



RFEM 6

2022 全国第十五届 大学生结构设计竞赛题目 三重木塔结构

RFEM 应用指南

RFEM Guide for the 15th
National University Students
Structural Design Competition



2022.4

© 德儒巴软件（上海）有限公司

目录

一、 为什么应该选择 RFEM.....	- 1 -
1. 通用性.....	- 1 -
2. 易用性.....	- 1 -
3. 功能强大.....	- 1 -
4. 学生在整个学业期间都可以免费使用软件.....	- 1 -
二、 竞赛题目分析.....	- 2 -
1. 模型尺寸.....	- 2 -
2. 模型荷载.....	- 3 -
3. 模型材料.....	- 4 -
三、 RFEM 建模思路及方法.....	- 5 -
1. AutoCAD 画好一榀轴线导出 Dxf.....	- 5 -
2. 打开 RFEM 6 并导入 Dxf.....	- 6 -
3. 添加材料和截面.....	- 9 -
4. 旋转复制生成 8 榀.....	- 14 -
5. 添加荷载及边界.....	- 19 -
6. 添加荷载组合.....	- 26 -
四、 结果解读及方案优化.....	- 28 -
1. 结构稳定性分析及失稳模态解读.....	- 28 -
2. 方案优化.....	- 30 -
3. 优化后的结果解读——稳定性.....	- 37 -
4. 优化后的结果解读——强度.....	- 38 -
5. 优化后的结果解读——应力比.....	- 41 -
6. 考虑二阶效应的结果.....	- 45 -
7. 考虑整体缺陷的结果.....	- 46 -
8. 总结.....	- 49 -
五、 常见问题解答.....	- 50 -
1. 如何申请并下载免费的学生版.....	- 50 -
2. 如何获得学习 RFEM 的资源.....	- 51 -
3. 如何生成计算书.....	- 52 -
4. 为什么弯矩图结果都是零.....	- 55 -
5. 如何在计算书中按照局部展示结果.....	- 55 -

一、为什么应该选择 RFEM

1. 通用性

RFEM 是一款非常通用的分析设计软件。各种结构分析都能胜任，无论是杆系结构还是壳体结构，无论是层的还是空间的。材料类型可以是混凝土、钢结构、铝合金、木材、玻璃、膜材。RFEM 6 也是目前唯一嵌入《木结构设计规范》GB50005-2017 的软件。掌握它基本上所有类型的结构你都能搞定。

2. 易用性

RFEM 的人机交互理念很先进，很容易上手。大多数属性的设置和修改只需要双击构件跳出对话框就可以直接修改。而且与 Autocad、Rhino/Grasshopper 等软件都有接口，曲线、曲面可以直接导入，无需以直代曲，将曲线打断成直线，曲面细分为平面，计算模型在几何模型后台自动划分网格。前后处理操作对象是整体的几何对象而不是细分后的有限单元对象将极大的提高建模、加载、结果提取的效率，修改模型、荷载也比较容易。

3. 功能强大

可以进行各种材料的杆件和曲面的强度验算、所有组合的稳定系数验算、杆件和曲面的材料和几何双非线性计算、多种缺陷模拟方式、索膜结构找形、基于组件的节点参数化建模和验算、与数值风洞无缝衔接、土-结构协同分析（可输入土层参数按实体分析）、二次开发建模助手等（支持 Python、C#、Javascript）。

4. 学生在整个学业期间都可以免费使用软件

如果你是一位大学学生，那么恭喜你，你可以免费使用 Dlubal 旗下的软件 RFEM。

如何免费获得教育版软件？请查看第五部分的常见问题解答。

二、竞赛题目分析

1. 模型尺寸

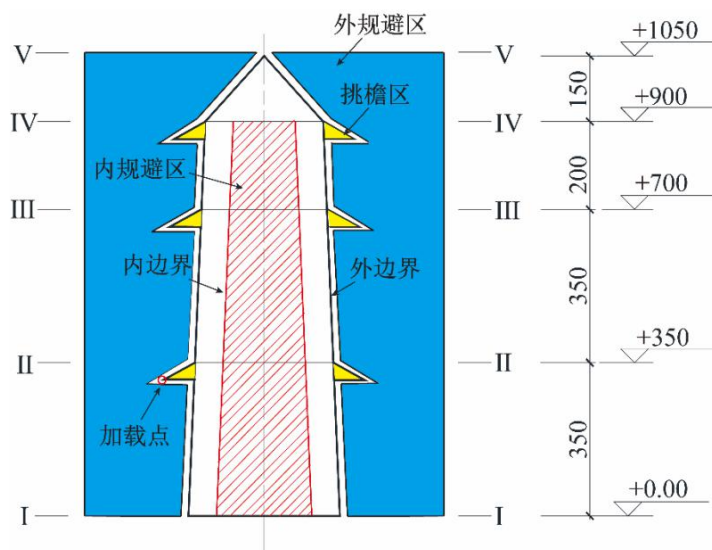


图 2 木塔模型示意图 (单位: mm)

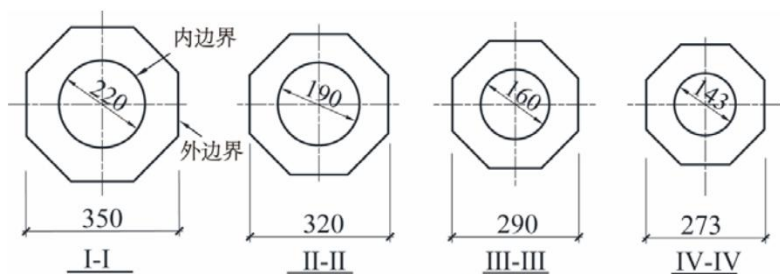
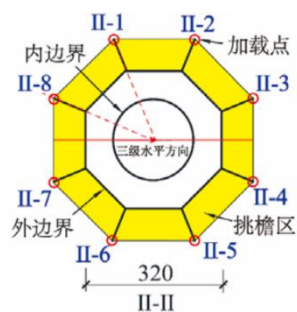


图 3 模型截面尺寸图 (单位: mm)



(a) 挑檐水平位置图



(b) 挑檐详图

图 4 挑檐加载点示意图 (单位: mm)

2. 模型荷载

本模型采用三级加载，第一级加载为 II-II 截面、III-III 截面和 IV-IV 截面选择加载点的竖向加载；第二级加载为 III-III 截面选择两个对角加载点施加顺时针扭转荷载；第三级加载为锥形塔顶沿固定加载方向的水平静力加载。各加载点 1~8 的位置如图 5 所述位置，如图中 II-3 点表示 II-II 截面的第 3 个加载点，其中第一级和第二级加载点位置的抽签环节在模型制作完毕后进行，且所有参赛组采用相同的抽签结果进行加载。

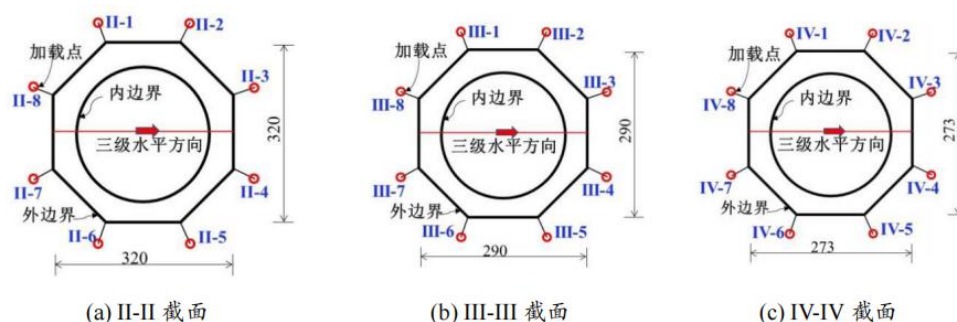


图 5 加载点示意图

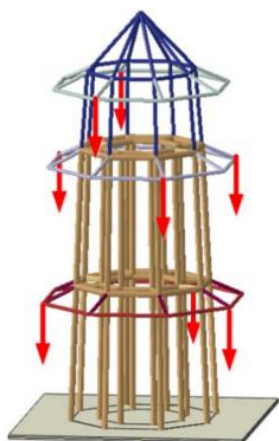


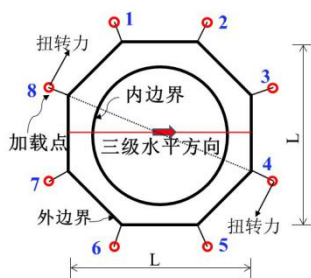
图 6 第一级竖向加载示意图

(1) 第一级加载

第一级加载如图 6 所示。在 II-II 截面、III-III 截面和 IV-IV 截面下侧外圈八边形共 24 个加载点中随机选择 8 个加载点。其中 II-II 截面选 3 个点，每个点加载重量为 4kg；III-III 截面选 3 个点，每个点加载重量为 3kg；IV-IV 截面选 2 个点，每个点加载重量为 2kg。

(2) 第二级加载

在第一级持荷状态下，在 III-III 截面 8 个加载点的四种工况中随机选择一种施加顺时针扭转荷载，四种工况为（工况一：1 号点—5 号点施加载荷；工况二：2 号点—6 号点施加载荷；工况三：3 号点—7 号点施加载荷；工况四：4 号点—8 号点施加载荷）。扭矩荷载施加如图 7 所示，每个点的施加载荷大小为 3 kg，沿俯视图顺时针方向加载。



(a) 平面示意图

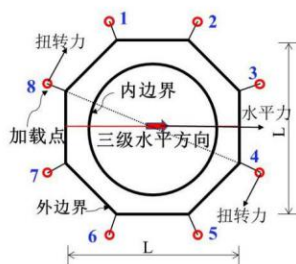


(b) 三维示意图

图 7 第二级扭转荷载示意图

(3) 第三级加载

在第一、二级持荷状态下, 在塔顶点施加如图 8 所示固定方向的水平力, 水平力可选择为 5 kg、6 kg、7 kg (由参赛队在赛前自行选择荷载大小)。



(a) 平面示意图



(b) 三维示意图

图 8 第三级水平荷载示意图

3. 模型材料

表 1 竹材规格及用量上限

竹材规格		竹材名称	用量上限
竹皮	1250mm×430mm×0.20 mm	集成竹片 (单层)	2 张
	1250mm×430mm×0.35mm	集成竹片 (双层)	2 张
	1250mm×430mm×0.50mm	集成竹片 (双层)	2 张
竹杆件	930mm×6mm×1.0mm	集成竹材	20 根
	930mm×2mm×2.0mm	集成竹材	20 根
	930mm×3mm×3.0 mm	集成竹材	20 根

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
0.8g/cm ³	60MPa	30MPa	6GPa

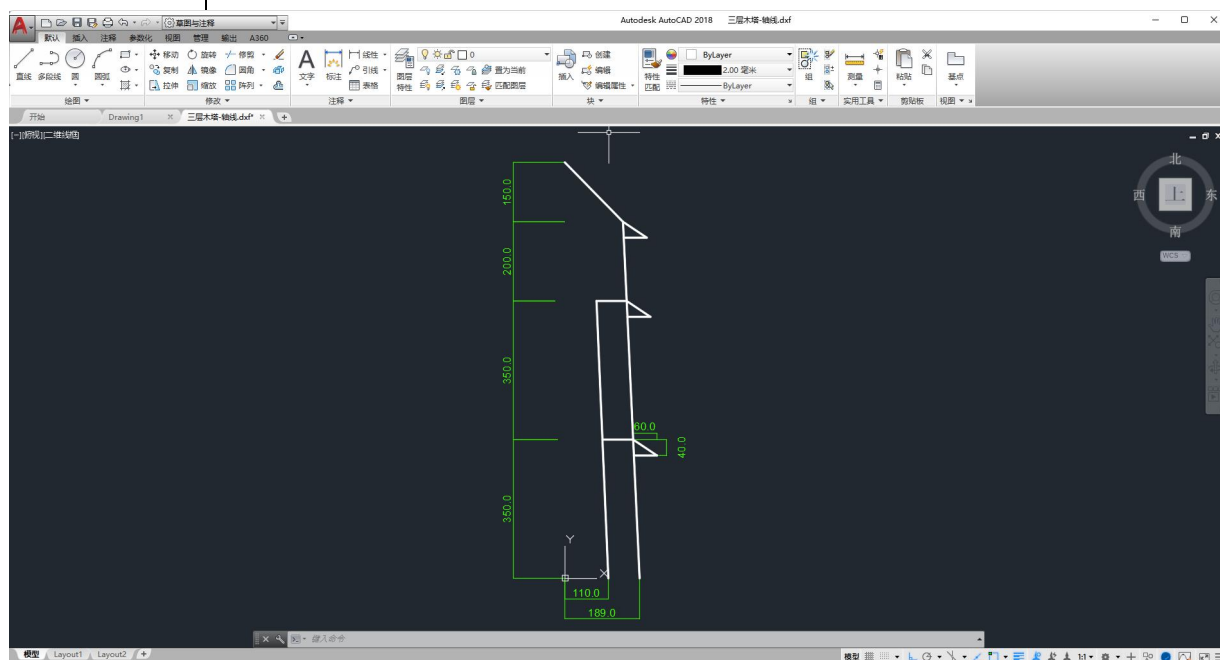
三、RFEM 建模思路及方法

思路一：在 CAD 建好一榀轴线，然后导入，旋转复制生成其他榀。

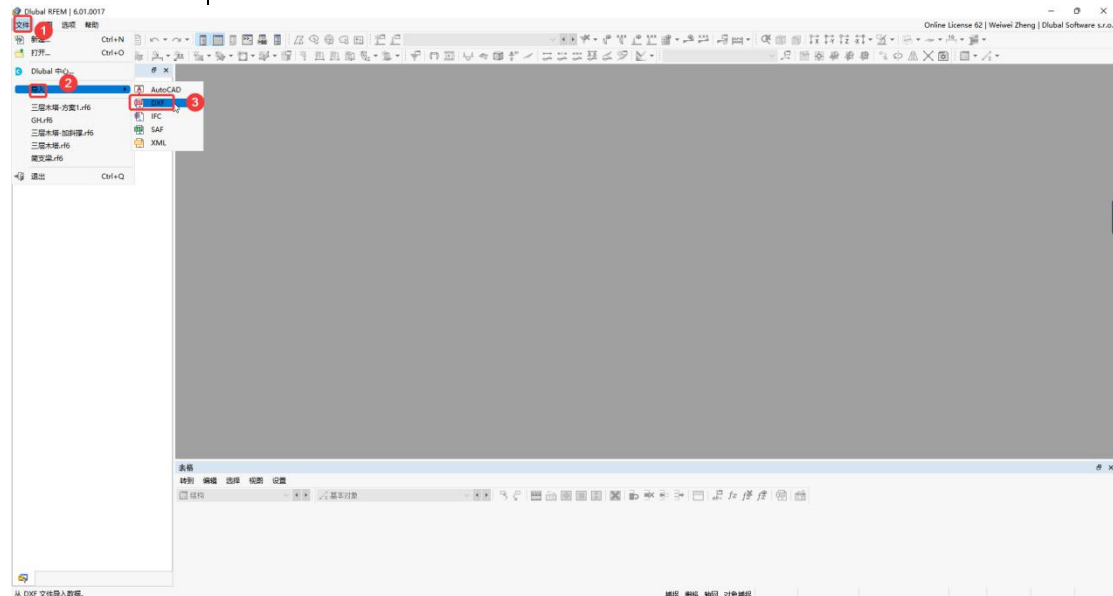
思路二：Grasshopper 建模，然后利用 Dlubal 插件导入 RFEM。

前一种思路简单容易掌握；后一种方法是参数化建模方式，修改模型很容易，但是需要有 Grasshopper 基础。

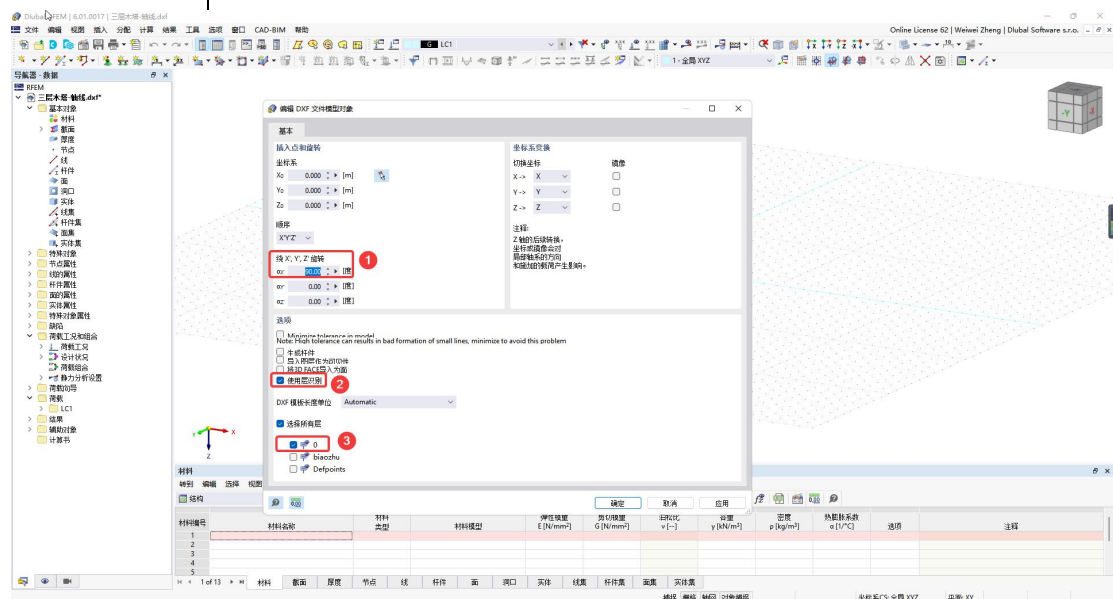
1. AutoCAD 画好一榀轴线导出 Dxf



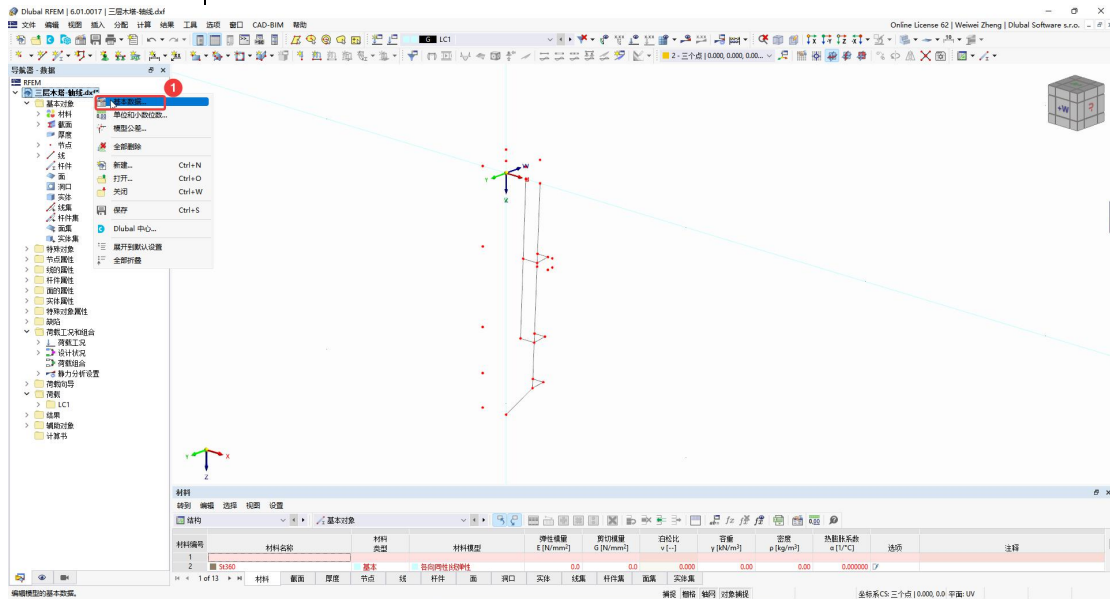
2. 打开 RFEM 6 并导入 Dxf



➤ 文件>导入>DXF



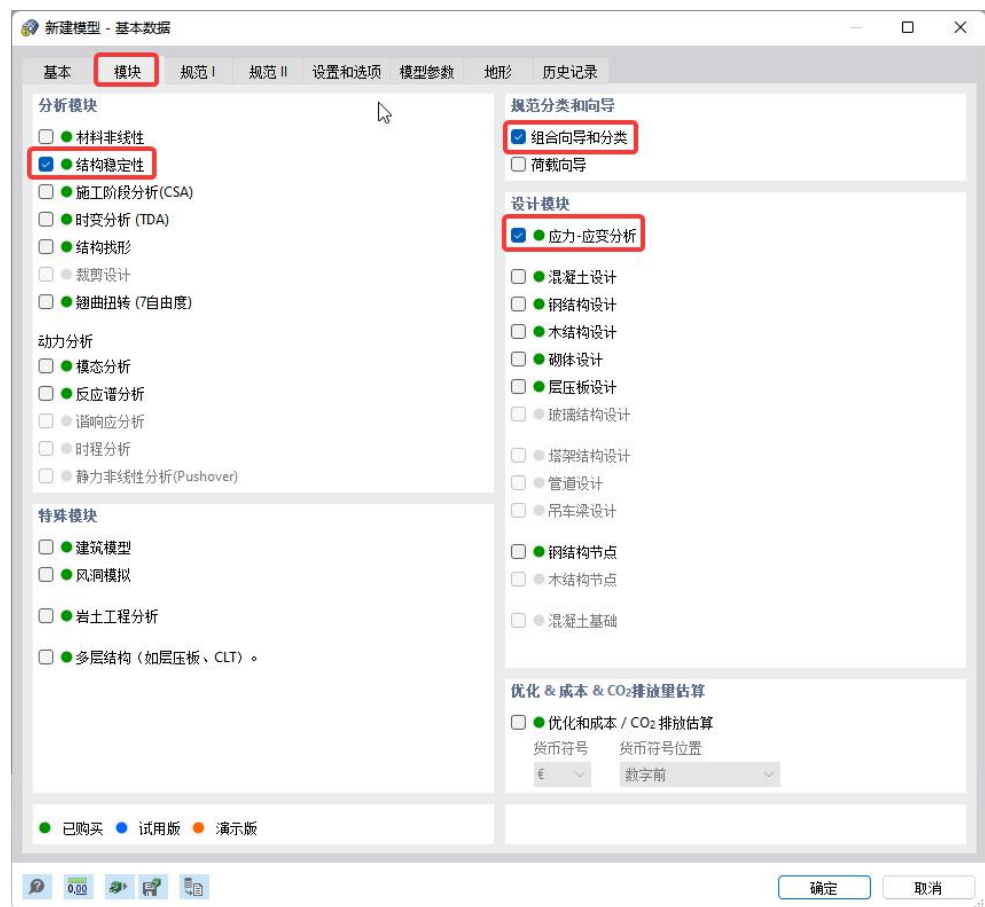
- 绕 x 轴旋转 90 度，因为 CAD 中把立面轴线画在了 XY 平面。
- 勾选“使用层识别”。
- 仅选择轴线所在图层“0”，标注所在图层不要选。
- 点确定，跳出转换表，点确定，模型是反的，后面有设置调整。



➤ 右键模型文件>基本数据，进行模块的设置和坐标系调整。

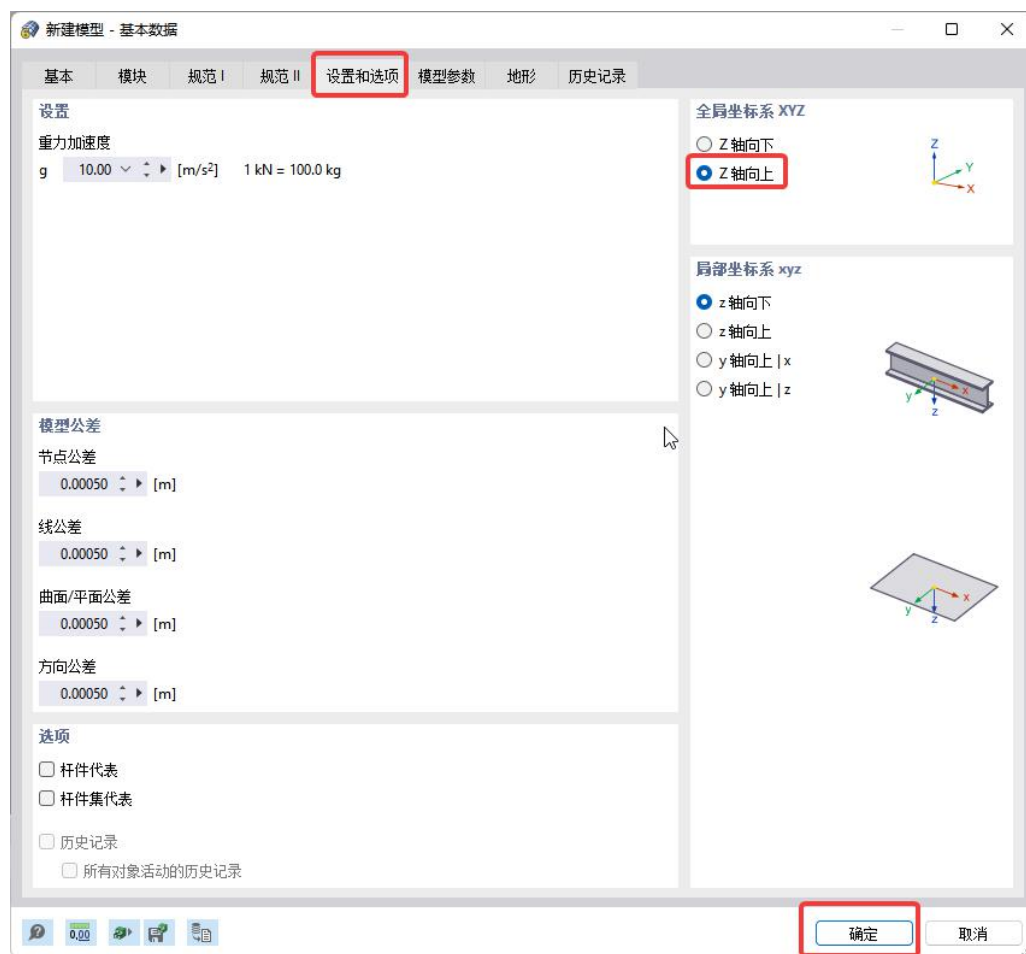
模块标签中激活：

- 结构稳定性
- 组合向导和分类
- 应力-应变分析

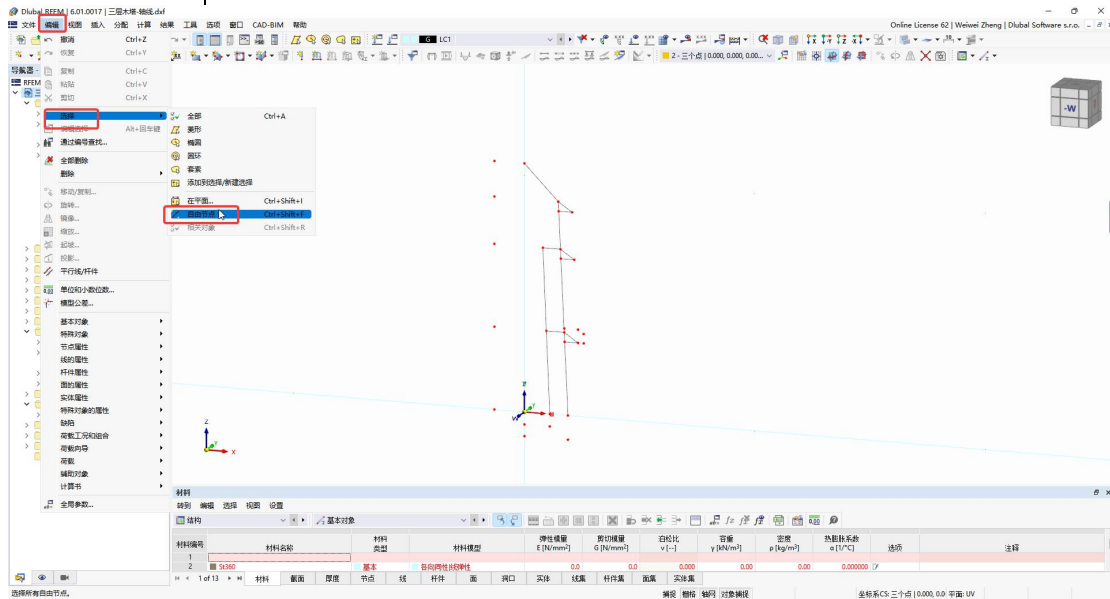


➤ 结构稳定性模块：用于判断结构薄弱部位和容易失稳的地方，即使强度计算没问题，由于杆件长细比较大，也有可能由于稳定问题失效。

- 应力-应变分析模块：用于计算杆件的强度应力比，如果不勾选这个模块也能以杆件云图形式看应力结果，但是不能显示应力比（计算应力/材料强度）。
- 组合向导和分类：勾选了应力-应变分析模块会自动勾选该模块。

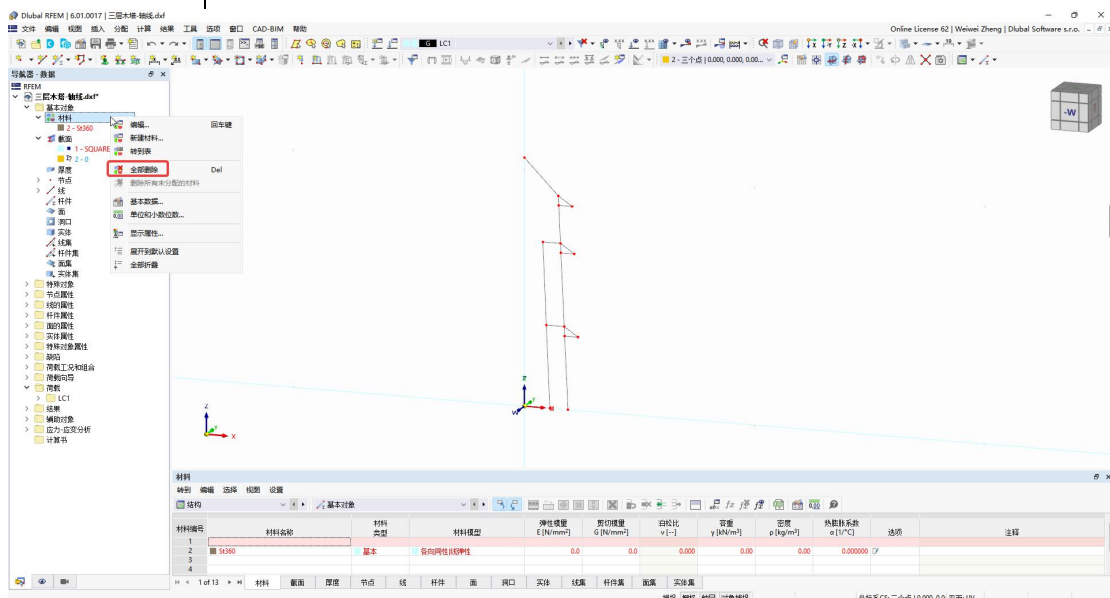


- 全局坐标系改为 Z 轴向上，然后确定。

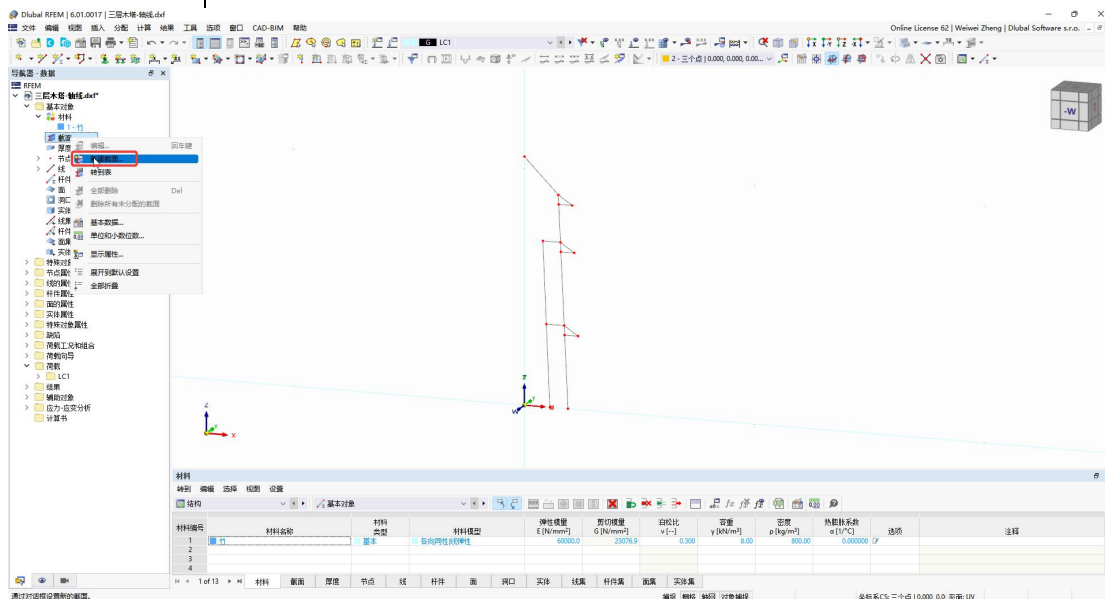
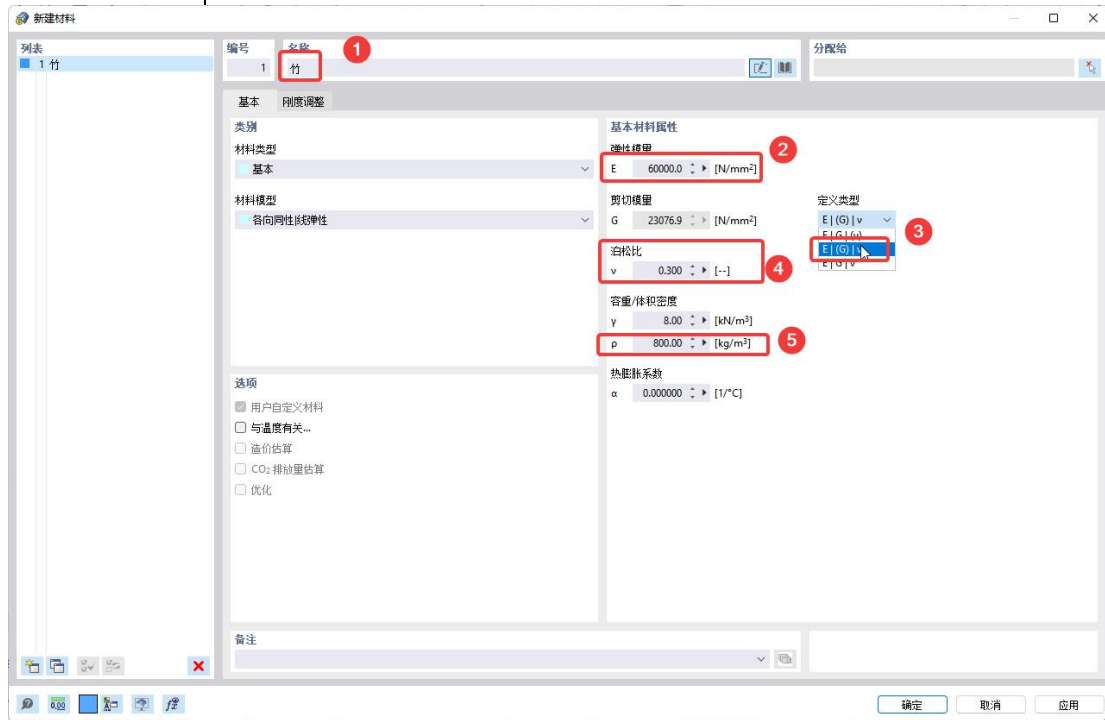


- 可以看到，模型旋转过来了，并且 Z 轴向上。
- 编辑>选择>自由节点，delete，删除标注带来的多余节点。

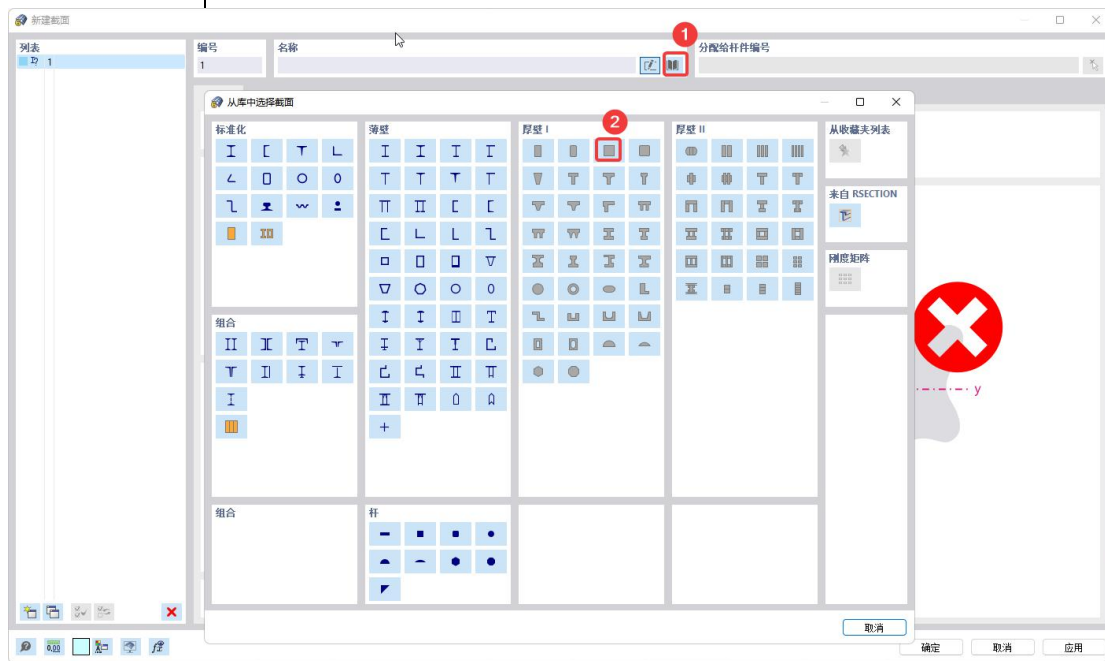
3. 添加材料和截面



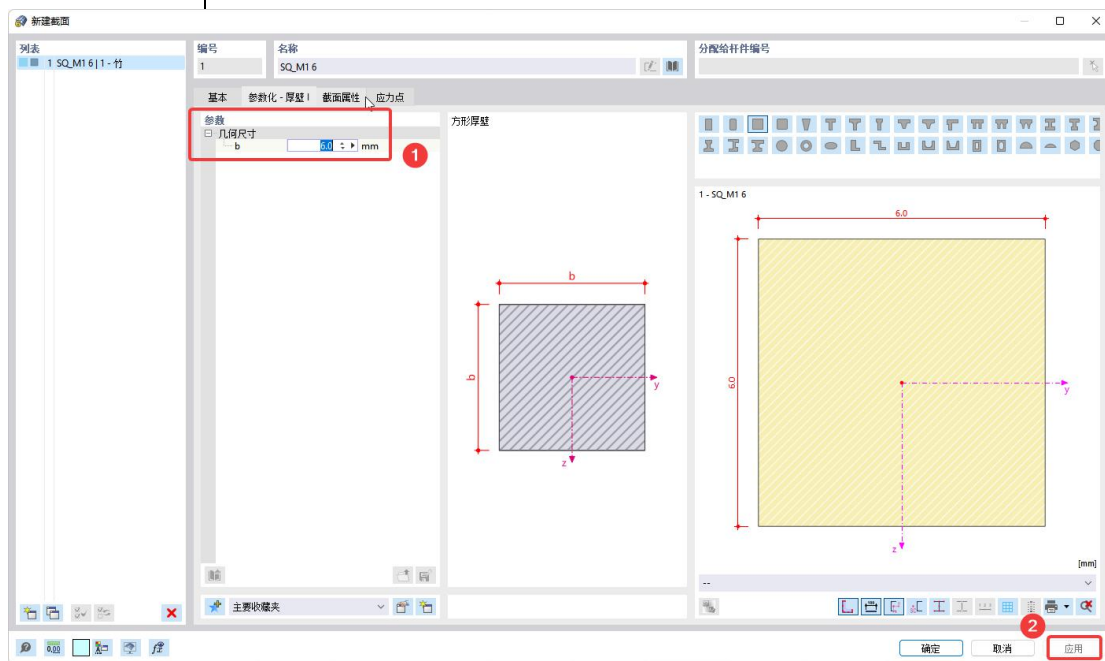
- 右键材料/截面>全部删除，删除软件自定义的材料和截面。
- 右键材料>新建材料，新建竹材料



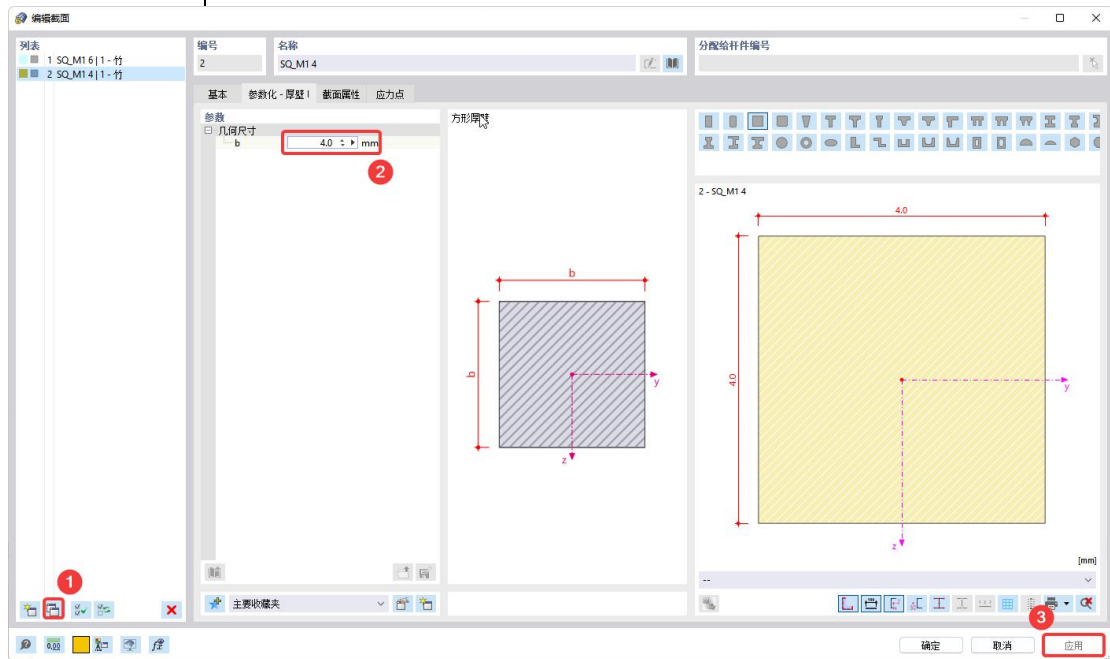
➤ 右键截面>新建截面。



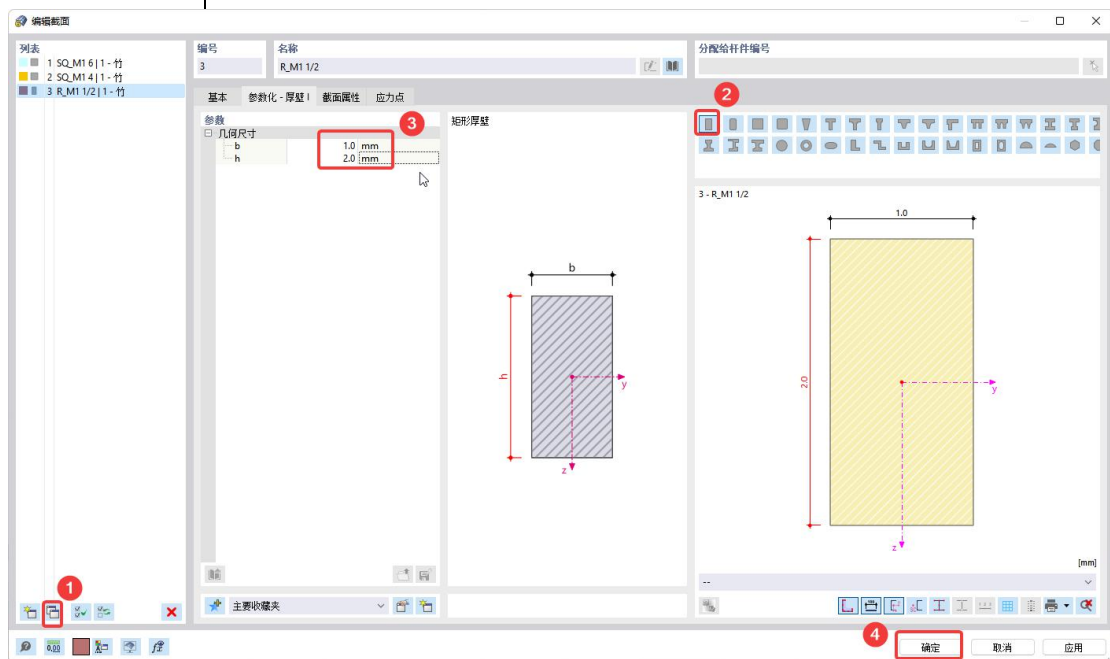
➤ 从库中导入>选择正方形实心截面。



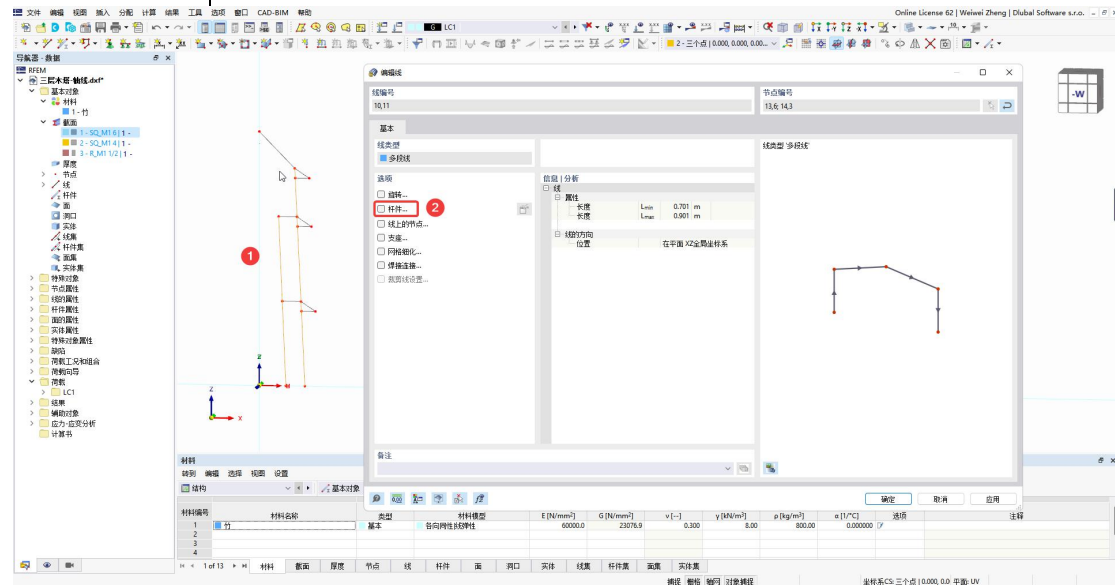
➤ 设置截面尺寸 6mm，点击应用，可不关闭对话框，继续添加 4mm 截面。



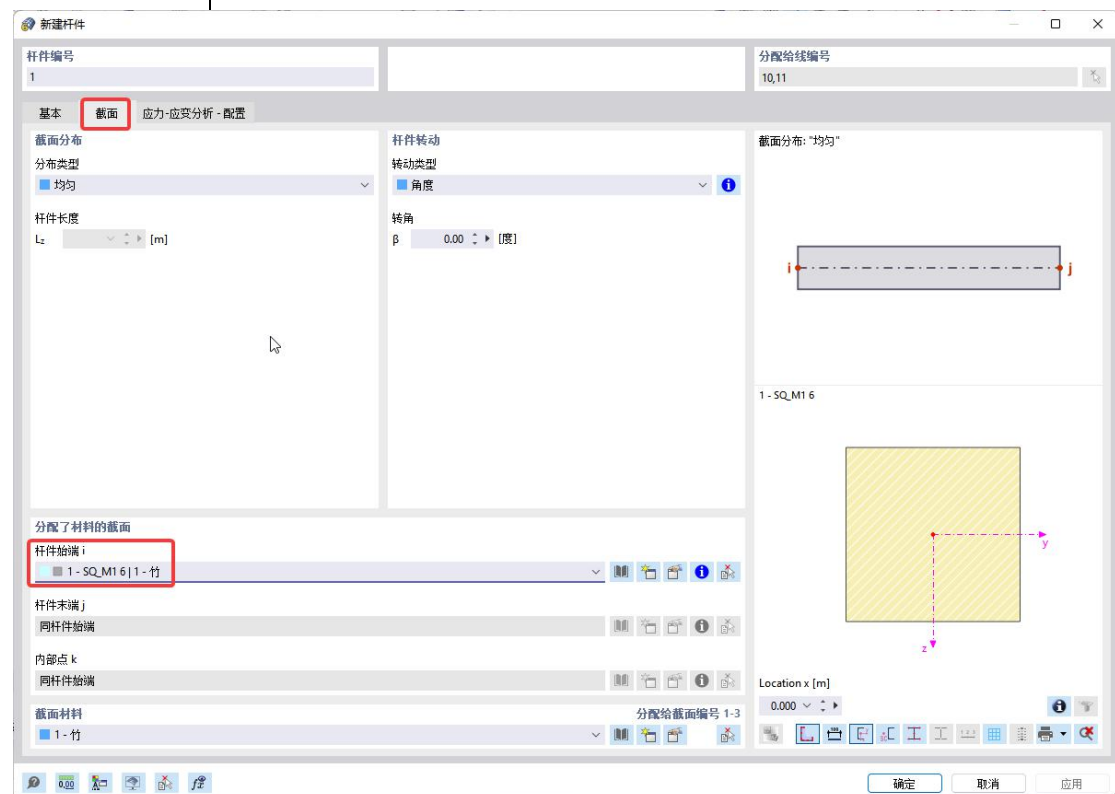
- 复制截面，然后将尺寸改为 4mm，点应用，继续添加 1x2mm 截面



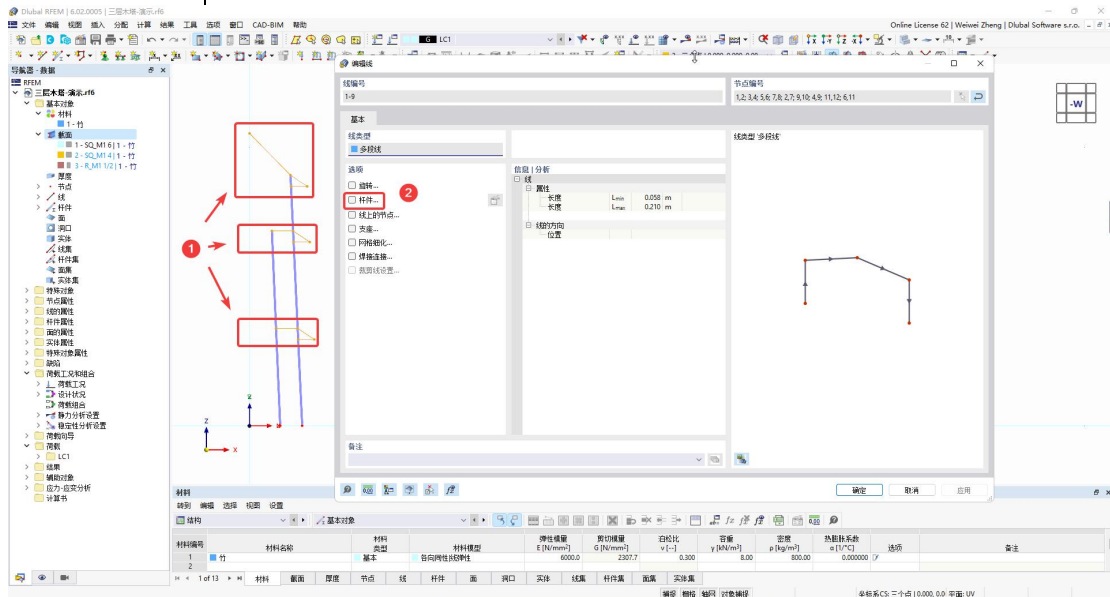
- 复制截面，选择矩形截面类型，尺寸改为 1x2mm，确定，退出对话框。



- 选中柱子轴线，双击其中一个线，跳出编辑线对话框。
- 勾选杆件，跳出新建杆件对话框。

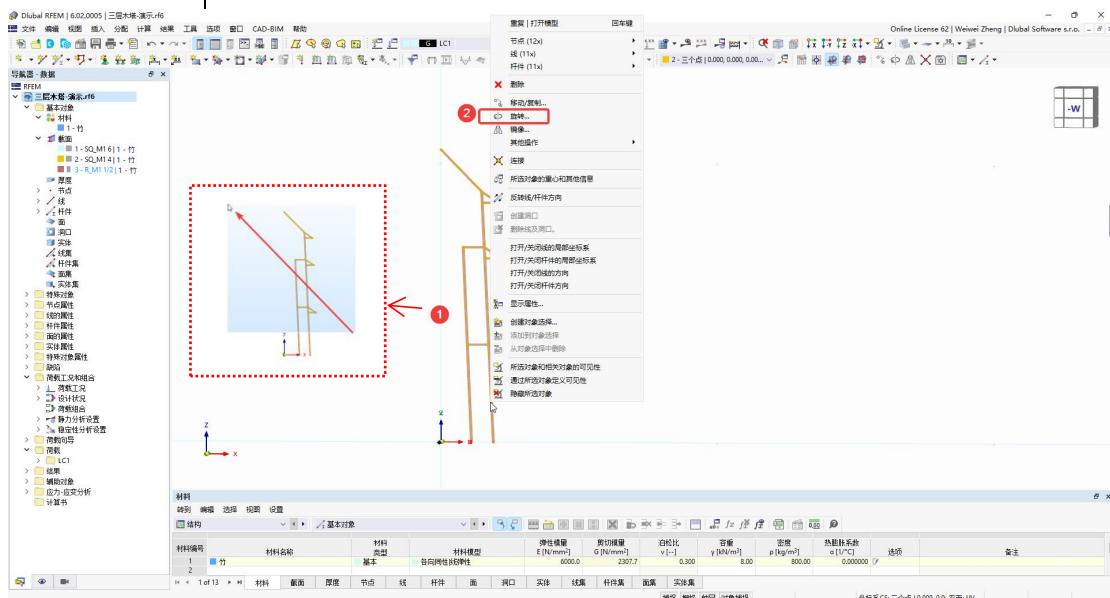


- 截面设置里，选择 6x6mm 的截面

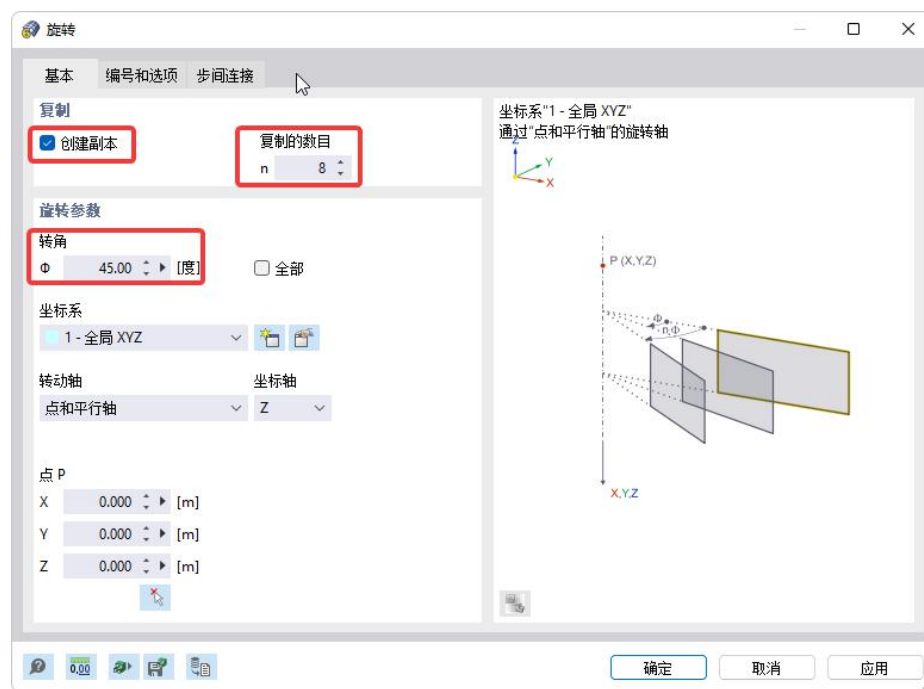


- 按住 Ctrl 键，启动多选模式，再选柱子以外的轴线，双击其中一个线，跳出编辑线对话框。
- 勾选杆件，跳出新建杆件对话框，截面设置里，选择 4x4mm 的截面。

4. 旋转复制生成 8 根

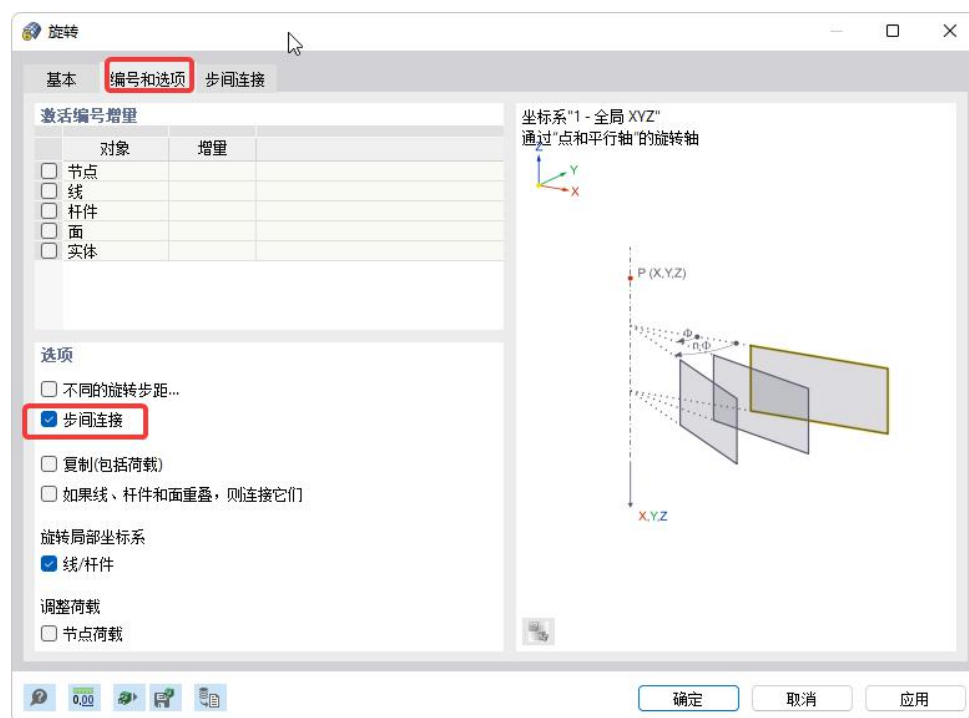


- 鼠标从右下角往左上角选择需要旋转复制的构件（不要选中底部两个节点），然后右键其中一个构件，旋转。

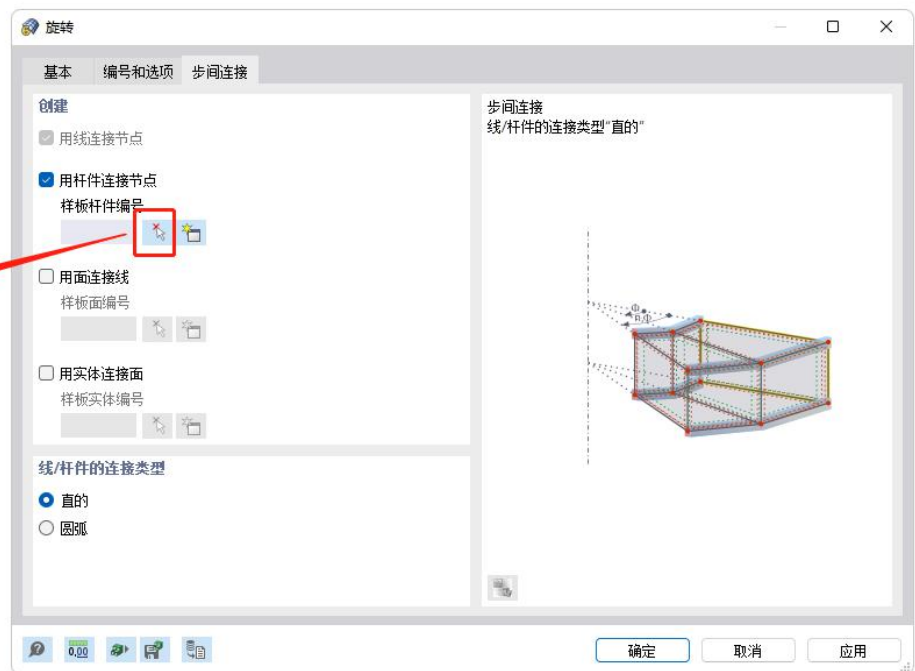


- 勾选“创建副本”，这样可以复制多根，复制数目：8，旋转角：45 度。

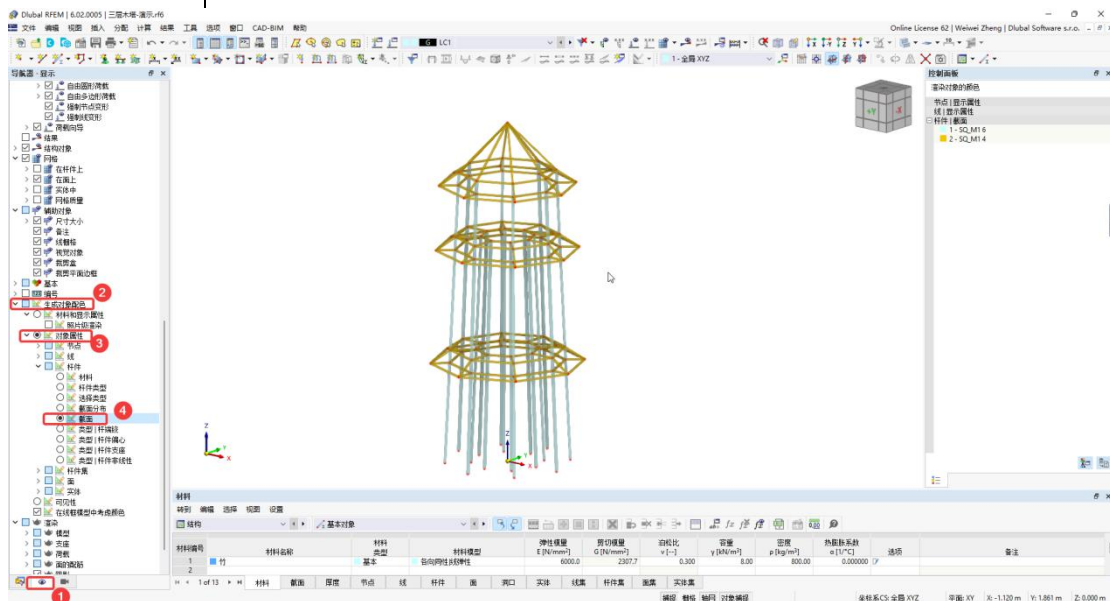
如果勾选“全部”，那么就填 360 度，意思是 360 度内有 8 根。



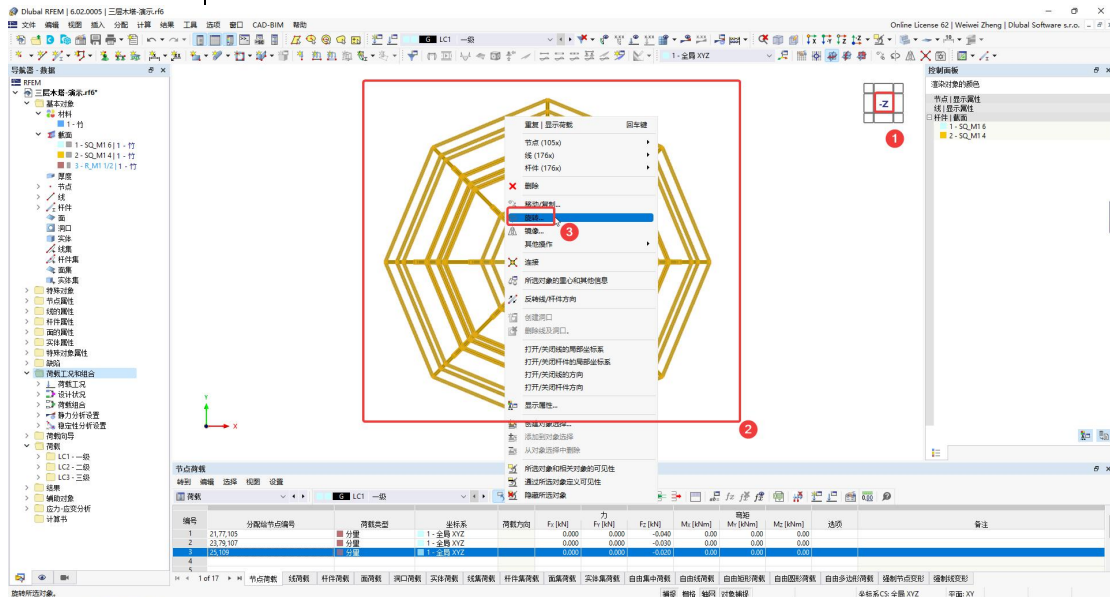
- 勾选“步间连接”，可以在复制过程中创建杆件/面，来连接被复制的点和杆件。



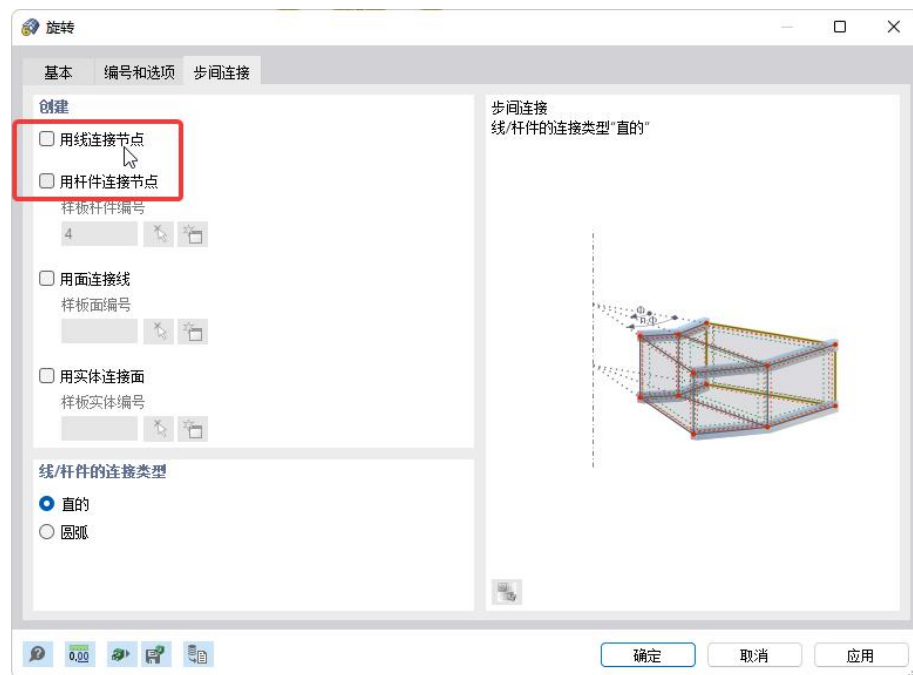
- 在“步间连接”中，勾选“用杆件连接节点”，然后样板杆件编号，用鼠标拾取 4mmx4mm 的任意杆件，那么环向的连接各榫之间的杆件都会用 4mmx4mm 的截面。



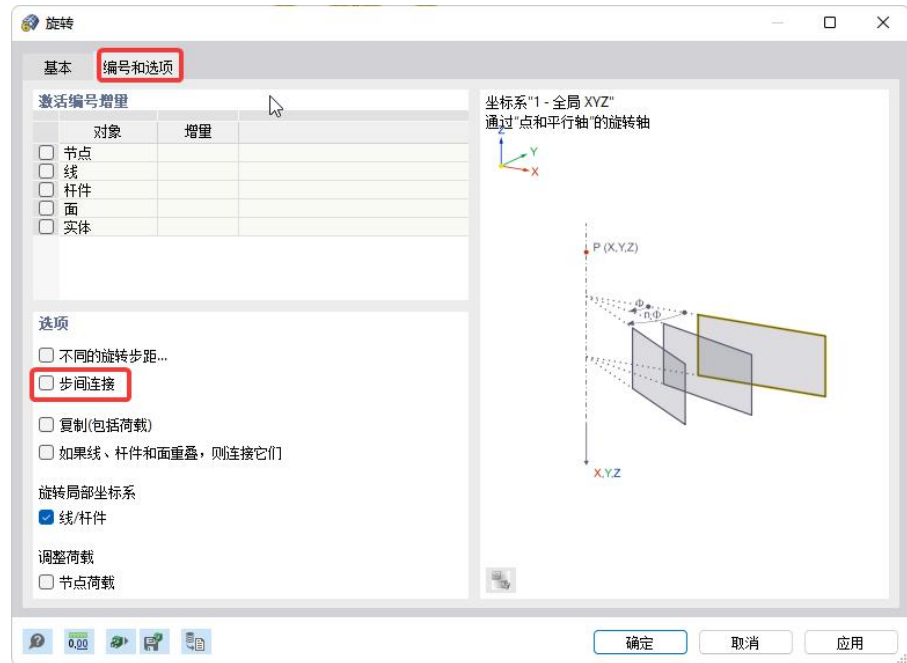
- 项目导航器>显示>生成对象配色>对象属性>截面，对照着右边控制面板中的杆件|截面检查杆件截面分配



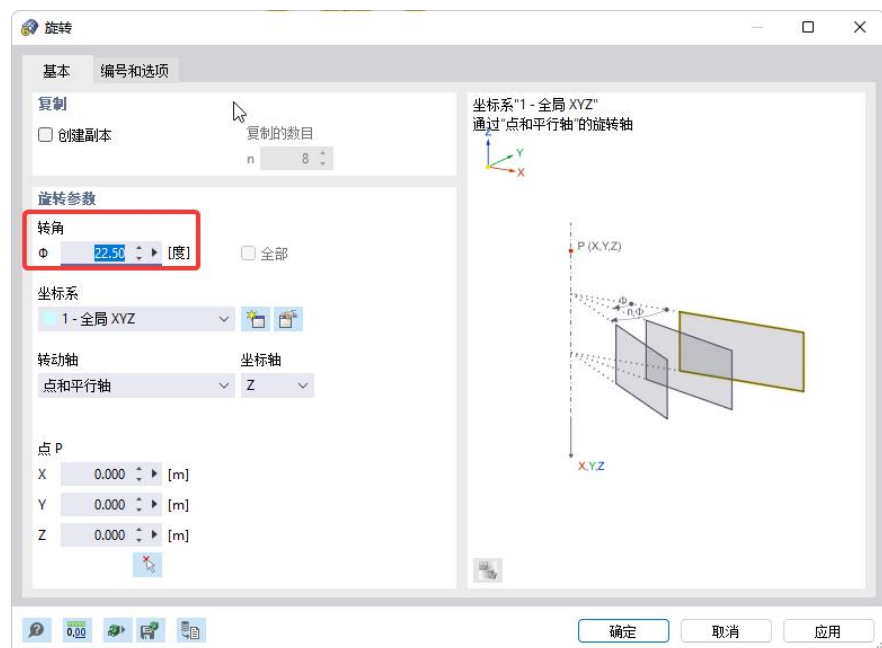
➤ 调整到俯视图>选择所有对象>右键任一杆件>旋转，旋转模型至要求方向



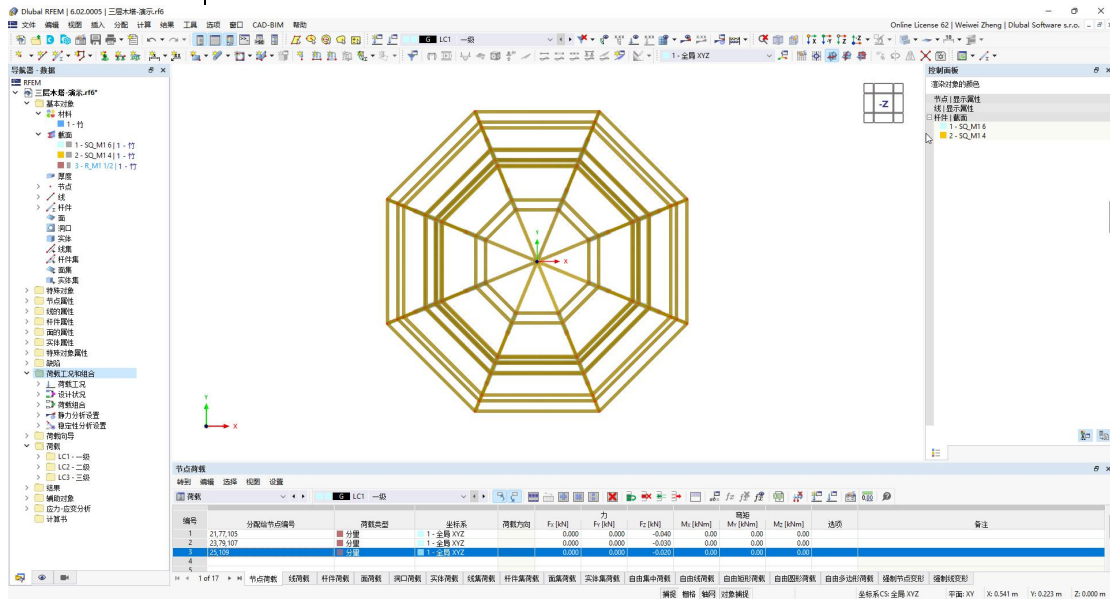
➤ 取消前面勾选的“用杆件连接节点”，否则会报错。



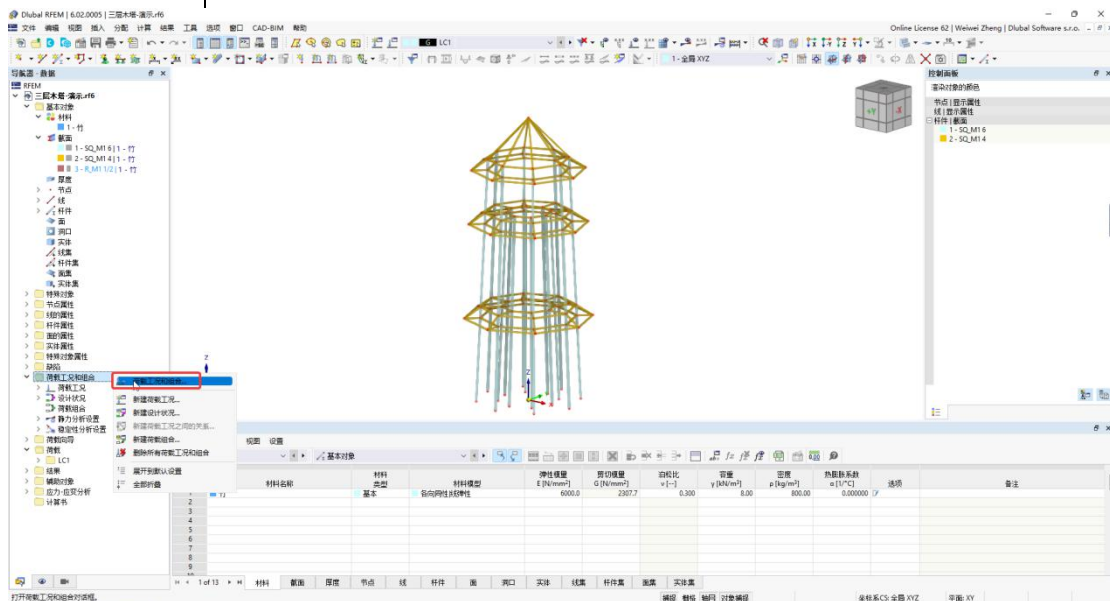
➤ 取消前面勾选的“步间连接”



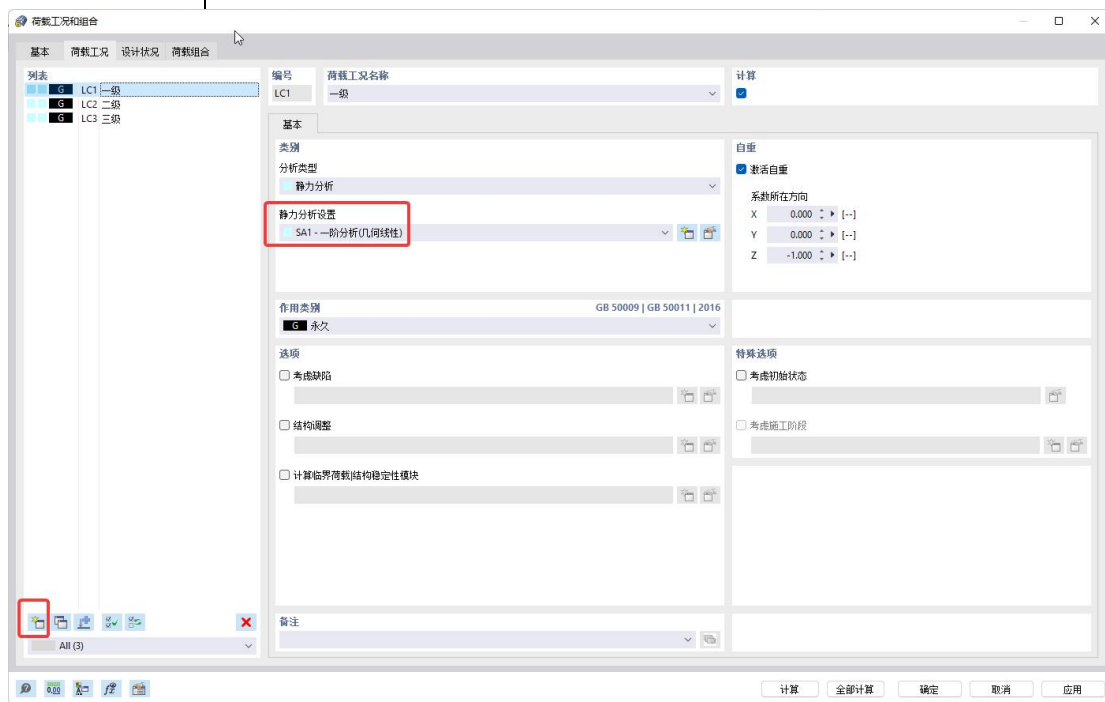
➤ 取消前面勾选的“创建副本”，转角：22.5



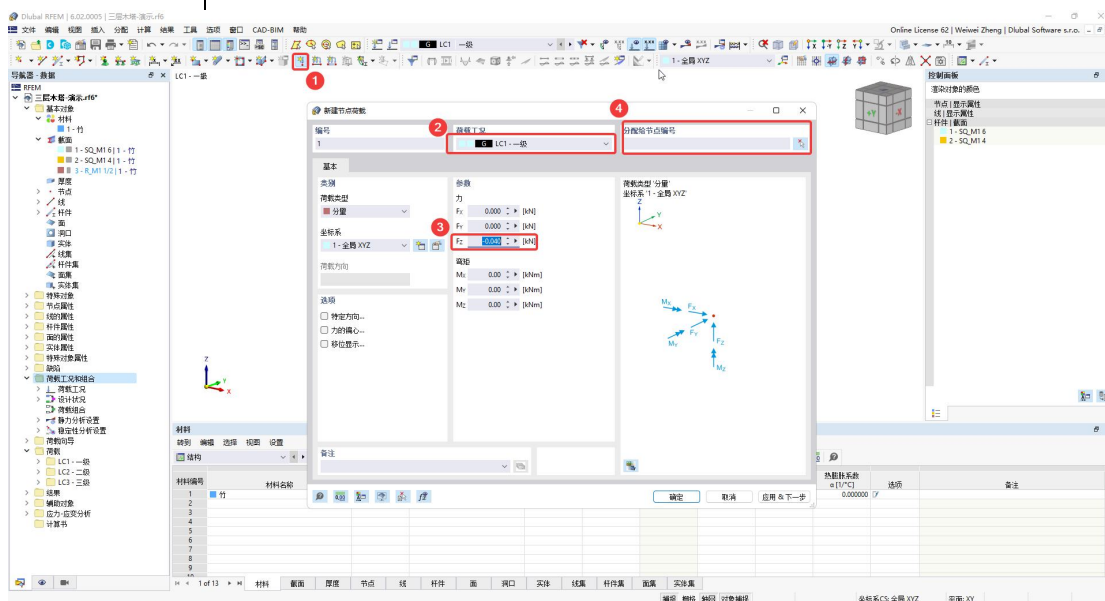
5. 添加荷载及边界



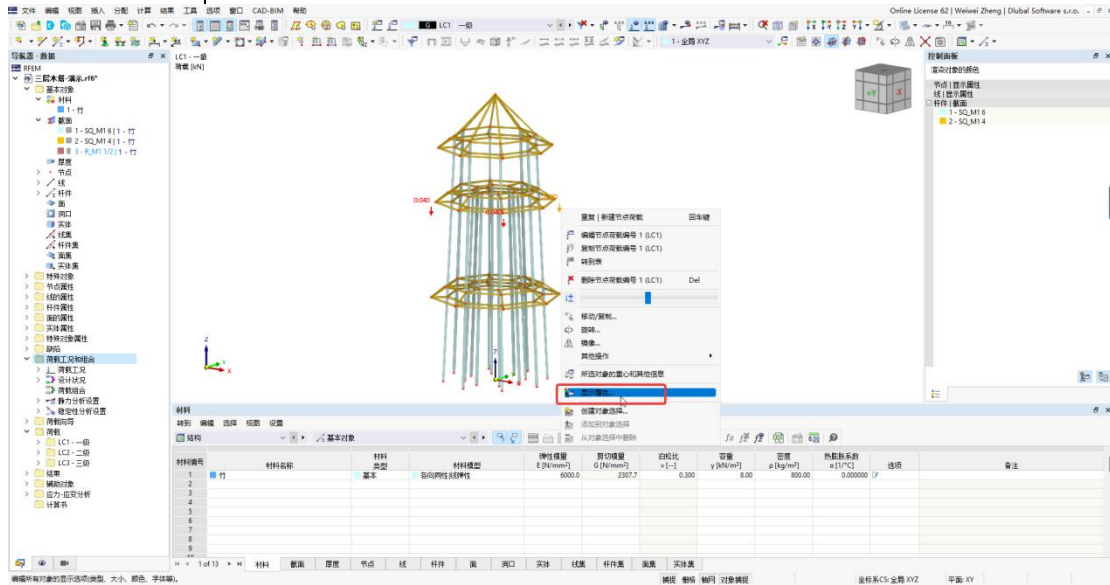
- 项目导航器>数据>荷载工况和组合，右键进去荷载工况和组合编辑对话框。



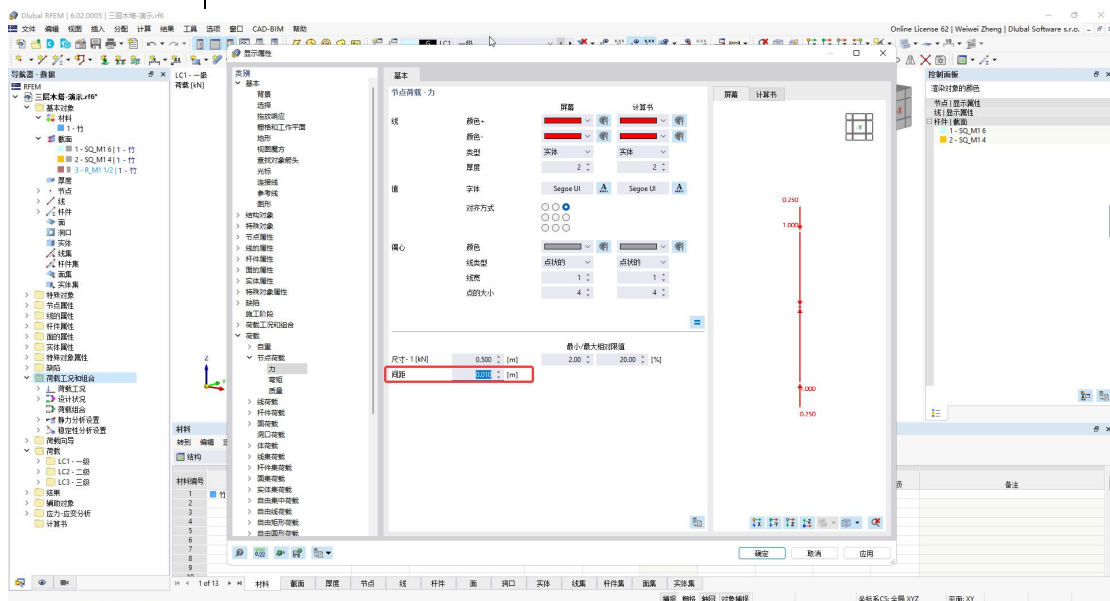
- 荷载工况>新建三个荷载工况，只有一级荷载激活自重，其他荷载工况不要激活，三个荷载工况暂且都按照“一阶分析（几何线性）”进行分析。



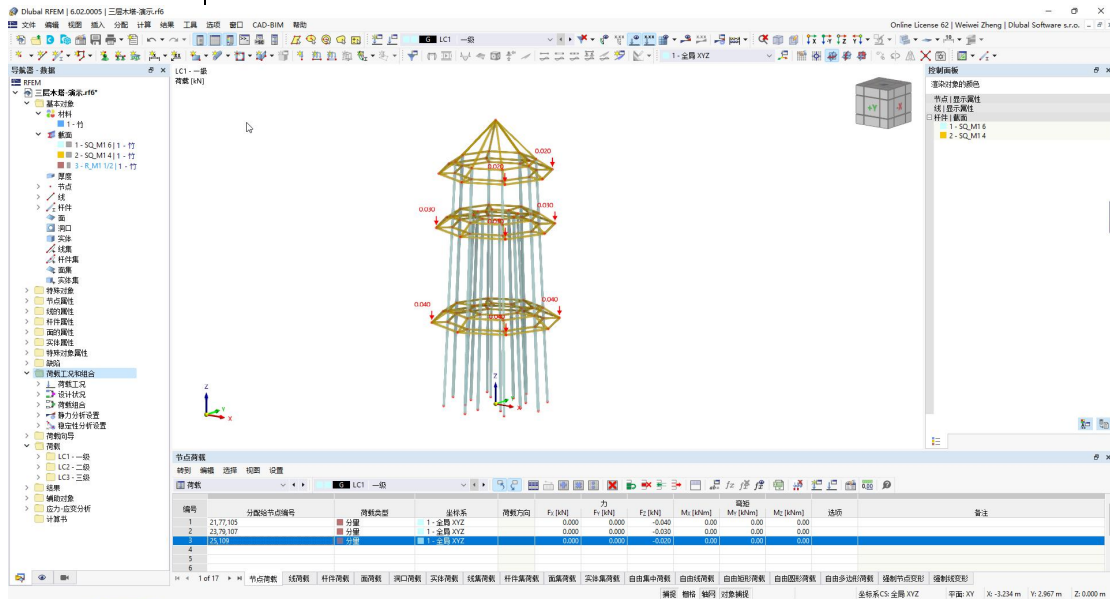
- 添加节点集中荷载, 工况: 一级, 大小: $F_z - 0.04$, 分配节点编号: 任意
- 选三个节点



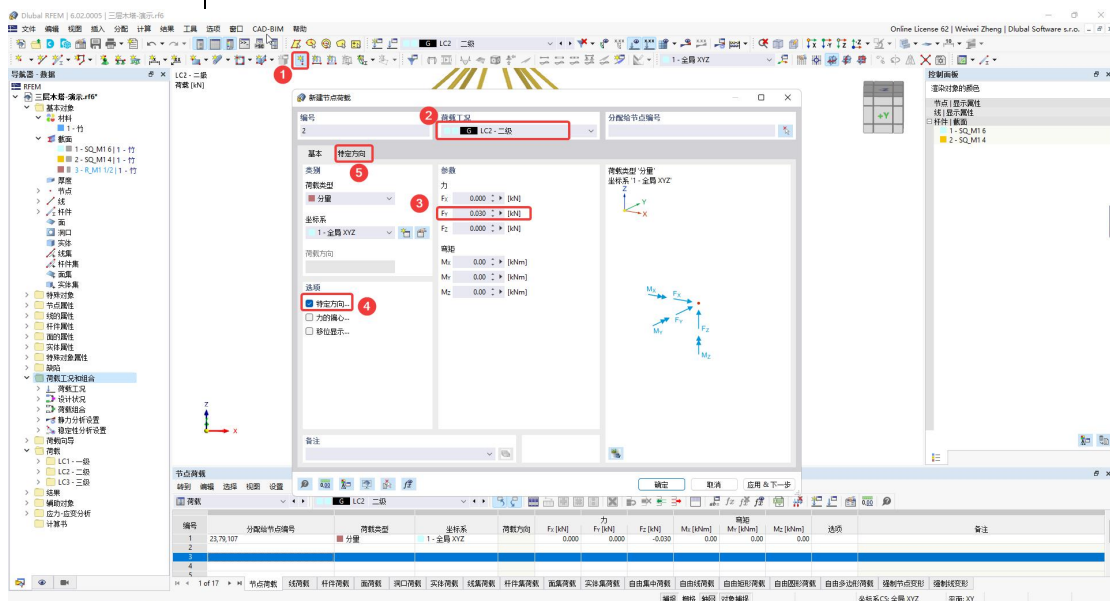
- 由于实际项目尺寸比该模型尺寸大很多，因此默认的荷载显示属性要调整一下，不然箭头离加载点太远了，右键荷载箭头>显示属性



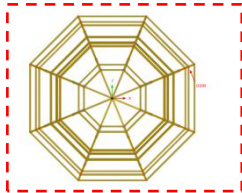
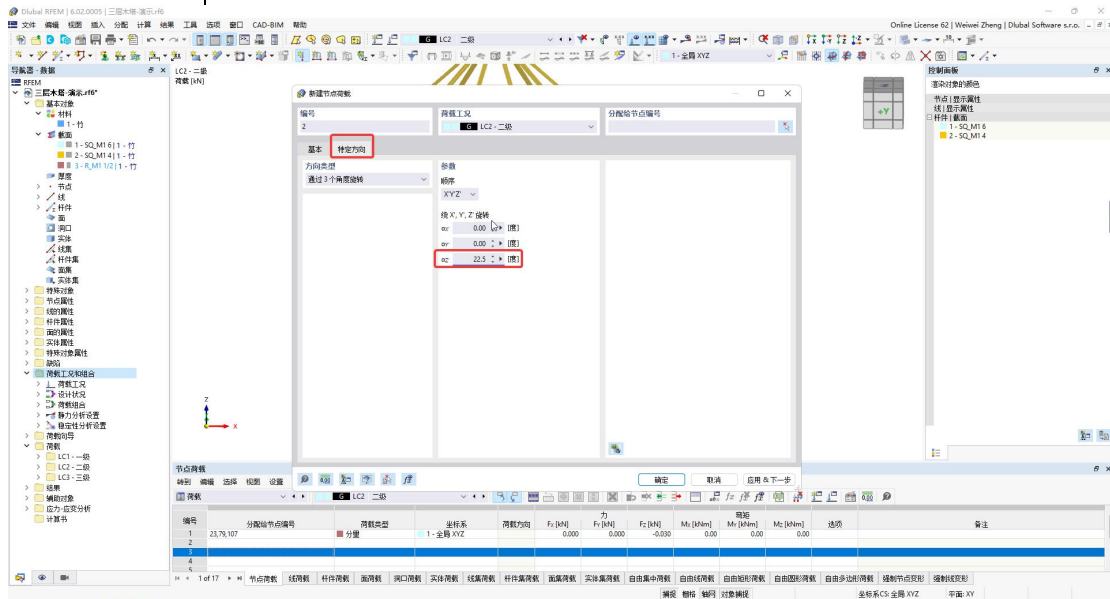
- 间距改为：0.01m



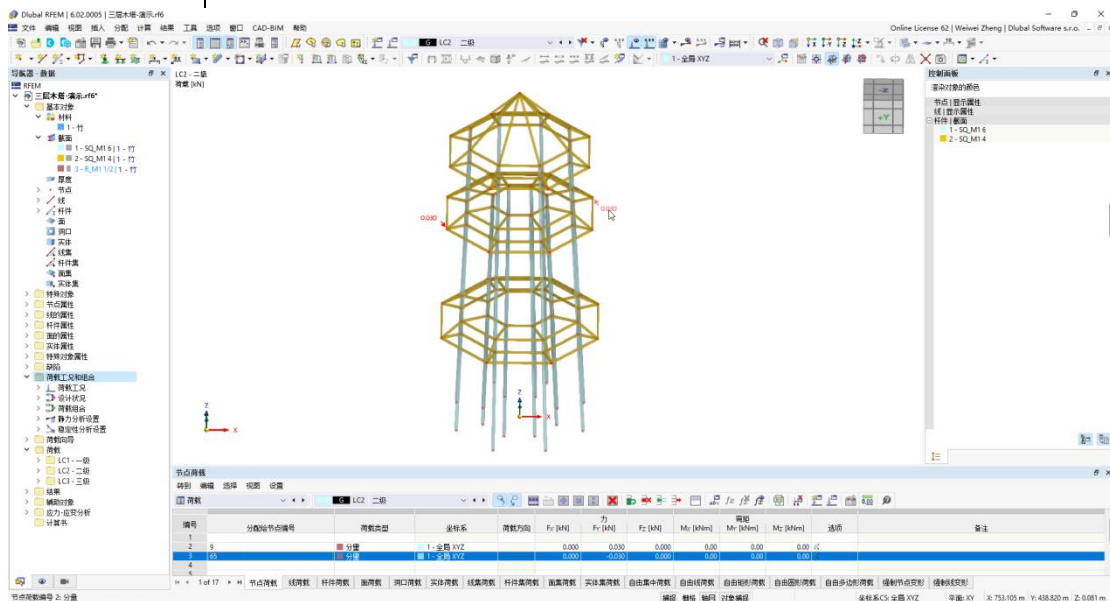
- 依次给二层挑檐的任意三个点添加三个-0.03kn 和三层挑檐任意两个点添加两个-0.02kn 的集中力。



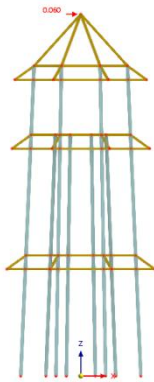
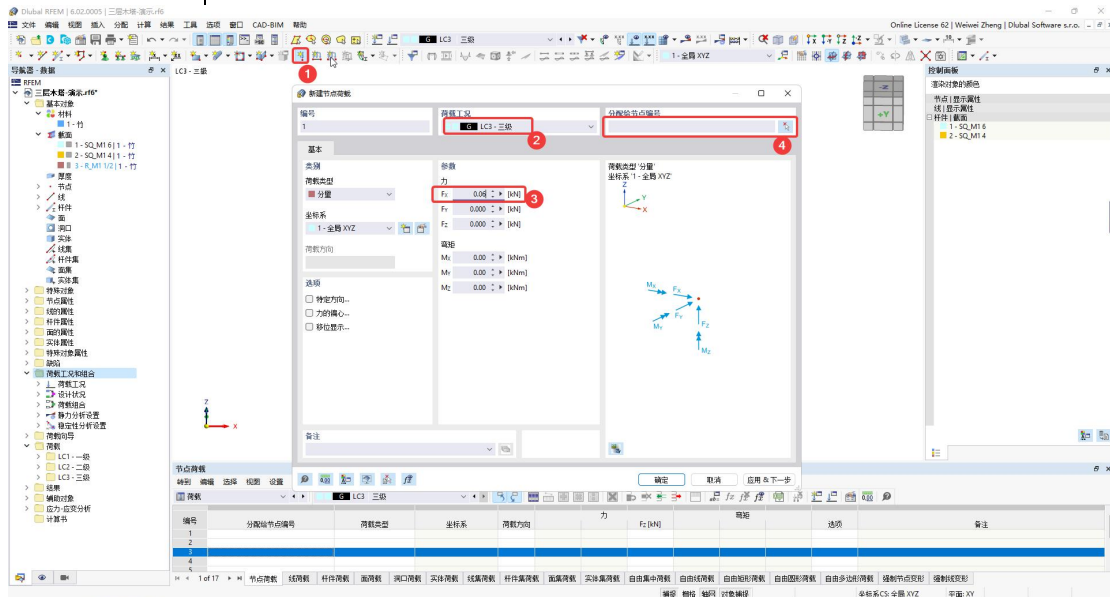
- 添加二级荷载, 大小 0.03kn, 方向 F_y , 特定方向



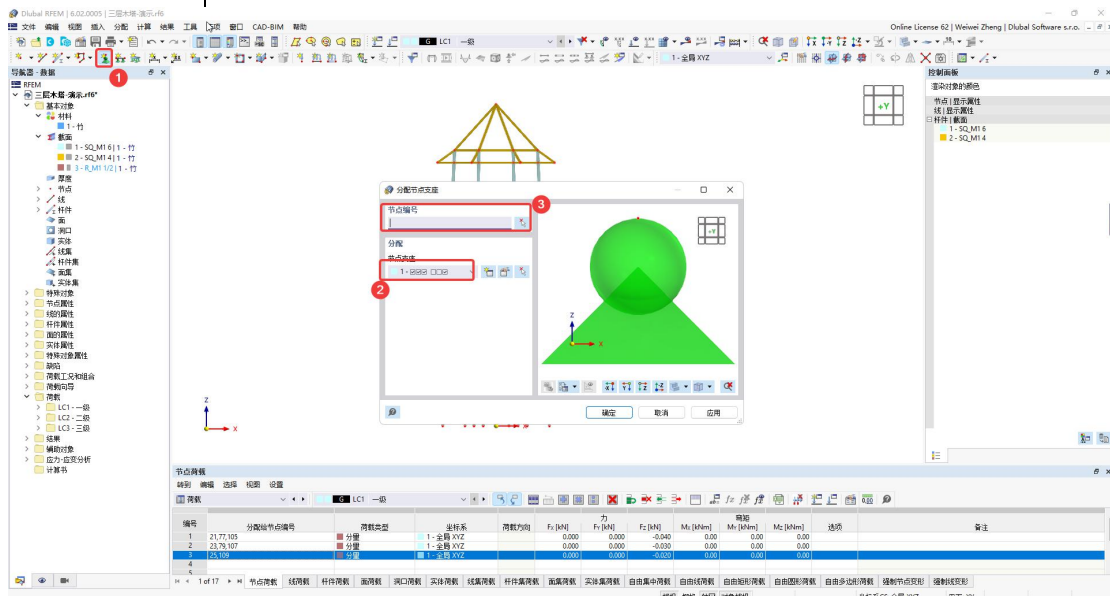
➤ $\alpha: 22.5$, 然后拾取二层挑檐右侧的一点, 如左图所示。



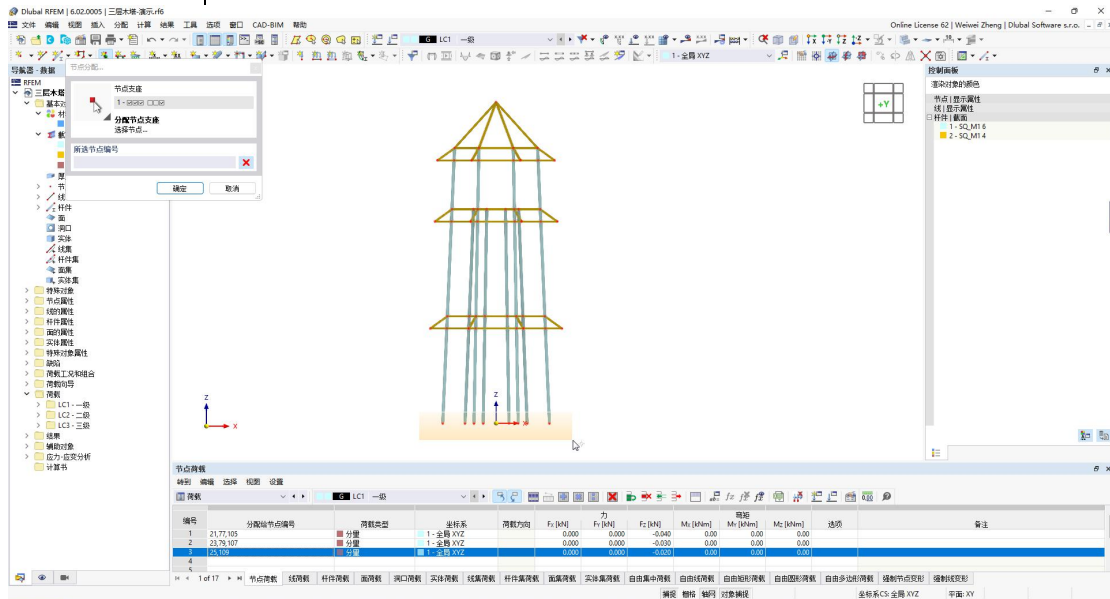
➤ 按住 ctrl 键, 然后拖动该荷载至对角点, 然后双击, 修改符号为 -, 这样二级荷载的扭转荷载添加完成。



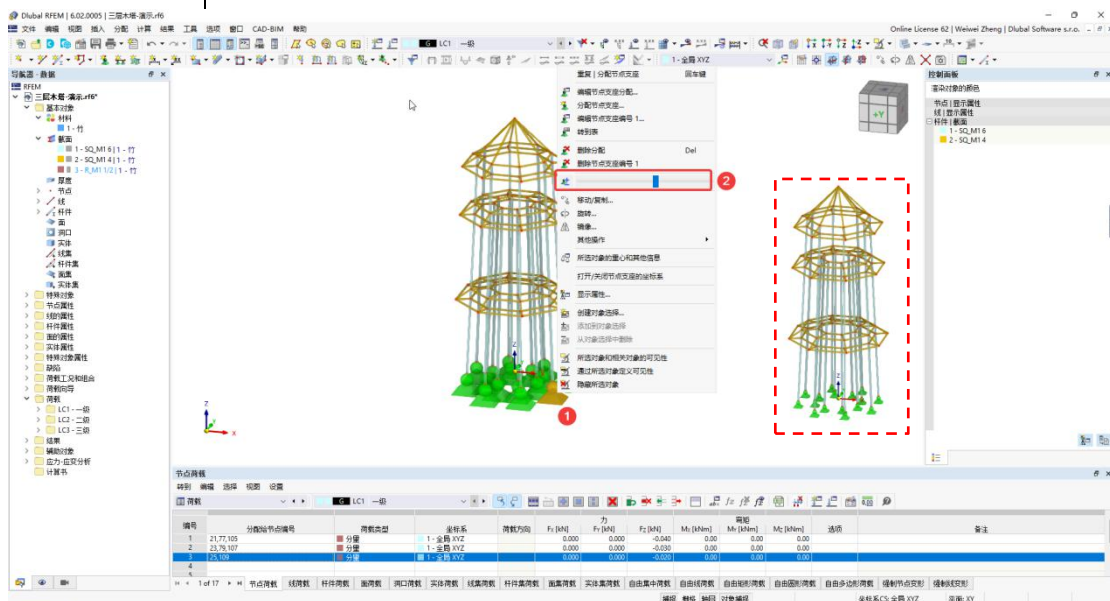
➤ 然后给塔尖添加三级水平荷载 0.06kN，加完如左图所示。



➤ 添加节点支座>选择固定铰支座，选择添加节点

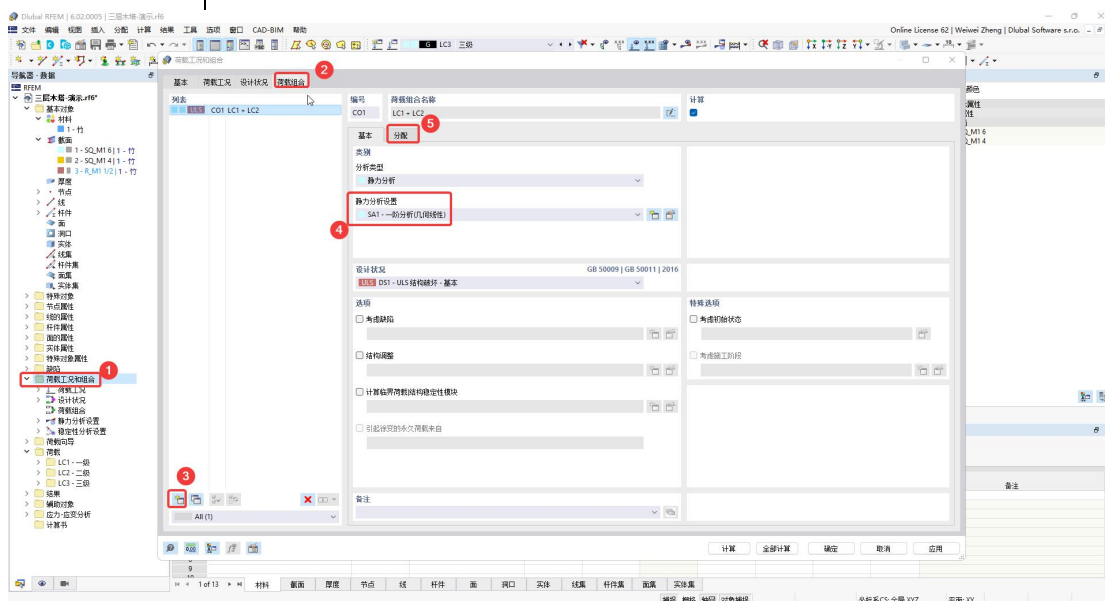


➤ 选择柱底节点，确定。

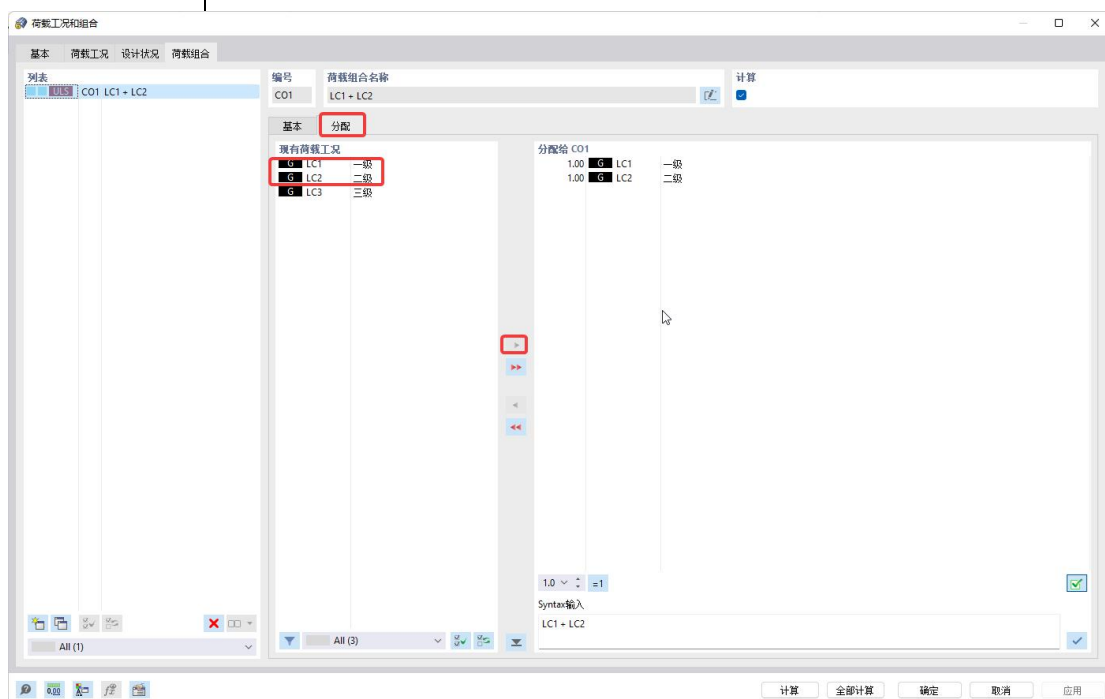


➤ 选中节点支座，右键>拖动滑杆，调整节点相对大小

6. 添加荷载组合

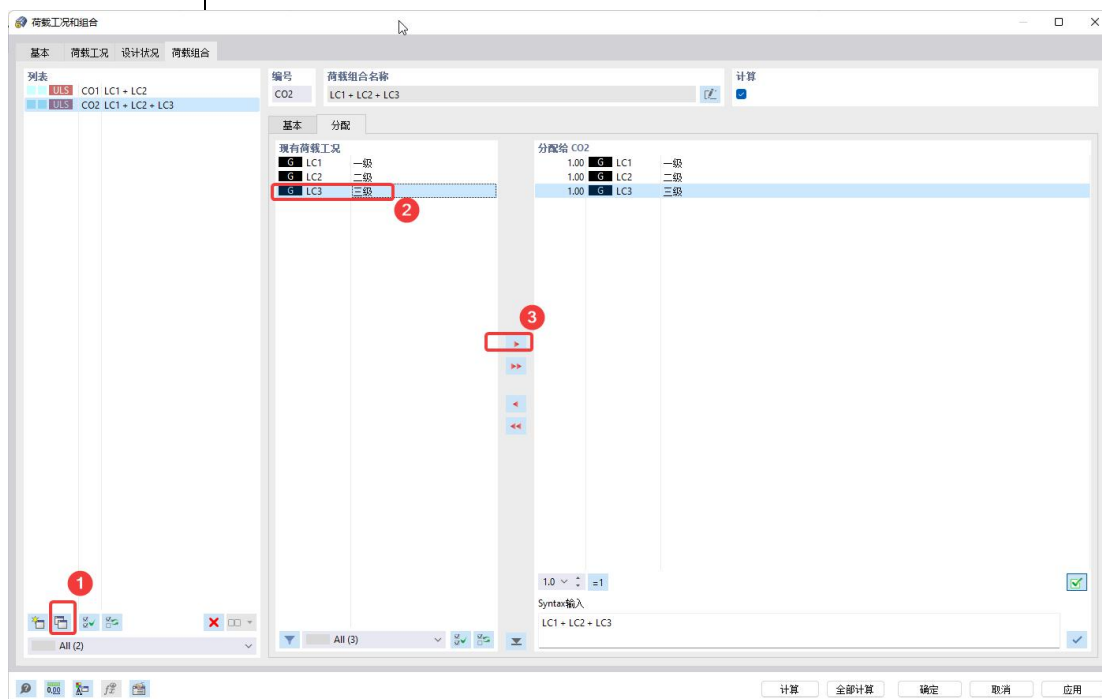


- 打开荷载工况和组合编辑对话框，新建两个荷载组合，分别模拟二级加载和三级加载时多个工况荷载叠加的情况。静力分析设置：把默认的二阶分析改为一阶分析，否则最开始的方案刚度太小，二阶计算会出现刚度奇异。等方案经过多次修改好，强度和稳定都没有问题后，再按照二阶分析计算。

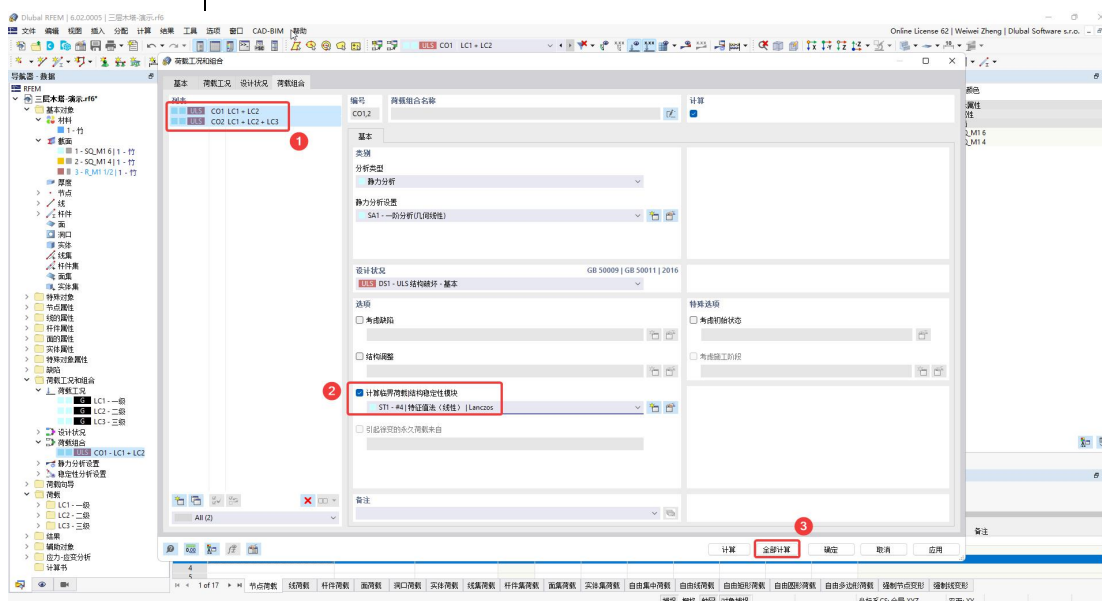


- 分配：将工况 1 和工况 2 选到右边去，即该组合内的荷载由工况 1 和工

况 2 组成。



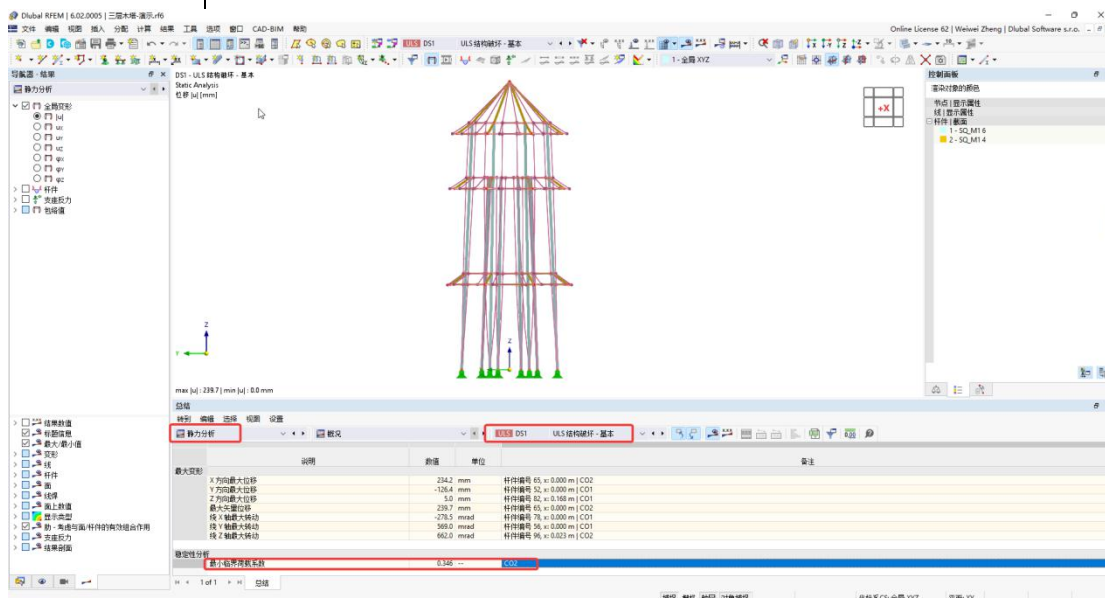
➤ 复制一个荷载组合，然后将工况 3 选过去。



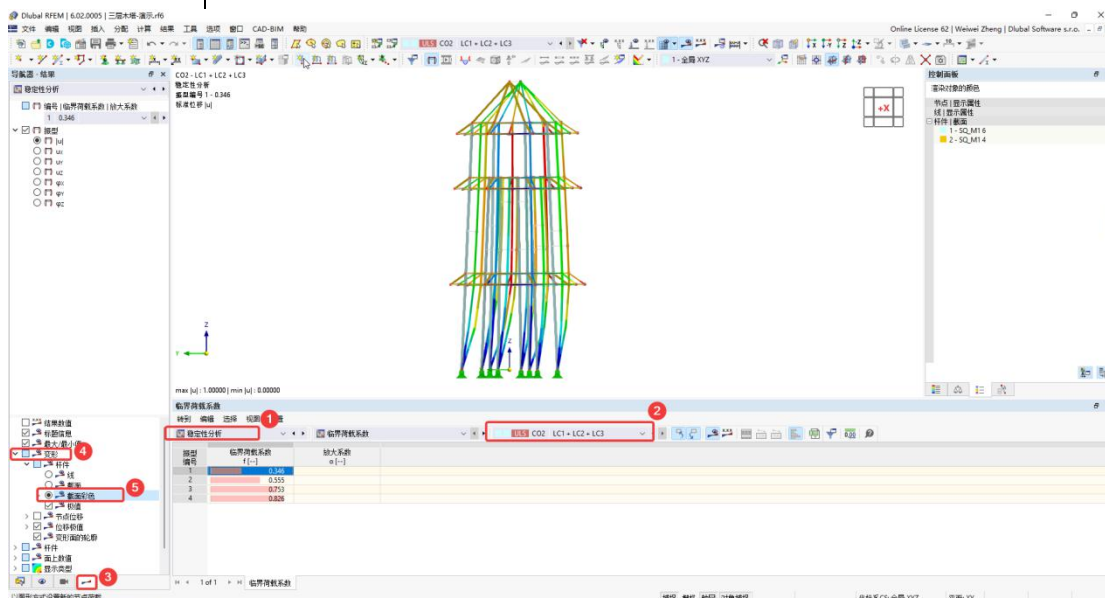
➤ 选中两个荷载组合，激活“计算临界荷载|结构稳定性模块”，然后点击全部计算。

四、结果解读及方案优化

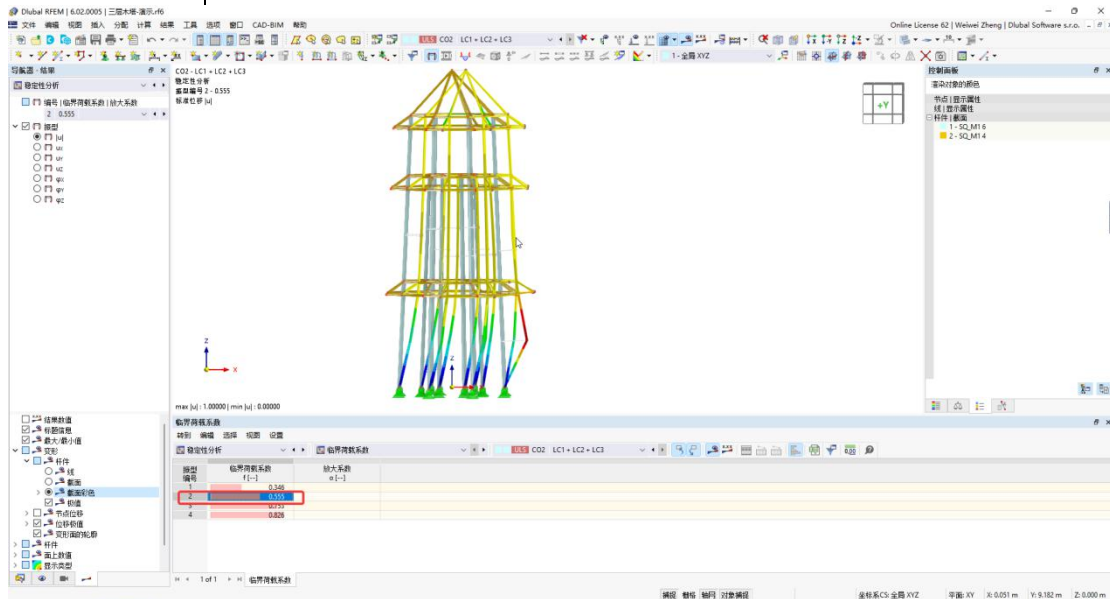
1. 结构稳定性分析及失稳模态解读



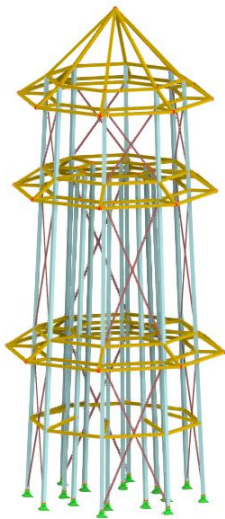
- 表格栏>静力分析>DS1-ULS 结构破坏-基本，可以查看所有基本组合的结果包络。稳定分析结果显示：荷载组合 2 也即三级加载状态对应的临界荷载系数最低，为 0.346，物理含义是荷载还没加完，加到 0.346 的时候，结构在理想状态体下已经失去整体刚度了。



- 表格栏>稳定性分析>CO2, 导航器>结果, 调整变形显示风格为截面彩色, 可见结构失稳模态为整体 Y 侧移。

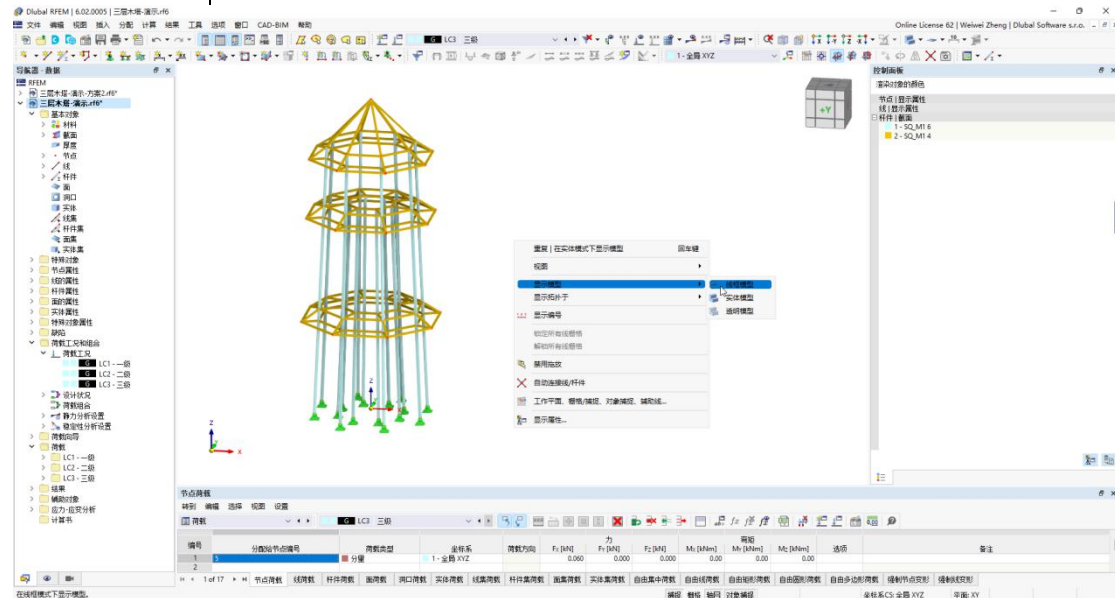


- 点击表格栏中的第二个模态，为整体 X 向侧移，并且由局部屈曲。可见结构的整体稳定性较差，一层柱子由于承受三层挑檐的荷载，稳定性也较差。

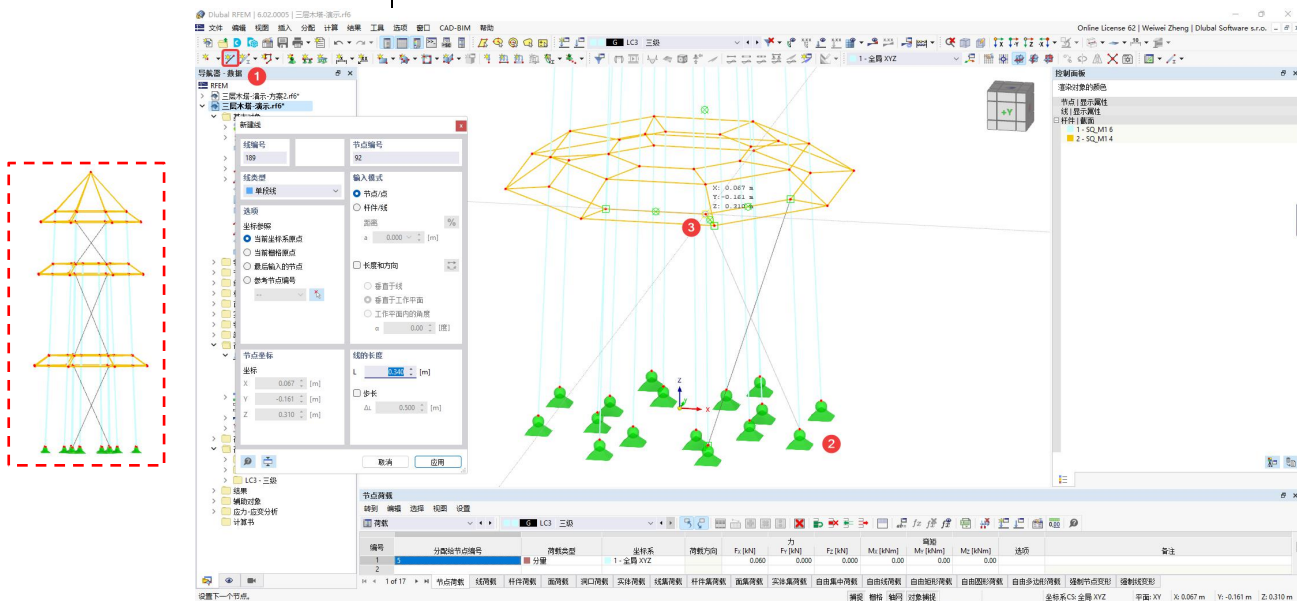


- 整体稳定性可以通过给结构整体添加交叉柔性斜撑来提高刚度, 底层柱子的稳定性可以通过增加中间侧向约束来实现。接下来介绍如何把方案改为如左图所示, 增加交叉斜撑和一层立柱的中间侧向约束。

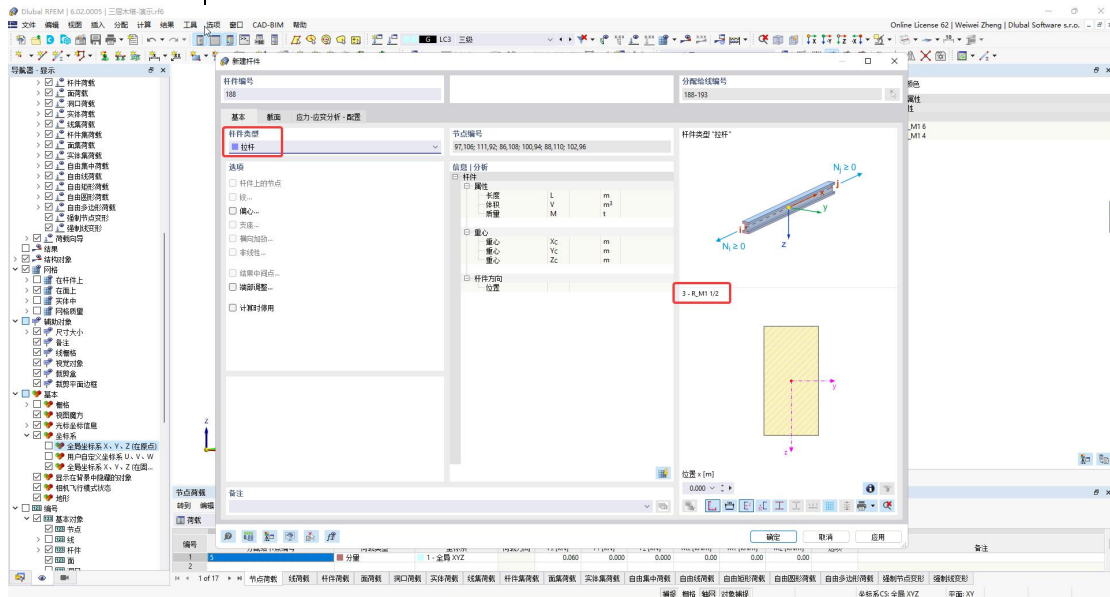
2. 方案优化



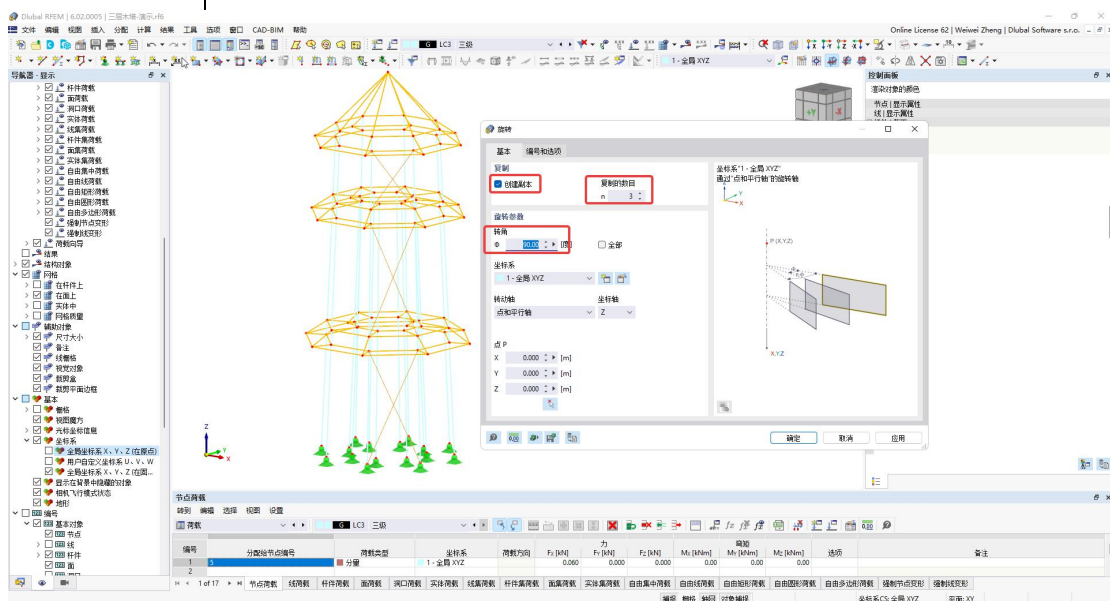
- 右键>显示模型>线框模型，把截面尺寸关掉，便于建模捕捉节点。



- 工具栏>新建线>拾取两点，右键确定。依次建立三层的交叉斜撑。



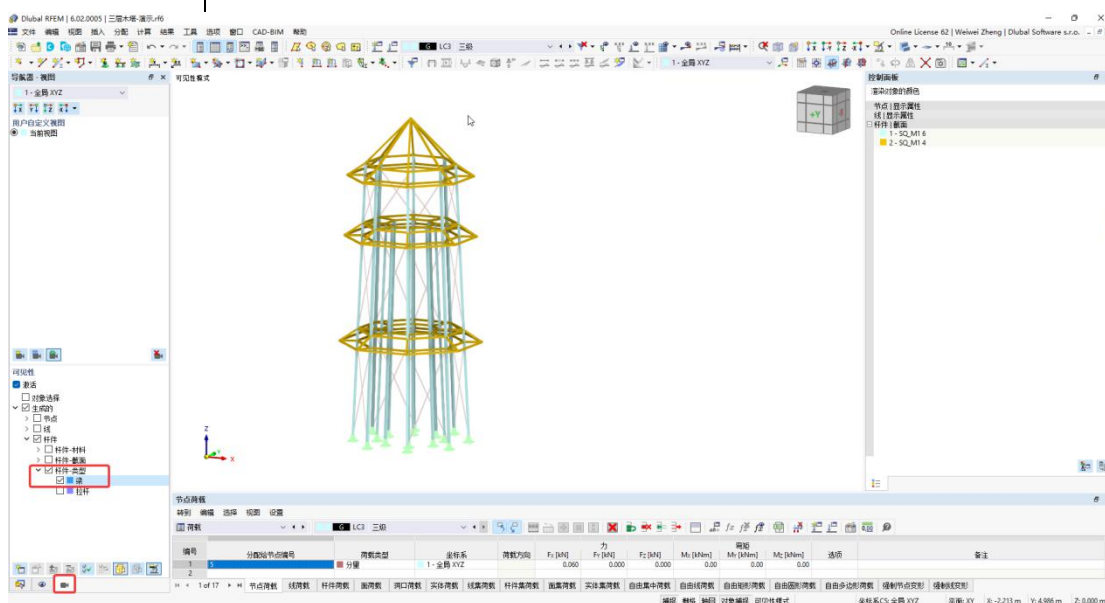
- 按住 Ctrl 键，依次选择三层的交叉斜撑，双击其中一个线，指定为构件，杆件类型为拉杆（仅能承受轴拉力，不能承受轴压力和弯矩、剪力、扭矩），截面为 1mmx2mm。



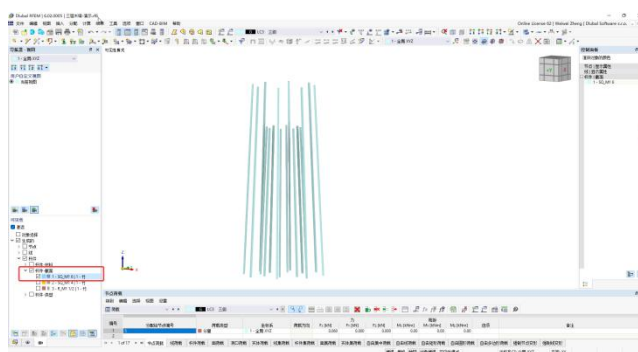
- 右键交叉斜撑>旋转> 创建副本，复制次数：3，角度：90 度（也可以多加几道斜撑）。

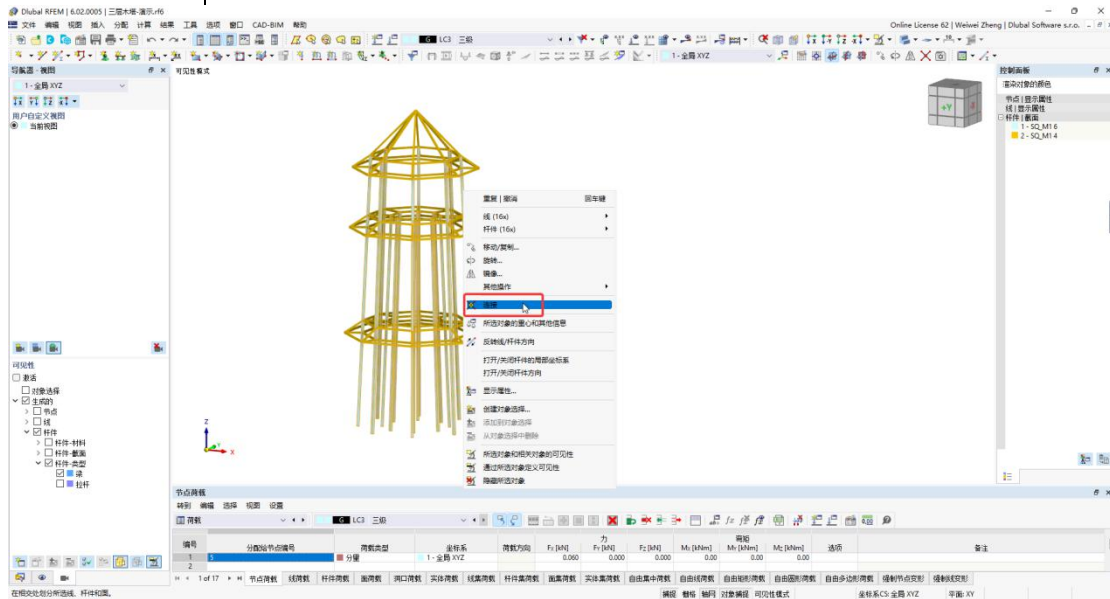
加完斜撑后,接下来给一层柱子添加中间侧向支撑,提高一层柱子稳定性。

在 CAD 中建模时，内外柱子都是用一根线建的，对于模型分析计算没有问题，程序会自动在环梁与柱子连接处生成有限元节点。但是验算的时候，是作为一个构件验算而不是三个构件验算，不能得到三个验算结果，而且如果不修改构件有效长度的话，默认的长细比就太大了。另一个方面，我们要在一层柱子中间添加水平撑杆，也不好定位，因此，下面需要将柱子分割成三份。

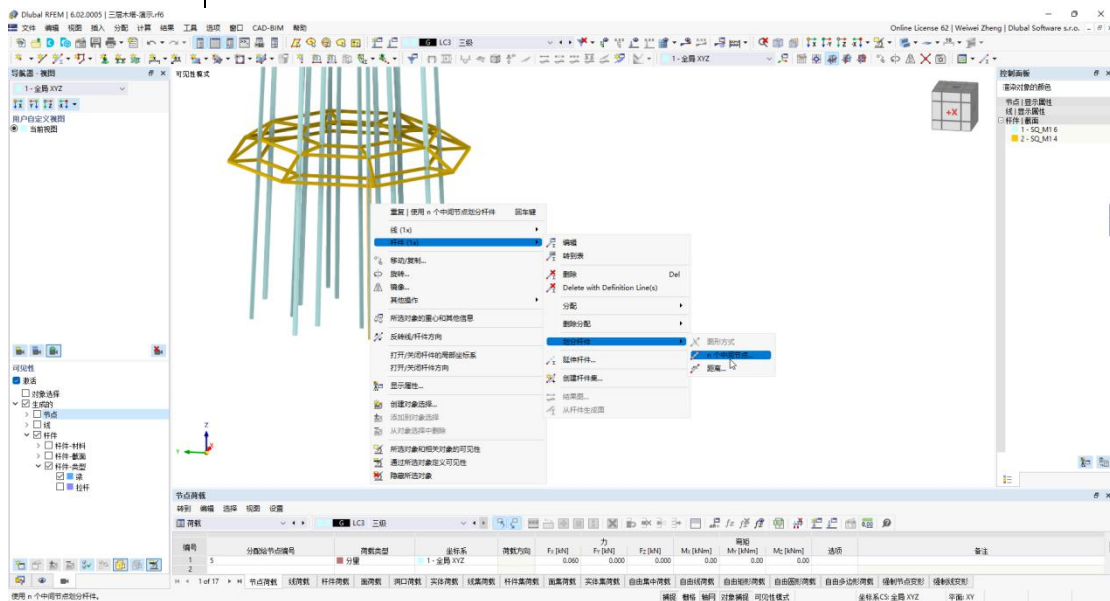


- 导航器>视图>可见性>杆件-类型，只勾选梁，那么视图中会把斜撑隐藏起来，选择柱子的时候，就不会被选中，这里斜撑灰显了，说明选中不了。也可以通过右键“显示在背景中隐藏的对象”完全关掉斜撑的显示。
- 当然也可以通过可见性>杆件-截面，只选择柱子的截面，也可以单独把柱子显示出来。

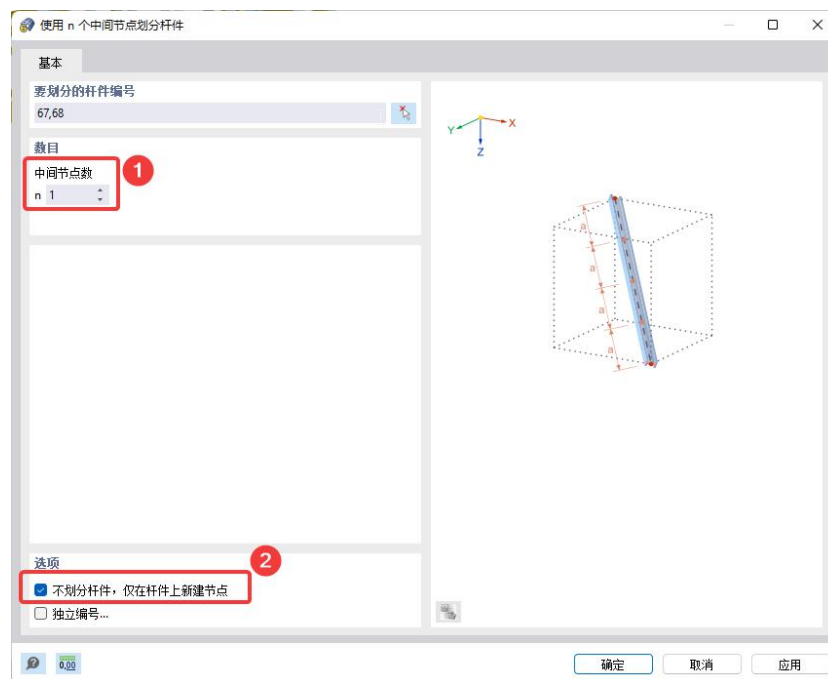




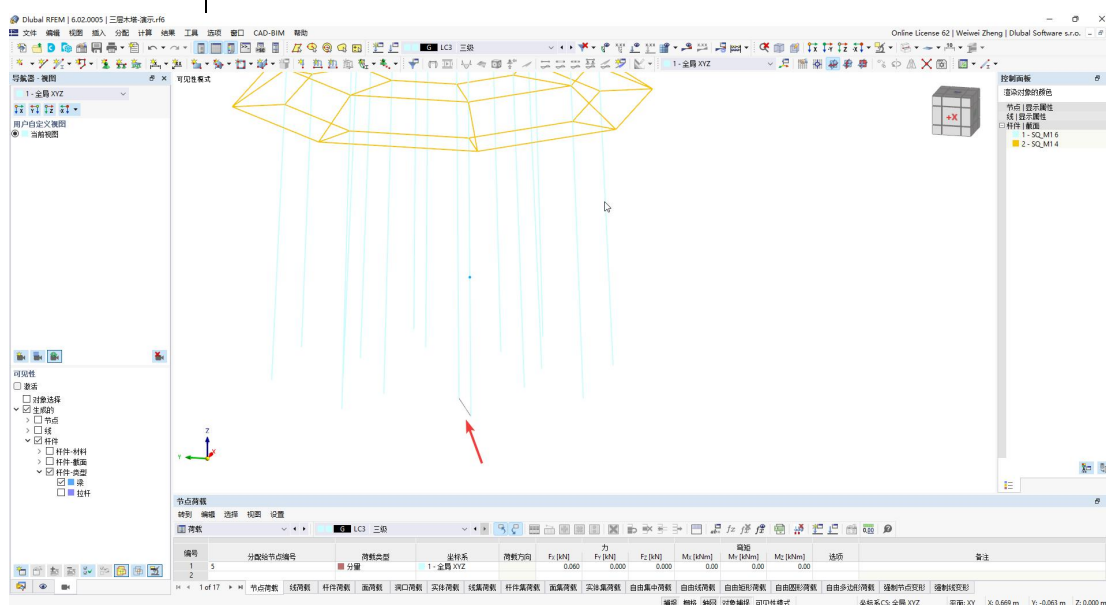
- 选中所有柱子>右键>连接，这样就能把柱子在连接处打断。



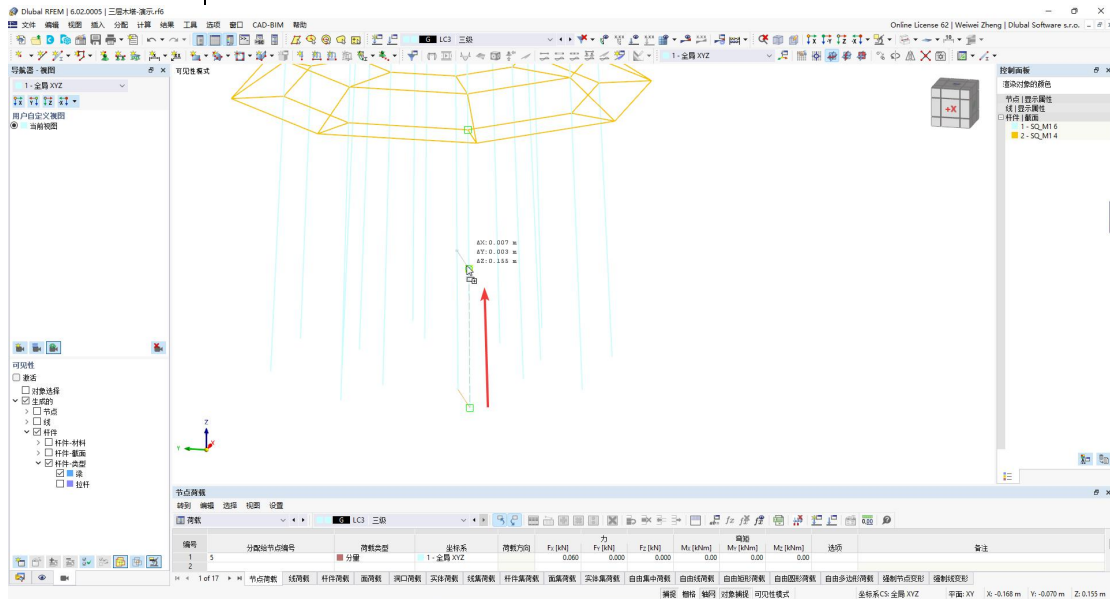
- 选中一层外侧任意一个柱子>右键>杆件>划分杆件>n 个中间节点。



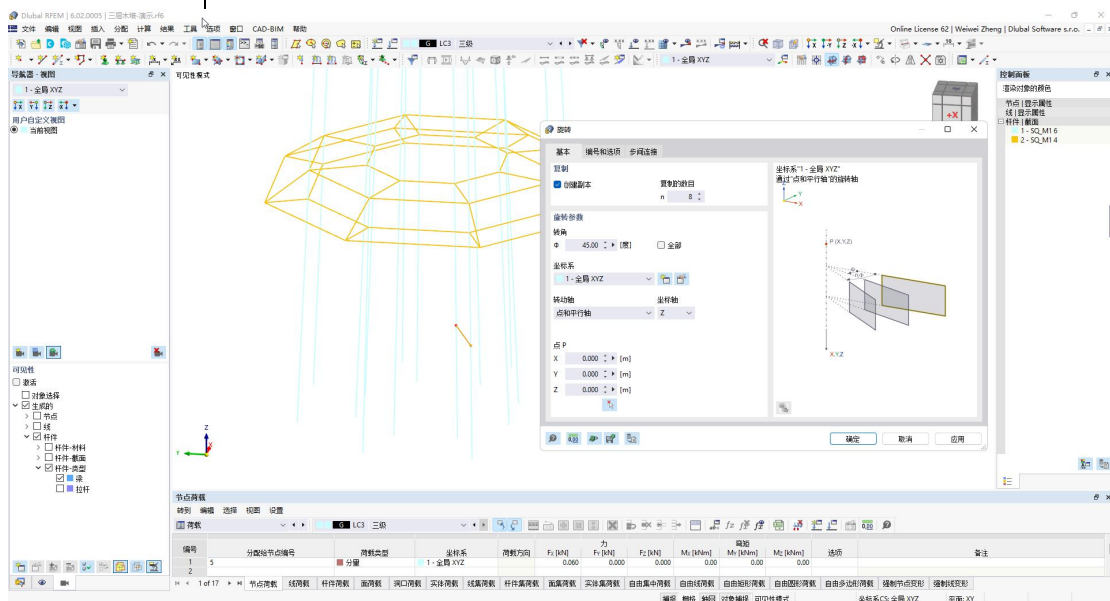
- 中间节点：1，勾选“不划分杆件，仅在杆件上新建节点”。



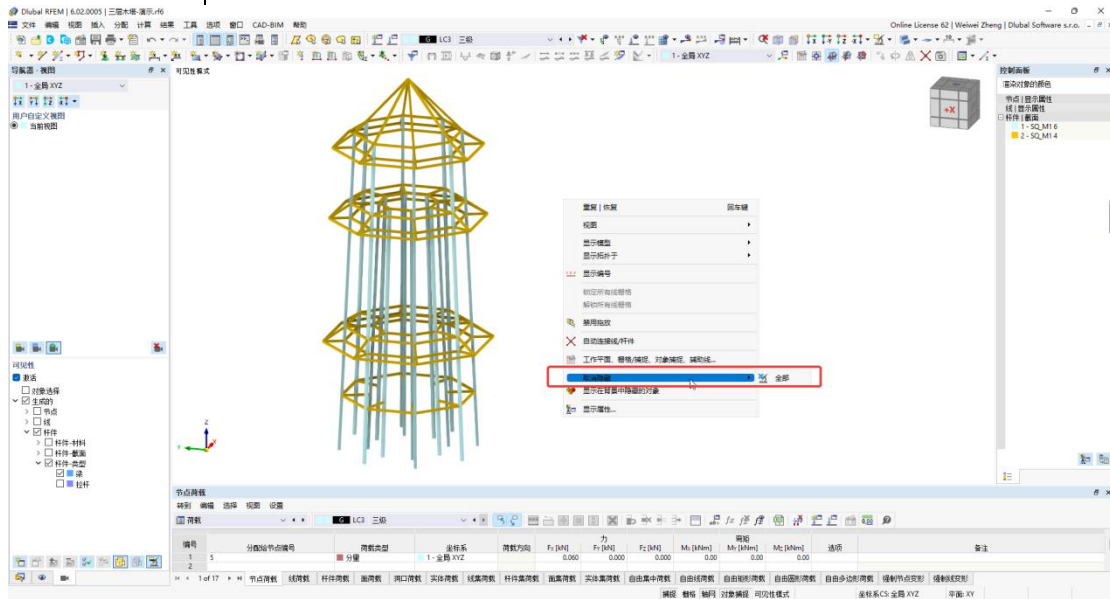
- 在这一根柱底新建一个线，连接内外两个点。



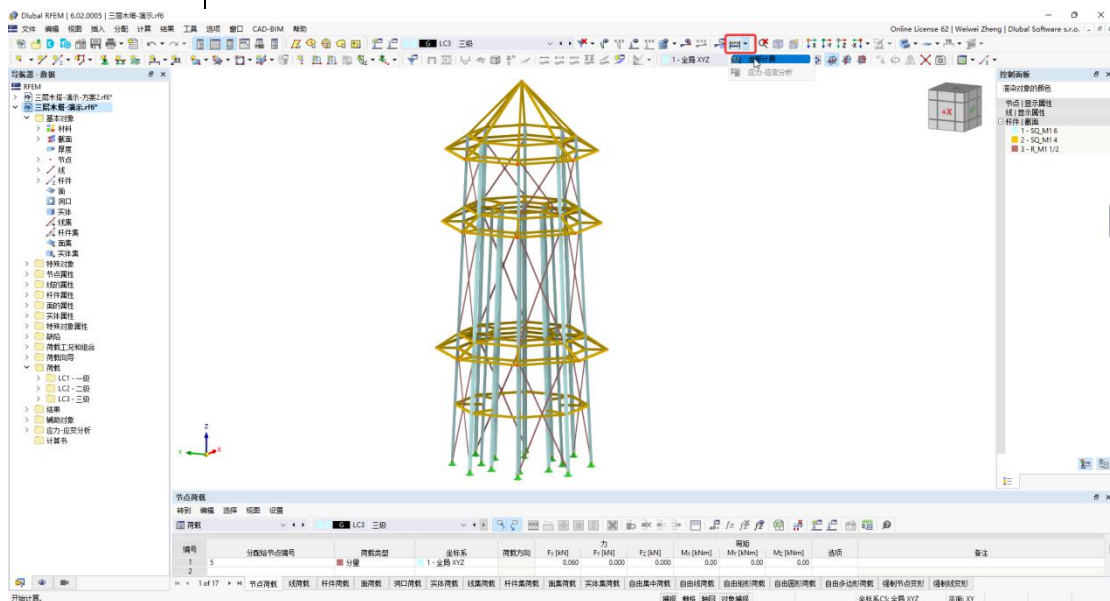
- 鼠标按住这个线，拖动鼠标，即可把这个线移动到中间。然后双击这个线，赋予杆件，分配 4x4mm 截面。



- 选中这个水平构件和外侧的节点>右键>旋转，创建副本，复制数目：8，转角：45 度，并且在“编号和选项”中勾选“步间连接”，在“步间连接”中勾选“用杆件连接节点”，并拾取 4x4mm 的杆件作为样板杆件，外侧节点处即可生成环向的截面为 4x4mm 的水平撑杆。

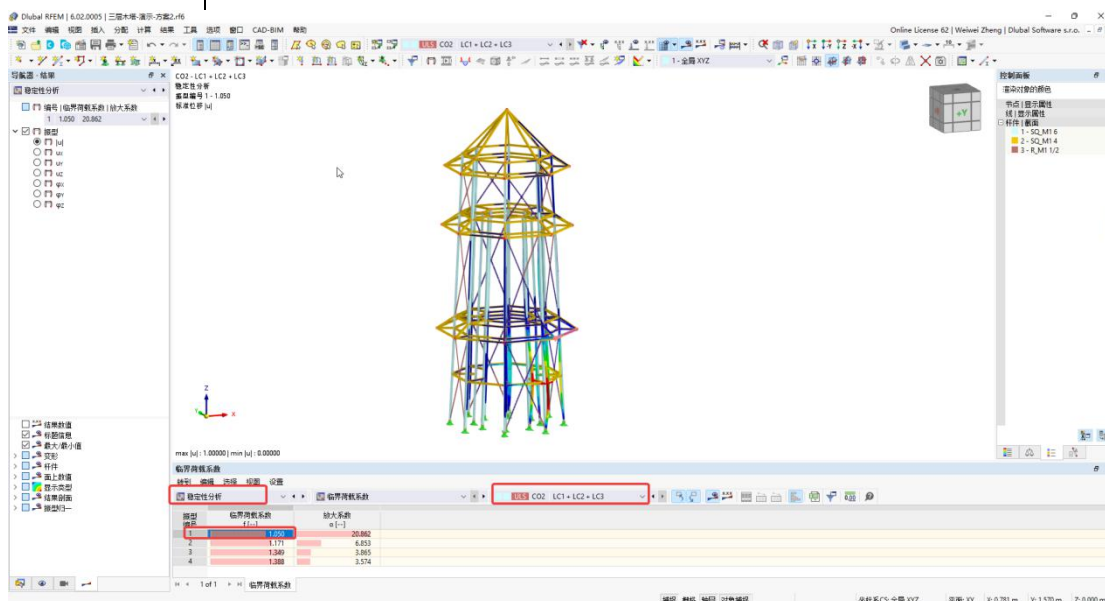


- 右键>显示模式>实体模型, 右键>取消隐藏>全部, 或者可见性中取消“激活”即可显示所有构件。

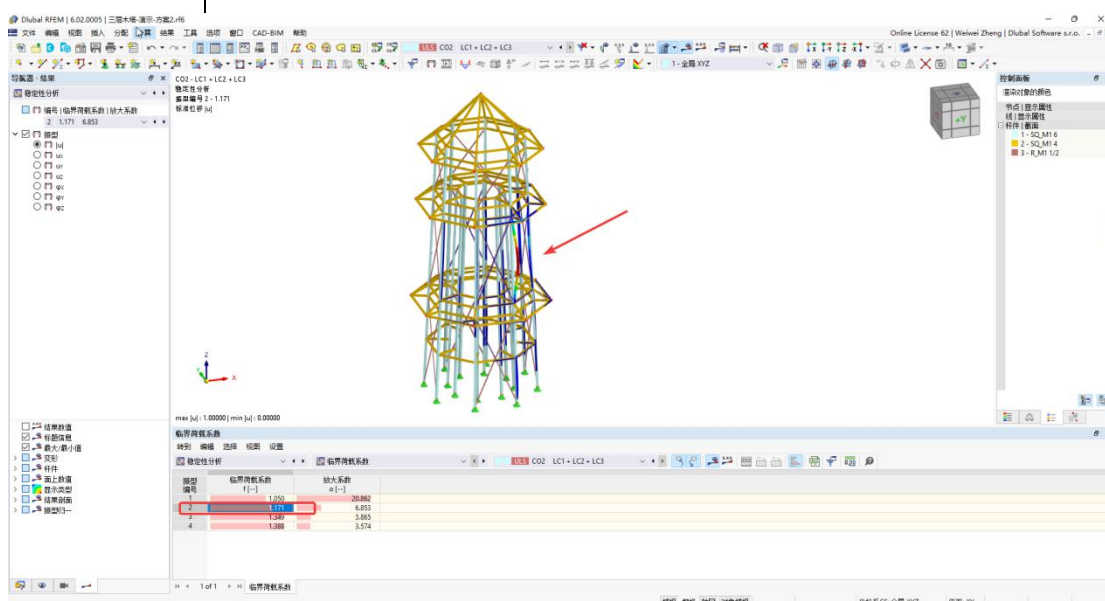


- 这样我们优化后的方案就做好了, 就可以开始计算了。工具栏>全部计算。

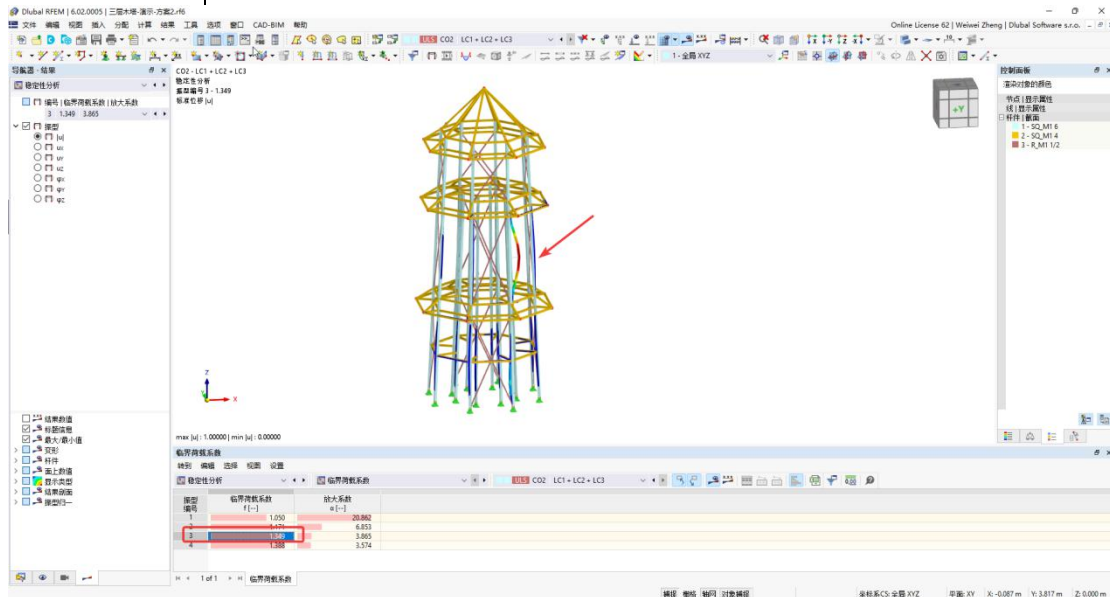
3. 优化后的结果解读——稳定性



- 表格>稳定性分析>CO2，第一模态，临界荷载系数 1.05。模态为柱子局部屈曲。优化之前临界荷载系数为 0.346，通过柱间斜撑的引入，提高了整体稳定性，没有出现整体失稳。柱子的局部稳定性由于两个方向的水平支撑也得到了改善。如果像改善此处的失稳问题，可以试着在内外柱子之间增加交叉斜撑。



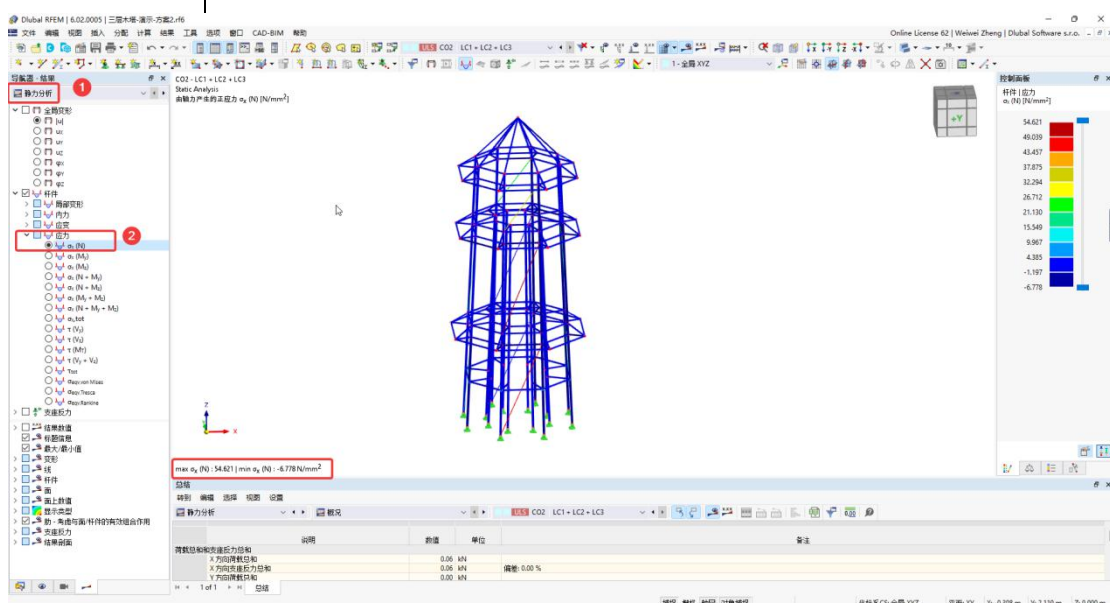
- 第二模态，临界荷载系数为 1.171，为二层柱子失稳。



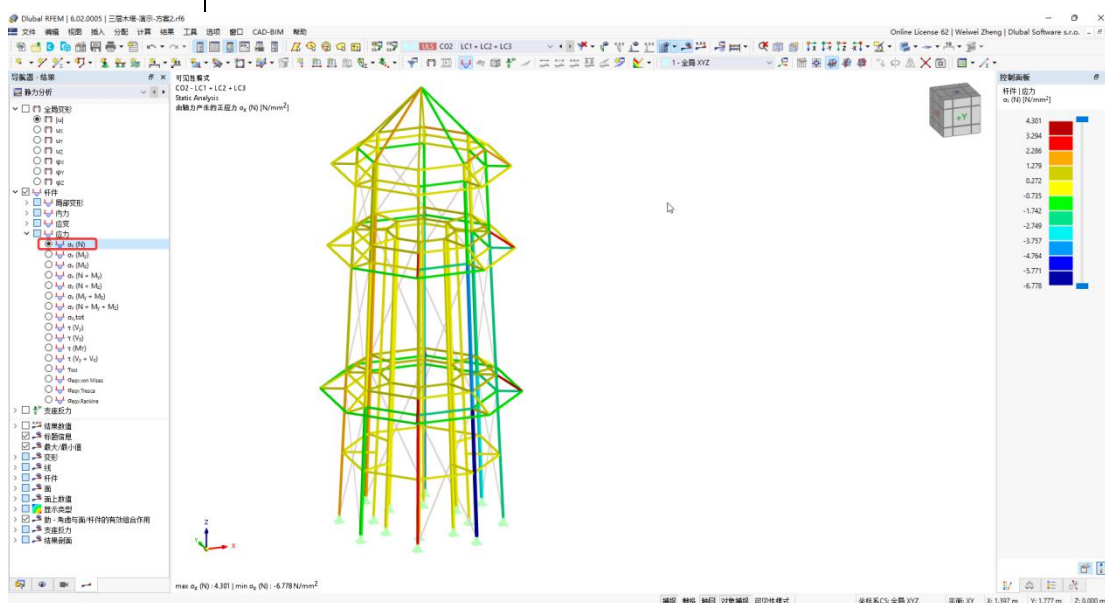
- 第三模态，临界荷载系数为 1.349，为二层柱子另一个方向失稳。如果要改善此处的失稳问题，可以如同一层一样，增加水平支撑。

4. 优化后的结果解读——强度

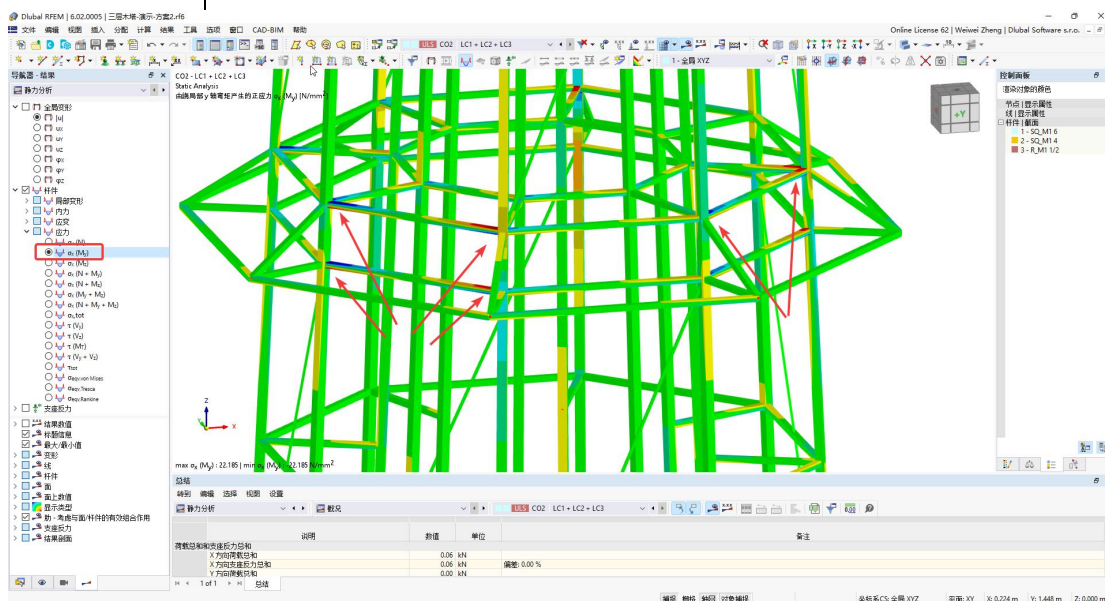
通过前面的稳定性结果，可以找到哪些位置可能会由于长细比太大或者轴压力太大而引起失稳，从而结构失效。但是不能知道哪些位置可能会由于轴压力或者弯矩太大引起强度破坏，从而结构实现。因此需要判断应力。



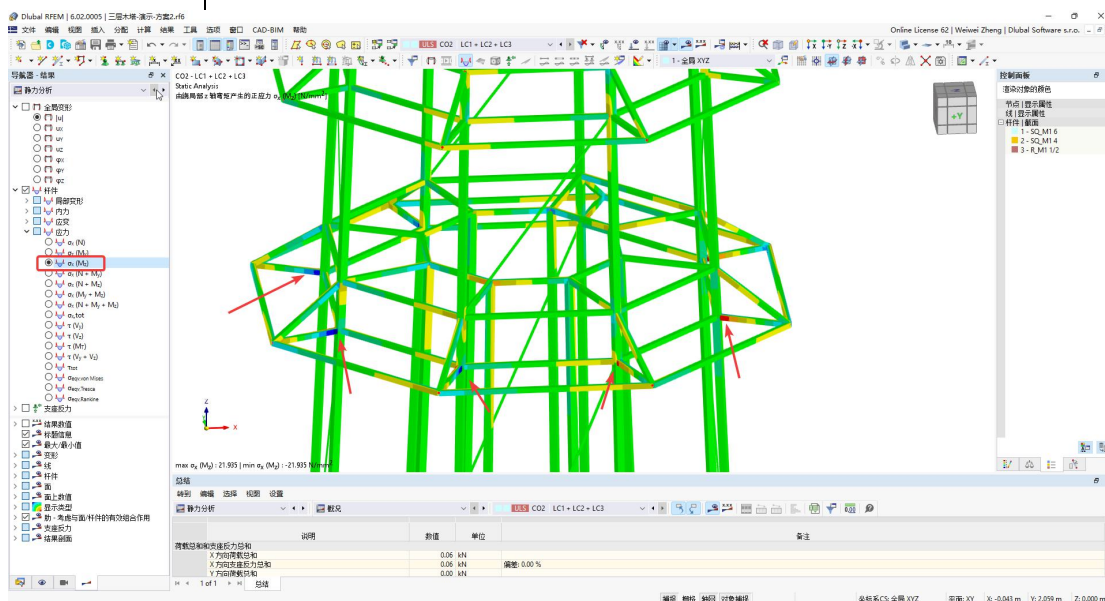
➤ 导航器>结果>结果类别：静力分析，杆件>应力> $\sigma_x(N)$ ，这个应力成分可以查看由轴力引起的应力大小。由结果可见，轴力引起的最大拉应力为54.62Mpa，发生在斜撑上，其余杆件颜色区分度不大，需要把拉杆隐藏起来。



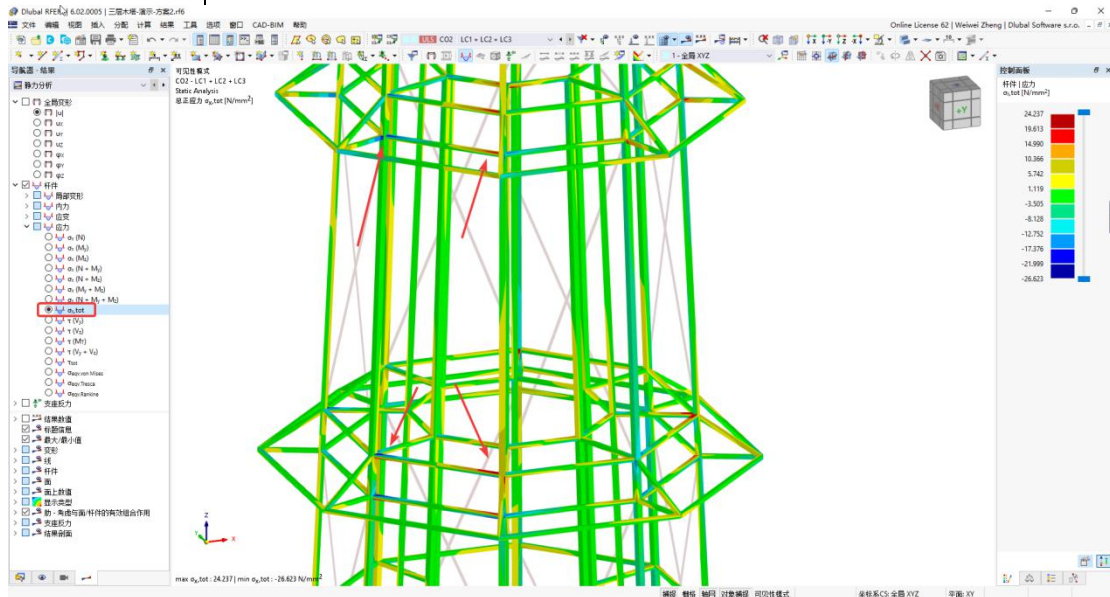
➤ 导航器>视图>可见性>杆件-类型：只选梁，不选拉杆。可见在梁构件内，最大拉应力为 4.3Mpa 发生在柱子和挑檐处，最大压应力 6.8Mpa 发生在柱子内。



- 杆件>应力> $\sigma_x(M_y)$, 这个应力成分为竖向弯矩 M_y 引起的应力, 最大应力和最小应力差不多, 都是 22Mpa, 发生在二层塔环梁端部, 而有柱间斜撑的环梁, 应力较小。可见斜撑可以改善环梁的弯矩, 如果节点的质量不能保证的话, 建议多加斜撑, 并保证斜撑端部节点的质量。



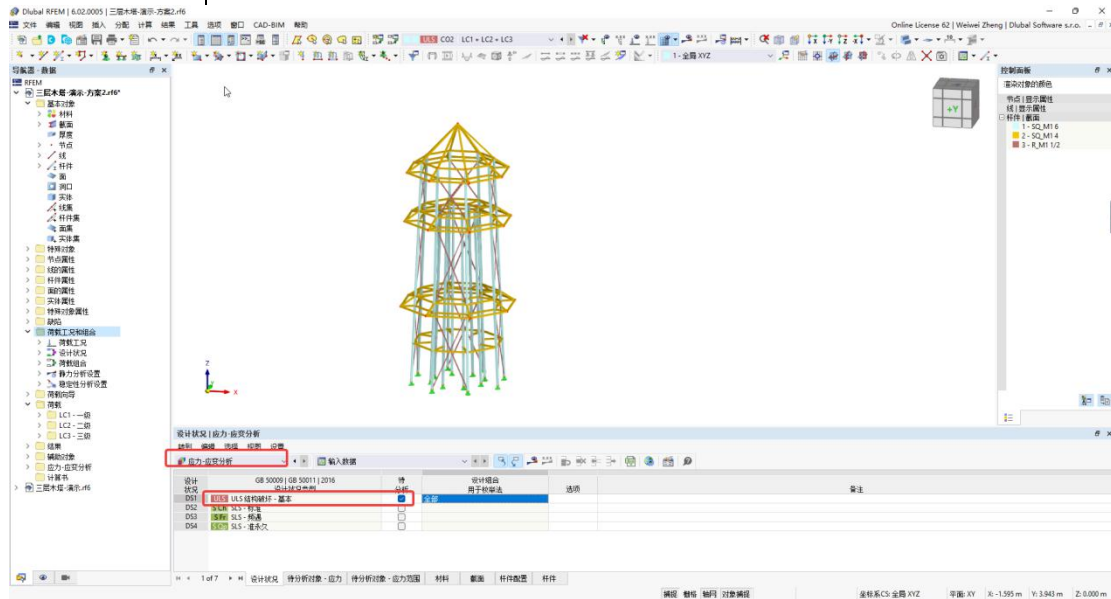
- 杆件>应力> $\sigma_x(M_z)$, 这个应力成分为水平弯矩 M_z 引起的应力。最大值最小值差不多都为 22Mpa, 发生在二层挑檐下弦杆。应该是由于这一层添加的二级扭转荷载引起的。如果节点质量得不到保证, 建议添加挑檐下弦杆之间的交叉斜撑减小扭矩带来的水平弯矩。



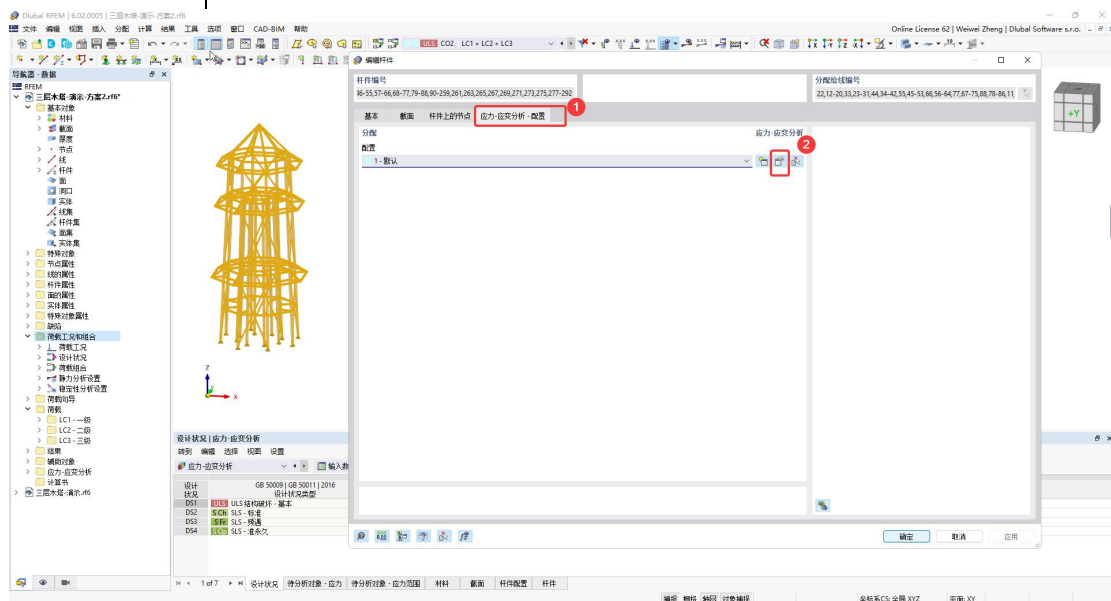
- 通过可见性，只显示梁，不显示拉杆。杆件>应力> $\sigma_{x,tot}$ ，这个应力成分
是 N、My、Mz 引起的应力之和。最大拉应力 24Mpa，最大压应力 26.6Mpa，
对比前面各个应力成分（轴应力[-6.8Mpa,4.3Mpa]，弯曲应力 22Mpa），可
见环梁、立柱、挑檐各个杆件的主要应力成分是弯矩引起的。

5. 优化后的结果解读——应力比

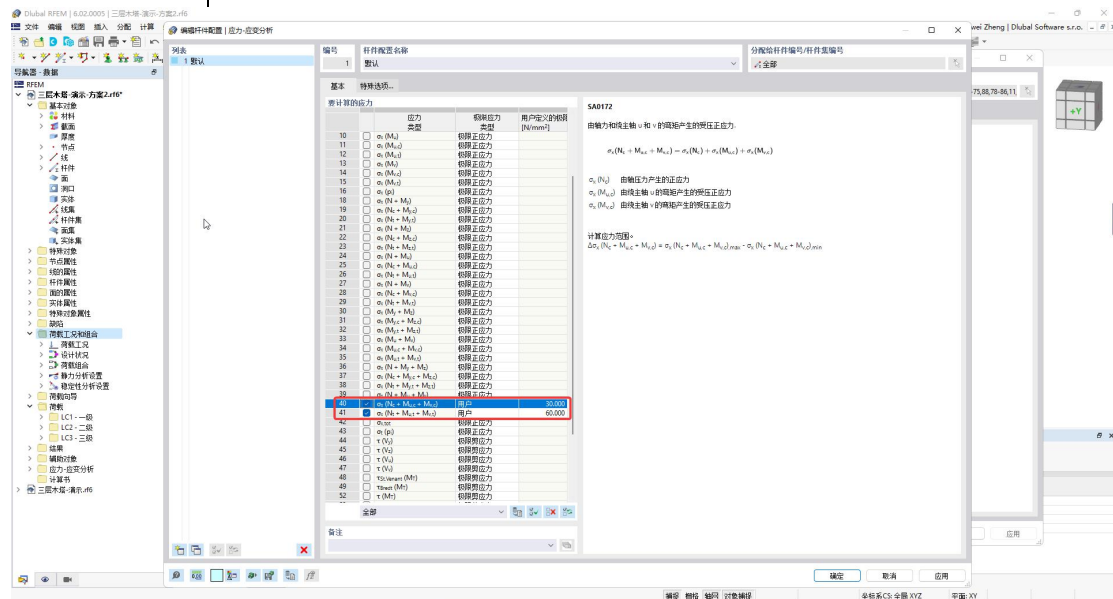
通过前面的强度结果与材料强度进行对比，基本可以判断构件的强度是否满足要求，是否需要放大截面，但是不够直观。而应力比结果是用构件的应力除以材料的应力，如果满足要求则小于 1，如果不满足要求则大于 1，比较直观。



- 表格>应力-应变分析>设计状况，只勾选 ULS-极限承载力状况。因为我们定义的两个组合都属于这个设计状况下。其他设计状况没有定义组合。



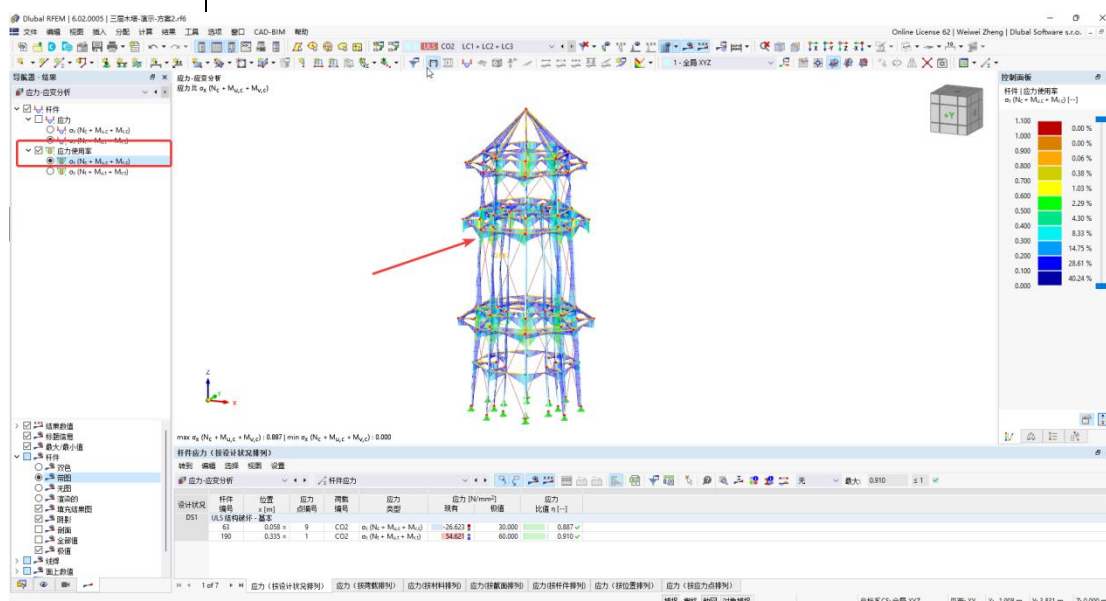
- 选中所有构件>双击打开“编辑构件”对话框>应力应变分析配置，编辑，通过这里设置材料强度限值。



- 只勾选如图所示两个正应力，一个是组合压应力，一个是组合拉应力，并将极限应力类型改为“用户”，因为这里的材料是自定义的，如果是规范中的标准材料，会自动从规范中读取相关强度数据。然后压应力限值为 30Mpa，拉应力限值为 60Mpa。然后就可以计算了。



- 表格栏>应力-应变分析>计算；
- 工具栏>显示数值；
- 导航器>结果>应力-应变>应力使用率，拉应力比最大 0.91。

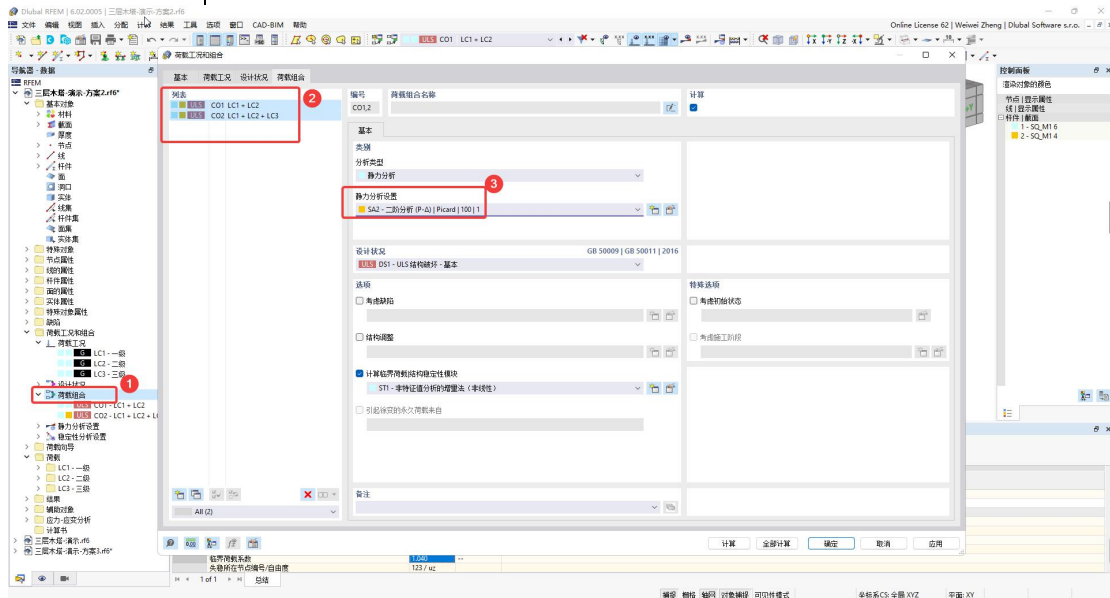


➤ 压应力比最大 0.887。

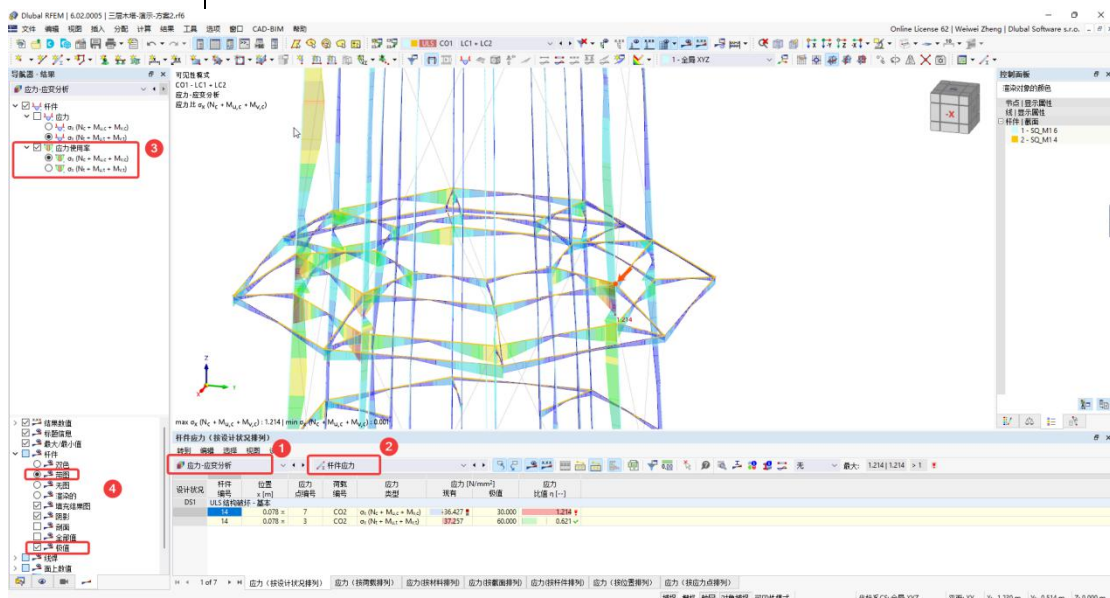
前面我们在荷载组合静力分析设置里选择的是“一阶分析（线性）”，目的是为了**避免最开始可能会由于结构刚度太小而导致二阶计算不通过**，用于快速进行方案初步设计是没有问题的。

但是经过优化后的方案，临界荷载系数虽然有较大改善，但仍较小。如果临界荷载系数大于 10 的话，二阶效是可以忽略按照一阶线性分析法分析的，但是优化后的方案临界荷载系数为 1.05，远小于 10，二阶效应还是比较明显的，所以我们需要把荷载组合的静力分析设置改为“二阶 P-Δ”，然后再进行应力比计算，此时的结果应该会更大。

6. 考虑二阶效应的结果



- 导航器>荷载组合>右键>编辑
- 选中两个组合，静力分析设置改为“二阶分析（P-Δ）”
- 全部计算

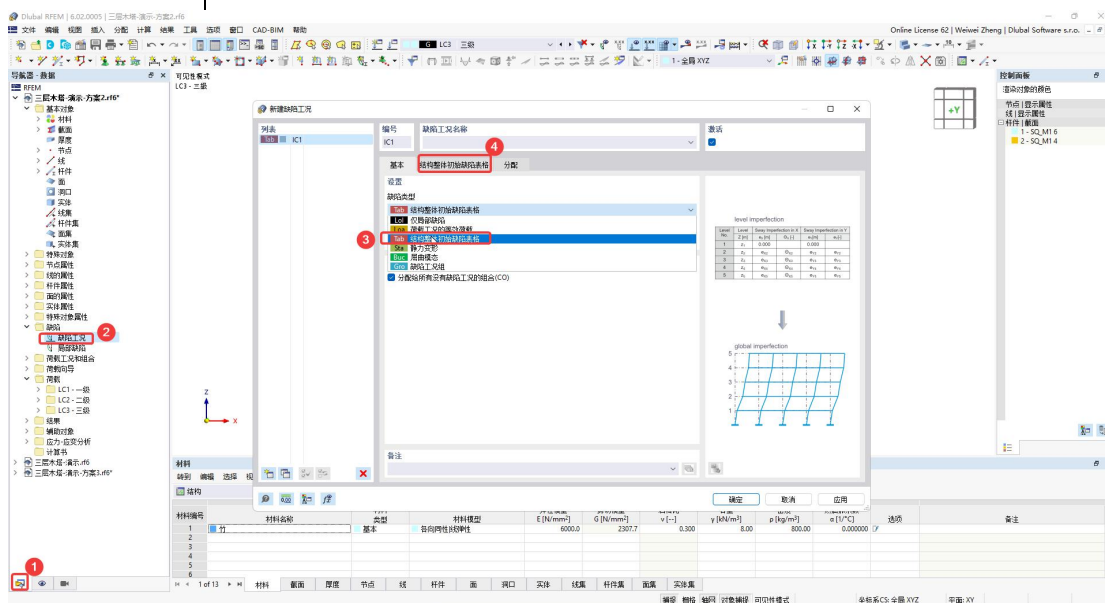


- 表格栏>应力-应变分析>杆件应力

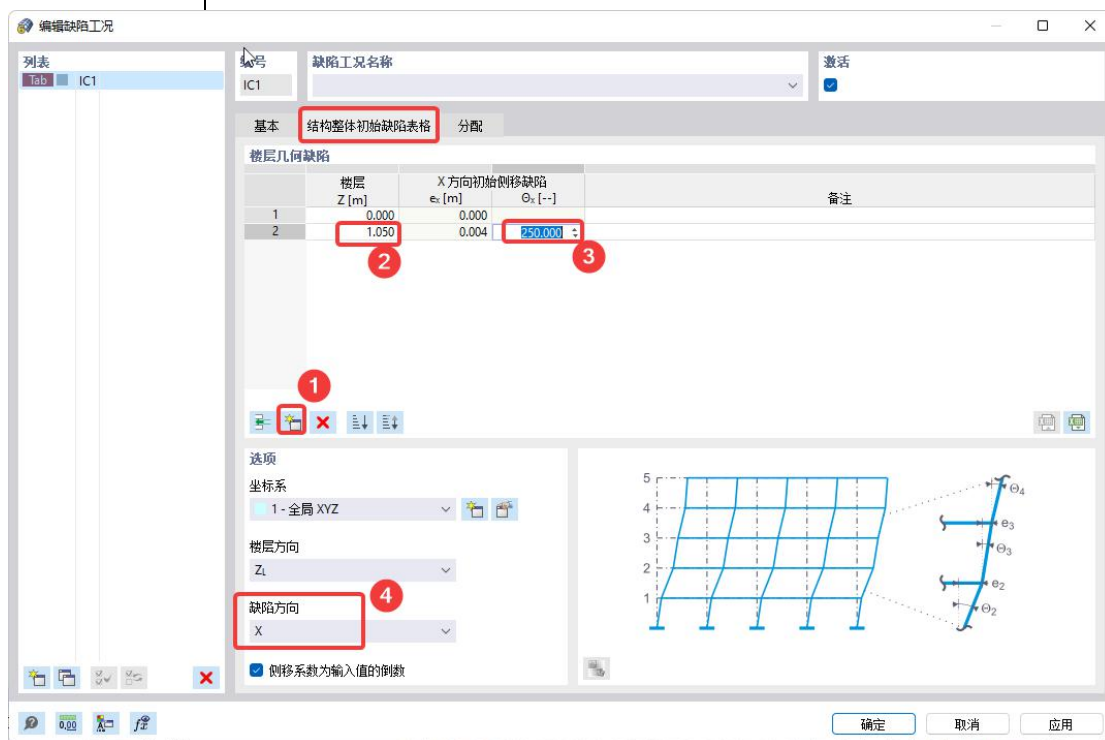
可见,考虑二阶效应后,应力比最大为 1.214,而一阶线性分析的结果为 0.887。除了二阶效应之外,还有一个不利因素没考虑进去,那就是缺陷,建造出来的模型肯定是有缺陷的,这个也会增大应力比。

7. 考虑整体缺陷的结果

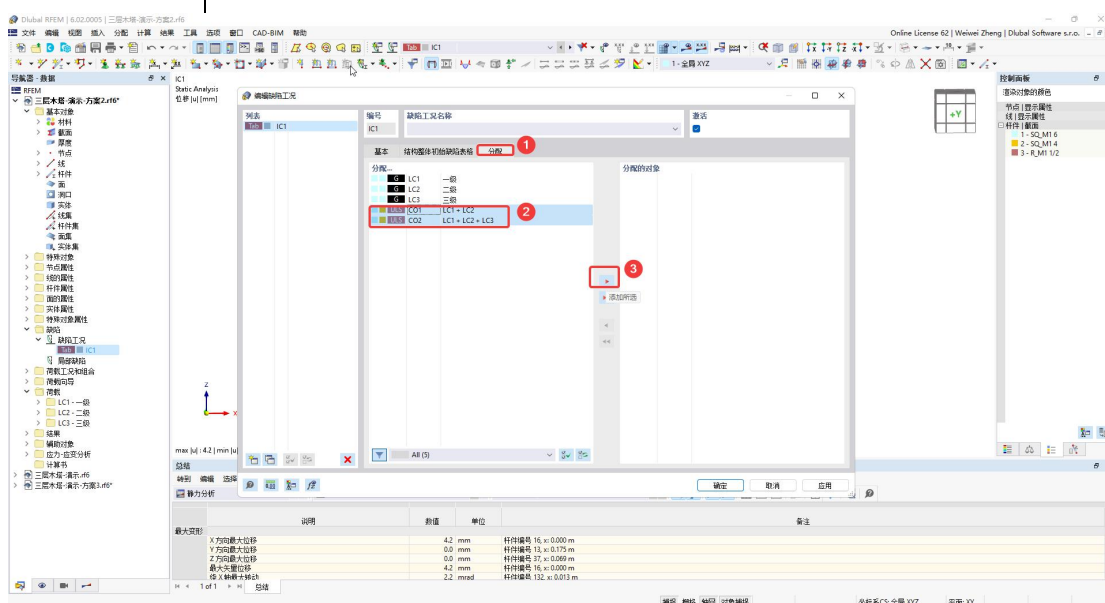
RFEM 中的缺陷考虑方法目前是市面上最多的。可以对杆件添加局部缺陷（侧移+弯曲），也可以对结构整体添加缺陷（按层高度表格、屈曲模态或者静力分析工况）。这里我们选择“结构整体初始缺陷表格”，输入层高和缺陷值，程序自动将结构各个点按照比例产生偏移。



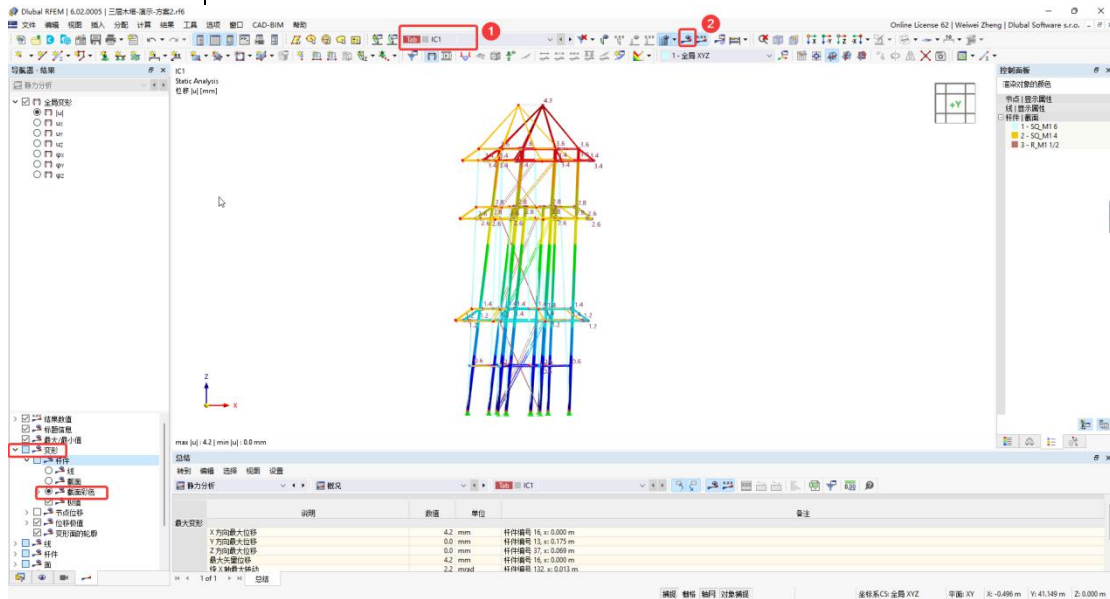
- 导航器>数据>缺陷>缺陷工况
- 缺陷类型 “结构整体初始缺陷表格”



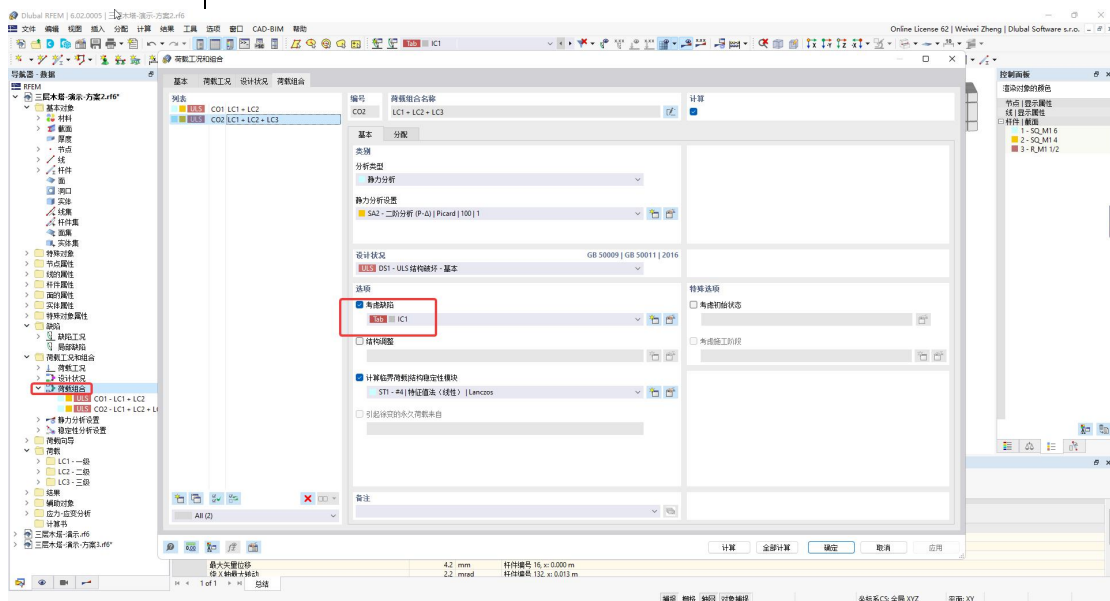
- 新建一个楼层，标高输入 1.05，也即塔尖的位置，侧移缺陷大小：250，最下面的默认选项“侧移系数为输入值得倒数”会将 250 自动变为 1/250， $1.05/250=0.004\text{m}$ ，就是塔尖处的缺陷大小。此处的 250 是参照钢结构规范的，结构大赛时可以根据平时模型制作的偏差测量结果适当放大。



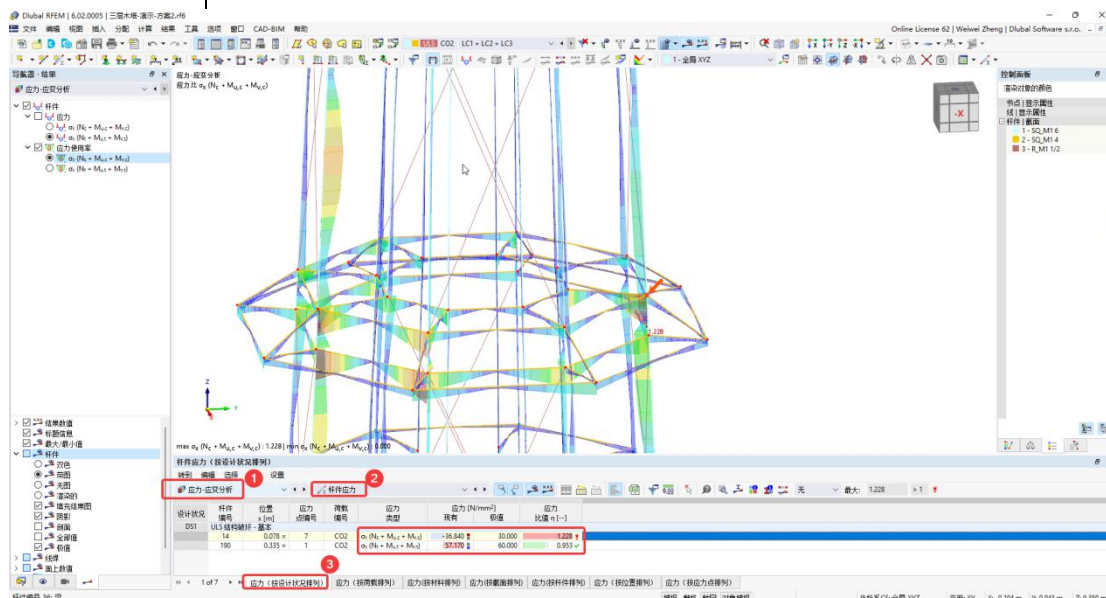
- 分配中，将组合 1、2 选中，然后“添加所选”至右边。这样两个组合就都考虑了缺陷了。



- 工况下拉选择缺陷工况 IC1>显示结果>变形：截面彩色，即可以查看改缺陷工况下结构的变形。



- 导航器>数据>荷载组合>右键编辑，可以看到，两个组合都勾选上了“考虑缺陷”，然后点击“全部计算”。



- 表格栏>应力-应变分析>杆件应力>应力（按设计状况排列），可以看到荷载组合 2 的最大应力比 1.228，前面没有考虑缺陷的是 1.214，还是增大了一些。后面方案优化时可以增加一些措施改善对这些位置的受弯情况。

8. 总结

总的来说，相对于其他软件，RFEM 用来做结构计算有以下几点优势：

- 建模方面：**支持曲线、曲面、实体等几何体。AutoCAD 和 Rhino 模型可直接导入计算，无需细分成直线段、平面，降低了模型前处理难度，其他软件通常需要将曲线、曲面细分打断后再导入。
- 分析方面：**可以批量对荷载组合进行稳定分析，找到最不利组合和最小临界荷载系数，其他软件需要手动添加；多核并行运算可极大提高非线性分析效率，其他软件大多不能多工况并行计算；可以采用多种方式添加缺陷工况，其他软件都是采用改变原始模型的方式考虑，破坏了原始模型。
- 结果方面：**杆件应力云图以实体渲染方式展现，全方位了解杆件三维受力状态。其他软件只能显示一个结果，即杆件的最大值，不能了解各个位置和截面上的应力结果。此外，强度结果可以显示应力值，也可以显示应力比。
- 计算书：**表格+图形，自动+手动，灵活调整计算书显示内容。

五、常见问题解答

1. 如何申请并下载免费的学生版

第一步，到 Dlubal 官网的教育版申请网址提交申请：

<https://www.dlubal.com/zh/education/students-and-schools/request-or-renew-free-student-license>

问题类型

我需要 ☒ 首个要求 ☐ 延期许可

第一次申请则不需要更改默认选项-首个要求。

软件产品

版本 ☒ 新版 | RFEM 6和RSTAB 9等 ☐ 旧版 | RFEM 5和RSTAB 8等

教育版分为新版软件 RFEM 6、RSTAB 9 等和旧版软件 RFEM 5、RSTAB 8 等。

一般情况建议选择新版。

接下来请填入所要求的信息和**上传注册证明（如学生证或证明，可以证明专业信息和所在学期）**。

然后点击【发送我的请求】提交。

提交表格后，请耐心等待人工审核通过，一般需要 1-2 天的时间。如果超过 48 小时没有收到回信（不包含周末），请通过 qq 群 253107465 或者客户微信 18389356559 联系我们。

第二步，下载软件。在等待申请通过的时候，你就可以提前下载软件了。

点击网址 <http://dlubal-software.mikecrm.com/lchMbsb>



填表后就会获得百度网盘下载链接。此链接中包含了所有软件的下载地址，
请注意要保证申请许可的软件和下载的软件是一致的。

有你感兴趣的软件吗？快快来享受学生党的福利吧~

2. 如何获得学习 RFEM 的资源

技术答疑：德儒巴官方学生 QQ 群 253107465

软件视频教程：<https://space.bilibili.com/448738355>

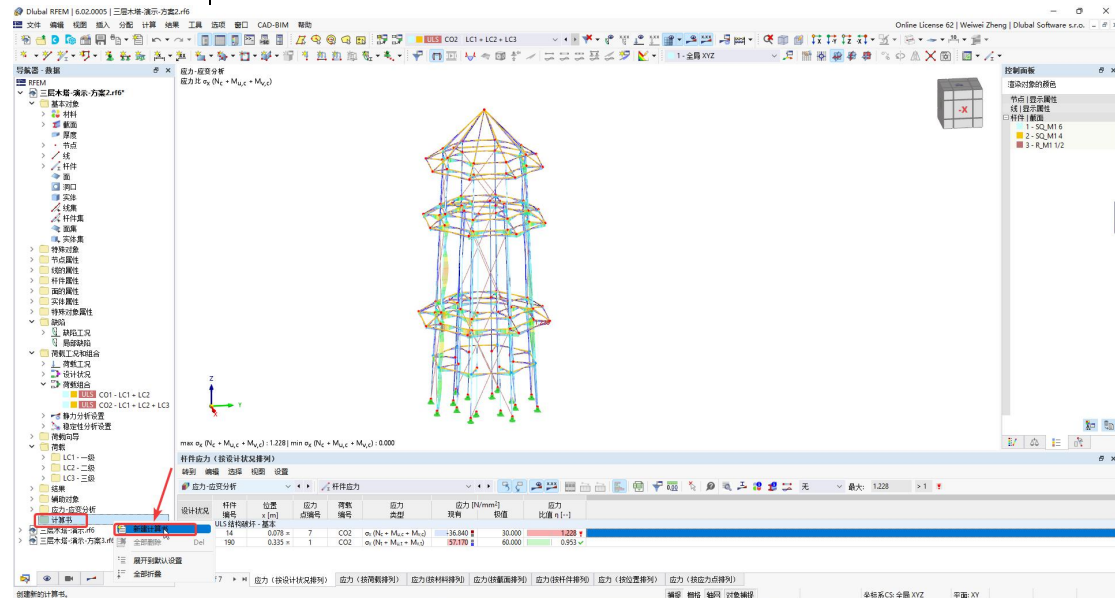
官网：www.dlubal.com

客服微信：18389356559

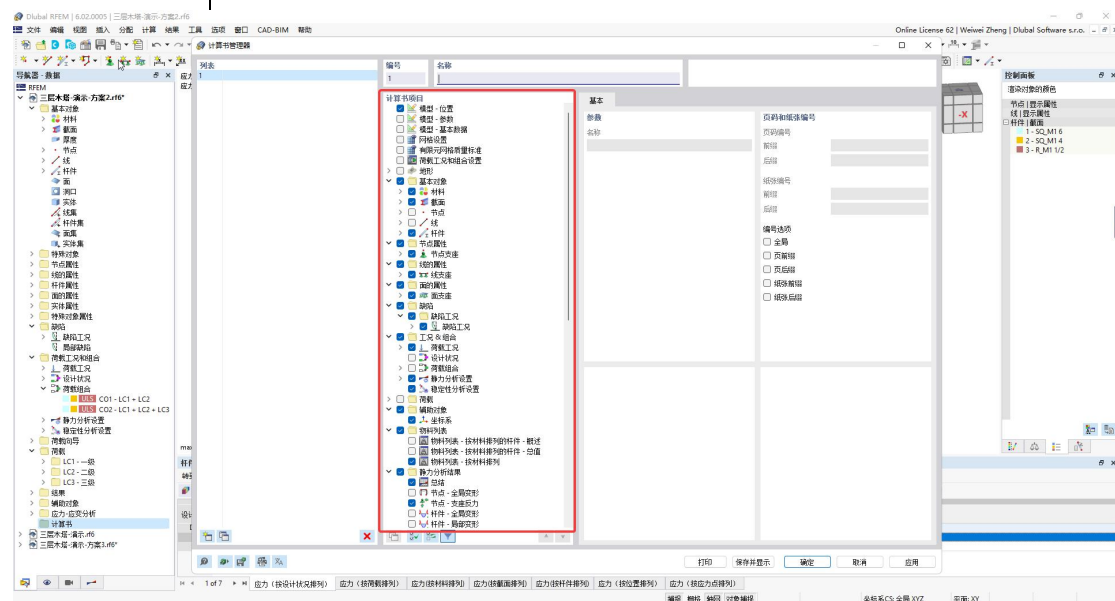
德儒巴公众号：



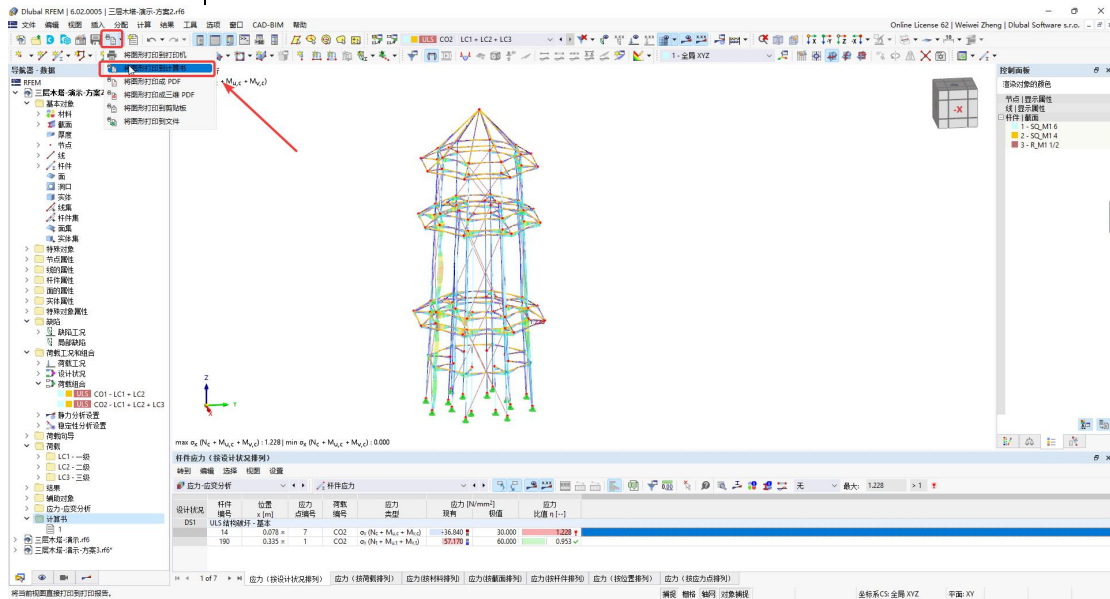
3. 如何生成计算书



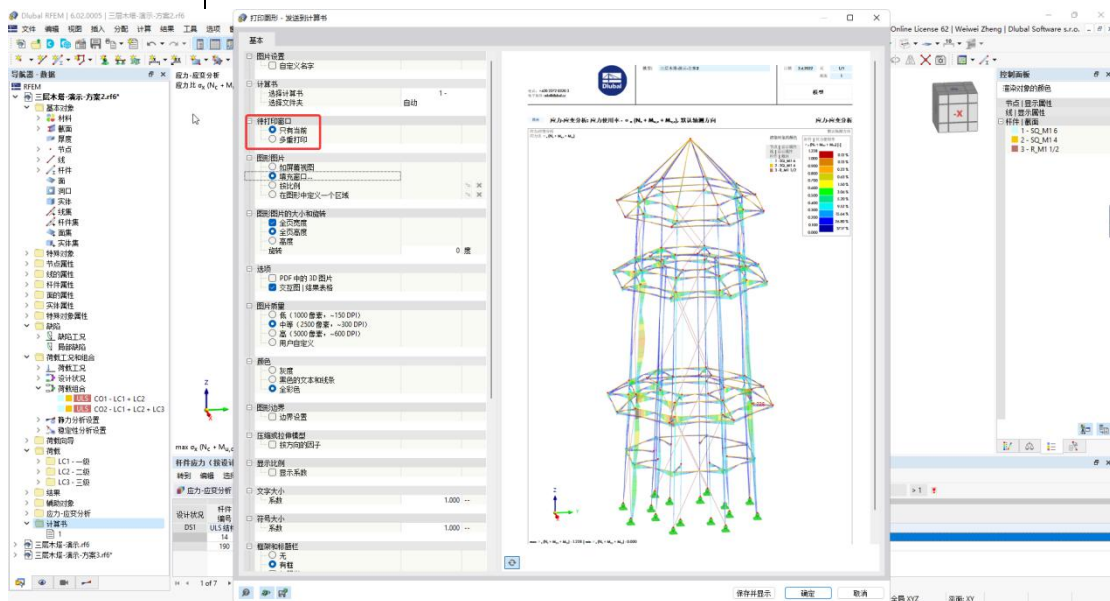
➤ 导航器>数据>计算书>右键，新建计算书。



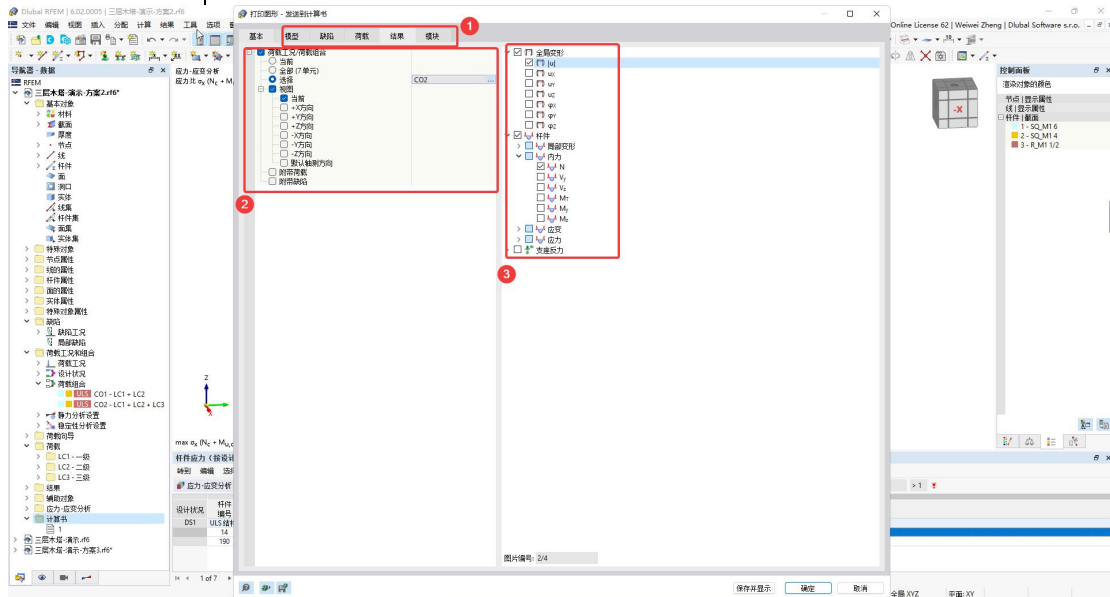
➤ 根据需要，在“计算书项目”中选择所需要的数据结果，然后点击“保存并显示”就会自动打开生成的计算书，如果点击“确定”就会生成计算书，但不会打开。默认的计算书里都是以表格形式体现模型数据的。如果还要插入图片结果，需要下面的操作。



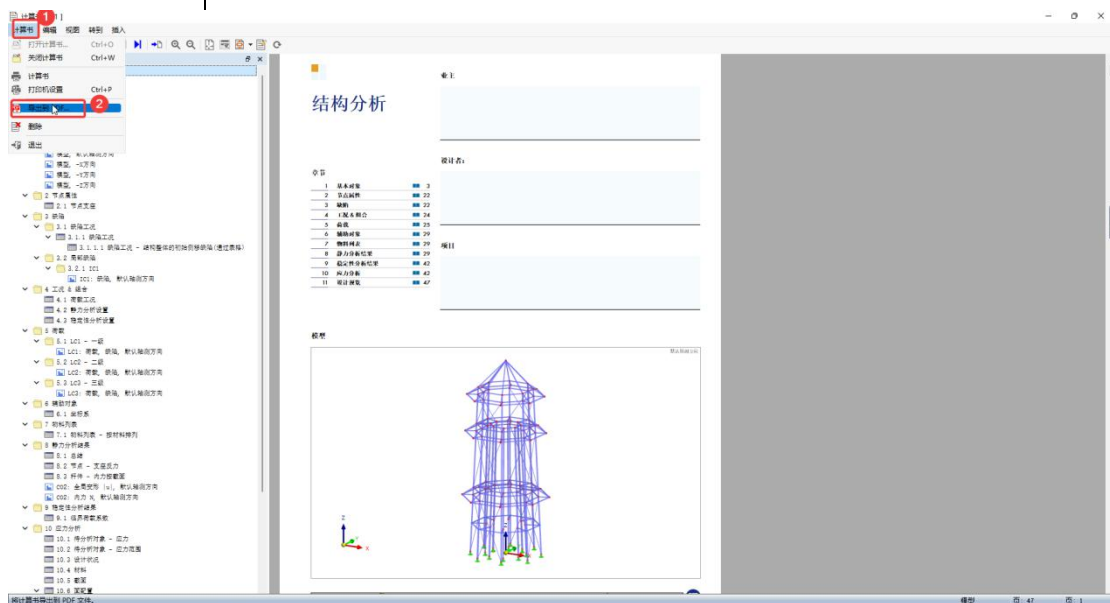
➤ 工具栏>将图形打印到计算书



➤ 待打印窗口：“只有当前”，那么就只会把当前一个图片插入到计算书中。如果选“多重打印”，就可以选择多个结果图片。



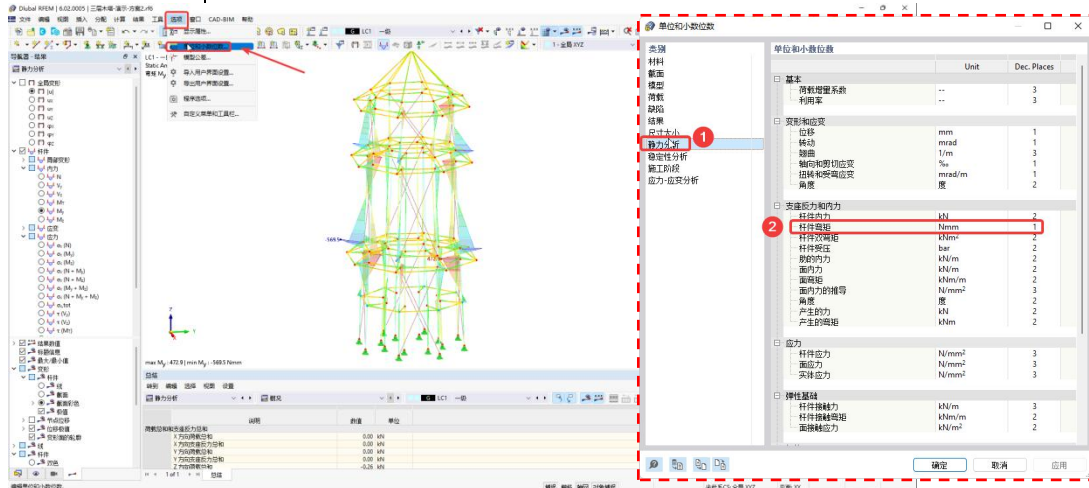
- 待打印窗口“多重打印”，这时候会出现多个标签，可以依次选择需要的图片类型（模型、缺陷、荷载、分析结果、模块结果），选择好工况、视图、结果内容等。就可以批量的把图片插入计算书，然后点击“保存并显示”。



- 菜单栏>计算书>导出到 PDF 即可生成计算书。

4. 为什么弯矩图结果都是零

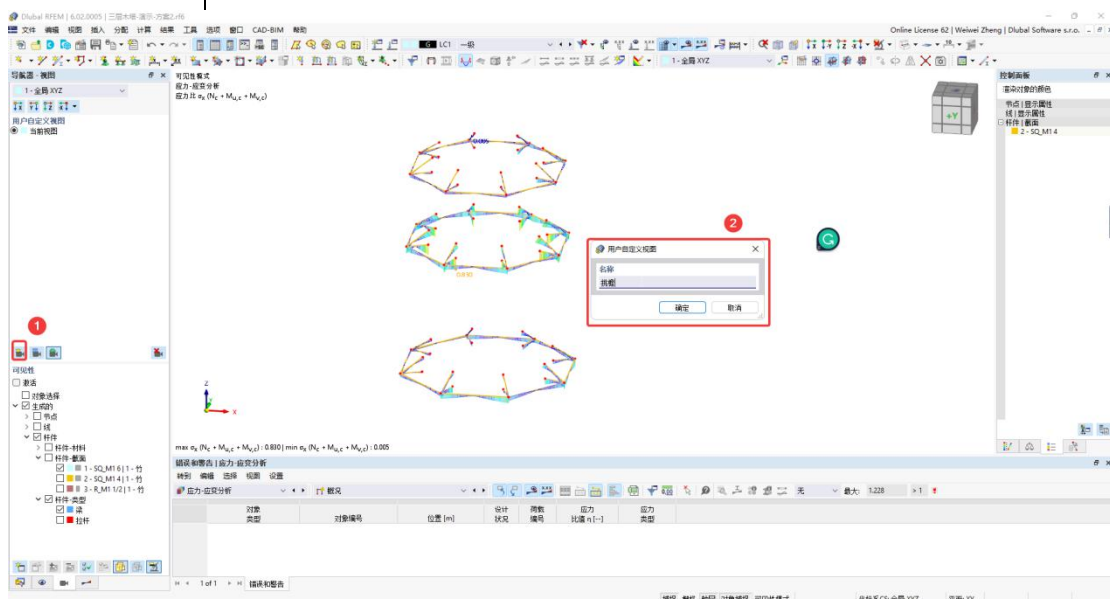
因为这个模型默认得弯矩单位为 $\text{KN}\cdot\text{M}$ ，小数点后两位。而这个模型的荷载和尺度比较小，所以弯矩结果很小，按照默认的单位格式显示不出来。因此需要调整弯矩单位格式。



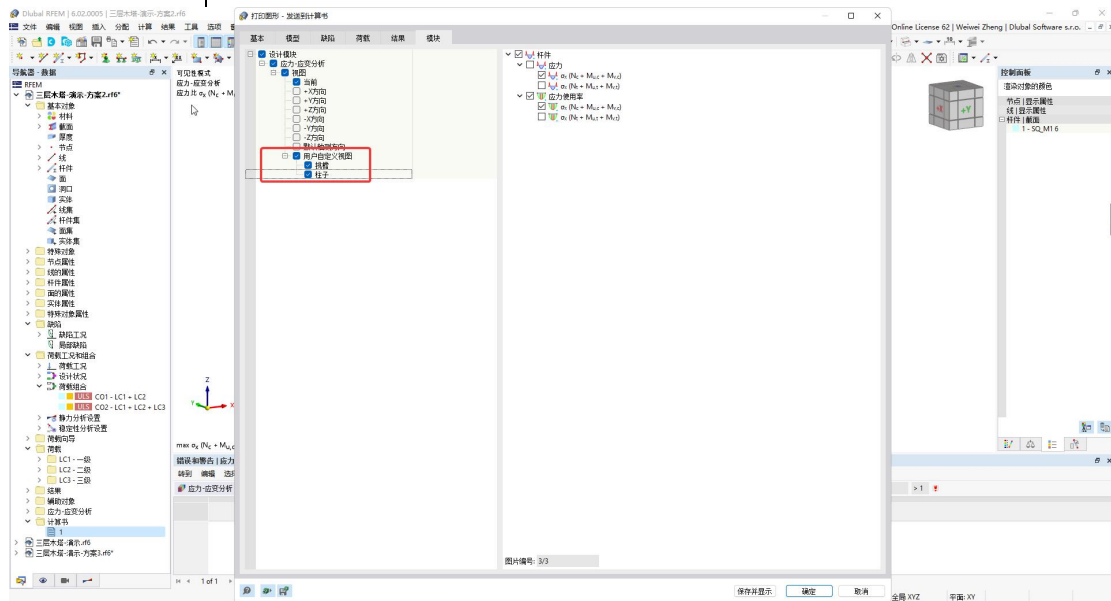
➤ 菜单栏>选项>单位和小数位数。

5. 如何在计算书中按照局部展示结果

如果模型较大较复杂，一次性显示所有构件的图形结果会看不清。这时候，我们可以实现在软件中定义好视图。



- 通过选择工具和可见性功能，只显示部分构件
- 导航器>视图>创建新的用户自定义视图



- 插入图片到计算书时，可以选择“用户自定义视图”，这样就可以按照局部结构展示计算结果了。

