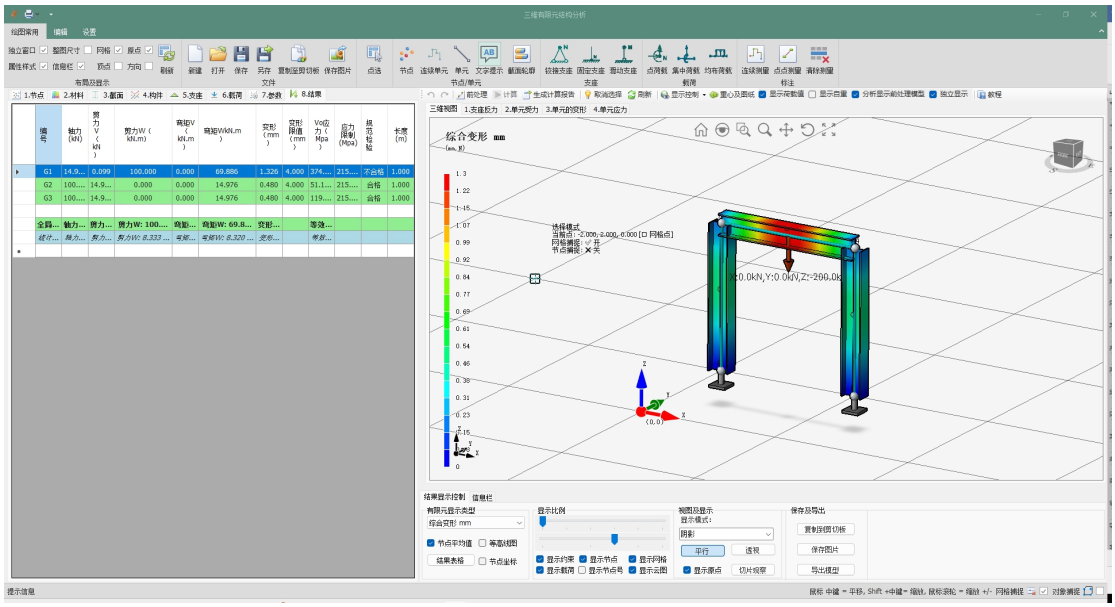
三维结构有限元分析操作教程

第一章：软件概览与界面导引

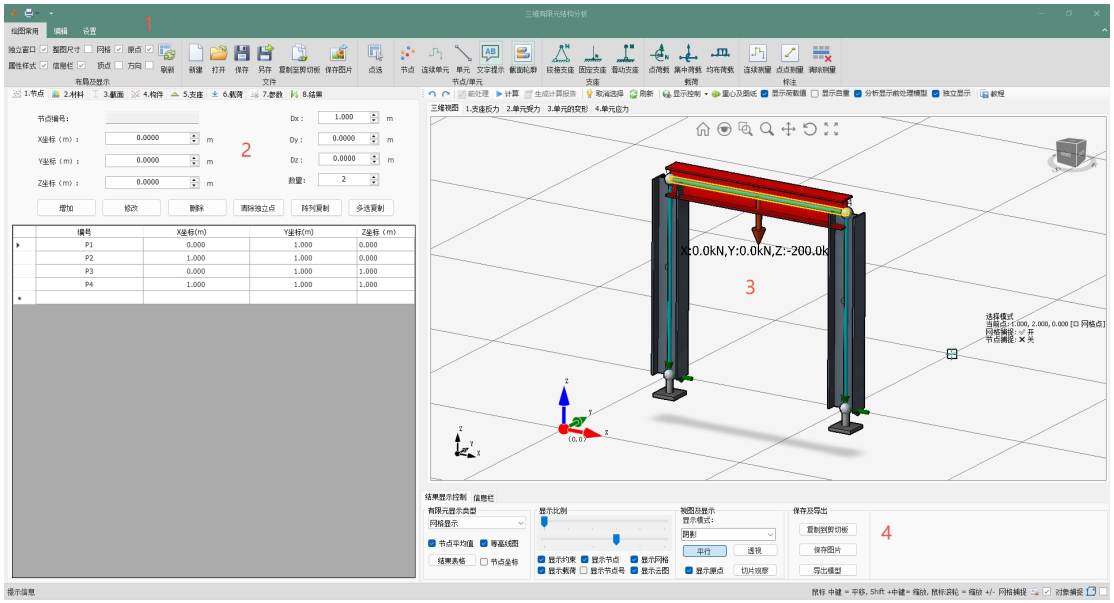
1.1 软件定位与应用场景



吊装助理三维结构有限元分析模块是一款专业的三维空间结构有限元分析与设计软件。它专为解决钢结构、吊装工程、设备支撑及复杂空间框架的建模、计算、校核与报告生成而设计。其核心价值在于将专业的结构力学计算与直观的三维可视化操作相结合。

1.2 核心界面布局解析

软件主窗口可分为四个功能明确的区域（对应如下图的 1、2、3、4 布局）：



1. **顶部工具栏与菜单栏**：提供文件操作、视图控制、编辑工具等快速入口。

2. **左侧功能面板（核心操作区）**：采用选项卡式设计，顺序定义了建模与分析的完整工作流：

   - 1.节点 → 2.材料 → 3.截面 → 4.构件 → 5.支座 → 6.载荷 → 7.参数 → 8.结果

3. **中央三维视图区**：动态显示结构模型、网格、荷载、支座及分析结果云图，是模型交互与可视化反馈的主要区域。

4. **右侧/底部信息与控制区**：包含坐标提示、捕捉设置、结果显示控制及保存导出选项。

第二章：三维建模全流程详解

2.1 第一步：定义空间节点

节点是构成所有构件的基础空间点。

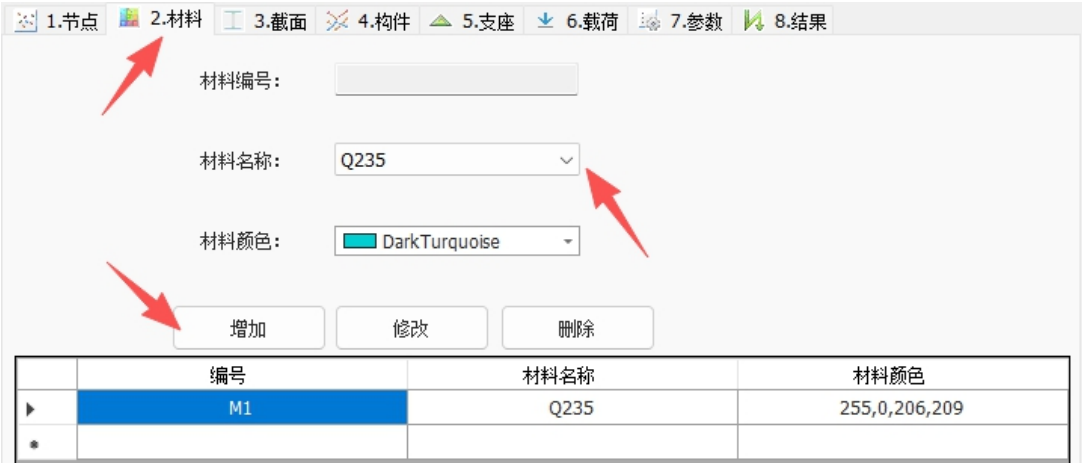
- **精确创建**：在 1.节点 选项卡中，直接输入节点的三维坐标（X, Y, Z），点击“增加”。

- **交互创建**：点击工具栏节点按钮，然后在三维视图的任意位置单击。开启网格捕捉可精确定位到网格交点。

- **批量操作**：通过 阵列复制 功能（需设定 Dx, Dy, Dz 增量）或 多选复制 功能快速生成规律节点群。

2.2 第二步：定义材料属性

在 2.材料 选项卡中定义结构所用材料。



1. 材料编号（如 M1）自动生成。

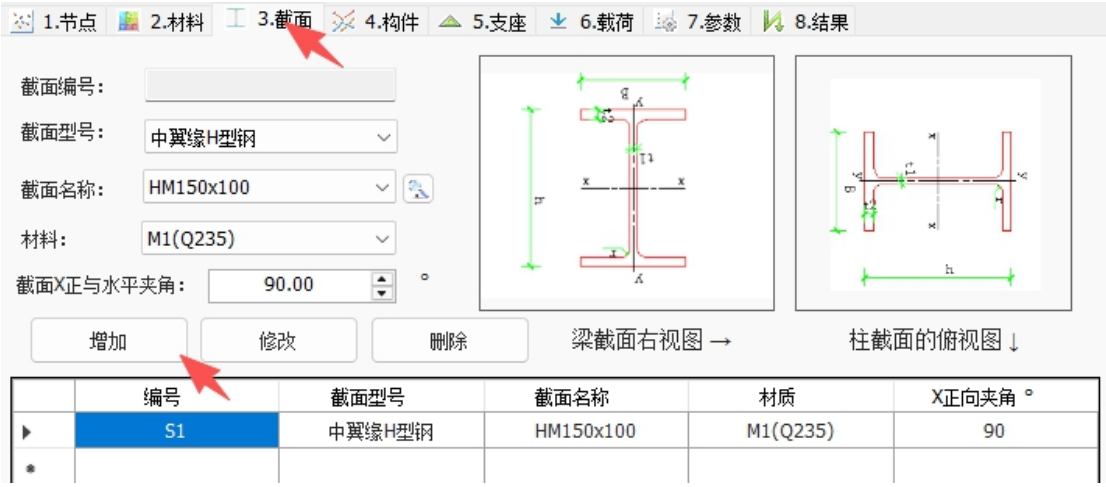
2. 选中材质（如 Q235）。

3. 点击颜色框，为不同材料选择在视图中的显示颜色（如深青色），便于区分。

4. 点击增加按钮。列表中将显示所有已定义材料。

2.3 第三步：定义截面属性

截面决定了构件的几何与力学属性。这是三维建模的关键步骤，需特别注意方向。



1. 在 3.截面 选项卡中，从截面型号下拉框中选择类型（如“中翼缘 H 型钢”）。

2. 从截面名称中选择具体规格（如 HM150x100）。

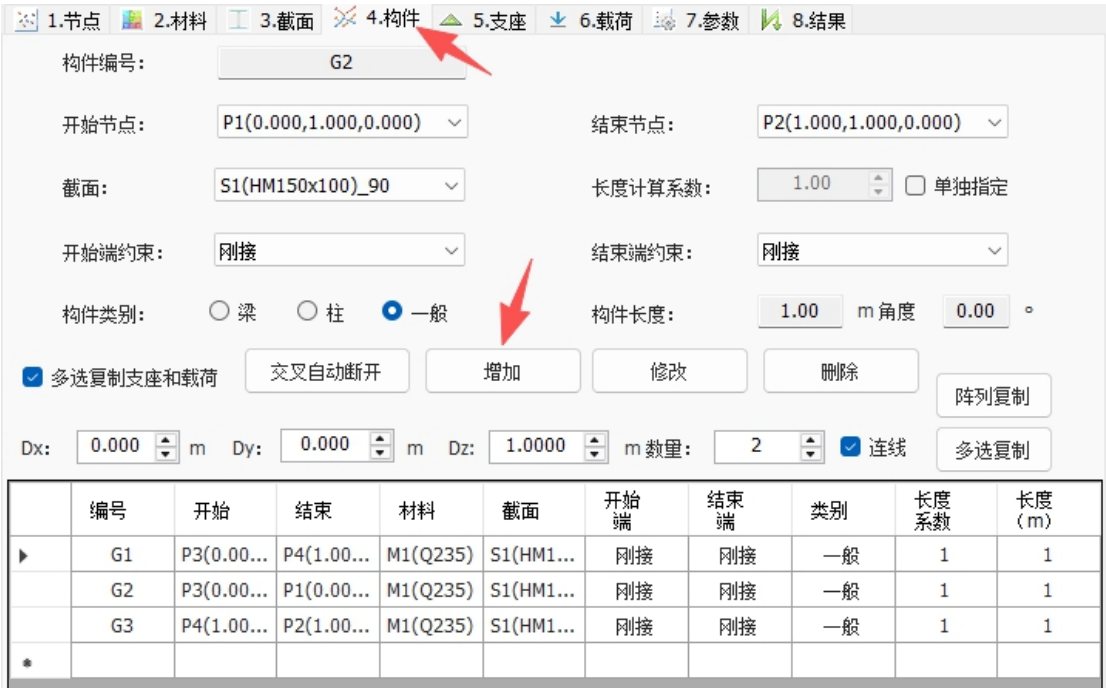
3. 在材料下拉框中选择上一步定义的材料（如 M1(Q235)）。

4. **【三维重点】** 设置 截面 X 正与水平夹角。此角度定义了截面局部坐标 x 轴（通常是强轴）绕构件轴线旋转的角度。例如，对于立柱，设置此角为 90°，可使 H 型钢的强轴在平面外方向。

5. 点击增加。软件会提供截面示意图（梁右视、柱俯视）以辅助理解。

2.4 第四步：创建空间构件

将节点连接起来，赋予其生命。



1. 切换到 4.构件 选项卡。

2. 指定起始节点和结束节点（可从下拉列表按坐标选择，或在视图中直接点击）。

3. 从截面下拉列表中选择已定义的截面（如 S1(HM150x100)_90°）。

4. 设置构件两端的连接释放：开始端约束与结束端约束（刚接、铰接等）。

5. 选择 构件类别（梁、柱、一般），这会影响后续规范验算的参数。

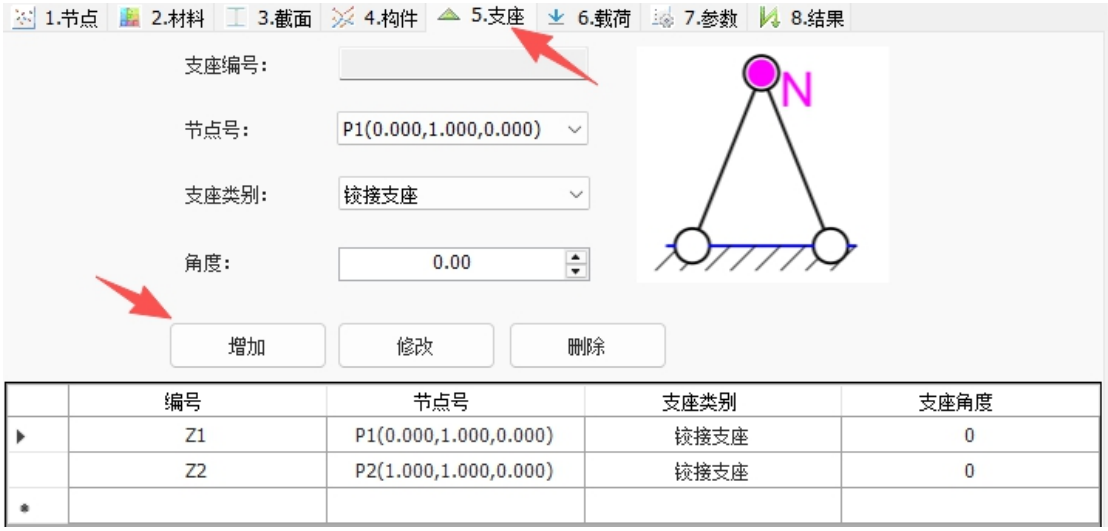
6. 点击 增加，或使用工具栏 连续单元 按钮进行连续绘制。

7. **高级功能**：

- 交叉自动断开：勾选后，软件自动在构件相交处分割并生成节点，确保力流正确传递（强烈推荐开启）。
- 阵列复制：可批量复制正在建立的构件，大幅提升对称或重复结构的建模效率。
- 多选复制：可批量复制已选构件，并能选择是否连带复制其上的支座和荷载，大幅提升对称或重复结构的建模效率。

2.5 第五步：施加边界条件

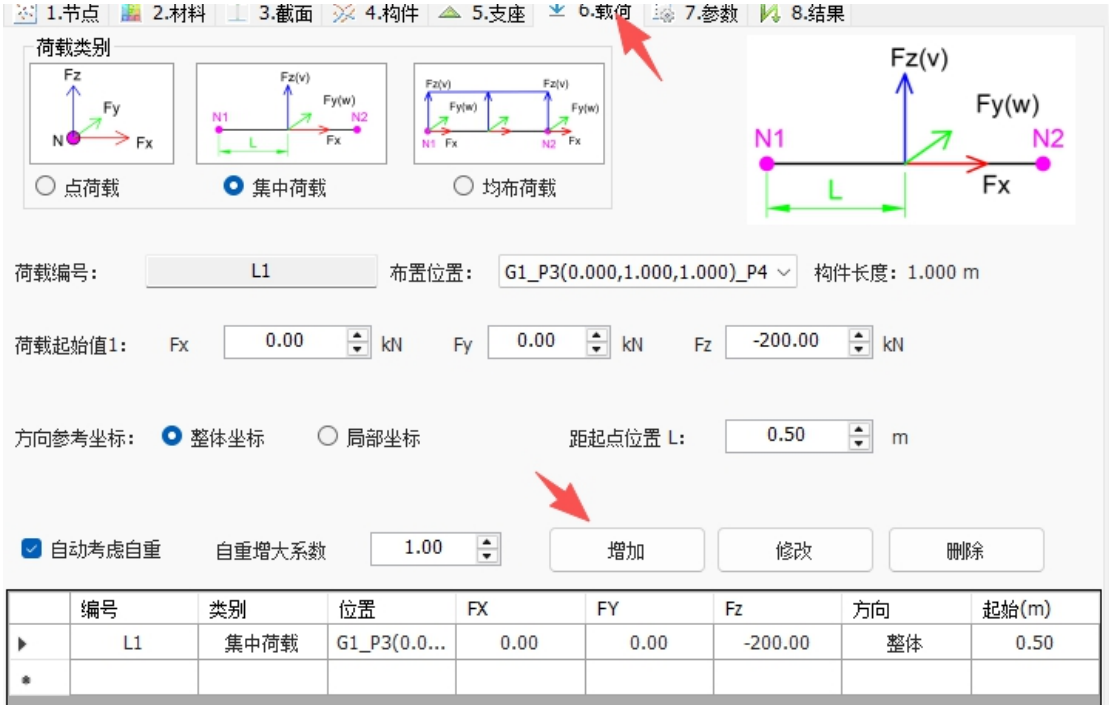
定义结构与大地或基础的连接方式。



1. 进入 5.支座 选项卡。
2. 在 节点号 处选择需要施加支座的节点（如结构底部的节点）。
3. 选择 支座类型（铰接支座、固定支座、滑动支座）。
4. 点击 增加。支座符号会立即显示在三维视图的对应节点上。

2.6 第六步：施加荷载

将外部作用力施加到结构上。



1. 切换到 6.载荷 选项卡。

2. 在 荷载类别 中选择荷载类型：点荷载、集中荷载、均布荷载、梯形荷载。

   - 点荷载：作用于节点，直接输入 Fx, Fy, Fz。
   - 集中/均布/梯形荷载：作用于构件，需选择目标构件，并设置 距起点位置 L 和 荷载分布长度 W。

3. **【三维核心】** 设定 方向参考坐标：

   - 整体坐标：荷载方向始终与全局坐标系 X，Y，Z 轴平行。
   - 局部坐标：荷载方向基于构件自身的局部坐标系。这是处理倾斜构件荷载的最便捷方式。例如，对于斜梁，选择“局部坐标”并设置 Fz 为负值，即可轻松施加垂直梁面向下的荷载。

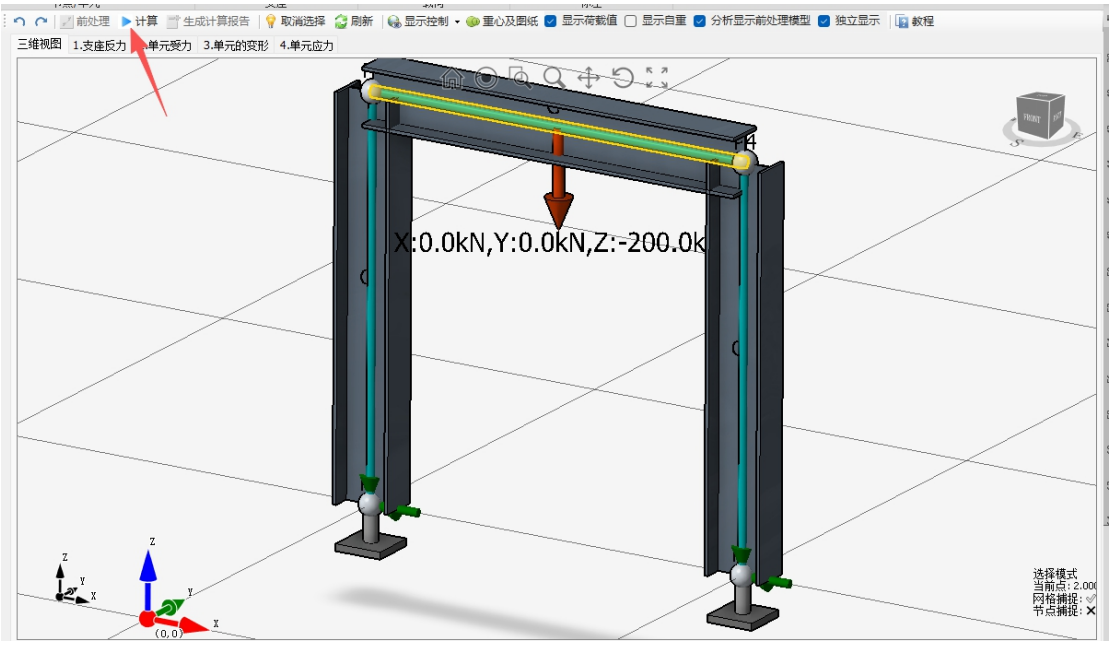
4. 输入各方向荷载值（单位：kN）。

5. 自动考虑自重：勾选后，软件将根据构件材料密度和截面面积自动计算并施加重力荷载。可使用 自重增大系数 考虑装修层、管线等附加恒载。

2.7 第七步：设置计算参数

在求解前进行最后配置。

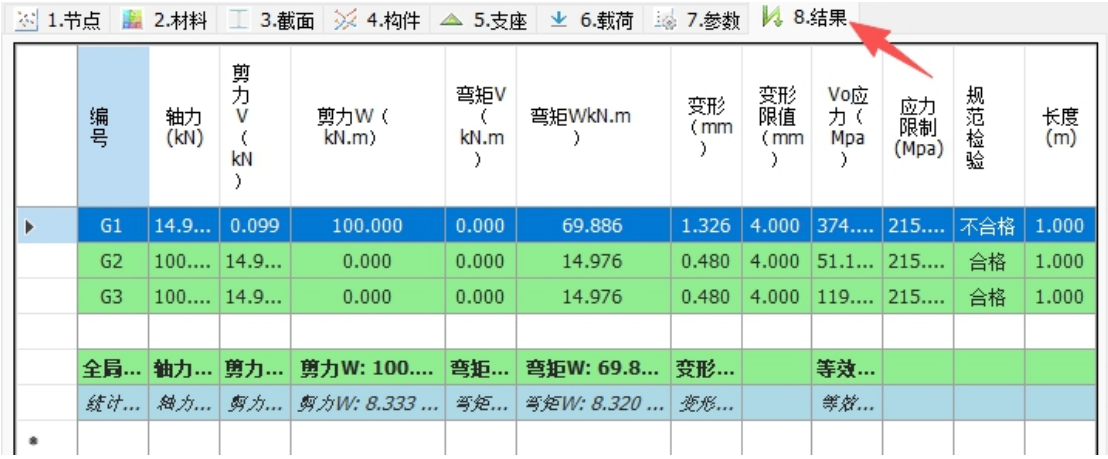
1. 进入 7.参数 选项卡。
2. 有限元分析参数：
   - 单元分段数：控制每个构件被划分的单元数量，影响计算精度与速度。
   - 材料参数：确保 钢弹性模量 E、泊松比 U 等与所用材料一致。
3. 规范检验参数
   - 设置各类构件（梁、柱）的 容许长细比、计算长度系数 等，这些值将直接影响后续规范验算结论。



4. 点击 计算 按钮，开始有限元求解。

第三章：结果查看与报告生成

3.1 解读分析结果



1.节点 2.材料 3.截面 4.构件 5.支座 6.载荷 7.参数 8.结果

	编号	轴力(kN)	剪力V(kN)	剪力W(kN.m)	弯矩V(kN.m)	弯矩WkN.m)	变形(mm)	变形限值(mm)	Vo应力(Mpa)	应力限制(Mpa)	规范检验	长度(m)
▶	G1	14.9...	0.099	100.000	0.000	69.886	1.326	4.000	374....	215....	不合格	1.000
	G2	100....	14.9...	0.000	0.000	14.976	0.480	4.000	51.1...	215....	合格	1.000
	G3	100....	14.9...	0.000	0.000	14.976	0.480	4.000	119....	215....	合格	1.000
	全局...	**轴力...**	**剪力...**	**剪力W: 100....**	**弯矩...**	**弯矩W: 69.8...**	**变形...**		**等效...**			
	统计...	*轴力...*	*剪力...*	*剪力W: 8.333 ...*	*弯矩...*	*弯矩W: 8.320 ...*	*变形...*		*等效...*			
*												

1. 计算完成后，自动跳转或切换到 8.结果 选项卡。
2. 在 有限元显示类型 下拉框中，选择需要查看的结果类型：
   - 综合变形：显示结构在荷载下的三维空间变形云图。
   - FX 变形、FY 变形、FZ 变形：分别查看 X，Y，Z 方向的位移分量。

- 支座反力：在视图和下方表格中列出各支座的约束反力（Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz）。
- 单元内力/应力：查看轴力、剪力、弯矩、应力云图或具体数值。

三维视图 1.支座反力 2.单元受力 3.单元的变形 4.单元应力

导出Excel

节点编号	支座类型	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)	合力 (kN)	合力矩 (kN·m)
N1	约束节点	14.976	0.000	100.298	0.000	0.000	0.000	101.410	0.000
N2	约束节点	-14.976	0.000	100.298	0.000	0.000	0.000	101.410	0.000
汇总统计	**2 个支座**	**0.000**	**0.000**	**200.596**	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**200.596**	**0.000**

三维视图 1.支座反力 2.单元受力 3.单元的变形 4.单元应力

导出Excel

梁编号	位置 (m)	位置比例	起点	终点	长度 (m)	轴力 (kN)	剪力V (kN)	剪力W (kN)	扭矩 (kN·m)	弯矩V (kN·m)	弯矩W (kN·m)	总弯矩 (kN·m)
G1	0.000	0.000	N3	N4	1.000	-14.976	0.099	100.000	0.000	0.000	10.024	10.024
G1	0.100	0.100	N3	N4	1.000	-14.976	0.079	100.000	0.000	0.000	10.034	10.034
G1	0.200	0.200	N3	N4	1.000	-14.976	0.060	100.000	0.000	0.000	10.044	10.044
G1	0.300	0.300	N3	N4	1.000	-14.976	0.040	100.000	0.000	0.000	10.054	10.054
G1	0.400	0.400	N3	N4	1.000	-14.976	0.020	100.000	0.000	0.000	10.064	10.064
G1	0.500	0.500	N3	N4	1.000	-14.976	0.000	-100.000	0.000	0.000	10.074	10.074
G1	0.600	0.600	N3	N4	1.000	-14.976	-0.020	-100.000	0.000	0.000	-9.916	9.916
G1	0.700	0.700	N3	N4	1.000	-14.976	-0.040	-100.000	0.000	0.000	-29.906	29.906
G1	0.800	0.800	N3	N4	1.000	-14.976	-0.060	-100.000	0.000	0.000	-49.896	49.896
G1	0.900	0.900	N3	N4	1.000	-14.976	-0.079	-100.000	0.000	0.000	-69.886	69.886
G1	1.000	1.000	N3	N4	1.000	-14.976	-0.099	-100.000	0.000	0.000	10.024	10.024
G1 - 最大值						-14.976 / -14.976	0.099	100.000	0.000	0.000	69.886	
G2	0.000	0.000	N3	N1	1.000	-100.199	-14.976	0.000	0.000	0.000	14.976	14.976
G2	0.100	0.100	N3	N1	1.000	-100.199	-14.976	0.000	0.000	0.000	13.478	13.478
G2	0.200	0.200	N3	N1	1.000	-100.199	-14.976	0.000	0.000	0.000	11.981	11.981
G2	0.300	0.300	N3	N1	1.000	-100.199	-14.976	0.000	0.000	0.000	10.483	10.483
G2	0.400	0.400	N3	N1	1.000	-100.199	-14.976	0.000	0.000	0.000	8.985	8.985
G2	0.500	0.500	N3	N1	1.000	-100.199	-14.976	0.000	0.000	0.000	7.488	7.488
G2	0.600	0.600	N3	N1	1.000	-100.199	-14.976	0.000	0.000	0.000	5.990	5.990
G2	0.700	0.700	N3	N1	1.000	-100.199	-14.976	0.000	0.000	0.000	4.493	4.493
G2	0.800	0.800	N3	N1	1.000	-100.199	-14.976	0.000	0.000	0.000	2.995	2.995
G2	0.900	0.900	N3	N1	1.000	-100.199	-14.976	0.000	0.000	0.000	1.498	1.498
G2	1.000	1.000	N3	N1	1.000	-100.199	-14.976	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
G2 - 最大值						-100.199 / -100.199	14.976	0.000	0.000	0.000	14.976	

三维视图 1.支座反力 2.单元受力 3.单元的变形 4.单元应力

导出Excel

梁编号	起点	终点	长度 (m)	位移@0% (mm)	位移@10% (mm)	位移@20% (mm)	位移@30% (mm)	位移@40% (mm)	位移@50% (mm)	位移@60% (mm)	位移@70 (mm)
G1	N3	N4	1.000	0.1891	0.4660	0.7679	1.0449	1.2474	1.3259	1.2474	
G1 - 最大值	**0.500m**	**1.326mm**									
G2	N3	N1	1.000	0.1891	0.2612	0.3762	0.4510	0.4796	0.4660	0.4165	
G2 - 最大值	**0.400m**	**0.480mm**									
G3	N4	N2	1.000	0.1891	0.2612	0.3762	0.4510	0.4796	0.4660	0.4165	
G3 - 最大值	**0.400m**	**0.480mm**									
全局最大值	**梁G1**	**0.500m**	**1.326mm**								

三维视图 1.支座反力 2.单元受力 3.单元的变形 4.单元应力

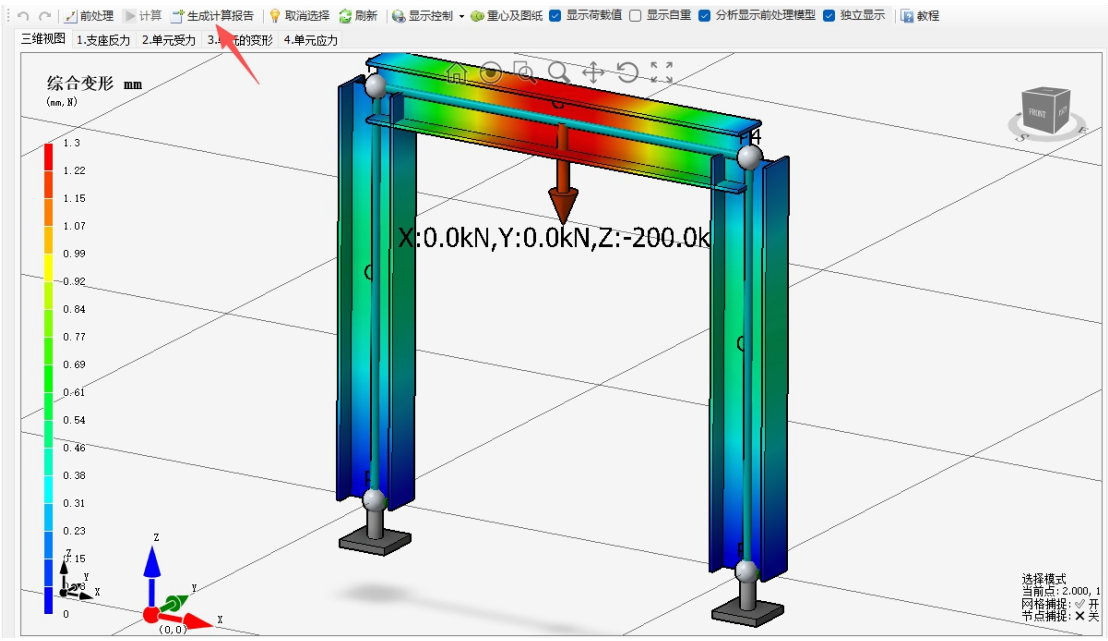
导出Excel

梁编号	位置 (m)	位置比例	轴向应力 (MPa)	弯曲应力 V (MPa)	弯曲应力 W (MPa)	最大弯曲应力 (MPa)	剪切应力 V (MPa)	剪切应力 W (MPa)	扭转应力 (MPa)	等效应力 (MPa)
G1	0.000	0.000	-5.805	0.000	51.117	51.117	0.127	55.556	0.000	106.3
G1	0.100	0.100	-5.805	0.000	51.168	51.168	0.102	55.556	0.000	106.3
G1	0.200	0.200	-5.805	0.000	51.219	51.219	0.076	55.556	0.000	106.4
G1	0.300	0.300	-5.805	0.000	51.269	51.269	0.051	55.556	0.000	106.4
G1	0.400	0.400	-5.805	0.000	51.320	51.320	0.025	55.556	0.000	106.4
G1	0.500	0.500	-5.805	0.000	51.371	51.371	0.000	-55.556	0.000	106.4
G1	0.600	0.600	-5.805	0.000	-50.566	50.566	-0.025	-55.556	0.000	111.5
G1	0.700	0.700	-5.805	0.000	-152.504	152.504	-0.051	-55.556	0.000	185.2
G1	0.800	0.800	-5.805	0.000	-254.441	254.441	-0.076	-55.556	0.000	277.4
G1	0.900	0.900	-5.805	0.000	-356.378	356.378	-0.102	-55.556	0.000	374.7
G1	1.000	1.000	-5.805	0.000	51.117	51.117	-0.127	-55.556	0.000	106.3
G1 - 最大值汇总	各分量位置	详见备注								
→轴向应力最大	0.000m		5.805							
→弯曲应力最大	0.900m					356.378				
→剪切应力最大	0.000m						55.556			
→扭转应力最大	0.000m								0.000	
→等效应力最大	0.900m									374.7
G2	0.000	0.000	-38.837	0.000	76.367	76.367	-19.200	0.000	0.000	50.1
G2	0.100	0.100	-38.837	0.000	68.731	68.731	-19.200	0.000	0.000	44.7
G2	0.200	0.200	-38.837	0.000	61.094	61.094	-19.200	0.000	0.000	40.0
G2	0.300	0.300	-38.837	0.000	53.457	53.457	-19.200	0.000	0.000	36.3
G2	0.400	0.400	-38.837	0.000	45.820	45.820	-19.200	0.000	0.000	33.9
G2	0.500	0.500	-38.837	0.000	38.184	38.184	-19.200	0.000	0.000	33.2

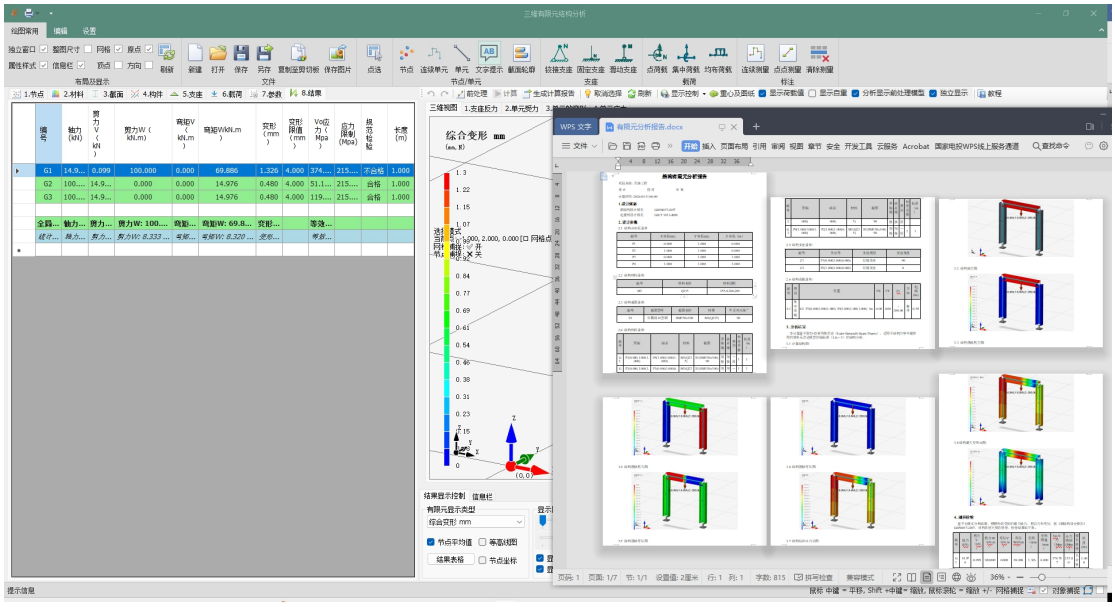
3. 使用 显示控制 区选项：

- 显示比例：放大或缩小变形图的显示比例，便于观察。
- 勾选/取消 显示节点号、显示云图 等，优化视图。

3.2 生成专业计算报告

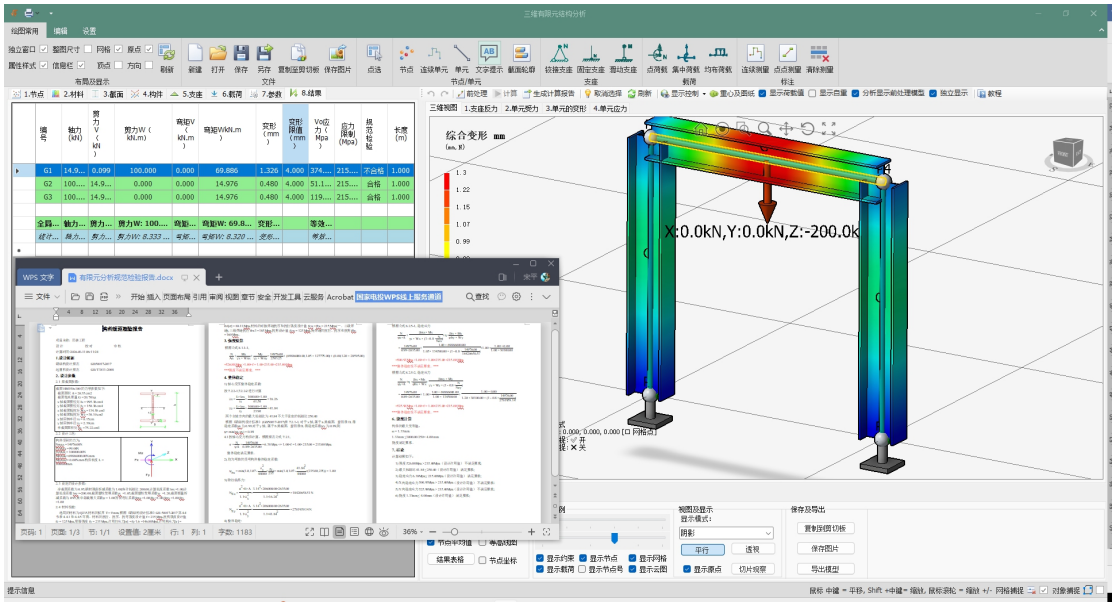


1. 点击工具栏 生成计算报告 按钮。



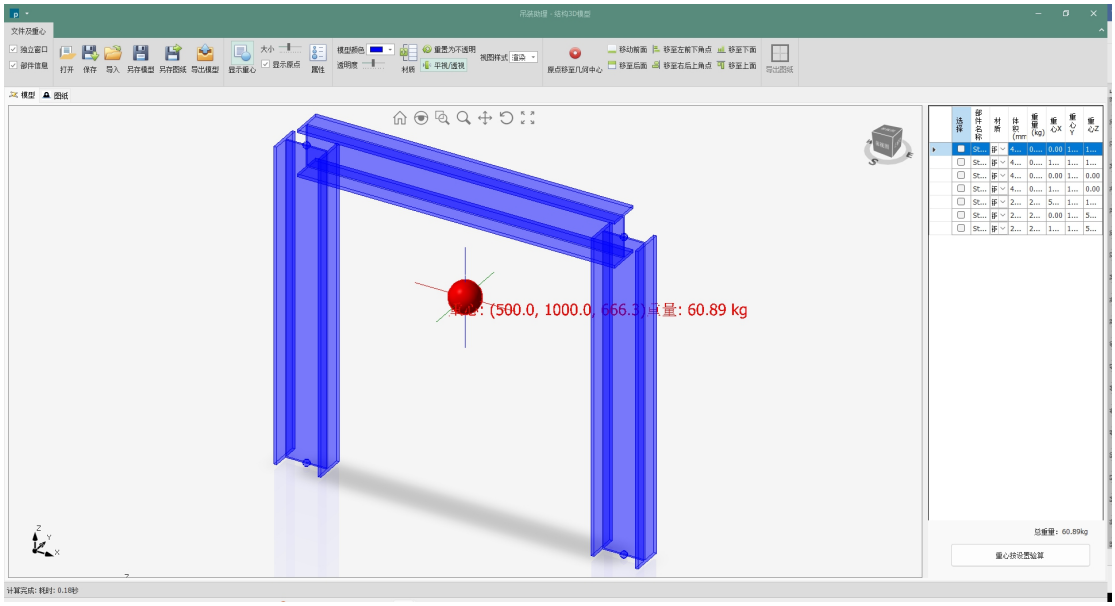
2. 软件将自动进行钢结构设计规范（如 GB 50017）的强度、刚度、稳定性验算。

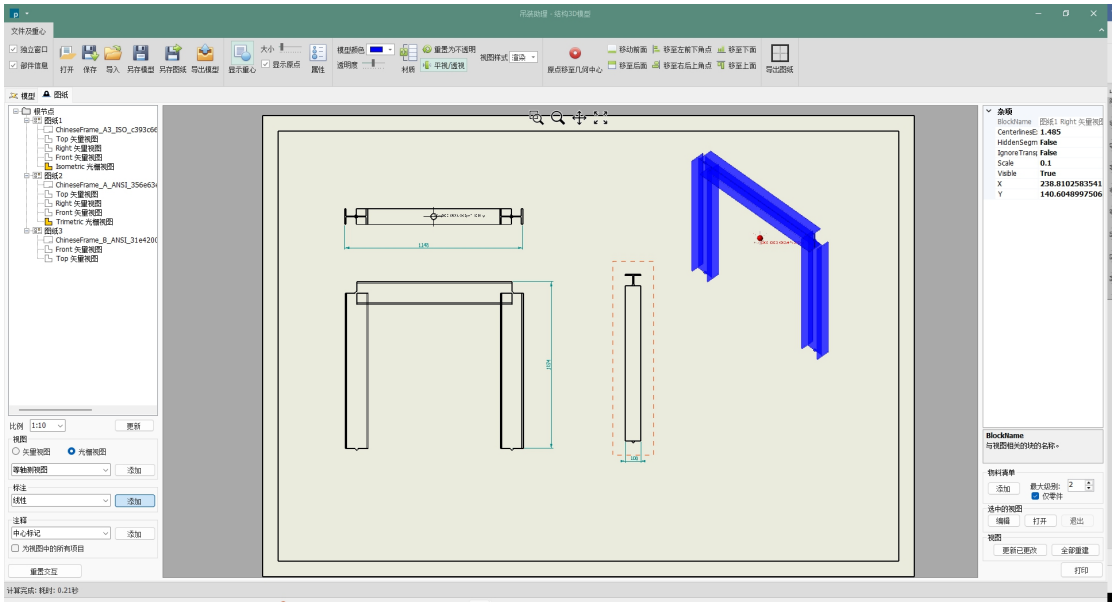
3. 在结果列表中的构件上点击右键，选择 查看检验结果，可弹出该构件的详细验算过程。



4. 选择 生成检验报告，软件会自动调用 Microsoft Word，生成一份包含模型图、荷载信息、内力结果、变形结果和详细规范条文验算过程的完整计算书。

5. 点击工具栏 重心及图纸 按钮，可查看结构重心并生成图纸。





第四章：实用操作技巧与问题排查

4.1 三维视图操控精要

- 旋转：按住鼠标中键并拖动。
- 平移：按住 Shift + 鼠标中键并拖动。
- 缩放：滚动鼠标滚轮。
- 视角复位：点击视图导航控件或按“Home”键。
- 多视角对比：使用 独立窗口 功能，将模型同时以不同视角（如前视、侧视、轴测图）打开。

4.2 提升建模效率的技巧

1. 活用捕捉功能（界面底部）：始终开启 网格捕捉 和 节点捕捉，确保几何连接的精确性。
2. 利用“阵列”与“多选复制”：对于规则、对称或重复的结构部分，优先使用这些功能，避免重复劳动。
3. 图层式显示控制：通过 显示控制 面板，在建模时隐藏荷载、支座等干扰信息，专注于当前操作；在查看结果时，则隐藏网格等辅助线，让云图更清

晰。

4. 先画图后属性：可先用 连续单元 工具快速勾勒出结构几何轮廓，再统一框选构件，在属性面板中批量修改其截面和属性。

4.3 常见问题与解决思路

问题现象	可能原因	排查与解决步骤
计算后变形/应力异常大	1. 材料弹性模量 E 单位错误（如误用 Pa 而非 MPa）。 2. 支座定义错误，结构为几何可变体系。 3. 荷载单位或数值错误。	1. 检查 参数 中材料参数。 2. 检查 支座 设置，确保结构无刚性位移。 3. 核对 载荷 数值与单位。
构件内力为 0 或异常小	1. 构件两端节点未与其他构件有效连接（孤悬）。 2. 构件截面属性（如面积、惯性矩）定义有误。	1. 开启 节点号 显示，检查节点连接，使用 交叉自动断开。 2. 核对 截面 定义。
三维视图中荷载方向不对	荷载方向参考坐标系选择错误。	检查 载荷 定义中的 方向参考坐标。对于斜构件，优先使用 局部坐标。
规范验算不通过（长细比超限）	1. 构件计算长度系数设置不当。 2. 截面绕弱轴失稳。	1. 在 参数 中调整 计算长度系数。 2. 返回 截面 定义，调整 截面 X 正与水平夹角，改变构件

		在空间中的屈曲方向。
无法选中想要的点或构件	对象过于密集或位于其他对象后方。	1. 放大视图局部。 2. 暂时隐藏无关的构件或图层。 3. 使用 点选 工具耐心选择。

结语：本教程结合 FEAMain3D 软件实际界面，系统梳理了从零开始完成一个三维结构分析的全流程。掌握此流程后，您可高效应对各类空间钢结构、吊装体系的分析与设计任务。关键在于理解三维空间中的 截面方向、荷载方向（局部坐标） 以及 支座约束，这是区别于二维分析的核心所在。建议从简单框架开始练习，逐步构建复杂模型。