

复杂钢节点建模技巧

筑信达 张志国

如图 1 所示，利用 IDEA 基于构件和操作（Operation）的流程化建模，用户可以轻松创建各种常见的标准钢节点。但是，实际工程中的部分复杂钢节点往往需要采用各种非常规的操作类型和几何建模技巧，如：通用板件、板件切割以及自定义的螺栓或焊缝连接。有鉴于此，本文拟选取若干工程实例介绍上述操作类型和建模技巧，希望对广大 IDEA 用户及爱好者学习和应用该软件有所帮助。

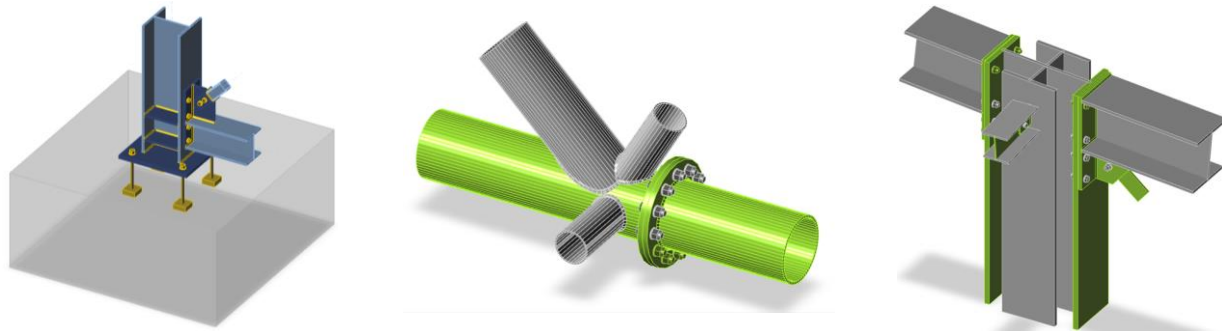


图 1 常见的标准钢节点

1 焊接或组合截面的加劲板

加劲板（Stiffener）操作仅适用于常规的采用轧制截面的构件，例如：工字钢、T 形钢以及圆钢管或方钢管等。但是，对于采用焊接截面或组合截面的构件，IDEA 往往无法直接添加横向加劲板。如图 2~3 所示，如果用户直接对焊接方钢管或组合十字柱添加加劲板，IDEA 将提示“无法执行该操作”，如下所示。

❌ STIFF1 - Cannot execute the operation.
'Box550x550x22(BoxWeb550x(550/550))' is not supported type of the cross-section.



图 2 焊接的方钢管截面



图 3 组合的十字形截面

针对上述问题，建议采用“通用板件+自定义焊缝”的方式来添加加劲板。通用板件（Stiffening Plate）与依附于其它操作的板件有所不同，该类板件可任意定义其平面尺寸和空间位置或空间方向，如图 4 所示。因此，用户只需输入长度 B、宽度 H、中心点坐标（X/Y/Z）及相对转角（Rx/Ry/Rz）等几何参数，即可完成加劲板的精准定义。

Stiffening plate	
Material	< default >
Thickness [mm]	20.0
Shape	Rectangular
B1 - width [mm]	253
B2 - width [mm]	253
H1 - height [mm]	253
H2 - height [mm]	253
Origin	Joint
X [mm]	0
Y [mm]	0
Z [mm]	530
Rx [°]	0.0
Ry [°]	0.0
Rz [°]	0.0

图 4 通用板件的属性

General weld or contact	
Placement	Edge to surface
Type	Weld
First plate	
Member or plate	SP1
Edge index	2
Second plate	
Plate	C Top flange 1
Welds	
Weld [mm]	0.0 < default >
Type	Continuous

图 5 自定义焊缝的属性





由于通用板件无法直接定义焊缝，用户应在上述操作的基础上自定义通用焊缝（General Weld）。如图 5 所示，该类焊缝可用于连接任意相互接触的边和面（Edge to surface）或边和边（Edge to edge），同时定义焊缝厚度和焊缝类型。需要注意的是，此处的焊缝类型包括常规连续焊缝（Continuous）和非常规的局部焊缝（Partial）或间断焊缝（Intermittent）。

综上，利用通用板件和自定义焊缝即可对焊接方钢管或组合十字柱添加加劲板，如图 6~7 所示。

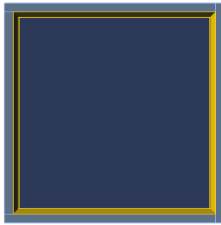


图 6 焊接的方钢管截面

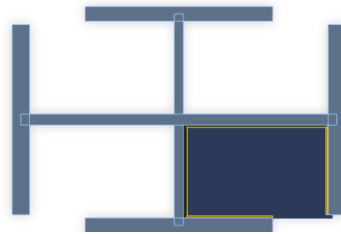


图 7 组合的十字形截面

2 加强环式梁柱节点

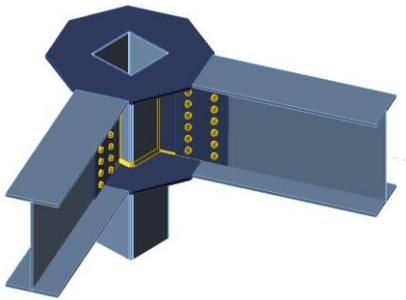


图 8 加强环式梁柱节点

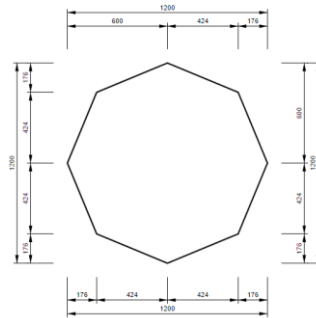


图 9 正八边形的加强环

如图 8 所示，加强环式梁柱节点的建模难点主要集中在正八边形的加强环及其中部开洞。事实上，前文介绍的通用板件（Stiffening Plate）既支持常规的矩形或圆形板件，也可以通过 DXF 文件导入任意平面形状（Polygon）的板件，如图 9 所示的正八边形。在此基础上，利用板件切割（Cut of Plate）操作完成加强环的中部开洞及其与柱外表面的焊接。

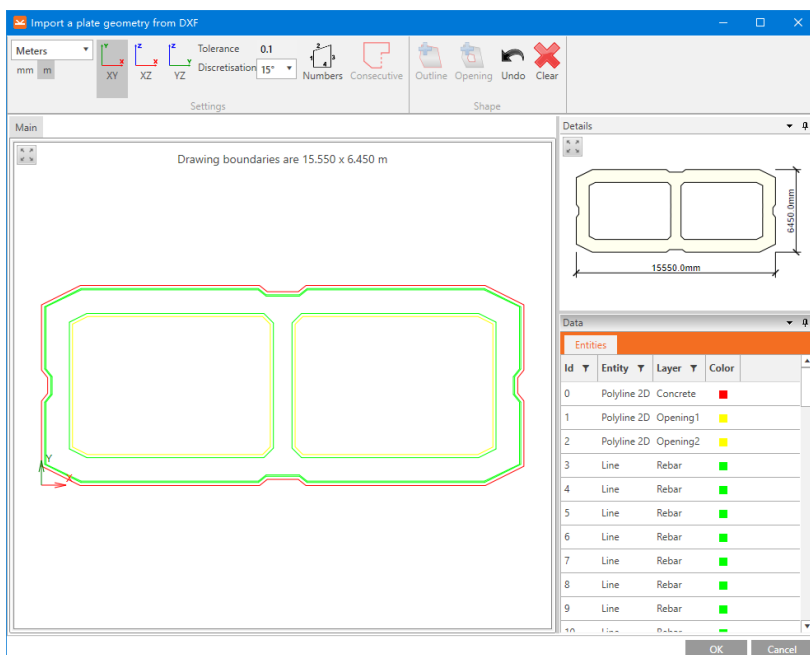


图 10 以 DXF 文件导入任意平面形状的板件



如图 10 所示，在以 DXF 文件导入任意形状的板件时，用户应注意以下几点：

第一，IDEA 支持导入的 CAD 图元包括直线、多段线、圆、圆弧以及样条曲线，但并不支持块（Block）的导入。因此，用户在导入 DXF 文件前，应先将块分解为单个图元。

第二，当前选择的长度单位（如图 10 左上角所示）必须与 DXF 文件一致，否则将造成板件尺寸的数量级错误。

第三，用户应选择连续且闭合的图元用于创建板件的外轮廓（Outline）或开洞（Opening）。如图 10 所示，主窗口中最外侧的红色多段线用作板件的外轮廓线，最内侧的两条黄色多段线则用作板件内部的两个开洞，其效果图 10 右上角的细节窗口所示。

从上述第三条可以看出，用户也可以直接导入正八形且中部开洞的加强环板件。该方法需要根据柱截面的形状和尺寸精确绘制 CAD 图形；否则，加强环与柱外表面之间存在的任何间隙或重叠都将导致无法添加二者之间的焊缝。但是，利用板件切割操作可以完全避免上述问题（高效且准确），故推荐使用。

3 IDEA 导出 DWG 文件

为了更加高效准确地对复杂钢节点进行建模和加载，IDEA 提供了丰富多样的 BIM 接口供用户选择。目前，IDEA 支持各种主流的 CAD/CAE 软件，如：Tekla、ETABS、SAP2000、Midas、Revit 以及 STAAD.Pro 等。需要注意的是，上述 BIM 接口仅支持“CAD/CAE→IDEA”形式的单向导入。因此，建议用户在 CAE 软件（如 SAP2000）中修改荷载或在 CAD 软件（如 Tekla）中修改节点设计，然后同步更新至 IDEA 中进行节点分析与校核。

如果用户需要将 IDEA 中创建的钢节点模型转换为 AutoCAD 中的 DWG 文件，可登陆 IDEA 官网的[云服务](#)页面并选择【项目查看器】选项，如下所示。此时，用户可在线打开 IDEA 模型并点击【下载 3D DWG 文件】按钮下载并保存转换成功的 DWG 文件，如下所示。



最后，用户可在 AutoCAD 中打开并查看三维的钢节点整体模型以及二维的板件详图，如图 11 所示。

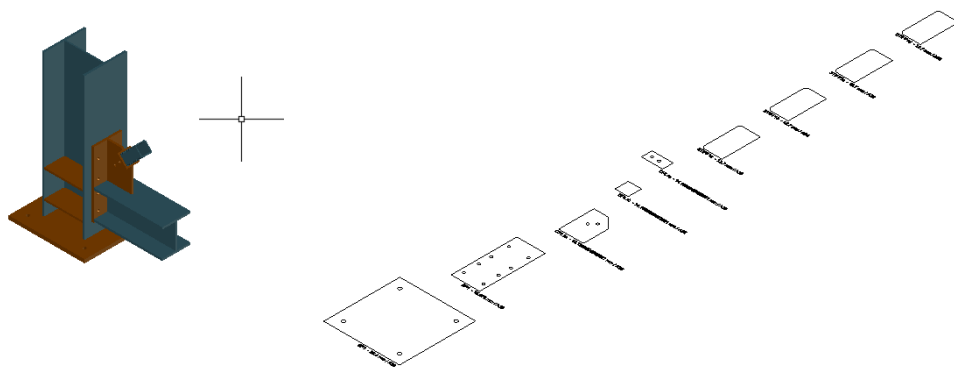


图 11 由 IDEA 云服务转换生成的 CAD 模型

4 小结

本文以组合截面的加劲板和复杂形状的加强环为例，重点介绍了 IDEA 支持的三种高级操作类型，即：通用板件、板件切割和自定义焊缝。同时，CAD 图形的导入和三维钢节点模型的导出也可以利用 DXF 文件和 IDEA 官网的云服务来实现。

希望本文介绍的几何建模技巧可以帮助广大读者更加深入地学习和应用 IDEA 软件，以期解决实际工程中可能遇到的各种复杂问题。

