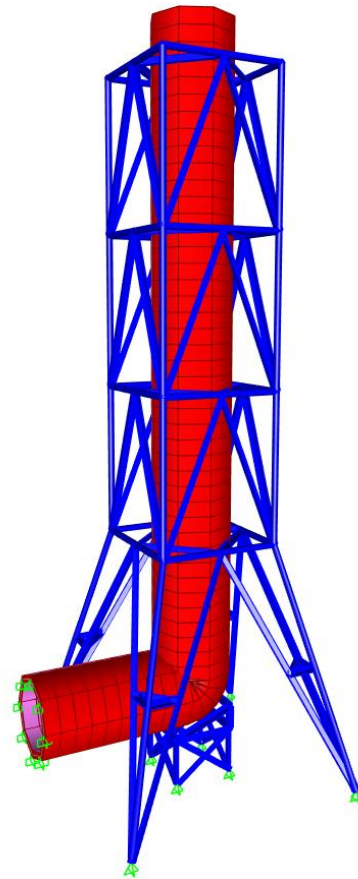


# SAP2000 案例教程

---

## 烟囱结构



北京筑信达工程咨询有限公司

2020年7月

# 版 权

SAP2000 软件及全部相关文档均为受专利法和版权法保护的产品，全球范围内的所有权归美国 CSI（Computers and Structures Inc.）公司所有，中文版版权同属于北京筑信达工程咨询有限公司。如未预先取得 CSI 或筑信达公司的书面许可，任何形式的软件应用及文档传播一律禁止！

更多信息及本文档副本可通过以下途径获得：

北京筑信达工程咨询有限公司

北京市石景山区古盛路 36 号院 1 号楼泰然大厦 408 100043

电话：86-10-68924600

传真：86-10-68924600-8

电子邮件：support@cisec.cn

在线支持：[support.cisec.cn](http://support.cisec.cn)

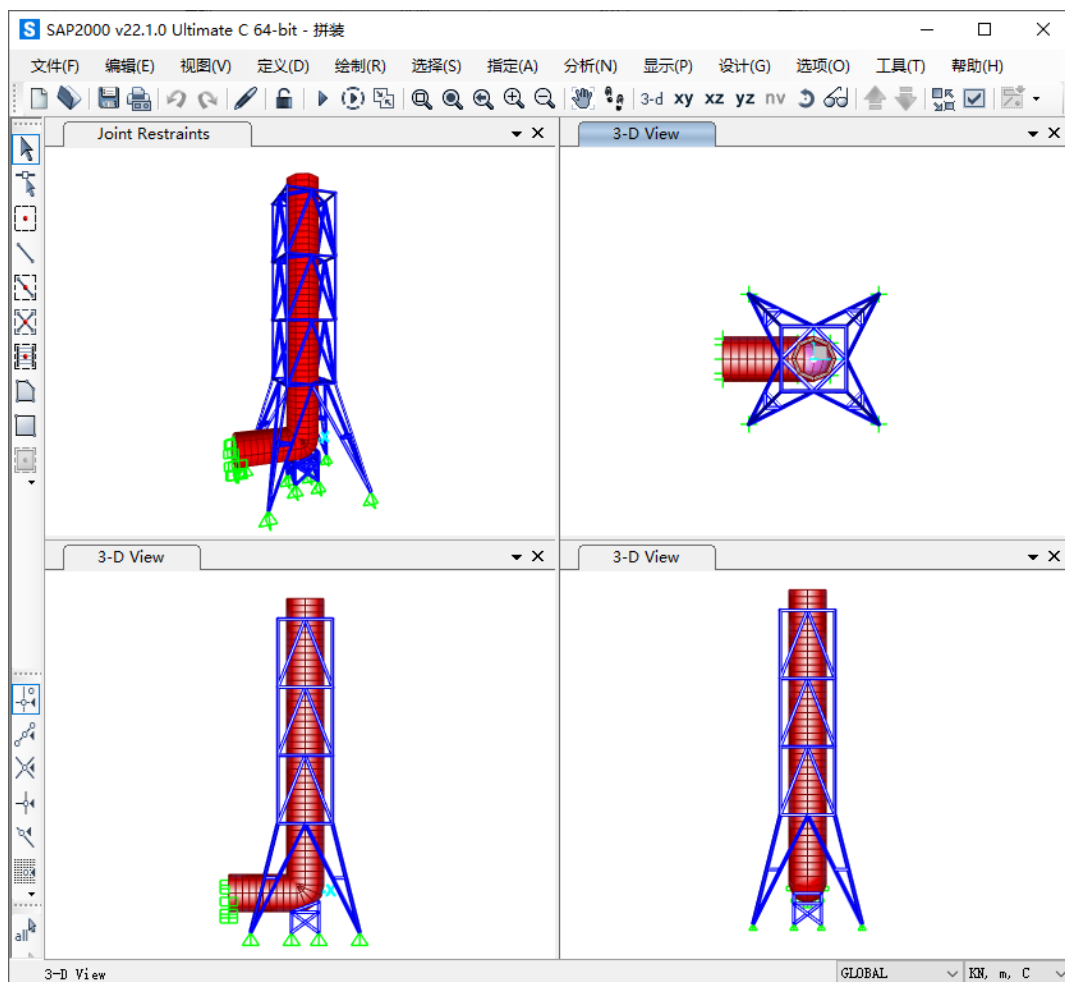
网址：[www.cisec.cn](http://www.cisec.cn)

# 目录

1 模型概况 .....	1
2 几何建模 .....	2
2.1 烟囱筒体 .....	2
2.2 支撑结构 .....	3
2.3 烟囱基座 .....	4
2.4 组装模型 .....	5
2.5 指定边界条件 .....	6

## 烟囱结构

本教程主要以书面文字的形式配合线上操作视频，帮助读者在 SAP2000 v22.0.0 中为建立如下图所示的烟囱模型。在具体操作过程中，读者应熟悉并掌握 SAP2000 软件的诸多功能，如：利用模板进行参数化建模、多模型组装、指定节点约束等。



烟囱结构模型

## 1 模型概况

本模型为一座烟囱结构，整个结构可以分为三个部分。其中烟囱筒体直径为 2.5m，短肢长 5m，与设备通过法兰连接；长肢长 21m，为自由端。其外侧为三维桁架结构，高 23m，基底宽 8m，上部宽 4m，为烟囱筒体提供侧向支撑。烟囱筒体下部为一个 1.5m 高的桁架结构，形成烟囱的基座，整体结构如图 1.1 所示。

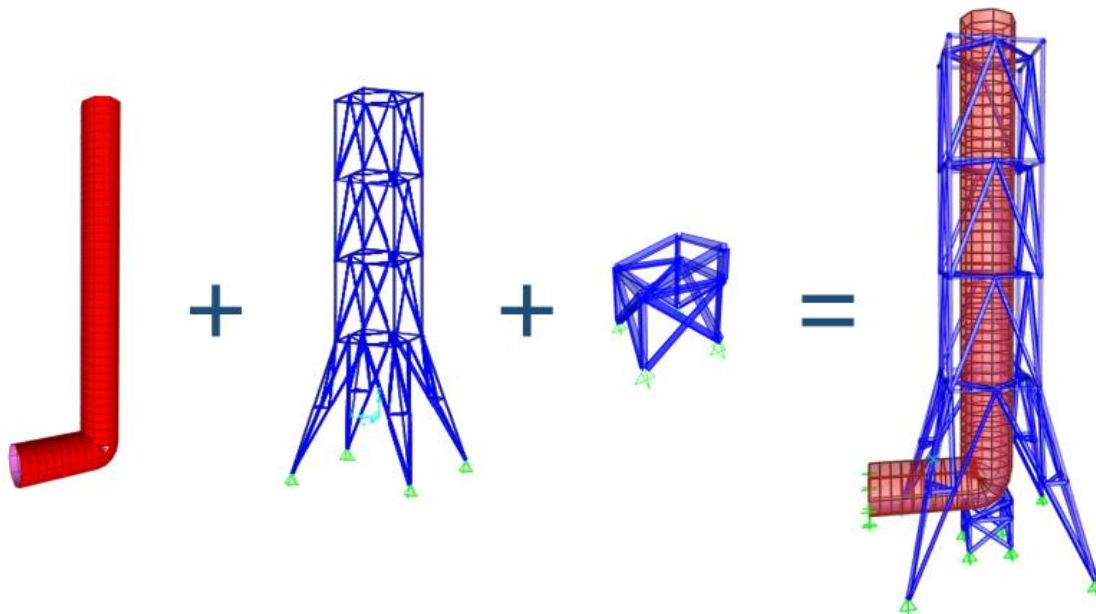


图 1.1 烟囱结构示意图

烟囱筒体由 10mm 厚的钢板组成，钢材牌号为 Q345。三维桁架的弦杆为圆钢管，截面形式为 GB-SPWSP219.1X5，支撑为 L180X18 的角钢，基座的肢件和缀件同样采用 L180X18 的角钢。该模型采用的材料主要为 Q345 钢材，材料属性如表 1.1 所示。需要定义的截面类型包括框架截面和壳截面，主要数据如表 1.2 所示。

表 1.1 材料属性

材料属性	容重 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	弹性模量 E (GPa)	泊松比 $\mu$	线膨胀系数 $\alpha$
Q345	78.5	206	0.3	1.2x10 <sup>-5</sup>

表 1.2 截面属性

截面属性	截面类型	截面形状	直径或厚度 (mm)	材料属性
桁架弦杆	框架	圆管	GB- SPWSP219.1X5	Steel
桁架支撑 基座肢件 基座缀件	框架	角钢	L180X18	Steel
烟囱筒壁	薄壳	\	10	Steel

本教程主要介绍 SAP2000 中基于模板的参数化建模和模型组装，不涉及荷载的施加及分析，因此无需指定荷载。

## 2 几何建模

该模型由三个不同的部分组成，为了快速建立模型，本教程先在 SAP2000 分别建立这三个结构，然后将其组装为一个完整的模型。

### 2.1 烟囱筒体

烟囱筒体通过模板【管和板】来快速建立，然后调整其空间位置便于模型组装。建立完成后保存模型，将其导出为.s2k 文件。

1. 新建模型将单位设为 KN、m，在快速模板当中选择【管和板】，在弹出的对话框当中选择类型为 Pipes+Bent Arc，如图 2.1 所示。

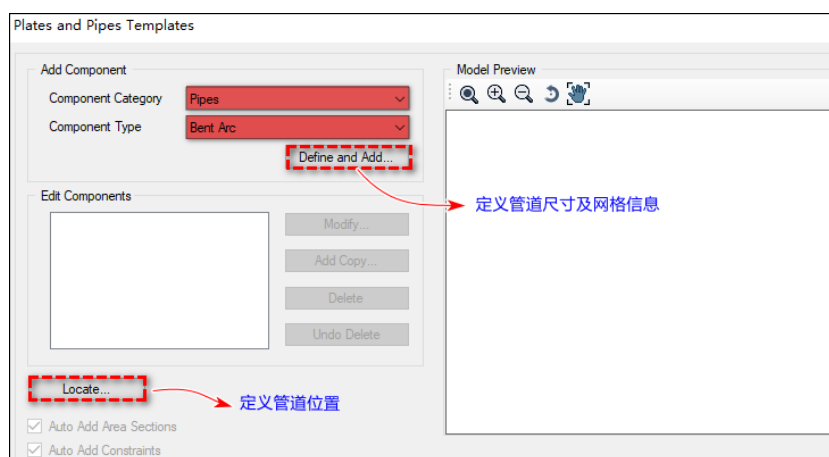


图 2.1 管道参数化定义模板

2. 设置烟囱筒体参数（Dimensions），直径为 2.5m，短肢 L1 为 5m，长肢 L2 为 21m，管道壁厚为 0.01m，弯曲半径为 0.6m，弯曲角度为 90 度。在剖分选项（Meshing Options）当中，沿环向剖分数量为 8，轴向剖分尺寸为 0.5m。

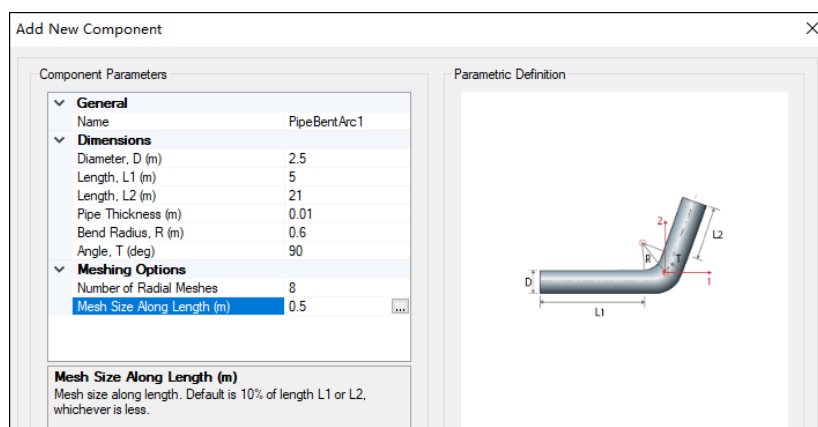


图 2.2 管道尺寸及网格剖分信息定义

3. 旋转烟囱筒体的角度以便组装。程序中默认管道是在整体坐标系 xy 平面内建立，需要将烟囱筒体沿短肢方向旋转 90°，使长肢与整体坐标系 z 轴方向平行。在

【locate】选项中将结构沿 x 轴方向旋转 90°，完成烟囱筒体参数化定义，如图 2.3 所示。

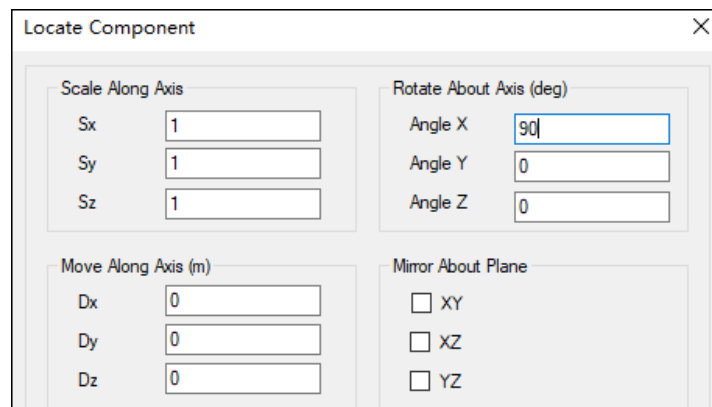


图 2.3 指定烟囱筒体旋转的角度

4. 使用移动命令，将模型沿 x 方向移动-0.6m，z 方向移动 0.5m，使烟囱长肢的中轴线穿过原点，烟囱高度到达设计高度。
5. 需要注意的是，烟囱壁的厚度需要用户在截面定义中重新指定。在面截面定义中将壳单元厚度改为 0.01m，确定其材料属性为 Q345。
6. 完成模型的建立，保存模型，并将模型导出.s2k 文件。

## 2.2 支承结构

支承结构同样通过模板进行参数化建模，模型建立完毕后，保存模型，将其导出为.s2k 文件，以便后续组装模型。

1. 新建模型将单位设为 KN、m，在快速模板当中选择【三维桁架】，桁架类型为 Transmission Tower 3（输电塔 3），如图 2.4 所示。



图 2.4 三维桁架参数定义窗口

2. 通过修改三维桁架参数，建立烟囱的支承结构。更改基底（第一层）的标高为-3m，基底宽度改为 8m，其余参数保持默认。

3. 截面属性，该模型均采用标准型钢截面，点击旁边的“+”按钮通过数据库导入。弦杆使用 GB- SPWSP219.1X5 圆钢管，支撑为 L180×18 角钢，材料为 Q345 钢。
4. 结构初始位置及支座布置保持默认，完成三维桁架的参数化定义。
5. 为提高三维桁架的柱脚稳定性，在各柱脚中点位置布置一圈横梁，如图 2.5 所示。打开捕捉中点选项后，直接通过绘制命令绘制。

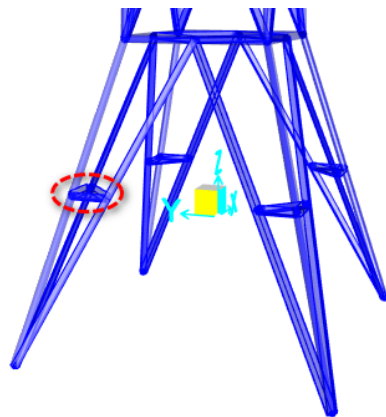


图 2.5 柱脚横梁布置

6. 完成模型的建立，保存模型，并将模型导出.s2k 文件。

## 2.3 烟囱基座

基座模型较为简单，可以手动绘制，也可以使用模板当中的三维框架模板生成部分模型后，再进行修改达到最终模型。这里先用模板生成部分模型，然后再修改建模。

1. 在快速模板当中选择【三维框架】，选择桁架类型为“Open Frame Building”。
2. 修改三维框架的几何参数。楼层数为 1，两个方向的开间数都为 1，楼层高度 1.5m，跨间距 2m。
3. 截面由型钢截面数据库导入，均采用 L180×18 的角钢，材料为 Q345 钢；保持默认原点，定义完成后由程序生成三维框架。
4. 通过复制及绘制命令添加斜撑与倾斜支座四周的杆件，如图 2.6 所示。

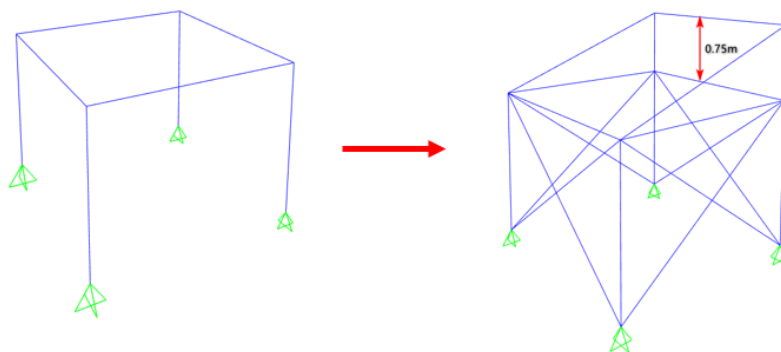


图 2.6 修改框架模型

5. 最后将模型向下移动 3m，以便于模型最后的组装，保存模型，并将模型导出.s2k 文件。



## 2.4 组装模型

打开前面所述模型中的任意一个模型，然后将另外两个模型的 s2k 文件导入到该模型，完成模型拼接。然后修改不同构件之间的连接方式以及模型的边界条件，完成整个模型的建立。这里将烟囱筒体与支架模型导入基座模型。

1. 打开基座模型，点击【文件>导入>SAP2000 文本文件 (.s2k)】命令，在弹出的对话框中选择“合并旧模型”，如图 2.7 所示。之后选择相应模型的.s2k 文件，依次导入烟囱筒体及支架。

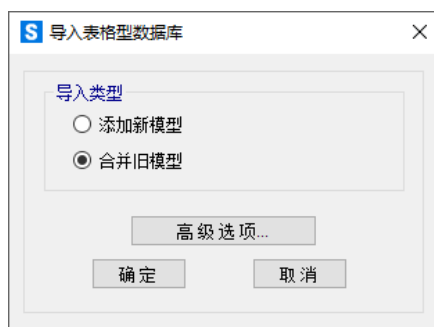


图 2.7 导入表格型数据库选项

2. 设置烟囱与支架的连接。这里简化为烟囱筒体与支架内支撑中点的连接，本模型采用隔板约束（Diaphragm）来模拟筒体与内支撑中点之间的连接关系。
  - 定义隔板约束，如图 2.8 所示。隔板约束使所有被其限制的节点作为一个刚性的平板来一起移动。所有被限制节点在平面内为刚性，但是不影响平面（板）外的变形。注意这里勾选“根据标高 z 自动指定多个隔板约束”。



图 2.8 隔板约束

- 指定隔板约束。选中 5m、10m、15m、20m 高程位置处内支撑杆件中点与

相应位置烟囱筒体的节点，指定隔板隔板约束，如图 2.9 所示。

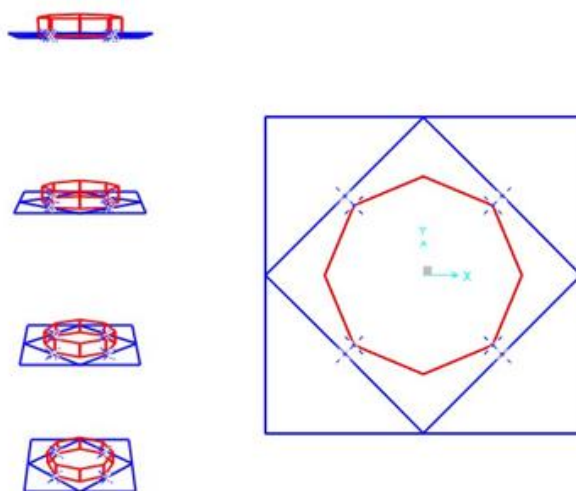


图 2.9 指定烟囱筒体与内支撑之间的连接关系

3. 设置烟囱与基座之间的连接。烟囱筒体与基座之间通过 **Body** 节点约束来模拟。**Body** 节点约束与上文当中的 **diaphragm** 不同，**Body** 约束可以约束相应节点任意方向的平动和转动，被限制的节点将作为一个刚体共同平动和转动。

- 定义 **Body** 约束，限制节点的全部六个自由度之间的相对运动。
- 指定节点约束。选中基座定部四个节点和烟囱筒体相应节点，指定 **Body** 约束，如图 2.10 所示。

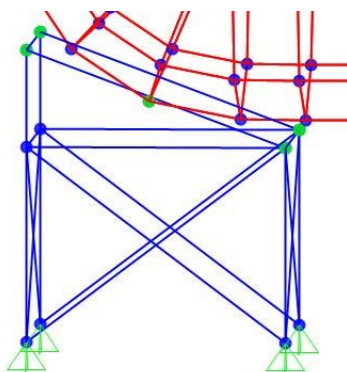


图 2.9 指定烟囱筒体与内支撑之间的连接关系

## 2.5 指定边界条件

模型中支承结构底部和基座底部均已自动添加固定铰支座，无需重复添加。仅需在烟囱筒体短肢端部添加固定支座。至此，模型建立完成。