

大跨度空间结构 建模与分析



目录 CONTENTS

- 01 赛题分析
- 02 几何建模
- 03 指定属性&施加荷载
- 04 结果查看
- 05 导入DXF文件

01

赛题分析

- ◆使用SAP2000建立大跨度空间结构模型，分别施加三级荷载，设定边界条件，最终得到结构整体位移与内力/应力，查看整体变形。

材料特性

- ◇ 材料：竹材，用于制作结构构件。竹材材料力学指标如下表所示。

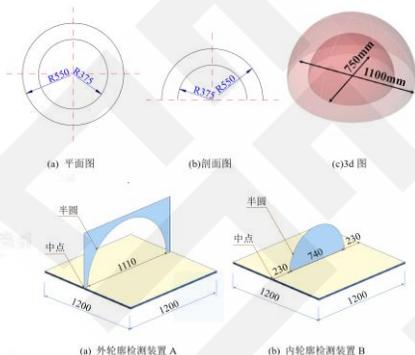
表2 竹材参考力学指标

| 密度 | 顺纹抗拉强度 | 抗压强度 | 弹性模量 |
|------------------------|--------|-------|-------|
| 0.789g/cm ³ | 150MPa | 65MPa | 10GPa |

- 容重：密度 $\times g=0.789 \times 10^{-3} \text{kg/cm}^3 \times 9.8065 \text{N/kg}=7.7373 \times 10^{-3} \text{N/cm}^3=7.7373 \times 10^{-6} \text{N/mm}^3$
- 弹性模量：10Gpa=10⁴Mpa=10⁴N/mm²
- 泊松比：竹材的泊松比在0.24~0.30之间，平均值为0.2822，建议取值**0.28**。
- 线膨胀系数：此参数与温度应力有直接关系，此模型不考虑温度影响，故此参数可以不填写。

模型要求

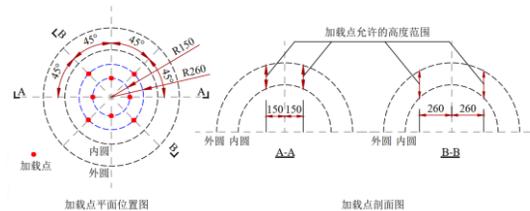
- ◇ 制作一个大跨度空间屋盖结构模型;
- ◇ 模型构件允许的布置范围为两个半球面之间的空间;
- ◇ 内半球体半径为375mm, 外半球体半径为550mm。



讯信达

荷载-加载点

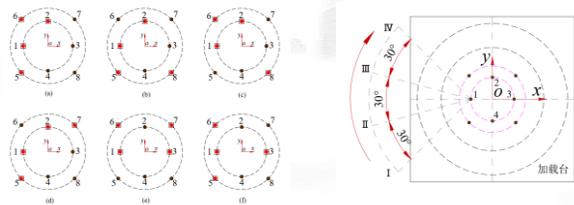
- ◇ 在半径为150mm和半径为260mm的两个圆上共设置8个加载点。



讯信达

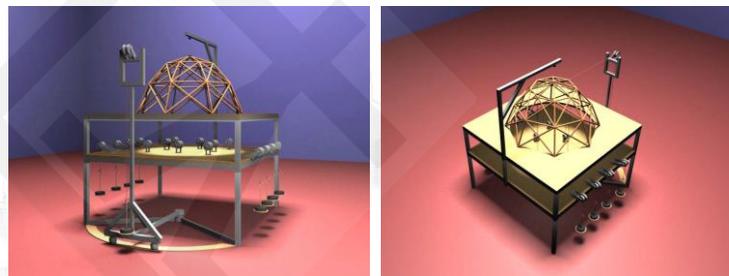
荷载-三级加载

- ◇ 第一级荷载: 在8个加载点上均施加5kg的竖向荷载;
- ◇ 第二级荷载: 在第一级荷载基础上选定4个点, 每点施加4-6kg的竖向荷载, 每点荷载需是同一数值;
- ◇ 第三级荷载: 在前两级荷载基础上, 在内圈加载点中抽签选出1个加载点, 施加变方向水平荷载, 大小在4kg-8kg之间。



讯信达

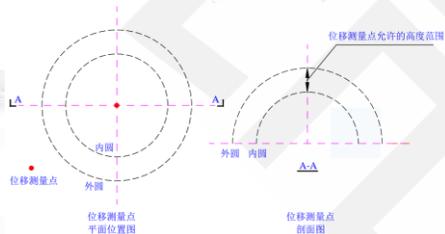
加载模型



讯信达

评判标准

- 结构的强度与刚度是结构性能的两个重要指标。在模型第一、二级加载过程中通过位移测量装置对结构中心点的垂直位移进行测量。根据实际工程中大跨度屋盖的挠度要求，按照相似原理进行换算，再综合其他试验因素后设定本模型最大允许位移为 $[w]=12\text{mm}$ 。



讯信达

结构选型



讯信达

02

几何建模

- 定义材料
- 定义截面
- 绘制构件

讯信达

定义材料

- 重量密度
- 弹性模量
- 泊松比



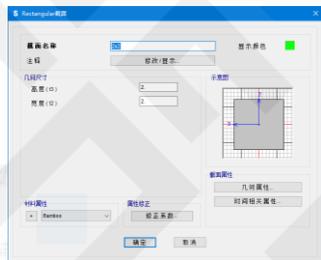
讯信达

定义截面

◇ 圆管截面

表 1 竹材规格及用量

| | 竹材规格 | 竹材名称 | 数量 |
|----|---------------------|------------|-----|
| 竹皮 | 1250mm*430mm*0.50mm | 本色侧压双层复压竹皮 | 2 张 |
| | 1250mm*430mm*0.35mm | 本色侧压双层复压竹皮 | 2 张 |
| | 1250mm*430mm*0.20mm | 本色侧压单层复压竹皮 | 2 张 |
| 竹条 | 900mm*6mm*1mm | | 20根 |
| | 900mm*2mm*2mm | | 20根 |
| | 900mm*3mm*3mm | | 20根 |



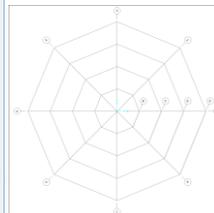
讯信达

轴网类型 (方案2)

◇ 直角坐标系



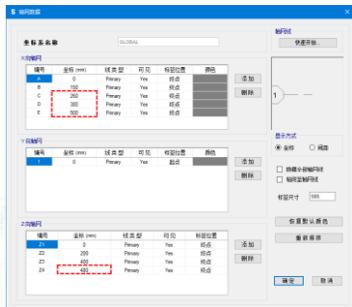
◇ 柱面坐标系



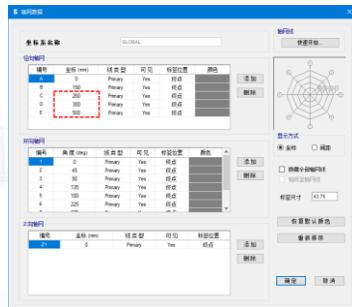
讯信达

轴网数据

◇ 直角坐标系



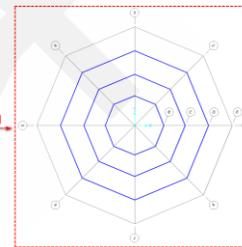
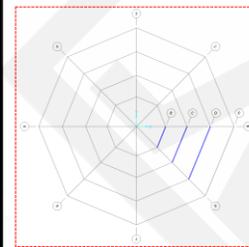
◇ 柱面坐标系



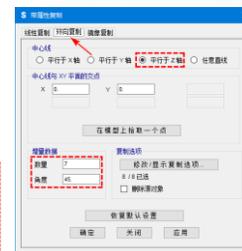
讯信达

绘制环向构件 (Z=0)

◇ 带属性复制-环向复制



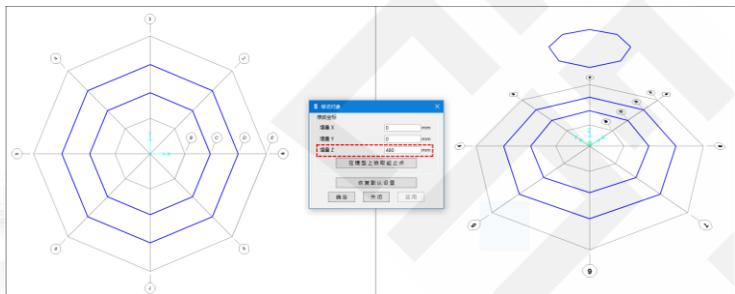
带属性复制
环向复制



讯信达

移动构件到各自标高

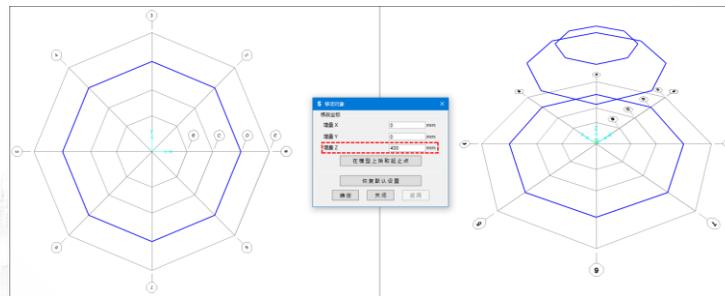
◇ Z=480处构件 (移动第一圆环)



讯信达

移动构件到各自标高

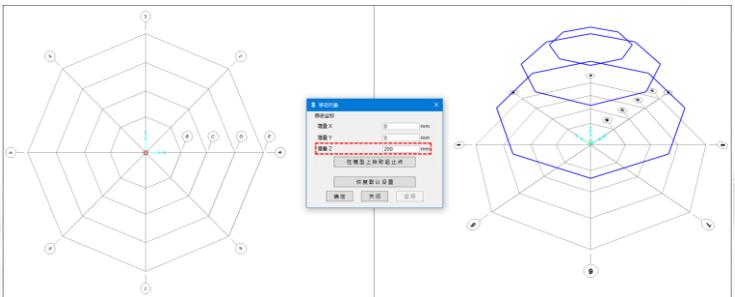
◇ Z=400处构件 (移动第二圆环)



讯信达

移动构件到各自标高

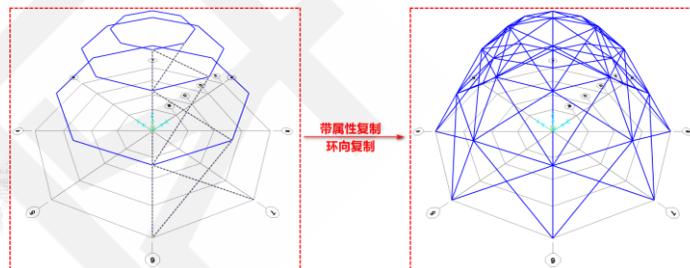
◇ Z=200处构件 (移动第三圆环)



讯信达

绘制支撑

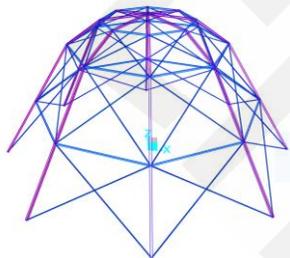
◇ 带属性复制-环向复制



讯信达

完善模型

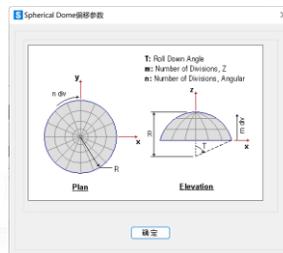
- ◇ 删除一组支撑（入口）
- ◇ 绘制顶层构件并移动顶部节点（增量Z=20）



讯信达

快速建模模板-球形穹顶（方案3）

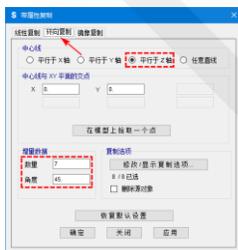
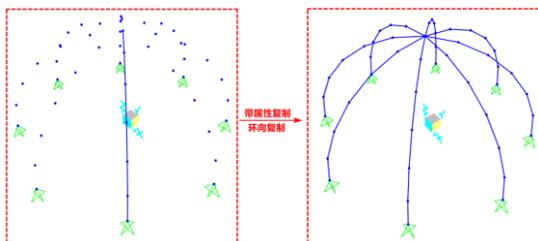
- ◇ 分段数-环向：平面图（plan）中一共分割成多少个扇形面；
- ◇ 分段数 Z：立面图（Elevation）中沿z方向一共分割成多少层。



讯信达

绘制径向框架

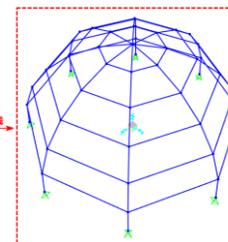
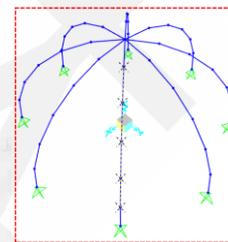
- ◇ 带属性复制-环向复制



讯信达

绘制环向框架

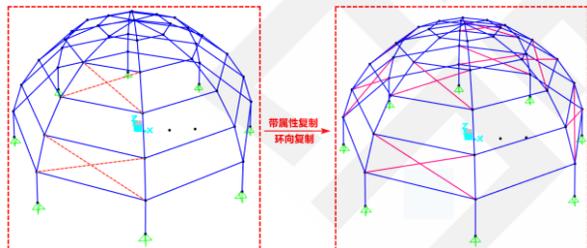
- ◇ 点拉伸成线-环向拉伸



讯信达

绘制斜向支撑

◇ 带属性复制-环向复制



筑信达

03

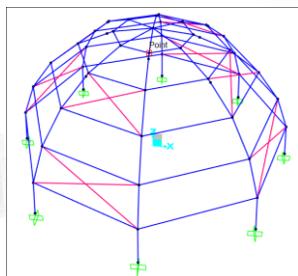
指定属性&施加荷载

- ◆ 指定节点支座
- ◆ 绘制加载点
- ◆ 施加荷载
- ◆ 线性&非线性静力工况

筑信达

指定节点支座

◇ 指定柱底的固定支座

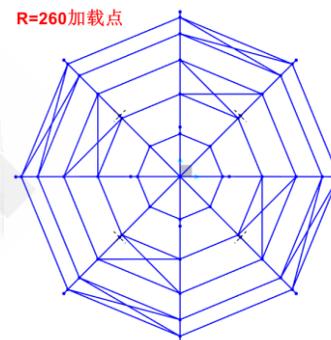


筑信达

绘制加载点

◇ 8个加载点: $R=150$ & $R=260$

- 绘制辅助节点和框架
- 找到辅助线与模型构件交点
- 带属性复制-环向复制



筑信达

定义荷载模式

◇ 荷载模式

- 定义直接作用在结构上的各种荷载类型
- 不对结构产生响应

◇ 荷载工况

- 每个荷载模式会自动生成相应的荷载工况
- 直接作用于结构并产生静力或动力响应
- 不能直接用于结构设计

◇ 荷载组合

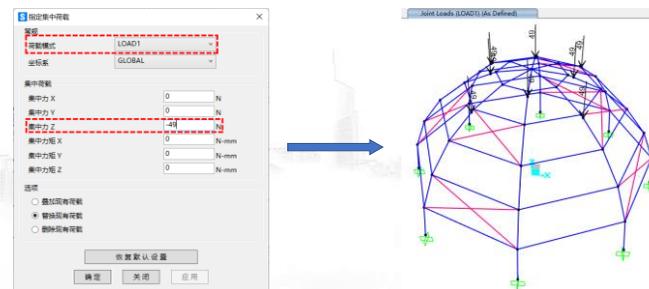
- 考虑组合系数，对各荷载工况进行组合
- 用于结构设计



讯信达

指定节点荷载-第一级加载

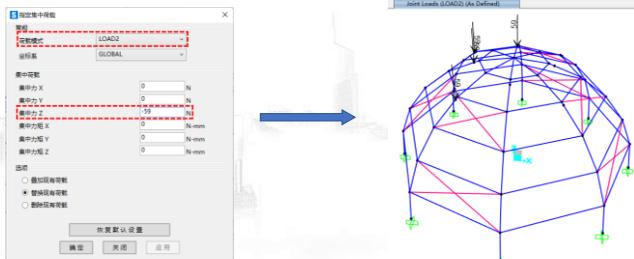
- ◇ 8个加载点上施加竖向荷载 $5\text{kg} \times 9.8065 \text{ N/kg} = 49\text{N}$



讯信达

指定节点荷载-第二级加载

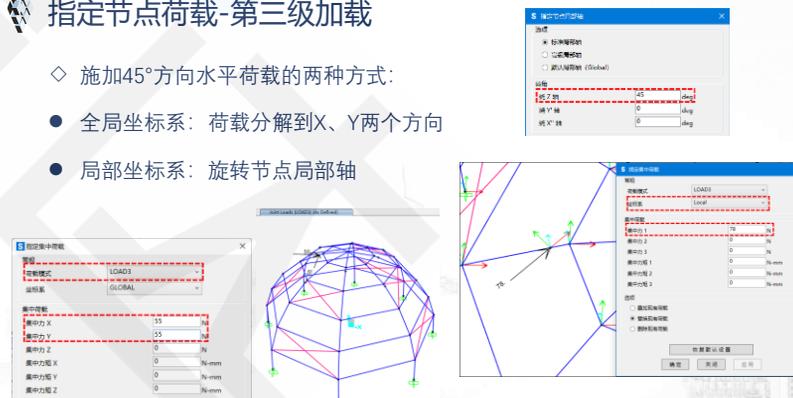
- ◇ 内圈加载点和外圈加载点各选择2个，施加4-6kg的竖向荷载
- ◇ 例如取6kg加载，需要施加 $6\text{kg} \times 9.8065 \text{ N/kg} = 59\text{N}$ 的竖向荷载



讯信达

指定节点荷载-第三级加载

- ◇ 施加45°方向水平荷载的两种方式：
 - 全局坐标系：荷载分解到X、Y两个方向
 - 局部坐标系：旋转节点局部轴



基于全局坐标系

基于节点局部坐标系

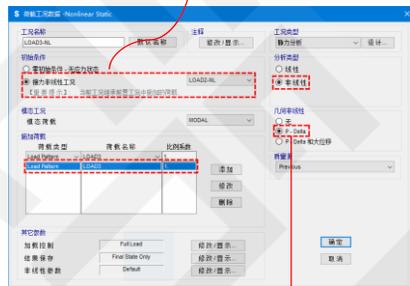
讯信达

线性&非线性静力工况

- ◇ 线性：程序自动生成与荷载模式对应的线性静力工况。
- ◇ 非线性：考虑P-Delta几何非线性，即重力二阶效应。



继承前置工况的结构刚度、施加的荷载和结构响应



考虑几何非线性
重力二阶效应

讯信达

定义荷载组合



讯信达

04

运行分析与结果查看

- ◆ 运行分析
- ◆ 变形图&位移
- ◆ 构件内力&应力
- ◆ 质量统计

讯信达

运行分析

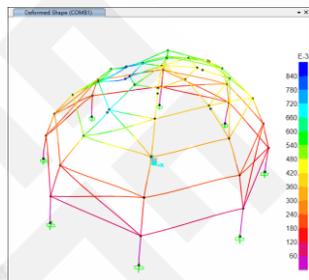
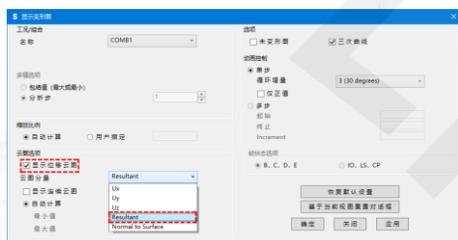
- ◇ 可选择运行任意工况
- ◇ 查看工况运行结果



讯信达

变形图

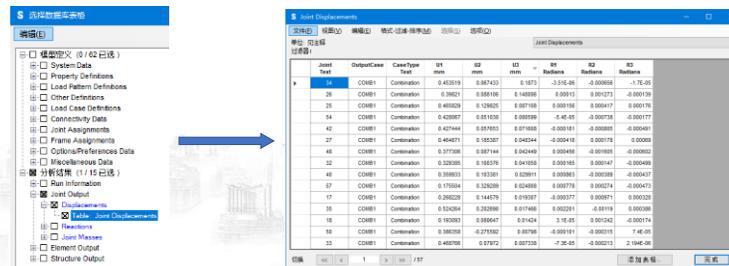
◇ 查看任意工况/组合下的位移结果



讯信达

位移-表格查看

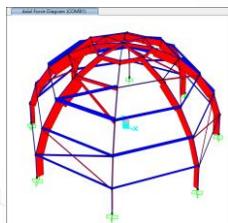
◇ 各节点各工况下的绝对位移



讯信达

构件内力

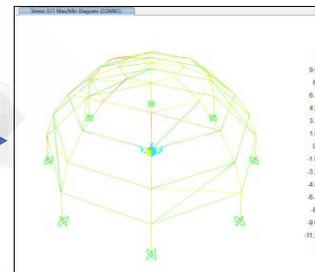
◇ 查看整体结构内力图
◇ 右键单击构件查看隔离体图



讯信达

构件应力

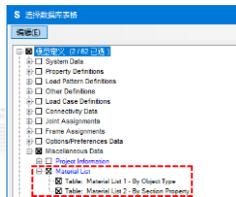
◇ S11云图: 显示最大应力和最小应力, 分别对应拉应力和压应力。



讯信达

构件质量

- ◇ 统计各对象类型的构件质量
- ◇ 统计各截面类型的构件质量
- ◇ 查看仅包含自重的恒载作用下的地基反力

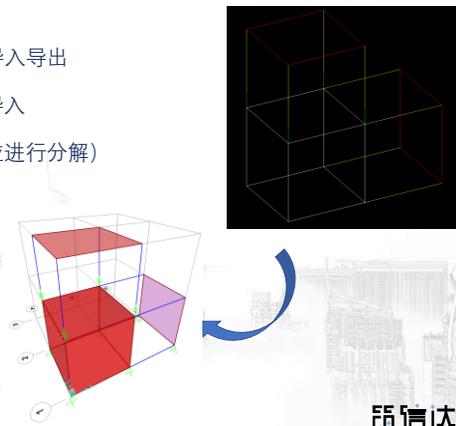


讯信达

导入DXF

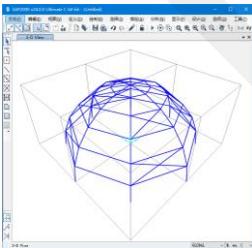
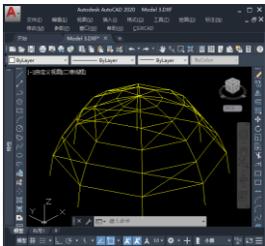
- ◇ 必须安装AutoCAD才可以进行导入导出
- ◇ 零图层的任何几何元素都无法导入
- ◇ 多段线无法直接导入（导入前应进行分解）
- ◇ 样条曲线无法导入
- ◇ 不同图层生成不同的构件类型

| SAP2000对象 | DXF几何元素 |
|-----------|---------|
| 节点 | 点 |
| 框架 | 线 |
| 两点连接单元 | 线 |
| 面对象 | 三维面 |
| 实体 | 多边形网格 |



讯信达

导入DXF



讯信达

Thanks



在线支持
support.ciscn



网络课堂
www.ciscn



视频教程
www.ciscn



知识库
wiki.ciscn

讯信达



ciscn@163.com