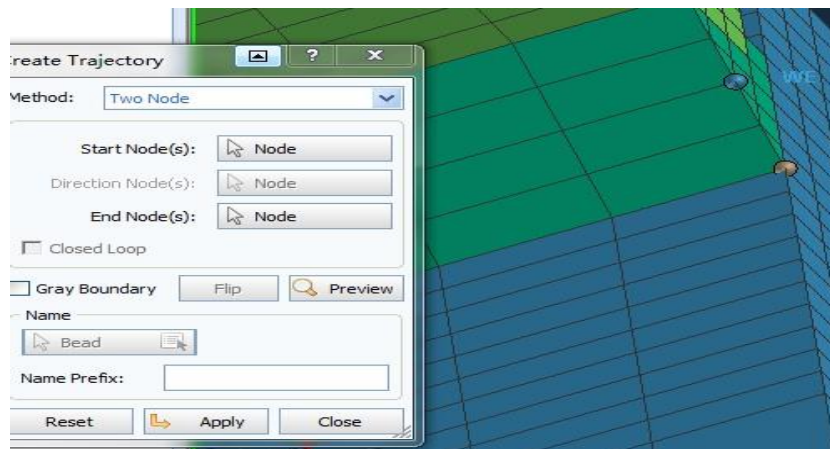
Defining the Weld Trajectories 定义焊接轨迹

- 在 Display 显示工具条上点击按钮  **Flat and Wireframe** （平光及线框）显示体网格
- 菜单 **Welding > Create Trajectory** 创建迹线
- 创建方法 Method 下拉中选择 **Two Nodes**，选择下图所示的节点作为 Start Nodes 起始节点，中键确定

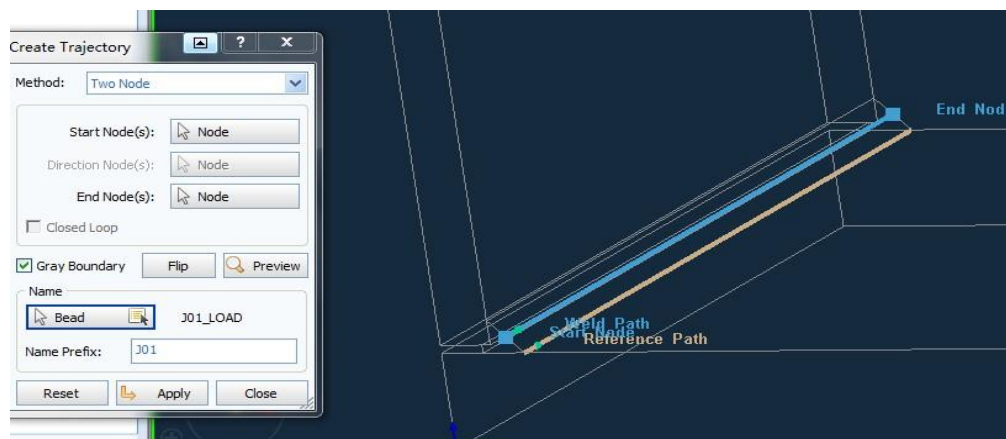
注：总是先选择 **Weld line** 焊接线的节点，而后才是 **Reference line** 参考线的节点。本例中，蓝色点表示焊接线的起始节点，棕色点表示参考线的起始节点，热源沿 **PATH** 移动，使用 **REF** 定向



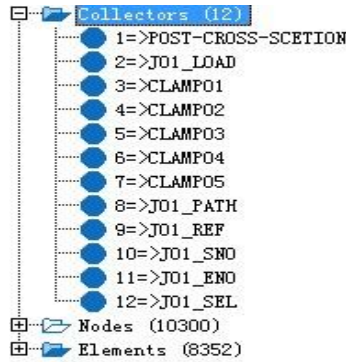
- 选择下图所示的两节点作为终止节点 End Nodes，中键确定



- 点击 **Preview** 预览焊接轨迹，**Apply** 确定



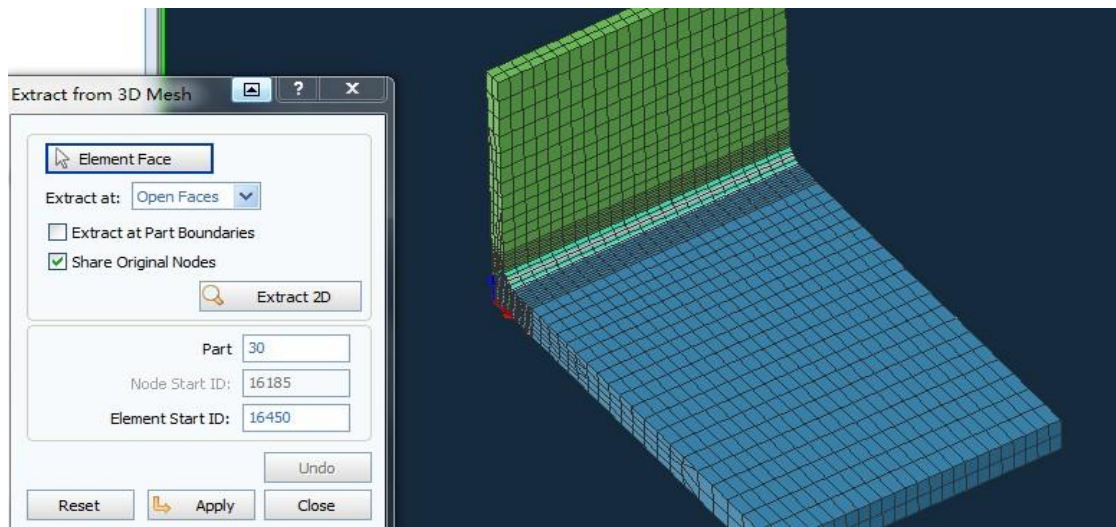
- 可注意到在浏览器页的 Collectors 下已自动添加了轨迹线的相关集（下图中的 10-19），加上了前缀 **J01**。



Creating the Heat Transfer Skin 创建热传导表面

菜单 **Tools > Generate Skin** 生成表面。在 view 选择 Z—X 面
手动框选 到最下面那个单元格

- 确定 **Extract at** 下拉为 **Open Faces**（在开放面处提取）
- 确定未勾选 **Extract at Part Boundaries**（在 Part 边界处提取）
- 勾选 **Share Original Nodes**（共享原始节点）
- 点击 **Extract 2D**（提取 2D 面）并 **Apply** 确定
- 在浏览器窗，对刚创建的 part 重命名为 **AIR**



Project Definition 工程定义

- 菜单 **Welding > Welding Advisor** 焊接顾问
- **Welding Advisor** 焊接顾问 **Step 1** 第一步 “**Project Description**”工程描述
- 按如下输入工程信息：
 - ***Name**（名称，必填）：TJOINT
 - **Title**（标题）：ARC Welding of a T-Joint
 - **Working directory**（工作文件夹）：浏览选择 (若有必要就创建新文件夹)
 - 注：工作文件夹路径不能存在空格，可用下划线代替空格
 - 可行 - D:\Panel_Bar_Results
 - 不行 - C:\Documents and Settings\Admin\Desktop\PB Results

- **General description** (一般描述) : Example on simultaneous double T-joint ARC welding (symmetry condition applied)
- **Material description** (材料描述) : S355 structural steel

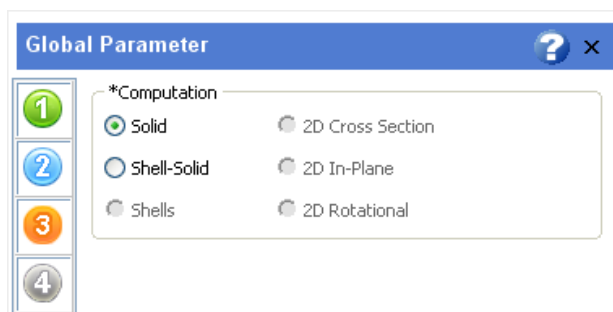


Step 1: Project Description

- 填完必填项后 (前有 “*” 标识) , 下一步按钮以橙色显示 , 当前步蓝色显示, 已完成步绿色显示。
- 点击 **Step 2** 第二步按钮 () 或右下角的下一步箭头按钮 () 进入下一步

Setting the Global Parameter 设置全局参数

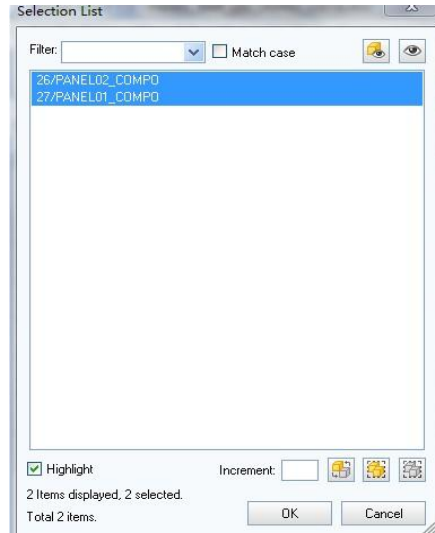
- 默认的 Welding Advisor 焊接顾问根据网格模型及设置自动确定 Computation Option 计算选项, 用户也可自行更改选择。在此使用的计算选项为“Solid”。



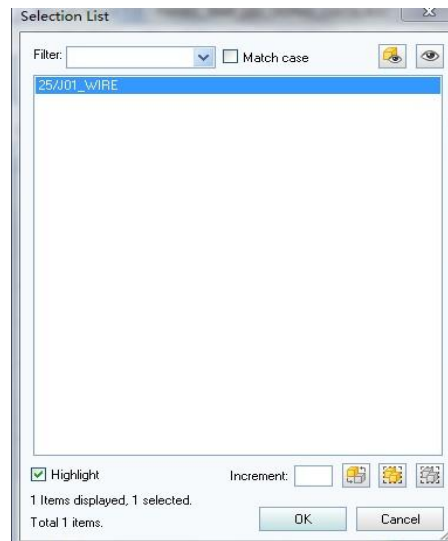
- 进入第三步 .

Component Properties 元件属性

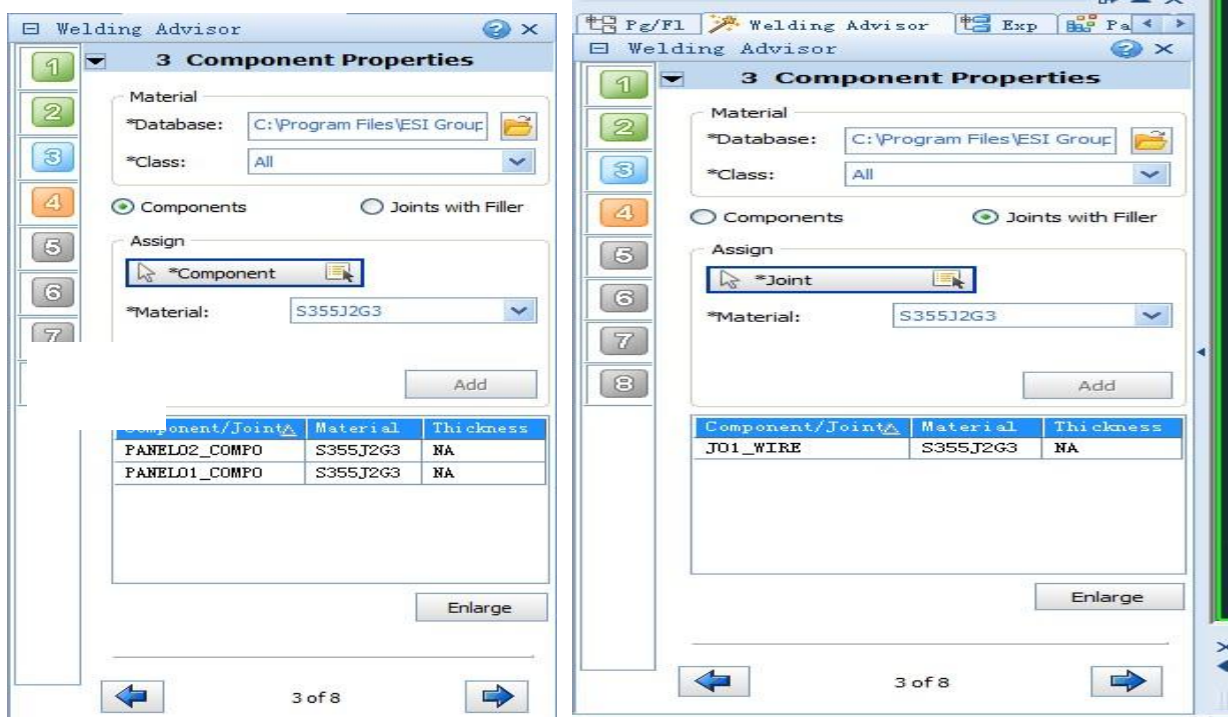
- 点击按钮  弹出列表。
- 选择 PLATE1_COMPO 和 PLATE2_COMPO 集, 按 **OK** 。



- **Material** 从下拉列表中选择 **S355J2G3**，而后 **Add** 为选定的元件指定材料
- 点击 **Joints with Filler** 给接头填充材料指定材料
- 点击  弹出列表，选择 J01 _WIRE 集按 **OK**。



- **Material** 从下拉列表中选择 **S355J2G3**，而后 **Add** 为选定的接头指定材料

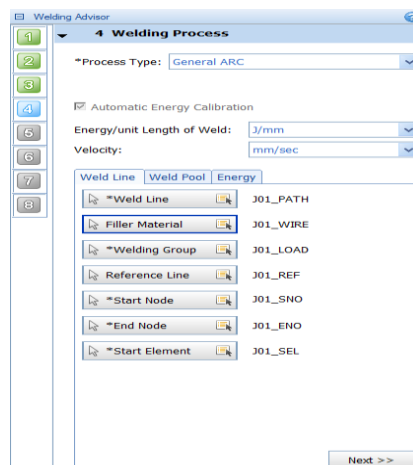


Step 3: Assign Component Properties

- 进入第四步 Step .

Welding Process 焊接工艺

- 选择工艺类型 ***Process type** 为一般弧焊 **General Arc**.
- 设定焊接单位长度能量 **Energy / unit Length of Weld**: 单位为 **J/mm** , 速度 **Velocity**: 单位为 **mm/sec**.
- 点击焊接线按钮  弹出集列表
- 选择 **J01_PATH** 按 **OK**.
- 与该焊接线相关的对象诸如填充材料 **Filler Material**, 焊接组 **Welding Group**, 参考线 **Reference Line** 等会基于约定命名文件自动填写



Step 4: First welding Process

- 按 **Next >>** 或直接选择 **Weld Pool**（焊接熔池） 页
- 热源 **Heat Source** 选择 **ARC**
- 输入以下值：
 - *Velocity 速度:** 33.310
 - *Initial Time 起始时间:** 0.000
 - End Time:** 1.441 (基于焊接线长度自动计算)
- 输入以下***Estimated** 估计值：
 - Length 熔池长:** 9.000 (mm 单位)
 - Width 熔池宽:** 5.000(mm 单位)
 - Penetration 熔池深:** 1.500 (mm 单位)
- 按 **Next >>** 或选择 **Energy** 页
- 输入下列值：
 - *Energy/Unit length 单位长度能量:** 280.000
 - *Efficiency 效率:** 1.000
 - Power Ratio 功率比:** 1.200
 - Length Ratio 长度比:** 0.500
- 勾选 **Start/End Energy Ramp** （起始/结束能量斜率），点击 **Add** 更新焊接线

Weld Line

Weld Pool

Energy

Heat Source:

ARC

*Velocity:

33.310

*Start Time:

0.000

End Time:

1.441

*Estimated

Length:

9.000

Width:

5.000

Penetration:

1.500

Weld Line

Weld Pool

Energy

*Energy/Unit length:

280.000

*Efficiency:

1.000

Power Ratio:

1.200

Length Ratio:

0.500

☒ Start/End Energy Ramp

*Beginning of Weld

Length of Ramp:

9.000

Energy Factor:

1.500

*Termination of Weld

Length of Ramp:

1.000

Energy Factor:

1.000

Step 4: Weld Pool and Energy settings of the first weld

Joint	Source	Start Time	End Time	Velocity	EPUL	Efficiency
J01_PATH	1	0.000	1.441	33.310	280.000	1.000

Step 4: Properties of the weld lines

- 进入第 5 步 Step

5

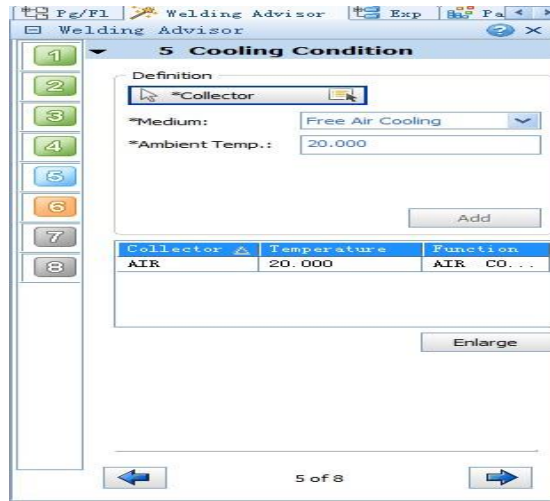
.

Cooling Condition 冷却条件

- 点击集按钮

*Collector

，选择集 **AIR**（前面创建的 Skin 表面）按 **OK**。
- 介质 ***Medium** 选择 **Free Air Cooling**（空冷），外界温度 **Ambient Temp** 为 20
- 点击 **Add** 按钮更新热交换条件

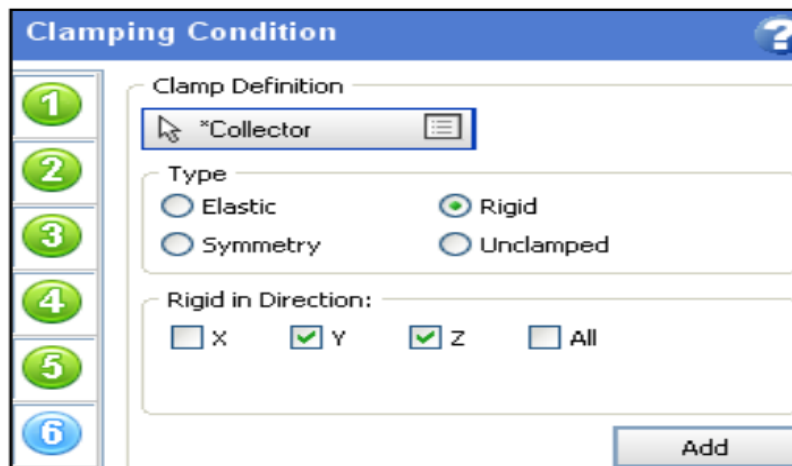


Step 5: Cooling Condition

- 进入第 6 步 

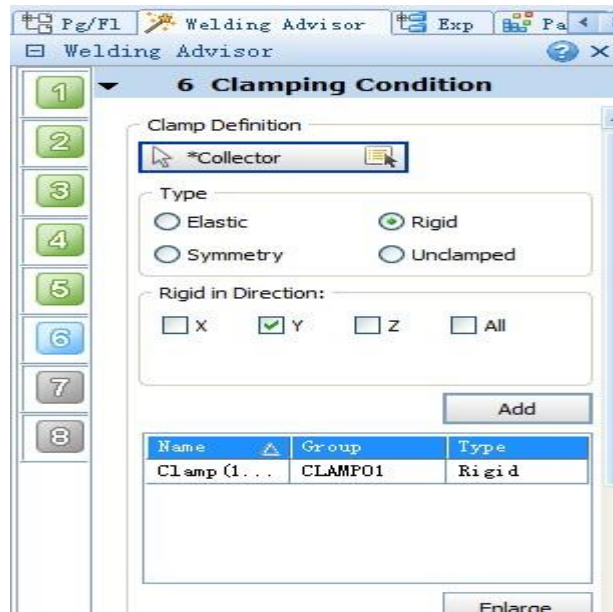
Clamping Conditions 夹持条件

- 点击集按钮  选择 **CLAMP 01** 集，按 **OK**.
- 夹持类型选择 **Rigid** （刚性夹持），刚性夹持方向“**Rigid in Direction**”为“Y 和 Z”
- 点击 **Add** 按钮更新夹持条件定义



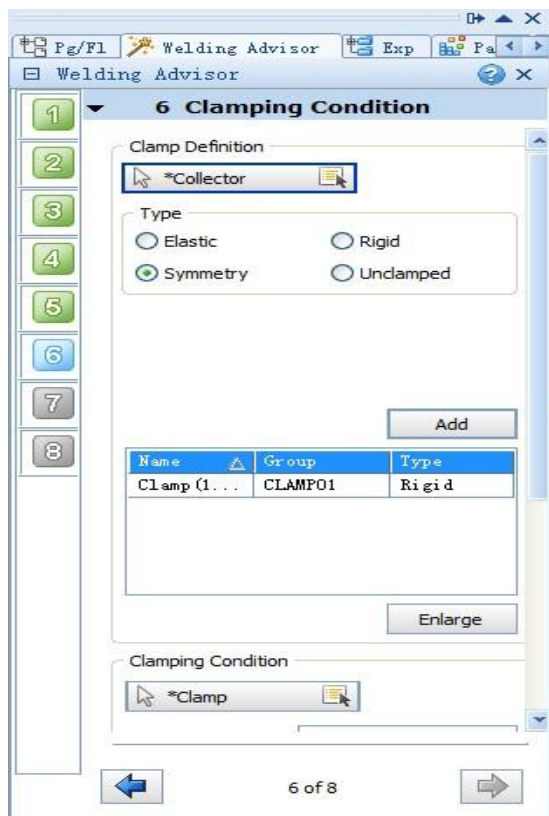
Step 6: Rigid clamping definition

- 点击集按钮  选择 **CLAMP02** 集，按 **OK**.
- 夹持类型选择 **Rigid** （刚性夹持），刚性夹持方向“**Rigid in Direction**”为“Y”
- 点击 **Add** 按钮更新夹持条件定义



Step 6: Rigid clamping definition

- 点击集按钮 *Collector 选择 **CLAMP03** 集，按 **OK**。
- 夹持类型选择 Symmetry，点击 **Add** 按钮更新夹持条件。



- 点击集按钮 *Collector 选择 **CLAMP04** 集，按 **OK**。
- 夹持类型选择 Elastic，在 Elastic Stiffness 中的 In Plane 填写：10.000；在 Perpendicular to Plane: 1000.000，点击 **Add** 按钮更新夹持条件定义
- 点击集按钮 *Collector 选择 **CLAMP05** 集，按 **OK**。

- 夹持类型选择 Elastic，在 Elastic Stiffness 中的 In Plane 填写：10.000；在 Perpendicular to Plane: 1000.000，点击 **Add** 按钮更新夹持条件定义

Name	Group	Type
1=>Clamp	CLAMP_01	Rigid
2=>Clamp	CLAMP_02	Rigid
3=>Clamp	CLAMP_03	Symmetry
4=>Clamp	CLAMP_04	Elastic
5=>Clamp	CLAMP_05	Elastic

Step 6: Clamping Definitions

- 定义完所有夹持类型后，在 **Clamping Condition** 中点击夹持按钮  *Clamp 选择列表中所有夹持，按 **OK**.
- Name** 保持为缺省
- 输入夹持起始时间 ***Start time:** 为 0.0
- 输入夹持结束时间 ***End time:** 为 600.0
- 点击 **Add** 按钮更新夹持条件定义

Clamping Condition

 *Clamp 

Name:

*Start Time:

*End Time:

Add

- 点击夹持按钮  *Clamp ，在列表中选择 **CLAMP01, CLAMP02, CLAMP03**.
- Name** 保持为缺省
- 输入夹持起始时间 ***Start time:** 为 600.0
- 输入夹持结束时间 ***End time:** 为 601.0

Clamping Condition

 *Clamp 

Name:

*Start Time:

*End Time:

Add

- 点击 **Add** 按钮更新夹持条件定义
- 点击夹持按钮  *Clamp ，在列表中选择 **CLAMP01, CLAMP02 和 CLAMP03**.
- Name** 保持为缺省
- 输入夹持起始时间 ***Start time:** 为 601.0
- 输入夹持结束时间 ***End time:** 为 3600.0

Clamping Condition

*Clamp

Name: CLAMP_COND_03

*Start Time: 601.000

*End Time: 3600.000

Add

- 点击 **Add** 按钮更新夹持条件定义

Name	Clamps	Initial Time	End Time
CLA...	Clamp...	0.000	600.000
CLA...	Clamp...	600.000	601.000
CLA...	Clamp...	601.000	3600.000

Step 6: Properties of the Clamping Conditions

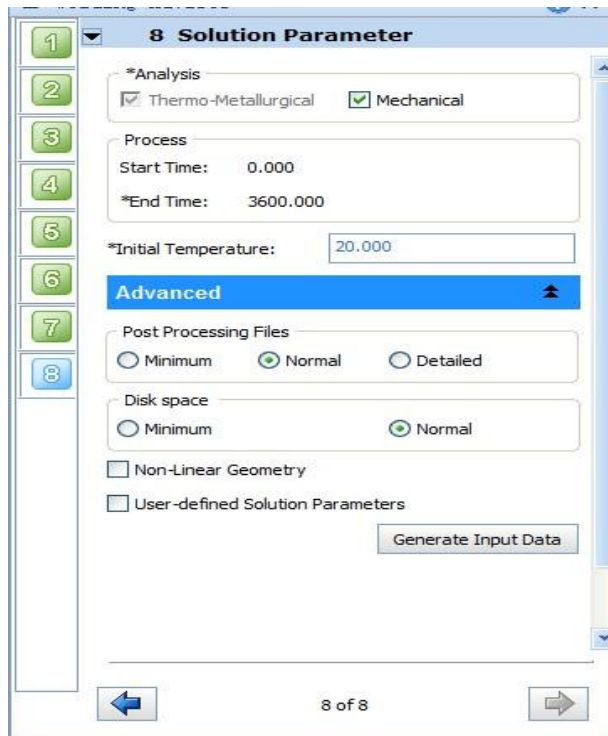
- 进入第 7 步

Loads and Deformations 载荷与变形

- 本例不涉及任何载荷条件
- 进入第 8 步

Solution Parameters 求解参数

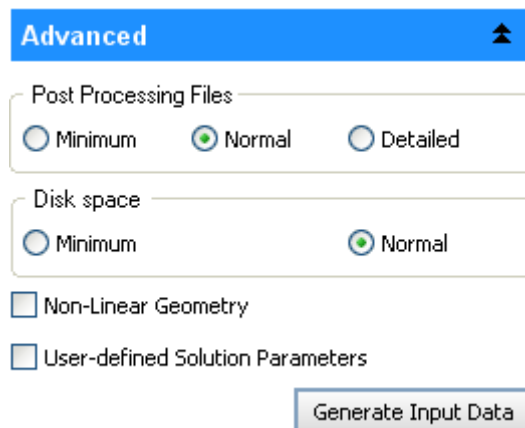
- 两种分析类型默认都会被选上，若机械分析没必要则可勾除。本例将进行 Thermo-Metallurgical 热-金相和 Mechanical 机械分析
- 输入初始温度 ***Initial Temperature:** 为 20.
- 点击高级箭头 查看更多选项，本例保持其缺省设置



Step 8: Solution Parameters

Solve 求解

- 点击 **Generate Input Data** 生成输入数据以导出所有工程文件到工作目录



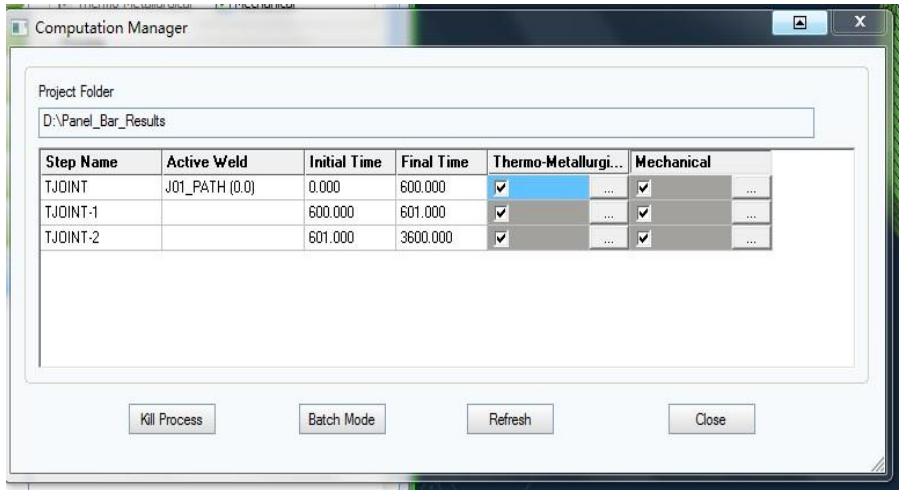
- 该步需花费一段时间

```
File D:\Panel Bar Results\02 COMP\TJOINT CHK.LOG loaded, .prj files error can be checked
File D:\Panel Bar Results\02 COMP\TJOINT-1 CHK.LOG loaded, .prj files error can be checked
File D:\Panel Bar Results\02 COMP\TJOINT-2 CHK.LOG loaded, .prj files error can be checked
```

Job Submission 提交任务

- 菜单 **Welding > Computation Manager** 计算管理器
- 选择工程文件 TJOINT01 .vdb (与第1步文件名相同).
- 勾选“**Heat Transfer**”和“**Mechanical**”下的所有选项，按 **Compute** 计算所有

- 注：该求解过程需耗费一定的时间，耗时长短取决于系统性能，（本例大约要一个小时）
- 项目计算完成后相应的单元格会变绿，蓝色表示项目正在计算；橙色表明项目计算存在问题，可点击... 查看日志文件log files
- 任何时候均可按 **Kill Process** 终止计算进程。注：若进程被终止，则无法查看结果。
- 所有单元格变绿后，该窗口会关闭

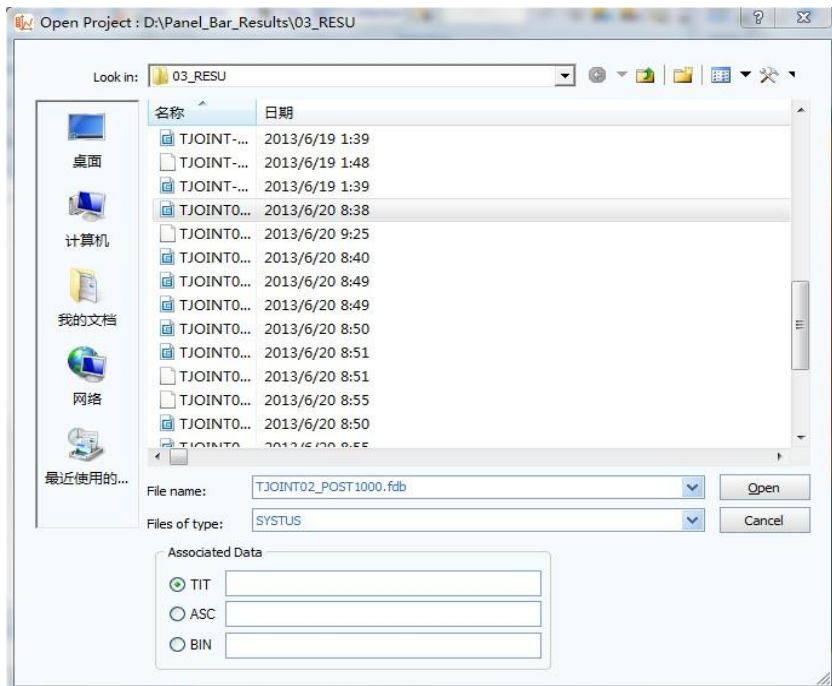


Solution Manager: Solution Progress

学术干货 | sysweld VE 焊接教程之结果分析

Selecting Results to View 选择结果查看

- 菜单 **Applications > Viewer** 切换到 **Visual-Viewer 7.5**
- 菜单 **File > Open Project** 找到工作目录下的 **03_RESU** 文件夹
- 更改文件类型 **Files of Type** 为 **SYSTUS**，选择文件 ***POST1000.fdb** (温度结果)
- 关联数据 **Associated Data** 选择 **TIT** 项，其后的文本框会自动填写
- 点击 **Open**，显示模型



Open Project Window

Contour Plotting 等值线图

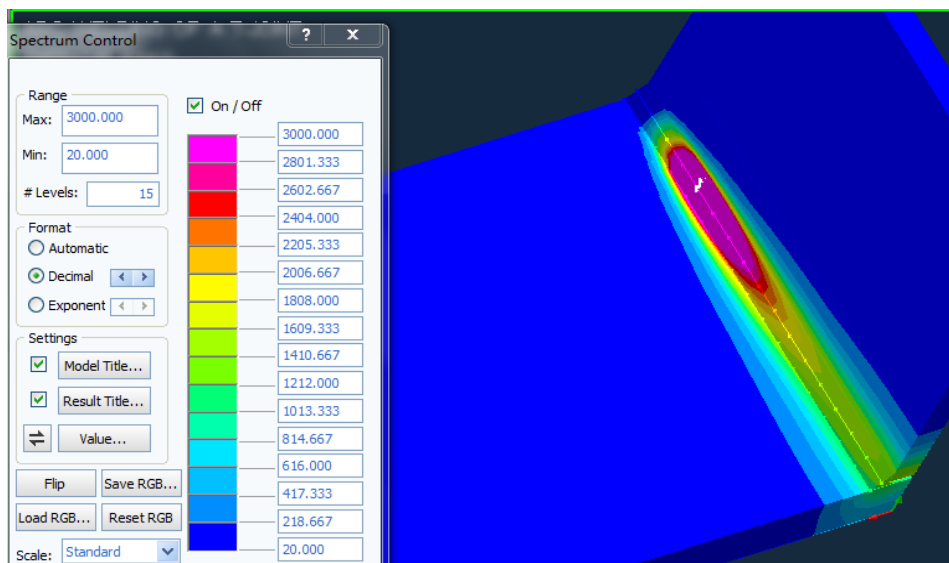


- 在 Results 结果工具条上, 选择 等值线 或菜单 **RESULTS > CONTOUR**
- 展开 **NODE** 节点结果, 选择 **TEMPERATURE_NOD** (节点处温度) 模型上无等值线显示, 因为焊接尚未开始



- 打开 **Animation Control** 动画控制 , 选择时间 2.00 s 显示此时的温度等值线
- 在 **Contour Spectrum** (等值线范围/谱) 双击, 改变温度范围。设定 maximum temperature 最大温度为 3000 °C (近似钢材熔点) 回车, 查看熔池大小
- 离散等级数 levels, 数据格式 format, 字体 font 及文本颜色均可在此编辑设置。

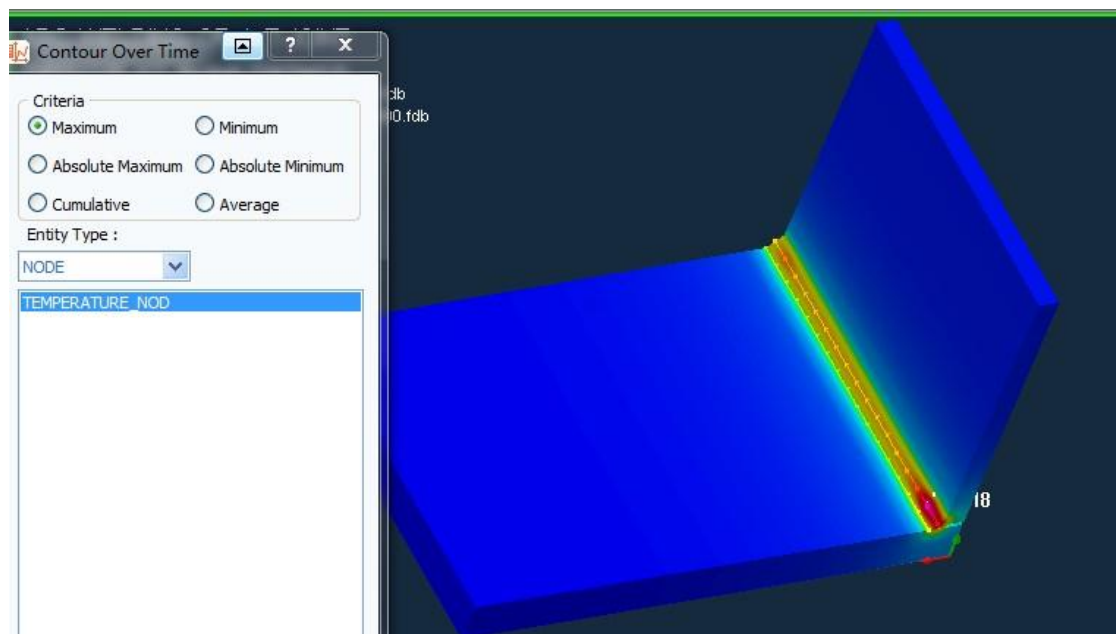
补充: S355J2G3 采用欧洲标准 EN10025-2, 符号字母 S 代表结构钢, s355j2g3: 低合金高强度结构钢 Q345 S355J2G3 大致相当于 GB 的 Q345D S355J2G3, J2G3 的意思表示交货状态为正火, -20°C 的冲击功为 27J, G3 和 G4 是表征脱氧方式的意思。成分为 $C \leq 0.20$, $Si \leq 0.55$, $Mn \leq 1.60$, $P \leq 0.035$, $S \leq 0.035$ 脱氧方式 FF。



Contour Plot and Spectrum Controls

为查看模型最高温度位置，菜单 **Results > Contour over Time**

- Criteria (标准) 选择 Maximum, 选择 **TEMPERATURE_NOD.**, 选择 **Create and Apply** 查看结果。

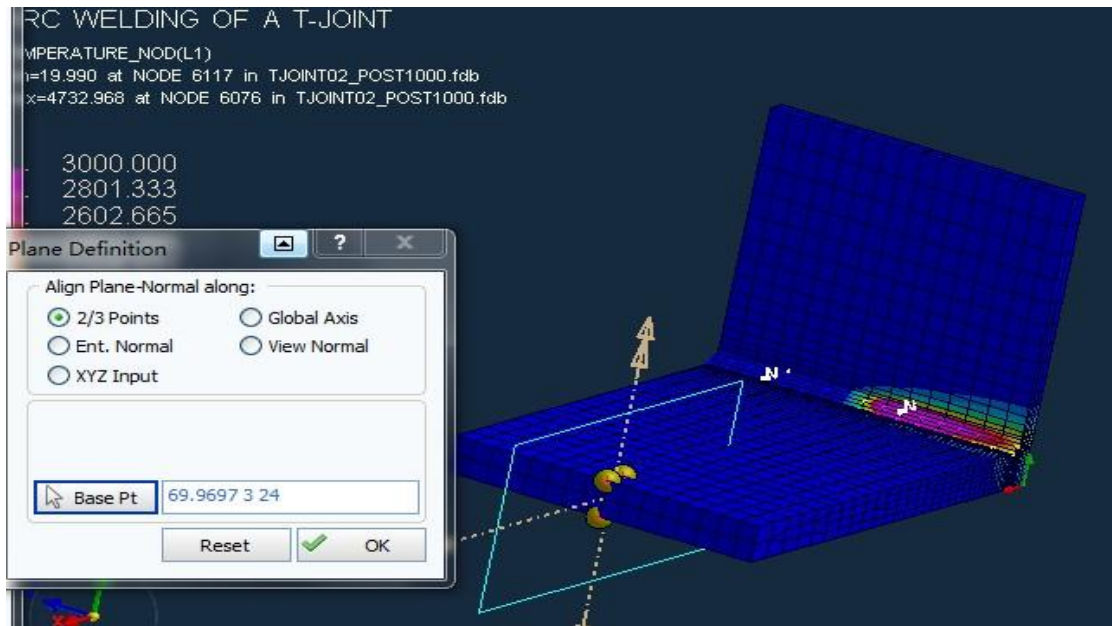


Contour Over Time Showing the Maximum Temperatures Reached in the Simulation

也可图形显示其他焊接结果，包括相比例

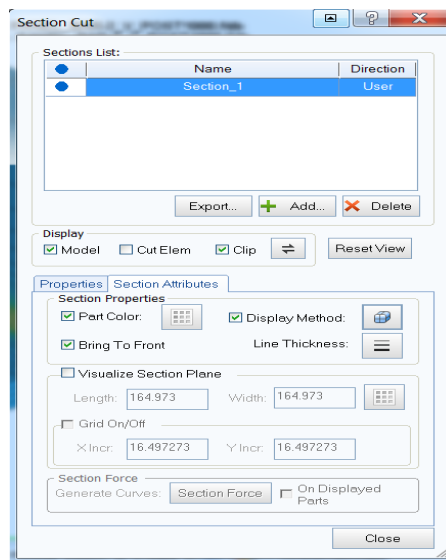
Section Cuts 剖面

- 菜单 **Sections > Section Cut** 剖面，通过剖面可查看模型内部的结果。
- 点击 **Add** 添加和 **User Defined** 用户定义来定义剖面
- 选择 3 点定义一平面，按 OK:



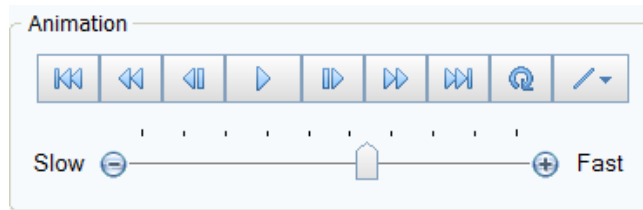
Section Cut Definition

- 在 **Section Cut** 对话框中，通过 **Display** 选项来控制显示，在剖面属性 **Section Attributes** 中更改显示方法 **Display Method** 为光滑渲染 **Smooth Shaded**，线宽 **Line Thickness** 为 **1**:



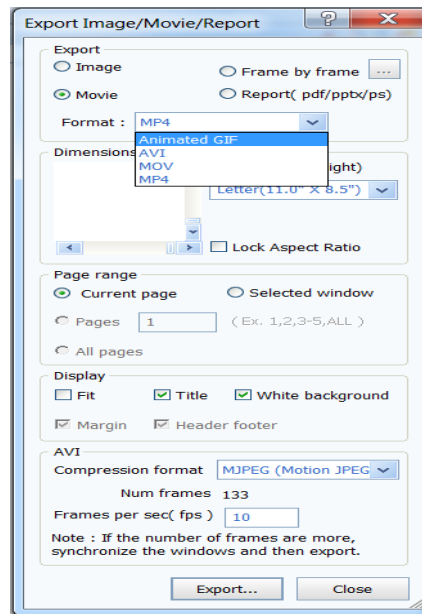
Results Animation 结果动画

- 回到动画控制 **Animation Control** 对话框，点击播放 **Play** 按钮，查看温度场随时间的变化
- 动画速度可通过拖动慢速 **Slow** 和快速 **Fast** 之间的滑块来调整，可通过放大 **Amplify** 选项来改变变形比例因子 **deformation scale factor**



Animation Controls

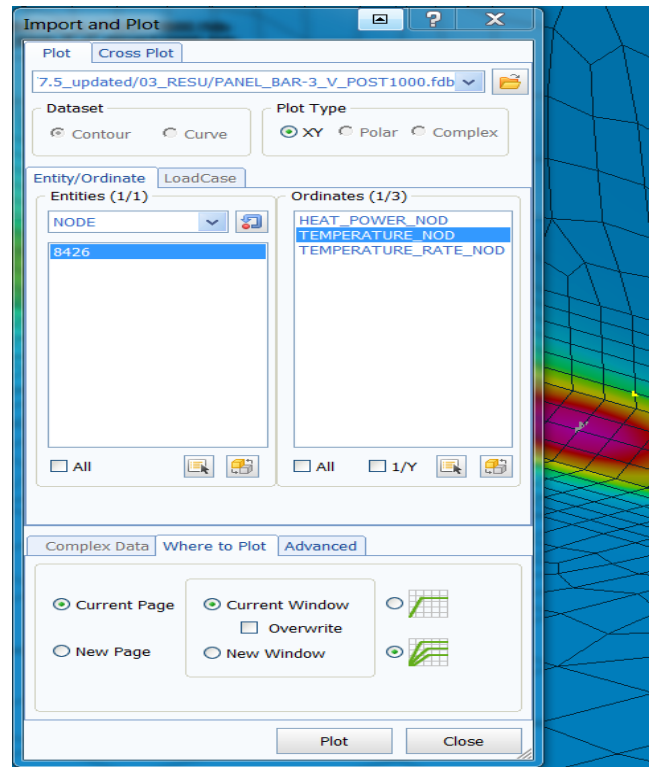
- 菜单 **File > Save As > Image/Movie/Report** 导出动画
- 选择 **Movie** ，指定格式 **Format.** ，点击导出 **Export...** 保存动画



Animation Export Options

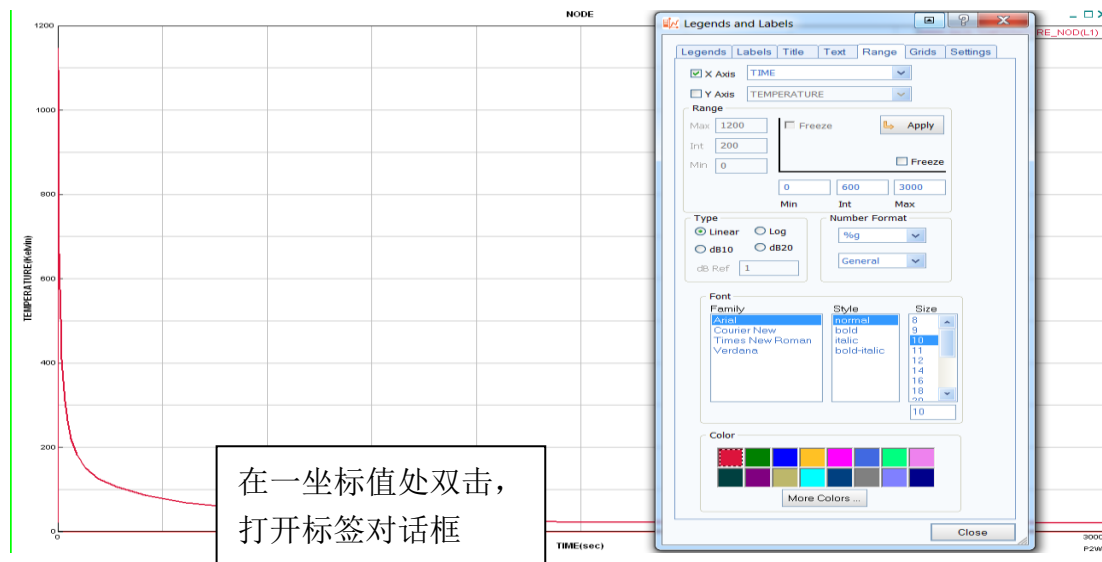
Import and Plot: Results vs. Time 输入与图形：结果 vs. 时间

- 菜单 **File > Import and Plot** 创建结果 vs. 时间图
- **Entities** 对象选择 **NODE** 节点，**Ordinates** 纵坐标选择 **TEMPERATURE_NOD** 节点处温度
- 在网格中点选要考察的节点，按 **Plot** 图形



Import and Plot Window

- 图形显示后，在一坐标值上双击打开 **Legends and Labels** 图例与标签对话框，可改变坐标值、标题及文本格式等：得到节点 2799 在焊接过程中的温度分布图如下图所示。



Plot with Legends and Labels window

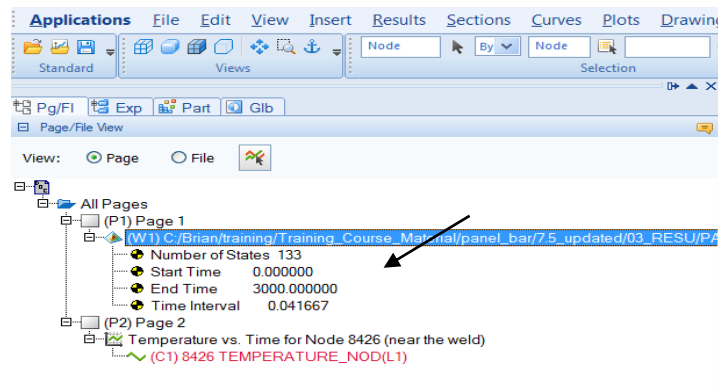
- 注意下图相对原图已有改变：



Plot with

modified Title and increased text size

- 到 **Page/File Viewer** 可在图形和网格间进行切换:

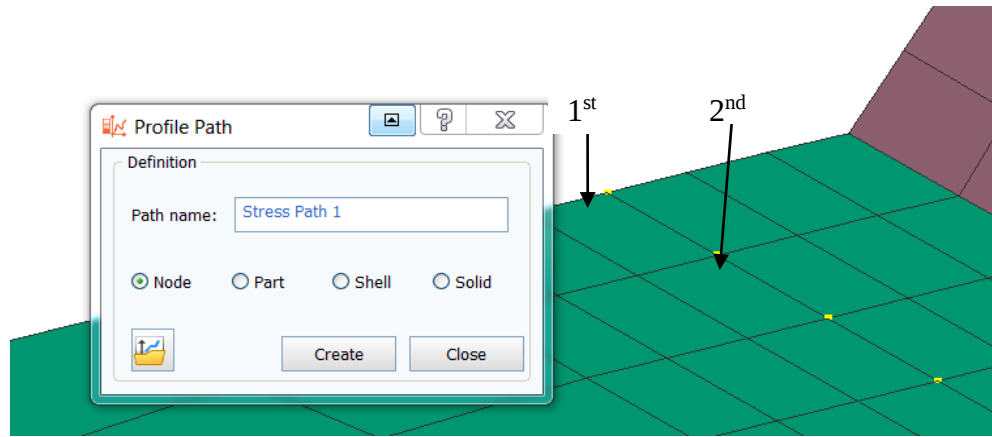


Page/File Viewer

Import and Plot: Profile Path

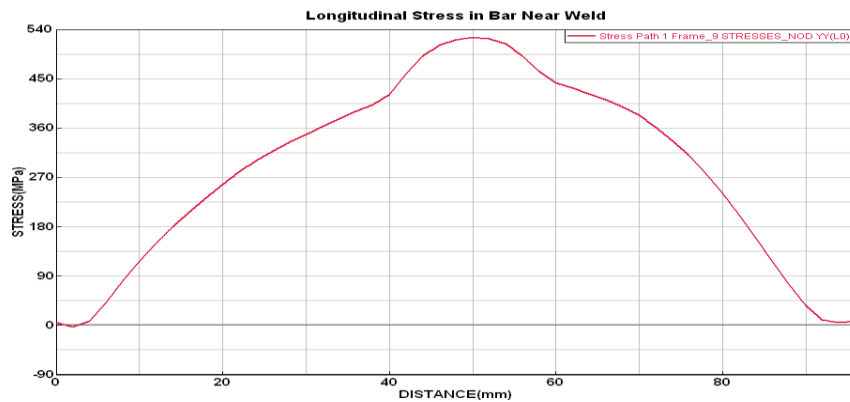
导入和图形: 曲线路径

- 菜单 **File > Import and Plot**, 在 **Entities** 下选择 **Profile Path**, 选择 **Define New Path** 定义新路径, 在 **Profile Path** 对话框中, 路径命名为 '**Stress Path 1**'.
- 使用连选按钮 **Select Contiguous** , 选择路径的前两节点, 余下的会自动选上, 点击 **Create**.



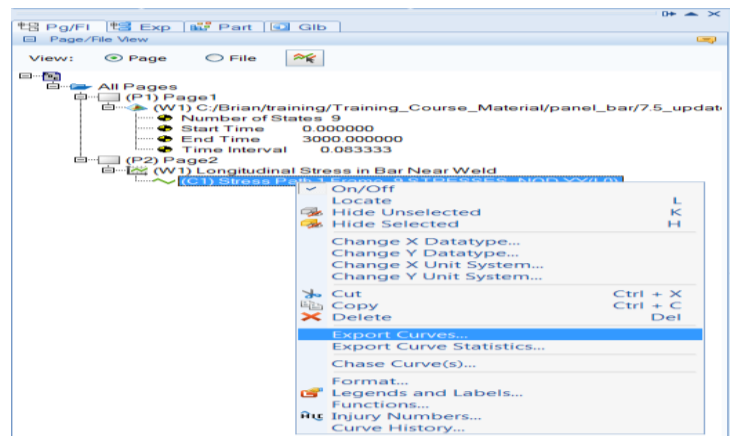
Profile Path Creation

- 在 **Import and Plot** 对话框，在 **Entities / Profile Path** 下选择‘Stress Path 1’
- 在 **Ordinates** 纵坐标下选择数值，点击 **Plot** 图形显示



Stress Profile Plot

- 在 **Page/File Viewer**, 右键 **Profile Plot** 选择 **Export Curves** 导出曲线
- 选择适当的格式导出 (*.csv 文件易于导入 Excel®).



Export Curve Data

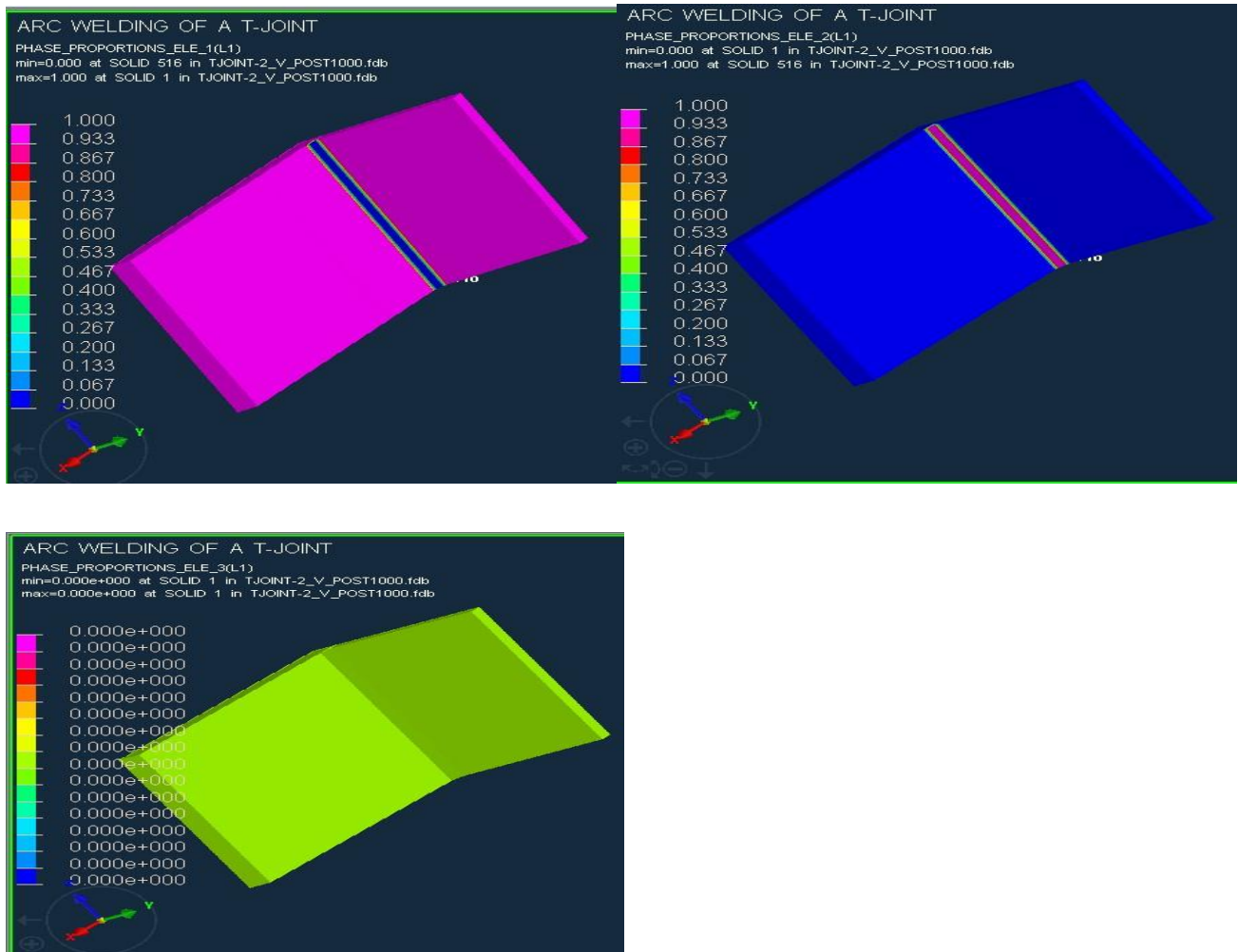


在 Results 结果工具条上, 选择

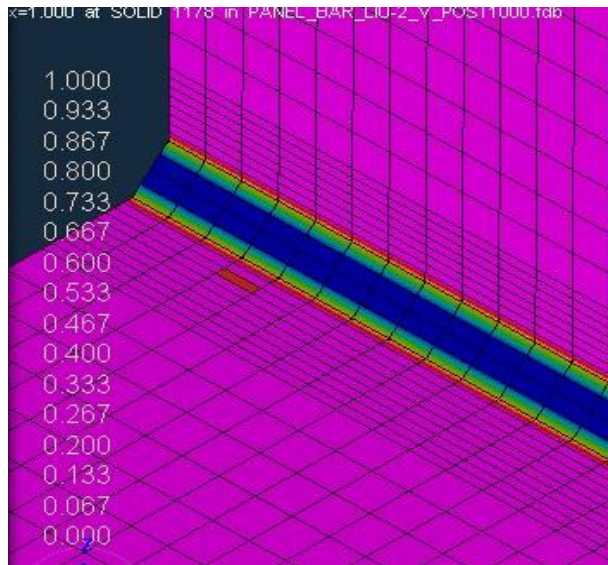
或菜单 **RESULTS > CONTOUR**

等值线

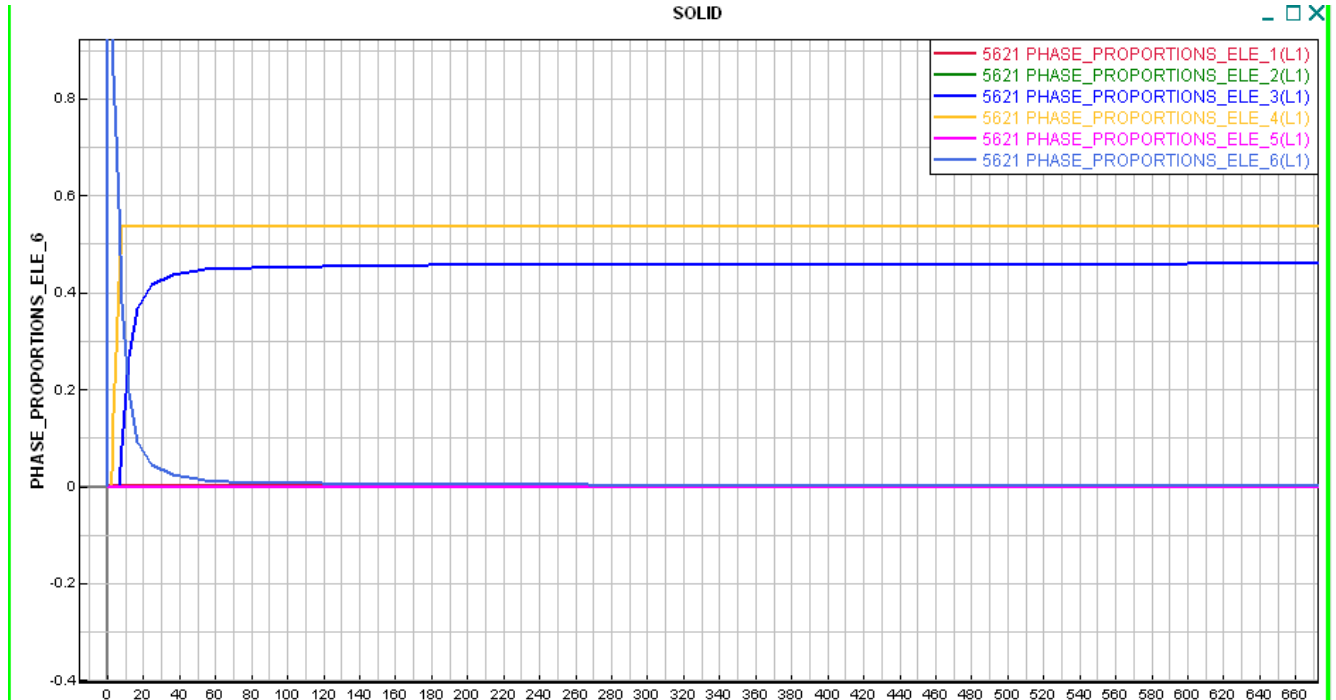
- 展开 SOLID 节点结果, 选择 PHASE_PROPORTIONS_ELE_1 到 PHASE_PROPORTIONS_ELE_6, 后面 4 个图一样 所以只显示一个, 分别如图所示:



- 菜单 **File > Import and Plot** 创建结果 vs. 时间图
- Entities** 对象选择 SOLID 节点, 在网格中点选要考察的一个面, 如图所示。



- 在 **Ordinates** 纵坐标选择 PHASE_PROPORTIONS_ELE_1 到 PHASE_PROPORTIONS_ELE_6，按 **Plot** 图形，显示 6 条线。



分析：第一条直线为：铁素体/珠光体和初始材料（Ferrite / Pearlite & initial material）；第二条直线为：没有现有的填充材料（Not yet existing filler material）；第三条为：马氏体（Martensite）；第四条为：贝氏体（Bainite）；第五条为：回火马氏体（Tempered martensite); 第六条为：奥氏体（Austenite）

注意：如果初始材料具有较高的强度，铁素体/珠光体，初始条件，应该设置一个阶段，是接近这些属性。在这种情况下，你需要定义一个加热相变，在1到奥氏体相。

典型的应用：船舶建造及土木工程标准钢结构

对性能：比热：不，低合金钢的平均值单位 J / (完成)，不包括熔化焓

奥氏体：奥氏体钢的平均值

导热性：个人财产，单元的 W / mm

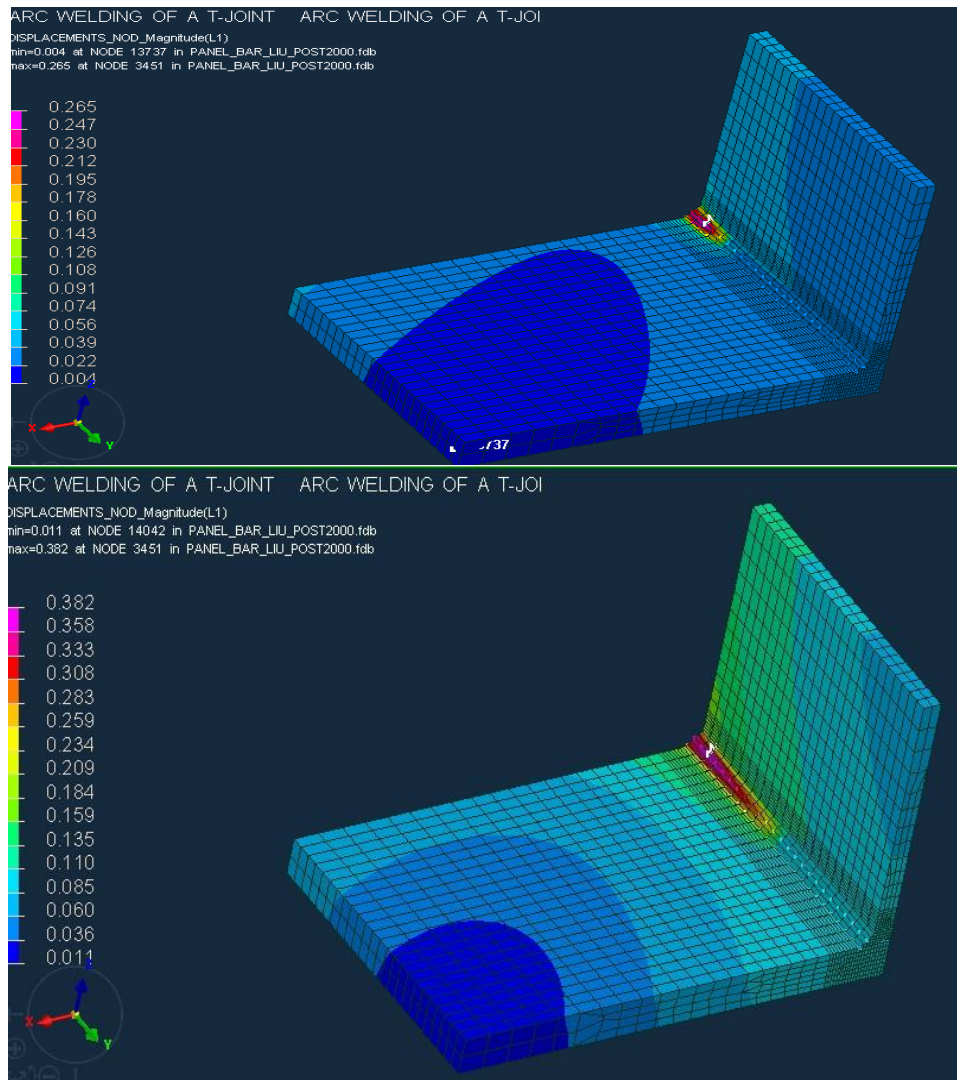
奥氏体：奥氏体钢的平均值

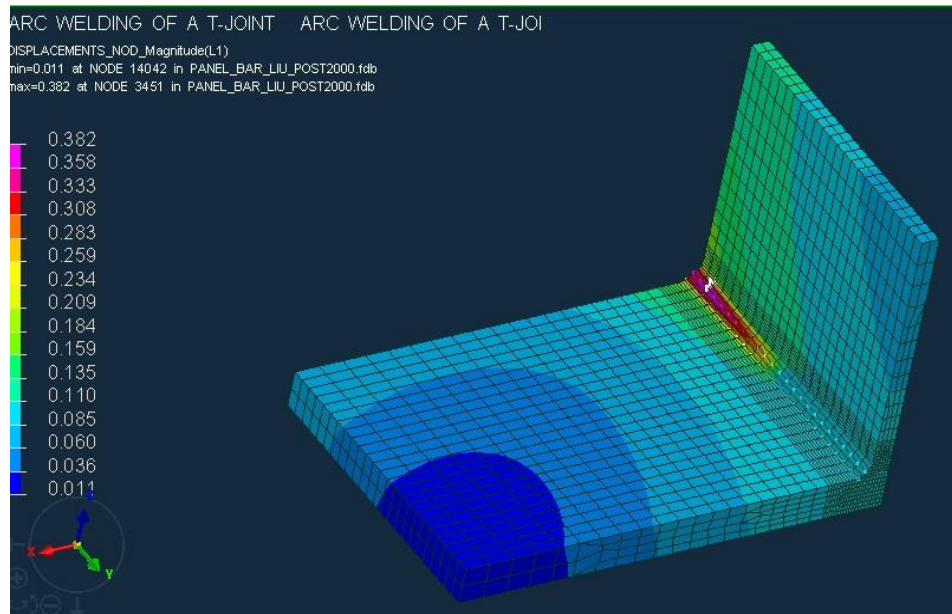
密度：不，低合金钢的平均值单位千克/立方毫米

奥氏体：奥氏体钢的平均值，CCT 图的焊接 CCT 图，AC1: 727 C，AC3: 867 C

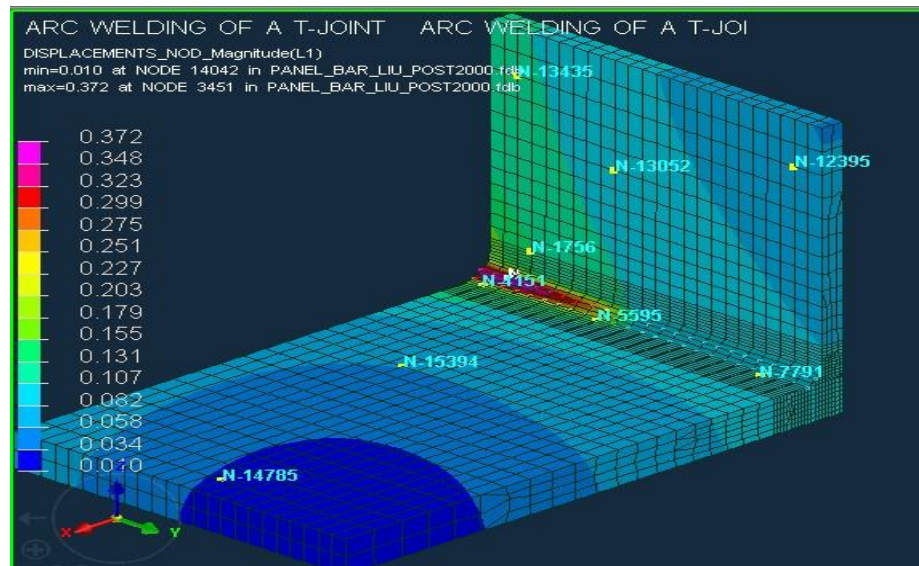
焊接过程中的变形和应力的分析

- 菜单 **Applications > Viewer** 切换到 **Visual-Viewer 7.5**
- 菜单 **File > Open Project** 找到工作目录下的 **03_RESU** 文件夹
- 更改文件类型 **Files of Type** 为 **SYSTUS**，选择文件 ***POST2000.fdb** (力学结果)
- 如图所示，T 型接头的变形随焊接过程的变化，蓝色区域表示变形最小
-

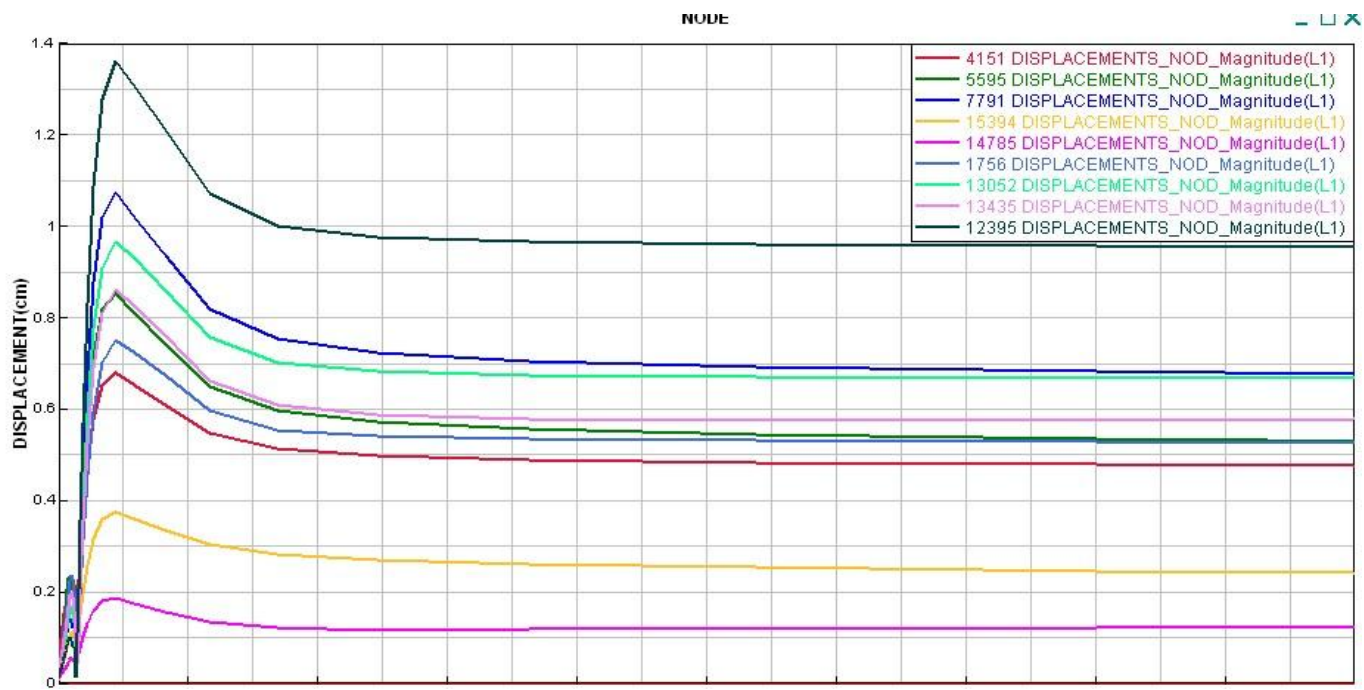




- 菜单 **File > Import and Plot** 创建结果。
- **Entities** 对象选择 **NODE** 节点，**Ordinates** 纵坐标选择 **TEMPERATURE_NOD_X** 节点处温度，在网格中点选要考察的节点，按 **Plot** 图形，如此在 T 型接头不同地方选几个点，比较下在焊接过程中各个节点的变形图。如下图所示：



Import and Plot Window



图为各个节点处的变形