

德儒巴软件

RFEM 6

案例教程手册

钢木屋架



德儒巴软件（上海）有限公司

2022 年 7 月

版 权 声 明

RFEM 计算机程序以及全部相关文档是受专利权法和著作权法保护的产品，版权属于德儒巴软件有限公司。未经德儒巴软件有限公司的书面许可，不得以任何形式、任何手段复制本产品或文档的任何部分。

德儒巴软件（上海）有限公司
联系电话：18389356559(微信同号)
邮箱：info@dlubal.com
网址：www.dlubal.com
微信公众号：DLUBAL

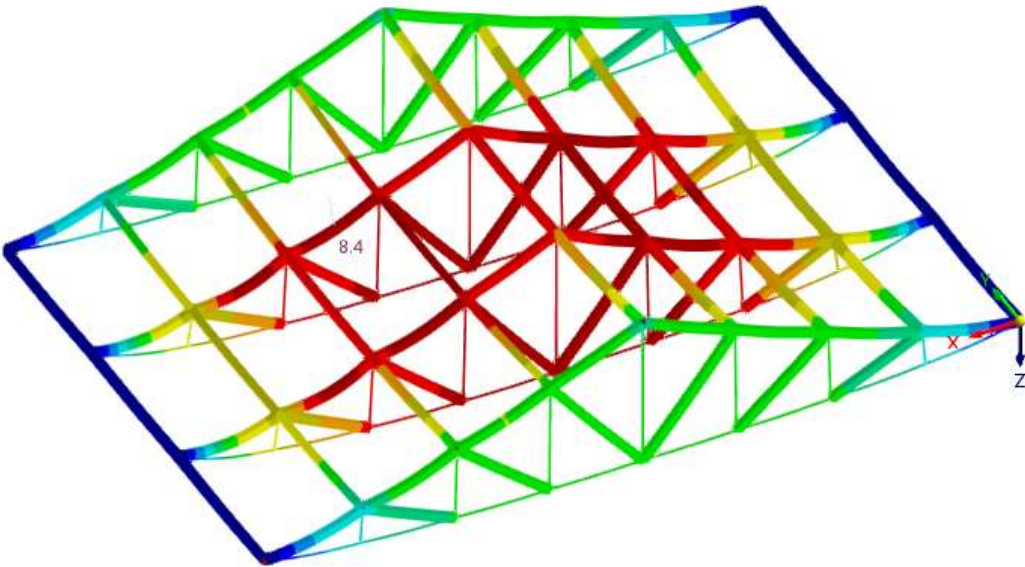
案例 3 钢木屋架

摘要：

建立钢木屋架模型，详细介绍如何 rfem6 进行钢木混合结构建模、分析、设计的步骤和方法。

教程目录

1. 模型信息.....	1
2. 建立模型.....	4
2.1 创建模型文件.....	4
2.2 新建材料和截面.....	6
2.3 创建结构模型.....	9
2.4 施加边界条件.....	17
2.5 施加载载.....	18
2.6 指定木构件的计算长度.....	21
2.7 指定木构件的使用条件.....	23
2.8 指定木构件的承载能力极限状态配置.....	24
2.10 指定木构件的长细比限值和设计使用年限.....	25
2.11 指定木构件的正常使用极限状态配置.....	26
2.12 指定木构件的抗火承载力配置.....	26
2.13 指定木构件局部承压验算设置.....	27
2.14 指定钢构件的计算长度.....	29
2.15 指定钢构件长细比限值.....	30
2.16 指定钢构件的挠度限值.....	31
3. 计算和设计.....	32
4. 查看结果.....	33
5. 打印计算书.....	36



1. 模型信息

本案例以跨度为 18m 的 KK 式钢木结构桁架为背景，详细介绍如何使用 RFEM6 进行木结构设计的步骤和方法。

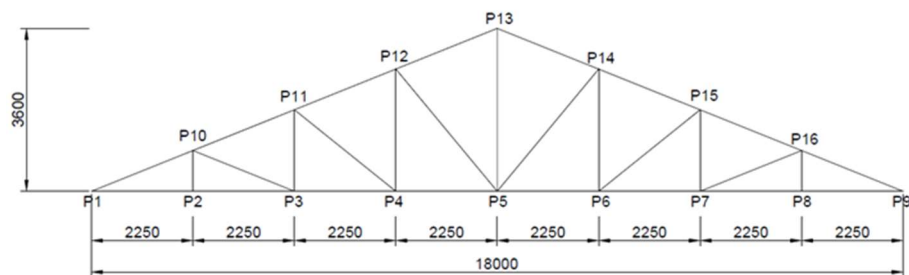


图 1-1 结构尺寸

结构构件材料及尺寸如下：

材料	针叶木 TC15B(目测分级)、Q235
上弦杆	160mmX200mm 方木
下弦杆	50x4mm 圆钢
竖腹杆	50x4mm 圆钢
斜腹杆	160mmX200mm 方木
设计规范	GB50005-2017
屋架跨度	18m
屋架间距	4m
屋面恒荷载	1kN/m ²
屋面活荷载	0.5kN/m ²
设计使用年限	50 年
钢结构设计标准	GB50017-2017
木结构设计标准	GB50005-2017

在模型中，所有的杆件类型均为“梁”。通过设置杆端铰来模拟桁架。程序中的“梁”示意图如下：

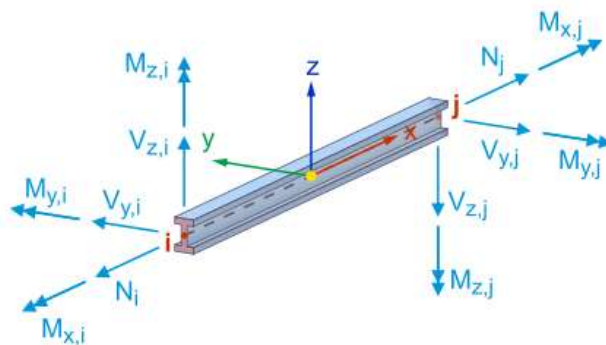


图 1-2 杆件类型“梁”

实际工程中木结构杆件与杆件的连接节点常用做法如下：

连接形式	节点力学性能
齿连接	主要传递轴力，传递少量剪力
榫卯连接	半刚性
销轴连接	可假设为铰接
齿板连接	尚处研究阶段

本案例中，上弦杆认为通长，上弦杆与上弦杆之间为刚接。

竖腹杆、斜腹杆与上弦杆的连接节点做法如下：

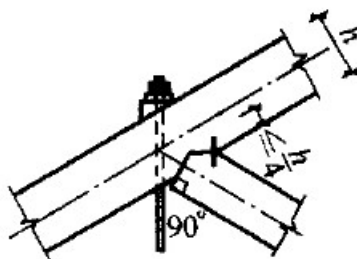


图 1-3 腹杆与上弦杆连接节点

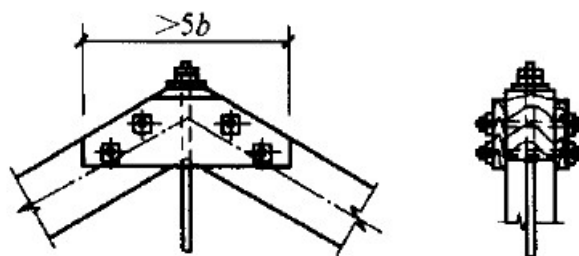


图 1-4 上弦中间节点

故竖腹杆与上弦杆认为铰接，释放节点处 M_y 、 M_z 的传递。斜腹杆与上弦杆认为铰接，释放节点处 M_y 、 M_z 。

竖腹杆、斜腹杆与下弦杆的连接节点做法如下：

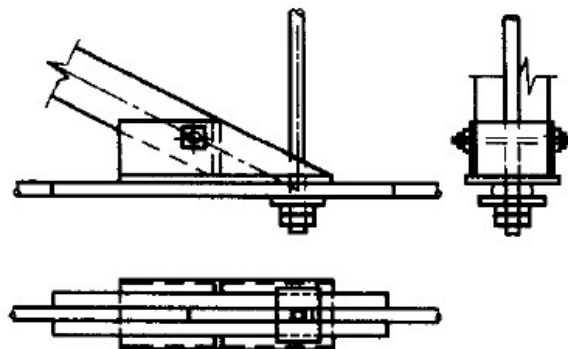


图 1-5 腹杆与下弦杆连接节点

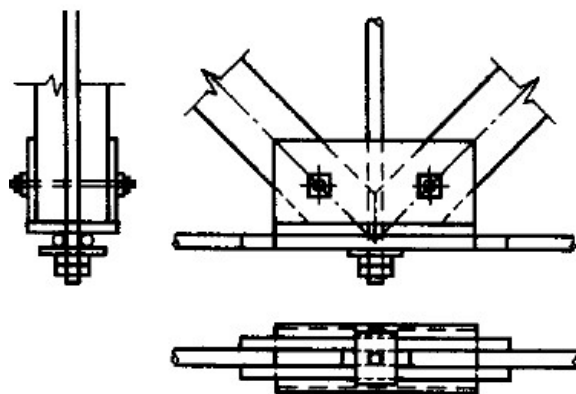


图 1-6 下弦中间节点做法

故竖腹杆与下弦杆认为铰接，释放节点处 M_y 、 M_z 的传递。斜腹杆与下弦杆认为铰接，释放节点处 M_y 。

支座处节点做法如下，支座认为铰接支座：

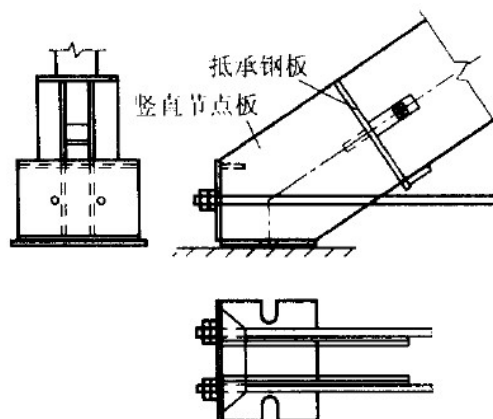


图 1-7 支座节点做法

2. 建立模型

2.1 创建模型文件

1. 打开 RFEM6 程序，点击菜单栏中的[文件]，选择[新建]，打开[新建模型-基本数据]对话框。

2. 在[新建模型-基本数据]对话框的[基本]选项卡中，定义新建文件的名称为“钢木结构屋架”。

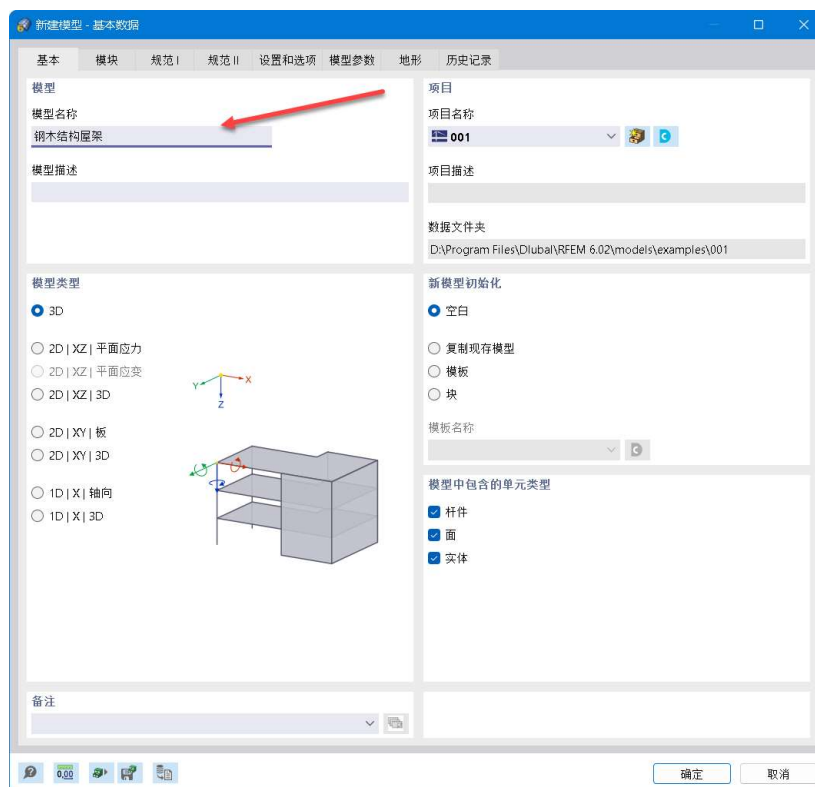


图 2-1 输入文件名称

3. 将[新建模型-基本数据]对话框切换到[模块]选项卡，勾选 [钢结构设计]、[木结构设计]模块。

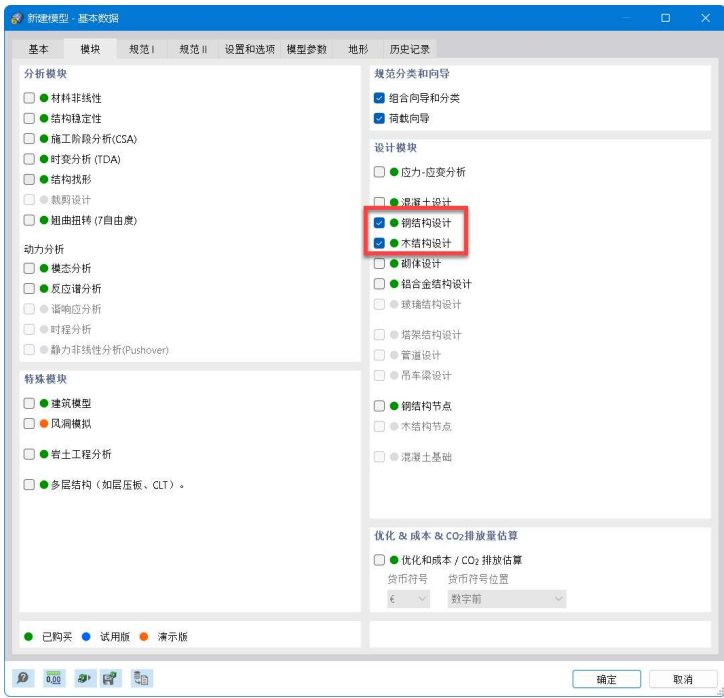


图 2-2 选择模块

4.将[新建模型-基本数据]对话框切换到[规范 I]选项卡，将[荷载工况分类和组合向导]的规范选择为 GB50068，荷载向导的规范选择为 GB50009，钢结构设计规范选择为 GB50017，木结构设计标准选择为 GB50005。

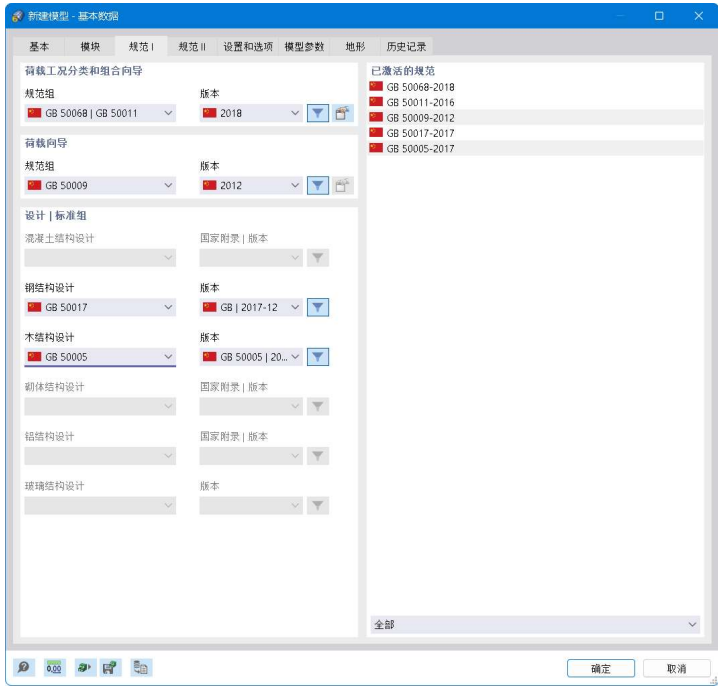


图 2-3 选择设计规范


5.点击右下角的[确定]按钮，完成模型的创建。

2.2 新建材料和截面

1.在导航器-数据> “钢木结构屋架” >基本对象>材料>右键单击，选择[新建材料]>打开[新建材料]对话框。



图 2-4 新建材料

- 2.点击[新建材料]对话框中的  按钮，打开[从库中选择材料]对话框。
- 3.在[从库中选择材料]对话框中，选中“针叶木 TC15B”，点击右下角的[确定]，关闭[从库中选择材料]对话框，“针叶木 TC15B” 将被导入到模型中。

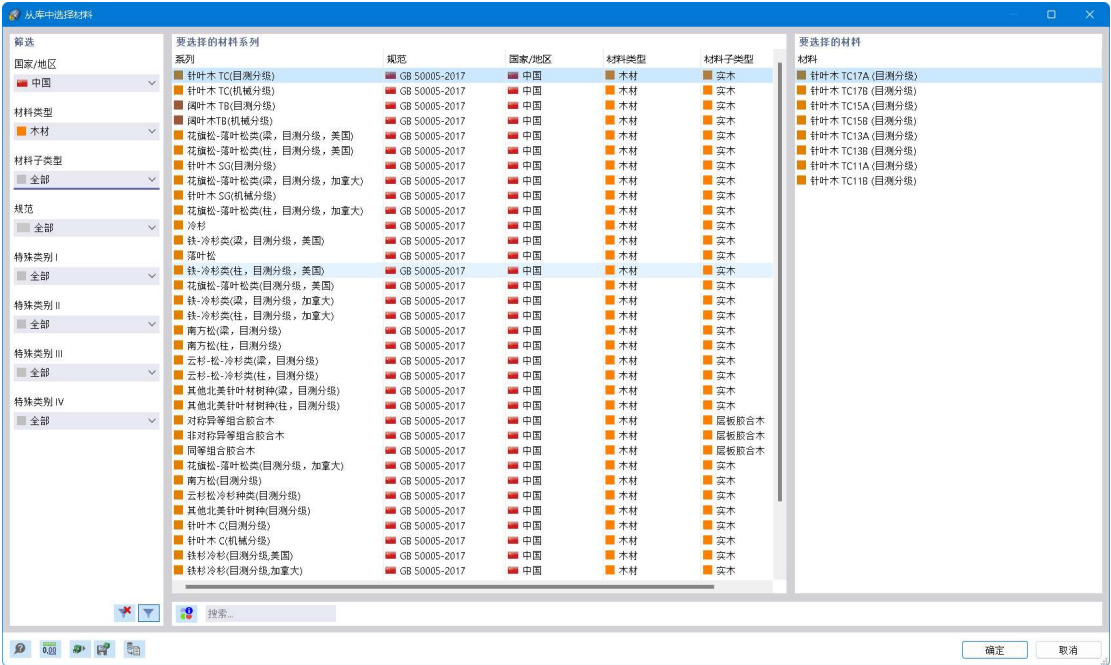




图 2-5 从库中选择“针叶木 TC15B”

4. 点击[新建材料]对话框左下角的  按钮，新建材料。并点击对话框中的  按钮，打开[从库中选择材料]对话框。

5. 在[从库中选择材料]对话框中，选中“Q235”，点击右下角的[确定]，关闭[从库中选择材料]对话框，“Q235”将被导入到模型中。

6. 点击[新建材料]对话框右下角的[确定]按钮，关闭[新建材料]对话框。完成材料的创建。

7. 点击导航器-数据>“钢木结构屋架”>基本对象>截面>右键单击，选择[新建截面]>打开[新建截面]对话框。



图 2-6 导航器-新建截面

8. 在[新建截面]对话框截面 1 的[基本]选项卡中，将截面材料指定为“针叶木 TC15B”，截面类型指定为“参数化-厚壁 I”，截面形状指定为矩形。

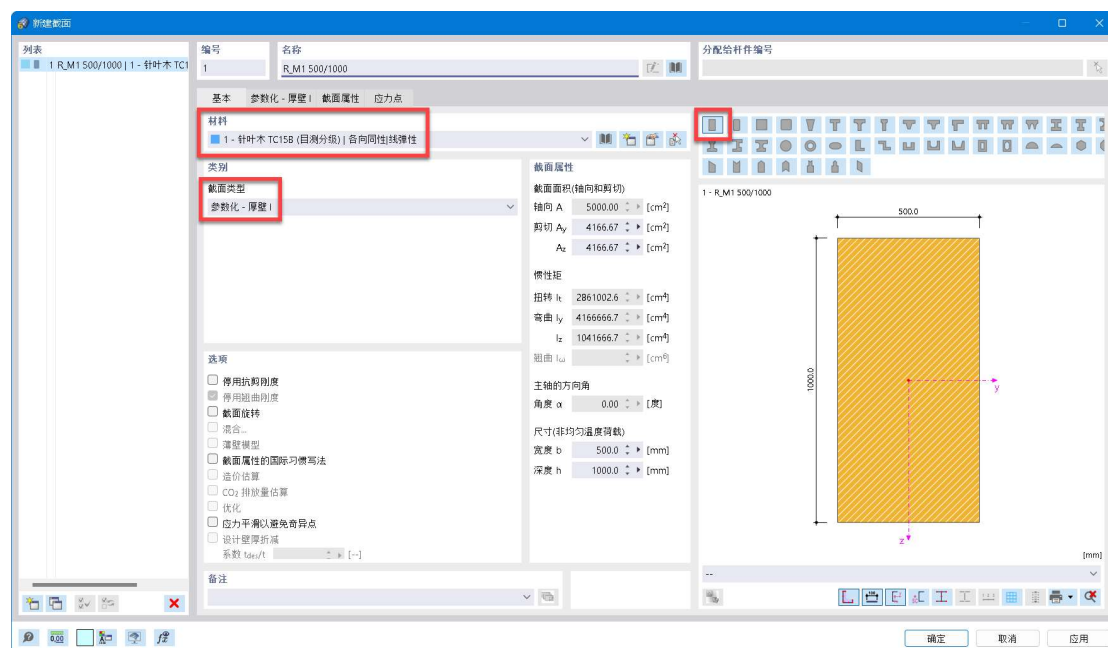


图 2-7 指定截面 1 的材料、形状

9. 将截面 1 切换到[参数化-厚壁 I]选项卡，将截面尺寸指定为 b: 160mm, h: 200mm。

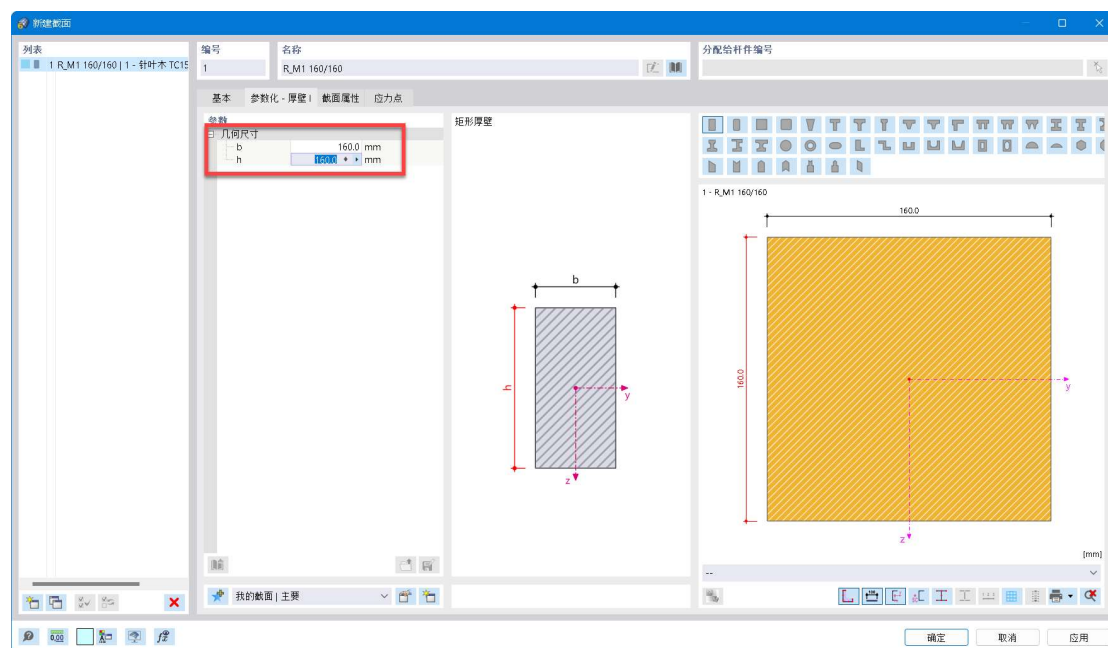



图 2-8 指定截面 1 的尺寸

10. 点击[新建截面]对话框左下角的  按钮，新建截面 2。在[新建截面]对话框截面 2 的[基本]选项卡中，将截面材料指定为“Q235”，截面类型指定为“参数化-薄壁”，截面形状指定为圆形空心截面。

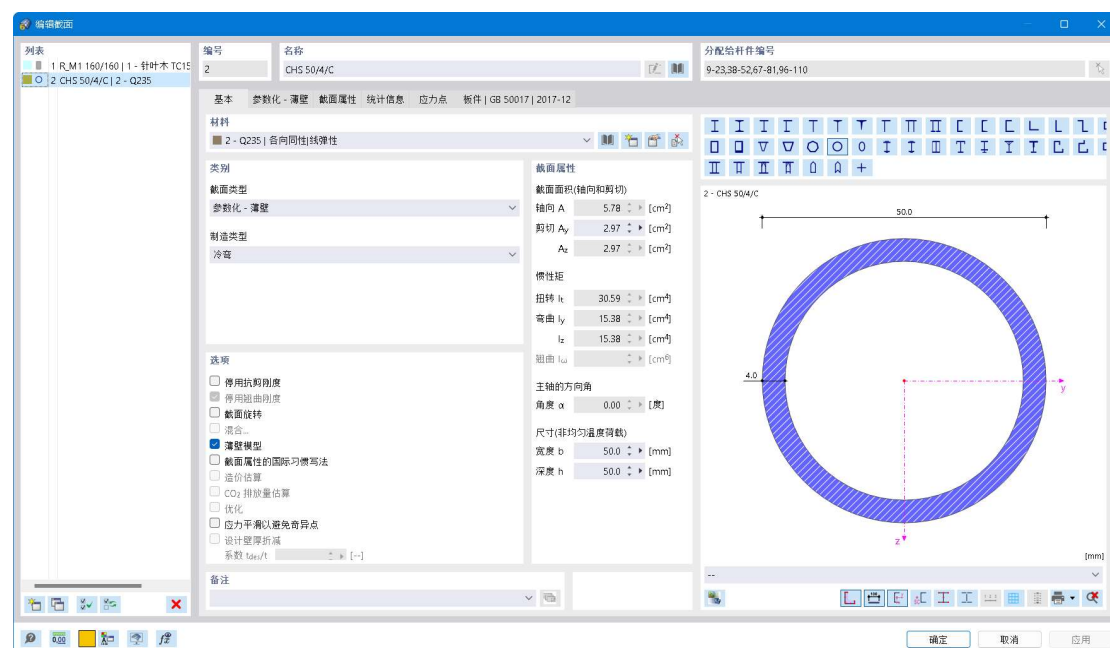


图 2-9 指定截面 2 的材料、形状

11. 将截面 2 切换到[参数化-薄壁]选项卡中，定义截面尺寸为 d: 50mm, t: 4mm。

12. 点击右下角的[确定]按钮，关闭新建截面对话框，完成截面的创建。

2.3 创建结构模型



1. 点击工具栏中的  按钮，打开[新建节点]对话框，将节点坐标设置为(0, 0, 0)，点击右下角的确定，完成节点 1 的创建。



图 2-10 新建节点

2.选中节点 1，点击工具栏中的  按钮，打开[移动/复制]对话框。勾选“创建副本”，复制次数设置为 1，位移向量设置为(18, 0, 0)。点击右下角的[确定]，关闭对话框。





3.点击工具栏  右侧的  按钮，从中选择“两个节点之间”，打开[新建节点-类型“两个节点之间”]对话框。使用  按钮依次选择节点 1 和节点 2，并将竖向偏移 z_k 设置为-3.6m，点击右下角的[应用]按钮，关闭对话框，完成节点 3 的创建。



图 2-11 新建节点-两个节点之间

4.点击工具栏中的  按钮，将创建的三个节点互相连接。

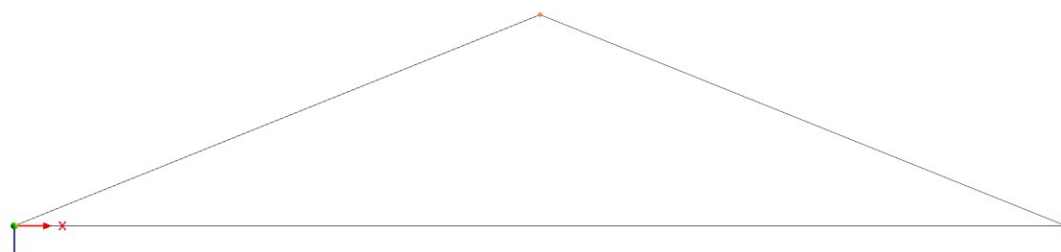


图 2-12 新建线

5.选中上弦的线段，右键单击，选择划分线-n 个中间节点，打开[使用 n 个中间节点划分线]对话框。将中间节点数设置为 3，点击右下角的[确定]按钮，将上弦的线段四等分。

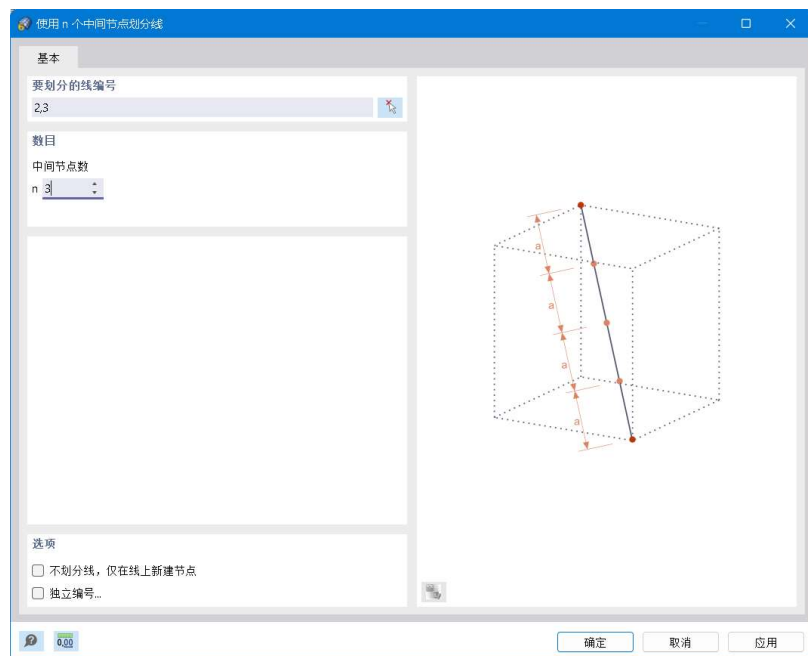


图 2-13 使用 n 个中间节点划分线

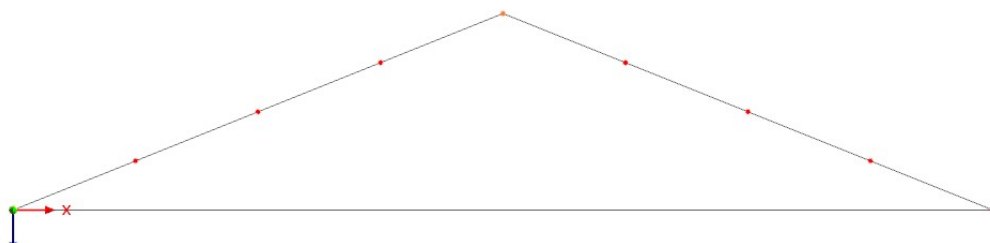


图 2-14 上弦线段被等分

6.选中下弦对应的线段，右键单击，选择划分线-n 个中间节点，打开[使用 n 个中间节点划分线]对话框。将中间节点数设置为 7，点击右下角的[确定]按钮，将上弦的线段 8 等分。

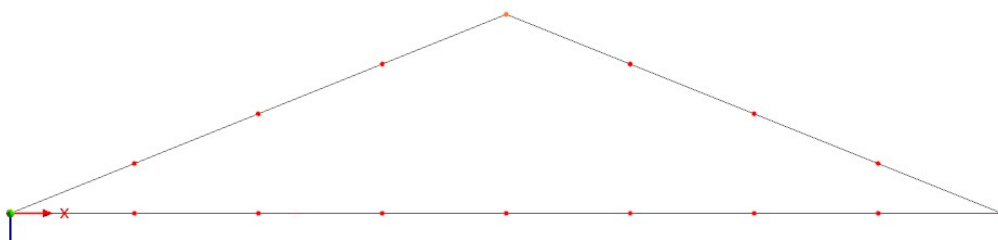



图 2-15 下弦线段被等分

7. 点击工具栏中的按钮，创建腹杆对应的线段。

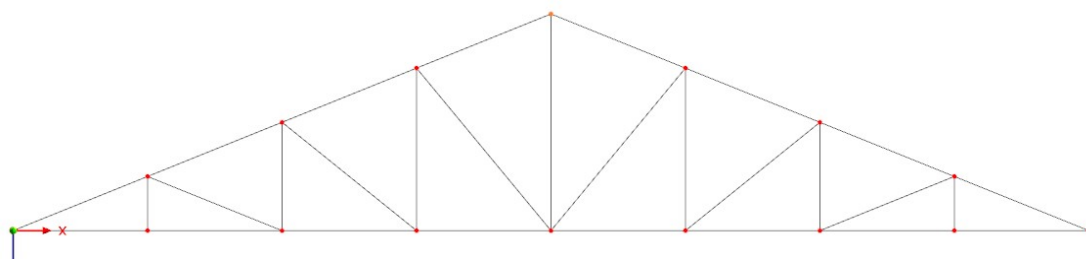


图 2-16 创建腹杆对应的线段

注：在创建腹杆的线段时，注意线段的方向，尽可能使所有线段的方向一致，以便后续创建杆端铰时区分杆件始端和杆件末端。本案例中，所有腹杆线段的方向均为由下弦杆指向上弦杆。

8. 选中上弦对应的线段，双击，打开[编辑线]对话框，勾选[杆件]，打开[新建杆件]对话框。在[新建杆件]对话框的[基本]选项卡中，将杆件类型指定为“梁”。将[新建杆件]对话框切换到[截面]选项卡中，将截面指定为“RM 160/200”。点击右下角的[确定]，关闭对话框，完成上弦杆的创建。

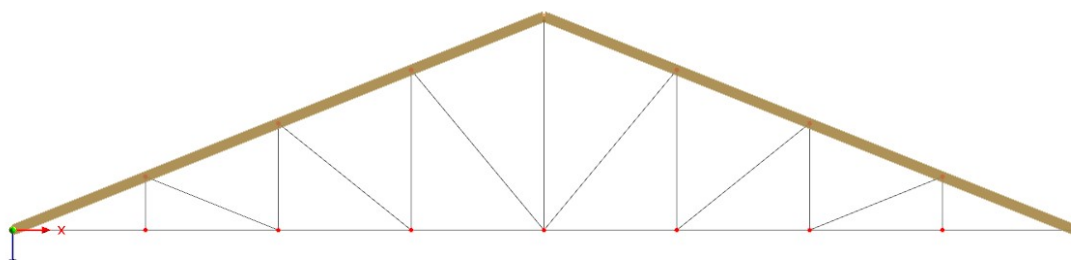


图 2-17 完成上弦杆的创建

9. 选中下弦对应的线段，双击，打开[编辑线]对话框，勾选[杆件]，打开[新建杆件]对话框。在[新建杆件]对话框的[基本]选项卡中，将杆件类型指定为“梁”。将[新建杆件]对话框切换到[截面]选项卡中，将截面指定为“50x4 圆钢”。点击右下角的[确定]，关闭对话框，完成下弦杆的创建。

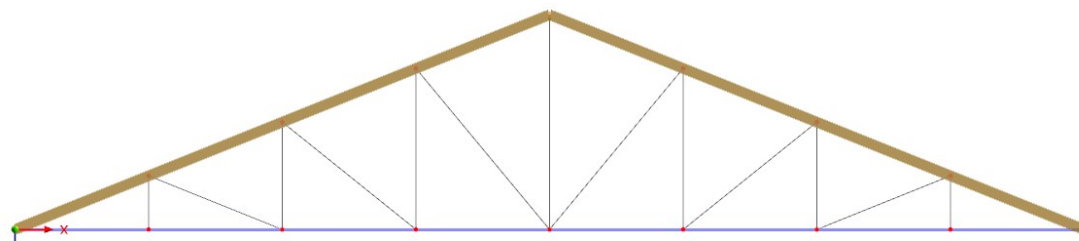


图 2-18 完成下弦杆的创建

10.选中竖腹杆对应的线段，双击，打开[编辑线]对话框，勾选[杆件]，打开[新建杆件]对话框。在[新建杆件]对话框的[基本]选项卡中，将杆件类型指定为“梁”。将[新建杆件]对话框切换到[截面]选项卡中，将截面指定为“50x4 圆钢”。点击右下角的[确定]，关闭对话框，完成竖向腹杆的创作。

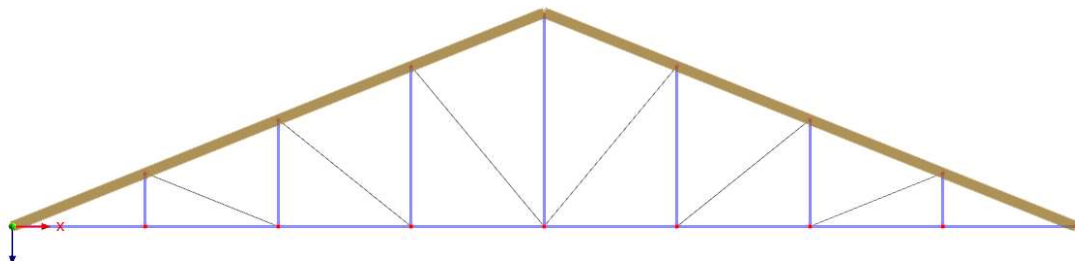


图 2-19 完成竖向腹杆的创作

11.选中斜腹杆对应的线段，双击，打开[编辑线]对话框，勾选[杆件]，打开[新建杆件]对话框。在[新建杆件]对话框的[基本]选项卡中，将杆件类型指定为“梁”。将[新建杆件]对话框切换到[截面]选项卡中，将截面指定为“RM 160/200”。点击右下角的[确定]，关闭对话框，完成斜腹杆的创作。

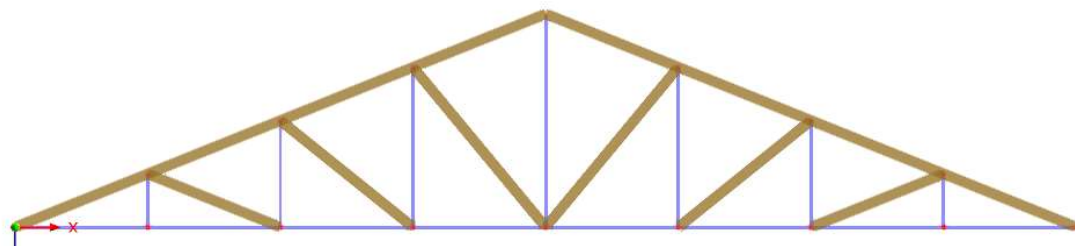




图 2-20 完成斜腹杆的创作

12.选中斜腹杆，双击，打开[编辑杆件]对话框，在[基本]选项卡中勾选[铰]，将对话框切换到[铰]对话框，在杆端铰-杆件始端 i 下拉菜单中选择“新建杆端铰”，打开[新建杆端铰]对话框。

13.在[新建杆端铰]对话框中，勾选 φ_y ，释放 M_y 的传递，并点击  按钮，将杆端铰的名称输入为“斜腹杆-下弦杆”。点击右下角的[确定]，关闭对话框。

14.在杆端铰-杆件始端 j 下拉菜单中选择“新建杆端铰”，打开[新建杆端铰]对话框。

15.在[新建杆端铰]对话框中，勾选 φ_y 、 φ_z ，释放 M_y 和 M_z 的传递，并点击

按钮，将杆端铰的名称输入为“斜腹杆-上弦杆”。点击右下角的[确定]，关闭对话框。

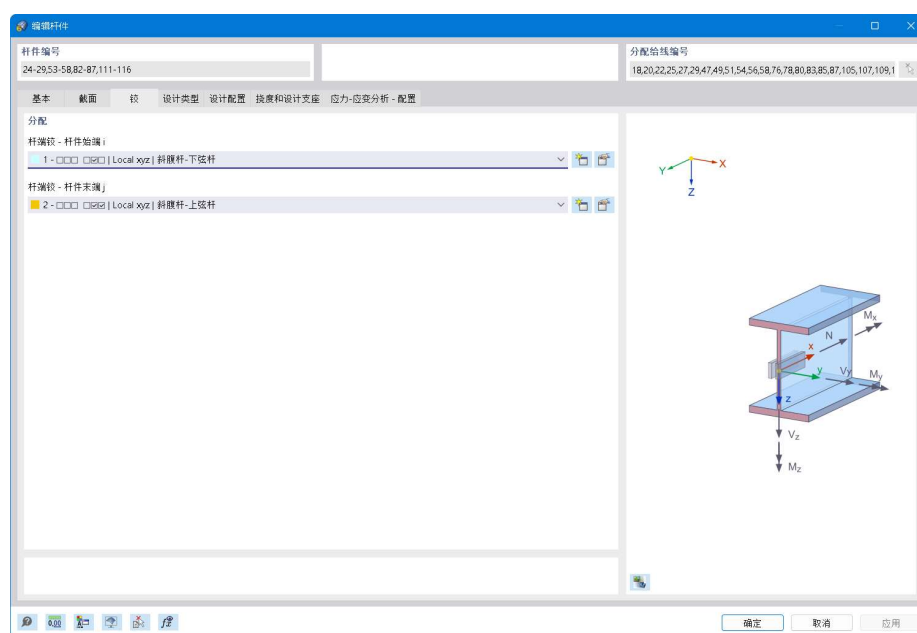




图 2-21 为斜腹杆设置杆端铰

16. 点击[编辑杆件]对话框右下角的[确定]按钮，关闭对话框，完成斜腹杆杆端铰的设置。

17. 选中竖腹杆，双击，打开[编辑杆件]对话框，在[基本]选项卡中勾选[铰]，将对话框切换到[铰]对话框，在杆端铰-杆件始端 i 下拉菜单中选择“新建杆端铰”，打开[新建杆端铰]对话框。

18. 在[新建杆端铰]对话框中，勾选 φ_y 、 φ_z ，释放 M_y 和 M_z 的传递，并点击 按钮，将杆端铰的名称输入为“竖腹杆-下弦杆”。点击右下角的[确定]，关闭对话框。

19. 在杆端铰-杆件始端 j 下拉菜单中选择“新建杆端铰”，打开[新建杆端铰]对话框。在[新建杆端铰]对话框中，勾选 φ_y 、 φ_z ，释放 M_y 和 M_z 的传递，并点击 按钮，将杆端铰的名称输入为“竖腹杆-上弦杆”。点击右下角的[确定]，关闭对话框。

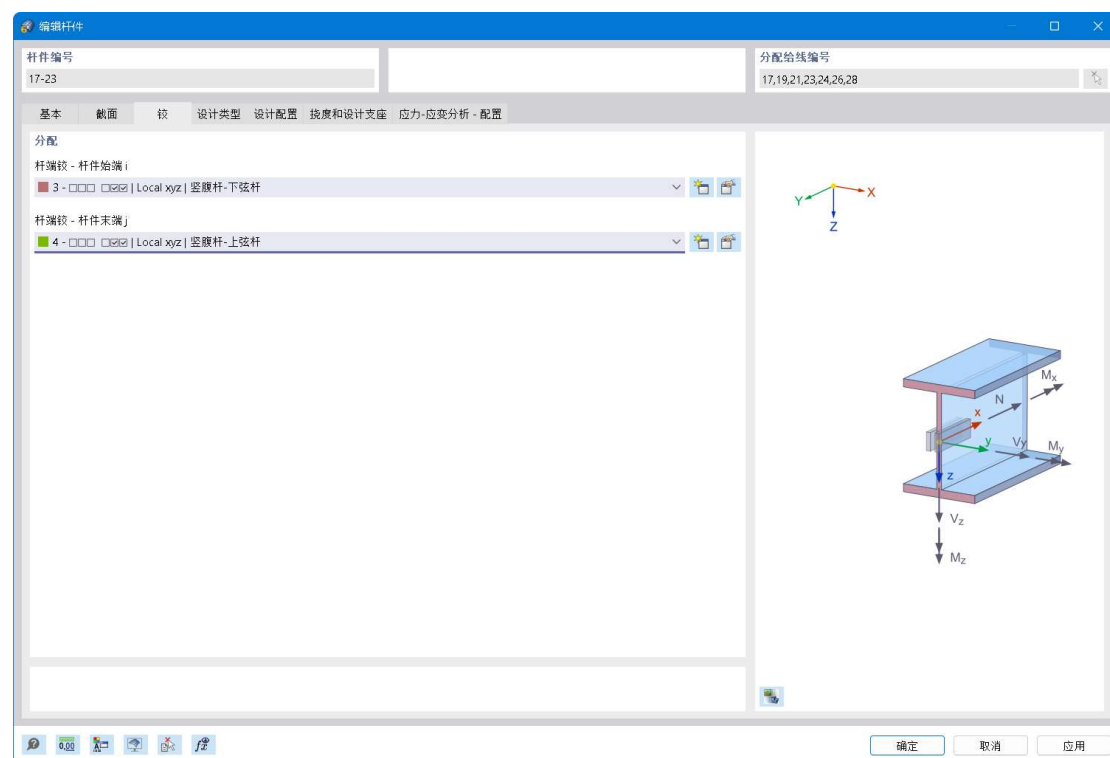


图 2-22 为竖腹杆设置杆端铰

20. 点击[编辑杆件]对话框右下角的[确定]按钮，关闭对话框，完成竖腹杆杆端铰的设置。

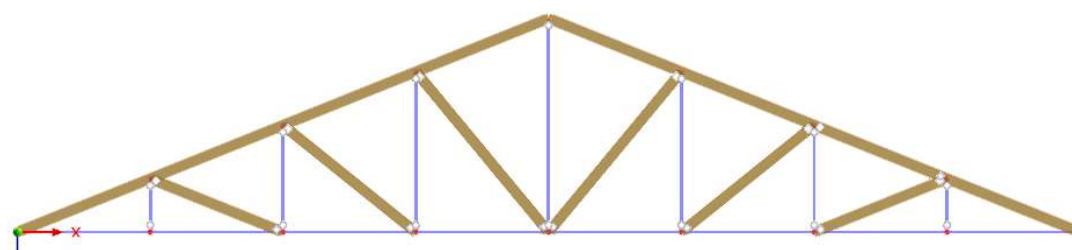




图 2-23 完成屋架杆端铰的设置

21. 选中创建好的屋架，并取消选中不需要的节点。点击工具栏中的  按钮，打开[移动/复制]对话框，勾选“创建副本”，复制次数设置为 3，将位移向量设置为(0, 4, 0)。将对话框切换到[编号和选项]选项卡，勾选[步间连接]。将对话框切换到[步间连接]选项卡，勾选[用杆件连接节点]，并点击右侧的  按钮，打开[新建杆件]对话框。

22. 在[新建杆件]对话框的[基本]选项卡中，将杆件类型设置为“梁”；将对话

框切换到[截面]选项卡，将截面指定为“RM 160/200”；点击右下角的[确定]，关闭[新建杆件]对话框。

23. 点击[移动/复制]对话框右下角的[确定]按钮，关闭对话框。

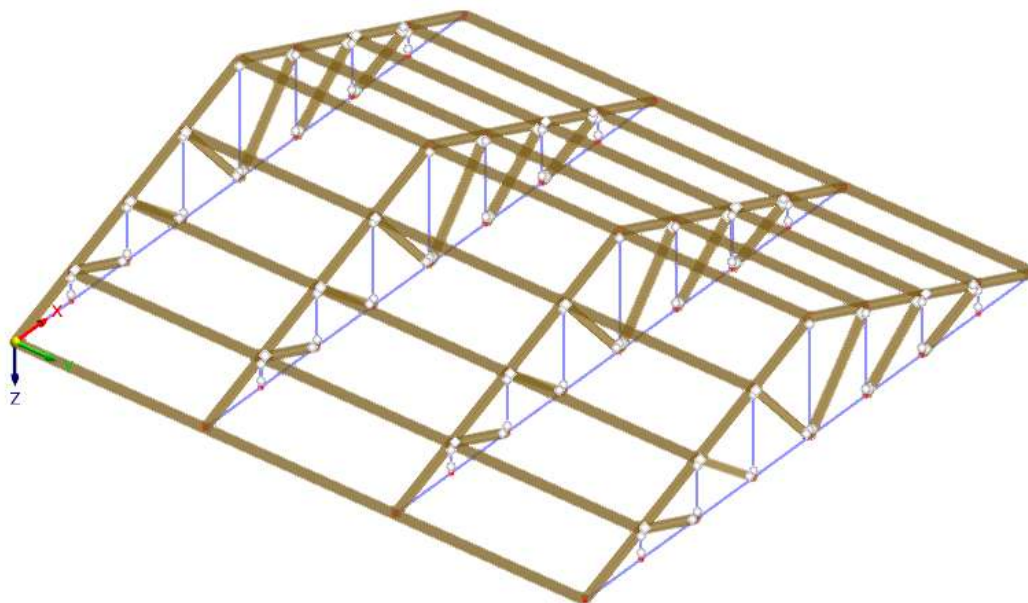



图 2-24 复制屋架

24. 选中系杆，双击，打开[编辑杆件]对话框，在[基本]选项卡中勾选[铰]；将对话框切换到[铰]选项卡，在杆端铰-杆件始端 i 下拉菜单中选择“新建杆端铰”，打开[新建杆端铰]对话框。

25. 在[新建杆端铰]对话框中，勾选 φ_y ，释放 M_y 的传递，并点击  按钮，将杆端铰的名称输入为“系杆-屋架”。点击右下角的[确定]，关闭对话框。

26. 将杆端铰-杆件末端 j 指定为“系杆-屋架”。点击右下角的[确定]，关闭对话框。

27. 选中非屋脊处的系杆，双击，打开[编辑杆件]对话框。将[编辑杆件]对话框切换到[截面]选项卡，杆件转动类型指定为[辅助节点]，并将辅助节点指定为屋脊处的一个节点。

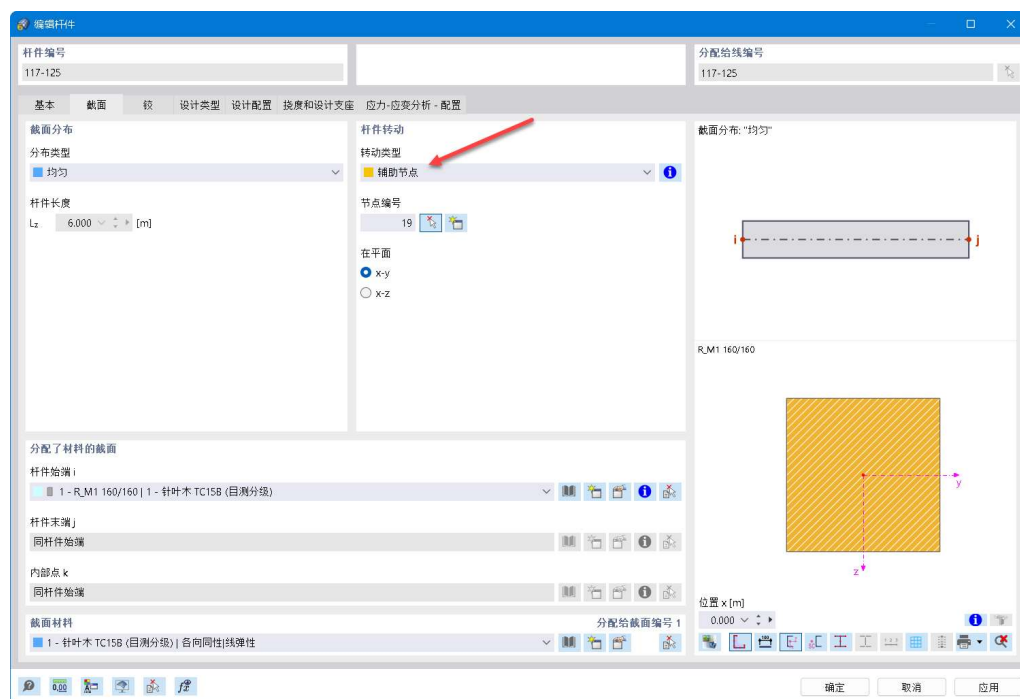



图 2-26 使用辅助节点转动杆件

28. 点击右下角的[确定], 关闭编辑杆件对话框。完成模型的创建。

2.4 施加边界条件

1. 点击工具栏中的  按钮, 打开[新建节点支座]对话框。支座类型选择为“铰接”, 点击右下角的[确定]按钮, 选择屋架的支座节点。

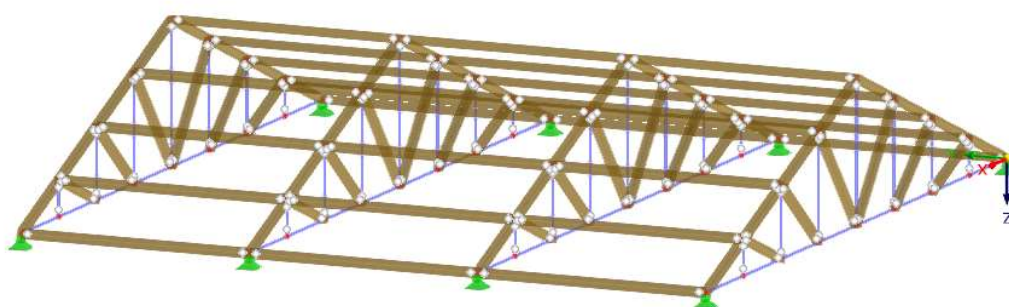



图 2-27 为结构施加边界条件

2.5 施加荷载

1.在导航器-数据>“钢木结构屋架”>基本对象>面>右键单击,选择新建平面,打开[新建面]对话框。在对话框的[基本]选项卡中,将刚度类型指定为“导荷虚面”(或“传递荷载”),并使用右上角的按钮指定面的边界线。

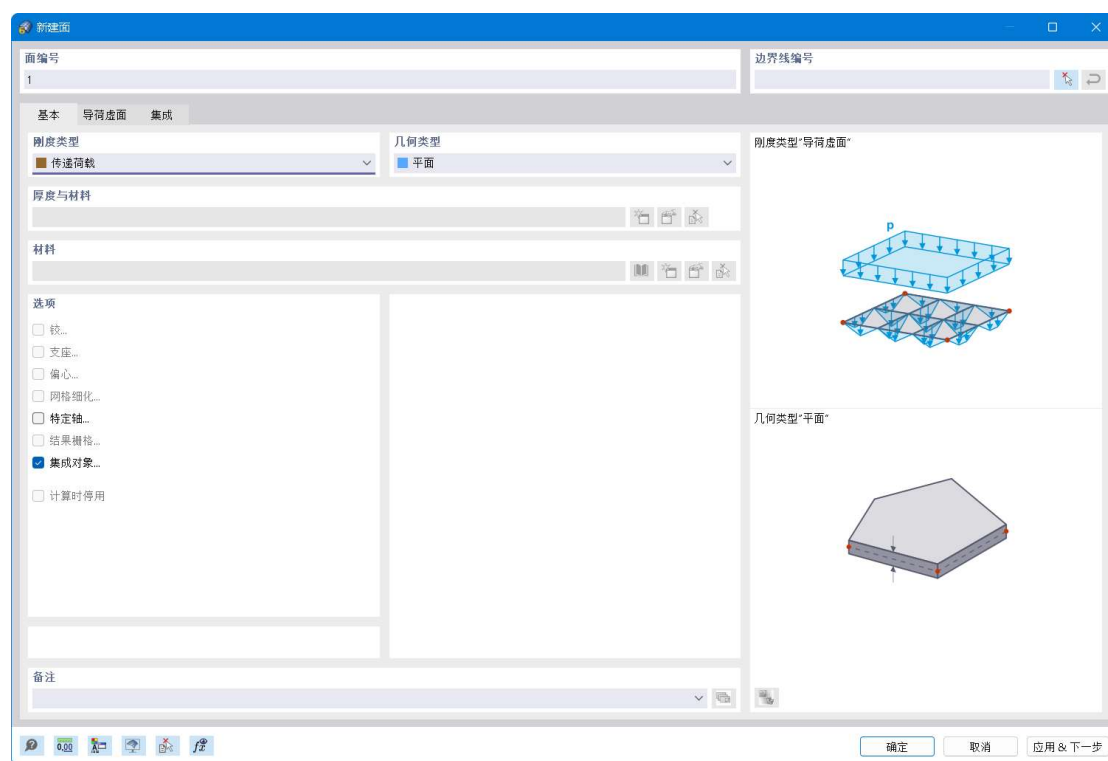


图 2-28 新建导荷虚面

2.将对话框切换到[导荷虚面]选项卡，将不作用在以下构件-平行于杆件编号指定为系杆，则作用在导荷虚面上的荷载不会向平行于系杆的杆件上传导。由于所有系杆互相平行，故荷载不会向系杆上传递。

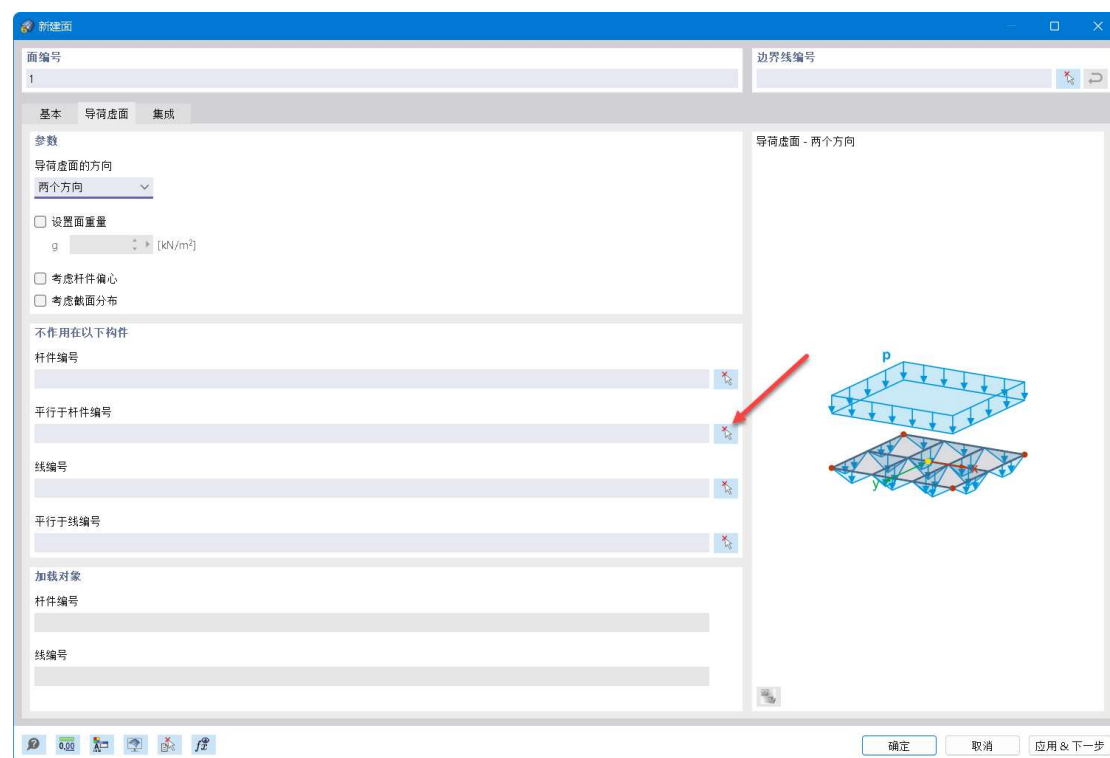


图 2-29 控制面荷载的传递方向

3.用同样的方式建立右侧屋面。

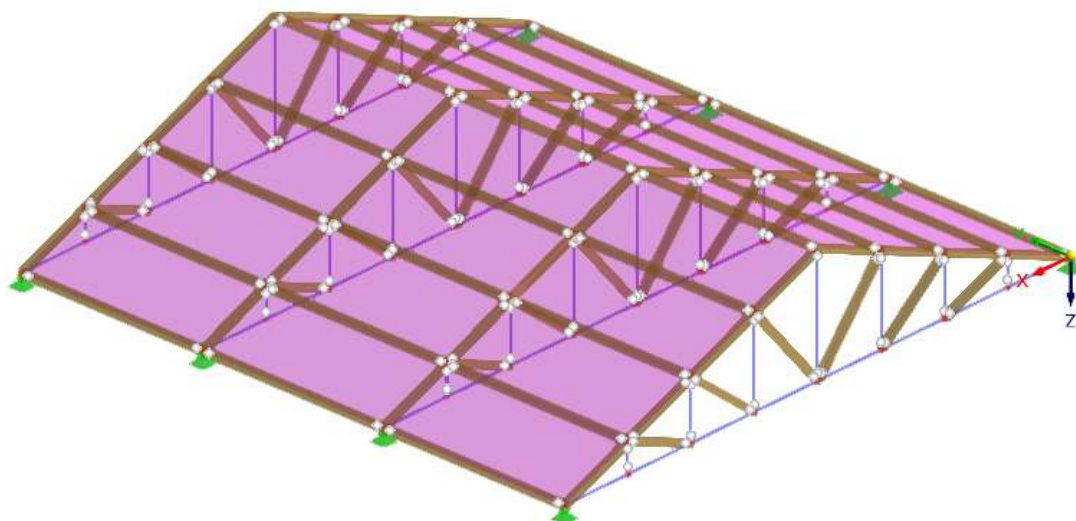



图 2-30 创建导荷虚面

4.在导航器-数据>“钢木屋架结构”>荷载工况和组合>右键单击，选择“荷载工况和组合”>打开[荷载工况和组合]对话框。

5.将[荷载工况和组合]对话框切换到[荷载工况]选项卡，点击左下角的  按钮。

钮，新建荷载工况 LC2。将荷载工况 LC2 的名称设置为“活荷载 1”，荷载作用类别设置为“屋面活荷载-不上人屋面”。

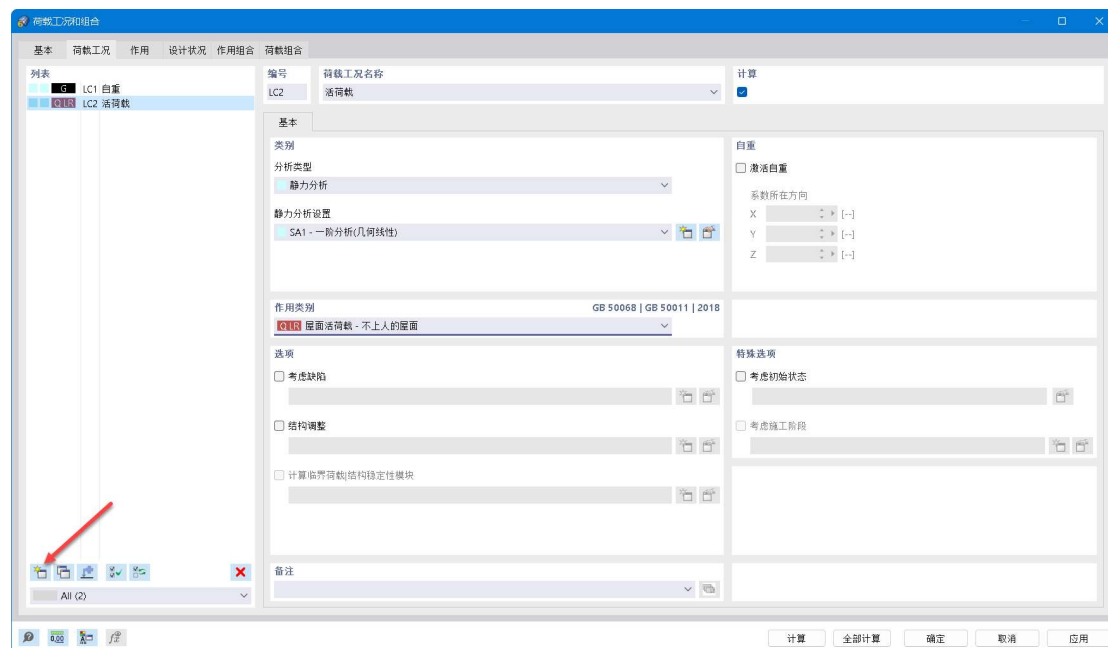




图 2-31 新建屋面活荷载的荷载工况

6. 点击左下角的  按钮，新建荷载工况 LC3。将荷载工况 LC3 的名称设置为“活荷载 2”，荷载作用类别设置为“屋面活荷载-不上人屋面”。

注：此处是为了考虑活荷载最不利布置，故将左右屋面的屋面荷载分成两个荷载工况进行布置。

7. 点击右下角的[确定]按钮，关闭[荷载工况和组合]对话框。

8. 点击工具栏中的  按钮，打开[新建面荷载]对话框。在[新建面荷载]对话框中，将荷载工况指定为 LC1-自重，荷载类型指定为均布力，荷载大小指定为 1kN/m^2 ，点击右下角的[确定]，并选中需要施加均布面荷载的导荷虚面。

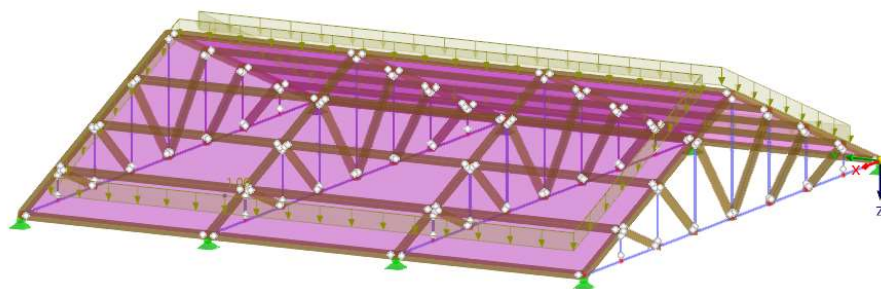




图 2-32 为导荷虚面施加自重均布面荷载

9. 点击工具栏中的  按钮，打开[新建面荷载]对话框。在[新建面荷载]对话框中，将荷载工况指定为 LC2-活荷载 1，荷载类型指定为均布力，荷载大小指定为 0.5kN/m^2 ，点击右下角的[确定]，并选中左侧的导荷虚面。

10. 点击工具栏中的  按钮，打开[新建面荷载]对话框。在[新建面荷载]对话框中，将荷载工况指定为 LC3-活荷载 2，荷载类型指定为均布力，荷载大小指定为 0.5kN/m^2 ，点击右下角的[确定]，并选中右侧的导荷虚面。

2.6 指定木构件的计算长度

对于木桁架的压杆计算长度，规范中给出如下的规定。根据《木结构设计标准》7.2.6 条规定：“在结构平面内，桁架弦杆及腹杆应取节点中心间的距离。在结构平面外，桁架上弦应取锚固檩条间距离；桁架腹杆应取节点中心间距离。在杆系拱、框架及类似结构中的受压下弦，应取侧向支撑点间的距离。”

明显，本例中，木桁架杆件的平面内计算长度和平面外计算长度即为该杆件的计算长度。

对于系杆，根据《木结构设计标准》表 5.1.5 规定，其平面内计算长度系数为 1.0，平面外计算长度系数为 1.0。

注：后续设计系杆与上弦杆的连接节点时，应选取仅释放 M_y ，但不释放 M_z 的连接节点，以使计算和实际做法一致。之所以控制系杆与上弦杆的连接节点仅能释放 M_y 的传递，是为了保障整体结构为静定结构。如果选取了同时释放 M_y 和 M_z 的连接节点，可在屋架与屋架之间设置适当的支撑，以保证结构为静定。

1. 点击导航器-数据>“钢木屋架结构”>木结构参数设置>有效长度>右键单击，选择[新建有效长度]，打开[新建有效长度]对话框。

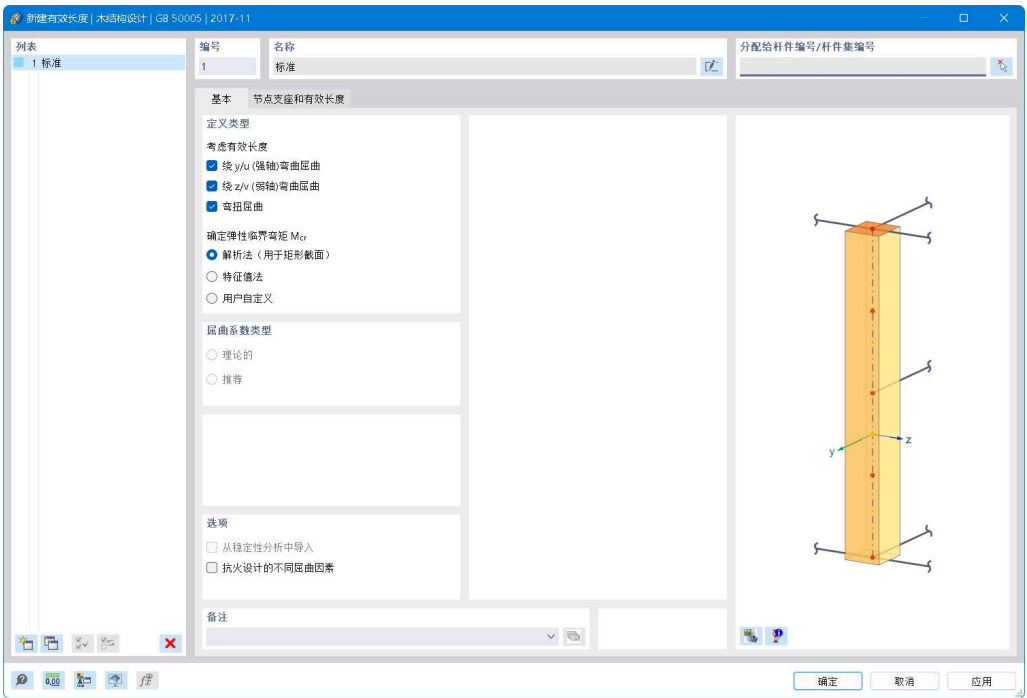


图 2-33 新建有效长度对话框

2.在对话框的[基本]选项卡中,勾选考虑绕强轴和弱轴弯曲屈曲、弯扭屈曲。

注：弯扭屈曲即为弯矩作用平面外的侧向失稳，详细规定以及计算方法可以参考木结构设计标准 5.2.2 条规定。对于矩形截面，规范中给出了侧向稳定性系数的计算方法。

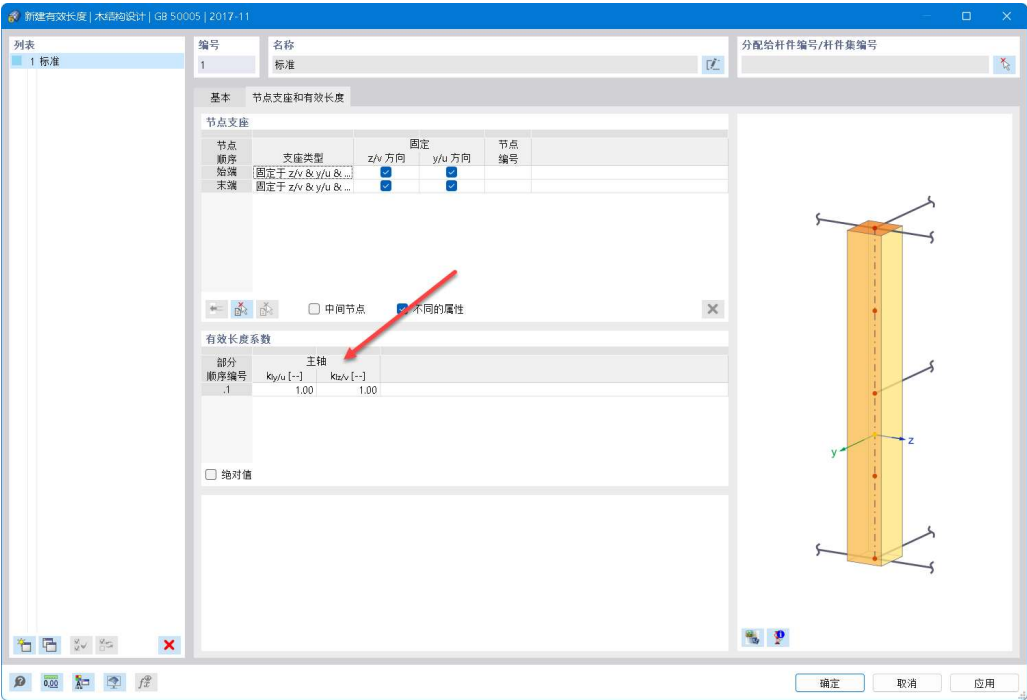







图 2-34 指定计算长度系数

3.将对话框切换到[节点支座和有效长度]选项卡，将绕杆件局部坐标轴 y 轴和 z 轴的有效长度系数指定为 1.0。

4.点击对话框中的  按钮，将该有效长度设置的名称设置为“弦杆和腹杆”；点击右上角的  按钮，将该有效长度分配给屋架的木弦杆和腹杆。

5.点击对话框左下角的  按钮，新建有效长度设置，在[基本]选项卡中，勾选考虑绕强轴和弱轴弯曲屈曲、弯扭屈曲。将对话框切换到[节点支座和有效长度]选项卡，将绕杆件局部坐标轴 y 轴的有效长度系数指定为 1.0，绕杆件局部坐标轴 z 轴的有效长度系数指定为 1.0。点击对话框中的  按钮，将该有效长度设置的名称设置为“系杆”；点击右上角的  按钮，将该有效长度分配给屋架的系杆。

2.7 指定木构件的使用条件

1. 点击导航器-数据>“钢木屋架结构”>木结构参数设置>使用条件>右键单击，选择[新建使用条件]，打开[新建使用条件]对话框。

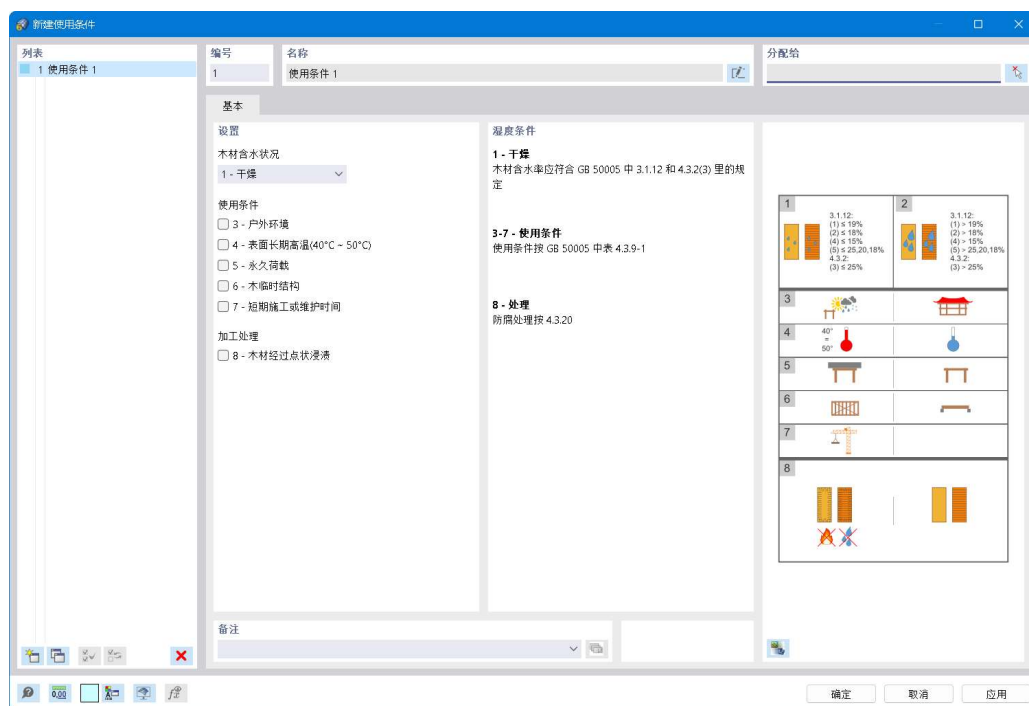







图 2-35 新建使用条件对话框

2.勾选“户外环境”，并点击对话框中的按钮，将该使用条件命名为“户外”；点击右上角的按钮，将该使用条件分配给屋架的系杆、上弦杆。

3.点击对话框左下角的按钮，新建使用条件，点击对话框中的按钮，将该使用条件命名为“室内”；点击右上角的按钮，将该使用条件分配给屋架的腹杆。

2.8 指定木构件的承载能力极限状态配置

木结构设计标准 4.3 中，除了根据木构件的使用条件对材料进行修正外，还规定需根据木构件是否切削、构件尺寸等来对构件材料弹性模量、强度等进行修正。

1. 点击导航器-数据>“钢木屋架结构”>木结构设计>承载能力极限状态配置>右键单击，选择[新建承载能力极限状态配置]，打开[新建承载能力极限状态配置]对话框。

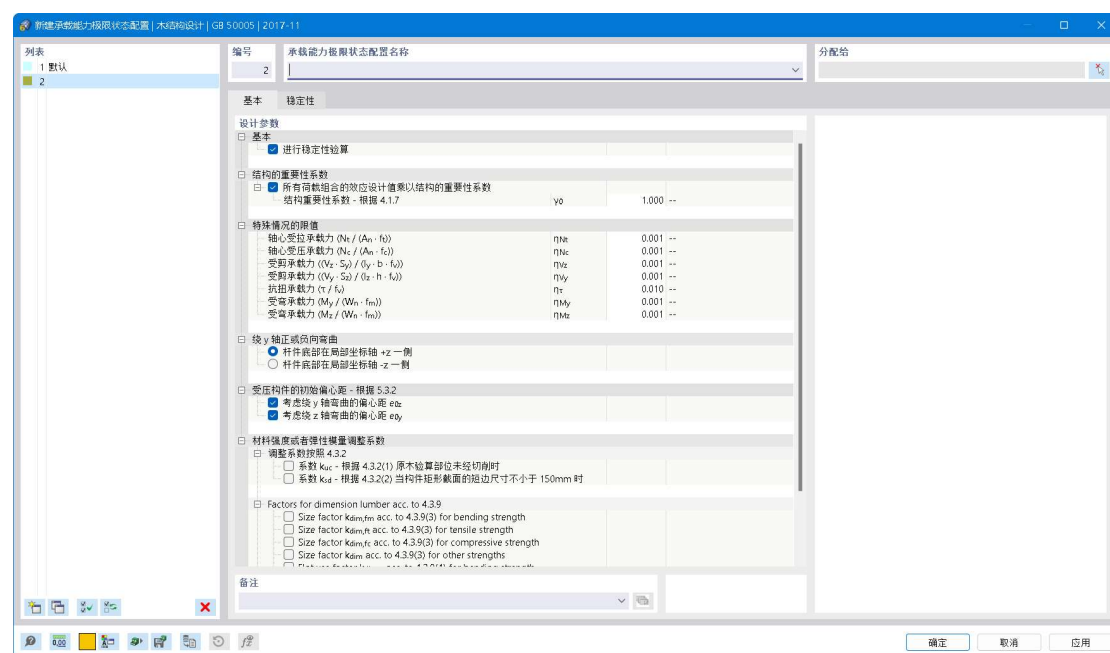


图 2-36 新建极限状态承载能力配置对话框

2.本案例中，所有木构件均为 160x200，为矩形截面，短边尺寸不小于 150mm，故需按照木结构设计标准 4.3.2.2，将其强度设计值提高 10%。勾选“系数 ksd-根

据 4.3.2(2)当构件矩形短边尺寸不小于 150mm 时”，使程序对木构件强度设计值进行放大。

3.本案例中， ρ =屋面活荷载/屋面恒荷载=0.5<1.0，根据《木结构设计标准》4.3.10(1)条规定，需对强度设计值进行调整。故在“调整系数按照 4.3.10(1)”处将屋面活荷载/屋面恒荷载输入为 0.5。

4.将对话框切换到[稳定性]选项卡，勾选“根据 5.2.3 的条件考虑侧向弯扭屈曲”。

5.点击右下角的确定，关闭对话框。

2.10 指定木构件的长细比限值和设计使用年限

1. 点击导航器-数据>“钢木屋架结构”>木结构设计>右键单击，选择[设置]，打开[全局设置|木结构设计]对话框。



图 2-37 全局设置|木结构设计对话框

2.根据《木结构设计标准》表 4.3.17 的规定，受压杆件的长细比不超过 120；根据《木结构设计标准》5.2.2 的规定，受弯杆件的长细比不超过 50；程序已按规范规定预设好长细比限值，并预设设计使用年限为 50 年；用户也可在该对话框中自定义长细比限值和设计使用年限。

2.11 指定木构件的正常使用极限状态配置

1. 点击导航器-数据>“钢木屋架结构”>木结构设计>正常使用极限状态配置>右键单击，选择[编辑]，打开[编辑正常使用极限状态配置]对话框。

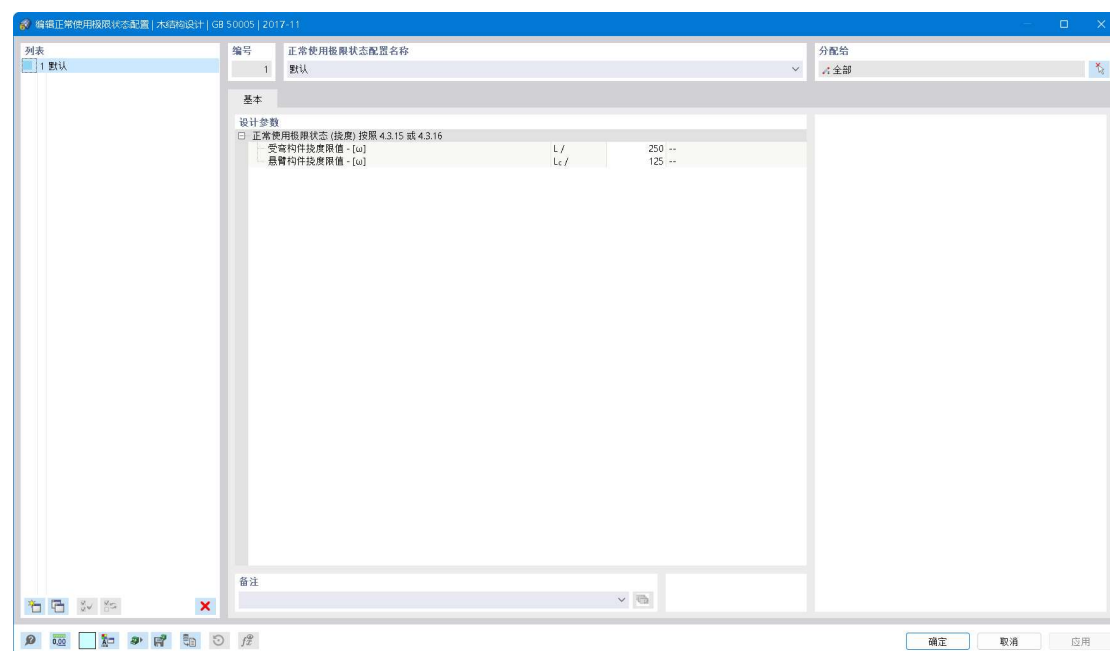


图 2-38 编辑正常使用极限状态配置对话框


2. 根据《木结构设计标准》表 4.3.15 规定，本案例中所有木构件的挠度限值均为 1/250。

3. 点击右下角的[确定]，关闭对话框。

2.12 指定木构件的抗火承载力配置

根据《木结构设计标准》表 10.1.8 规定，屋顶承重构件的耐火极限为 0.5h。

1. 点击导航器-数据>“钢木屋架结构”>木结构设计>抗火承载力配置>右键单击，选择[编辑]，打开[编辑抗火承载力配置]对话框。

2. 在[编辑抗火承载力配置]对话框中，将耐火极限设置为 0.5h，受火面勾选为“左侧”、“右侧”和“下侧”。将该抗火承载力配置名称输入为“上弦杆 系杆”，并点击左上角的  按钮，将该抗火承载力配置分配给上弦杆和系杆。

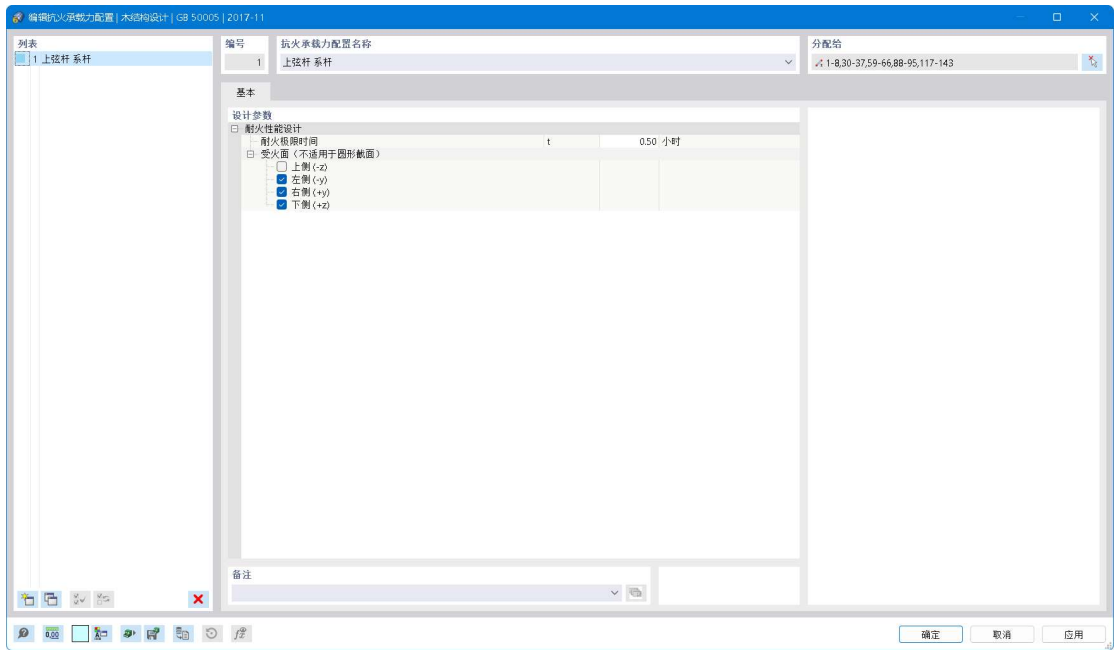




图 2-39 编辑抗火承载力配置对话框

3. 点击对话框左下角的  按钮，新建抗火承载力配置。将该抗火承载力配置名称设置为“斜腹杆”，耐火极限时间设置为 0.5h，受火面设置为“上侧”、“左侧”、“右侧”和“下侧”；点击右上角的  按钮，将该抗火承载力配置分配给斜腹杆。
4. 点击右下角的[确定]，关闭对话框。

2.13 指定木构件局部承压验算设置

1. 选中上弦杆与支座直接相连的杆件部分，双击，打开[编辑杆件]对话框，将对话框切换到[挠度和设计支座]选项卡。在[杆件始端的设计支座]下拉菜单中，选择新建设计支座，打开[新建设计支座]对话框。

注：设计支座是一种假象支座。取结构中的某根杆件作为隔离体，该杆件始端和末端相连的杆件可以视为该杆件的支座。本例中，上弦杆的每一段都被腹杆所支撑，腹杆可以视为上弦杆的“支座”，该支座在程序中被称为“内支座”。对于实际的屋架支座(如屋架下侧的混凝土墙体等)，在程序中被称为“直接支座”。二者的区别主要在于计算杆件局部承压时的承压面积不同。

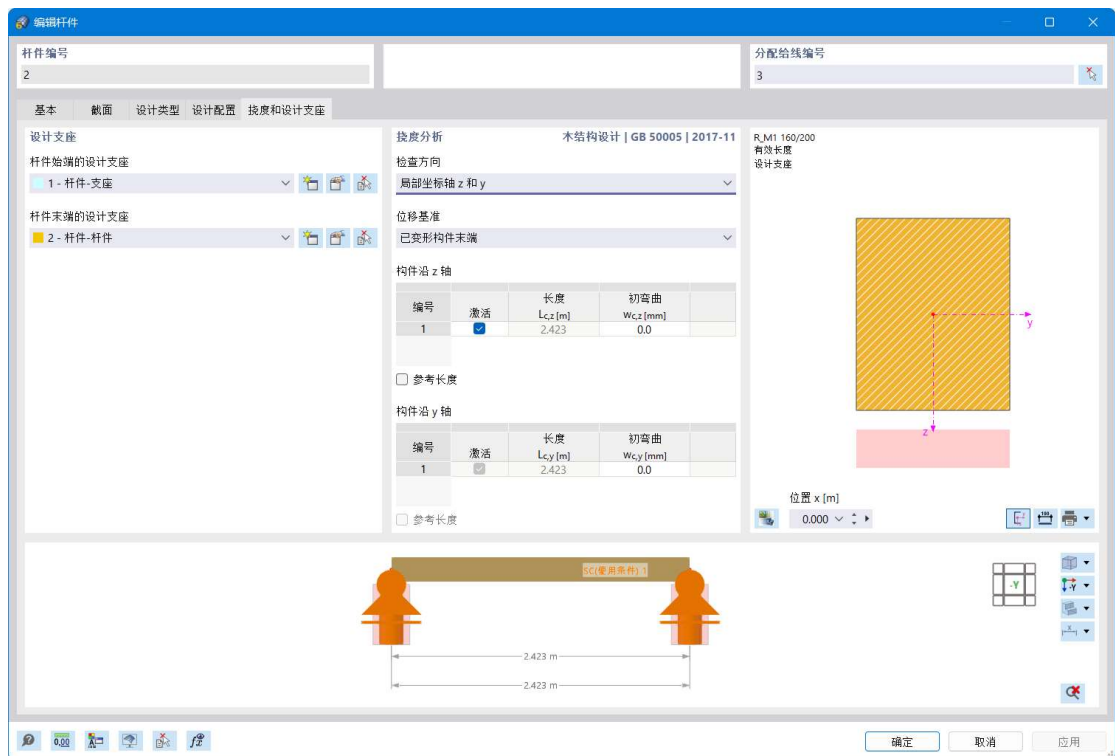



图 2-40 挠度和设计支座选项卡

2.在[新建设计支座]选项卡对话框中,勾选[直接支座],点击对话框中的  按钮,将该设计支座命名为“杆件-支座”。

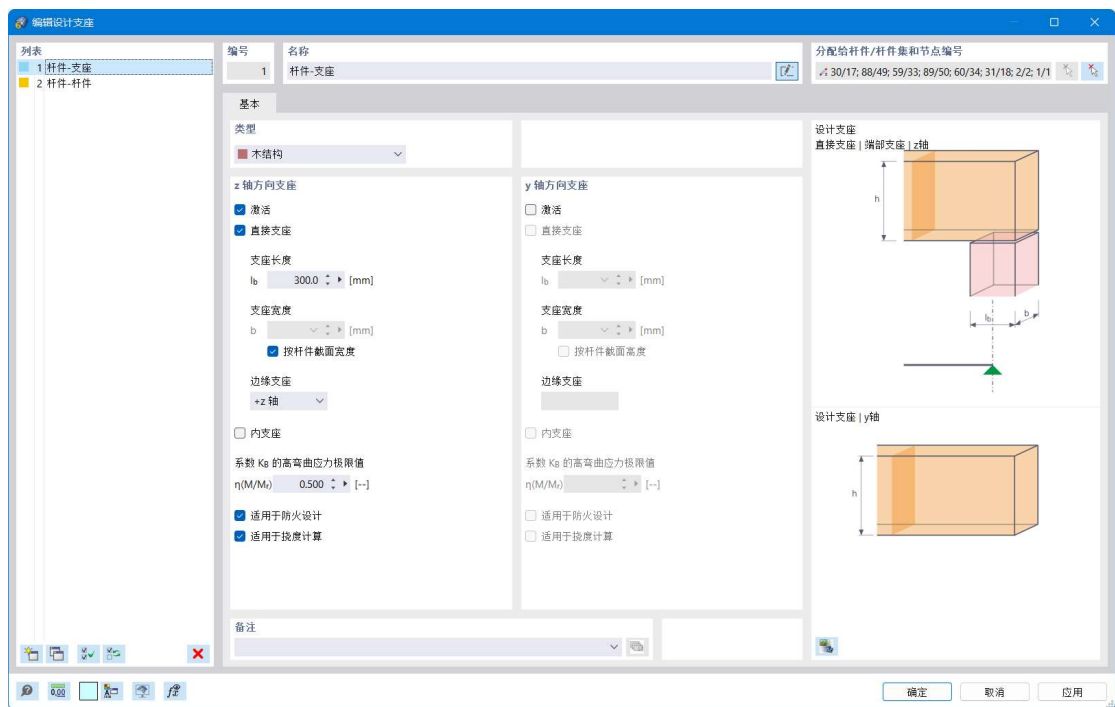




图 2-41 新建设计支座对话框

3. 点击对话框左下角的  按钮，新建设计支座。勾选[内支座]，取消勾选[直接支座]，点击对话框中的  按钮，将该设计支座命名为“杆件-杆件”。点击右下角的[确定]按钮，关闭[新建设计支座]对话框。

4. 将上弦杆与节点支座直接相连的部分的[杆件始端的设计支座]设置为“杆件-支座”，[杆件末端的设计支座]设置为“杆件-杆件”，点击右下角的[确定]，关闭[编辑杆件]对话框。

5.依次类推,选中上弦杆剩余部分,双击,打开[编辑杆件]对话框,切换到[挠度和设计支座]对话框,[杆件始端的设计支座]和[杆件末端的设计支座] 设置为“杆件-杆件”, 点击右下角的[确定], 关闭[编辑杆件]对话框。

2.14 指定钢构件的计算长度

本例中钢构件均为实心圆钢，且为受拉杆件，稳定性不起控制作用。由于钢构件两端均为铰接，可取计算长度等于几何长度。

1. 点击导航器-数据>“钢木屋架结构”>钢结构参数设置>有效长度>右键单击，选择[新建有效长度]，打开[新建有效长度]对话框。

2.在对话框的[基本]选项卡中,勾选考虑绕强轴和弱轴弯曲屈曲、弯扭屈曲和扭转屈曲。

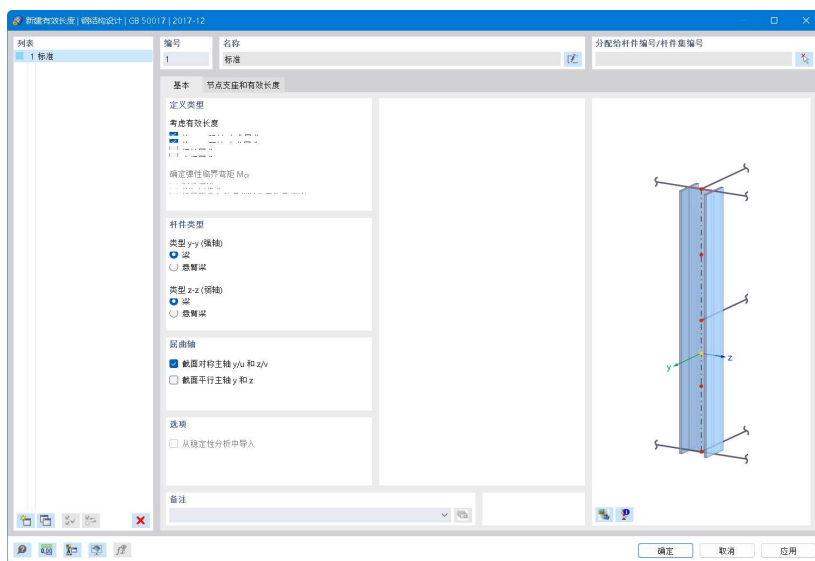


图 2-42 新建有效长度-钢结构设计

注：如界面显示不清晰，可以适当调整电脑分辨率，以获得最佳显示效果。

3.将对话框切换到[节点支座和有效长度]选项卡中,定义钢构件绕 y 轴和 z 轴的计算长度系数均为 1.0。

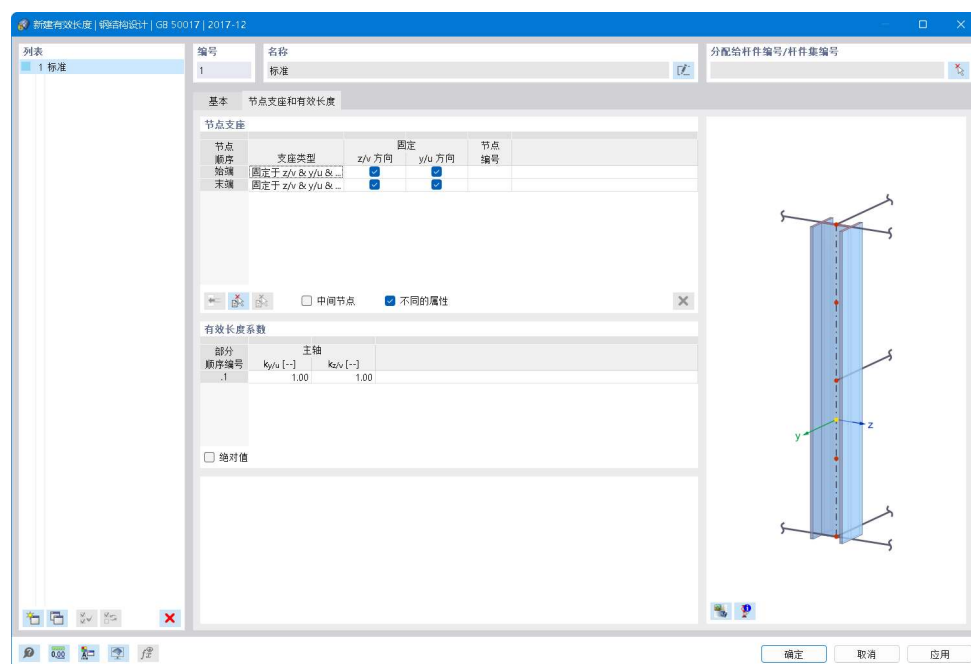




图 2-43 定义钢构件的计算长度系数

4.点击对话框中的  按钮,将该有效长度系数设置命名为“ $K_y=1.0, K_z=1.0$ ”,点击右上角的 ,将该有效长度设置分配给模型中的所有钢构件。点击右下角的[确定],关闭对话框。

2.15 指定钢构件长细比限值

1. 点击导航器-数据>“钢木屋架结构”>钢结构设计>右键单击,选择[设置],打开[全局设置|钢结构设计]对话框。

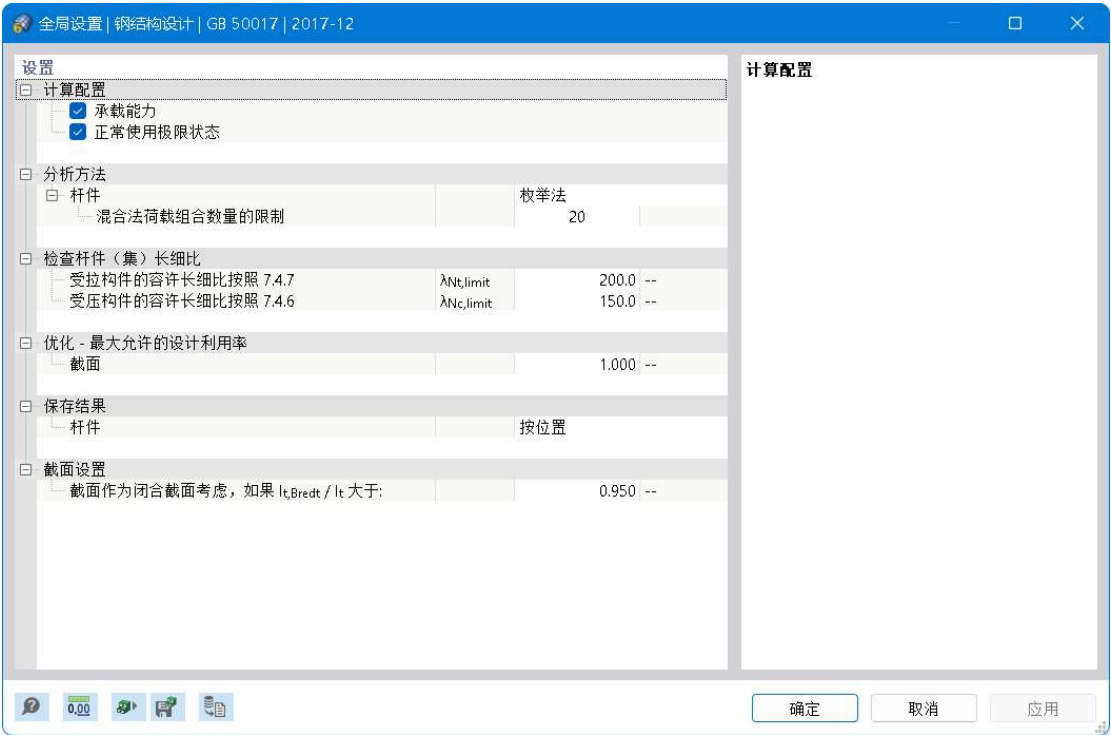


图 2-44 全局设置|钢结构设计

2.根据《钢结构设计标准》表 7.4.7 的规定，本案例中受拉钢构件的容许长细比限值为 350；根据《钢结构设计标准》表 7.4.6 的规定，本案例中受压钢构件的容许长细比限值为 150。

3.点击右下角的[确定]，关闭对话框。

2.16 指定钢构件的挠度限值

1.根据《钢结构设计标准》附录 B 的规定，本案例中钢构件的在永久荷载和可变荷载共同作用下，容许挠度限值为 1/400；在可变荷载作用下，容许挠度限值为 1/500。点击导航器-数据>“钢木屋架结构”>钢结构设计>正常使用极限状态配置>右键单击，选择[编辑]，打开[编辑正常使用极限状态配置]对话框。

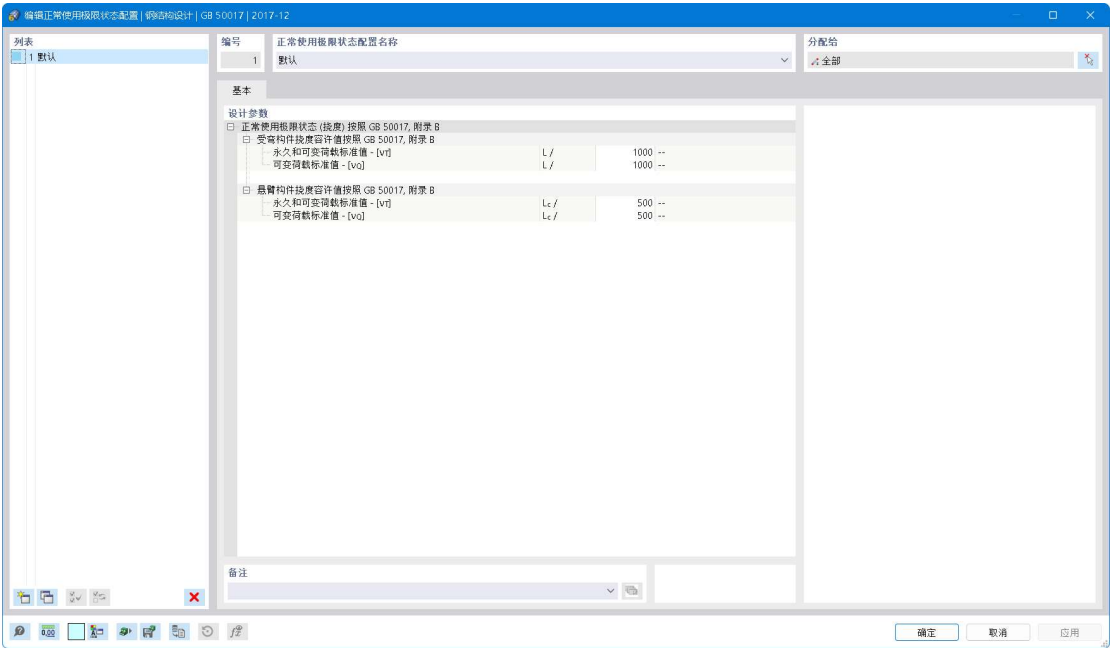


图 2-45 编辑正常使用极限状态配置|钢结构设计对话框

2.将永久荷载和可变荷载共同作用下，容许挠度限值设置为为 1/400；可变荷载作用下，容许挠度限值设置为 1/500；点击右下角的[确定]，关闭对话框。

3.计算和设计

1.点击导航器-数据>“钢木屋架结构”>荷载工况和组合>静力分析设置>SA2>右键单击，选择编辑>打开[编辑静力分析设置]对话框。

注：程序默认的静力分析设置 SA1 用于荷载工况的计算，SA2 用于荷载组合的计算。

2.在[编辑静力分析设置]对话框中，将 SA2 的分析类型设置为“一阶分析(几何线性)”。切换到[基本设置]选项卡，将方程组的求解方法修改为迭代法。选中 SA1，将 SA1 切换到[基本设置]选项卡，将方程组的求解方法修改为迭代法。点击右下角的[确定]，完成静力分析设置的修改。

注：直接法和迭代法是求解线性方程组的两类方法，迭代法更适用于大中型模型，直接法更适用于小型模型。

3.点击菜单栏[计算]>全部计算，程序将开始划分网格，进行受力分析并按照规范进行构件验算。



图 3-1 程序开始进行计算和设计

4. 查看结果

1.将表格切换到[设计概况]选项卡中，查看设计概况。

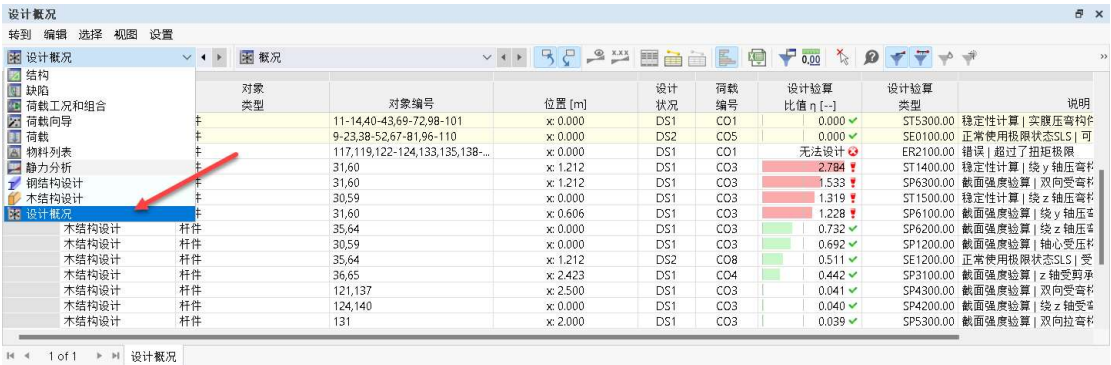


图 4-1 查看设计概况

2.可以看到，所有钢构件均满足规范要求。

3.将表格切换到[木结构设计]选项卡，部分木构件扭矩超过极限值。由于在规范中并未给出木构件抗扭验算，故程序认为木构件不可抗扭。单击单元格，可以

看到对应的杆件均为系杆。双击单元格，可以看到，程序计算出的由于扭矩产生的剪应力与材料极限抗剪承载力的比值为 5%左右。用户可忽略该项超限，后续在设计节点时尽可能使节点不传递扭矩，并在木结构的极限状态承载能力配置中将程序忽略扭矩产生的剪应力的阈值调高；用户也可适当修改结构布置，优化传力路径，使杆件尽可能不受扭。

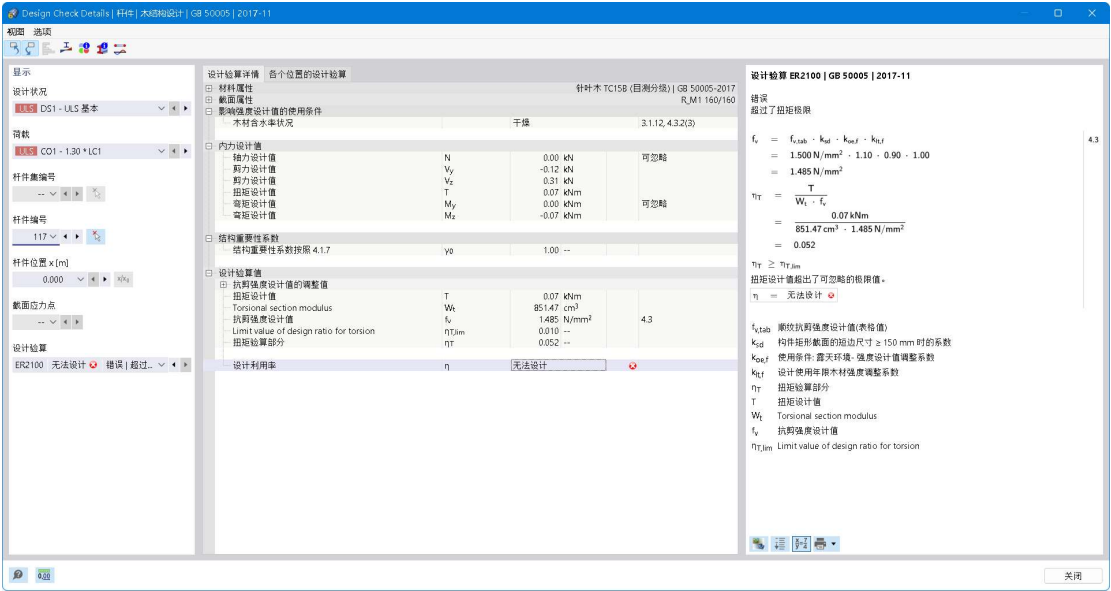


图 4-2 抗扭超限的具体信息

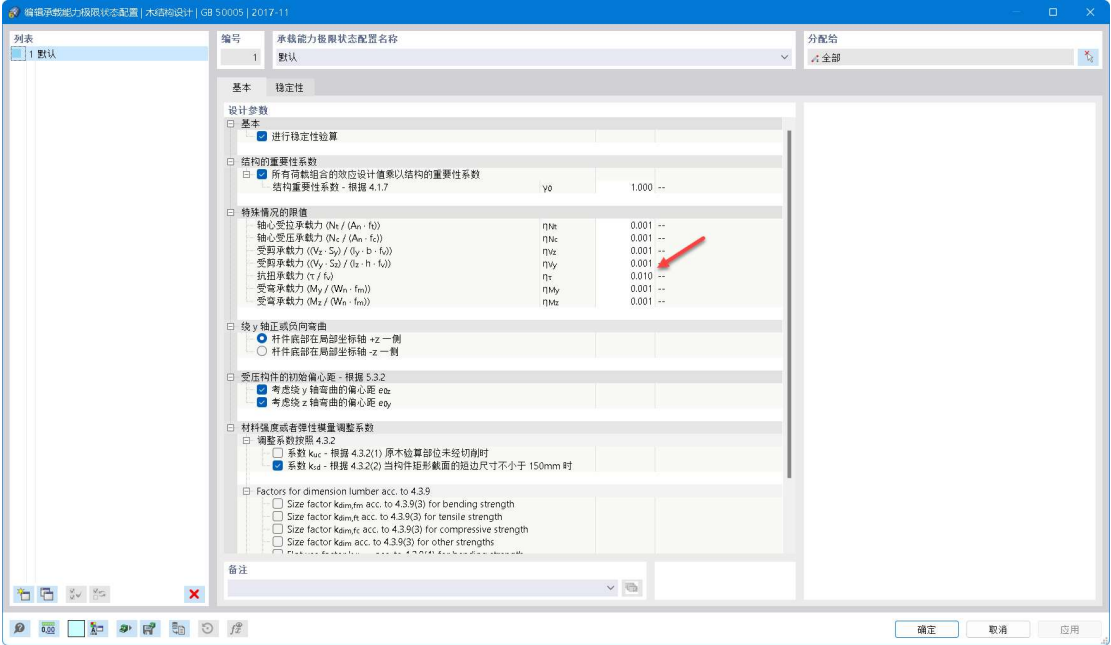


图 4-3 程序默认当扭矩产生的剪应力小于 1%的极限剪应力时，忽略扭矩的影响

4.同时，部分木构件的强度和稳定性超限。强度超限可通过增大截面的方式

来使构件强度满足要求，稳定性超限可通过增大截面、减小计算长度来使构件满足要求。

错误和警告 | 木结构设计 | GB 50005 | 2017-11

转到 编辑 选择 视图 设置

木结构设计

对象类型	对象编号	位置 [m]	设计状况	荷载编号	设计验算比值 η [-]	设计验算类型	说明
杆件	117,119,122-124,133,135,138-...	x 0.000	DS1	CO1	无法设计	ER2100.00	错误 超过了扭矩极限
杆件	31,60	x 1.212	DS1	CO3	2.784	ST1400.00	稳定性计算 绕 y 轴压弯构件或偏心受压构件，绕...
杆件	31,60	x 1.212	DS1	CO3	1.533	SP6300.00	截面强度验算 双向受弯构件或双向偏心受压构件...
杆件	30,59	x 0.000	DS1	CO3	1.319	ST1500.00	稳定性计算 绕 z 轴压弯构件或偏心受压构件，绕...
杆件	31,60	x 0.606	DS1	CO3	1.228	SP6100.00	截面强度验算 绕 y 轴压弯构件或偏心受压构件，...

1 of 1 错误和警告

图 4-4 部分木构件超限

5.用户可以通过云图的形式查看各个木构件的利用率，以便后续优化截面，降低成本。

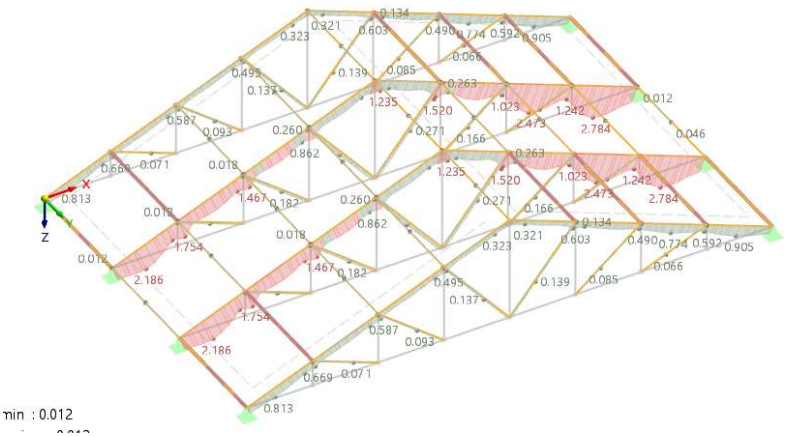


图 4-5 木构件的利用率

6.也可查看钢构件的利用率，以便后续优化截面，降低成本。

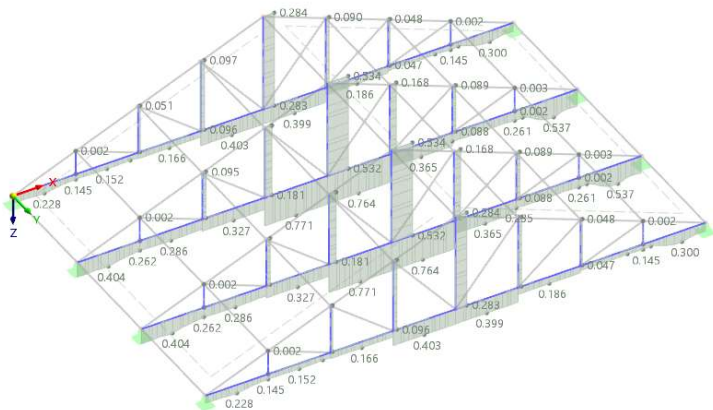


图 4-6 钢构件的利用率

5.打印计算书

1.将所有截面调整至满足规范要求后，点击导航器-数据>“钢木屋架结构”>计算书>右键单击，选择新建计算书>打开[计算书管理器]对话框。

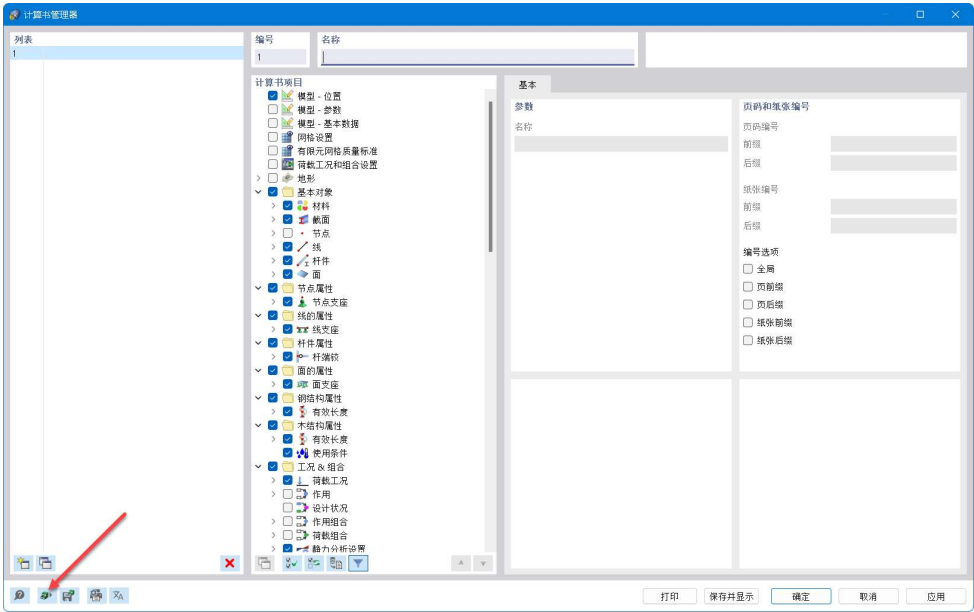



图 5-1 计算书管理器对话框

2.点击对话框左下角的  按钮，打开[计算书模板]对话框。用户可以在对话框左侧选择程序内置的计算书模板。

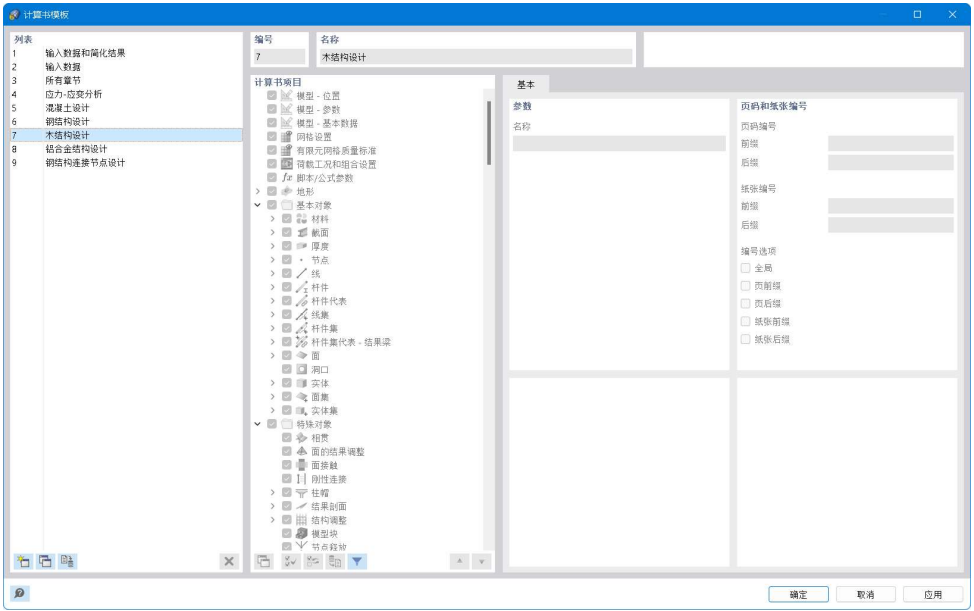


图 5-2 选择计算书模板

3.在对话框左侧选中“木结构设计”后，点击右下角的[确定]，该对话框将被关闭。《木结构设计》模板将被使用。点击右下角的打印，程序将根据所选内容进行打印。

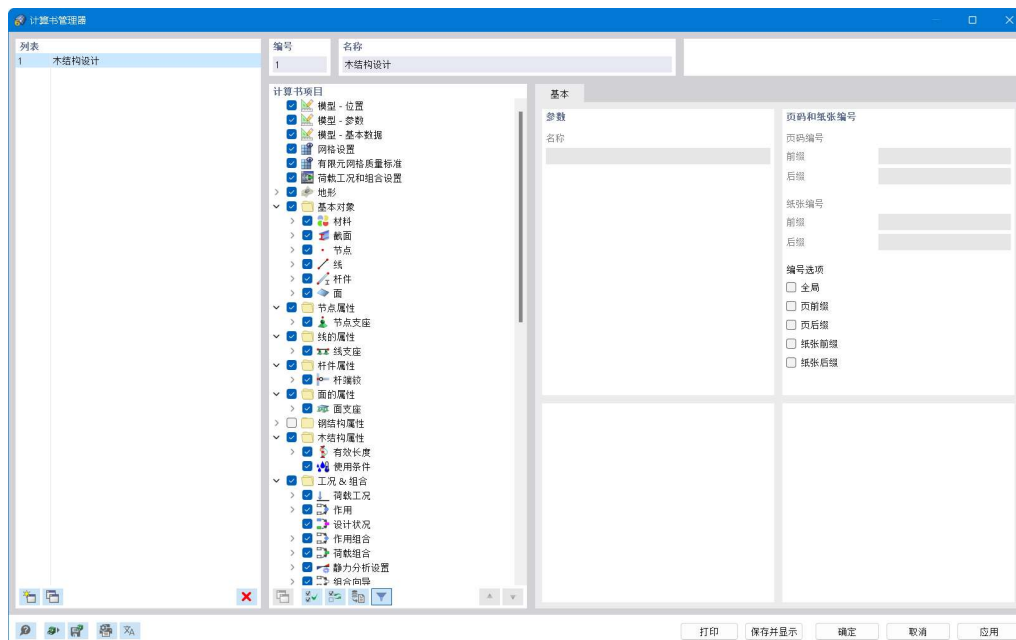


图 5-3 使用木结构设计模板打印计算书

注：对于本案例，其中既有钢结构设计也有木结构设计，用户可参考程序预设的计算书模板进行计算书项目的勾选，也可选择打印所有信息。