

**【知识点 2.5】 ANSYS 算例 四杆桁架结构的有限元分析**

如图 1 所示的结构，各杆的弹性模量和横截面积都为 $E = 29.5 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ ， $A = 100 \text{ mm}^2$ ，试求解该结构的节点位移、单元应力以及支反力。

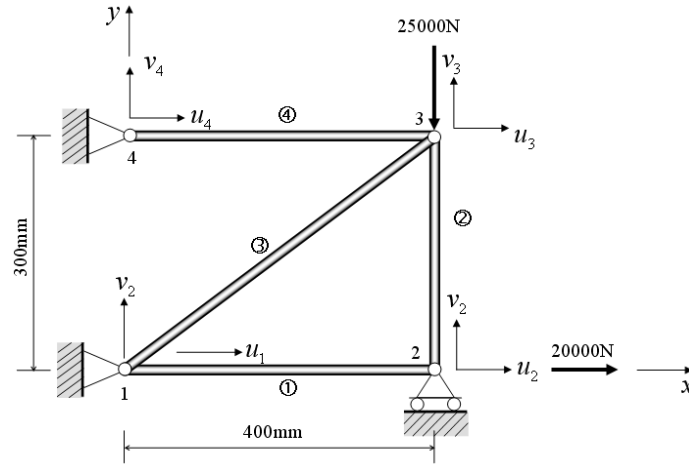


图 1 四杆桁架结构

下面针对如图 1 所示的四杆桁架结构的问题，在 ANSYS 平台上，完成相应的力学分析。

解答：对该问题进行有限元分析的过程如下。

以下为基于 ANSYS 图形界面(GUI, graphic user interface)的菜单操作流程；注意：符号“→”表示针对菜单中选项的鼠标点击操作。

1 基于图形界面(GUI)的交互式操作(step by step)

(1) 进入 ANSYS(设定工作目录和工作文件)

程序 → ANSYS → ANSYS Interactive → Working directory (设置工作目录) → Initial jobname(设置工作文件名): planetruss → Run → OK

(2) 设置计算类型

ANSYS Main Menu: Preferences... → Structural → OK

(3) 选择单元类型

ANSYS Main Menu: Preprocessor → Element Type → Add/Edit/Delete... → Add... → Link: 2D spar 1 → OK (返回到 Element Types 窗口) → Close

(4) 定义材料参数

ANSYS Main Menu: Preprocessor → Material Props → Material Models → Structural → Linear → Elastic → Isotropic: EX: 2.95e5 (弹性模量), PRXY: 0.3 (泊松比) → OK → 鼠标点击该窗口右上角的“×”来关闭该窗口

(5) 定义实常数以确定单元的截面积

ANSYS Main Menu: Preprocessor → Real Constants... → Add/Edit/Delete → Add → Type 1 → OK → Real Constant Set No: 1 (第 1 号实常数), AREA: 100 (单元的截面积) → OK → Close

(6) 生成单元

ANSYS Main Menu: Preprocessor → Modeling → Creat → Nodes → In Active CS → Node number 1 → X: 0, Y: 0, Z: 0 → Apply → Node number 2 → X: 400, Y: 0, Z: 0 → Apply → Node number 3 → X: 400, Y: 300, Z: 0 → Apply → Node number 4 → X: 0, Y: 300, Z: 0 → OK



ANSYS Main Menu: **Preprocessor** → **Modeling** → **Create** → **Elements** → **Elem Attributes** (接受默认值) → **User numbered** → **Thru nodes** → **OK** → 选择 node 1 和 node2 → **Apply** → 选择 node 2 和 node3 → **Apply** → 选择 node 1 和 node3 → **Apply** → 选择 node 4 和 node3 → **Apply** → **OK**

(7) 模型施加约束和外载

添加位移的约束，分别将 1 节点 X 和 Y 方向、2 节点 Y 方向、4 节点的 X 和 Y 方向位移约束。

ANSYS Main Menu: **Solution** → **Define Loads** → **Apply** → **Structural** → **Displacement** → **On Nodes** → 用鼠标选择节点 1 → **Apply** → **Lab2 DOFs: UX, UY**, VALUE: 0 → **Apply** → 用鼠标选择节点 2 → **Apply** → **Lab2 DOFs: UY**, VALUE: 0 → **Apply** → 用鼠标选择节点 4 → **Apply** → **Lab2 DOFs: UX, UY**, VALUE: 0 → **OK**

加载集中力

ANSYS Main Menu: **Solution** → **Define Loads** → **Apply** → **Structural** → **Force/moment** → **On Nodes** → 用鼠标选择结构节点 2 → **Apply** → **FX**, VALUE: 20000 → **Apply** → 用鼠标选择结构节点 3 → **Apply** → **FY**, VALUE: -25000 → **OK**

(9) 分析计算

ANSYS Main Menu: **Solution** → **Solve** → **Current LS** → **OK** → Should The Solve Command be Executed? **Y** → **Close** (Solution is done!) → 关闭文字窗口

(10) 结果显示

ANSYS Main Menu: **General Postproc** → **Plot Results** → **Deformed Shape ...** → **Def + Undeformed** → **OK** (返回到 **Plot Results**) → **Contour Plot** → **Nodal Solu ...** → **DOF solution** → **Displacement vector sum** (可以看到位移云图)

ANSYS Main Menu: **General Postproc** → **List Results** → **Nodal solution** → **DOF solution** → **Displacement vector sum** (弹出的文本文件显示各个节点的位移)

ANSYS Main Menu: **General Postproc** → **List Results** → **Reaction Solu** → **ALL items** → **OK** (弹出的文本文件显示各个节点反力)

ANSYS Main Menu: **General Postproc** → **List Results** → **Nodal Solution** → **Displacement vector sum** → **OK** (弹出的文本文件显示各个节点位移值)

(11) 退出系统

ANSYS Utility Menu: **File** → **Exit ...** → **Save Everything** → **OK**

2 完整的命令流

以下为命令流语句；注意：以“!”打头的文字为注释内容，其后的文字和符号不起运行作用。

!%%%%%%%% 四杆桁架结构的有限元分析%%%%%%%% begin %%%%%%%%%

```

/PREP7                !进入前处理
/PLOPTS,DATE,0        !设置不显示日期和时间
!====设置单元、材料，生成节点及单元
ET,1,LINK1            !选择单元类型
UIIMP,1,EX,,.295e5,   !给出材料的弹性模量
R,1,100,              !给出实常数(横截面积)
N,1,0,0,0,           !生成 1 号节点,坐标(0,0,0)
N,2,400,0,0,         !生成 2 号节点,坐标(0.4,0,0)
N,3,400,300,0,       !生成 3 号节点,坐标(0.4,0.3,0)

```



```
N,4,0,300,0,      !生成 4 号节点,坐标(0,0.3,0)
E,1,2             !生成 1 号单元(连接 1 号节点和 2 号节点)
E,2,3             !生成 2 号单元(连接 2 号节点和 3 号节点)
E,1,3             !生成 3 号单元(连接 1 号节点和 3 号节点)
E,4,3             !生成 4 号单元(连接 4 号节点和 3 号节点)
FINISH            !前处理结束
!=====在求解模块中, 施加位移约束、外力, 进行求解
/SOLU             !进入求解状态(在该状态可以施加约束及外力)
D,1,ALL           !将 1 号节点的位移全部固定
D,2,UY,           !将 2 号节点的 y 方向位移固定
D,4,ALL           !将 4 号节点的位移全部固定
F,2,FX,20000,     !在 2 号节点处施加 x 方向的力(20000)
F,3,FY,-25000,   !在 3 号节点处施加 y 方向的力(-25000)
SOLVE            !进行求解
FINISH           !结束求解状态
!=====进入一般的后处理模块
/POST1           !进入后处理
PLDISP,1         !显示变形状况
PRRSOL,         !显示支反力
PRNSOL,U,COMP    !显示节点位移值
FINISH           !结束后处理
!%%%%%%%% 四杆桁架结构的有限元分析%%%%%%%% end %%%%%%%%%
```