

## 九、空间结构的支座设置和弹性连接

模型中包含大跨空间结构时，常需要对大跨结构的支座设置弹性连接。这里的弹性连接指的是铰接支座或者可以滑动的支座形式，因为大跨结构必须考虑它实际存在的支座滑动才能满足实际要求。

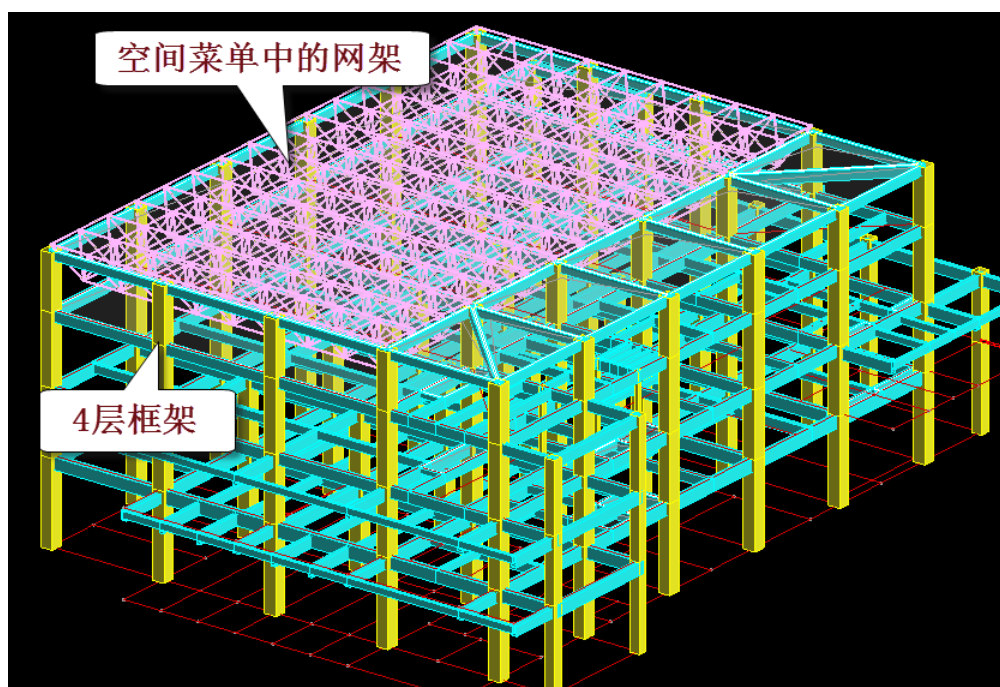
YJK 提供三种设置弹性支座的方式：

- 1、两点约束；
- 2、单点约束；
- 3、将斜杆设置为弹性连接。

### 1、两点约束

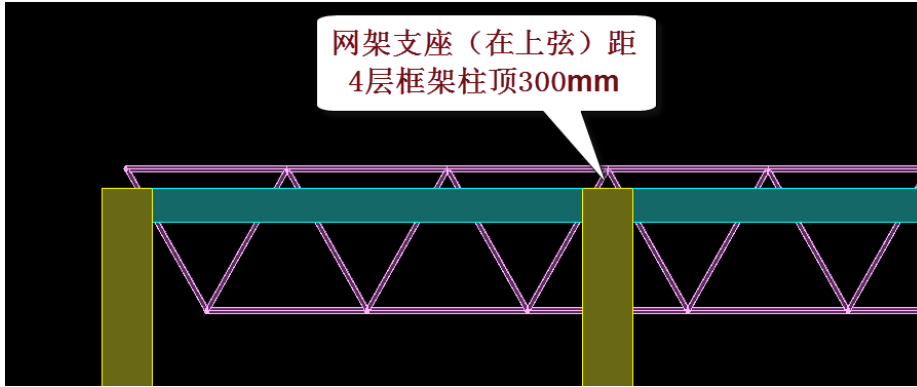
一般应采用两点约束的方式设置支座。**两点约束用于指定同标准层内（或空间层内）两点间的约束关系。**操作步骤两步：第一步在建模时在支座处设置好分开的两个节点，第二步在计算前处理，使用节点菜单下的两点约束菜单设置两点约束。

下面以空间菜单中的网架的支座设置为例说明，网架是在空间菜单下建模，它的支座设置在第 4 层框架的柱顶。

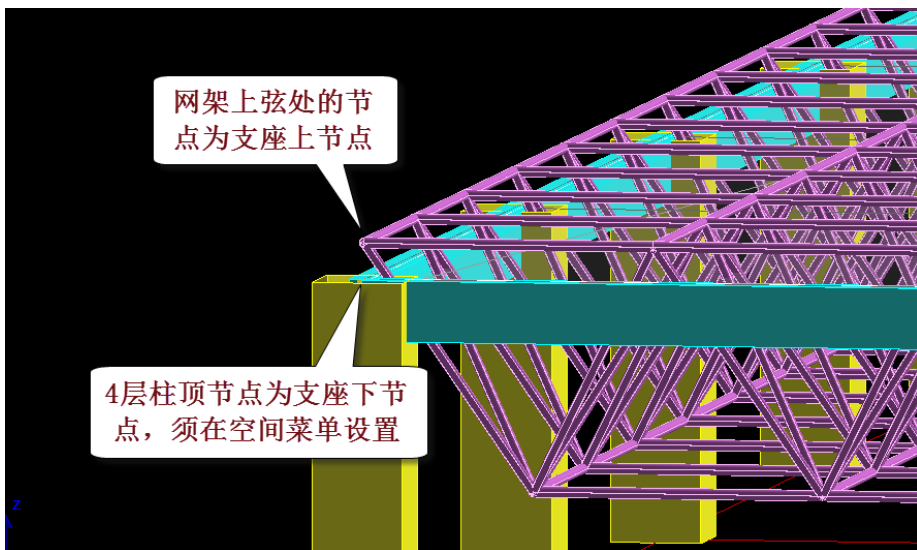


第一步，设置网架支座分开的两个节点。

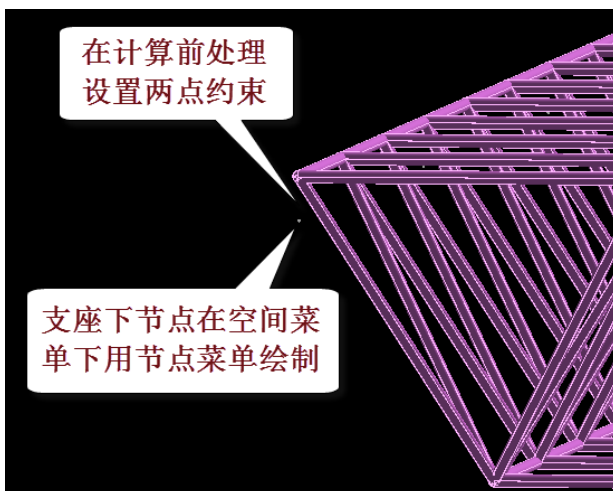
由于网架的支座高度为 300mm，位于网架的上弦，在网架建模时，使网架的位置高于框架第 4 层的柱顶为 300mm。




为了两点约束的设置，需要在支座处设置分开的两个节点。对于支座的上节点，我们直接以支座在网架上弦处的节点为支座的上节点，不用另外单独设置；对于支座的下节点，须设置在4层的柱顶节点处，这个节点需要单独画出。



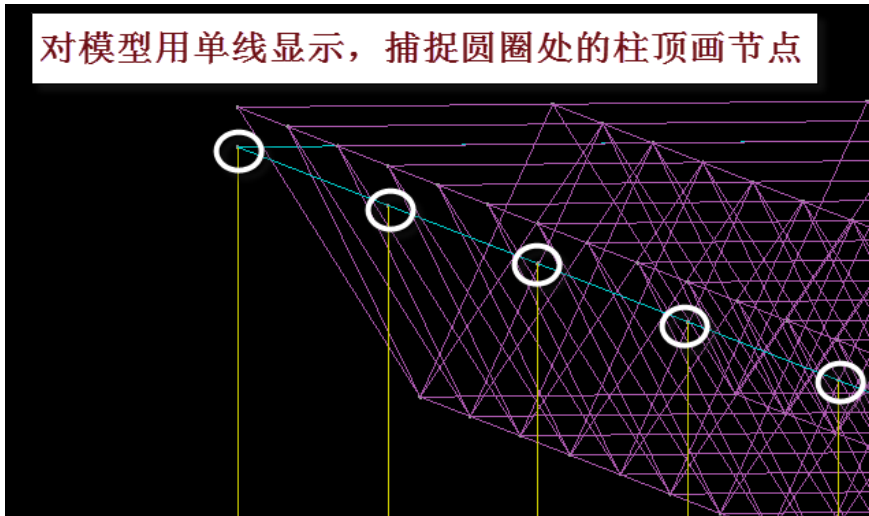
支座的下节点须在空间菜单下设置。



为了准确、方便地绘制每个网架支座的下节点，可使用“参照楼层”菜单，使用框架第

4层为参照楼层，对模型用单线显示（使用屏幕右下角的  按钮），用鼠标捕捉圆圈处

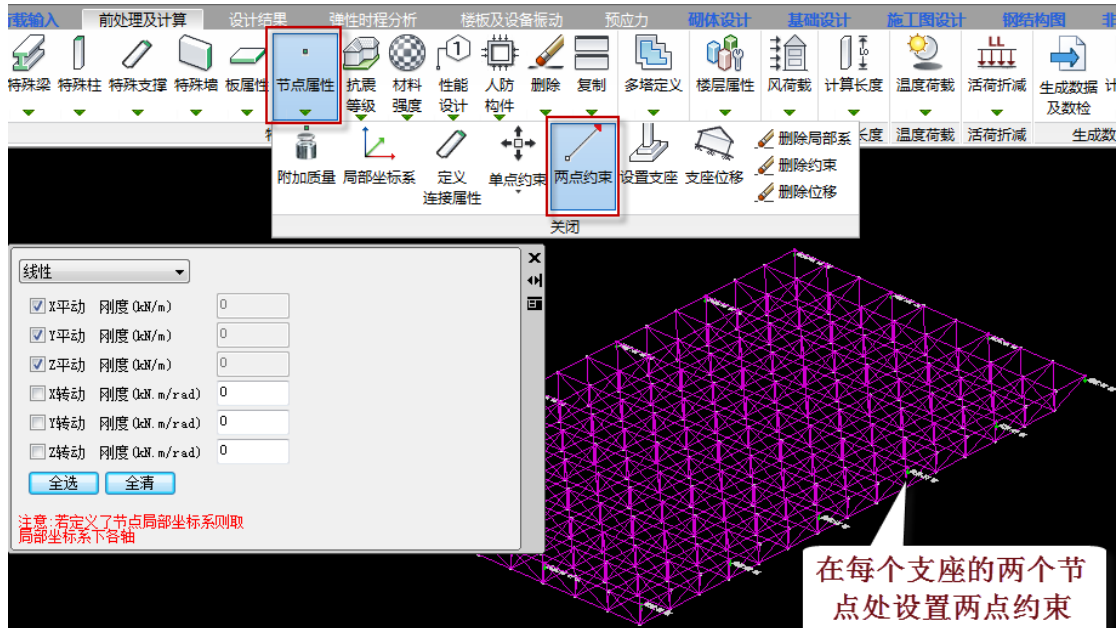
的柱顶画出节点。



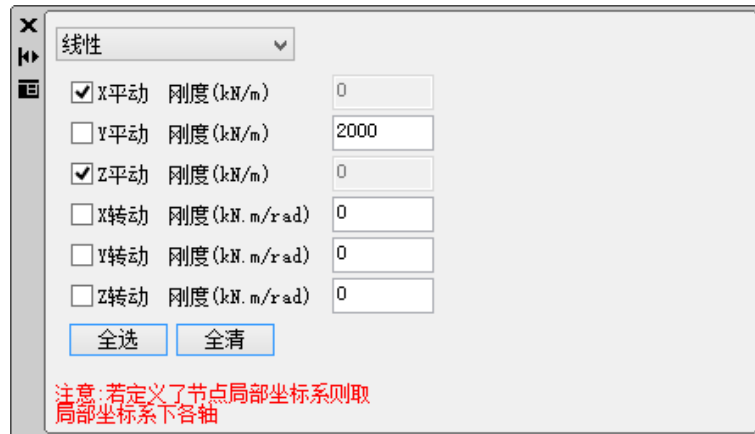
由于是在参照楼层的柱顶节点直接画出支座下节点,因此这种方式概念明确,设置准确,操作简便。

第二步,在计算前处理设置两点约束。

退出建模菜单,进入计算的前处理,点取“节点属性”菜单下的“两点约束”菜单,然后分别对每个支座设置两点约束,操作是在对话框上设置支座属性,再用鼠标点取支座的两个节点。



每个节点 6 个自由度,点【两点约束】菜单弹出对 6 个自由度的控制对话框,用户需对约束的自由度前打钩,如下对话框设置的是铰接、约束 X、Z 方向平动、对 Y 方向设置 2000kN/m 刚度的滑动连接。



特殊构件定义和计算简图中均以绿色表示被约束节点，红色表示约束的主节点，绿线表示两节点间存在约束关系，并且附有文字标注。

通用有限元的建模方式为空间方式，YJK 对于空间结构层的两点约束操作方式与通用有限元软件相同，但是特别是在 YJK 的普通标准层中，节点都是位于楼层平面上的，两点约束只能加在层顶位置分开的两个节点上，不能在层顶和层底之间设置两点约束，因此更减少了两点约束的应用。

对于两点约束的坐标系，当连接属性为线性时，取决于在【节点属性】-【局部坐标系】中定义的局部坐标系，当未定义局部坐标系时则默认为全局坐标系；当连接属性为“线性”以外的其他属性时，则局部坐标系 1 轴为由从节点指向主节点的连线方向，2 轴为垂直 1 轴向上方向，3 轴方向按 1 轴→2 轴的右手螺旋定则确定。

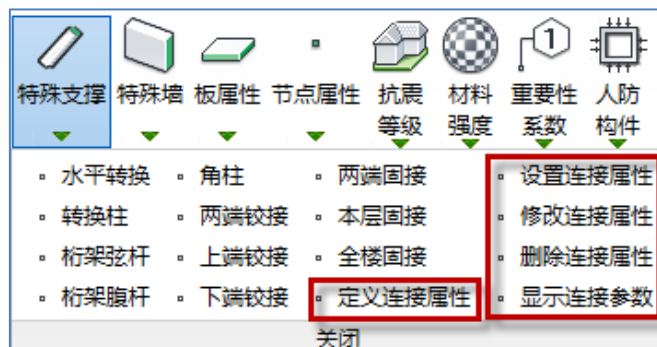
## 2、单点约束

【单点约束】是 YJK 独有的特色菜单，他是针对柱底下的约束设置（也可在支撑底下设置）。软件自动在柱底和下层节点之间设置约束，不用再人为在约束处设置分离的两个节点，简化了操作。因此，对于柱下、支撑下的弹性连接用单点约束设置更方便。需注意的是，【单点约束】目前不支持在多根构件交汇的节点进行设置。

对于单点约束的坐标系，当连接属性为线性时，与两点约束方式一致，取决于【节点属性】-【局部坐标系】中定义的局部坐标系，当未定义局部坐标系时则默认为全局坐标系；当连接属性为“线性”以外的其他属性时，默认 1 轴为竖直向上，2 轴为全局坐标系 Y 轴，当定义了节点局部坐标系时，则以局部坐标系的 Y 轴作为 2 轴方向。

根据上述规则，对于垂直的柱或者垂直的支撑杆件来说，柱底的滑动可以不受约束地实现，但是对于倾斜的支撑杆件来说，由于在斜撑垂直的方向上常常受到下层平面的约束，因此对于斜杆底部非水平面内的滑动支座，默认的局部坐标系方向可能不适用，这里设置的滑动支座不能起作用，需要先用【局部坐标系】菜单修改局部坐标系到滑动支座的水平位置，才可用【单点约束】菜单。

## 3、将支撑杆件改为弹性连接



YJK 在【前处理及计算】-【特殊支撑】菜单下，设置了可将支撑杆件改为弹性连接的菜单，操作是先定义连接属性，再把设置好的连接属性布置到相应的斜杆杆件上。软件将自动把相应的支撑杆件改为弹性连接，他的作用和加在支撑两 endpoint 之间的两点约束相同。



点【定义连接属性】菜单弹出对话框，连接属性包括“线性”、“屈曲约束支撑”“阻尼器”、“塑性单元”、“隔震支座”、“间隙”6个选项。对于空间结构的滑动支座，在这里应选择“线性”项，并给6个自由度赋值。

对于按斜杆方式定义的连接属性，其坐标系则固定为该杆件的局部坐标系，即：1轴为由斜杆较低端指向斜杆较高端的连线方向，2轴为垂直1轴向上方向，3轴方向按1轴→2轴的右手螺旋定则确定。

这种将支撑改为弹性连接的方式是YJK的特色，他使弹性连接的设置变得既方便、适应性又强。首先因为支撑的输入在YJK的建模中非常方便，另外由于约束加在支撑两端节点之间，这样设置的滑动支座不会受到约束，滑动在非水平方向也可以实现。

对比如上三种设置弹性支座的方式，可以看出，第一种“两点约束”的方式最简便，因为在建模中省去了支座本身杆件的输入，只须设置支座的下节点，以网架下楼层作为参照层布置支座下节点，概念明确、操作简便。