



2005 V8.0

3 Dimension Steel Structure System

空间钢结构系统CAD软件 使用说明书



使用说明书

空间钢结构设计软件3D3SV8.0

基本模块的菜单功能说明

门式刚架功能模块使用说明

框架功能模块使用说明

桁架屋架功能模块使用说明

塔架功能模块使用说明

高层功能模块使用说明

网架功能模块使用说明

非线性分析及
幕墙设计功能模块使用说明

空间任意结构模型的建立方法

膜结构功能模块使用说明

版权所有： 同济大学3D3S开发组
联系地址： 上海赤峰路65号
同济大学科技园609室
电 话： 021-65985557 65981466
Zqlyqk@online.sh.cn
Tj3d3s@tongji.edu.cn
网 址： www.tj3d3s.com

版 权 声 明

3D3S 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，版权属于上海同磊土木工程技术有限公司。未经上海同磊土木工程技术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。

上海同磊土木工程技术有限公司
地址:上海四平路 1388 号 同济联合广场 C 座 601 室
电话:021-65985557 65981466
email:zqlyqk@online.sh.cn
help_3d3s@sohu.com
tj3d3s@tongji.edu.cn
网址: www.tj3d3s.com

目录

第一章 软件使用环境和安装步骤	1
1.1 使用环境	1
1.2 安装步骤	1
第二章 软件功能组成及注意事项	3
2.1 软件功能组成	3
2.2 注意事项	3
第三章 基本模块的菜单功能文字说明	6
3.1 结构编辑	6
3.1.1 添加杆件	6
3.1.2 板定义	7
3.1.3 膜定义	8
3.1.4 非线性体系定义	9
3.1.5 打断	10
3.1.6 起坡	10
3.1.7 移动节点到直线或曲线上	11
3.1.8 沿径向移动节点到圆、椭圆上	12
3.1.9 删除重复单元节点	12
3.1.10 由单元得到对应直线、面域	12
3.1.11 结构体系	12
3.1.12 长度单位	13
3.1.13 从文件读入数据	13
3.2 显示查询	18
3.2.1 总体信息	18
3.2.2 构件查询	18
3.2.3 总用钢量	18
3.2.4 构件信息显示	18
3.2.5 显示截面	19
3.2.6 按杆件属性显示	19
3.2.7 按层面显示	19
3.2.8 部分显示	19
3.2.9 部分隐藏	19
3.2.10 全部显示	20
3.2.11 取消附加信息显示	20
3.2.12 显示节点荷载	20
3.2.13 显示单元荷载	20
3.2.14 显示板面荷载	20
3.2.15 按荷载序号显示导荷载	20
3.2.16 按工况显示导荷载	20
3.2.17 符号缩小	21
3.2.18 符号放大	21
3.2.19 显示参数	21

3.2.20 显示颜色	21
3.2.21 双击控制	21
3.3 构件属性	22
3.3.1 建立截面库.....	22
3.3.2 定义截面	25
3.3.3 定义材性	26
3.3.4 定义方位	27
3.3.5 定义偏心	31
3.3.6 定义计算长度.....	33
3.3.7 定义钢砼构件参数.....	35
3.3.8 钢砼构件定义.....	36
3.3.9 直接编辑截面.....	36
3.3.10 定义层面和轴线号.....	36
3.3.11 定义初应力和只拉单元.....	37
3.3.12 支座边界	38
3.3.13 单元释放	39
3.4 荷载编辑	39
3.4.1 荷载库	39
3.4.2 施加节点荷载.....	45
3.4.3 施加单元荷载.....	46
3.4.4 施加板面荷载.....	47
3.4.5 施加杆件导荷载.....	48
3.4.6 施加膜面导荷载.....	49
3.4.7 自动导荷载	49
3.4.8 吊车荷载	51
3.4.9 地震荷载	53
3.4.10 温度荷载	55
3.4.11 裹冰荷载.....	55
3.4.12 荷载拷贝	55
3.4.13 查询、删除荷载.....	56
3.4.14 组合	58
3.5 内力分析	59
3.5.1 带宽优化	59
3.5.2 按工况和效应组合计算.....	59
3.5.3 显示结果	59
3.5.4 查询结果	62
3.6 设计验算	64
3.6.1 选择规范	64
3.6.2 单元验算	65
3.6.3 验算结果显示.....	66
3.6.4 验算结果查询.....	66
3.6.5 设计参数选择.....	67
3.6.6 生成计算书.....	68
3.7 工具箱	68

3.7.1 柱下独立基础设计	69
3.7.2 柱下条形基础设计	72
3.7.3 梁截面验算	75
3.7.4 柱截面验算	77
3.7.5 柱间支撑验算	80
3.7.6 组合楼板设计与计算	83
3.7.7 组合梁设计与计算	92
3.7.8 吊车梁设计与计算	94
3.8 菜单开关/帮助	98
3.9 工具栏图标说明	99
第四章 基本模块的功能原理说明	101
4.1 施加荷载原理	101
4.1.1 杆件导荷载原理	101
4.1.2 板面导荷载原理	105
4.1.3 膜面导荷载原理	106
4.1.4 吊车荷载拆分原理	106
4.1.5 地震荷载	107
4.2 构件设计验算	107
4.2.1 规范选择说明	107
4.2.2 每个规范的设计内容说明	108
4.2.3 截面优选原理	119
4.2.4 截面优化原理	119
4.2.5 钢结构新旧规范区别	121
第五章 空间任意结构模型的建立方法	122
5.1 结构模型的组成要素	122
5.1.1 构件轴线	122
5.1.2 构件截面	123
5.1.3 构件放置方位	123
5.1.4 构件材性	124
5.1.5 荷载	124
5.1.6 约束	125
5.1.7 其它	125
5.2 任意结构模型的建立	126
5.2.1 步骤	126
5.2.2 辅助手段	126
5.3 模型检查	128
5.3.1 试计算	128
5.3.2 模型观察	129
5.3.3 软件对比	131
5.4 例题	131
第六章 门式刚架功能模块使用说明	135
6.1 门式刚架功能模块使用说明	135

6.1.1 建模 - 刚架	135
6.1.2 设计 - 刚架	142
6.1.3 设计 - 维护	149
6.1.4 快速设计	162
6.1.5 节点设计与实体模型施工图	163
6.2 例题	183
第七章 多高层框架模块使用说明	210
7.1 多高层框架模块菜单功能文字说明	210
7.1.1 结构编辑	210
7.1.2 构件属性	221
7.1.3 荷载编辑	223
7.1.4 内力分析	224
7.1.5 设计验算	226
7.1.6 后处理-模型	237
7.1.7 后处理-施工图	252
7.2 例题	254
第八章 桁架、屋架功能模块使用说明	264
8.1 屋架模块菜单功能文字说明	264
8.1.1 结构编辑	264
8.1.2 杆件设计	264
8.1.3 屋架节点设计	267
8.1.4 显示结构图	268
8.1.5 施工图	268
8.2 桁架模块菜单功能文字说明	269
8.2.1 结构编辑	269
8.2.2 杆件设计	272
8.2.3 桁架节点验算	277
8.2.4 后处理	287
8.2.5 施工图	291
8.3 例题	294
第九章 高层框架功能模块使用说明	298
9.1 高层框架功能模块使用说明	298
9.1.1 结构编辑	298
9.1.2 显示查询	307
9.1.3 构件属性	310
9.1.4 荷载编辑	320
9.1.5 带宽优化	333
9.1.6 按工况和荷载效应组合计算	333
9.1.7 显示	334
9.1.8 查询	337

9.1.9 选择规范	339
9.1.10 单元验算	340
9.1.11 验算结果显示	342
9.1.12 验算结果查询	342
9.1.13 生成计算书	343
9.1.14 后处理实体模型	344
9.2 例题	361
第十章 网架功能模块使用说明	362
10.1 网架功能模块菜单功能文字说明	362
10.1.1 结构编辑	362
10.1.2 杆件设计	369
10.1.3 节点设计	372
10.1.4 施工图	380
10.2 例题	381
10.2.1 螺栓球网架	381
10.2.2 焊接球网架	386
第十一章 塔架功能模块使用说明	388
11.1 塔架功能模块菜单功能文字说明	388
11.1.1 结构编辑	388
11.1.2 节点设计	389
11.1.3 施工图	391
11.2 塔架设计模块的操作及原理	393
11.2.1 塔架模型生成	393
11.2.2 杆件设计	394
11.2.3 节点设计	394
11.2.4 施工图	397
11.3 例题	397
第十二章 非线性分析及幕墙设计功能模块使用说明	403
12.1 非线性分析模块菜单说明	403
12.1.1 删除非线性分析结果	403
12.1.2 初始状态分析	403
12.1.4 写非线性计算书	409
12.1.5 计算文本说明	409
12.2 例题	410
12.2.1 索杆体系	410
12.3 幕墙设计	415
12.3.1 柔性支撑设计	415
12.3.2 板块设计	418
第十三章 建筑膜结构功能模块使用手册	429

13.1 建筑膜结构功能模块菜单说明	429
13.1.1 模型建立	429
13.1.2 模型几何物理性质定义	432
13.1.3 初始态找形	434
13.1.4 荷载添加	435
13.1.5 荷载态分析	438
13.1.6 裁剪	439
13.1.7 计算文本说明	440
13.2 膜结构体系设计的理论简介	440
13.2.1 初始形状确定方法	440
13.2.2 膜结构体系荷载效应分析	441
13.2.3 膜面的裁剪算法	442
13.3 建筑膜结构功能模块例题说明	447
第十四章 钢楼梯设计使用说明	455
14.1 钢楼梯设计使用说明	455
14.2 钢螺旋梯使用说明	455
14.3 板式钢螺旋梯使用说明	457
14.4 直跑钢梯使用说明	459
第十五章 输出文本文件说明	461

前 言

3D3S8.0 建立在 AutoCAD 平台上,在一个基本模块的基础上具有九个独立的功能模块,分别为门式刚架模块、框架及桁架屋架模块、塔架模块、网架网壳模块、非线性分析模块、高层钢结构、钢结构楼梯、建筑幕墙模块、建筑膜结构模块等。

本手册内容包含了软件所有模块的操作方法,并把相关的编程原理结合到各个章节中。

本手册第三章和第四章对基本模块的使用和部分原理作了说明;第五章是利用基本模块建立空间任意模型作的使用说明;第六章到第十三章分别针对门式刚架、多层框架、桁架屋架、塔架、网架网壳、非线性及幕墙、建筑膜结构、高层等功能模块的使用作了说明。本手册的菜单说明部分列出了所有菜单的功能介绍和使用方法,操作原理部分对一些功能的编程原理作了解释。

为快速掌握 3D3S 的使用,建议初学者从第五章空间任意模型的建立入手,先对 3D3S 模型建立思路有个轮廓,然后结合第五章的例题和第三章的菜单说明作一个简单的模型,在顺利完成了该模型后对第三章和第四章作个比较深入的了解;功能模块的使用说明一般要求在对基本模块使用基本掌握后再做了解,这样在使用功能模块时就比较容易得心应手。

门式刚架、多层框架及桁架屋架、塔架、网架网壳这四个功能模块由于结构本身原理简单,模块的学习和操作也比较容易掌握;非线性分析、建筑幕墙、建筑膜结构、高层等四个功能模块原理相对比较复杂,建议初

学者参看几何非线性和索膜结构的相关资料^[1]及高层抗震规范,这样会对充分掌握软件的使用有所帮助。

本手册尽可能把软件的相关内容详细介绍给读者,但由于 3D3S 软件涉及面广,手册编制时间较短,难免存在缺点和问题,希望读者及时反映,以便我们不断的修订和更新。

版权所有: 同济大学 3D3S 开发组

联系地址: 上海赤峰路 65 号同济大学科技园 609 室

电 话: 021-65985557 65981466

tj3d3s@tongji.edu.cn, zqlyqk@online.sh.cn

网 址: www.tj3d3s.com

3D3S 使用手册编制组

二 00 五年二月

[1] 张其林《索和膜结构》 同济大学出版社 2002

第一章 软件使用环境和安装步骤

1.1 使用环境

3D3S v8.0 在 AutoCAD2000、AutoCAD2002 环境下运行,操作系统为 WIN9X, WIN2000, WINXP;

内存至少 8MB, 建议由系统自行管理虚拟内存;

容量适量的硬盘, 对于较大结构则要求相应大的硬盘空间;

与 WIN9X、WINNT、WINXP 兼容的 SVGA 或更高级的显示卡, 高分辨率的显示器更能发挥软件的优势;

3D3S v5.0 以上的版本开发基于 AutoCAD 的 ObjectARX。

1.2 安装步骤

1. 将软件光盘放入光驱, 在开始/程序/Windows 资源管理器中双击光驱盘符 (如 G:);
2. 双击光驱 G: 中的 setup 应用程序图标, 屏幕弹出欢迎框;
3. 单击 next 按钮, 在欢迎框与软件注册框之后输入用户信息;
4. 单击 next 按钮, 屏幕弹出安装目标目录对话框, 在对话框中按 browse 按钮选择安装目录, 和 6.0 及 5.0 不同, 3D3S8.0 可以安装在任何目录下;
5. 安装程序执行文件复制;
6. FINISH 表示安装成功, 不必重新启动电脑, 直接可以使用 3D3S (双击 3D3S8.0 图标);
7. 第一次使用 3D3S 时, 如果没有出现 3D3S 菜单, 则使用 MENU 命令人工调用 3D3S 菜单 (ACAD 使用的是上次正常退出时的菜单);

Command: menu

选择 3D3S 安装目录下的 3D3S_空间任意结构设计菜单.mnc

需要切换回 ACAD2000 的菜单可以直接使用 3D3S 的菜单切换或仍旧使用 MENU 命令, 选取 ACAD\SUPPORT 下 ACAD.MNC;

注意:

1、在 3D3S 的全程运行过程中, 务必保证 3D3S 软件狗和电脑硬件的通讯 (插 3D3S 软件狗), 3D3S 软件狗中存在自定义算法以及与 3D3S 软件的数据交换, 一旦软件运行过程中无法正确找到定制的 3D3S 软件狗, 即便软件还能继续运行, 将不定时出现数据错误以影响计算结果;

2、每个授权用户的软件狗都是定制的, 所以不能相互混用, 必须和您的安装盘配套使用;

3、安装完成后，在插上软件狗的基础上仍旧提示不能找到软件狗，请参看安装光盘中的说明文件；

4、如果出现的图标为小笑脸或者软件截面表丢失，那么可以重新使用 MENU 命令，在 3D3S 安装目录下装载 MNS 菜单文件（在 3D3S 安装目录下会有 MNS，MNC，MNR 三类菜单文件，如果菜单、图标或截面库出现异常，MNC 和 MNR 文件可以删除）。

第二章 软件功能组成及注意事项

2.1 软件功能组成

3D3S 是模块化的软件，根据不同的功能分若干个模块，各模块都涵盖各自特色结构的前处理快捷建模功能，其主要的后处理功能说明如下表：

模块名称	功能说明	备注
基本模块	包含空间任意钢结构的模型建立、力学计算、套用规范进行构件设计；可以在 3D3S 中建立任意形状的钢结构并进行构件设计	是所有功能模块的基础
门式刚架	门架节点设计和施工图绘制	可独立选用，但必须有基本模块的支持
框架 屋架 桁架	框架 屋架 桁架的节点设计和框架 屋架施工图绘制	
预应力钢结构及非线性分析模块	预张力结构，大型钢结构及索膜结构的计算核心，提供非线性及线性稳定计算功能	
网架网壳施工图	网架网壳节点设计和施工图绘制	
点支玻璃幕墙分析	预张力拉索结构分析、预张力钢结构设计、点支幕墙拉索设计、玻璃板块设计（必须有“预应力钢结构及非线性分析模块”的支持）	
塔架节点设计	角钢塔和钢管塔节点设计和施工图绘制	
建筑膜结构设计	建筑索膜结构找形、裁剪及荷载分析（考虑索、膜、支撑结构共同作用）（必须有“预应力钢结构及非线性分析模块”的支持）	
高层钢结构	高层钢结构计算、地震时程分析、地震弹塑性分析	
钢结构楼梯绘图	钢结构楼梯绘图	

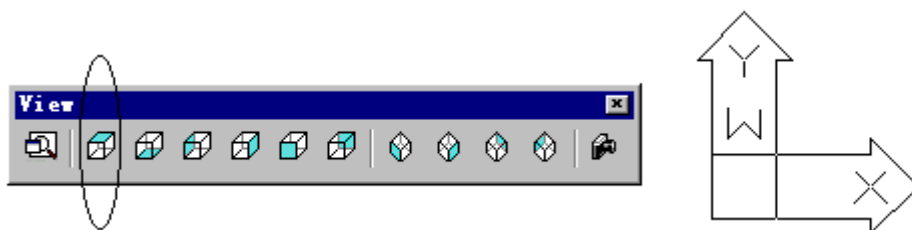
2.2 注意事项

1. 3D3S 坐标系统

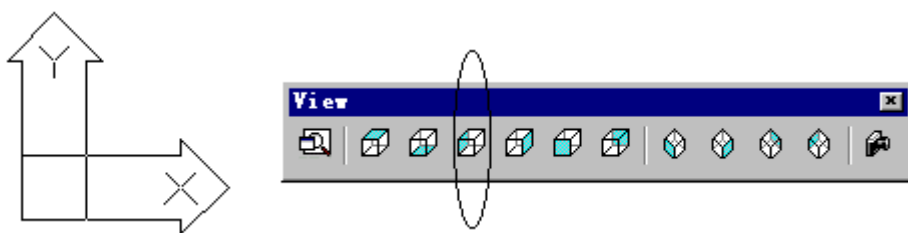
关于坐标系统的解释：

3D3S 8.0 版软件在 AutoCAD 2000 或 2002 环境下运行。

ACAD 本身存在一套坐标系统，即世界坐标和用户坐标（当坐标系显示 W 时表示当前为世界坐标系，VIEW 工具条中的 TOPVIEW，如下图）；3D3S 软件中的坐标系统和 ACAD 中的世界坐标系统重合，并且 Z 方向一定要求为建筑物高度方向。



当坐标系显示不出现 W 时，表示当前坐标系为用户坐标，它只是表示用户在建模过程的坐标输入方式，它的 X, Y 方向和 3D3S 的坐标系统规定是不一样的，比如 LEFTVIEW 在世界坐标系统下应该是 X-Z 平面内的，但 ACAD 的用户坐标系统仍旧显示为 X-Y 平面，如下图。



由于 3D3S 坐标系统没有直接显示，而是依靠 ACAD 的坐标，所以对于 3D3S 的坐标系统，使用者应该有一个比较清楚的了解，这样在输入荷载方向、K 节点坐标定义、约束方向等时不会出错。

2. 怎样把工程发邮件送给我们

把您的工程用 EMAIL 形式发送给我们是您最便捷的获得和该工程有关解释的方法。

在硬盘中您的工程的存放形式包括两个部分：

- 1) 工程名.DWG 文件
- 2) <工程名目录>

在您发送 EMAIL 前，可以把<工程名目录>下的所有 USER 子目录删除，并可以把所有的后缀名为 FOXF、DOXX 的文件删除（其中 X 表示数字），然后用 ZIP 或 RAR 压缩后 EMAIL 给我们。

您的 EMAIL 的大小请控制在 2M 以内。

3. 怎样永久保存工程截面

方法一，手工保存：

步骤一：新建立工程，取名 SEC；

步骤二：菜单《构件属性》-《建立截面库》，在相应的截面类型双击打勾后输入您的截面尺寸，确定后退出；存盘退出；

步骤三：在您的硬盘中找到 SEC 目录，在该目录下找到 SECTOR 子目录，把该子目录下的 DAT 文件拷贝到您的 3D3S 安装目录下的 TJ3D3S 下，覆盖原来的文件即可；

下次新建任何工程，截面库中将存在您所输入的截面尺寸；

当要求恢复最初的截面时，可以重新安装 3D3S。

方法二，自动调用：

在截面库对话框中有保存到文件和从文件读取截面的按钮，可用来保存某几种截面，具体详见第三章菜单说明。

4. 安装 3D3S 完成后，启动出现 ACAD14 的画面

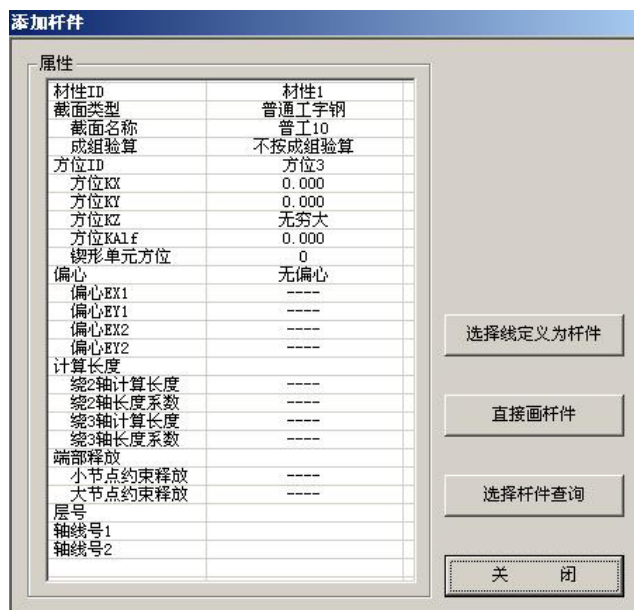
使用鼠标右键单击 3D3S 图标，在属性一栏里把目标该为机器中 ACAD2000 的执行文件即可。

第三章 基本模块的菜单功能文字说明

3.1 结构编辑

3.1.1 添加杆件

该命令用于直接添加杆件，点击该命令后，弹出如下对话框：



对话框内左边为将要添加杆件的默认属性，可以双击属性框内各项来更改。

这里提供了两种添加杆件的方式：

1、选择线定义为杆件

按下该按钮，进入屏幕选择状态，可以选择一根或几根 Line、Circle、Arc、Spline 定义为杆件，若选择的都是直线，软件直接将直线转为杆件；若选择的线中包含曲线，软件将会提示将曲线分段为直线段，再转为杆件，出现的提示对话框如下：



2、直接画杆件

按下该按钮，进入屏幕绘图状态，输入两个点定义一根杆件，操作步骤同 AutoCAD 中绘直线。

对话框上“选择杆件查询”按钮用于查询杆件属性，按下该按钮后，进入屏幕选择状态，用户

可以选择一根杆件查询其属性，该杆件属性显示于对话框左边“属性”框内，可以作为下次要添加杆件的默认属性。

3.1.2 板定义

用于直接添加剪力墙、楼板等板单元。

3.1.2.1 添加墙

用于添加剪力墙，点击该命令后弹出以下对话框：



对话框内左上角数据为将要定义的剪力墙的默认属性，洞口列表框内为将要定义的剪力墙上的洞口信息，可以按 Del 键来删除不需要的洞口或在列表框内双击鼠标来增加修改洞口信息。

对话框下方两个按钮分别提供了两种定义剪力墙的方式：

1、选择围成板的杆件 按下该按钮，进入屏幕选择状态，可以选择由杆件围成的一个或几个封闭区域，将这些区域定义为剪力墙。

2、直接画板 按下该按钮，提示用户输入点坐标，用户可以手工输入点或直接在屏幕上点取多个点，作为剪力墙的端点，右键结束，返回对话框状态。

3、查询 按下该按钮，进入屏幕选择状态，可以选择板件返回该板件的信息。

在第一、第二种定义剪力墙的方式中，剪力墙的层面号默认为 0；用户可用“定义层面和轴线号”命令来定义各剪力墙的层面号。

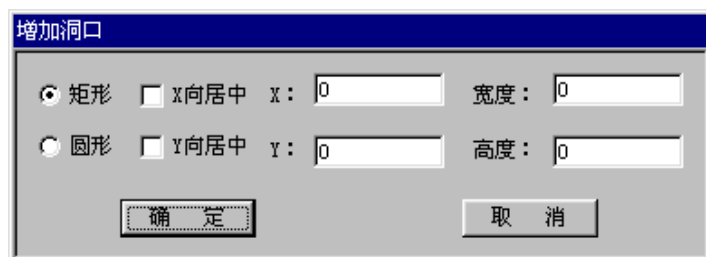
用户可通过鼠标双击板件得到板件的信息：包括板件编号、厚度、材料、布板方向等。

3.1.2.2 添加板

用于添加楼板，添加方法与剪力墙相似。

3.1.2.3 添加洞口

双击添加板件对话框中的洞口省略号，出现添加洞口对话框：



对话框中 X, Y 表示洞口左下角或圆心在板件局部坐标系中的坐标，如果选中居中，那么洞口位于板件的中央。

3.1.2.4 洞口编辑

该命令用于指定板件添加、修改洞口。



通过双击省略号来添加洞口；通过选择构件添加洞口按钮把已经添加的洞口放到板件上；通过删除构件上的所有洞口按钮删除板件上的洞口。

3.1.3 膜定义

用于建筑膜结构建模。

3.1.3.1 定义膜边界

按边界是否有索，选用**索边界**或**无索边界**，并同时**对边界定义划分数**；



注意：为什么要定义膜边界？

膜边界是指仅满足边界控制点坐标的直线或曲线。膜边界之间是平面膜面或简单扭曲面膜面。膜边界分索边界和无索边界两种。当膜结构中需要添加边索、脊索、谷索时，膜边界为**索边界**，划分单元时索与膜同时进行划分，以保持共同作用；否则，膜边界为**无索边界**。

软件**定义膜边界**有三层含义：一是确定边界控制点，二是确定索的位置；三是划分单元的方便，通过该命令将整个复杂图形划分成若干简单曲面以利于划分。

注意：6.0 版本的软件只能对四边形和三角形划分单元，并且要求三角形的三条边分段数相等，四边形的对边分段数应相等，7.0 及 8.0 版本的软件已无此要求。

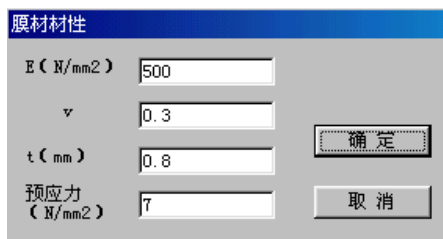
3.1.3.2 膜单元划分

选择需要划分的封闭多边形，右键确定完成划分。

注意：有些“封闭”的多边形没有划分，那么请仔细检查两方面，一是分段数的定义是否正确；再有就是选择的边界线是否真正相交形成封闭区域。

3.1.3.3 膜材材性

定义膜材的弹性模量 E 、泊松比、膜材厚度(mm)、以及初始预应力。



3.1.4 非线性体系定义

用于定义非线性计算找形的计算方式，在同一个结构模型中可以定义不同的找形方式。

3.1.4.1 定义索杆体系

按下该菜单，进入屏幕选择状态，使用鼠标选择需要定义为索杆体系的构件，包括索和杆件，右键结束定义；对于被定义为索杆的部分，在找形时采用力法找形。

3.1.4.2 定义索梁体系

按下该菜单，进入屏幕选择状态，使用鼠标选择需要定义为索梁体系的构件，包括索和杆件，右键结束定义；对于被定义为索梁的部分，在找形时采用线性或非线性的有限元找形。

3.1.4.3 定义索网体系

只针对索膜结构；按下该菜单，进入屏幕选择状态，使用鼠标选择需要定义为索网体系的部分，包括索和膜，右键结束定义；对于被定义为索网的部分，在膜找形时采用力密度法找形。

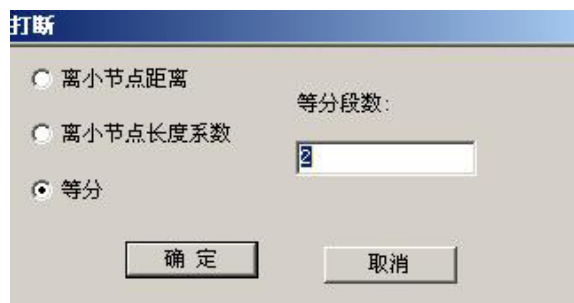
3.1.4.4 定义索膜体系

只针对索膜结构；按下该菜单，进入屏幕选择状态，使用鼠标选择需要定义为索膜体系的部分，包括索和膜，右键结束定义；对于被定义为索膜的部分，在找形时采用非线性有限元法找形。

3.1.5 打断

3.1.5.1 打断杆件

该命令用于生成打断杆件，选择了一根或几根杆件后弹出如下对话框：



用户选择了打断方式后软件自动按选定方式打断选择的杆件。

3.1.5.2 构件两两相交打断

该命令用于将选择的构件两两相交打断。

3.1.5.3 直线两两相交打断

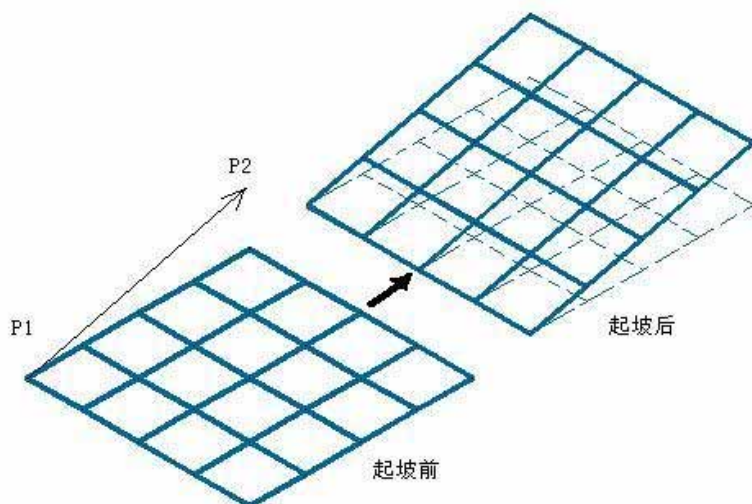
该命令用于将选择的直线（line）两两相交打断。

3.1.6 起坡

该命令用于将选中的节点按指定方向起坡。

按了该命令后，选择要起坡的节点，然后输入两点来表示起坡的基点和方向即可。命令完成后，节点的 X、Y 坐标不变，Z 坐标按起坡的基点和方向改变。

例如下图中，选择所有节点后，先点取 P_1 作为起坡的基点，再点取 P_2 ，使起坡方向定为 P_1P_2 ，这样命令即完成。

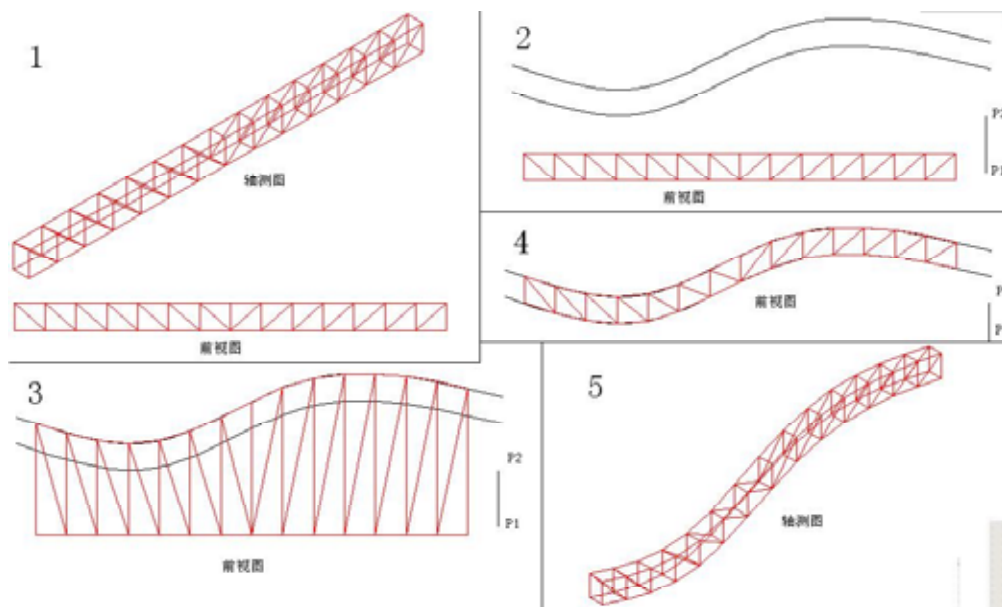


3.1.7 移动节点到直线或曲线上

该命令用于将选中的节点按指定方向移动到指定直线或曲线所代表的视平面上。

按了该命令后，首先选择一直线、圆、椭圆、圆弧或 SPLINE，然后选择要移动的节点，最后通过输入两个点来指定移动的方向。命令完成后，节点移动到所选择到的直线或曲线与屏幕视图法线所定的平面上。

例如下图中，图 1 为一榀直桁架；在图 2 中我们画了两条 SPLINE 线，要求将桁架上下弦分别移动到这两条曲线所代表的曲面上；在图 3 中，我们先选择上方的曲线，再选择上弦节点，然后分别点取 P_1 、 P_2 将 P_1P_2 作为节点移动方向后，桁架形状变为图 3 中形状；在图 4 中，我们先选择下方的曲线，再选择下弦节点，然后分别点取 P_1 、 P_2 将 P_1P_2 作为节点移动方向后，桁架形状变为图 4 中形状；图 5 为命令完成后的桁架轴测图。



3.1.8 沿径向移动节点到圆、椭圆上

该命令用于将选中的节点沿所选择圆或椭圆的径向移动到该圆或椭圆所代表的圆柱体或椭圆柱体上。

按了该命令后，首先选择圆或椭圆，然后选择要移动的节点即可。

3.1.9 删除重复单元节点

该命令用于将重复的单元或节点删除，删除的精度由显示参数中的“建模允许误差值”控制，若两节点间距小于建模允许误差值，则认为是重复节点。

重复节点的存在会影响内力计算及导荷载等和构件有关的操作，所以一般建模完成后至少执行一次该命令以删除重复单元节点，在进行结构编辑过程中也应该多次执行该命令。

3.1.10 由单元得到对应直线、面域

该命令用于由杆件生成对应的直线（LINE），保存到另外一个文件，通过本命令可以把 3D3S 模型还原成 ACAD 的直线模型。通过该命令也可以选择膜三角单元，将其变为实体，保存在另外一个文件，用于做效果图用。

3.1.11 结构体系

点击该命令后弹出以下对话框供用户选择结构体系：



桁架表示所有节点都为铰接，框架表示所有节点都为刚接。

平面桁架：若定义所设计计算的结构为平面桁架，软件将自动处理平面桁架的面外位移约束和单元两端边界释放，典型的平面桁架比如普通钢屋架；

平面刚架：若定义所设计计算的结构为平面框架，软件将自动处理平面框架的面外位移约束，典型的平面刚架如门式刚架、厂房横向排架。

若结构部分刚接、部分铰接，则需先把结构体系选择为框架，然后使用“构件属性->单元释放”进行部分铰接的定义。

3.1.12 长度单位

点击该命令后弹出以下对话框供用户设置长度单位：



3.1.13 从文件读入数据

该命令用于将节点、杆件、荷载等信息从文件读入。

结构可部分直接用软件建模，部分从文件读入，读入时数据可以从多个文件分别读入，但要注意先后顺序，如要生成两端节点分别为 1、2 的单元前，先把节点 1、2 先读入。

文件格式如下：

1、注释

以\$或!或\\或/开头的字符串表示是注释，注意其中不能有空格

例：\$以下为生成节点的数据”；

例：!以下为生成节点的数据”；

例：//以下为生成节点的数据”；

2、结构体系(No=0-平面桁架 1-平面框架 2-空间桁架 3-空间框架)

例：定义结构体系为空间框架”；

STRU 3

3、定义长度单位(No=0-米 1-厘米 2-毫米)

例：定义长度单位为毫米

UNIT 2

4、生成节点

N(ode) 节点号 坐标 x 坐标 y 坐标 z

例：生成节点 8 坐标 (200, 300, 400)

N 8 200 300 400

5、生成单元

E(lement) 单元号 节点 1 节点 2

例：生成单元 2 两端节点号分别为 3、5

E 2 3 5

6、定义节点约束

CON(Constrain) 节点号 X(0 1) Y(0 1) Z(0 1) RX(0 1) RY(0 1) RZ(0 1)

例：定义节点 3 约束： 约束住 X Y Z，释放 RX RY RZ

CON 3 1 1 1 0 0 0

例：定义节点 1 2 3 4 5 约束： 约束住 Z

CON 1-5 0 0 1 0 0 0

7、定义单元释放

EFREE(Element FREE) 单元号 X1 Y1 Z1 RX1 RY1 RZ1 X2 Y2 Z2 RX2 RY2 RZ2

例：定义单元 4 约束释放： 大小节点处绕 3 轴转动释放

EFREE 4 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1

例：定义单元 1 至 5 约束释放： 大小节点处绕 2 轴和 3 轴的转动释放

EFREE 1-5 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 1

8、定义层

LAYER 单元号 层名

例：定义单元 8 层号为 ABC

LAYER 8 ABC

例：定义单元 1 至 10 层号为 Layer1

LAYER 1-10 Layer1

9、往节点荷载库添加节点荷载

PL(Point Load) 恒活风类型(0 1 2) 工况号 Px Py Pz Mx My Mz

例：添加节点荷载：活荷载 工况号 3 Px=6 Py=7 Pz=8 Mx=9 My=10 Mz=11

PL 1 3 6 7 8 9 10 11

10、往单元荷载库添加单元荷载

EL(Element Load) 恒活风类型(0 1 2) 工况号 荷载形式(1-6) 方向 XYZ(0 1 2) P1 P2 X1 X2

例：添加单元荷载：风荷载 工况号 5 荷载形式 1 方向 Z P1=1 P2=1 X1=0 X2=0

EL 2 5 1 2 1 1 0 0

11、往节点上施加节点荷载

APL(Add Point Load) 节点号 节点荷载序号

例：往节点 2 上施加节点荷载 3

APL 2 3

例：往节点 5 至 8 上施加节点荷载 2

APL 5-8 2

12、往单元上施加单元荷载

单元号 单元荷载序号

例：往单元 3 上施加单元荷载 5

AEL 3 5

例：往单元 3 至 10 上施加单元荷载 5

AEL 3-10 5

13、往方位库增加方位

POS(Position) Kx Ky Kz KAngle Qk

例：往方位库增加方位 X 向负无穷大 绕 1 轴 30 度 楔形单元放置参数为 1

POS -1e15 0 0 30 1

14、给单元定义方位

DEP(Define Element Position) 单元号 方位序号

例：给单元 3 定义方位 1

DEP 3 1

例：给单元 3 至 10 定义方位 1

DEP 3-10 1

15、给单元定义截面

DES(Define Element Section) 单元号 截面类型 截面序号

截面类型:

1 普通工字钢	2 轻型工字钢	3 普通槽钢	4 轻型槽钢
5 普通角钢(等肢)	6 普通角钢(不等肢)	7 双拼普通槽钢	8 双拼轻型槽钢
9 双拼普通角钢(等肢)	10 双拼普通角钢(长肢相连)	11 双拼普通角钢(短肢相连)	12 Z 型卷边型钢
13 冷弯卷边槽钢	14 冷弯 C 型钢	15 方形空心型钢	16 矩形空心型钢
17 宽翼缘工字钢	18 工字形楔形单元	19 焊接工字形截面	20 焊接箱形截面
21 焊接矩形截面	22 热轧无缝钢管与电焊钢管	23 钢管混凝土	24 圆钢及索
25 自定义截面类型	26 格构柱类型 1	27 格构柱类型 2	28 T 型截面
29 矩型截面	30 工字型钢混凝土	31 十字型钢混凝土	32 方钢管混凝土

例: 给单元 1 定义宽翼缘工字钢截面库内的第 2 种截面

DES 1 17 2

例: 给单元 1 至 10 定义宽翼缘工字钢截面库内的第 2 种截面

DES 1-10 17 2

16、往材性库增加材性

MAT(Material) 材料类型 弹模 泊松比 线膨胀系数 屈服强度 密度

材料类型: 1 Q235 2 Q345 3 Q390 4 Q420 5 砼 C7.5 6 砼 C10

7 砼 C15 8 砼 C20 9 砼 C25 10 砼 C30 11 砼 C35 12 砼 C40

13 砼 C45 14 砼 C50 15 砼 C55 16 砼 C60 17 砼 C65 18 砼 C70

19 砼 C75 20 砼 C80 21 自定义

例: 往材性库增加材性 Q235 弹模 2.06e+2 泊松比 0.3 线膨胀系数 1.2e-5 屈服强度 215 密度 7.85e-6

MAT 1 2.06e+2 0.3 1.2e-5 215 7.85e-6

17、给单元定义材性

DEM(Define Element Material) 单元号 材性序号

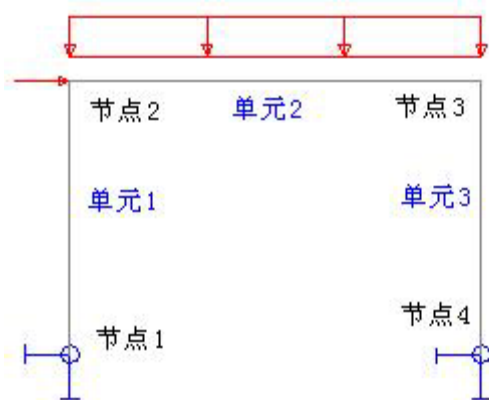
例: 给单元 3 定义材性 1

DEM 3 1

例：给单元 3 至 10 定义材性 1

DEM 3-10 1";

从文件读入如下结构：



```

n 1 0 0 0          !生成节点 1，坐标(0, 0, 0)
n 2 0 0 2000       !生成节点 2，坐标(0, 0, 2000)
n 3 3000 0 2000    !生成节点 3，坐标(3000, 0, 2000)
n 4 3000 0 0       !生成节点 4，坐标(3000, 0, 0)

e 1 1 2           !生成单元 1，两端节点号分别为 1、2
e 2 2 3           !生成单元 2，两端节点号分别为 2、3
e 3 3 4           !生成单元 3，两端节点号分别为 3、4

pl 0 0 1 0 0 0 0  !添加节点荷载：恒，Px=1

el 1 1 1 2 -1 -1 0 0 !添加单元荷载：活，工况号为 1，荷载形式为 1，方向 Z，P1=P2=-1，
X1=X2=0

apl 2 1           !节点 2 上施加节点荷载 1
ael 2 1           !单元 2 上施加单元荷载 1

layer 1 AAA       !定义单元 1 的层名为 AAA

con 1 1 1 1 1 0 1 !定义节点 1 的约束为 X、Y、Z、RX、RZ
con 4 1 1 1 1 0 1 !定义节点 4 的约束为 X、Y、Z、RX、RZ

POS -1e15 0 0 0 1 !定义 X 无穷大的方位
POS 0 0 -1e15 0 1 !定义 Z 无穷大的方位

DEP 1 1           !定义单元 1 的方位为方位 1
DEP 3 1           !定义单元 3 方位为方位 1

```


DEP 2 2 !定义单元 2 方位为方位 2

DES 1-3 17 2 !定义单元 1 到 3 的截面为宽翼缘工字钢第 2 个截面序号

MAT 1 2.06e+2 0.3 1.2e-5 215 7.85e-6 ! 定义材性 1

DEM 1-3 1 !定义单元 1 到 3 的材料性质为材性 1

3.2 显示查询

3.2.1 总体信息

查询总体信息，包括节点总数、单元总数、受约束点总数、最长最短杆件长度等，其中通过查询最长最短杆件长度可以检查当前模型是否有误。

3.2.2 构件查询

选择节点、杆件或板单元，按鼠标右键结束选择后，根据选择的是节点、杆件还是板单元分别弹出对应的节点信息框、杆件信息框、板单元信息框，在弹出的信息对话框内为构件的各项信息，用户可双击各项进行修改。

用户也可不选择构件而直接右键，这时会弹出对话框要求输入构件号来进行查询，用户这时可以通过输入节点号、杆件单元号或板单元号来查询构件，图形界面中所查询的节点、杆件或板单元会被标识符标出。



3.2.3 总用钢量

选择几根杆件后按回车或鼠标右键结束选择（直接按回车或按鼠标右键表示全选），弹出所选择杆件的用钢量，该值是为单元的长度、横截面积和材料重量密度相乘而得到的，这里单元的长度是指单元两端点间的轴线长。

在弹出的用钢量对话框内按各种截面分别用行分开，用户可双击各行来查询选用该截面的各单元。

3.2.4 构件信息显示

用于控制是否显示节点、单元、膜单元、板单元；具体表现为是否显示节点号、节点约束、节点附加质量、单元号、单元释放、单元附加质量、单元预应力、只拉单元、膜单元号、裁剪片号、

板单元号、板局部坐标、板三角网格、布板方向等。

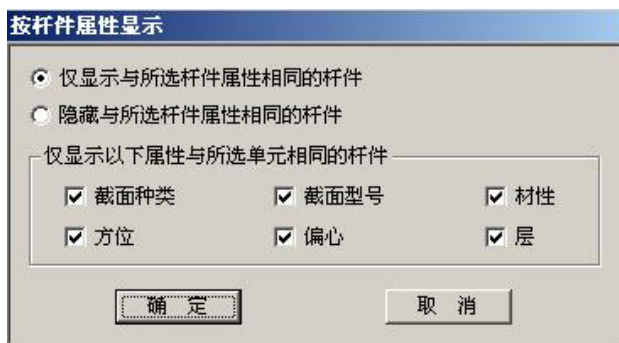


3.2.5 显示截面

显示选中杆件的截面或选中板件的厚度，截面显示参数（截面放大比例、是否标注截面等）在“显示参数”命令中定义。

3.2.6 按杆件属性显示

选择一根杆件，右键表示选择结束后弹出以下对话框：



用于显示或隐藏与所选杆件属性相同的杆件。

3.2.7 按层面显示

按层面、轴线号或弦杆类型显示。在弹出的对话框上右方列表框列出了各层面号、轴线号或弦杆类型，用鼠标单击打勾表示选中，按确定后主界面中只显示选中了的层面或轴线上的杆件。

3.2.8 部分显示

选择部分杆件，视图将只显示选中杆件。在构件比较多情况下，为便于观察此命令常被使用。

3.2.9 部分隐藏

选择部分杆件，视图将不显示选中杆件。在构件比较多情况下，为便于观察此命令常被使用。

3.2.10 全部显示

与上述两个命令对应，按此图标，所有杆件均显示；这个显示开关在主界面中只显示部分构件，而要求恢复全部单元显示时经常被使用

3.2.11 取消附加信息显示

相当于一个显示开关，表示杆件预应力、附加质量、内力图、位移图、验算等附加信息将不显示；这个开关在要求消除主界面中除构件轴线外还显示的其他内容时，经常被使用。

3.2.12 显示节点荷载

按工况显示节点荷载。

3.2.13 显示单元荷载

按工况显示单元荷载。

3.2.14 显示板面荷载

按工况显示板面荷载。

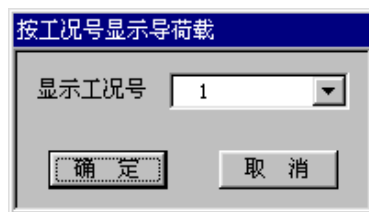
3.2.15 按荷载序号显示导荷载

把荷载库中的导荷载数值列在表中，使用鼠标选中需要显示的导荷载序号，在屏幕上则可以用颜色显示该区域。



3.2.16 按工况显示导荷载

按照工况把杆件导荷载的面荷载显示在所导的区域附近，本功能只针对已经完成自动导荷载的结构。



3.2.17 符号缩小

把符号内容的显示比例缩小为原来的 0.8 倍。其中缩小的有效范围（指是否缩小字符、荷载符号等）在“显示参数”命令中定义。

3.2.18 符号放大

把符号内容的显示比例放大为原来的 1.25 倍。其中放大的有效范围（指是否放大字符、荷载符号等）在“显示参数”命令中定义。

3.2.19 显示参数

定义字符大小、杆件颜色等参数；其中建模允许误差是作为删除重复节点和线的判断重复的标准，如果两节点间距小于建模允许误差则认为是重复节点。

板单元划分控制值的大小用于设定板网格划分的疏密。

显示参数对话框左下角的“UNDO 功能”选项：用于在杆件较多时取消该选项能加快速度。

3.2.20 显示颜色

定义单元号、节点号、内力图等颜色，便于打印或屏幕抓图。

3.2.21 双击控制

设定鼠标双击功能。

注：在软件中，一些查询修改命令可直接通过鼠标双击来实现。

1、在标准层编辑中

若鼠标双击当前标准层中的梁、柱、墙、板、轴线，会弹出被双击的梁、柱、墙、板或轴线的属性对话框，用户可双击对话框内的各项属性对其进行修改，相当于“显示查询->查询修改”命令。

2、双击节点时

a、当节点处于显示节点荷载状态时，双击该节点相当于“荷载编辑->查询、删除荷载->查询节点荷载”命令。

b、当节点处于显示支座反力状态时，双击该节点相当于“内力分析->查询支座反力”命令。

c、当节点不处于以上状态时，双击该节点相当于“显示查询->构件查询”命令。

3、双击杆件时

- a、当杆件处于显示单元荷载状态时，双击该杆件相当于“荷载编辑->查询、删除荷载->查询单元荷载”命令。
- b、杆件处于显示位移图状态时，双击该杆件弹出位移图对话框，对话框内显示的位移是指杆件上各点沿垂直于杆件方向的偏离值。
- c、杆件处于显示内力图状态时，双击该杆件弹出内力图对话框。
- d、当杆件处于显示内力包络图状态时，双击该杆件弹出内力包络图对话框。
- e、当杆件处于显示最大组合内力状态时，双击该杆件相当于“内力分析->查询内力”命令。
- f、当杆件处于显示验算结果状态时，双击该杆件相当于“设计验算->验算结果查询”命令。
- g、当杆件处于显示截面状态时，双击该杆件显示该杆件截面信息，用户可直接在里面更改相关的截面参数。
- h、当杆件不处于以上状态时，双击该杆件相当于“显示查询->构件查询”命令。

4、双击膜三角单元时

双击膜三角单元，弹出该单元的属性对话框，用户可双击对话框内的各项属性对其进行修改。

5、双击膜边界时

直线或曲线通过“结构编辑->膜定义->定义膜边界”命令后成为膜边界，双击膜边界后弹出对话框，可在对话框内对该边界的分段数等进行修改。

3.3 构件属性

3.3.1 建立截面库

3.3.1.1 软件对截面的定义由两个步骤组成

其一是选择工程需要采用的截面类型，可在截面库的对话框中用鼠标双击所设计工程中将使用到的相应截面形式，被双击的截面形式名词前会出现符号表示该截面已被激活。再次双击可取消激活；

其二是选择单元，定义单元截面。

3.3.1.2 软件附带的截面库

软件附带的截面库包括：轧制型钢（工字形、槽形、等边角钢、不等边角钢、双拼槽钢、双拼等边角钢、双拼不等边角钢），冷弯薄壁型钢（Z形、卷边槽钢、矩形和方形），焊接截面（工字形、箱形、轻型楔形工字形），宽翼缘工字钢、圆钢及索、圆管、钢管砼及格构柱，其它截面（矩形截面、工字型型钢、十字型钢、方钢管混凝土、自定义截面）等共三十二种截面形式。其中，软件中已建立了国产各类轧制型钢，冷弯型钢及高频焊接型钢的截面表。如果改变已有截面的尺寸，就必须把

截面的性质，如面积惯矩等置 0，这样软件才能自动根据新的尺寸重新计算截面性质。

3.3.1.3 增加

根据对话框右侧截面表中的提示，添加截面名称及详细尺寸信息。软件自动计算其截面特性(型钢截面不考虑圆角的影响)，并用于内力分析，效应组合及设计验算。

3.3.1.4 计算显示截面特性

对于仅有截面尺寸的截面，按计算显示截面特性时软件计算截面特性并显示在菜单中。软件计算时，缺省采用菜单中的截面特性。若截面尺寸改变，必须将截面特性数值清零，重新显示截面特性，否则软件按原有截面特性计算。

3.1.3.5 重排

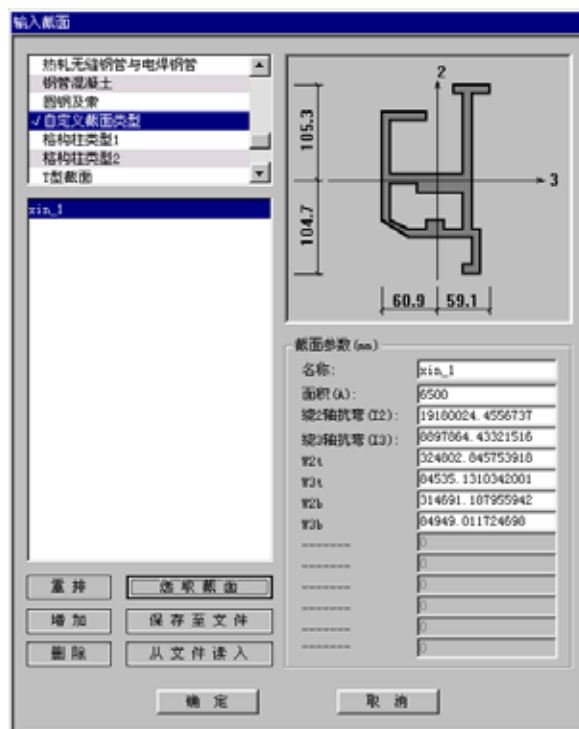
用户通过增加按钮添加的新截面同软件原有截面根据截面尺寸按从小到大的顺序重新排列。

3.1.3.6 删除

在相应截面形式的表中通过删除按钮删除所设计工程中不使用的截面。

3.1.3.7 自定义截面及混凝土截面的定义

当用户的截面形状超出已有的截面类型时，可以使用自定义截面。首先在 X-Y 平面内画出所需要的截面的封闭形状 (line)，选中自定义截面，按增加按钮后在对话框右下侧给截面命名，按选取截面钮在屏幕上选中所绘截面的封闭形状，右键结束，在对话框右上显示出截面形状 (软件默认将 X 轴作为 3 轴、Y 轴为 2 轴)，对话框右下显示出截面的参数。



当用户选用混凝土截面时，软件可以完成内力计算及效应组合。用户可以在选用矩形截面或自定义截面，并任意输入该类钢截面必要的尺寸信息，同时要求把材料性质设置为混凝土。

3.1.3.8 保存到文件

如果用户输入了一组截面需要保存到下一个工程使用，那么使用该命令保存输入的截面尺寸，保存为 DAT 文件；

3.1.3.9 从文件读入

把保存到文件的截面读出来，即选中<保存到文件>生成的文件，把截面尺寸读出来；

注意：读入文件的截面类型必须和写文件时的截面类型相同，比如保存到文件的截面形式是宽翼缘工字钢，那么从文件读入前也需要击活相应的宽翼缘工字钢；

3.1.3.10 永久保留用户截面的输入

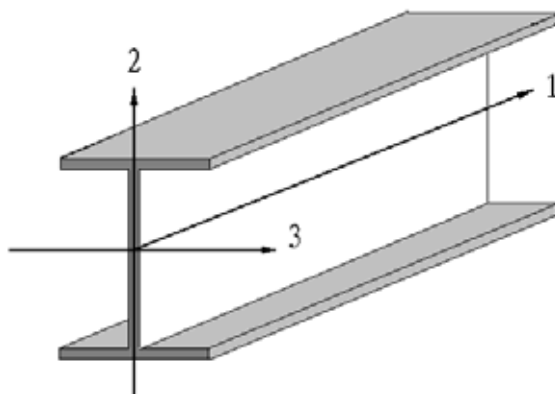
每次用户输入的截面均在本工程中适用，不影响软件自带截面库。当用户希望永久使用自己的截面库时，可采用以下步骤：

- ① 建立新工程；
- ② 在建立截面库对话框中，选中所需添加截面，用户可以修改和添加自己的常用截面；保存工程到硬盘，取名为 aaa；
- ③ 将 aaa 工程目录下的 sector 目录（截面表）目录下的文件复制到 acad2000\tj3d3s 目录下，并覆盖原有的文件。以后，用户所有工程均包含自己的截面。如果重新安装 3D3S 软件后，则截面库

恢复到原先默认的内容。

3.1.3.11 单元局部坐标系的定义

软件中各截面的局部坐标轴定义可见截面库中各截面图标所示 2 轴和 3 轴。1 轴为单元自身轴线。



3.3.2 定义截面

定义截面步骤如下：

1、定义单元截面

- (1) 对话框左侧列出所有截面库中的截面形式，选择欲定义的截面类型；
- (2) 选中在建立截面库中激活的截面类型时，对话框右侧出现经增加或删除以后的截面名称系列，选择欲定义的截面名称，并在调色板内选择任意颜色表示所选择的截面；
- (3) 按“选择欲定义单元”按钮，对话框隐去，用鼠标在屏幕上选欲定义截面的杆件；
- (4) 按鼠标右键表示选择结束，对话框重新弹出，可按步骤（1）（2）（3）再对其单元进行截面定义或查询；
- (5) 双击显示的颜色框可改变默认的截面显示颜色；
- (6) 按“确定”按钮，则命令结束。

2、查询单元截面

- (1) 按“选择欲查询单元”按钮，对话框隐去，用鼠标在屏幕上选取欲查询的杆件。
- (2) 按鼠标右键表示选择结束，对话框重新弹出，对话框内显示截面类型及名称为所查询单元的截面，**然后可再对其单元进行截面定义或查询。**
- (3) 按“确定”按钮，则命令结束。

3、修改截面参数

双击右面截面列表中的截面可对相应截面的参数进行修改。

4、成组验算

截面的组号用在截面优选或优化过程中：组号相同的构件在优选或优化后的截面保持相同（以同组最大的截面为准），组号为 0 的单元表示不按组归并截面。

注意：

如果在将来的单元设计中要求软件进行优选设计，软件将按单元在截面选择对话框右侧的截面名称系列中顺序进行优化，即软件认为截面表从小到大排列，截面优选时是在截面表中从上往下逐个挑选截面的。

3.3.3 定义材性

定义材性步骤如下：

1、添加新材性

在列表内“.....”处双击，弹出增加材性对话框。



在右下角“材料”下拉表中选择材料。对常用钢号或砼，软件自动弹出相应参数。对自定义钢号，必须逐个填入所有参数，特别是屈服强度。

在左下角显示颜色调色板内选择任意颜色来表示所选择的材性。

2、修改材性

在列表内双击要修改的材性，弹出修改材性对话框让用户对该种材性进行修改。

3、删除材性

在列表内选中要删除的材性后按 DEL 键。

4、定义单元材性

(1) 在列表内选中要定义的材性；

(2) 按“选择欲定义单元”按钮，对话框隐去，用鼠标在屏幕上选取欲定义材性的杆件；

(3) 按鼠标右键表示选择结束，对话框重新弹出，可按步骤(1)(2)再对其单元进行材性定义或查询；

(4) 按“确定”按钮，则命令结束。

5、查询单元材性

(1) 按“选择欲查询单元”按钮，对话框隐去，用鼠标在屏幕上选取欲查询的杆件；

(2) 按鼠标右键表示选择结束，对话框重新弹出，对话框内用深色条显示该单元的材性，然后可再对其他单元进行材性定义或查询；

(3) 按“确定”按钮，则命令结束。

注意：

(1) 在进行单元设计时，钢材的设计应力是根据不同的板厚确定的；

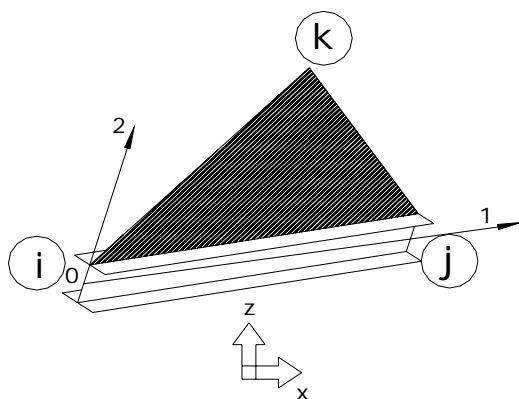
(2) 对混凝土板件，采用自定义材料或直接选用砼材性；混凝土只参与计算，不参与构件设计，所以不必填入屈服强度；

(3) 对混凝土构件，不采用定义材性的方式来定义，而是采用钢筋混凝土构件定义的方式进行定义。

3.3.4 定义方位

定义方位的作用：

定义方位指定义 K 节点坐标，从而确定由单元两端的 I、J 节点与 K 节点这三个节点构成的平面在空间的位置（对工字形钢来说是确定了腹板平面），进而确定单元的摆放。



i-j-k平面和1-0-2平面是同一平面

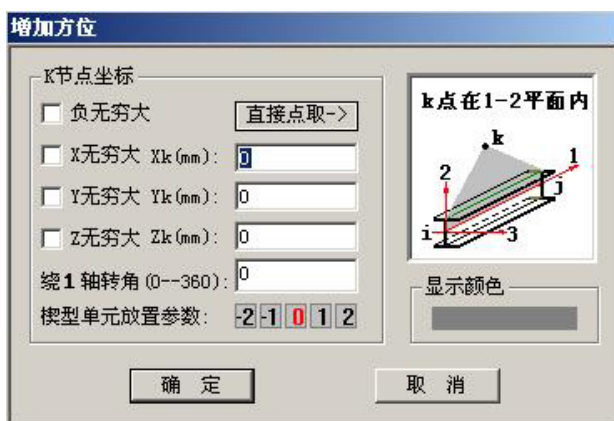
确定了K节点就确定了i-j-k平面在空间的位置 即确定了构件1-0-2平面的放置

定义方位的作用

定义方位步骤如下：

1、添加新方位

在列表内“.....”处双击，弹出增加方位对话框。



在上方中部的“直接取点”按钮用于直接在屏幕上点取 K 节点方位，而不用手输。

在右下角显示颜色调色板内选择任意颜色来表示所选择的方位。

2、修改方位

在列表内双击要修改的方位，弹出修改方位对话框让用户对该种方位进行修改。

3、删除方位

在列表内选中要删除的方位后按 DEL 键。

4、定义单元方位

(1) 在列表内选中要定义的方位；

(2) 按“选择欲定义单元”按钮，对话框隐去，用鼠标在屏幕上选欲定义方位的杆件；

(3) 按鼠标右键表示选择结束，对话框重新弹出，可按步骤(1)(2)再对其单元进行方位定义或查询；

(4) 按“确定”按钮，则命令结束。

5、查询单元方位

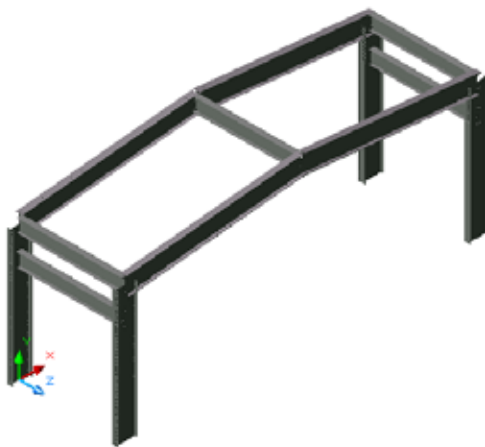
(1) 按“选择欲查询单元”按钮，对话框隐去，用鼠标在屏幕上选取欲查询的杆件；

(2) 按鼠标右键表示选择结束，对话框重新弹出，对话框内显示该单元的方位，然后可再对其单元进行方位定义或查询；

(3) 按“确定”按钮，则命令结束。

定义 K 节点的方法：

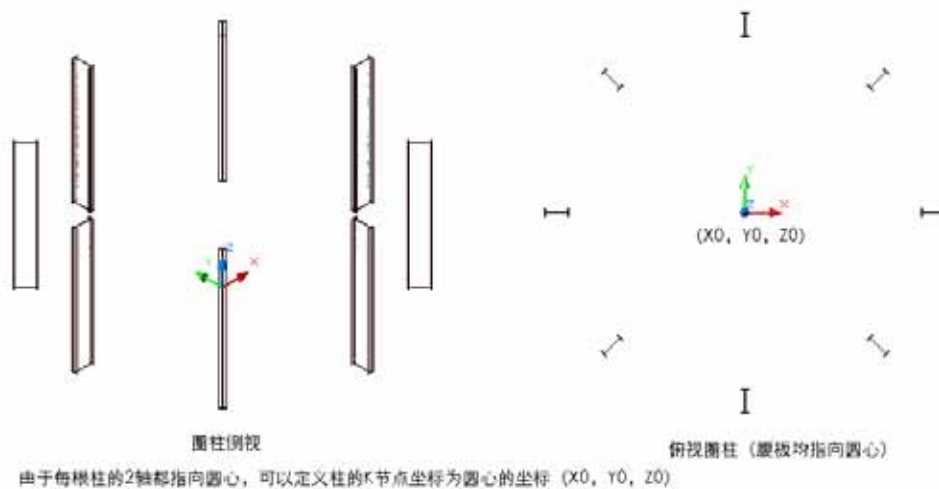
1、对于常用的等截面正放单元，可定义 k 点 x 向无限大，y 向无限大或 z 向无限大（不可以和杆轴同一个方向，比如柱构件是 Z 方向的，那么柱的 K 节点只能是 X 或 Y 无穷大）。



正放的梁和柱

2、对于空间任意斜向放置的等截面单元，有两种定义方式：

(1) 首先定义 k 点某向无限大，再定义绕 1 轴（自身轴）转角值；



斜向放置的单元

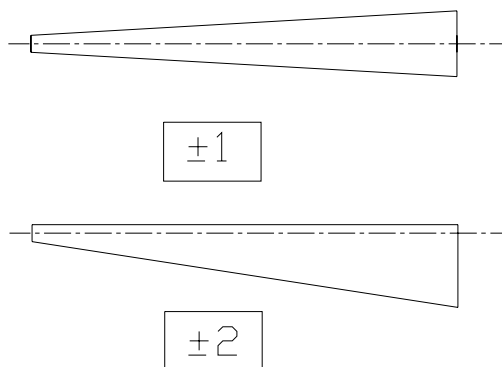
(2) 直接定义 k 点三向坐标值。

3、对于楔形截面单元，由于单元存在大小头，所以其定位不仅要定义 K 节点，还要定义放置方位。软件用+1、-1、+2、-2 四个数定义楔形单元的放置方位。

①两种楔形单元的区分

± 1 用于轴线通过大小截面形心点的楔形单元，k 节点的定义同等截面单元；

± 2 用于轴线通过小头截面形心点而平行于单元长度方向一侧边的楔形单元，其平行侧边位于 2 轴的反向，所以 k 节点既定义了截面放置方向，还定义了平行边位置。



②楔形单元放置方位

小头小号节点、大头大号节点 “+” 号

大头小号节点、小头大号节点 “-” 号

③门式刚架楔形单元的通常定义（单元为等截面不在此列）：

梁:

Z 向负无穷大, 根据②定义放置参数正负号, 采用第二种楔形单元;

柱:

左边柱: X 向正无穷大, 根据②定义放置参数正负号, 采用第二种楔形单元;

中 柱: X 向正无穷大, 根据②定义放置参数正负号, 采用第一种楔形单元;

右边柱: X 向负无穷大, 根据②定义放置参数正负号, 采用第二种楔形单元;

注意:

(1) 方位定义完后, 可通过显示结构图 (菜单绘制施工图中) 显示单元空间立体图以检查定义是否正确;

(2) 由于 2 与-2 单元非对称, 2 轴定义为指向斜边. 具体梁与柱的斜边指向由用户定义 2 轴的指向, 即 k 节点而定。例如, 楔型梁的 k 节点通常应定义为 z 向负无穷大;

(3) 无穷大的意义: 原则上每一单元都有各自的 K 节点, 对于一系列平行单元, 将 K 节点设为某向无穷大, 忽略单元间的尺寸差距, 方便了方位定义;

(4) 单元局部坐标: 1 轴指沿杆轴方向, 2, 3 轴可参考建立截面库中各截面的定义, K 节点方位是定义 1-2 平面方位。

例题: 体验 K 节点的作用

建立新工程, 画线 (0, 0, 0), (3000, 0, 1000)。

定义截面为工字钢。

- ① 定义 K 节点 Z 向无穷大, 显示截面;
- ② 定义 K 节点 Y 向无穷大, 显示截面;
- ③ 定义 K 节点 Z 向无穷大, 绕 1 轴转 300, 显示截面。

定义截面为工字形楔形单元。

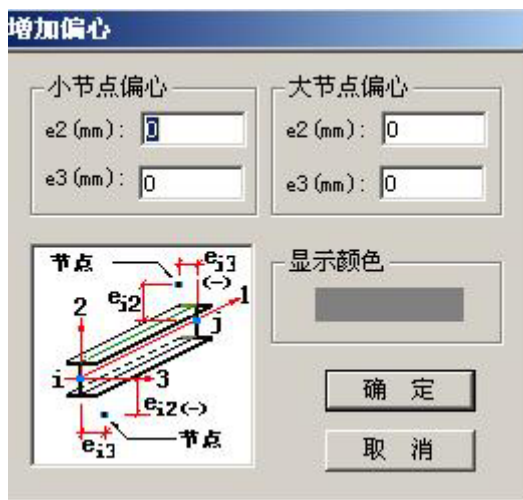
- ① 定义 K 节点 Z 向无穷大, 楔形单元放置参数 1, 显示截面;
- ② 定义 K 节点 Z 向无穷大, 楔形单元放置参数-1, 显示截面;
- ③ 定义 K 节点 Z 向负无穷大, 楔形单元放置参数 2, 显示截面;
- ④ 定义 K 节点 Z 向负无穷大, 楔形单元放置参数-2, 显示截面;
- ⑤ 定义 K 节点 Z 向无穷大, 楔形单元放置参数 2, 显示截面。

3.3.5 定义偏心

定义偏心步骤如下:

1、添加新偏心

在列表内“.....”处双击，弹出增加偏心对话框。



在左边显示颜色调色板内选择任意颜色来表示所选择的偏心。

2、修改偏心

在列表内双击要修改的偏心，弹出修改偏心对话框让用户对该种偏心进行修改。

3、删除偏心

在列表内选中要删除的偏心后按 DEL 键。

4、定义单元偏心

(1) 在列表内选中要定义的偏心；

(2) 按“选择欲定义单元”按钮，对话框隐去，用鼠标在屏幕上选取欲定义偏心的杆件；

(3) 按鼠标右键表示选择结束，对话框重新弹出，可按步骤(1)(2)再对其单元进行偏心定义或查询；

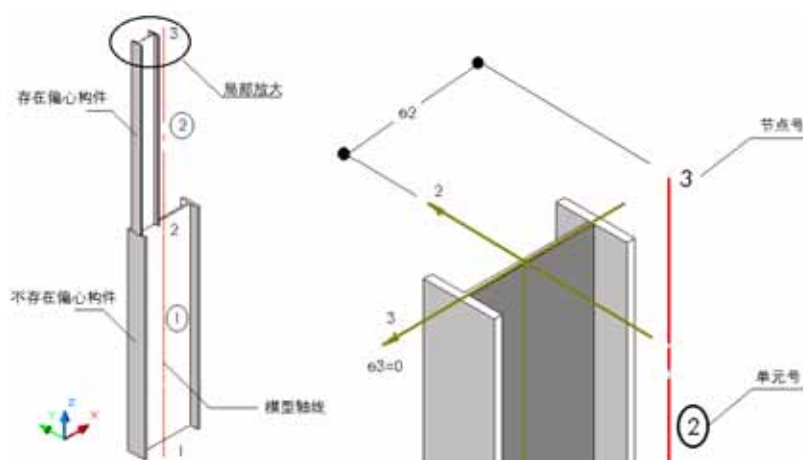
(4) 按“确定”按钮，则命令结束。

5、查询单元偏心

- (1) 按“选择欲查询单元”按钮，对话框隐去，用鼠标在屏幕上选取欲查询的杆件；
- (2) 按鼠标右键表示选择结束，对话框重新弹出，对话框内显示该单元的偏心，然后可再对其单元进行偏心定义或查询；
- (3) 按“确定”按钮，则命令结束。

注意：

- (1) e_2 和 e_3 分别指有限元节点沿单元局部坐标轴 2 和 3 的相对于单元端部截面形心的偏心量，参见示意图；
- (2) 用户通过显示截面图来检查单元偏心的定义情况。



偏心示意

3.3.6 定义计算长度



上图对话框的左侧的所属结构类型中列出了几种常见的结构类型；如果是通过各个结构菜单中的表格方式快速建立的模型，该结构的构件会自动标明其所属类型；比如通过网架网壳菜单中的新建网架建立的网架结构，模型中的每一根杆件在定义计算长度对话框中的所属结构类型都会自动停在网架网壳选项。

不同的结构类型计算长度的选取有不同的方法：门式刚架默认都为 0，但门架属于平面结构，

用户需要属于平面外（绕 2 轴）的计算长度；塔架、桁架、网架网壳默认系数都是 1，但如果是平面结构，仍需要用户自己判断和输入面外实际的计算长度；框架默认都为 0，但如果属于平面结构，用户需要属于平面外的计算长度。

计算长度的概念详见钢结构设计理论中有关钢结构稳定设计的内容。

有两种输入方法：定义长度表示直接输入计算长度，量纲为毫米；定义系数表示输入无量纲的系数，该系数乘以单元的几何长度作为计算长度。在定义了长度后，相应的系数必须为 0，同样定义了系数后，相应的长度为 0，软件只识别一个值。

定义计算长度步骤如下：

1、定义单元计算长度

- (1) 选定义计算长度命令，屏幕弹出定义计算长度对话框。按要求填入数据；
- (2) 按“选择欲定义单元”按钮，对话框隐去，用鼠标在屏幕上选取欲定义计算长度的杆件；
- (3) 按鼠标右键表示选择结束，对话框重新弹出，可按步骤（1）（2）再对其单元进行计算长度定义或查询；
- (4) 按“确定”按钮，则命令结束。

2、查询单元计算长度

- (1) 按“选择欲查询单元”按钮，对话框隐去，用鼠标在屏幕上选取欲查询的杆件；
- (2) 按鼠标右键表示选择结束，对话框重新弹出，对话框内显示该单元的计算长度，然后可再对其单元进行计算长度定义或查询；
- (3) 按“确定”按钮，则命令结束。

注意：

(1) 0 表示让软件自动寻找计算长度；软件对空间框架结构自动寻找无支撑长度并按规范自动计算两个方向的计算长度。对普通钢屋架定义了常见的平面内外计算长度。对平面框架的平面内计算长度（绕 3 轴）将按规范求取，需要用户输入平面外（绕 2 轴）计算长度，因为平面外结构的有效的最不利侧向支撑长度的信息需要用户提供给软件否则取几何长度计算；

(2) 绕 2 轴，绕 3 轴与平面内，外：

首先，用户需确定输入的是平面内，还是平面外计算长度；

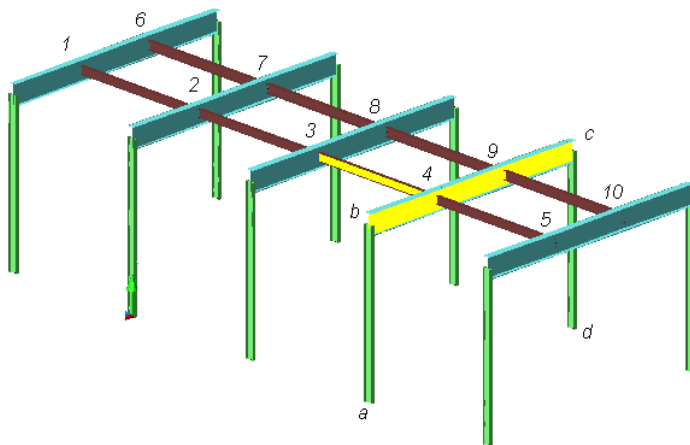
其次，根据结构单元的方位定义，确定平面(内)外转动是绕 2 轴还是绕 3 轴；

最后，确定是输入绕 2 轴亦或绕 3 轴计算长度；

(3) 在某些空间框架的简化情况中，由于忽略次梁和楼板的作用，软件按主梁自动寻找的梁单元绕 2 轴长细比将比实际情况偏大，用户应注意到这些情况：

比如对于下图中，主梁和次梁的支承长度如果让软件自动取（在定义计算长度的对话框中绕 2 轴绕 3 轴都是 0）；

对于主梁的 b-4，4-9，9-c 三个单元，绕 3 轴（工字截面的强轴）都是 b-c 的长度，绕 2 轴（工字截面的弱轴）分别是 b-4，4-9，9-c 本身的长度（因为有次梁的支撑）；



空间结构自动选取计算长度的原则示意

对于次梁 3-4 单元，如果该单元两端没有杆件铰接，那么绕 3 轴（工字截面的强轴）为 1-5 的长度；如果该单元两端杆件铰接，那么绕 3 轴（工字截面的强轴）为 3-4 的长度（单元本身长度）<2003 年 3 月后得到软件或补丁的单位，在之前的则不分是否杆件铰接>；绕 2 轴（工字截面的弱轴）3-4 本身的长度（因为有主梁的支撑）；

软件对柱的支承长度的判断和梁是一样的。对于一些计算长度有特别清楚规定的结构，比如桁架，用户最好自行定义一下，这样计算速度快一些；

对于平面结构，必须定义平面外的计算长度（或直接定义计算长度、或定义系数，把该系数乘以单元的长度即为计算长度）；

对于楼面梁可以定义梁面外（通常是绕 2 轴）的计算长度很小，为 1 米或更小（考虑刚性楼面对梁的面外支承作用）。

3.3.7 定义钢砼构件参数

目前只针对型钢混凝土截面，列出相关配筋控制参数。

钢筋构件参数	
柱保护层厚度mm	35
梁保护层厚度mm	35
柱纵筋最小配筋率	0.006
柱纵筋最大配筋率	0.05
柱箍筋最小配筋率	0.05
梁纵筋最小配筋率	0.002
梁纵筋最大配筋率	0.05
梁箍筋最小配筋率	0.05
<input type="button" value="确定"/> <input type="button" value="取消"/>	

3.3.8 钢筋构件定义

针对钢筋混凝土、钢管混凝土、型钢混凝土构件的材性定义。

定义钢筋截面	
<input type="checkbox"/> 非钢筋截面	砼等级: C15
主筋类别: HRB235	箍筋类别: HRB235
梁拉区主筋直径: AUTO	梁拉区主筋间距mm: 0
梁压区主筋直径: AUTO	梁压区主筋间距mm: 0
柱主筋直径: AUTO	柱主筋间距mm: 0
箍筋直径: AUTO	箍筋间距mm: 200
	加密区箍筋间距mm: 200
<input type="button" value="选择构件定义"/> <input type="button" value="选择构件查询"/> <input type="button" value="关闭"/>	

3.3.9 直接编辑截面

选择一单元，对该单元所属截面类型参数进行编辑（改变截面尺寸后必须把截面的性质，如面积惯矩等置 0 后按“显示截面特性”按钮来重新计算截面惯矩等）。

3.3.10 定义层面和轴线号

定义层面号的步骤如下：

1、定义单元层面和轴线号

(1) 选定义层面和轴线号命令，屏幕弹出定义层面和轴线号对话框。在对话框内输入层面序号，或横轴线号，或纵轴线号。其中层面号必须为数字，横纵轴线号可以是数字或字母串。

(2) 按“选择欲定义单元”按钮，对话框隐去，用鼠标在屏幕上选取欲定义的杆件。

(3) 按鼠标右键表示选择结束，对话框重新弹出，可按步骤（1）（2）再对其单元进行定义或查询。

(4) 按“确定”按钮，则命令结束。

2、查询单元层面和轴线号

(1) 按“选择欲查询单元”按钮，对话框隐去，用鼠标在屏幕上选取欲查询的杆件。

(2) 按鼠标右键表示选择结束，对话框重新弹出，对话框内显示该单元的层面和轴线号，然后可再对其单元进行定义或查询。

(3) 按“确定”按钮，则命令结束。

注意：

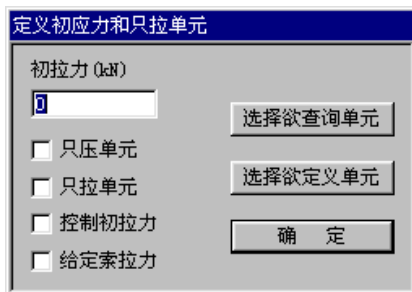
(1) 单元层面的默认值为 0。

(2) 激活平面的刚度无穷大功能（只能选梁），结构内力分析时将对所选单元进行 X-Y 平面内刚度无穷大的处理。

(3) 激活其他未定义层面号的杆件与当前所选杆件采用相同的层面号，则除了已经定义过层面的单元外，其他所有单元的层面号均采用当前所输的层面数字。

(4) 定义单元的层面、横轴线、纵轴线主要用于空间框架柱网和标准层的定义，用户也可以灵活运用，方便自己的建模及导荷载输入。弦杆类型是用在网架体系中，构件被分为上下弦和腹杆等。

3.3.11 定义初应力和只拉单元



定义结构中的只拉单元、只压单元来定义构件的受力特性，只拉单元仅承受拉力，只压单元仅承受压力；

对只拉单元可以定义初拉力进行找形；

控制拉应力：在线性找形中（索杆体系、索梁的线性找形），索的预拉力在找形前后没有变化，所以控制拉应力选项不起作用；

在非线性找形中（索梁的非线性找形，索膜体系），索的预拉力在找形前后会发生变化，如果选择了控制拉应力，那么在找形后索的预拉力被强制置为输入的初拉力值；

给定索拉力：只针对索网体系（用力密度法对索膜找形），需要指定索拉力倍数。

3.3.12 支座边界

3.3.12.1 一般支座边界

包含刚性约束、弹性约束、支座位移三种选择。

注意：

(1) X、Y、Z 表示沿 X、Y、Z 向的平动约束；

Rx、Ry、Rz 表示绕 X、Y、Z 向的转动约束；

(2) 支座边界是限制结构运动的装置。实际结构中的节点约束一般都位于支座处。另外，对于平面结构，在用有限元计算时，需要阻止平面外的位移，可以灵活运用支座边界约束节点面外自由度；

(3) 一般梁梁节点，梁柱节点是刚节点，但不是节点约束，不能设支座边界。因为该刚节点是有节点位移的，该点的运动并没有被限制。

3.3.12.2 斜边界

斜边界提供三个约束方向矢量：{x, y, z}。

注意：

(1) 节点边界中任意节点可以是混合边界，即某些方向是一般或特殊边界中的一类，而另一些方向是其他类，但同一节点同一方向不可以同时重复是几类边界；

(2) 斜边界方向：如 $X=1, Y=Z=0$ ，表示斜边界是整体坐标系下 X 方向， $X=1, Y=1, Z=0$ 表示斜边界在 XY 平面内 45° 方向，其余类同。斜边界不能与其他类边界混合。

3.3.12.3 定义支座边界的步骤：

1、定义约束

(1) 首先在对话框内选择约束情况，若为弹性约束、支座位移或斜边界还应填入相应数值；

(2) 按“选择受约束节点”按钮，对话框自动隐去，用鼠标在屏幕上选择所要定义的节点，按鼠标右键表示选择结束，对话框自动弹出，可按步骤（1）、（2）继续定义节点约束或查询节点约束；

(3) 按“关闭”按钮表示结束。

（二）查询约束

(1) 按“查询节点约束”按钮，对话框自动隐去，用鼠标在屏幕上选择所要查询的节点，按鼠标右键表示选择结束，对话框自动弹出，对话框内显示所查询节点所受的节点约束情况。接下来可继续定义节点约束或查询节点约束；

(2) 按“关闭”按钮表示结束。

3.3.13 单元释放

用于刚接体系中存在铰接节点的结构。

单元释放步骤如下：

(1) 首先选择单元（一个或数个）；

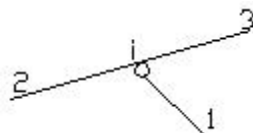
(2) 对话框内的“小号节点”和“大号节点”分别指单元左右节点号较小的一端和较大的一端。

转动释放绕某轴选中时表示绕该轴铰接。对一般结构无须选择平动释放各项。

(3) 当用鼠标选择其中任意项时，相应位置出现符号并激活该项输入。

注意：

(1) 单元与单元之间的节点在不处理时都是刚接的，即该节点可以传递弯矩，当节点是铰接点时，则需要单元释放，使该单元端部相应的力为 0，比如：下图单元 1 的 i 节点端需单元释放。



(2) 可处理为平动释放的一些例子：门式刚架砼柱钢梁，柱子单元不仅绕 3 轴转动释放，而且其中一柱上端沿 2 轴平动释放梁对柱较大的水平推力。

3.4 荷载编辑

输入并修改结构节点及单元的恒、活、风载，地震、吊车、温度、支座位移等七种工况作用，进行各工况下的导荷载，其中只有恒、活、风载这三种工况是用工况号（0，1，2，...）区分的。

软件对一般恒、活、风载的节点、单元荷载输入按两种方法实现：

方法一：

首先，建立荷载库，该工程将有何节点、单元荷载，统统按工况性质（恒、活、风）和荷载性质（节点、单元）建立成荷载表单；

然后，选择节点或单元，将荷载库中的荷载加到节点或单元上。

方法二：

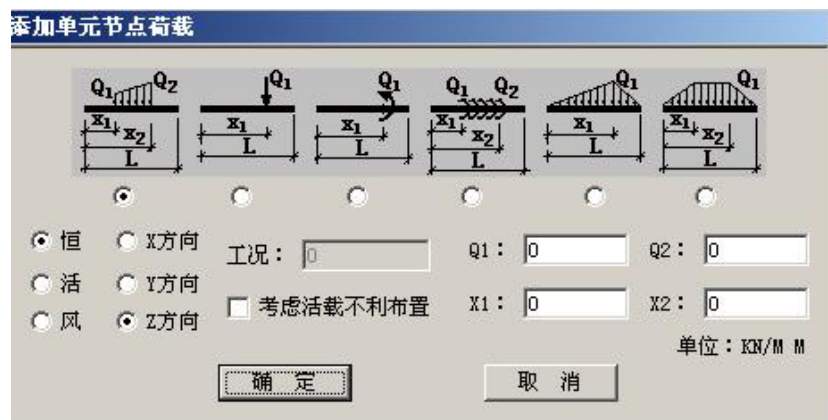
选中一批单元（必须是封闭区域），由软件根据输入的面荷载或风载体型系数等自动导荷载。荷载可导到单元上，也可导到节点上。

3.4.1 荷载库

按此命令后弹出如下对话框：

P_x , P_y , P_z 表示沿 X、Y、Z 向的力, M_x , M_y , M_z 表示绕 X、Y、Z 轴的弯矩。

3.4.1.3 单元荷载



(1) 单元荷载组包括六种荷载类型, 分别表示分布荷载、单元内集中荷载、单元内集中弯矩、分布弯矩、三角形荷载和梯形荷载;

(2) 方向 X、Y、Z 是整体坐标系下的。不与整体坐标系平行的荷载需要分解成 X、Y、Z 三个分量; 比如: 竖直向下的荷载需要输 Z 方向的负值;

(3) Q_1 , Q_2 正负号根据其与 X、Y、Z 三轴正向的关系而定, 对 2, 3, 5 种情况只需输入 Q_1 ;

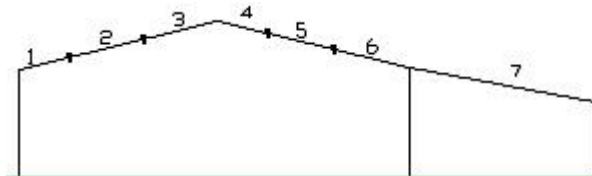
(4) x_1 , x_2 表示从小号节点到荷载作用点的沿单元距离。 $x_1=x_2=0$ 表示满布荷载;

注意:

使用最广的均布单元荷载选择第一种荷载类型, 输入相同的 Q_1 , Q_2 ; X_1 , X_2 输为 0 表示满布;

(5) 该对话框中的图只是示意, 用户可以输入沿杆件方向的力, 只要判断力在整体坐标中的方向;

(6) 活荷载单元对话框的最不利布置: 该不利布置考虑的是线荷载不利布置。按该荷载作用的所有单元根据支座位置及坡度变化穷举循环。比如 1 至 7 单元作用考虑活载不利布置, 共有六种情况: (1, 2, 3), (4, 5, 6), (7), (1, 2, 3, 4, 5, 6), (1, 2, 3, 7), (4, 5, 6, 7), (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)。当单元荷载过多, 穷举的种类呈几何级数增长。



3.4.1.4 板面荷载库

针对板面添加荷载。



PX, PY, PZ 方向和整体坐标系一致;

注意:

板面荷载实际是折算为节点荷载作用在板面网格节点上 (可以通过显示查询->构件信息显示中的板三角网格显示网格)。

3.4.1.5 杆件导恒活荷载



荷载分配方法:

- 1、直接作用于杆件: 用于诸如塔架等镂空结构, 按照杆件迎风面积与整个杆件面积之比导荷载 (只适用于风荷载);
- 2、按双向受力梁分配: 当荷载传到周边杆件上时选用该项, 如楼板的布置是双向板时, 或风荷载既传到梁上, 又传到立柱上时;
- 3、按单向受力梁分配: 当荷载只传到所选单元平面的部分杆件上时, 采用该选项, 如楼板的布置是单向板时等等。
- 4、分配到杆件所连节点: 荷载作用到选中单元平面包含的所有节点上;
- 5、分配到所选节点: 荷载作用到用户选中的节点上。

荷载分配到节点常用于空间桁架等大型网架网壳结构中, 将荷载简化到节点上。

注意:

恒载自动导得的荷载作用方向一律向下, 即指向-Z 方向。对恒荷载, 荷载总值为均布值乘以层面的实际面积, 对活荷载, 荷载总值为均布值乘以层面在 XY 平面上的投影面积。

3.4.1.6 杆件导风荷载

参数定义：

工况：可以任意输入，但不能为 0，也不能与已知活载工况号重号。不同时作用的风应该输入不同的工况号。不同层面导风荷若工况号相同表示其同时作用，比如结构中存在迎风面与背风面是同时受风的，工况号应相同；但左风，右风不同时作用，这时定义的荷载不应同工况号；

荷载分配方法：同上导恒活荷载；

风载体型系数：一般结构的体型系数见荷载规范（GB50009-2001）7.3 条。特种结构的体型系数见各相应规程，比如高耸塔桅结构的体型系数见高耸结构规范 GBJ135-90 3.2.6 条。一些重要的结构的体型系数应根据风洞实验实际测定得到；

基本风压标准值：见荷载规范（GB50009-2001）7.1 条；

地面粗糙度类别：见荷载规范（GB50009-2001）7.2 条。由结构标高及此值确定结构的风压高度变化系数；

风压高度变化修正系数：见荷载规范（GB50009-2001）7.2 条，考虑地形条件的修正；

风振系数 β_z ：见荷载规范（GB50009-2001）7.4 条节。如果手工输入 β_z （对不需要考虑风振的结构则输入 1），则按用户给定的风振系数计算，否则软件自行计算。由于求 β_z 需要已知结构的基本周期 T ，故导风荷载需要在进行完地震自动计算后进行；

阵风系数 β_{gz} ：在进行维护结构设计时，用阵风系数替代风振系数，软件可以根据标高自动按照规范取值（GB50009-2001）7.1 条；

建筑结构类型：见荷载规范（GB50009-2001）7.4 条，考虑脉动影响系数，从而求 β_z ；

房屋类型：见荷载规范（GB50009-2001）7.4 条，考虑脉动增大系数，从而求 β_z ；

参考点高度：软件对结构风压高度系数的计算中高度的体现通过 Z 向坐标值实现，故±0.000 的点其建模 Z 坐标必须为 0.0，否则可以输入参考点高度予以调整。比如，结构柱脚位于±0.000 点，而建模时柱脚的 Z 坐标为 3000 mm，则参考点高度输入+3， $3-3=0$ ；若结构最低点标高为+50 m，模型的最底点 Z 坐标为 30000 mm，则输入参考点高度-20， $30-(-20)=50$ m。所以在建模时尽量使模型的 Z 坐标和实际标高一致，这样参考点高度不用输入，即为 0；

荷载作用方向矢量：用于直接作用于杆件类型的导荷载，根据三向单位长度构成的空间四棱柱的对角线确定风向。比如， $X=1$ ， $Y=0$ ，则风向为+X 向，体型系数>0，表示该表面受风压。 $X=1$ ， $Y=1$ ，则风向为 45° ；

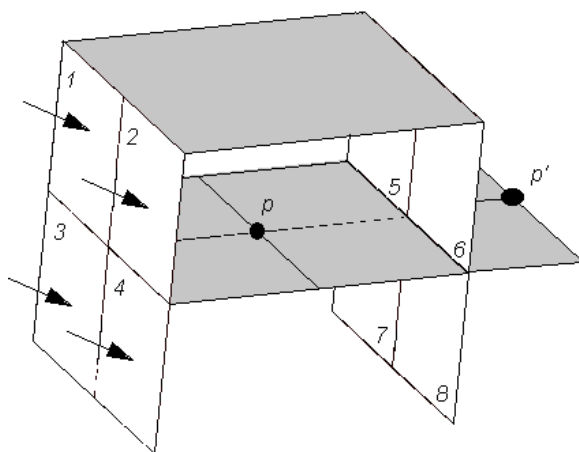
内部参考点坐标：根据结构内部的任意一点（可以是已知节点，也可以不是节点），可以确定所选面的外法线方向。若体型系数>0，则受风荷方向与外法线方向相反，受风压；若体型系数<0，则受风荷方向与外法线方向相同，受风吸力。内部参考点坐标可以手输，也可以按“点取”按钮在屏幕上选取。

比如下图：

对由封闭四边形 1, 2, 3, 4 组成的区域，存在风压力（方向如箭头所示）；

事先输入的风载体型系数为正数 0.8，表示对 1, 2, 3, 4 区域为压力，这时软件就需要内部参考点来判断压力荷载是朝什么方向的。点取 p 点来指定建筑物内部的一点，那么软件可以自动导得正确的荷载方向。

如果点取了 p' 点，虽然 p' 不在建筑物内部，对 1, 2, 3, 4 的区域导风荷载的结果是一样的，结果也是对的；但对 5, 6, 7, 8 的区域导风荷载的方向就不对了，即添入体系系数为 0.8，导出来的风荷载却是吸力。



3.4.1.7 膜面导荷载

修改原面导荷载

☒ 恒
 ☐ 活
 ☐ 风

工况:
 荷载均布值 (KN/M²):

基本风压标准值 (KN/M²):

风载体型系数:
 风振系数:

地面粗糙度类别: ☒ A
 ☐ B
 ☐ C
 ☐ D

风压高度变化修正系数 η :

参考点高度 Z_0 (M):
 (计算风荷载所用的杆件或节点实际标高为节点Z坐标减去此输入值)

内部参考点坐标 (M):

膜面导荷载将膜面上的均布荷载或风荷载导到节点上，对话框中各参数意义同杆件导荷载。恒载自动导得的荷载作用方向一律向下，即指向-Z 方向。对恒荷载，荷载总值为均布值乘以各膜面三角单元的实际面积；对活荷载，荷载总值为均布值乘以各膜面三角单元在 XY 平面上的投影面积，风荷载垂直于各膜三角单元。

3.4.2 施加节点荷载

按此命令后弹出如下对话框:

[illegible]

- ### 1、增加荷载

双击列表框内“...”处，弹出增加节点荷载对话框；

- ## 2、修改荷载

双击列表框内要修改的荷载，弹出节点荷载修改对话框：

示选择结束即可；

5、删除单元上所选荷载

在荷载列表框内选中将要从单元上去除的荷载，按“删除单元上所选荷载”按钮，选取单元后按右键表示选择结束即可，这时若选择的单元原来被施加了选中的荷载，选择完后这些荷载将被从单元上去除掉；

6、查询单元荷载

按了该按钮后选择一个单元，按右键表示选择结束后，该单元上所施加的荷载在列表内以深色条表示。

3.4.4 施加板面荷载

按此命令后弹出如下对话框：



1、加荷载

双击列表框内“...”处，弹出增加板面荷载对话框；

2、修改荷载

双击列表框内要修改的荷载，弹出板面荷载修改对话框；

3、删除荷载

选中要删除的板面荷载后按“DEL”键；

4、向板上施加荷载

选中将要往板面上施加的荷载，按“施加荷载”按钮，选取要施加荷载的板后按右键表示选择结束即可；

5、删除板面上所选荷载

在荷载列表框内选中将要从板面上去除的荷载，按“删除墙、板上荷载”按钮，选取板面后按右键表示选择结束即可，这时若选择的板面原来被施加了选中的荷载，选择完后这些荷载将被从板面上去除掉；

6、查询墙、板上荷载

按了该按钮后选择一个板面，按右键表示选择结束后，该板上所施加的荷载在列表内以深色条表示。

3.4.5 施加杆件导荷载



1、增加荷载

双击列表框内“...”处，弹出增加荷载对话框；

2、修改荷载

双击列表框内要修改的荷载，弹出荷载修改对话框；

3、删除荷载

选中要删除的荷载后按“DEL”键；

4、选择受荷范围

选择杆件来确定导荷载的范围；

5、删除受荷范围

通过选择杆件来删除部分受荷范围；

6、选择受力单元（节点）

当导荷载方式为单向导到杆件或节点时，用于选择具体受力的单元或节点；

7、删除受力单元（节点）

当导荷载方式为单向导到杆件或节点时，用于删除具体受力的单元或节点。

3.4.6 施加膜面导荷载



1、增加荷载

双击列表框内“...”处，弹出增加荷载对话框；

2、修改荷载

双击列表框内要修改的荷载，弹出荷载修改对话框；

3、删除荷载

选中要删除的荷载后按“DEL”键；

4、选择受荷范围

选择膜面三角单元来确定导荷载的范围；

5、删除受荷范围

通过选择膜面三角单元来删除部分受荷范围。

3.4.7 自动导荷载

将输入的杆件导荷载和膜面导荷载导到杆件或节点上。

在输入了杆件导荷载或膜面导荷载后，必须使用本命令才能把导荷载参数中的面荷载值转化为节点荷载或单元荷载。

按了该命令后，弹出如下对话框：

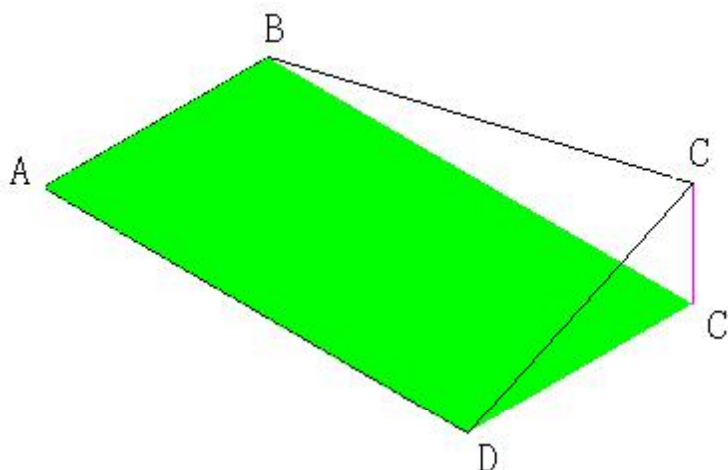


在列表框内用鼠标单击来选择要导的荷载，被选中的导荷载序号前用打勾表示，双击某一导荷载可以查询或修改该导荷载参数。

注意：

多边形最大边数：导荷载时软件会自动找封闭区域，该参数用于控制封闭区域多边形的最大边数，这里的边数是指形成封闭区域的杆件数。当形成封闭区域的杆件数小于等于“多边形最大边数”时对该区域进行导荷载，否则不对该区域导荷载。

空间多边形形状控制参数：理论上，导荷载只能在平面多边形上进行，当多边形为空间多边形时，软件通过该参数来控制是否把空间多边形近似为平面多边形来导荷。其具体意义如下图：



ABCD 为空间多边形（四点不共面），其中 ABD 为 AB、AD 所确定的平面，C' 为点 C 在 ABD 平面上的投影，若 CC' 长度若小于或等于“空间多边形形状控制参数”，则对 ABCD 导荷载，否则不对 ABCD 导荷载。

空间多边形形状控制参数影响导荷载速度，其值越大，导荷载速度越慢。

在支座间添加虚杆：支座处往往杆件不能围成封闭区域，需要添加虚杆进行导荷载。

3.4.8 吊车荷载

3.4.8.1 桥式吊车影响线计算

参数说明：

左、右节点号：吊车两端节点号；

吊车轮数：吊车单侧轮数；

a1、a2、a3：见对话框图，分别表示吊车边轮到吊车端部距离、吊车中心轮距；

满载最大、最小轮压：单台吊车单个轮子的荷载值，从吊车资料及《钢结构设计手册（第二版）》p89 查到相应数据和公式，用户不需考虑动力系数，分项系数；

空载最大、最小轮压：对于重型厂房中的双层吊车，当考虑下层吊车满载时，其上层吊车必定是空载的。一般单层吊车可不填空载轮压；

横向水平刹车力：单台吊车单个轮子的荷载值，用户不需考虑动力系数，分项系数，软件未考虑两台吊车同时作用时的折减系数；

左、右柱偏心：吊车轨道中心到下柱边缘偏心距离；

横向力至牛腿距离：指从吊车梁上翼缘水平面到牛腿顶面；

吊车工作级别：确定多台吊车荷载折减系数时使用，见荷载规范（GB50009-2001）5.2 条。

注意：

- 1、相同左、右节点号可以输入多台吊车，表示同跨同层上作用多台吊车；
- 2、一台吊车基本考虑四种情况：最大轮压作用在左柱、右柱，横向水平力向左、向右，组合共四种。另外考虑规范规定的各种限制，考虑作用一台直至作用 min(最多组合台数，实际台数)，按穷举法求得；
- 3、在计算吊车荷载时没有考虑到吊车梁的自重，用户可以在人工干预中把吊车梁自重折算到竖向反力中。

3.4.8.2 桥式吊车人工干预

该对话框的内容是由上节影响线计算对话框的值确定后自动生成的。该对话框一般只用于用户查询计算影响线后的吊车反力，用户确有需要，可以直接进入该对话框改写或增加数据。

参数说明：

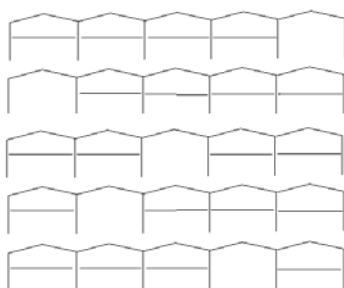
轮压反力、制动力：计入多台吊车，多个轮子共同影响线作用后，柱的支反力；

该层吊车台数：该项吊车荷载考虑的吊车台数，用于注明组合到该荷载时考虑的吊车台数，从而确保组合吊车不超过最多组合台数；

最多组合台数：规范规定不超过 4 台，用户若希望最多组合台数超过 4 台，则可修改，否则不用修改。对于厂房跨数较多，而每跨吊车数不多的情况，考虑到多跨同时作用吊车的工况较少见，可酌情减少最多组合台数，否则吊车组合过多，造成计算时间太长。

多跨吊车快速计算：快速计算吊车荷载在拆分吊车工况时只考虑连续布置，忽略了隔跨的布置，例如 5 跨考虑 4 台组合时：

非快速计算被拆分为 5 种情况



快速计算被拆分为 2 种情况



这样可以省略 3 种工况，如果 5 跨考虑 3 台时，省略的工况数更多。

一般情况下，5 跨吊车，最多组合台数为 4 时，软件自动按同时作用 1, 2, 3, 4 台吊车进行拆分，其中按同时作用 2, 3, 4 台吊车时，由于忽略了隔跨布置，可以省略一半以上的工况，计算速度自然就快了。

快速计算的结果虽然忽略了一部分工况，但控制工况经过我们检测仍然在考虑范围内，和非快速计算比较，不影响结果。

3.4.8.3 单多点悬挂吊车

单多点悬挂吊车可用于悬挂葫芦吊车或在厂房横向开行的悬挂吊车。

参数说明：

左、右节点号：吊车所在跨，左右梁柱交点节点号；

最大轮压：悬挂吊车的最大轮压；

节点间距：分别表示第一吊点到左节点的距离，各个吊点之间的间距，第 n 吊点到右节点间距，中间用逗号隔开，各间距之和应等于左右节点距离；比如一个 10 米跨度，中间只有一个吊点的电动葫芦的厂房，只要输入（5，5）两个值，即吊车到左、右节点的距离即可；

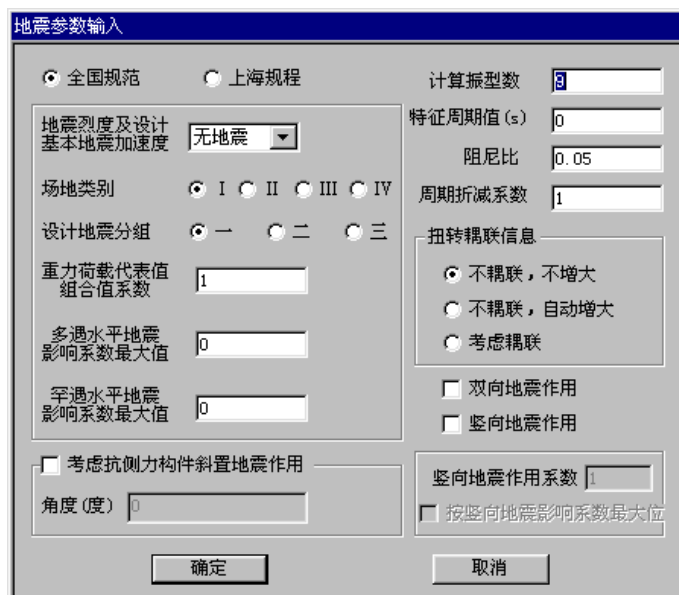
增加、删除：可以增删吊车。

注意：

一台单多点悬挂吊车考虑（吊车数 $\times 2 - 1$ ）种工况，并可与桥式吊车完全组合。

3.4.9 地震荷载

3.3.9.1 参数输入



地震参数输入对话框，包含以下参数设置：

- 规范选择：**
 - ☒ 全国规范
 - ☐ 上海规程
- 计算振型数：** 3
- 特征周期值 (s)：** 0
- 阻尼比：** 0.05
- 周期折减系数：** 1
- 地震烈度及设计基本地震加速度：** 无地震
- 场地类别：** ☒ I ☐ II ☐ III ☐ IV
- 设计地震分组：** ☒ 一 ☐ 二 ☐ 三
- 重力荷载代表值组合值系数：** 1
- 多遇水平地震影响系数最大值：** 0
- 罕遇水平地震影响系数最大值：** 0
- 扭转耦联信息：**
 - ☒ 不耦联，不增大
 - ☐ 不耦联，自动增大
 - ☐ 考虑耦联
- ☐ 双向地震作用
- ☐ 竖向地震作用
- 竖向地震作用系数：** 1
- ☐ 按竖向地震影响系数最大值
- ☐ 考虑抗侧力构件斜置地震作用
- 角度 (度)：** 0

底部有“确定”和“取消”按钮。

参数说明：

规范选用： 建筑抗震设计规范（GB50011-2001），上海市工程建设规范——建筑抗震设计规程（DGJ08-9-2003）

地震烈度及对应的水平地震影响系数最大值： 用于确定地震影响系数，全国规范按 6, 7 (0.1g), 7 (0.15g), 8 (0.2g), 8 (0.3g), 9 度；上海规程按 6 (0.05g), 7 (0.1g), 8 (0.2g) 考虑。

场地土类别： 按 I、II、III、IV 类场地土定义，上海规程直接定义为 IV 类。

设计地震分组： 按第一组，第二组，第三组定义，上海规程直接定义第一组。

重力荷载代表值组合值系数： 计算活荷载的重力荷载代表值。

多遇地震影响系数最大值： 详见抗震规范（GB50011：2001）。

罕遇地震影响系数最大值： 详见抗震规范（GB50011：2001）。

特征周期值：

以上三值按抗震规范定义，修改后按用户修改值取用。

计算振型数：缺省值为 9，建议空间结构采用。平面结构建议取 6。对于杆件数、节点数较多的结构，可以根据需要适当减少振型数。

建筑结构阻尼比：用于确定地震影响系数，一般为 0.05，见 GB50011-2001 5.1；

扭转耦连信息：

不耦连，不增大：按抗震规范（GB50011：2001）5.5.2 节计算

不耦连，自动增大：按抗震规范（GB50011：2001）5.5.2、5.5.3.1 节计算，但需要比较规则的结构才能正确判断边榀。

考虑耦连：按抗震规范（GB50011：2001）5.5.3.2 节的 1，2 计算

双向地震作用：自动考虑耦连，并按规范 5.5.3.2 的 3 完成计算。

竖向地震作用：可以按竖向地震影响系数最大值取值，也可以按竖向地震作用系数取值，由用户确定。

考虑抗侧力构件斜置地震作用：允许多组不同方向的地震作用，角度是 X 向正向夹角。

注意：

软件采用子空间迭代法求解结构任意阶振型，并按振型分解反应谱法求解地震力。软件将结构质量集中在质点上，采用一致质量矩阵，地震力作为集中力作用在质点上，这样可以认为软件已经考虑了地震的三向作用。

3.3.9.2 定义附加质量

在某些情况下，需要考虑结构的附属重量对地震的影响，但又不考虑为这部分荷载为一般的恒载工况，此时输入附加质量。比如，附属在厂房主结构上的围护墙，平时不作为荷载，地震时需考虑其对主结构的作用，此时作为附加质量输入。附加质量可以简化为节点的集中质量块，也可以考虑为杆件上的均布质量。

选择单元定义附加单元均布质量，或选择节点定义附加节点质量。

3.4.9.3 地震荷载计算

按此功能块后，软件计算各个周期和振型。只有在计算了地震荷载后再进行内力分析，如果组合中已经包括了地震的组合，那么地震荷载才能作为工况内力加到结构内力中去。

3.4.9.4 振型显示

按此功能块后，屏幕弹出对话框。在对话框内输入所要显示的振型序号及显示比例值，按确定

键后将退出退出对话框同时视图将显示结构在该序号下的振型图及周期值。

若选择快速显示选项，则显示振型时杆件按直线显示，只随节点位移，该选项在杆件数较多时（如网架、网壳）用，以加快显示速度。

3.4.10 温度荷载

按此功能块后，屏幕弹出对话框。在对话框内输入温度增量 1 和增量 2。按确定键予以确定并退出对话框，按取消按钮予以取消。注意：温度增量值为一般一个为正值、一个为负值，即软件计算时考虑温度正增量和负增量两个温度工况。

3.4.11 裹冰荷载

按此功能块后，屏幕弹出对话框。在对话框内输入裹冰厚度。按确定键予以确定并退出对话框，按取消按钮予以取消。软件会按照截面形状自动采用高耸结构规范的规定计算塔架结构的裹冰荷载。

3.4.12 荷载拷贝

3.4.12.1 节点荷载拷贝

节点荷载拷贝作用：

将一个节点上的荷载拷贝到另外几个节点上。

节点荷载拷贝步骤如下：

- 1、选择一个源节点，按右键表示选择结束；
- 2、选择一个或几个目标节点，按右键表示选择结束。

3.4.12.2 单元荷载拷贝

将一根杆件上的荷载拷贝到另外几根杆件上。

3.4.12.3 板面荷载拷贝

将一个板单元上的荷载拷贝到另外几个板单元上。

3.4.13 查询、删除荷载

3.4.13.1 查询节点荷载



步骤:

- (1) 选择需要查询荷载的一个或多个节点;
- (2) 按鼠标右键结束选择后弹出对话框, 拖动滚动条可以看到节点荷载的所有信息;

若需删除荷载:

- (1) 在显示的荷载框中选中需删除的荷载, 同时按 ctrl 或 shift 可以多选;
- (2) 按 DEL 键可以删除。

若需修改荷载:

- (1) 在显示的荷载框中双击需修改的荷载;
- (2) 将自动弹出荷载修改对话框。

注意:

直接施加的荷载、由导杆件荷载所得到的荷载、由导膜面荷载所得到的荷载分别列在对话框上不同的子对话框内, 用户可以点击对话框左上角的三个按钮来查询由不同方式得到的荷载。

用户可以点击列表上的“节点号”、“荷载序号”、“恒活风”或“工况号”来分别排序查看。

3.4.13.2 查询单元荷载

与“查询节点荷载”同样操作, 不过把选择节点改为选择相应的构件即可。

3.4.13.3 查询板面荷载

与“查询节点荷载”同样操作，不过把选择节点改为选择相应的板单元即可。

3.4.13.4 查询杆件导荷载

按此命令后弹出杆件导荷载信息对话框，点击列表框内不同的导荷载，导荷载范围在屏幕上用黄色表示，若为荷载单向导到杆件或节点，受力杆件或节点用红色表示。

可以通过双击列表来增加新的导荷载或修改导荷载参数，按 DEL 键来删除选中的导荷载。

3.4.13.5 查询膜面导荷载

按此命令后弹出膜面导荷载信息对话框，点击列表框内不同的导荷载，导荷载范围在屏幕上用黄色表示。

可以通过双击列表来增加新的导荷载或修改导荷载参数，按 DEL 键来删除选中的导荷载。

3.4.13.6 删除所选节点上所有荷载

将选择的节点上所有荷载都删除。

3.4.13.7 删除所选单元上所有荷载

将选择的杆件上所有荷载都删除。

3.4.13.8 删除所选板面上所有荷载

将选择的板单元上所有荷载都删除。

3.4.13.9 荷载统计

选择节点、单元，将弹出对话框，显示这些节点单元在 X、Y、Z 方向上荷载的统计结果。

3.4.14 组合

分项+组合系数输入

结构参数

环境类别 抗震等级 抗震调整系数 结构重要性系数

ID	恒	活	风	地震	温度	支座位移	吊车	裹冰
1	1.20 x 1.00	1.40 x 1.00						
2	1.20 x 1.00		1.40 x 1.00					
3	1.20 x 1.00						1.40 x 1.00	
4	1.20 x 1.00	1.40 x 0.90	1.40 x 0.90					
5	1.20 x 1.00	1.40 x 0.90					1.40 x 0.90	
6	1.20 x 1.00		1.40 x 0.90				1.40 x 0.90	
7	1.20 x 1.00	1.40 x 0.90	1.40 x 0.90				1.40 x 0.90	
8	1.20 x 1.00	1.20 x 0.50		1.30 x 1.00				
...

☐ 增加由恒载控制的组合 表内数据为分项x组合(频遇、准永久)系数
双击列表来增加、修改，按DEL键进行删除

增加一般组合 增加特殊组合 确定 取消

几个名词：

工况：各单独作用的荷载，同一工况下的荷载是同时作用的，比如恒载，活载，左风，右风，地震，吊车，温度，支座位移等；

效应组合：同时考虑几种工况的共同作用，比如恒+活，恒+风，即是二种组合；

组合号：软件考虑的几类不同荷载的同时作用编号；

情况号：在一个组合中，由于某类荷载（如吊车）工况数不止一个，软件自动将该组合的各种情况排列考虑并编号，如恒+吊组合，如果吊车存在4类情况，那么该组合下就有四个不同情况出现；

添加一般荷载：作用和双击省略号相同，即为添加一般组合情况；

添加特殊组合：

特殊组合

工 况	分项系数	组合系数
水平地震	1.200	1.000
恒载	1.200	1.000
竖向地震	1.200	1.000

工况 比例系数 比例系数

竖向地震 1.2 1

增加 删除 删除

确定 取消

特殊组合和一般组合的区别：

一般组合中把恒、活、风、地震、吊车、温度、支座位移等作为基本工况进行效应组合，同一种工况的不同工况号互斥，比如组合1为恒+活，其中活荷载存在工况号2，3，那么组合1实际存在恒+活2，恒+活3两种组合情况；而在特殊组合中的基本工况为恒、水平地震、竖向地震、吊车、温度、支座位移、活1、活2、活3...等，特殊组合是由手工指定的组合，不同工况号的活荷载不互斥，可以添加恒+活2+活3的组合。

注意：

1、软件内置了常用于普通钢框架、门式钢刚架的 8 种一般组合系数，用户可以根据结构类型的不同，修改或人工添加或删除组合；

2、在一般组合中，不同工况号的同一类荷载均是互斥地参加组合计算的；比如存在恒载 0，活载 1，活载 2，左风 3，右风 4 五类荷载；一个一般组合为：恒+0.9 活+0.5 风，其实际考虑 4 种如下组合（在完成第一次内力分析后，软件会自动删除多余的组合情况，并以特殊组合的形式显示出当前实际存在的组合）；

(1) 恒 0 + 0.9 活 1 + 0.5 风 3；

(2) 恒 0 + 0.9 活 1 + 0.5 风 4；

(3) 恒 0 + 0.9 活 2 + 0.5 风 3；

(4) 恒 0 + 0.9 活 2 + 0.5 风 4；

3、如果有已知支座位移，支座位移作为单独工况参与组合，其组合系数可在对话框内输入；

4、这里采用分项系数×组合系数的方式，即第一个空白框中填分项系数 1.2，1.4；第二个空白框中填组合系数（或频遇、永久系数）；对结构荷载比较复杂的情况。需要用户控制组合形式，输入合适的系数；

5、用户可以通过双击列表内“...”或使用添加一般组合按钮处来增加新的一般组合；

6、用户可以按 DEL 键来删除列表内选中的组合。

3.5 内力分析

3.5.1 带宽优化

带宽优化命令用于对结构节点进行重新编号以达到加快计算速度的目的，该命令相对独立，不影响模型的其它操作；对大型杆系结构带宽优化对计算速度的加快作用比较明显。

3.5.2 按工况和效应组合计算

按此按钮后软件对所输结构进行各工况和效应组合计算，屏幕弹出显示条显示计算进展。

3.5.3 显示结果

3.5.3.1 显示内力

步骤如下：

1、首先选择单元（直接按右键表示全选），按鼠标右键结束选择后弹出如下对话框；



2、在对话框上部选择按工况显示还是按组合显示，然后在中间左边列表框内选择要显示的工况或组合，右边列表框内选择要显示的情况号；

3、选择需要显示的内力类型，输入相应数据后，按确定按钮，视图出现内力图；内力图有两种输出形式：数字形式和云图形式，可以通过选择显示数值和显示颜色进行区分；

4、点命令“取消附加信息显示”可返回显示轴线图。

注意：

有变截面单元节点处，内力不平衡的解释：内力图显示的是单元截面形心处的内力。在大部分情况下，变截面单元采用形式2（即1轴线与一边平齐），这样其有限元点与形心点并不一致。在有限元计算时，其有限元节点内力平衡。在计算形心点内力时存在偏心，故而显示的内力不平衡。

3.5.3.2 显示最大组合内力

步骤如下：

- 1、首先选择单元，按鼠标右键结束选择后弹出对话框；
- 2、选择需要显示的内力信息，按确定按钮；
- 3、点命令“取消附加信息显示”可返回显示轴线图。

3.5.3.3 按颜色显示内力最值

将杆件按其内力最大值或最小值分不同范围以不同颜色显示，在杆件数目较多时用，以了解内力大概分布情况。

步骤如下：

- 1、首先选择单元，按鼠标右键结束选择后弹出对话框；

- 2、选择及填写需要显示的内力信息，按确定按钮；
- 3、点命令“取消附加信息显示”可返回显示轴线图。

3.5.3.4 显示内力包络图

参数说明：

- 1、首先选择单元，按鼠标右键结束选择后弹出对话框；
- 2、选择需要显示的内力类型，按确定按钮；
- 3、点命令“取消附加信息显示”可返回显示轴线图。

3.5.3.5 显示位移

步骤如下：

- 1、首先选择单元（直接按右键表示全选），按鼠标右键结束选择后弹出如下对话框；



- 2、在对话框上部选择按工况显示还是按组合显示，然后在中间左边列表框内选择要显示的工况或组合，右边列表框内选择要显示的情况号；
- 3、选择需要显示的位移数值，按确定按钮，视图出现位移图；
- 4、点命令“取消附加信息显示”可返回显示轴线图。

3.5.3.6 显示支座反力

步骤如下：

- 1、选择该命令弹出对话框；
- 2、选择及填写需要对话框，按确定按钮；
- 3、点命令“取消附加信息显示”可返回显示轴线图。

3.5.3.7 显示板应力

选中需要显示应力的板面，选择应力类型及应力方向，在屏幕中以应力云图的方式给出板应力分布。

3.5.4 查询结果

3.5.4.1 查询内力

步骤如下：

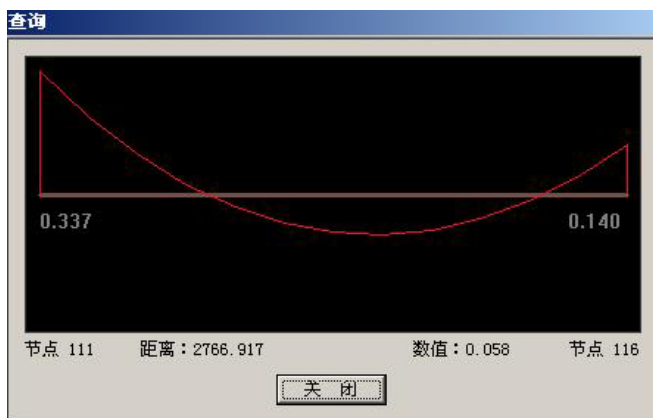
首先选择单元（若直接按右键，弹出对话框要求输入单元号，用户这时可以通过输入单元号来查询），按鼠标右键结束选择后弹出如下对话框：



用户可以通过双击工况或组合列表来选择要查询的工况或组合，查询结果在对话框左边列表内。

用户可以在对话框右上角输入单元号后按“刷新”按钮来查询别的单元内力。

用户可以通过双击左边列表内的内力结果来查看具体的该单元的内力图，弹出的内力图如下：



注意:

单元内力查询的方向说明: 除轴力外, 单元内力定义是在其单元局部坐标系下的, 内力方向为单元局部坐标系方向。从杆件小号节点到大号节点为 1 轴方向; 杆件 K 节点定义 2 轴方向; 右手螺旋确定 3 轴方向(即当四指从 1 轴指向 2 轴, 大拇指的指向就是 3 轴方向)。

轴力遵循了拉力为正、压力为负的一般原则, 其他内力正向与单元坐标系相同。

3.5.4.2 查询位移

步骤如下:

首先选择节点 (若直接按右键, 弹出对话框要求输入节点号, 用户这时可以通过输入节点号来查询), 按鼠标右键结束选择后弹出对话框, 填入相应数值后按确定按钮视图出现查询结果。

说明:

位移方向为结构整体坐标系的方向。

3.5.4.3 查询最大节点位移

首先选择节点, 按鼠标右键结束选择后弹出对话框。

说明:

- 1、U、V、W 表示沿 X、Y、Z 三向位移;
- 2、该对话框表示最大位移出现的节点, 该情况出现的组合、序号及相应值;
- 3、若在按此功能前选中某些节点, 则显示所选节点范围内的最大位移。

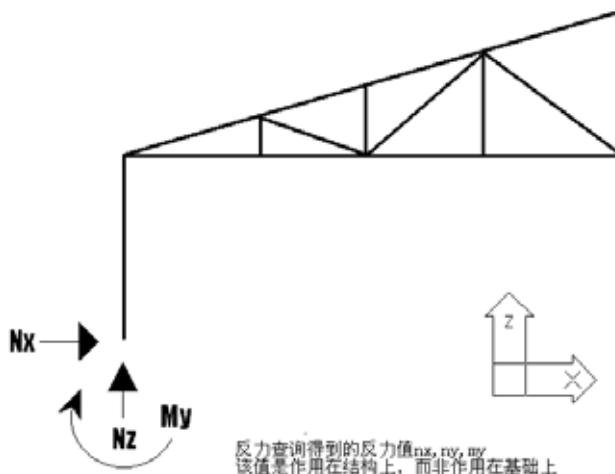
3.5.4.4 查询支座反力

首先选择支座节点, 按鼠标右键结束选择后弹出对话框, 按确定按钮后视图出现查询结果。

若选择的是一个节点, 弹出的对话框显示的是该单个节点的支座反力; 若选择的是多个节点, 弹出的对话框显示的是这些节点的在各个工况或组合下的支座反力之和。

说明：

支座反力方向为结构整体坐标系方向，给出的数值可以认为是作用在与支座垂直的柱上，即当支座受压时， N_z 为正，相当于柱底受压。其余的力方向类推。设计基础时，所给的力应反向加在基础上。



查询反力值的方向

3.5.4.5 查询板应力

选中需要查询的板面及相应的工况或组合，可以查询出三个正应力和两个剪应力的数值范围。

3.6 设计验算

3.6.1 选择规范

步骤如下：

1、选择单元组后屏幕弹出对话框；

2、选择相应的规范。软件设计验算功能内置了五种钢结构相关规范：钢结构规范（GBJ）、薄钢规范（GBJ）、钢管砼规程（CECS）、矩形钢管混凝土规程（CECS）、型钢混凝土规程（JGJ）和两部轻钢规程：上海市地方规程（DBJ-68）和建设部颁规程（CECS 102）。其中钢结构厂房格构阶形柱选项属于钢结构规范（GBJ），其采用计算长度的取用根据规范附表 4.3-4.6；屋面和墙面檩条设计、支撑设计、抗风柱设计适用于轻钢门式刚架的围护结构设计验算；

3、退出对话框状态，可再选其他单元组进行规范定义。如果想释放已选单元的规范验算属性，可再次选择这些单元，并在选择规范对话框内按取消按钮。

注意：

- 1、软件只对被选中的单元进行设计验算；
- 2、对被选中的冷弯薄壁型钢截面，无论定义过什么规范一律按冷弯型钢规范进行计算；
- 3、只有宽翼缘工字钢和楔形截面单元可选用轻钢规程，在门式刚架中一般定义 H 型截面为宽翼缘工字钢而非焊接工字型截面；
- 4、对由圆管及焊接或热轧型钢与楔形及宽翼缘工字钢组成的结构，可分别选中楔形、宽翼缘工字钢单元并定义轻钢规程，而选中圆管等截面定义普通钢结构规范进行设计验算。

5、选钢结构厂房格构阶形柱选项的操作：

- a、选择一柱列；
- b、选择钢结构厂房格构阶形柱选项；
- c、选择校核命令，本选项不支持优化功能；
- d、输入柱顶约束情况（见钢规附表 4.3-4.6）和计算长度折减系数（见钢规表 5.3.4）；

6、圆钢管砼柱设计验算

用户选择钢管混凝土截面，软件自动按钢管混凝土材性计算。截面表内缺省的管内砼的设计强度都是 15N/mm²，即 C30 砼，若用户有改动需要修改截面表。钢管混凝土内力分析时软件不考虑自重。截面表中面积与惯矩为换算等效钢材的面积与惯矩。

钢管砼设计结果需参阅文件工程名.GANGGUANG。

7、方钢管砼柱设计验算**3.6.2 单元验算**

选择单元组后，屏幕弹出对话框；

软件提供三种验算类型：

校核：仅验算杆件是否满足规范要求，杆件截面不改变；

截面放大：如杆件截面不够则改选增大的截面，截面放大则该单元的截面颜色随之改变；

截面优选：对过大的杆件截面调小，对过小的截面调大，截面改变伴随着单元的截面颜色随之改变；

截面优化：只针对宽翼缘工字钢、焊接工字型截面、工字型楔型截面、焊接矩形截、焊接箱型、焊接矩形，圆钢管、T 型截面八类截面，优化前只需在相应的截面类型中任选一个截面尺寸即可，优选后的截面为新加截面，放在截面库的末尾；

如果用户同时选定了其它类型的截面实行优化，软件会自动把其它类型进行优选，同时提醒用户：一共 XX 个单元的截面类型不在可优化截面范围内，只能被优选。

下限、上限：判断截面过大或过小的标准。下限是指杆件的应力（包括强度应力、稳定应力）与材料设计强度的比值应该大于该值，认为截面合理，否则截面过大；上限是指杆件的应力与材料设计强度的比值应小于该值，否则认为截面过小；

有侧移结构：针对钢规列出了有侧移框架柱和无侧移框架柱的计算长度系数。用户根据框架支撑设置的情况自行判断其是否有侧移框架。对于门式刚架，计算长度用表是统一的，该选项没有作用；

统计用钢量：初步计算主刚架梁柱用钢量，不含节点和附属结构。

3.6.3 验算结果显示

选择单元组后，屏幕弹出选择框，用户可选择分别用红，黄，绿，蓝色表示截面不足，截面过大，截面增大，截面缩小四种情况。灰色表示截面满足或截面无变化。

显示验算数值结果项一旦被选择，那么除了颜色外，在杆件周围还标出该构件的强度、稳定应力比和两个方向的长细比。

注意：

截面不足是指应力比超过上限、长细比不满足，局部稳定不满足、单元挠度不满足；截面过大是指应力比小于下限。

在选择规范时没有被选中的单元及满足设计要求的单元，其颜色将不变化。

一般结构软件是不控制整体位移的，需要用户通过查询最大位移后除以相应跨度得到相对值加以控制。

3.6.4 验算结果查询

可先用鼠标左键选取单元再按此功能块，或直接按此功能块后在对话框内输入单元号，屏幕将弹出验算结果，如图所示：

说明：

1、一般结构的验算结果包括以下内容：

强度验算：强度验算、绕 2 轴抗剪应力比、绕 3 轴抗剪应力比；

整体稳定：绕 2 轴整体稳定验算、绕 3 轴整体稳定验算；

局部稳定：翼缘腹板的宽厚比验算；

刚度验算：绕 2 轴长细比、绕 3 轴长细比、沿 2 轴挠度、沿 3 轴挠度；构件挠度 W/L 的概念如下。

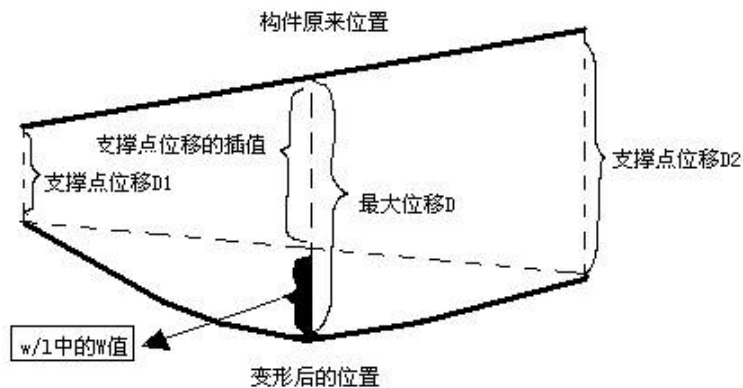
注意：

a、在设计验算结果中的 W/L 是什么意思

在 6.0 以后的版本中，我们把杆件的挠度 W 改为构件的最大位移减去构件支撑点间在最大位移发生处插值之差，而 5.0 前仅仅是构件的相对挠度，5.0 计算出来的 W/L 这个值是没有实际利用意义的，所以 6.0 做了改进；.

在软件得到 W 后 L 表示该杆件支撑点间的距离；

① 对于两端铰接的单元 L 为单元的长度；



构件挠度 W/L 中 W 的取法

② 对于梁来说， L 表示杆件支撑点间的距离（和软件在自动得到计算长度时的计算方法相同）；

③ 只有在正确定义了构件的方位后内力分析后 您得到的 W/L 才是符合实际，尤其是圆截面，请事先定义一个方位再进行计算。

b、对于平面的门式刚架，软件自动寻找结构的最大水平相对位移和竖向相对位移（位移的值是由内力分析得到的，所以用户在改变构件尺寸后需要重新进行内力分析才能得到更新后的当前位移）。

2、选钢结构厂房格构阶形柱选项的显示

实腹柱的查询结果：包括强度验算、整体稳定、局部稳定、刚度验算；

格构柱查询结果：整体结构的强度、整体稳定、局部稳定、刚度验算、单肢稳定和长细比验算，缀条验算；

说明：

查询不仅包括整体结构的强度、整体稳定、局部稳定、刚度验算外，还包括单肢稳定和长细比验算，缀条验算等，除每一项验算都必须满足外，还必须满足单肢与整体的相关关系，比如单肢最大长细比不能大于整体的 0.7 倍等。

3.6.5 设计参数选择

设计参数软件内置《钢结构规范》《冷弯薄壁型钢规程》《轻钢规程》对构件有关规定外，设置<

计算参数选择>可以根据需要灵活选择有关参数。

说明:

- 1、<缺省>表示根据内置规定进行构件设计;
- 2、通过下拉式选项,可以选择不同的数据,当设计验算不满足指定规定时,程序会认为构件截面不足,并提醒用户;
- 3、针对轻钢结构的设计,根据规程要求,对门架结构柱的计算长度提供了两种设计方法:<查表法><一阶分析法>;

<查表法>是指根据梁柱刚度比及楔率由《规程》提供的计算长度表格得到柱的计算长度系数。该方法适用于柱脚铰接的结构,对柱脚刚接结构偏于保守;

<一阶分析法>是指根据结构刚度由相关公式得到柱计算长度的一种方法。该方法使用于柱脚刚接与铰接的结构。由于计算结果与结果整体刚度有关,所以当截面改变之后,必须重新验算,该方法仅仅适用于<校核>项,不适用于<截面放大>与<截面改变>项。柱脚刚接建议采用一阶分析法;

- 4、考虑梁腹板屈曲强度计算

具体内容可以查询 GB50017 规范和第四章。

3.6.6 生成计算书

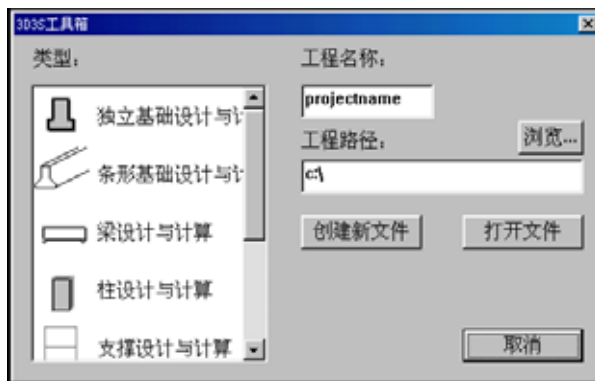
软件能够根据结构的模型生成总体信息和数据结果并存放在一个后缀名为 DOC 的文件,这个文件可以使用 WORD 打开。

当当前菜单为任意结构菜单时,弹出一般结构计算书的对话框;

两个对话框中列出了几乎所有的模型信息和计算结果,如果使用者全选,则生成的文件会很大,内容也很多,用 WORD 打开的时间也比较长,所以软件提供了格式 1 和格式 2 的选项,默认了几个常用的选项,用户可可以按照具体要求选择需要输出的内容,一般不要全选。

3.7 工具箱

3D3S 工具箱是在 ATUOCAD2000 下开发的钢结构工具软件,直接在 ATUOCAD2000 环境下运行。可直接选择菜单命令:工具箱,即弹出对话框如下:



3D3S 工具箱类型有：独立基础设计与计算；条形基础设计与计算；梁设计与计算；柱设计与计算；支撑设计与计算；压型钢板设计与计算；吊车梁设计与计算。

当建立新文件时，选择你所要的计算类型，输入工程名称和工程文件路径，点击按钮

创建新文件

则进入相应的设计窗口中；当要打开已存在的工程文件时，点击按钮

打开文件

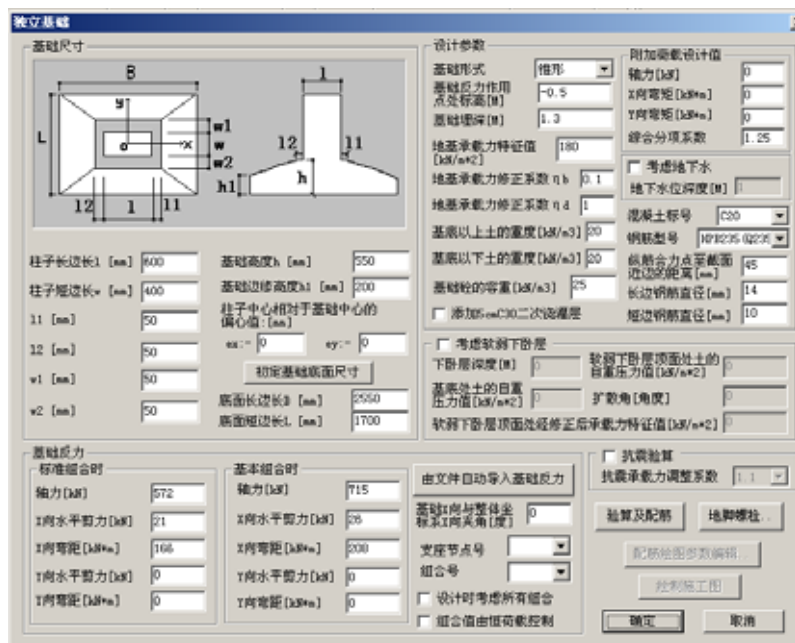
，寻找需要的工程文件。

设计完毕后在工程目录下有相应的 Word 格式计算书。

3.7.1 柱下独立基础设计

选择基础设计，并显示对话框。

本部分用于钢结构厂房的钢柱基础的设计，设计柱下钢筋混凝土独立基础。柱下独立基础通常能在较小的埋深内，把基础底面扩大到所需的面积，是最常用的一种基础形式。



1. 基础形式：有锥形和阶梯形两种形式；

2. 基础反力作用点处标高：也即基础顶面的标高，用于确定基础反力作用点的位置；
3. 基础埋深：基础埋置深度，地面至基础底面的高度，单位米。如果基础两侧地坪标高不同，取平均值考虑。基础埋深对应于地基承载力。基础埋深减去柱脚埋入土中的高度即为基础高度；
4. 地基承载力特征值：按《建筑地基基础设计规范(GB50007-2002)》第 5.2.3 条的原则确定；
5. 附加荷载设计值：基础反力以外另外作用在基础上的荷载，为设计值，该设计值除以综合分项系数可得标准值，计算时将基础反力叠加上附加荷载进行设计；
6. 综合分项系数：用于求荷载标准值。将设计值除以该系数即可得到标准值，取值在 1.2~1.4 之间。当基本组合是由永久荷载控制，可取 1.35，其它情况，一般可取 1.25；
7. 地下水：如需考虑地下水，选中并输入地下水位深度；
8. 混凝土标号：选择混凝土标号，一般不宜低于 C20；
9. 钢筋型号：选择钢筋型号，一般采用 HPB 235(Q235)或 HRB 335(20MnSi)；
10. 纵筋合力点至截面近边的距离：指基础底板纵向受拉钢筋合力点至截面近边边缘的距离，等于钢筋保护层的厚度加上 1/2 钢筋直径，不宜小于 40+5mm；
11. 软弱下卧层：如需验算软弱下卧层，选中并输入参数；
12. 基础尺寸：各尺寸参数如对话框中的图所示。基础 X 方向为长边方向，Y 方向为短边方向；当柱子中心与基础底面中心不重合时，可输入柱子中心相对于基础中心的偏心值；

基础底面尺寸可由用户直接填入，也可由软件先初定底面尺寸，单击 **初定基础底面尺寸** 按钮，软件会自动得到底面长边和短边的长度，根据这个尺寸进行配筋及验算，如不满足，可直接修改底面尺寸，再进行验算。初定底面尺寸的原则是对于只受轴力的基础，底面长短边尺寸按 1:1 确定，对于受弯矩的基础，长短边尺寸按 1.5:1 确定，对于基础 Y 向弯矩大于 X 向弯矩的基础，长短边尺寸按 1:1 确定；

13. 基础反力：是指整体坐标系下的基础反力（轴力除外），分为两组反力，一组是按正常使用极限状态下荷载效应标准组合得到的基础反力，是标准值，用于确定基础底面积，另一组是按承载能力极限状态下荷载效应基本组合得到的基础反力，是设计值，用于计算配筋。反力值可由软件根据反力文件自动导入，也可由用户自己输入。如只有设计值而无标准值时，可将设计值除以 1.2~1.4 之间的一个数得到标准值来近似计算，一般可除以 1.25。轴力方向向下为正，X 向和 Y 向剪力、弯矩方向同整体坐标系方向，X 向弯矩是指绕 Y 轴的弯矩，Y 向弯矩是指绕 X 轴的弯矩。

当需要由软件自动导入已有的 3D3S 工程的基础反力时，单击 **由文件自动导入基础反力** 按钮，在弹出的文件选择对话框中找到工程目录下文件名为工程名.基础的基础反力文件（此文件在内力计算后得到），打开即可，软件会自动导入支座节点号和每种组合下的基础反力，导入的反力（轴力除外）方向同整体坐标系方向，如基础坐标系 X 轴方向(长边方向)与整体坐标系 X 方向不一致时，需输入两者的夹角，夹角是以整体坐标系 X 方向为准逆时针旋转得到的角度值，值在 0~360°之间。对话

框中显示的基础反力为当前支座节点和当前组合下的基础反力。通过选择支座节点号和组合号，可查看各个支座节点在各种组合下的基础反力。对于有多个支座节点的情况，可选择较大基础反力的支座节点进行设计。

14. 设计时考虑所有组合：此复选框只针对有多种组合下的反力有效，选中此复选框表示设计时考虑了当前支座节点的所用组合（轴向力向上的组合除外）下的反力，否则只针对当前支座节点当前组合下的反力（即对话框中显示的反力）进行设计。

15. 组合值由恒荷载控制：选中此复选框表示计算基础自重及其上的土自重时荷载分项系数取 1.35，否则取 1.2；

16. 抗震验算：选中此复选框表示需要进行基础的抗震承载力验算，当有多种组合的基础反力时，在选中设计时考虑所有组合复选框情况下，软件会自动识别出哪些组合是有地震作用参与，并进行相应的抗震承载力验算。如没有选中抗震验算复选框，则无论是否有地震作用参与，都不进行抗震承载力验算；

17. 验算及配筋：将计算参数输入完整后，单击验算及配筋进行独立基础的设计，并输出计算结果。如验算不满足可重新调整基础底面尺寸再进行验算；

18. 基础配筋绘图参数编辑：用于查看软件对基础自动配筋的情况。只有当基础验算满足后，此按钮才有效。单击基础配筋绘图参数编辑按钮，可显示软件对基础自动配筋的情况，对话框中的配筋参数用于出基础图，如对自动配筋不满意可对这些参数进行修改，修改后单击确定按钮即可，但对修改后的配筋参数软件不再进行校核，所以修改后的配筋面积不宜小于原来的面积。短柱顶面角处钢筋是指基础短柱四个角所配的钢筋；

19. 地脚螺栓：用于绘制基础图中的地脚螺栓；

20. 绘制施工图：只有当基础验算满足后，此按钮才有效。单击绘制施工图按钮，选择绘图比例以及输入字体高度和基础编号后，按确定即可将施工图保存为 dwg 文件；

说明：对于受拉基础，软件只验算地基承载力以及对基础底板底面和短柱进行配筋，而没有进行抗拔和抗滑验算以及对基础底板上表面进行计算配筋。另外，设计时考虑了所有组合复选框所指的所有组合不包括轴向力向上的组合，轴向力向上的基础需另行计算。软件自动生成基础计算书，计算书放在工程目录中 USER 子目录下，文件名为基础计算书.doc，可用 Word 打开。

[例题：独立基础]

某单层厂房排架柱基础（柱子宽 400mm，高 600mm），基础顶面的标高为-0.5 米，基础顶面的轴向力设计值 $N=715\text{kN}$ 、弯矩设计值 $M=208\text{kN}\cdot\text{m}$ 、剪力设计值 $V=26\text{kN}$ ；基础埋置深度 1.3m；地基承载力特征值 $f=180\text{kN}/\text{m}^2$ 。设计该基础。

将设计值除以 1.25 得到标准组合时的基础反力。基础形式采用锥形，选择基础高度为 500mm；基础边缘高度为 200mm；基础混凝土强度等级采用 C15；钢筋采用 HPB 235(Q235)。其余参数如已

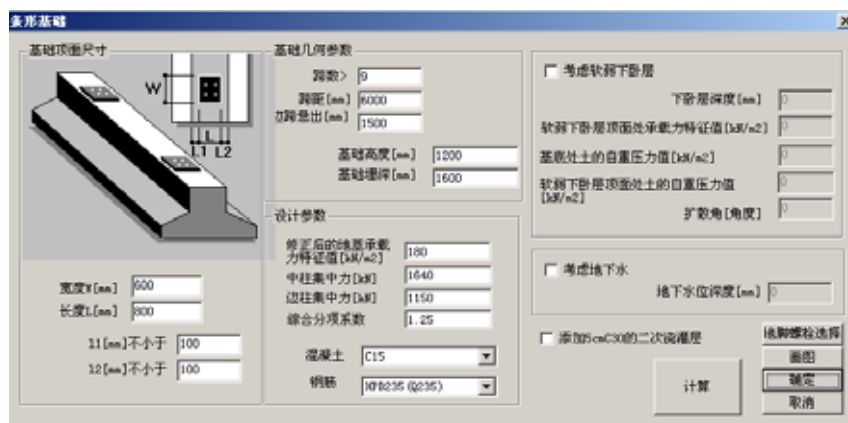
知条件。将数据参数填入对话框，如下图所示。

点击 **初定基础底面尺寸**，算得 $B=2700\text{mm}$ ， $L=1800\text{mm}$ 。点击 **验算及配筋**，计算结果显示抗冲切验算不满足，调整基础高度 $h=550\text{mm}$ ，再次点击 **验算及配筋**，验算结果满足。点击 **配筋绘图** **参数编辑** 可查看自动配筋情况，用户可根据需要自己调整配筋，但调整后的配筋面积不得小于原来的面积。如对设计方案满意，点击 **绘制施工图** 出施工图。单击 **确定** 关闭对话框。用 Word 打开工程目录中 USER 子目录下基础计算书.doc 文件，查看计算书。

3.7.2 柱下条形基础设计

选择条形基础设计，并显示对话框。

本部分用于钢结构厂房的钢柱基础的设计，设计柱下钢筋混凝土条形基础。柱下条形基础是常用于软弱地基上结构的一种基础类型。它可用于地基承载力较低，需加大基础底面面积，而配置柱下独立基础又在平面尺寸上受到限制的情况，在柱列下配置条形基础时抗弯刚度较大。



1. 基础高度 h : 基础顶面至基础底面的高度, 应满足构造要求, 如设置地脚螺栓 (用于将钢柱底板固定在基础上), 基础高度不小于地脚螺栓埋置深度加 100mm;

2. 基础埋深 d : 基础埋置深度, 地面至基础底面的高度。如果基础两侧地坪标高不同, 取平均值考虑。基础埋深对应于地基承载力。基础埋深减去柱脚埋入土中的高度即为基础高度;

3. 修正后的地基承载力特征值: 按《建筑地基基础设计规范(GB50007-2002)》第 5.2.4 条确定;

4. 柱脚底板尺寸: 长度是柱脚底板承受弯矩的边长。注意, 如果承受弯矩的边长较小, 也应填入长度项;

5. 混凝土: 选择混凝土标号, 一般采用 C15 或 C20;

6. 钢筋: 选择钢筋等级, 一般采用 HPB 235(Q235)或 HRB 335(20MnSi);

7. (设计柱下条形基础时填写) 条形基础尺寸参数:

跨数: 五跨以上。

跨距: 相邻两柱轴线间距离。

边跨悬出: 柱下条形基础在柱列末端伸出柱边一定距离, 可使地基反力分布更均匀, 伸出长度宜为跨距的 0.25~0.3 倍。软件中, 边跨悬出在 0.2~0.35 倍跨距时进行设计计算;

8. (设计柱下条形基础时填写) 条形基础荷载: 中柱和两边柱作用在基础顶面的集中力, 为设计值;

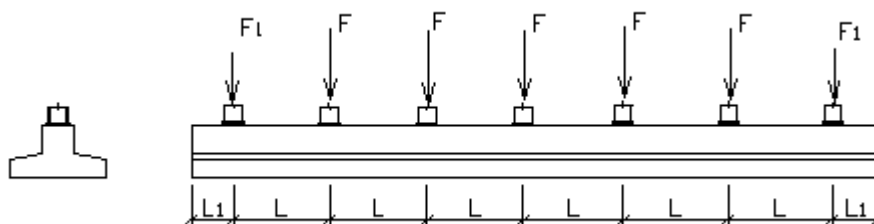


图 1.2 柱下条形基础

9. 综合分项系数：用于求荷载标准值。将基础荷载设计值除以该系数即可得到标准值，取值在 1.2~1.4 之间。当基本组合是由永久荷载控制，可取 1.35，其它情况，一般可取 1.25；

10. 地下水：如需考虑地下水，选中并输入地下水位深度；

11. 软弱下卧层：如需验算软弱下卧层，选中并输入参数；

基底处或软弱下卧层顶面处土的自重压力值为相应层面以上各层土的平均重度，注意地下水位以下土层的重度要考虑地下水；

扩散角：压力由基底向下扩散的角度，按规范取用；

12. 计算：将计算参数输入完整后，点击[计算]进行柱下条形基础的设计，并输出计算结果，如果参数有问题会给出提示；

13. 画图：计算完后可点击[画图]，进行施工图绘制。包括绘制条形基础的立面图及各截面配筋图。


[例题：条形基础]

某建筑物基础的边柱荷载 $P_1=1150\text{kN}$ ，内柱荷载 $P=1640\text{kN}$ ，柱距 6m，共 9 跨，悬臂 1.5m；基础埋置深度 1.6m；修正后的地基承载力特征值 $f=180\text{kN/m}^2$ 。设计柱下条形基础。

选择基础高度为 1200mm；基础混凝土强度等级采用 C15；钢筋采用 HPB 235(Q235)。其余参数如已知条件。将数据参数填入对话框。

点击[计算]，显示设计结果如下。配筋中 A_s ， A_{sy} 为所需钢筋面积，软件给出最省配筋方案，如第一柱位置配 4Φ22（4 根直径 22mm 钢筋），用户也可根据自选钢筋直径配筋，但要大于所需钢筋面积。注意，柱位置是基础底面受拉，配筋是指基础底面；跨中位置是基础顶面受拉，配筋是指基础顶面。 A_{svl}/S 为横截面单位长度配箍筋量。

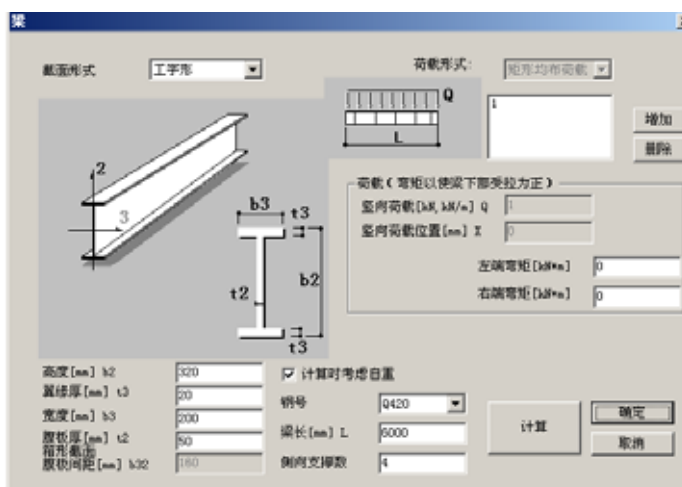


可改变基础高度等设计参数设计其它方案，如对设计方案满意，点击出施工图。

3.7.3 梁截面验算

选择梁设计与计算，显示对话框。

本部分用于进行梁的抗弯抗剪强度验算、整体稳定验算、局部稳定验算，适用于验算单根构件的截面是否满足。

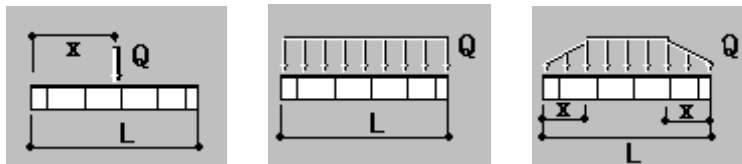


1. 截面形式：包括工字形截面、T形截面和箱形截面三种截面形式。工字形截面由两块翼缘板和一块腹板组成，T形截面由一块翼缘板和一块腹板组成，箱形截面由两块翼缘板和两块腹板组成；
2. 高度：全截面高度，包括腹板高和翼缘厚；
3. 翼缘厚：翼缘钢板厚度。工字形截面和箱形截面有两块翼缘板，是取单块的厚度；T形截面一块翼缘板；
4. 宽度：截面宽度，即翼缘宽度；
5. 腹板厚：腹板钢板厚度。箱形截面有两块腹板，是取单块厚度；
6. 箱形截面腹板间距：当截面为箱形时添入，是指两腹板外侧之间的距离。注意输入要正确，不要大于翼缘宽度；

7. 增加：按一次增加一种荷载，会在荷载列表中编号。然后选择其荷载形式，输入荷载大小和荷载位置，见下述；

8. 删除：删除不要的荷载，先选中一个荷载编号，按此按钮将荷载删除；

9. 荷载形式：可以施加集中力、矩形均布荷载和梯形均布荷载，每种荷载都可以施加多次。示意图中会显示；



10. 荷载大小 Q ：集中力单位千牛 kN ，均布荷载单位：千牛每米 (kN/m)；

11. 荷载位置 x ：如图，集中力为力作用点至左端支座间距离，梯形均布荷载为三角形区域长度，矩形均布荷载无此项；

12. 左端弯矩：梁左端弯矩，使梁下部受拉为正；

13. 右端弯矩：梁右端弯矩，使梁下部受拉为正；

14. 钢号：所选用的钢材，可采用 Q235、Q345、Q390 或 Q420；

15. 梁长：梁全长，两支座间距离；

16. 侧向支撑数：在梁侧向等距离布置的支撑的个数， n 个侧向支撑将梁分成 $(n+1)$ 段；

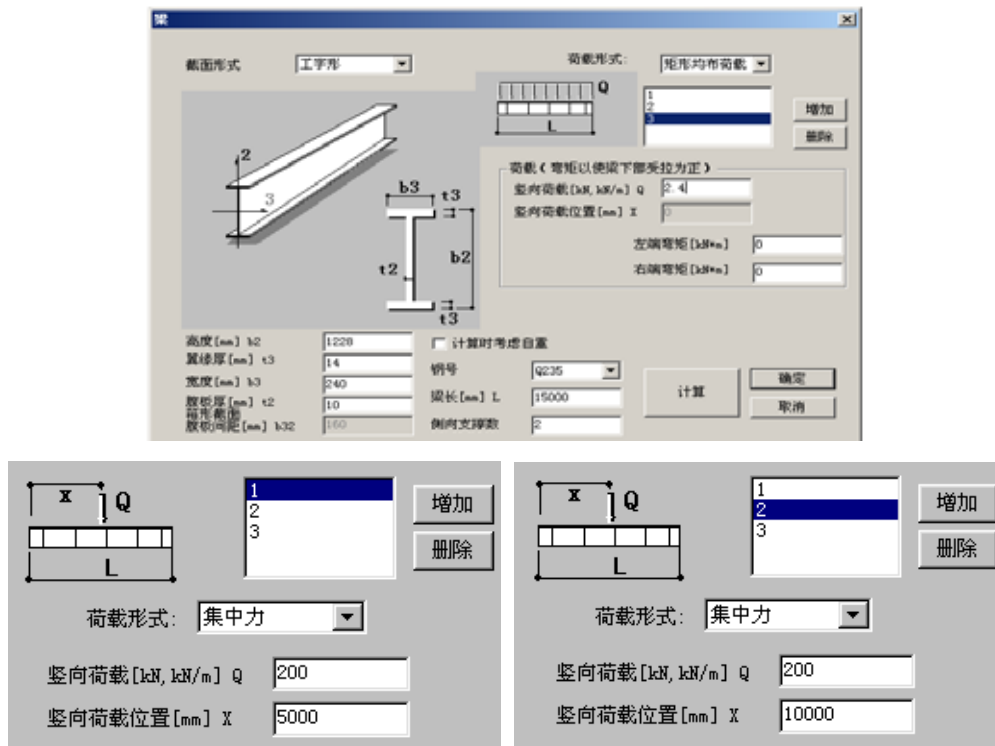
17. 计算时考虑自重：选中此复选框，则计算时自动考虑钢梁自重；

18. 计算：将计算参数输入完整后，点击 **计算** 进行梁截面验算，并输出验算结果，如果参数有问题会给出提示。

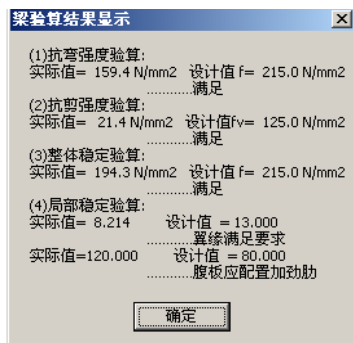
[例题：梁截面验算]

焊接工字形等截面简支梁，翼缘 240×14 ，腹板 1200×10 ，跨度 15 m ，在距两端支座 5 m 处分别支承一根次梁，由次梁传来的集中荷载设计值 $F=200kN$ ，钢材为 Q235，设梁自重设计值为 $2.4kN/m$ 。验算此梁。

将数据参数填入对话框，如下图。荷载共有三项，第 1 项、第 2 项在后面显示。



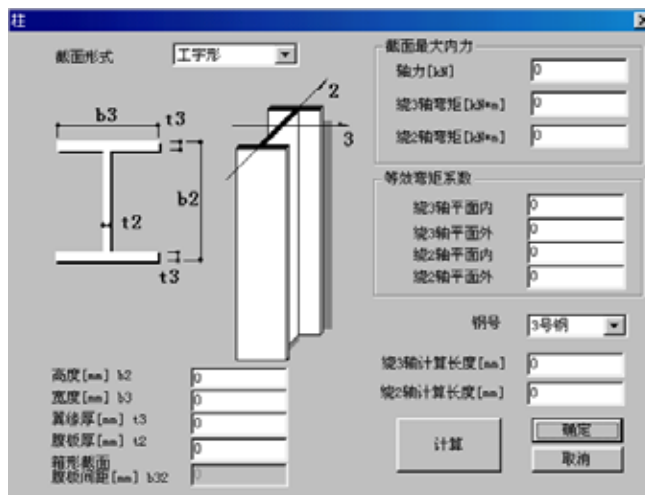
验算结果如下。



3.7.4 柱截面验算

选择柱设计与计算，并显示对话框。

本部分用于进行柱（双向压弯构件）的强度验算、弯矩作用平面内整体稳定验算、弯矩作用平面外整体稳定验算、翼缘和腹板局部稳定验算，适用于验算单根构件的截面是否满足。



1. 截面形式：包括工字形截面、T形截面和箱形截面三种截面形式。工字形截面由两块翼缘板和一块腹板组成，T形截面由一块翼缘板和一块腹板组成，箱形截面由两块翼缘板和两块腹板组成；

2. 高度：全截面高度，包括腹板高和翼缘厚；

3. 翼缘厚：翼缘钢板厚度。工字形截面和箱形截面有两块翼缘板，是取单块的厚度；T形截面一块翼缘板；

4. 宽度：截面宽度，即翼缘宽度；

5. 腹板厚：腹板钢板厚度。箱形截面有两块腹板，是取单块厚度；

6. 箱形截面腹板间距：当截面为箱形时添入，是指两腹板外侧之间的距离。注意输入要正确，不要大于翼缘宽度；

7. 截面最大内力：截面最不利的内力组合形式，可能出现在轴力最大截面、弯矩最大截面或弯矩轴力都较大的截面，如果不能确定，可对几种情况分别进行验算；

8. 等效弯矩系数：弯矩非均匀分布时采用等效弯矩系数，按规范取用。需要输入构件两主轴方向弯矩作用平面内外的等效弯矩系数，共有四项；单向受弯时只考虑相应两项，其余两项输 1.0；

绕 3 轴平面内：考虑绕 3 轴弯矩作用平面内等效弯矩系数 β_{m3} ；

绕 3 轴平面外：考虑绕 3 轴弯矩作用平面外等效弯矩系数 β_{t3} ；

绕 2 轴平面内：考虑绕 2 轴弯矩作用平面内等效弯矩系数 β_{m2} ；

绕 2 轴平面外：考虑绕 2 轴弯矩作用平面外等效弯矩系数 β_{t2} 。

弯矩作用平面内等效弯矩系数 β_m 按下列规定采用：

(1) 弯矩作用平面内有侧移的框架柱以及悬臂构件， $\beta_m=1.0$ ；

(2) 无侧移框架柱和两端支承的构件：

a. 无横向荷载作用时： $\beta_m = 0.65 + 0.35 \frac{M_2}{M_1}$ ，但不得小于 0.4， M_1 和 M_2 为端弯矩，使构件产

生同向曲率（无反弯点）时取同号，使构件产生反向曲率（有反弯点）时取异号， $|M_1| \geq |M_2|$ ；

b. 有端弯矩和横向荷载同时作用时：使构件产生同向曲率时， $\beta_m=1.0$ ；使构件产生反向曲率时， $\beta_m=0.85$ ；

c. 无端弯矩但有横向荷载作用时：当跨度中点有一个横向集中荷载作用时， $\beta_m = 1 - 0.2 \frac{N}{N_{EX}}$ ；

d. 其它荷载情况时， $\beta_m=1.0$ 。

弯矩作用平面外等效弯矩系数 β_t 按下列规定采用：

(1) 在弯矩作用平面外有支承的构件，应根据两相邻支承点间构件段内的荷载和内力情况确定：

a. 所考虑构件段无横向荷载作用时： $\beta_t = 0.65 + 0.35 \frac{M_2}{M_1}$ ，但不得小于 0.4， M_1 和 M_2 是在弯矩

作用平面内的端弯矩，使构件段产生同向曲率时取同号，产生反向曲率时取异号， $|M_1| \geq |M_2|$ ；

b. 所考虑构件段内有端弯矩和横向荷载同时作用时：使构件段产生同向曲率时， $\beta_t=1.0$ ；使构件段产生反向曲率时， $\beta_t=0.85$ ；

c. 所考虑构件段内无端弯矩但有横向荷载作用时： $\beta_t=1.0$ ；

(2) 悬臂构件， $\beta_t=1.0$ 。

9. 钢号：所选用的钢材，可采用 Q235、Q345、Q390 或 Q420；

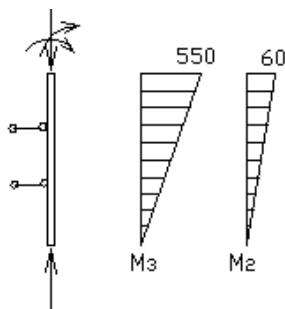
10. 绕 3 轴计算长度：注意不是实际长度，要乘以计算长度系数。计算长度系数可根据支承情况按规范取用；

11. 绕 2 轴计算长度：注意不是实际长度，要乘以计算长度系数。计算长度系数可根据支承情况按规范取用；

12. 计算：将计算参数输入完整后，点击 计算 进行柱截面验算，并输出计算结果，如果参数有问题会给出提示。

[例题：柱截面验算]

一双轴对称工字形实腹压弯构件，翼缘 400×20 ，腹板 560×10 。荷载设计值为轴心压力 $N=1350\text{kN}$ ，绕强轴弯矩 $550\text{kN} \cdot \text{m}$ ，绕弱轴弯矩 $60\text{kN} \cdot \text{m}$ 。绕强轴计算长度为 13.5m ，侧向支撑两根，间距为 4.5m 。柱脚为铰接，钢材为 Q235，截面无削弱。验算截面。



绘制内力图

所考虑构件段无横向荷载作用时: $\beta_{m3} = 0.65$, $\beta_{t3} = 0.65 + 0.35 \times \frac{2}{3} = 0.883$,

有端弯矩和横向荷载同时作用时, 使构件产生反向曲率时: $\beta_{m2} = 0.85$, $\beta_{t2} = 0.85$,

其余参数如已知条件, 将数据参数填入对话框, 如下图。

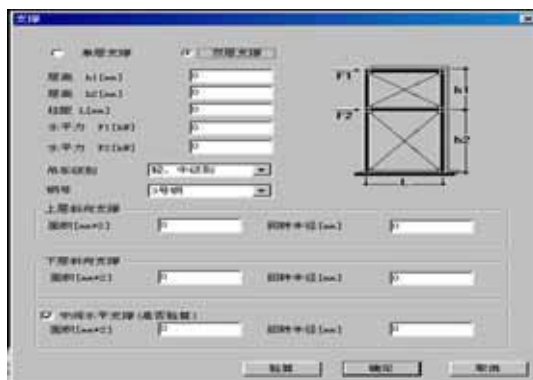
验算结果如下:

3.7.5 柱间支撑验算

选择支撑设计与计算, 并显示对话框。

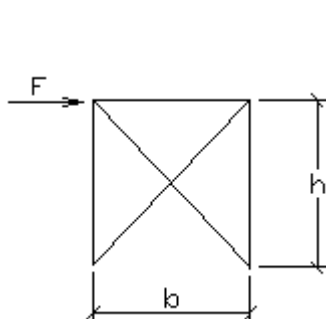
柱间支撑的作用主要是: 保证厂房骨架的整体稳定和纵向刚度; 作为柱的侧向支撑借以决定柱在框架平面外的计算长度; 承受厂房山墙传来的风力、温度应力和吊车的纵向水平荷载以及其它纵向水平力。

本部分用于进行柱间支撑杆件强度验算，压杆稳定验算、刚度验算。

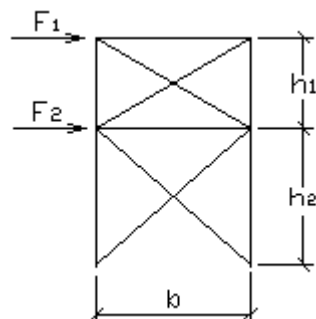


(一) 单层支撑

1. 高度 h : 柱高，即支撑竖直方向高度；
2. 柱距 b : 两柱轴线间距离；
3. 吊车级别: 按吊车工作制分为两类，一类是无吊车和有轻、中级工作制吊车的厂房，一类是有重级工作制吊车的厂房；
4. 水平力 F : 柱顶处作用的水平力；
5. 钢号: 所选用的钢材，可采用 3 号钢、16 锰钢或 15 锰钒钢。



单层支撑



双层支撑

(二) 双层支撑

此种柱间支撑分为两个部分：在吊车梁以上的部分称为上层支撑，吊车梁以下的部分称为下层支撑。

下层柱间支撑一般布置在温度区段的中间，使厂房结构在温度变化时能从支撑向两侧伸缩，以减小支撑、柱子与纵向构件的温度应力。在短而高的厂房内，下层支撑亦可布置在厂房两端，因为这时温度应力不大却可提高厂房的纵向刚度。

上层柱间支撑布置在温度区段的两端，以及有下层支撑的开间中以传递山墙风力和保证厂房的整体稳定和纵向刚度。

1. 上层高度 h_1 : 上层支撑竖直方向高度;
2. 下层高度 h_2 : 下层支撑竖直方向高度;
3. 柱距 b : 两柱轴线间距离;
4. 吊车级别: 按吊车工作制分为两类, 一类是无吊车和有轻、中级工作制吊车的厂房, 一类是有重级工作制吊车的厂房;
5. 上层水平力 F_1 : 柱顶处的水平力;
6. 下层水平力 F_2 : 柱中吊车梁处水平力;
7. 钢号: 所选用的钢材, 可采用 Q235、Q345、Q390 或 Q420;
8. 中间水平支撑: 可选择是否验算中间水平支撑, 如果需要验算, 点亮后输入其截面特性, 可验算其强度、稳定和刚度;
9. 支撑杆件需要输入的截面特性有面积和回转半径, 可根据所选钢材查截面特性表后输入, 其中回转半径取截面最小的一个回转半径;
10. 计算: 将计算参数输入完整后, 点击[计算]进行柱间支撑验算, 并输出验算结果, 如果参数有问题会给出提示。

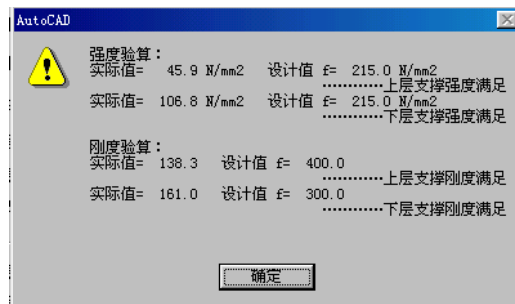
[例题: 柱间支撑验算]

十字形交叉柱间支撑, 上层高 $h_1=3\text{m}$, 下层高 $h_2=5\text{m}$, 柱距 $b=6\text{m}$, 上层支撑和下层支撑均采用 2L125 \times 10, 上、下层水平力为 $F_1=F_2=200\text{kN}$, 有轻级工作制吊车。验算该支撑。

杆件 2L125 \times 10, 查表得 $A=4874.6\text{mm}^2$, $i=48.5\text{mm}$ 。

其余参数如已知条件, 将数据参数填入对话框, 如下图。

验算结果如下。



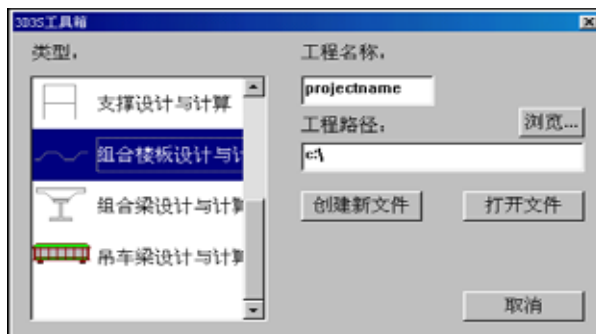
3.7.6 组合楼板设计与计算

3.7.6.1 压型钢板组合楼盖设计

楼板的设计包括施工阶段和使用阶段两个阶段：

- 施工阶段，应对作为浇注混凝土底模的压型钢板进行强度和变形验算；
- 使用阶段，应对压型钢板-砼楼板（组合板）在全部荷载作用下的强度和变形进行验算。若压型钢板仅作为模板（非组合板），则此时不考虑它的承载作用。

3.7.6.1.1 组合楼板设计工具箱使用步骤简单说明



设计顺序为：先进行组合楼板设计，然后设计次梁，最后进行主梁设计。

操作步骤：

- 单击 3D3S 工具箱按钮，选择组合楼板设计，弹出组合楼板设计对话框；
- 在组合楼板设计对话框中填入各项参数，单击 选择钢板截面 按钮，弹出钢板截面选择对话框，进行钢板截面选择；
- 在钢板截面选择对话框中，先选择截面形式，在此分自定义截面和已有截面两种情况：
 - 选择某种自定义形式，则需填入相关参数，然后单击 显示截面特性 按钮，程序自动给出钢板自重、抵抗矩 W_{ef} 和惯性矩 I_{ef} 三个参数；
 - 选择已有截面形式，则无需填入相关参数。

在钢板材性参数内容块中，若选中的截面形式为自定义的闭合式截面，则需填入剪力粘结系数 m 和 k 。当采用的压型钢板表面是带有压痕的，则需选中钢板表面是否带有压痕复选框，否则无需

选中，选中该框后还需填入剪力粘结系数 m 和 k 。此外还需选择钢板所采用的钢材牌号。

截面选择完毕，单击确定按钮，关闭钢板截面选择对话框，回到组合楼板设计对话框；

4、当确定组合楼板设计对话框中各项参数都已填入和选择完毕后，单击计算按钮，进行配筋计算和组合楼板验算。如能正常计算配筋，则会显示配筋计算及组合楼板验算结果；否则，会给出出错信息。如果出现出错信息，则需回到步骤 2，调整相关参数，重新进行设计；

5、单击确定按钮，关闭配筋计算和组合楼板验算结果显示框，回到组合楼板设计对话框。如能正常配筋并且组合楼板各项验算均满足要求，则绘制施工图按钮变亮，否则绘制施工图按钮暗淡，无法绘制施工图，需重新进行组合楼板设计；

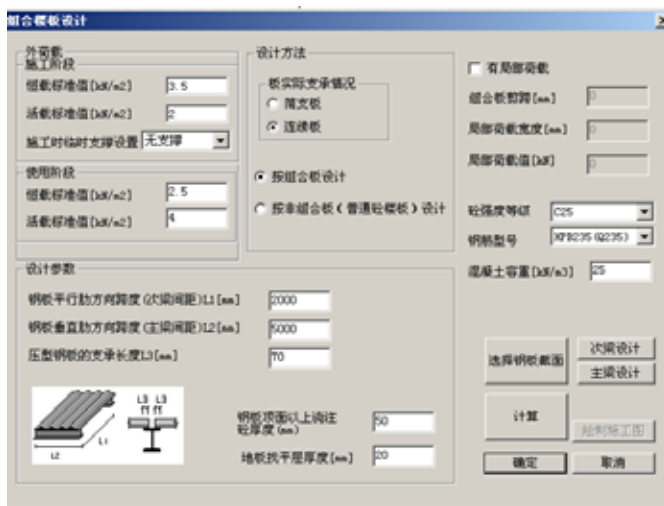
6、单击绘制施工图按钮，绘制施工图；

(1) 组合楼板设计完毕后进行次梁设计。单击次梁设计按钮，弹出次梁设计对话框，填入各参数，并单击截面选择按钮，弹出截面选择对话框，填入各截面参数，单击确定按钮回到次梁设计对话框，确认所有参数填完后，单击验算按钮，显示计算结果，若不满足则需重新设计。

(2) 次梁设计完成后，进行主梁设计，单击主梁设计按钮，弹出主梁设计对话框，填入各参数，并单击截面选择按钮，弹出截面选择对话框，填入各截面参数，单击确定按钮回到主梁设计对话框，确认所有参数填完后，单击验算按钮，显示计算结果，若不满足则需重新设计。

(3) 当主次梁都设计完毕后，单击确定按钮，关闭组合楼板设计对话框。

3.7.6.1.2 组合楼板设计对话框



施工阶段恒载标准值：不包括压型钢板和钢筋混凝土的自重在内的额外恒载标准值。压型钢板和钢筋混凝土的自重在计算机程序内部已考虑，不必再考虑。若在此阶段除自重外无其他额外恒载，则取值为 0；

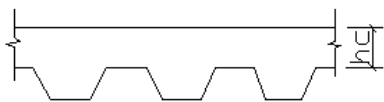
施工阶段活载标准值：包括施工荷载和附加荷载。施工荷载系指工人和施工机具设备，并考虑到施工时可能产生的冲击与振动。施工荷载一般可取 1kN/m^2 。此外，尚应以工地实际荷载为依据，若有过量冲击、砣堆放、泵荷载等，应增加附加荷载；

使用阶段恒载标准值：除组合板自重外的全部均布恒载，自重在计算机程序内部已考虑；

使用阶段活载标准值：指所有的均布活载；

钢板顶面以上浇注的砼厚度：指 h_c 的高度。压型钢板肋顶以上的混凝土厚度不应小于 50mm。

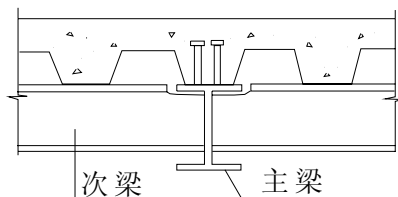
此外尚应符合《高层民用建筑钢结构技术规程》第 12.2.3 条规定的楼板防火保护层厚度的要求；



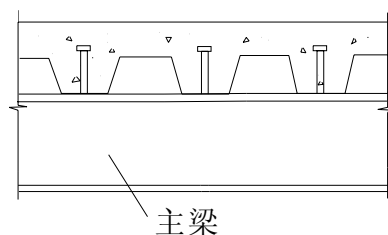
地板找平层厚度：在钢板顶面以上混凝土上部如有找平层，则需输入厚度；

钢板平行肋方向跨度：当钢板肋方向与主梁平行（见 a），此时钢板平行肋方向跨度即为次梁间距。若钢板肋方向与主梁垂直（见 b），则视实际梁跨度而定；

钢板垂直肋方向跨度：当钢板肋方向与主梁平行（见 a），此时钢板平行肋方向跨度即为主梁间距。若钢板肋方向与主梁垂直（见 b），则视实际梁跨度而定；



(a) 板肋平行于主梁



(b) 板肋垂直于主梁

压型钢板的铺设

压型钢板的支承长度：组合板中的压型钢板在钢梁上的支承长度，不应小于 50mm。在砌体上的支承长度，不应小于 75mm；

板实际支承情况：分为简支板和连续板两种，具体视实际钢板与梁的连接情况而定；

设计方法：按组合板设计是指压型钢板起受拉钢筋作用，与混凝土共同承担荷载；按非组合板设计是指压型钢板只起永久性模板作用，设计时不考虑它的承载作用，此时按普通钢筋混凝土楼板设计；

施工阶段临时支撑设置：在施工阶段，临时支撑设置分为无临时支撑、在跨中处设有临时支撑、在三分点处设有临时支撑三种情况。施工阶段因钢板很薄，承载后受力及变形有可能较大，此时即需加设临时支撑以减小板的跨度；

混凝土强度等级：组合板中所使用的混凝土等级一般在 C10 到 C30 之间；

钢筋型号：在组合楼板中所配钢筋有 HPB235(Q235)和 HRB335(20MnSi)两种选择；

混凝土容重：如输入的恒载标准值已包含混凝土自重则可将此项填 0；

有局部荷载复选按钮：在选择按组合板设计的前提下，该复选按钮才有效。假如只有均布荷载而没有局部荷载，则无需选中该复选按钮；如果存在局部荷载，则需选中该复选按钮，并填入组合板剪跨、局部荷载值和局部荷载分布宽度三个参数。默认状态下为无局部荷载；

组合板剪跨：当两点对称加荷载时，组合板剪跨为支座到最靠近支座的集中荷载处的距离。对于其他荷载的布置，应在相应试验或近似计算基础上作出估算的数值。如无局部集中荷载，则无需填入此数值；

局部荷载值：即为局部荷载的大小。如无局部集中荷载，则无需填入此数值；

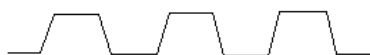
局部荷载宽度：一般局部荷载在组合板上的分布面积为正方形，局部荷载宽度即为荷载面积的边长。若认为局部集中荷载只作用在一点上，则此数值为 0。如无局部集中荷载，则无需填入此数值。

3.7.6.1.3 钢板截面选择对话框

在单击选择钢板截面按钮，弹出压型钢板截面选择对话框，进行压型钢板截面选择。

钢板截面形式：在此列出了七种自定义的压型钢板截面以及八种常用的不同板厚的压型钢板型号。常用压型钢板型号后括号内数值为钢板厚度，单位为 mm。如果选择了某种常用压型钢板，则对话框中只需选择钢材牌号，其余各项参数均无需填入。

压型钢板形式主要有四种：光面开口式、带压痕开口式、光面闭合式以及带压痕闭合式（见图 6）。



光面开口式



带压痕开口式



光面闭合式



带压痕闭合式

压型钢板的形式

波距：即为压型钢板一个波的宽度。当选择的是开口式压型钢板，则波距必须大于肋宽与槽宽之和；当选择的是闭合式压型钢板，则波距必须大于肋宽与槽宽的最大值；

肋宽：压型钢板上翼缘即为肋；

槽宽：压型钢板下翼缘即为槽。凹槽的宽度不应小于 50mm；

钢板高度：当在槽内设置栓钉连接件时，压型钢板总高度不应大于 80mm；

钢板厚度：用于组合板的压型钢板净厚度（不包括镀锌层或饰面层厚度）不应小于 0.75mm；

卷边长度：压型钢板两端弯起的折边长度；

自由边长度：压型钢板端部水平边长度；

转角连接圆弧半径：一般在计算截面特性时可忽略此值，默认值为 0；

波数：指单块压型钢板完整的波的个数；

受压翼缘中间加劲肋尺寸：选择钢板受压翼缘中间加劲肋个数，如有加劲肋还需输入加劲肋尺寸；

填完以上参数，单击显示截面特性按钮后，自动显示钢板自重、抵抗矩 W_{ef} 和惯性矩 I_{ef} 三个参数。

钢板自重：在此已将压型钢板转化为每平米的自重；

抵抗矩 W_{ef} ：指压型钢板的有效截面抵抗矩，在这里已转化为沿板宽度方向单位长度的抵抗矩；

惯性矩 I_{ef} ：指压型钢板的有效截面惯性矩，在这里已转化为沿板宽度方向单位长度的惯性矩；

在钢板材性参数内容块中，若选中的截面形式为自定义的闭合式截面，则需填入剪力粘结系数 m 和 k 。当采用的压型钢板表面是带有压痕的，则需选中钢板表面是否带有压痕复选框，否则无需选中，选中该框后还需填入剪力粘结系数 m 和 k 。此外还需选择钢板所采用的钢材牌号，常用的有 Q215 和 Q235 两种；

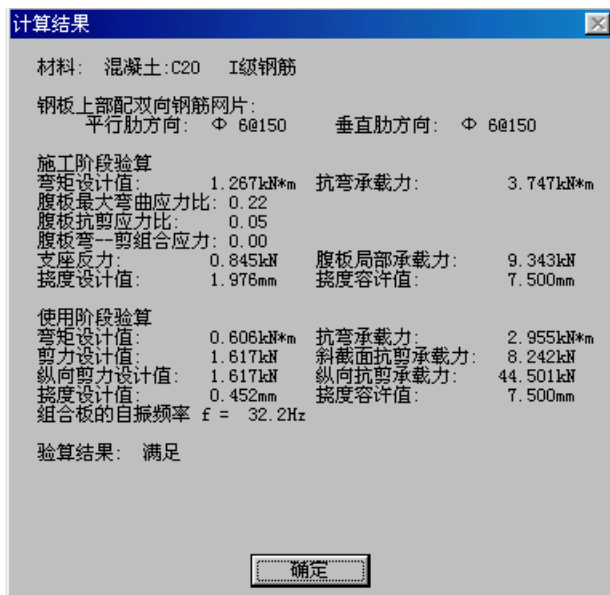
剪力粘结系数 m ：为试验结果线性回归线的斜率，基本上是根据压痕板的组合板试验得出，其值由压型钢板生产厂提供；

剪力粘结系数 k ：为试验结果线性回归线的截距，基本上是根据压痕板的组合板试验得出，其值由压型钢板生产厂提供。

3.7.6.1.4 配筋计算及验算结果显示

钢板截面选择完毕后，单击计算按钮，进行配筋计算及组合楼板验算。

如能正常计算配筋，则会显示配筋计算及组合楼板验算结果；否则，会给出出错信息。如果出现出错信息，则需调整相关参数，重新进行计算。



显示结果若按组合板设计有五部分，若按非组合板设计则有四部分。

① 材料：

包括所使用的钢筋类别和混凝土等级；

② 计算配筋结果显示

按组合板设计和非组合板设计配筋结果显示有所不同。按组合板设计，一般只需在钢板上部配双向钢筋网片，若当钢板承载力不足时，则软件会在钢板凹槽内自动配受拉钢筋；按非组合板设计，则按普通钢筋混凝土楼板配筋。

双向钢筋网片：按组合板设计时，双向钢筋网片主要承担支座处负弯矩，网片位置偏向混凝土板上部；按非组合板设计时，双向钢筋网片主要承担跨中弯矩，网片位置处于混凝土板底部；

钢板支座处平行肋方向配筋（每米宽度）：平行肋方向支座处承受负弯矩，在组合板上部需配受拉钢筋。 A_s 表示计算所需配筋面积，后面为为实际所配钢筋，括号内为实际所配钢筋面积；

钢板支座处垂直肋方向配筋（每米宽度）：垂直肋方向支座处承受负弯矩，在组合板上部需配受拉钢筋。 A_s 表示计算所需配筋面积，后面为为实际所配钢筋，括号内为实际所配钢筋面积；

分布筋：指与受力钢筋垂直的钢筋；

横向钢筋：如有局部荷载，则在局部荷载处需设置横向钢筋，其延伸宽度不小于板的有效工作宽度。

③ 施工阶段压型钢板验算

此时主要对压型钢板的强度和变形进行验算。显示结果中左边参数为设计值，右边为允许值。

腹板最大弯曲应力比指最大弯曲应力与容许弯曲应力的比值，其值应小于 1。腹板抗剪应力比指腹板的剪应力与容许剪应力的比值，其值也应小于 1。腹板弯-剪组合应力为综合考虑腹板弯曲应力与剪应力的组合效应，其值也应小于 1。如果某项验算不满足，则会给出该项验算不满足信息；

④ 使用阶段组合板验算

如按非组合板设计，则无此项验算。组合板混凝土硬化后应验算使用阶段的横截面受弯承载力、斜截面受剪承载力、纵向受剪承载力、挠度和自振频率。如果有局部集中荷载，还需进行受冲剪承载力验算。显示结果中左边参数为设计值，右边为允许值。如果某项验算不满足，则会给出该项验算不满足信息。自振频率不得小于 15Hz；

⑤ 验算结果

若各项验算均满足要求，则验算结果显示为满足，若有一项不满足要求则显示为不满足。

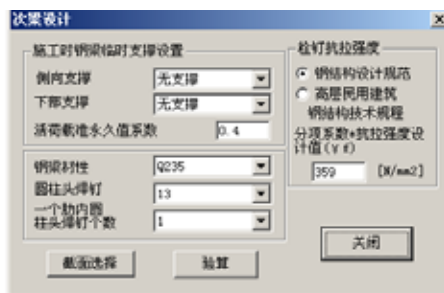
3.7.6.1.5 绘制施工图

单击**确定**按钮，关闭计算结果显示框，回到组合楼板设计对话框。如果能正常配筋并且组合楼板各项验算均满足，则**绘制施工图**按钮变亮，单击此按钮，绘制施工图；否则**绘制施工图**按钮暗淡，无法绘制施工图，需重新进行组合楼板设计。

3.7.6.2 组合梁设计

3.7.6.2.1 次梁设计

1. 次梁设计对话框

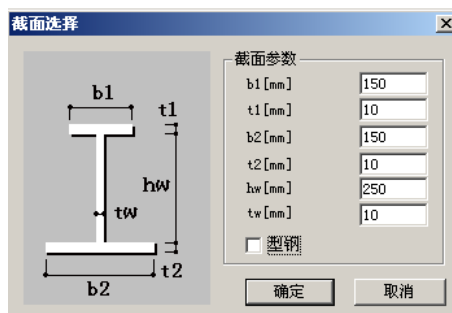


单击**次梁设计**按钮，弹出次梁设计对话框。

施工时钢梁临时支撑设置包括侧向支撑和下部支撑，侧向支撑主要是防止施工时钢梁侧弯。钢梁材性有 Q235、16Mn 和 15MnV 三种。组合梁的翼缘板为压型钢板组合板时，一般采用圆柱头焊钉作连接件。压型钢板一个肋内配置的焊钉个数多于 3 个时，取为 3 个。跨度在 3m 以下，宜设置 13~16mm 直径的焊钉，跨度在 3~6m 时，宜设置 16~19mm 直径的焊钉，跨度在 6m 以上时，宜设置 19mm 直径的焊钉。此外，圆柱头焊钉的杆径不得大于所焊钢梁翼缘板厚度的 2.5 倍，对承受动力荷载的梁不应大于 1.5 倍。焊钉穿透压型钢板与钢梁焊接，焊好后的圆柱头焊钉应伸出压型钢板顶面 30mm 以上。栓钉抗拉强度按《钢结构设计规范》取分项系数乘以抗拉强度设计值，一般分项系数为 1.67，

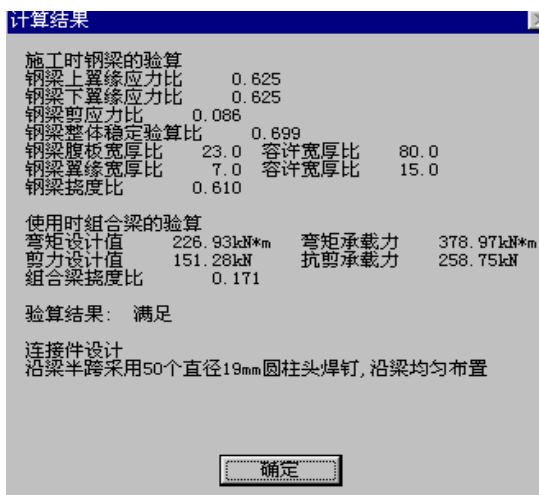
抗拉强度设计值为 215；按《高层民用建筑钢结构技术规程》取焊钉钢材的极限抗拉强度最小值。

2. 截面选择对话框



单击 截面选择 按钮，弹出截面选择对话框，填入各截面参数，若选中型钢复选框，则表示截面为型钢截面，验算时不验算翼缘和腹板局部稳定，完成后单击 确定 按钮，回到次梁设计对话框。

3. 计算结果显示



截面选择完毕后，单击 验算 按钮，进行次梁验算及连接件设计。显示结果分为三部分。

① 施工时钢梁的验算

包括钢梁抗弯、抗剪、整体稳定、局部稳定以及挠度验算。各应力比为计算所得应力值与容许应力值之比，挠度比为计算所得挠度值与容许挠度值之比，各比值均应小于 1。在验算钢梁的整体稳定时，当满足构造要求时，则无需验算整体稳定，否则会给出整体稳定验算比，此比值也应小于 1。验算翼缘和腹板的局部稳定时，计算所得宽厚比应小于容许宽厚比；

② 使用时组合梁的验算

包括抗弯承载力、抗剪承载力和挠度验算。显示结果中左边参数为设计值，右边为允许值，挠度比为计算所得挠度值与容许挠度值之比；

③ 连接件设计

连接件按梁跨中处两边对称布置，计算所得连接件个数为半跨所需个数，沿梁均匀分布。

若验算结果满足，则单击 确定 按钮，关闭计算结果显示框，回到次梁设计对话框，再单击 确定 按

钮，关闭次梁设计对话框，回到组合楼板设计对话框，完成次梁设计。若验算结果不满足，则需调整相关参数，重新进行设计。

3.7.6.2.2 主梁设计

1. 主梁设计对话框



单击主梁设计按钮，弹出主梁设计对话框。

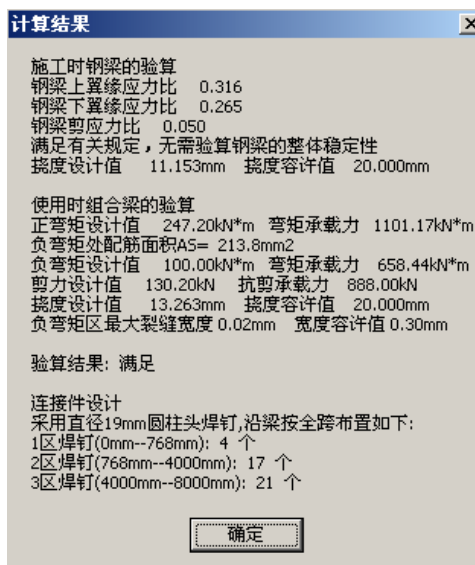
主梁跨度即主梁的长度，必须为次梁间距的整数倍。若主梁按连续梁考虑，需输入两端弯矩值，通常输入负数。钢梁材性和圆柱头焊钉说明同次梁设计。次梁布置分为两种，一种是次梁等间距布置在主梁上，另一种是次梁不等间距布置在主梁上，此时需输入每段间距，之间用逗号分开。

2. 截面选择对话框

同次梁设计。

3. 计算结果显示

验算部分同次梁设计，连接件设计与次梁有所不同。连接件布置沿梁非均匀布置，先求出各个剪跨区段内的连接件个数，同一剪跨区段内按所受剪力大小进行分配。每个区段括号内数值为离开支座的距离，在各区段内连接件可均匀分布。



3.7.7 组合梁设计与计算

一. 钢筋混凝土组合梁设计

包括次梁设计和主梁设计。

二. 钢筋混凝土组合梁设计工具箱使用步骤简单说明

设计顺序为：先设计次梁，然后进行主梁设计。

操作步骤:

a 单击 3D3S 工具箱按钮，选择钢筋混凝土组合梁设计，弹出组合梁设计对话框，在组合梁设计对话框中填入荷载和各项设计参数；

b 先进行次梁设计，在次梁设计部分，填入各项参数，并单击次梁截面选择按钮，弹出截面选择对话框，填入各截面参数，单击确定按钮回到组合梁设计对话框；

c 确认次梁部分所有参数填完后，单击次梁验算按钮，显示计算结果，单击确定按钮，关闭计算结果显示框，回到组合梁设计对话框，若计算结果不满足，则需重新设计次梁；

d 次梁设计完成后，进行主梁设计，在主梁设计部分，填入各参数，并单击主梁截面选择按钮，弹出截面选择对话框，填入各截面参数，单击确定按钮回到组合梁设计对话框，确认主梁部分所有参数填完后，单击主梁验算按钮，显示计算结果，若不满足则需重新设计；

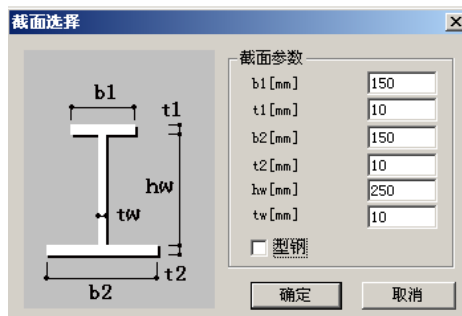
e 主、次梁都设计完成后单击确定按钮，关闭组合梁设计对话框。

三. 次梁设计部分

1. 组合梁设计对话框中次梁设计部分参数说明

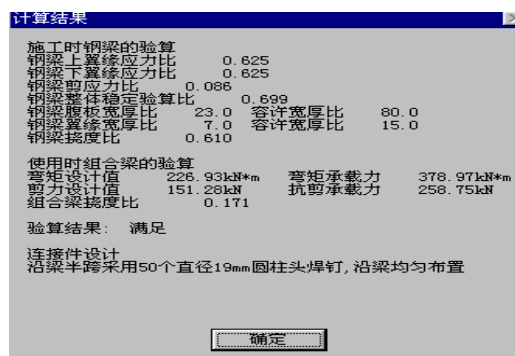
施工时钢梁临时支撑设置包括侧向支撑和下部支撑，侧向支撑主要是防止施工时钢梁侧弯。钢梁材性有 Q235、16Mn 和 15MnV 三种。圆柱头焊钉作为连接件，直径在 13mm~22mm 之间选用。当设有混凝土板托时，还需填入混凝土板托尺寸，如无混凝土板托，则将尺寸置为 0。

2. 次梁截面选择对话框



单击次梁截面选择按钮，弹出截面选择对话框，填入各截面参数，若选中型钢复选框，则表示截面为型钢截面，验算时不验算翼缘和腹板局部稳定，完成后单击确定按钮，回到组合梁设计对话框。

3. 计算结果显示



截面选择完毕后，单击次梁验算按钮，进行次梁验算及连接件设计。显示结果有三部分：

① 施工时钢梁的验算

包括钢梁抗弯、抗剪、整体稳定、局部稳定以及挠度验算。各应力比为计算所得应力值与容许应力值之比，挠度比为计算所得挠度值与容许挠度值之比，各比值均应小于1。在验算钢梁的整体稳定时，当满足构造要求时，则无需验算整体稳定，否则会给出整体稳定验算比，此比值也应小于1。验算翼缘和腹板的局部稳定时，计算所得宽厚比应小于容许宽厚比；

② 使用时组合梁的验算

包括抗弯承载力、抗剪承载力和挠度验算。显示结果中左边参数为设计值，右边为允许值，挠度比为计算所得挠度值与容许挠度值之比；

③ 连接件设计

连接件按梁跨中处两边对称布置，计算所得连接件个数为半跨所需个数，沿梁均匀分布。

若验算结果满足，则单击确定按钮，关闭计算结果显示框，回到组合梁设计对话框，完成次梁设计。若验算结果不满足，则需调整相关参数，重新进行设计。

四. 主梁设计部分

1. 组合梁设计对话框中主梁设计部分参数说明

主梁跨度即主梁的长度，如果有混凝土板托，还需填入混凝土板托顶部宽度尺寸，如无混凝土板托，则将尺寸置为 0，钢梁材性和圆柱头焊钉说明同次梁设计。次梁布置分为两种，一种是次梁等间距布置在主梁上，另一种是次梁不等间距布置在主梁上，此时需输入每段间距，之间用逗号分开。负弯矩区纵向钢筋直径只与计算负弯矩区裂缝宽度有关；

2. 选择对话框

同次梁设计；

3. 结果显示

验算部分同次梁设计，连接件设计与次梁有所不同。连接件布置沿梁非均匀布置，先求出各个剪跨区段内的连接件个数，同一剪跨区段内按所受剪力大小进行分配。靠近支座处所受剪力大，连接件个数就多，每个区段括号内数值为离开支座的距离，在各区段内连接件均匀分布；

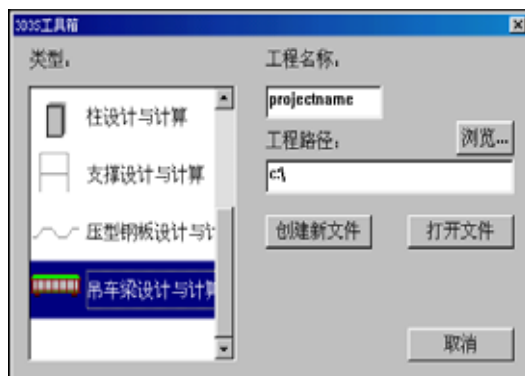


3.7.8 吊车梁设计与计算

1. 使用范围：

本程序适用于设计等翼缘焊接工字型截面的各种简支吊车梁。最大吊车组合数为两台吊车。制动类型分为无制动结构、制动梁、制动桁架，但不包括制动结构的设计。疲劳验算验算受拉翼缘与腹板连接处焊缝及附近主体金属，和横向加劲肋端点处手工焊缝附近的主体金属。

2. 新建吊车梁工程文件



选定吊车梁设计与计算，再输入工程名和工程路径，最后单击创建。

3. 输入设计参数（步骤 1）



单击创建后会弹出吊车梁设计参数的第一页对话框。

工作制：分为轻级、中级、重级三种；

考虑多台吊车的荷载折减系数：当有两台吊车时勾选此复选框表示在计算时将两台吊车的竖向荷载和水平荷载标准值乘以规定的折减系数；

考虑荷载增大系数：勾选此复选框输入荷载增大系数表示考虑到作用于吊车梁上的走道荷载，积灰荷载及自重等因素，在计算吊车梁的竖向荷载时，会将轮压乘以输入的荷载增大系数来近似计算；

吊车 1 的设计信息：包括轮数、吊车梁的几何特性（单位：M）、最大轮压标准值、横向荷载标准值及竖向轮压动力系数。a1 为吊车边缘至第一个轮子的距离。a2 两轮吊车时为中心轮间距，四轮及八轮时为边轮的间距。a3 为四轮及八轮时的中心轮间距，两轮时为 0。两台吊车组合时，吊车之间的间距最小取为 500mm；

吊车 2 的设计信息：同吊车 1。如果没有吊车 2，请全部输 0。



4. 输入设计参数（步骤 2）

钢材类型：分为 Q235、Q345、Q390、Q420 四种类型；

支座形式：分为突缘式、平板式两种；

吊车梁长度（单位：m）

轨道高度（单位：mm）

建筑允许高度（单位：m），需要限制吊车梁高度时可限制该参数，这样便可取到所需要的吊车梁的梁高。否则取较大值（比如 10m），程序自动按经济高度设计；

允许挠度比：请按小数形式输入；

欠载系数：即规范中的 α_f ，对不需验算疲劳的情况输 0；

受拉翼缘与腹板连接处焊缝及附近主体金属疲劳应力幅（单位：N / mm²），对不需验算疲劳的情况输 0；

横向加劲肋端点处手工焊缝附近的主体金属疲劳应力幅（单位：N / mm²），对不需验算疲劳的情况输 0。

The dialog box is titled "Dialog" and contains three main sections for selecting the braking structure type:

- 无制动结构 (No Braking Structure):** Includes a text input field for "支撑数" (Number of supports) with a value of 0.
- 制动梁 (Braking Beam):** Includes three text input fields:
 - "制动梁竖向中性轴到吊车梁竖向中性轴的距离 (mm)" (Distance from the vertical neutral axis of the braking beam to the vertical neutral axis of the crane beam in mm) with a value of 0.
 - "制动梁截面对其竖向中和轴的惯性矩 (mm⁴)" (Moment of inertia of the braking beam section about its vertical neutral axis in mm⁴) with a value of 0.
 - "制动梁截面的面积 (mm²)" (Area of the braking beam section in mm²) with a value of 0.
- 制动桁架 (Braking Truss):** Includes two text input fields:
 - "制动桁架的水平宽度 (m)" (Horizontal width of the braking truss in m) with a value of 0.
 - "制动桁架区格间距 (m)" (Spacing of the braking truss bays in m) with a value of 0.

At the bottom of the dialog box are four buttons: "<上一步 (B)" (Previous step), "完成" (Finish), "取消" (Cancel), and "帮助" (Help).

5. 输入设计参数（步骤 3）

无制动结构：输入支撑数；

制动情况为制动梁：输入制动梁截面中和轴（竖向）到 y 轴（吊车梁截面）的距离（mm）；制动梁截面的惯性矩（对竖向中和轴，mm⁴）；制动梁截面的面积（mm²）；

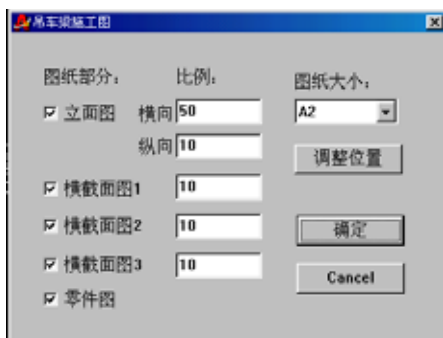
制动情况为制动桁架：输入制动桁架宽度（m）；制动桁架水平区格间距（m）。

最后单击完成，便进行设计计算。计算书保存在“吊车梁计算书.doc”文件中。

6. 弹出“吊车梁截面校核”窗口，选中绘图复选框，选中三维图选项后单击完成按钮，便可绘出吊车梁的三维视图；选中施工图选项后单击完成按钮，便可绘出吊车梁的施工图。



7. 若选中施工图选项后单击完成按钮，可弹出以下窗口。单击 **调整位置**，可对施工图中各图的位置进行调整，单击 **确定** 后即可生成施工图。



[吊车梁设计例题]

工作制：为重级。

要考虑多台吊车的荷载折减系数。

要考虑荷载增大系数，荷载增大系数取 1.05。

吊车 1 的设计信息：包括轮数 2，吊车梁的几何特性 $a_1=0.65\text{m}$ ； $a_2=5.25\text{m}$ ； $a_3=0.65\text{m}$ ；最大轮压标准值 491kN 、及横向荷载标准值 49.1kN ，竖向轮压动力系数 1.1。

吊车 2 的设计信息：同吊车 1。

钢材类型：Q345。

支座形式：为平板式。

吊车梁长度：12m。

轨道高度：170mm。

建筑允许高度：3 m。

允许挠度比：0.00133。

欠载系数：0.8

受拉翼缘与腹板连接处焊缝及附近主体金属的主体金属疲劳应力幅 144 N/mm^2 。

横向加劲肋端点处手工焊缝附近的主体金属疲劳应力幅 103 N/mm^2 。

制动情况为制动桁架：输入制动桁架宽度 2 m；制动桁架水平区格间距 1.5 m。

设计结果为：

吊车梁截面校核	
截面校核结果	
上翼缘强度验算应力比：	0.471
下翼缘强度验算应力比：	0.471
支座处剪应力验算应力比：	0.565
局部承压验算应力比：	0.436
整体稳定验算应力比：	0
翼缘局部稳定验算设计与允许值比：	0.975
支座加劲肋局部承压验算应力比：	0.194
实际挠度和允许挠度之比：	0.000398
支座加劲肋稳定验算应力比：	0.217
受拉翼缘与腹板连接处及附近的主体金属疲劳强度验算应力比：	0.281
横向加劲肋端点处手工焊缝附近的主体金属疲劳强度验算应力比：	0.281
横向加劲肋间距 (mm)：	2400
纵向加劲肋高度 (mm)：	0
短加劲肋间距 (mm)：	0
加劲肋厚度 (mm)：	4
支座加劲肋外伸长度 (mm)：	373
支座加劲肋厚度 (mm)：	30
上翼缘板与腹板角焊缝 (mm)：	8
下翼缘板与腹板角焊缝 (mm)：	6
支座加劲肋与腹板角焊缝 (mm)：	10
截面参数 [mm]	
截面高度	1550
上翼缘宽度	760
下翼缘宽度	760
上翼缘厚度	30
下翼缘厚度	30
腹板厚度	14
截面进一步修正 [mm]	
截面高度	0
上翼缘宽度	0
下翼缘宽度	0
上翼缘厚度	0
下翼缘厚度	0
腹板厚度	0
<input type="checkbox"/> 验算	
<input type="radio"/> 三维图	
<input type="radio"/> 施工图	
校核	
< 上一步(B) 完成 取消 帮助	

如各应力比都小于 1 表示截面满足要求。还可对截面进一步调整再进行校核。计算书保存在“吊车梁计算书.doc”文件中。

3.8 菜单开关/帮助

列出了所有 3D3S 的有关菜单内容。

每条菜单可以针对不同的具体结构形式，一般情况下该结构模型的整个操作过程就在本菜单下完成，比如门架就在门式刚架菜单下完成整个操作，但这不等于说菜单间有严格的界限，因为整个 3D3S 是一个集成软件，菜单切换只代表了界面上提供的命令行切换，而软件内部的命令核心仍旧存在，这样的软件结构使得建模环境可以比较随意，比如您可以在空间任意结构菜单下建立一个网架模型（仅使用 ACAD 的命令做构件轴线）并进行内力分析和构件设计，然后把菜单切换到网架网壳菜单下进行节点设计。

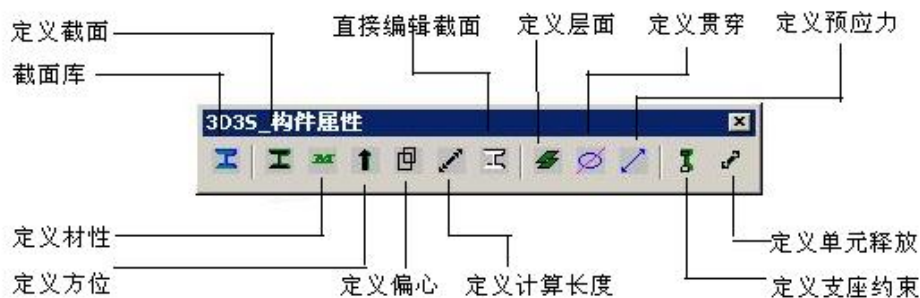
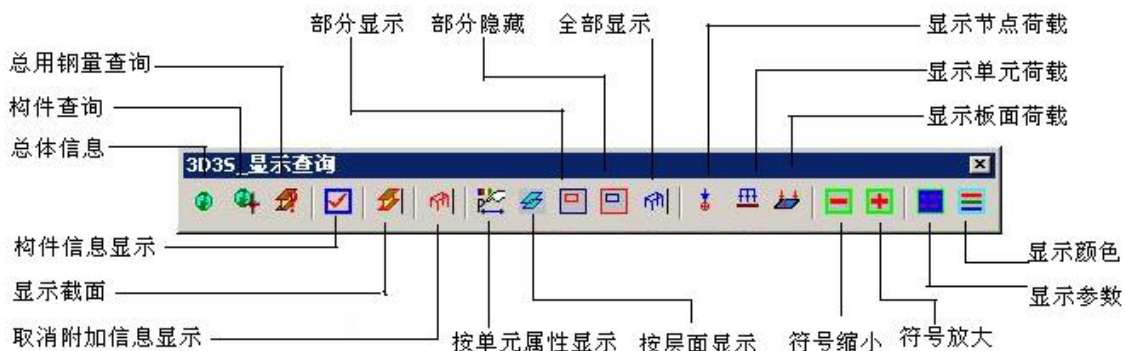
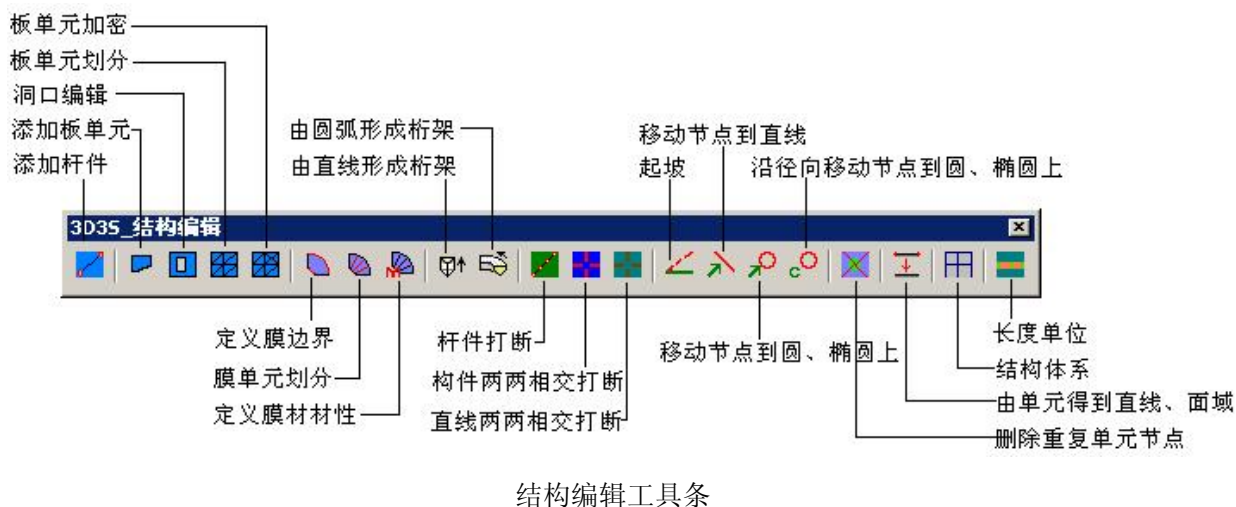
所有菜单的文件可以参看有关菜单命令的安装，每个菜单条是对应与不同的 MNU 文件的，MNU

文件的相关知识可以参看 ACAD 的有关使用手册。

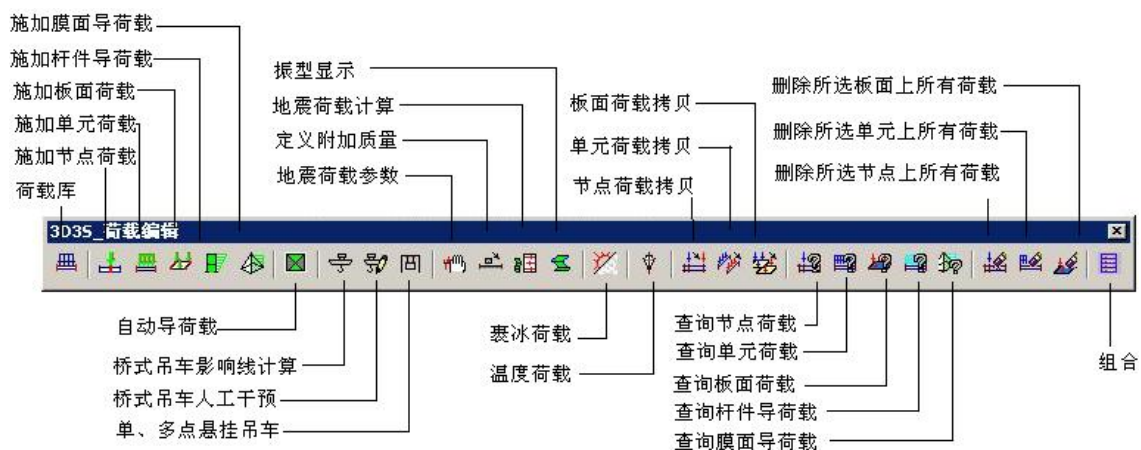
软件的每个菜单命令基本上是对应一个工具条中的小图标；把鼠标停留在主界面工具栏上单击鼠标右键可以看到 3D3S 和 ACAD 的所有工具条内容，可以根据情况选择显示不同的内容。

3.9 工具栏图标说明

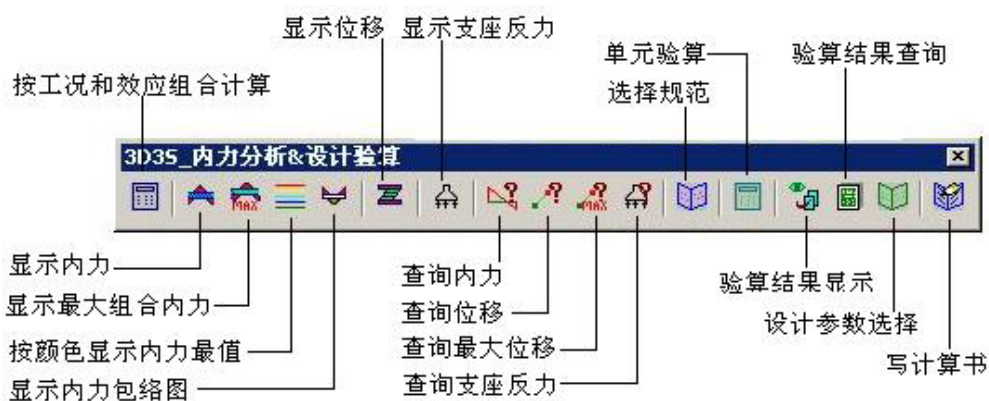
把鼠标移动到 ACAD 工具栏附近，点击鼠标右键，出现工具栏选项；点击需要的 3D3S 工具栏选项，可以在 ACAD 工具栏中出现 3D3S 工具栏；3D3S 工具栏中的每个选项对应 3D3S 的菜单命令，可以用来比较方便的调用菜单命令。



构件属性工具条



荷载编辑工具条



内力分析&设计验算工具条

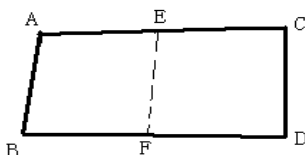
第四章 基本模块的功能原理说明

4.1 施加荷载原理

4.1.1 杆件导荷载原理

1. 导荷载是针对封闭区域的，封闭区域的含义如下：

软件认为一个区域的组成单元总数(区别于多边形的边数,下图中边数为4,而组成单元数为6)小于等于某个特定值时,该区域是封闭的,即面荷载能够被分配到围成区域的单元或节点上;若组成单元数多于该特定值,区域则被认为是孔洞,组成单元或节点不承受荷载。



特定值是指在添加导荷载对话框中的多边形最大边数。

2. 恒载面荷载以整个封闭面作为受荷面积,方向为Z的负方向;

活载面荷载以封闭面积在X-Y面上的投影面作为受荷面积,方向为Z的负方向;

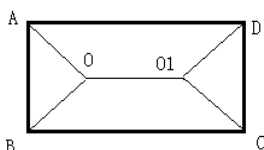
风荷载面荷载以整个封闭面作为受荷面积,方向垂直于受荷面;

4.1.1.1 双向导到杆件

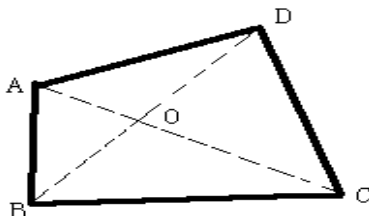
双向受力是指由所选的若干线段组成了封闭的三角形或多边形,所包围的封闭范围内的面积力将由组成了封闭图形的所有线段分担。

1. 矩形和四边形

在矩形ABCD范围内的均布荷载,按弹性板原则分布。即 $\triangle OAB$ 、 $\triangle O_1CD$ 范围内的荷载由AB、CD杆分别承担,且呈三角形线荷载分布;梯形 OO_1AD 和梯形 OO_1BC 范围内的荷载由AD、BC杆分别承担,并呈梯形分布。 如图所示。

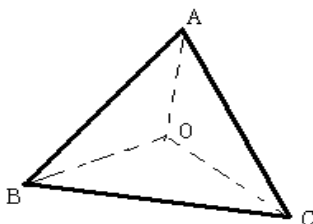


在不规则四边形 ABCD 范围内的均布荷载, 取其对角线交点 O, $\triangle AOB$ 面积上的荷载由 AB 杆承担, $\triangle AOD$ 面积上的荷载由 AD 杆承担, $\triangle COD$ 面积上的荷载由 CD 杆承担, $\triangle BOC$ 面积上的荷载由 BC 杆承担。见下图。



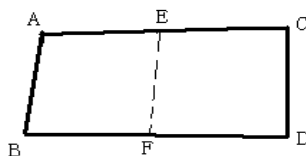
2. 三角形

对三角形 ABC 范围内的均布荷载, 取其重心 O, 则 $\triangle AOB$ 面积上的荷载由 AB 杆承担, $\triangle AOC$ 面积上的荷载由 AC 杆承担, $\triangle COB$ 面积上的荷载由 CB 杆承担。见下图。



3. 多边形

如用户在选取受力单元组时进行了抽柱考虑, 或其他原因产生的封闭多边形的组成单元数多于 4, 见下图 (由六边形围成的封闭区域)。

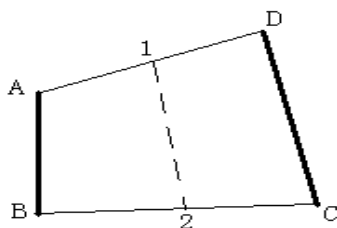


每个单元分配到的均布单元荷载按单元长度占总周长的比例确定。

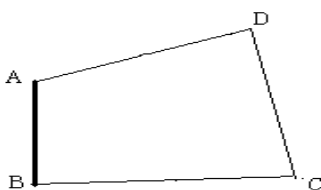
4.1.1.2 单向导到杆件

单向受力是指第一次所选的若干线段组成了封闭的三角形或多边形, 所包围的封闭范围内的面积力由第二次所选的部分线段承担, 第二次所选线段是在第一次所选线段的基础上再选一部分。

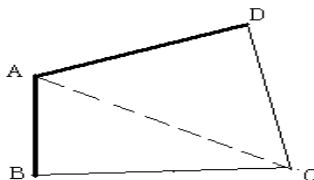
1. 在四边形 ABCD 范围内的均布荷载, AB 和 CD 为单向受力杆。取 AD 和 BC 两边的中点 1, 2, 四边形 AB21 面积上的荷载由 AB 杆承担, 四边形 12CD 面积上的荷载由 CD 杆承担。见下图。



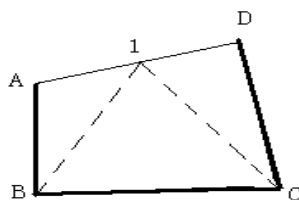
2. 在四边形 ABCD 范围内的均布荷载中, 如果只有 AB 杆为受力单元, 整个四边形 ABCD 上的荷载全由 AB 杆承受。见下图。



3. 在四边形 ABCD 范围内的均布荷载中, 如果是两对边 AB 和 AD 是受力杆, 则取 $\triangle ABC$ 和 $\triangle ADC$ 面积上的荷载分别由 AB 和 AD 杆承受。见下图。

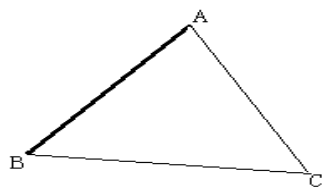


4. 在四边形 ABCD 范围内的均布荷载中, 如果是三边 AB, BC 和 CD 是受力杆, 则取边 AD 的中点 1。 $\triangle AB1$ 面积上的荷载由 AB 杆承担, $\triangle C1D$ 面积上的荷载由 CD 杆承担, $\triangle B1C$ 面积上的荷载由 BC 杆承担。见下图。

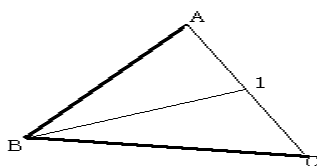


5. 对三角形 ABC 范围内的均布荷载, 如只有一边 AB 为是受力杆, 则 $\triangle AOB$ 面积上的荷载全

由 AB 杆承担。见下图。



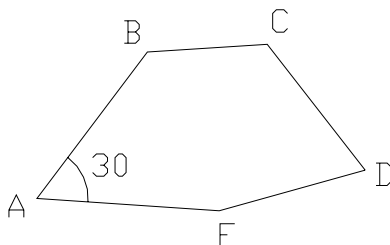
6. 对三角形 ABC 范围内的均布荷载, 如有二边 AB, BC 为受力杆, 则取边 AC 的中点 1, $\triangle AB1$ 面积上的荷载由 AB 杆承担, $\triangle BC1$ 面积上的荷载由 BC 杆承担。见下图。



7. 对多边形来说, 仍旧根据边长占总周长的比例来分配荷载。

4.1.1.3 双向导到节点

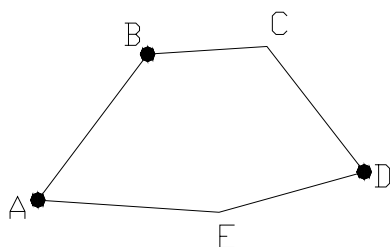
每个节点根据各自的角度占整个多边形角度总和 (360 度) 的比例来分配节点力。如下图:



多边形 A-B-C-D-E 的受荷面积是 15 平方米, 输入的面荷载值为 0.5 千牛/平方米, 那么总的集中荷载值为 0.5×15 即 7.5 千牛; 对于 A 点, 它所分配到的节点力大小为 $7.5 \times 30 / 180$ 即 1.25 千牛。

4.1.1.4 单向导到节点

软件把封闭区域的总面积乘以面荷载值后按所选择的节点数平均分配节点力, 如下图:



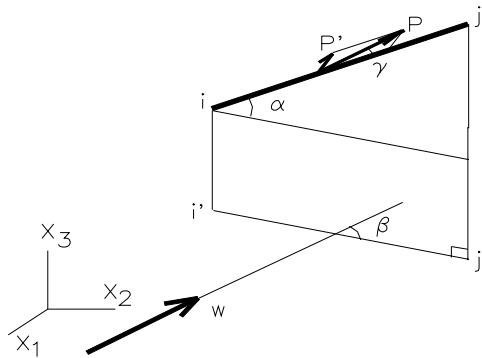
如果选中 A ,B ,D 三点作为单向导荷载的分布点 ,那么软件把总的荷载 7.5kN 除以 3 得到 2.5kN 分配到这三个节点上去 ,其余点的节点荷载为 0。

4.1.1.5 直接作用于杆件

只有风荷载才考虑直接作用于杆件这种情况 ;一般指构件和构件之间没有板相联同时构件直接暴露于风荷载下的情况 ,比如输电塔架 ,通信塔架、户外钢结构支架等。

作用于杆件上的风载为风载均布值乘以杆件轮廓在其所在结构立面上的投影面积值。

设杆件 $i-j$ 直接承受风载 w , w 作用在水平方向 ,其作用线与杆件在水平面内的投影线 $i'-j'$ 间的夹角为 β ,杆件轴线与其在水平面内的投影线间的夹角为 α 。如下图所示 :



设杆件 $i-j$ 在以矢量 w 为法线的竖直面上的截面投影宽为 D ,则可求得作用于 $i-j$ 上的总风荷载为 :

$$P = w \times D \times L \times \sqrt{(1 - \cos^2 \alpha \times \cos^2 \beta)}$$

上式中 , α 和 β 很容易求得。设 γ 为风向与杆件 $i-j$ 轴线间的夹角 , 令矢量 k 为 :

$$\vec{k} = \vec{ij} \times \vec{P}$$

显然 , 风力 P 在垂直于 $i-j$ 杆轴的分力 P' 的单位矢量 \vec{I} 为 :

$$\vec{I}' = \frac{\vec{k} \times \vec{ij}}{|\vec{k} \times \vec{ij}|}$$

于是 , 垂直于杆轴的风力矢量 \vec{P}' 为 :

$$\vec{P}' = |\sin \gamma \times P| \vec{I}$$

4.1.2 板面导荷载原理

板面单元都是三角形 , 板面荷载是把面荷载导到三角形的节点上 , 所以板面导荷载的原理和三

角形双向导到节点的原理相同，即根据每个节点的角度占角度总值（360 度）的比例把荷载面的荷载分配到节点上去。板面荷载其实是板面中小三角形的节点荷载（通过显示三角网格可以观察到三角形，但不能显示三角形的节点荷载，只能直接显示整块板的板面荷载）。

4.1.3 膜面导荷载原理

膜面单元都是三角形，膜面导荷载是把面荷载导到节点荷载，所以膜面导荷载的原理和三角形双向导到节点的原理相同，即根据每个节点的角度占角度总值（360 度）的比例把荷载面的荷载分配到节点上去。

4.1.4 吊车荷载拆分原理

按以下原则处理吊车荷载

1．本软件可以计算任意多层多跨吊车及悬挂吊车；

2．单跨吊车荷载可分解为四种工况，即 P_{max} 、 P_{min} 分别作用于左右柱时对应于左向和右向作用的水平力（两柱各有一半的水平力）。同时参与组合的最多吊车台数由用户确定。吊车水平荷载最多考虑两台同时作用；

3．吊车组合采用穷举法：

对下图的情况，吊车组合最多考虑四台吊车参加，A、B 跨考虑一台大吨位吊车情况 A1/B1 和两台吊车共同作用情况 A2/B2，拆分工况为：

一种情况的基本组合为：最大轮压在左在右 2 种 \times 横向刹车力向左向右 2 种=4 种

考虑一台吊车，A1 4 种，B1 4 种；

考虑两台吊车，A2 4 种，B2 4 种，A1+B1 16 种；

考虑三台吊车，A1+B2 16 种，A2+B1 16 种；

考虑四台吊车，A2+B2 16 种；

合计 80 种。

为了避免在多台多跨情况下出现过多的非控制工况内力，软件提供多台多跨吊车计算的工况简化方法，同时挑出了最危险的若干工况，而没有将所有工况都参与组合。具体见第三章吊车荷载部分。

4．一台横向悬挂吊车（主框架平面内运行）考虑 $2s-1$ 种工况（ s 为吊点数），即集中力 P 作用于不同吊点处和各吊点的跨中；

5．一台电动葫芦吊（即纵向悬挂吊，在厂房纵向运行）只要考虑一个框架梁吊点处的集中力作

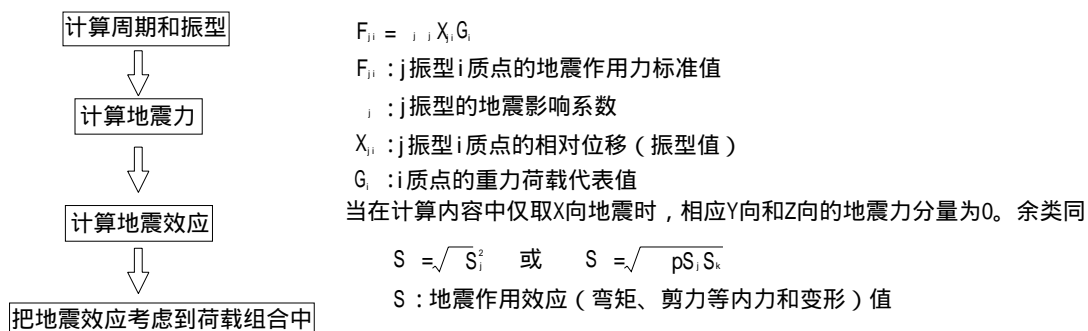
用，工况数为 1，相当于吊点数为 1 的横向悬挂吊车情况。

4.1.5 地震荷载

1、水平地震效应计算：

软件计算结构的周期和振型，然后按规范计算 X、Y 方向的地震力，并作为节点荷载直接作用到节点上后分别计算地震效应。

软件根据荷载规范考虑地震作用，具体步骤为：



在计算水平地震效应时，当不考虑耦联，直接采用抗震规范 5.2.2-3 式计算效应；当考虑耦联，采用 5.2.3-5 计算效应；当双向地震作用被选中，则先采用 5.2.2-3 计算单向效应后采用 5.2.3-7 或 5.2.3-8 计算双向地震效应。

在把考虑地震效应考虑到组合中的过程中，软件自动考虑地震效应的正负号的问题：

单个地震工况下软件会出现四个内力情况，分别为正 X、负 X、正 Y、负 Y 地震力产生的效应；同样有地震工况参与的组合中，也会起码出现四种情况。

2、竖向地震作用

竖向地震力为竖向地震作用系数和地震荷载代表值的乘积；软件分别提供了两种作用系数的输入方法：即抗震规范 5.3.1 按照竖向地震影响系数最大值和直接输入作用系数。

4.2 构件设计验算

4.2.1 规范选择说明

3D3S 软件内置与钢结构相关的几个规程规范：

1. 两个轻钢规程 (CECS 和上海的地方规程)：仅针对指门式刚架，严格上讲仅针对单层门架的梁和柱；截面表中的工字型楔形截面无论被选择哪个规范，软件总自动套用轻钢规程；3D3S 软件中人为的规定只有宽翼缘工字钢和工字型楔形单元可以套用轻钢规程。

2. 网架规范：针对网架杆件；

3. 钢结构厂房格构阶型柱：针对格构阶型柱，其中下柱必须是截面库中的两种格构截面之一，上柱必须是工字型截面；

4. 除了上述特定规定外的其它构件一律套用第一个选项：

截面表中 Z 和 C 型的卷边及不卷边型钢、方型和矩形空心型钢这五种截面称为冷弯截面类型，选择第一个选项后软件自动套用《冷弯薄壁型钢结构技术规程》；

截面表中钢管混凝土截面，在选择第一个选项后软件自动套用《钢管混凝土结构设计规程》；

截面表中方钢管混凝土截面，在选择第一个选项后软件自动套用《方钢管混凝土结构设计规程》；

截面表中工字型钢和十字型钢混凝土截面，在选择第一个选项后软件自动套用《型钢混凝土结构设计规程》；

其他构件在选择第一个选项后软件一律套用《钢结构规范规范》。

4.2.2 每个规范的设计内容说明

《钢结构设计规范》：

1. 强度设计：

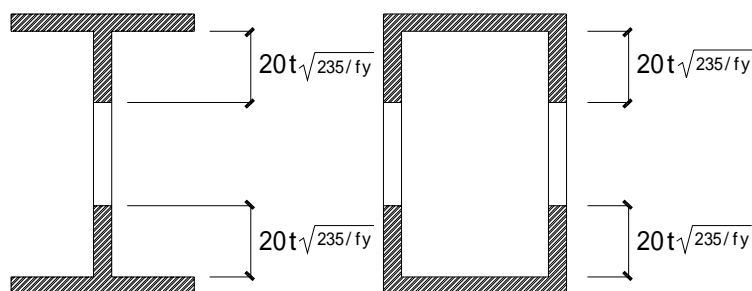
软件对于截面的强度验算是根据空间双向压弯或拉弯构件公式进行的。如果构件没有轴力，那么该公式则转变为受弯验算：

$$ratio = (N/A_N \pm M_x / \gamma_x W_{Nx} \pm M_y / \gamma_y W_{Ny}) / f$$

在进行强度验算时，当工字型截面翼缘外伸长度大于 $13\sqrt{\frac{235}{f_y}}$ 并且小于 $15\sqrt{\frac{235}{f_y}}$ 时， γ_x 由原先

(GBJ17-88) 的 1.05 改为 (GB50017) 1.0；

对于宽翼缘工字钢、焊接工字钢、焊接矩形截面，如果选用普通钢结构规范，这三种截面的轴心受压和压弯构件腹板当宽厚比超过限值时，软件采用有效面积进行强度复核，有效截面的取法如下（在计算截面强度时使用有效截面，在进行稳定计算时仍使用毛截面。）：

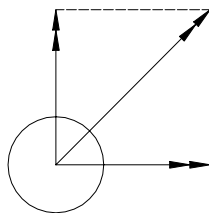


t为腹板厚度，阴影部分表示有效截面

针对承受静载组合梁构件,软件允许使用腹板屈曲后的强度验算(这样可以不设置纵向加劲肋), 该情况下要求输入横向加劲肋间距 a 和受压翼缘可否扭转两个参数; 屈曲后强度设计公式如下:

$$rato = (V / 0.5V_u - 1)^2 + (M - M_f) / (M_{eu} - M_f) \leq 1$$

圆管截面的内力为两个主轴方向弯矩或剪力的合成值, 按单向受力构件设计, 如下图, 其它结构都按照两个主轴方向的双向内力进行设计:



2. 稳定设计:

软件在进行稳定验算时同样按照空间双向压弯或拉弯构件进行, 当没有轴力存在时变为受弯构件的稳定验算。对于平面结构来讲, 一个方向的内力不存在导致公式退化为平面验算公式。

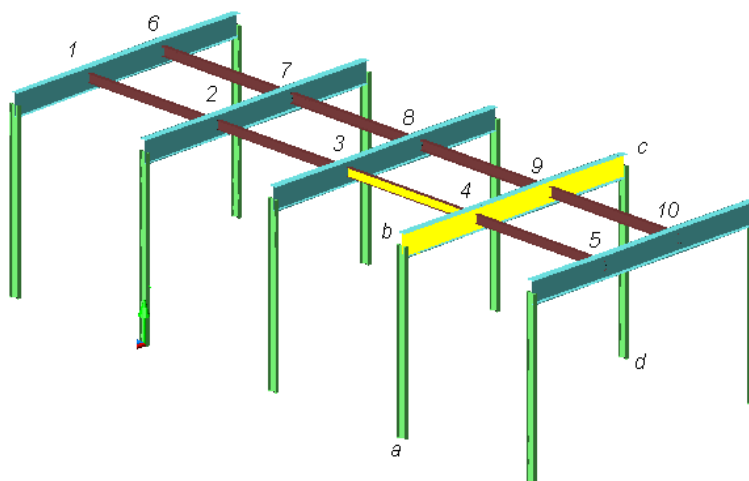
$$rato2 = (N / \phi_x A \pm \beta_{mx} M_x / \gamma_x W_{1x} (1 - 0.8N / N_{EX}) \pm \beta_{my} M_y / \phi_{by} W_{1y}) / f$$

$$rato3 = (N / \phi_y A \pm \beta_{my} M_y / \gamma_y W_{1y} (1 - 0.8N / N_{Ey}) \pm \beta_{tx} M_x / \phi_x W_{1x}) / f$$

稳定设计的关键是构件长细比的确定和整体稳定系数 的取值。

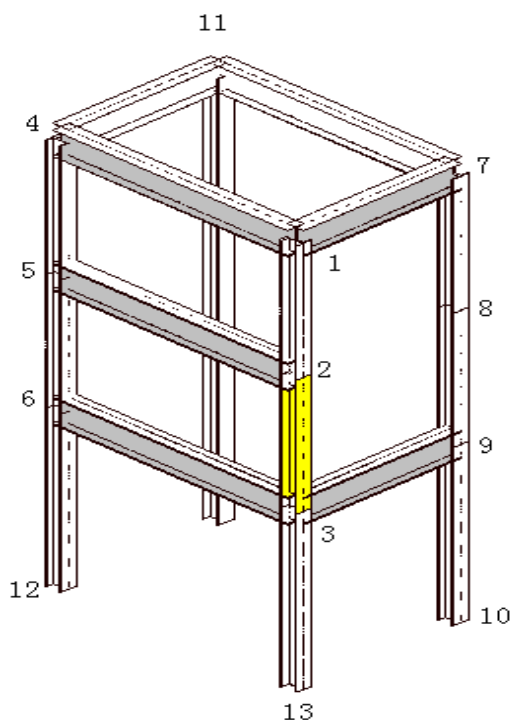
1) 构件计算长度的选取:

桁架结构的构件计算长度一般需要用户定义系数为 1;



框架结构中，梁构件计算长度取支承点的间距；柱构件由软件根据梁柱线刚度比换算得到：

上图中主梁 b-c 中每根构件 b-4,4-9,9-c 绕强轴的支承长度软件都能自动找到 b-c 的长度；绕弱轴的支承长度为次梁间距。上图中次梁 3-4 绕强轴的支承长度软件会自动会找到 1-5 的长度（若次梁 3-4 两端绕 3 轴释放，软件则自动认为次梁 3-4 绕强轴的支承长度为 3-4 本身的长度）；绕弱轴的支承长度为 3-4 本身长度。



上图中梁柱均为刚接，柱 2-3 绕强轴的支承长度软件自动找到为 2-3，绕弱轴支承长度软件自动找到 1-3；柱 8-9 绕强轴的支承长度软件自动找到为 7-10，绕弱轴支承长度软件自动找到 7-9；柱 8-7 和柱 8-9 情况相同。上图中对于柱 2-3 软件在寻找绕强轴的计算长度系数时， K_1 取梁 2-5 和柱 2-3 的线刚度比， K_2 取梁 3-6 和柱 2-3 的线刚度比；对于柱 2-3 软件在寻找绕弱轴的计算长度系数时，

K1 取梁 1-7 和柱 1-3 的线刚度比，K2 取梁 3-9 和柱 1-3 的线刚度比。

如果上图中梁柱为铰接，那么支承长度的取法相同，但在计算 K1，K2 时，梁的线刚度为 0。

如果上图中梁的近端刚接，远端铰接，则横梁线刚度自动被乘以 1.5。

柱脚铰接时，软件取下柱的 K2 为 0，柱脚刚接时，K2 为 10。

2) 整体稳定系数 的取值：

针对非框架结构， 的取值就根据计算长度得到的长细比和截面本身的分类 (a,b,c,d 四类)，由相应的表格换算得到；

针对框架结构，由于规范引进了强支撑、弱支撑和无支撑结构的概念，软件提供了确定结构两个方向的侧移刚度 S_b 和 $3(1.2\sum N_{bi} - N_{oi})$ 的命令 (在单元验算对话框中)，由该命令来确定框架的类型，然后根据框架的类型 (强支撑、弱支撑、和无支撑结构) 和计算得到的两个方向的 S_b 和 $3(1.2\sum N_{bi} - N_{oi})$ 值来计算框架柱的 ϕ ：

强支撑框架结构：按照无侧移结构的长细比得到 ϕ_1 ；

无支撑框架结构：按照有侧移结构的长细比得到 ϕ_0 ；

弱支撑框架结构：
$$\phi = \phi_0 + (\phi_1 - \phi_0) \frac{S_b}{3(1.2\sum N_{bi} - N_{oi})} ;$$

3. 局部稳定设计：

1) 腹板宽厚比限值：

工字型截面的腹板计算高度 h_0 和厚度 t_w 之比应该符合：

轴心受压：

$$\frac{h_0}{t_w} \leq (25 + 0.5\lambda) \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

压弯构件：

$$0 \leq a_0 \leq 1.6$$

$$\frac{h_0}{t_w} \leq (16a_0 + 0.5\lambda + 25) \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

$$1.6 < a_0 \leq 2.0$$

$$\frac{h_0}{t_w} \leq (48a_0 + 0.5\lambda - 26.2) \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

$$a_0 = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}$$

注意：

受压构件在不符合腹板宽厚比要求的情况下，软件自动取有效截面进行强度验算；

工字型梁如果选用了有效截面设计方法，腹板就不需要配置纵向加劲肋。

箱形截面的腹板计算高度 h_0 和厚度 t_w 之比应该符合：

轴心受压：

$$\frac{h_0}{t_w} \leq 40 \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

压弯构件：

$$0 \leq a_0 \leq 1.6$$

$$\frac{h_0}{t_w} \leq 0.8 \times (16a_0 + 0.5\lambda + 25) \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

$$1.6 < a_0 \leq 2.0$$

$$\frac{h_0}{t_w} \leq 0.8 \times (48a_0 + 0.5\lambda - 26.2) \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

当上面两式右端项值小于 $40 \sqrt{\frac{235}{f_y}}$ 时取 $40 \sqrt{\frac{235}{f_y}}$ ；

注意：在不符合腹板宽厚比要求的情况下，软件自动取有效截面进行强度验算；

T 形截面的腹板计算高度和厚度之比应该符合：

轴心受压和弯矩使自由边受拉的压弯构件：

$$(10 + 0.1\lambda) \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

弯矩使自由边受压：

$$a_0 \leq 1.0$$

$$15 \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

$$a_0 > 1.0$$

$$18 \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

2) 翼缘宽厚比限值：

轴心受压构件：

$$\frac{b}{t} \leq (10 + 0.1\lambda) \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

压弯构件和受弯构件：

$$\frac{b}{t} \leq 13 \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

箱型截面受压翼缘：

$$\frac{b}{t} \leq 40 \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

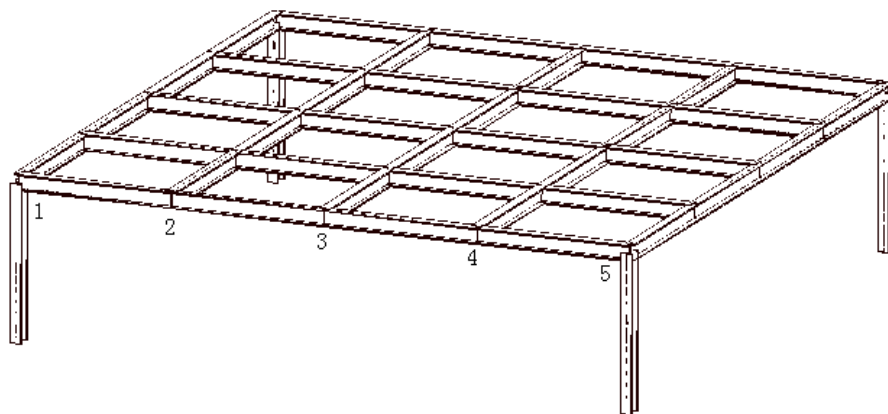
软件对外伸翼缘宽厚比的限制仍然定为 15，但在强度设计中的 λ 值由 1.05 减小为 1。

4. 长细比

长细比的取法和计算长度的取法相关，详见稳定设计中计算长度的取值方法。

5. 构件挠度 (W/L)

构件挠度的含义是构件本身的位移值 W 除以构件的支承长度；W 的取法详见第三章的验算结构查询一节；L 的取法参见本章稳定设计中构件支承长度软件自动识别的内容；由于软件在计算 W/L 时利用的不仅是构件本身的信息，还牵涉到了和该构件相连杆件的关系，所以如下图，一根梁被分成若干段的情况，针对四段 1-2，2-3，3-4，4-5，每段得到的 W/L 是各段的最大挠度除以整根梁长（1-5 的长度），所以大梁 1-5 的挠度实际就是 2-3 或 3-4 的 W/L 值（用户可以查询节点 3 的位移后除以大梁 1-5 的长度，得到的值与单元 2-3 或 3-4 的 W/L 应该是一样的）。



注意:W 是内力分析得到的杆件位移值，当构件截面发生变化后，需要重新进行内力分析以刷新该值。

《薄壁型钢技术规程》

1. 强度设计

拉弯构件的强度按下式计算：

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \pm \frac{M_x}{W_{nx}} \pm \frac{M_y}{W_{ny}} \leq f$$

式中 W_{nx}, W_{ny} —— 对截面主轴 x, y 轴的净截面模量

压弯构件的强度按下式计算：

$$\sigma = \frac{N}{A_{en}} \pm \frac{M_x}{W_{enx}} \pm \frac{M_y}{W_{eny}} \leq f$$

式中 W_{enx}, W_{eny} —— 对截面主轴 x, y 轴的有效净截面模量

2. 稳定设计

稳定验算按照空间双向压弯构件按下式进行计算：

$$\sigma_2 = \frac{N}{\phi_x A_e} \pm \frac{\beta_{mx} M_x}{\left(1 - \frac{N}{N'_E}\right) \phi_x W_{ex}} \pm \frac{\eta M_y}{\phi_{by} W_{ey}} \leq f$$

$$\sigma_3 = \frac{N}{\phi_y A_e} \pm \frac{\eta M_x}{\phi_{bx} W_{ex}} \pm \frac{\beta_{my} M_y}{\left(1 - \frac{N}{N'_E}\right) \phi_y W_{ey}} \leq f$$

式中 W_{ex}, W_{ey} —— 对截面主轴 x, y 轴的有效截面模量

$$N'_E \text{ —— 系数, } N'_E = \frac{\pi^2 EA}{1.165 \lambda^2}$$

当构件只在一个平面内受力时，上列两个验算公式便退化为规范中的平面验算公式。

3. 局部稳定设计

1) 构件中受压板件的最大宽厚比限值如下表所示：

钢材牌号 板件类别	Q235 钢	Q345 钢
非加劲板件	45	35
部分加劲板件	60	50
加劲板件	250	200

2) 圆管截面构件的外径与壁厚之比，对于 Q235 钢，不宜大于 100；对于 Q345 钢，不宜大于

68。

4. 有效截面的确定

1) 有效宽厚比的确定

新的冷弯薄壁型钢规范 (GB50018-2002) 对三种不同的受压板件的有效宽厚比计算修改成以板组为计算单元, 考虑相邻板件的约束影响, 采用了如下统一的计算公式:

当 $\frac{b}{t} \leq 18\alpha\rho$ 时:

$$\frac{b_e}{t} = \frac{b_c}{t}$$

当 $18\alpha\rho \leq \frac{b}{t} \leq 38\alpha\rho$ 时:

$$\frac{b_e}{t} = \left(\sqrt{\frac{21.8\alpha\rho}{b/t}} - 0.1 \right) \frac{b_c}{t}$$

当 $\frac{b}{t} \geq 38\alpha\rho$ 时:

$$\frac{b_e}{t} = \frac{25\alpha\rho}{b/t} \cdot \frac{b_c}{t}$$

式中 b —— 板件宽度

t —— 板件厚度

b_e —— 板件有效宽度

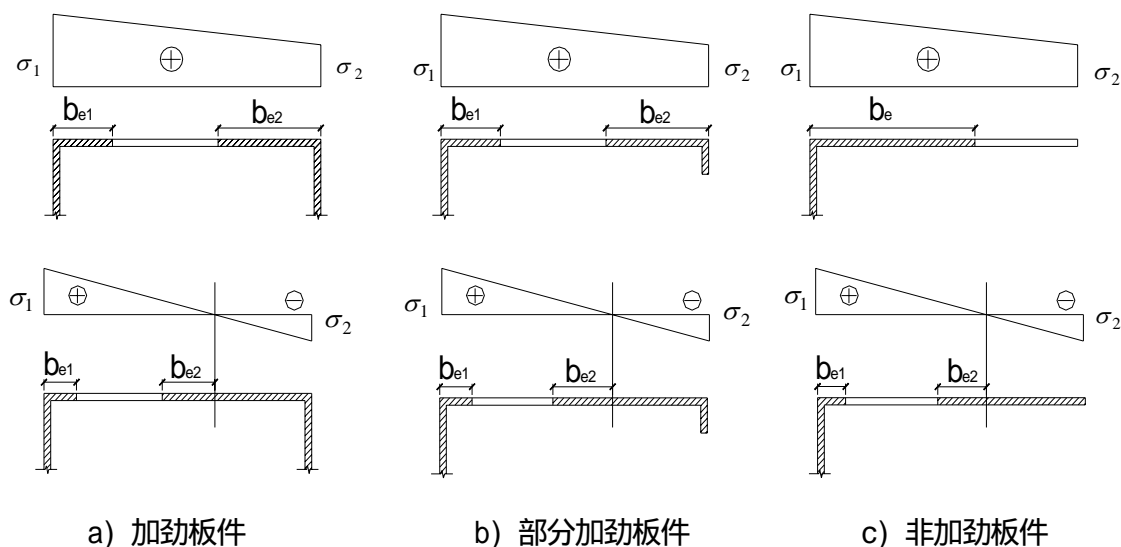
α —— 计算系数, 考虑压应力分布不均匀的影响

b_c —— 板件受压区宽度

ρ —— 计算系数, 其中板组的约束作用便是通过这个系数表现出来。

2) 有效截面分布的确定

受压板件的有效截面的分布按下图所示阴影部分的位置来确定, 截面的受拉部分全部有效:



受压板件有效截面分布图

图中的 b_{e1}, b_{e2} 按下列规定计算：

对于加劲板件：

当 $\varphi \geq 0$ 时：

$$b_{e1} = \frac{2b_e}{5-\varphi} \quad b_{e2} = b_e - b_{e1}$$

当 $\varphi < 0$ 时：

$$b_{e1} = 0.4b_e \quad b_{e2} = 0.6b_e$$

对于部分加劲板件及非加劲板件：

$$b_{e1} = 0.4b_e \quad b_{e2} = 0.6b_e$$

5. 长细比的计算

即考虑了弯扭屈曲的换算长细比 λ_ω 。

《门式刚架设计技术规程》

1. 截面强度

软件把构件平均分为 11 个截面，加上构件两端的两个截面，一共 13 个截面，对每个截面进行强度验算。

工字型截面压弯构件在剪力 V 、弯矩 M 和轴力 N 共同作用下，应符合下列条件：

$$V \leq 0.5V_d \text{ 时}$$

$$M \leq M^N_e = M_e - NW_e / A_e$$

$$0.5V_d < V \leq V_d \text{ 时}$$

$$M \leq M_f^n + (M_e^n - M_f^n) [1 - (\frac{V}{0.5V_d} - 1)^2]$$

注意：在计算抗剪承载力设计值时，软件不考虑加劲肋的存在，即软件没有为提高抗剪承载力而配置加劲肋的要求。

2. 稳定设计

$$rato = (\frac{N_0}{\phi_x A_{e0}} + \frac{\beta_{mx} M_1}{(1 - (N_0 / N_{EX0}) \phi_x) W_{e1}}) / f$$

CECS 中小头轴力和大头弯矩与上海规程中大头轴力及小头弯矩的规定在该公式中分别体现出来；具体请查看 CECS102 和上海轻钢规程。

CECS 中列出了三种方法：查表、一阶分析、二阶分析；其中查表法中仅列出了铰接柱脚柱的计算长度系数的取法。软件采用了前两种方法，其中使用方法二是为弥补方法一中没有刚接柱脚柱计算长度取法这一缺失。

上海地方轻钢规程中的查表法列出了柱脚刚接和铰接两种情况的计算长度系数的取值方法，软件直接使用方法。

3. 长细比

对平面内的长细比：梁是软件按照跨度自动取值的，柱是软件按照其计算长度值换算得到；对于平面外的长细比：软件是根据用户输入的面外计算长度换算得到。软件对主刚架构件长细比的控制一律为 180。

4. 位移控制

对轻钢结构的位移控制有两方面：构件本身的 W/L；结构最大竖向位移和水平位移控制；

对于 W/L 的取法，和套用普通钢结构规范时的取法相同；

对于结构最大竖向位移：软件是自动查找每跨的最大竖向位移值和跨度的比值，然后找到一个最大的值作为结构的最大竖向位移值；规范控制值为 1/180；

对于结构最大水平位移：软件是寻找所有柱的柱顶位移和柱高的比值，然后找到一个最大值作为结构最大水平位移值；规范控制值为 1/60 (1/75)、1/180、1/400；

注意：位移值都是由内力分析得到的，所以位移控制的项目，比如挠度、水平位移和竖向位移值都是以内力分析为前提，改变了截面后必须重新内力分析才能更新新截面下的位移值。

《网架规范》

在设计参数中列出了三种球节点形式：螺栓球、焊接球、板节点；这三类节点形式分别取用杆件的计算长度系数为：弦杆 1，腹杆 1；弦杆 0.9，腹杆 0.8；弦杆 1，腹杆 0.8；

软件对长细比限制为压杆 180，拉杆 250。

《型钢混凝土技术规程》

软件根据规程 JGJ138-2001，对型钢混凝土柱两个方向进行校核；

截面强度： $N \leq f_c b x + f_y' A_s' + f_a' A_{af}' - \sigma_a A_s - \sigma_a A_{af} + N_{aw}$

$$Ne \leq f_c b x (h_0 - x/2) + f_y' A_s' (h_0 - a_s') + f_a' A_{af}' (h_0 - a_a') + M_{aw} ;$$

抗剪强度： $V_c \leq \frac{0.20}{\lambda + 1.5} f_c b h_0 + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 + \frac{0.58}{\lambda} f_a t_w h_w + 0.07 N ;$

如果在截面表中没有输入 As2、As3，那么软件可以根据正截面抗弯配置两个方向的纵向钢筋；

柱的构造验算内容：

钢骨腹板宽厚比，钢骨翼缘宽厚比，钢骨保护层厚度，钢骨含钢量，钢筋含钢量，纵筋平均净间距，纵筋和钢骨的间距。

《方钢管混凝土规程》

方钢管混凝土柱强度：

$$\frac{N}{N_{pn}} + (1 - \alpha_c) \frac{M_x}{M_{pnx}} + (1 - \alpha_c) \frac{M_y}{M_{pny}} \leq \frac{1}{\gamma}$$

$$\text{同时满足：} \frac{M_x}{M_{pnx}} + \frac{M_y}{M_{pny}} \leq \frac{1}{\gamma}$$

整体稳定：

$$\frac{N}{\varphi_x N_p} + (1 - \alpha_c) \frac{\beta_x M_x}{(1 - 0.8 \frac{N}{N_{ex}}) M_{px}} + \beta_y \frac{M_y}{1.4 M_{py}} \leq \frac{1}{\gamma}$$

$$\text{同时满足：} \frac{\beta_x M_x}{(1 - 0.8 \frac{N}{N_{ex}}) M_{px}} + \frac{\beta_y M_y}{1.4 M_{py}} \leq \frac{1}{\gamma}$$

$$\frac{N}{\varphi_y N_p} + (1 - \alpha_c) \frac{\beta_y M_y}{(1 - 0.8 \frac{N}{N_{ey}}) M_{py}} + \beta_x \frac{M_x}{1.4 M_{px}} \leq \frac{1}{\gamma}$$

$$\text{同时满足：} \frac{\beta_y M_y}{(1 - 0.8 \frac{N}{N_{ey}}) M_{py}} + \frac{\beta_x M_x}{1.4 M_{px}} \leq \frac{1}{\gamma}$$

长细比计算：

$$\gamma = \sqrt{\frac{I_s + I_c E_c / E_s}{A_s + A_c f_c / f}}$$

$$\lambda = l_0 / \gamma$$

方钢管混凝土柱的构造要求：

混凝土工作承担系数，方钢管高厚比，方钢管宽厚比。

4.2.3 截面优选原理

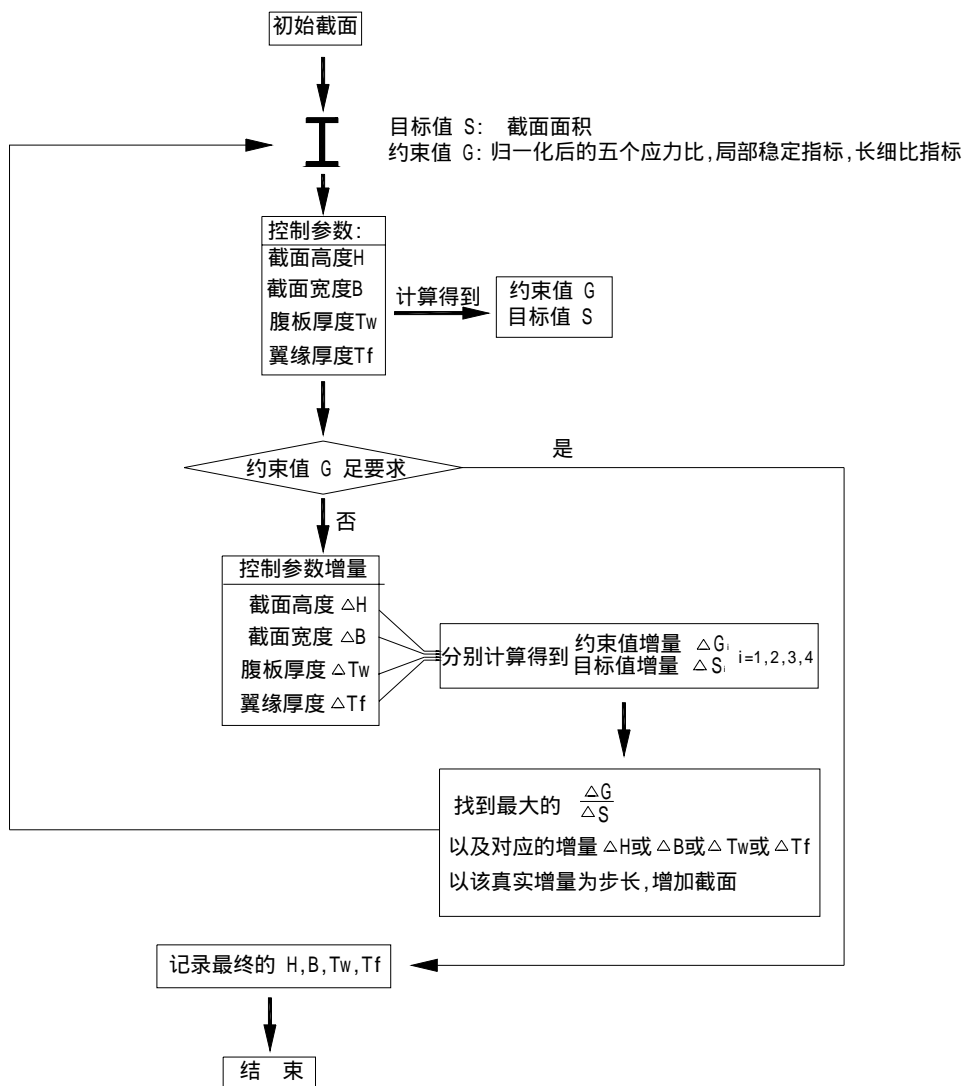
每根构件在设计验算后总会产生五个应力比和两个长细比：强度应力比、绕 2 轴应力比、绕 3 轴应力比、沿 2 轴抗剪应力比、沿 3 轴抗剪应力比、绕 2 轴长细比、绕 3 轴长细比；软件把这 5 个应力比和单元验算中的上限比较，同时把两个长细比和控制长细比比较，如果有 5 个应力比中有一项大于上限值或有一个长细比大于控制长细比，那么该构件在截面表中的位置就向下跳一格；如果 5 个应力比全部小于单元验算中的下限，那么该构件在截面表中的位置就向上跳一格。

所以截面优选是以验算结果中的 7 项结果作为指标，并且建立在截面表从小到大排列的前提假设下。

4.2.4 截面优化原理

截面优化脱离了对截面表的依赖，以截面尺寸为参数，在满足验算要求的情况下得到最小用钢量的截面尺寸。

下面列出了工字型截面的优化原理：



对于焊接矩形截面，控制参数同样为四个：截面的高、宽、腹板壁厚、翼缘壁厚。

楔形单元截面，控制参数为五个：大头截面的高、小头截面高、截面宽、腹板壁厚、翼缘壁厚。

T型单元截面，控制参数为四个：截面的高、翼缘宽、腹板壁厚、翼缘厚。

圆管截面，控制参数为两个：截面直径、壁厚。

原则上，最终的截面尺寸的校核结果很接近于上限，并且此时的截面面积最小，但由于组成截面板件宽厚比限制的存在，使得构件最终的校核结果适当偏离上限值，用户可以在设计参数选择中把板件宽厚比限制放宽，运算结果就很接近校核上限。

截面优化和截面优选一样，都是每根构件根据各自的内力独立进行，所以只要内力不一样，每根单元的优化后截面尺寸都是不一样的；和截面优选一样，软件同样可以根据定义截面的成组验算中的组号来把一批单元合并一个截面，比如选中同一楼层的所有柱，定义一个组号后优化，那么这一楼层的所有柱优化后截面相同。合并的原则是在一批相同组号的单元中以截面积最大的那个截面尺寸为准，这样会带来一个问题：

比如两根构件优化后的截面分别是 450x150x6x8 和 300x300x6x8，如果这两根单元是成同一组的，那么由于后一种截面的面积大，优化合并后这两根构件截面都是 300x300x6x8。由于 450X150 的截面的抗弯性能好过 300X300，合并后原先为 450 截面的单元截面面积虽然增加了，但有可能不满足要求了。

解决上述问题，必须在选择成组验算时把受力特性相同的单元归为一类，然后内力分析后多优化几次，或在优化得到截面的基础上人工修改截面使最终截面都满足要求。

软件内置了宽翼缘工字钢、焊接工字型截面、工字型楔形截面、焊接矩形截、焊接箱型、焊接矩形，圆钢管、T 型截面八类截面可以实施优化，如果用户同时选定了其它类型的截面实行优化，软件会自动把其它类型进行优选，同时提醒用户：一共 XX 个单元的截面类型不在可优化截面范围内，只能被优选。

4.2.5 钢结构新旧规范区别

以下列出了软件中涉及到的钢结构新规范 GB50017 与旧规范 GBJ17-88 区别：

- 1、在轴压构件中，增加了单轴对称截面绕对称轴失稳时用换算长细比 λ_{yz} 替代 λ_y ，其中双拼角钢、单角钢、T型、焊接工字钢采用换算长细比；
- 2、轧制工字钢板厚大于 80 的，归类为新增的 D 类截面；
- 3、矩形截面和箱型截面当比较大的一边 $b/t < 20$ 时，由原先的 B 类截面改为 C 类；
- 4、针对承受静载组合梁，宜选择屈曲后的强度验算（这样可以不设置纵向加劲肋），要求输入横向加劲肋间距 a 和受压翼缘可否扭转两个参数；
- 5、当 $b_0 > 0.6$ 时，采用简化公式替代原先的表格；
- 6、在进行强度验算时，当工字型截面翼缘外伸长度大于 $13\sqrt{\frac{235}{f_y}}$ 并且小于 $15\sqrt{\frac{235}{f_y}}$ 时， λ_x 由原先的 1.05 该为 1.0；
- 7、框架整体稳定系数的取法做了调整：由原先的有侧移和无侧移修改为强支撑体系、弱支撑体系和无支撑体系三类，新加了弱支撑体系判别方法和稳定系数 ϕ 的取法。

另外：

针对轴压构件和压弯构件的宽翼缘工字钢、焊接工字型截面、焊接矩形截面当截面宽厚比超过限制后，允许采用 $20t$ 的有效截面重新验算截面强度，但宽厚比不能大于 65（程序人为规定）；（此条目在 17-88 中就有介绍，6.0 前版本套用普通钢结构规范时只取全截面，而 7.0 后版本引进有效截面概念）。

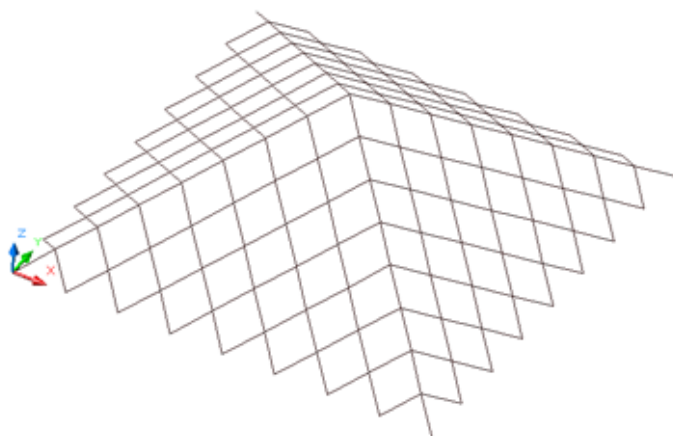
第五章 空间任意结构模型的建立方法

建立一个正确的结构模型是得到正确设计结果的基础。在特殊结构（如门架、塔架等）的建模过程中，软件提供了快捷工具，以结构的基本参数作为建模手段，使得建模工作相对直观和简便；对一个空间的任意结构形式，则需要了解模型的组成要素，完成了各个要素的赋值工作，即意味着建模工作的完成。

5.1 结构模型的组成要素

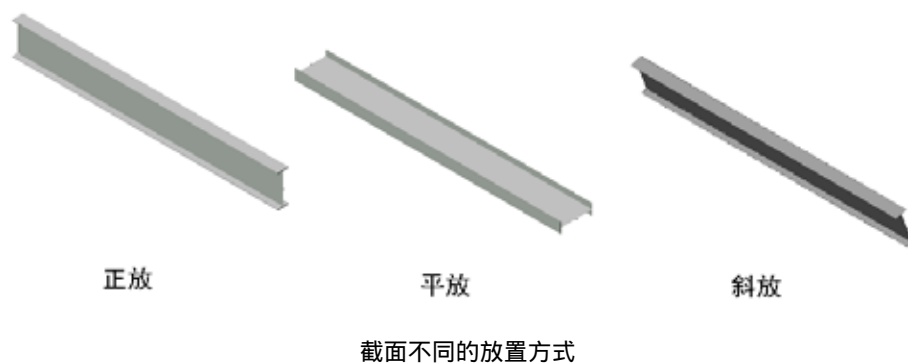
5.1.1 构件轴线

构件轴线即构件所在的空间位置；软件规定 ACAD 世界（world）坐标系下的 Z 方向为建筑物的高度方向，使用 ACAD 的 UCS 命令就可以把当前坐标系转换为世界坐标系；下图为一个四角锥屋盖钢结构的轴线，显示的坐标系为世界坐标系（Z 轴向上）。

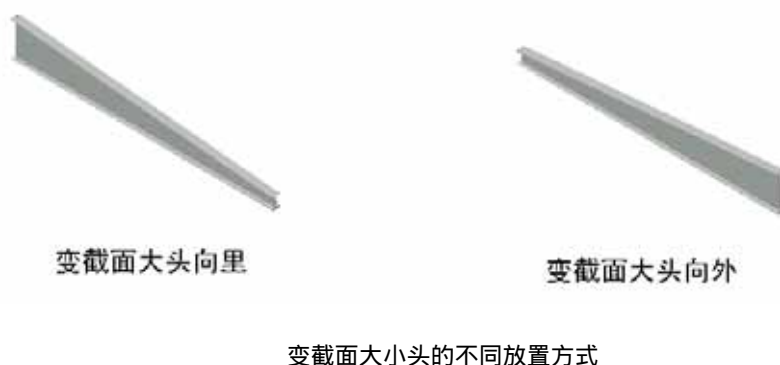


四角锥钢屋盖构件轴线

在建立构件轴线过程中，凡是存在实际连接的构件，比如梁柱间、主梁次梁间，构件轴线在连接点必须都被打断；不存在实际连接的构件，比如两根交叉支撑杆间，彼此就不需要打断。



另外对于变截面单元来说，大小头同样可以有不同的放置方式，如下图。



5.1.4 构件材性

软件内置了若干种的混凝土材料性质，只用于内力分析时使用，混凝土构件不能进行截面设计。

5.1.5 荷载

软件中把荷载分为基本荷载和特殊荷载两类。

基本荷载包括恒载、活载、风载三类；这种荷载具有工况号并存在荷载库中；恒载工况号为 0，活载、风载工况号为非 0 的正整数；活载、风载的工况号不能重叠，但可以跳号，比如活载工况号为 1、4，风载工况号为 2、6；同一性质的工况可以有不同工况号，这表示不同时作用的同一类荷载，比如 2 工况的风荷载表示左风，6 工况的风荷载表示右风。

基本荷载的添加方法有两种：

- 1、把荷载输入荷载库后添加到节点或单元上去；输入的荷载需为节点荷载或单元荷载两类。
- 2、针对部分封闭区域输入面荷载值，然后通过导荷载由软件自动分配到节点或单元上去；输入的荷载为面荷载；这类由软件自动生成的节点荷载或单元荷载称为杆件导荷载。

特殊荷载包括地震荷载、吊车荷载、温度荷载、支座位移四类；该类荷载没有工况号也不存在荷载库中；特殊荷载没有具体的荷载数值，而是通过荷载参数控制其大小，比如地震荷载参数为烈

度、阻尼比、场地类型等，吊车荷载参数为最大最小轮压等，温度荷载参数为温差。

5.1.6 约束

结构的约束条件包括支座边界（柱脚）构件间的连接形式两类。

支座边界即节点约束，可以分为刚接、铰接、弹性约束三类；

刚接是指把节点的三个平动（ X, Y, Z ）和三个转动（绕 X ，绕 Y ，绕 Z ）全部刚性约束掉；铰接的情况比较复杂了，通常的节点铰接是指支座绕杆件的强轴方向允许自由转动；另外，如果节点沿某个方向允许滑移或绕某根轴允许转动也叫铰接支座（铰接柱脚）。

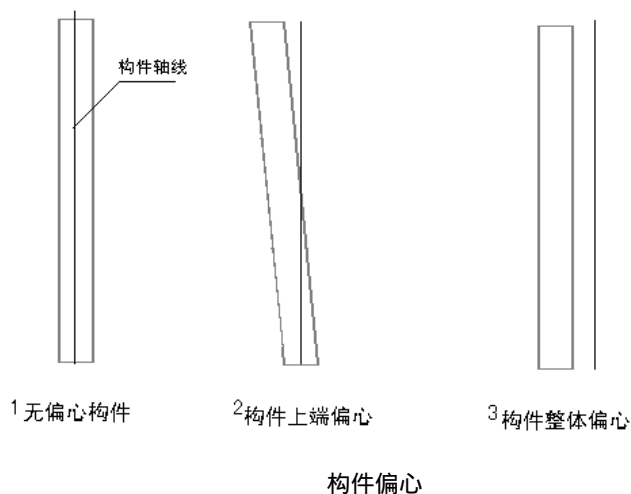
弹性约束和铰接相似，不同处就是如果为铰接，那么沿某方向的平动或绕某方向的转动是完全自由的，如果为弹性约束，那么这种平动和转动具有一定的弹性刚度，即介于完全自由和完全约束之间的情况。

构件间的连接形式分刚接和铰接两种类型。上部结构可以是全刚接（如单层不带摇摆柱的门式刚架），或全铰接（如网架），或部分刚接部分铰接。

5.1.7 其它

结构模型的其它属性包括构件偏心、层面号、计算长度、只拉属性。

当构件轴线和构件形心不重合时，需要添加构件偏心；构件可以是一端存在偏心（下图2），也可以是整个构件偏离轴线一定距离（下图3）。



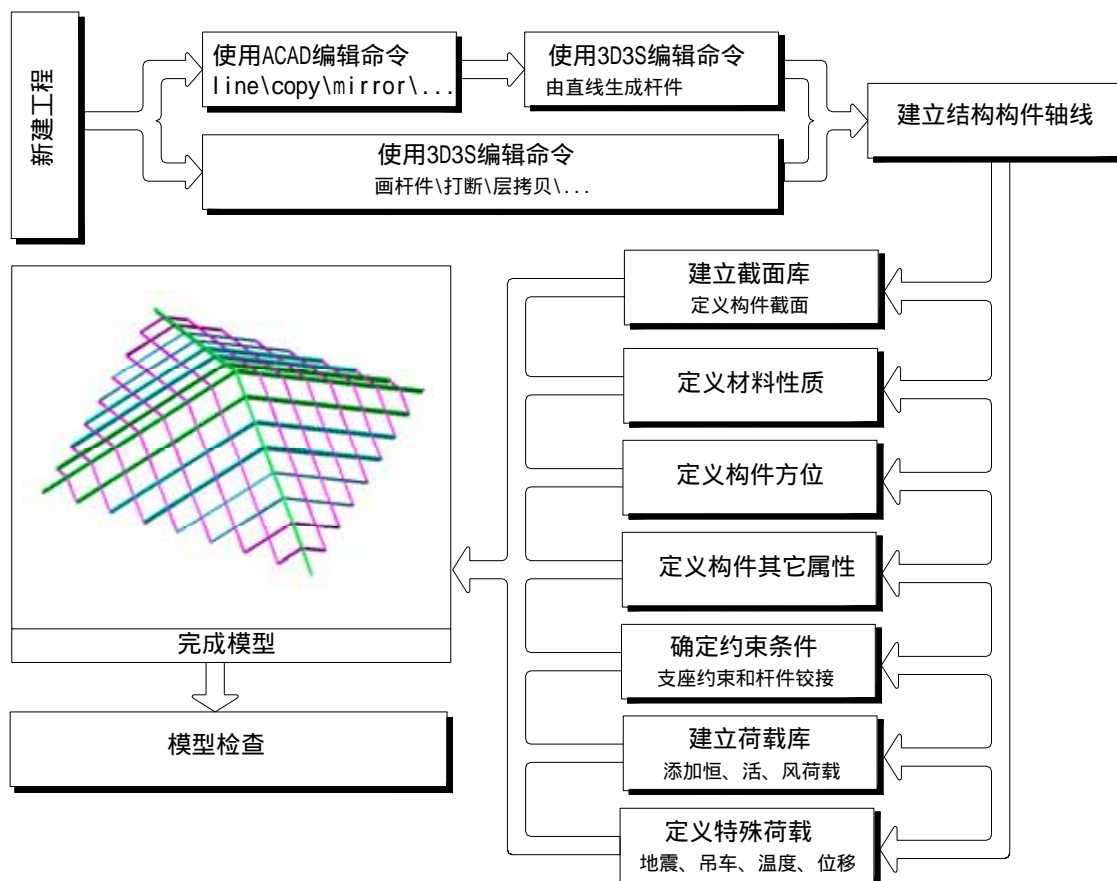
层面号是建模过程的辅助手段之一；当结构模型杆件数目较多并相互遮挡，会影响对模型的操作，这时需要定义构件的层面属性并把结构按层面显示，在层面上进行操作会避开不相关构件的干扰；层面的含义和 ACAD 中 LAYER 的含义有些相似，仅仅是用户人为的把相关单元定义在一起，和多层建筑的层的概念不一样。

计算长度和只拉属性是钢结构计算分析时的必要参数。

5.2 任意结构模型的建立

5.2.1 步骤

3D3S 软件任意模型的建立过程见下图。



5.2.2 辅助手段

- 1) 层面号
- 2) 横、竖轴线

可以定义某一榀杆件或某一批杆件的轴线号，并通过按横轴线或按纵轴线显示把已经定义轴线性质的那部分构件单独显示出来；横、竖轴线属性的概念实际和层面号的概念相同，都是构件的一种显示属性，通常用在构件数目比较多需要分批显示的情况。

- 3) 部分显示、部分隐藏、全部显示
- 4) 显示附加信息、取消附加信息

第一节所列的模型的组成要素都能够在屏幕上直观的显示出来：

、轴线本身是可见的，当轴线太多一致影响观察时，可以通过定义层面号后分层显示、定义轴线号后分轴线显示、部分显示、部分隐藏等手段方便观察；通过显示节点号和单元号可以观察构件轴线实际分段位置。

、截面和放置方位可以直接通过显示截面的手段进行观察，可以直接看到截面尺寸和具体放置。

、显示已经添加到结构上的基本荷载

通过显示节点荷载或单元荷载可以显示作用在节点和单元上的荷载，这里的节点荷载和单元荷载可以是荷载库中的荷载也可以是软件自动导荷载得到的荷载；

通过显示层面荷载可以观察导荷载时需要的面荷载；这种面荷载不象节点或单元荷载那样直接用于计算，但这种面荷载是导荷载得到节点荷载或单元荷载的前提条件。

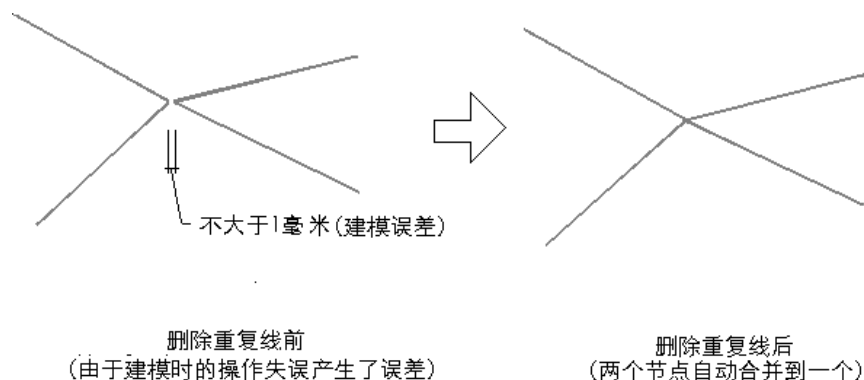
、显示结构的特殊荷载：

地震荷载、吊车荷载、温度荷载、支座位移四类荷载中只有吊车荷载可以直接观察到，另外三种荷载需要到输入各项荷载参数的地方进行观察。

、显示支座边界（节点约束）和杆件铰接来观察约束情况；其中支座边界中可以通过符号显示出六个自由度的约束情况，杆件铰接只能表示出铰接点的位置。

5) 删除重复单元节点

前者用以自动判别重复节点并删除它们；判别的依据是当两个节点的距离小于某个值时就删除其中一个节点并把和该节点相连的单元转移到另一个节点上；某个值是指参数选择中的建模允许误差值，默认该值为 1 毫米。



6) 节点带宽优化

针对单元数很多的结构，优化后的节点号分布情况发生改变从而提高内力分析速度。

7) 由单元得到对应直线

把软件的杆件轴线回复到 ACAD 的 LINE 的状态，并保留在转出层中。

5.3 模型检查



设计模型的完成包括三个阶段：

模型简化的工作是利用工程概念和力学知识把结构的传力路线及工程构成通过软件模型尽可能符合实际的反应出来，这是进行合理电算的前提；

模型生成过程在第二节中做了说明；

模型检查是验证生成的模型是否符合模型简化时的初衷；这个过程常常被忽视，以致盲目的建模和计算工作所得到的结果不但不能正确反应工程实际，反而误导设计者。

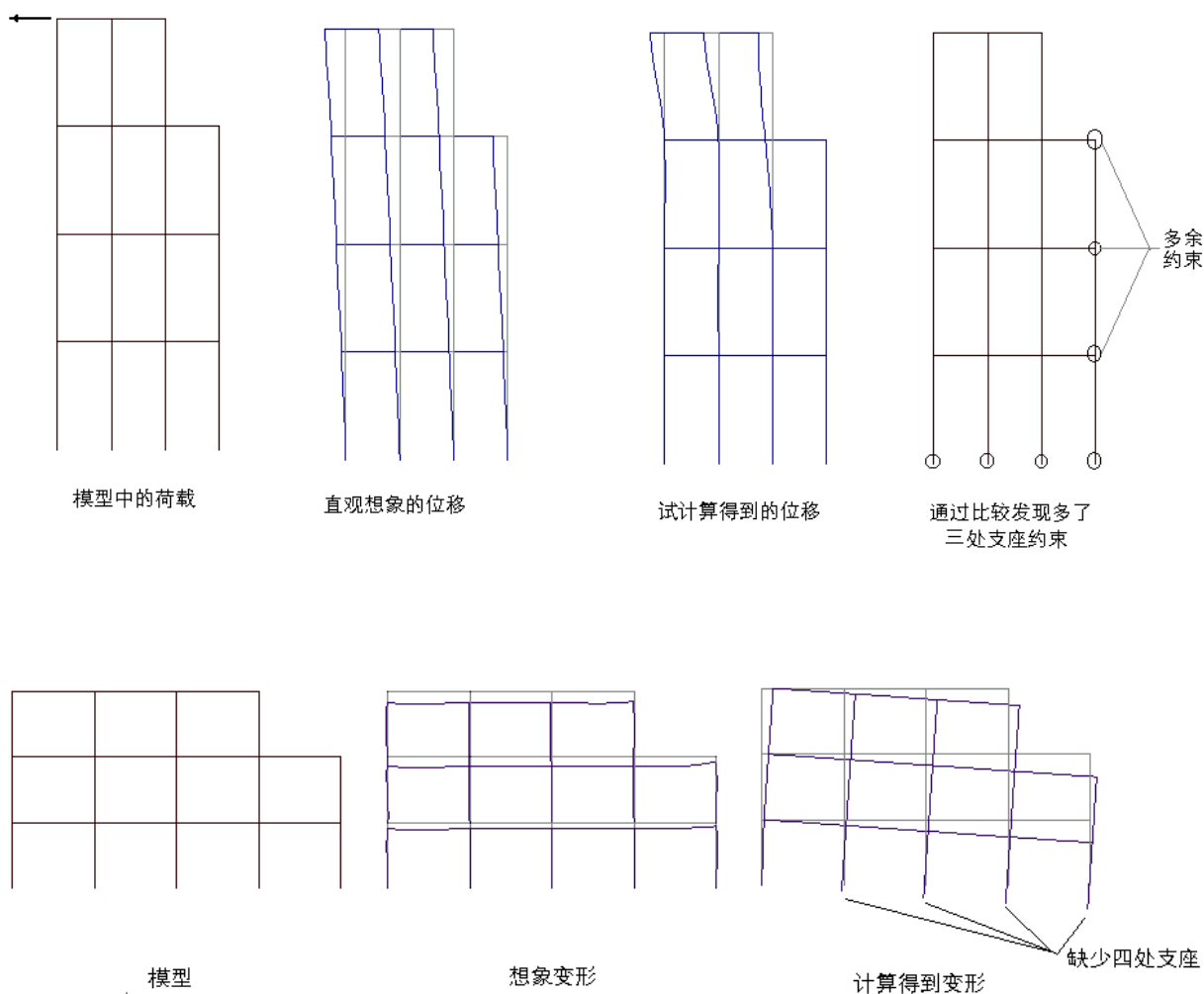
模型检查的具体方法有：

5.3.1 试计算

这是最直观最有效的检查手段；

模型建立完成后，运行内力分析命令，如果能够顺利完成工况和组合运算，说明结构本身是成立的；

a. 显示位移图形（可以显示不同工况下的位移），观察变形情况是直观感觉是否一致；



b. 查询位移值；

找一个最大位移点查询该点的位移值，如果荷载和构件截面均与实际情况相差不多时，该值可以控制在跨度的几百到几分之一；

c. 查询竖向或横向支座反力总值，和估算的竖向或横向荷载总值是否接近；

d. 进行地震计算后看震型和周期，尤其是周期，正常的结构周期一般为零点几秒。

以上的目的是确保模型符合假象要求，不但结构符合，荷载也要符合，一个偏离的设计者初衷的模型往往会误导结构设计初涉者。

5.3.2 模型观察

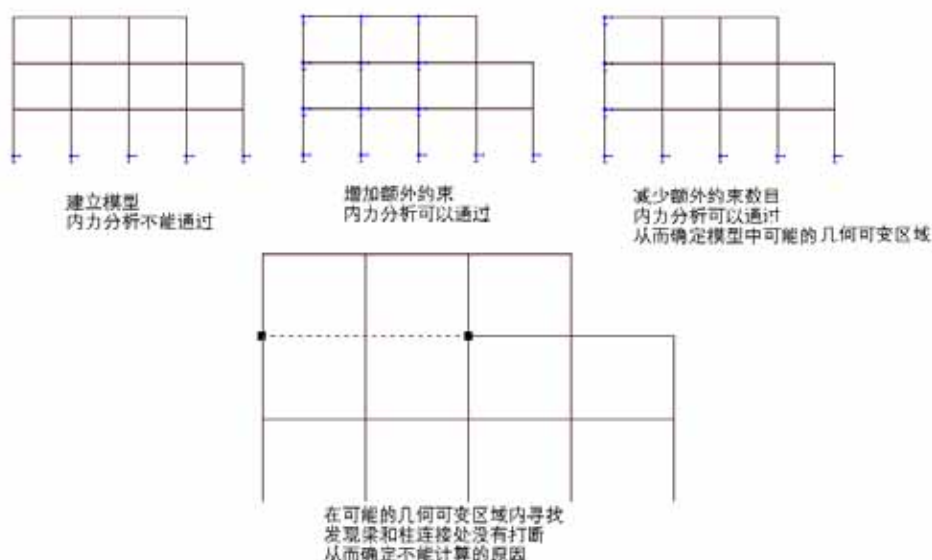
如果在进行内力分析时提示出错，首先使用删除重复单元和节点命令，如果仍旧不能完成试算，则要进行模型观测，判断出使结构不成立的原因：

a. 构件总数及最长最短单元的长度

查询是否总数不对或有超长或超短的单元；

总体信息查询	
节点总数	21
受约束节点总数	5
单元总数	25
受约束单元总数	0
已定义截面单元总数	25
已定义材性单元总数	25
已定义方位单元总数	25
已定义偏心单元总数	24
最大杆长 (24号杆)	5000.0000
最小杆长 (25号杆)	25.4546
三角单元数	0
确定	

b. 添加额外节点约束试算



通过增加额外约束确定可能的可变区域从而缩小模型检查范围。

对于大型结构，构件数目很多，当内力分析不能正常进行到底时，一方面软件能够自动提示出现问题的节点号，使用者可以在这些节点附近寻找原因；

另一方面可以通过增加额外约束，并在额外约束条件下内力分析能够进行到底的情况下，逐渐减少额外约束数目，从而缩小可能的模型错误发生范围，有利于最终问题的解决。这个方法需要一遍一遍的减少约束范围，一遍一遍的内力分析，过程较长，但它是检查大型结构错误的一个很有效的手段。

c. 显示附加信息

通过软件提供的附加信息显示，可以快速判断却失，避免简单错误。

常用的显示有：

显示约束情况，观察是否缺约束；

显示节点号，观察在模型外是否存在空节点（不以任何杆件相连的节点）和重复节点（两个以上的节点重在一起）；

显示单元号，观察构件实际连接处是否都被打断；

显示截面，观察截面是否被定义，尤其方位是否正确（如果杆件的截面已经定义但无法显示出来，说明方位定义的不对，K 节点在杆轴及其延长线上）；

d. 模型所在平面

这个问题容易被忽略，结构模型的高度方向必须是 ACAD 世界坐标的 Z 方向，如果在建立模型过程中搞错，那么荷载、约束、方位等性质都可能发生错误。

5.3.3 软件对比

有条件的情况下，使用不同类型的软件进行校核是必要的，尤其对于结构比较复杂，很难依靠工程师的经验或直观感觉去判断结果时。

软件对比时需要注意：

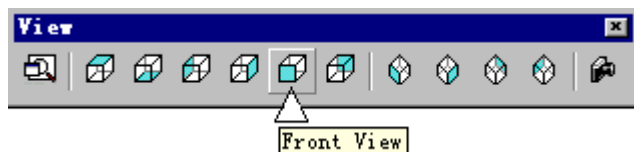
如果模型完全一样，结构的线性内力结果也应该是唯一的，如果存在偏差，可能是荷载设计取值不完全相同或计算误差，偏差值应该很小；如果出现大的差距，有两方面的原因：模型不相同；其中一个软件有错误。所以使用的校核软件一般要求是通用性强的公认的有限元分析软件，比如 ANSYS、SAP 等。

涉及到规范的套用，由于编程人员对规范的理解不同或结构不规则，不在规范有详细说明解释的构件范围内，得到的结论可能有比较大的偏差，并且很难有简单的谁对或错的问题，这需要和软件服务人员沟通，以判断更加符合实际的结果。所以一旦牵涉到规范，和软件编制者的交流是十分必要的。

5.4 例题

目标：建立模型，进行构件设计

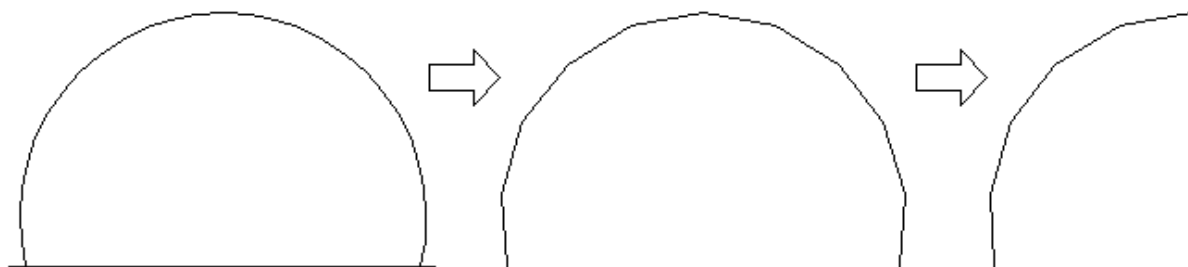
1、把当前视图转变为 X-Z



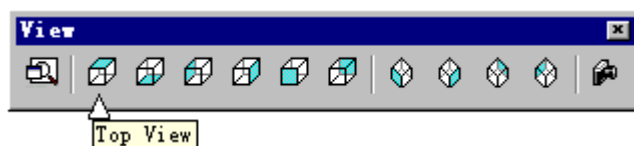
2、 circle , 圆心 0 , 0 , 0 , 直径 20000

3、 line , from -10000,-5000 to 10000,-5000

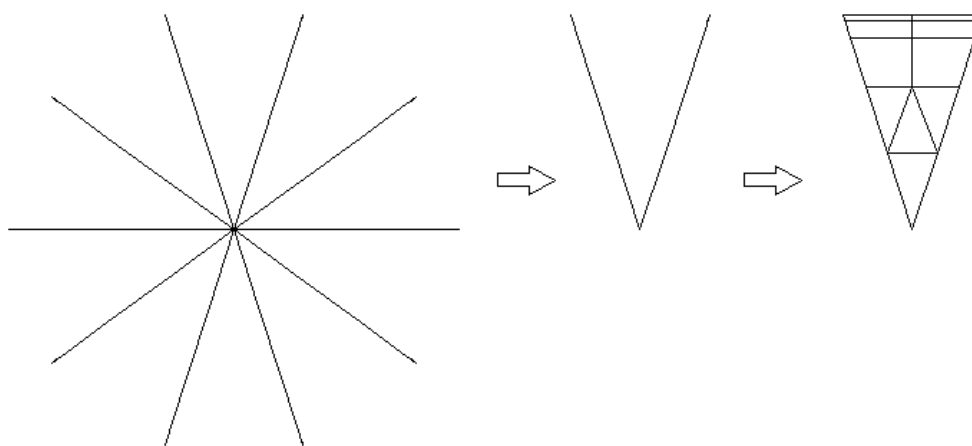
- 4、 trim , line & circle , 得到上部大弧
- 5、 divide , 平均分 10 份 , 然后用 line 把分点相连 , delete 右边一半的 line , 保留一半



- 6、 换 X-Y 视图

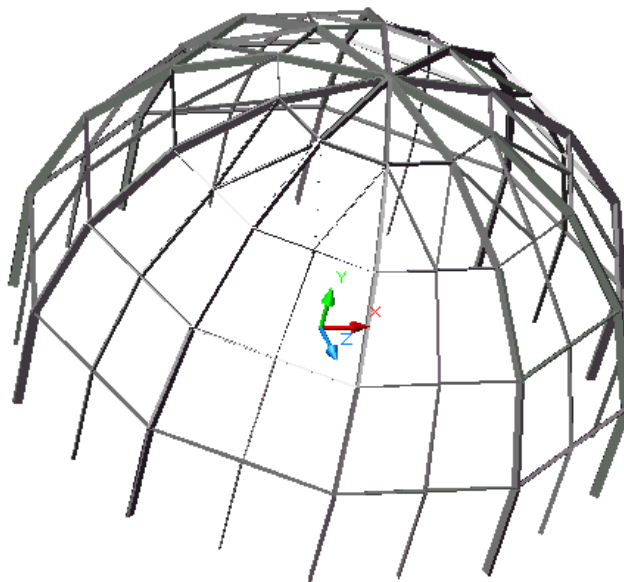


- 7、 array , 全选、环形 P , 中心点 0,0,0 , 数目 10
- 8、 保留上两根 , 删除其余线段
- 9、 使用 LINE 连线

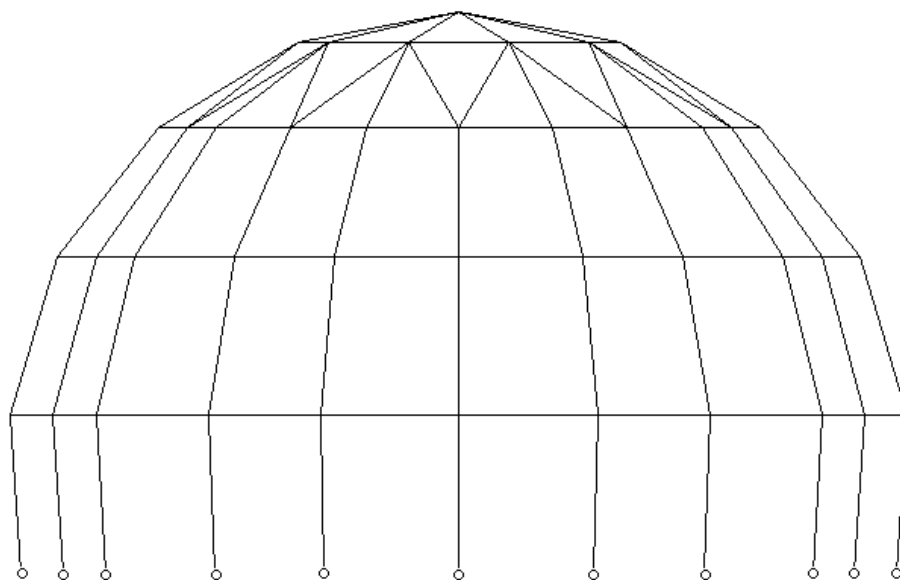


- 10、 结构编辑—定义杆件—选择线定义为杆件 , 全选—关闭
- 11、 构件属性—直接编辑截面—在命令行键入 wp , 使用多边形选择径向杆件 , 定义截面为焊接矩形截面 600x250 , 在成组验算的组号中添 1 , 同时在构件属性—定义层面或轴线号中把径向杆件层面号定义为 1
- 12、 构件属性—直接编辑截面—在命令行键入 wp , 使用多边形选择纬向杆件 , 定义截面为焊接矩形截面 300x100 , 在成组验算的组号中添 2 , 同时在构件属性—定义层面或轴线号中把非径向杆件层面号定义为 2

- 13、 构件属性—定义方位—双击...—K 节点坐标为 0,0,0—选择欲定义单元（全选）
- 14、 array，全选、环形 P，中心点 0,0,0，数目 10
- 15、 选中最下面的环向构件，DELETE，显示截面，shade



- 16、 构件属性—支座边界，选择刚接，选中支座节点
- 17、 构件属性—杆件铰接，选择大号节点绕 3 轴释放，选中最下层径向构件
- 18、 构件信息显示，选择单元释放



- 19、 结构编辑—删除重复单元节点
- 20、 荷载编辑—荷载库—杆件导荷载—双击...—选择双向导到节点、恒载、面荷载值 1.5—确定、关闭
- 21、 荷载编辑—施加杆件导荷载—选中列表中的序号 1—选择受荷范围—全选—关闭

- 22、 荷载编辑—自动导荷载
- 23、 显示工况节点荷载—工况号 0
- 24、 内力分析
- 25、 构件属性—定义计算长度—绕 2 轴定义系数 0.9 (面外), 绕 3 轴定义系数 1.6 (面内)—全选
- 26、 设计验算—选择钢结构规范
- 27、 设计验算—单元验算—截面优化 (上限为 1), 选择全部构件
- 28、 优化完毕, 重新内力分析, 再优化一遍便更新截面
- 29、 最终得到的截面所有径向构件相同, 所有非径向构件截面相同 (用户可以在定义截面中分批选择不同的组号以使相应的杆件截面保持一致)

更详细的例题演示, 请参看安装光盘中的空间任意结构演示部分

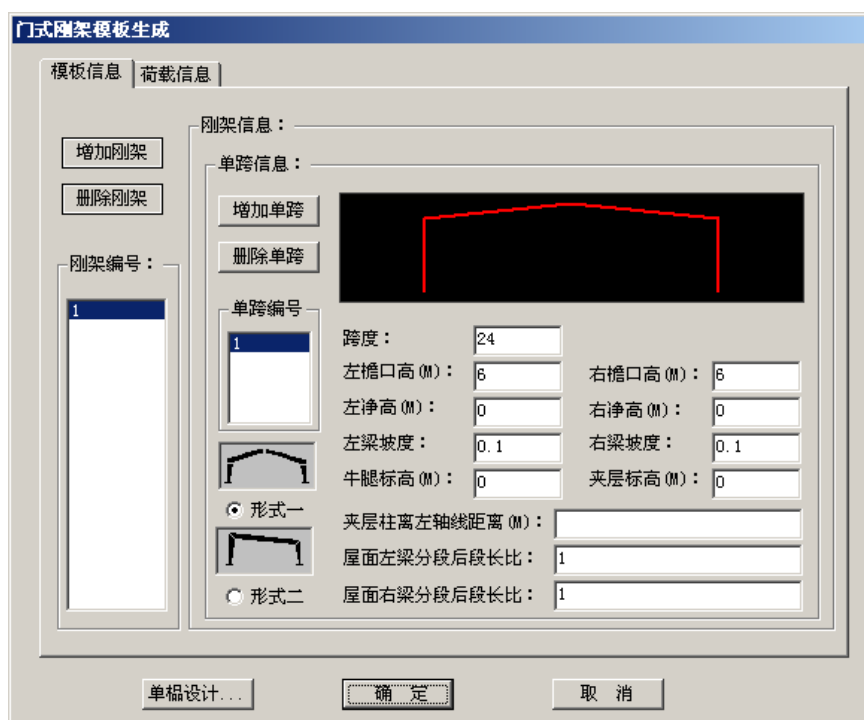
第六章 门式刚架功能模块使用说明

6.1 门式刚架功能模块使用说明

6.1.1 建模 - 刚架

6.1.1.1 模板生成

模板信息



数据说明：

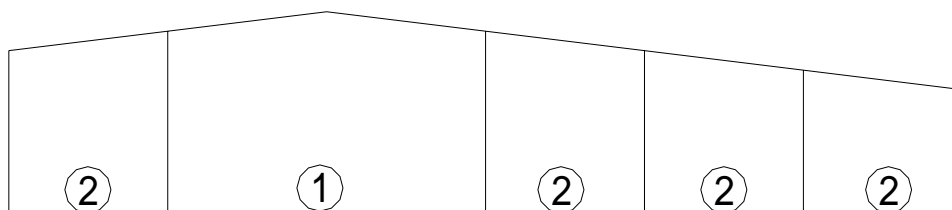
增加刚架：增加不同类型的刚架；

删除刚架：删除在列表框中的刚架；

增加单跨：在当前刚架内增加单跨；

删除单跨：在当前刚架内删除单跨；

单跨形式：一榀刚架内每跨的形式，其中双坡为 1，单坡为 2，如框图左边图标所示，任意门式刚架，除两端出现悬挑段外，都可以由形式 1 或 2 组合而成。例如下图模型从左至右依次为形式 2、1、2、2、2 等 5 段；



单榀内的跨形式

跨度：模型轴线间的水平距离；

左檐口高：左侧边檐口标高；

右檐口高：右侧边檐口标高；

左净高：左侧边柱内侧净标高；

右净高：右侧边柱内侧净标高；

注意：

当仅输入檐口标高而未输入净高（默认值为 0）时，有限元节点(梁柱轴线交点)纵向坐标取檐口标高减去 300；

当仅输入净高而未输入檐口标高（默认值为 0）时，有限元节点纵向坐标取净高加上 300；

当同时输入檐口标高和净高时（两值不相等），有限元节点纵向坐标取两者平均值；

当用户需直接输入有限元节点纵向坐标时，可将节点纵向坐标值同时填入檐口标高和净高项。即，檐口标高和净高相等时表示该值为节点纵向坐标。

建议：

左右檐口高、左右净高：目的是为了获得结构模型的轴线数据，对已定截面的结构，若只需对结构进行校核，可以根据实际情况定义左右檐口高及左右净高。对于还未设计的结构，檐口高和净高可取相等值。

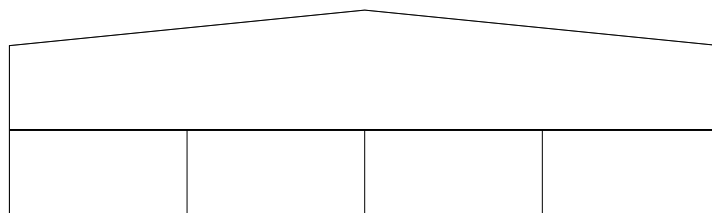
左梁坡度：指坡度值，如 1/3 输入 0.33333；

右梁坡度：同左梁坡度，但默认为与左梁反坡；

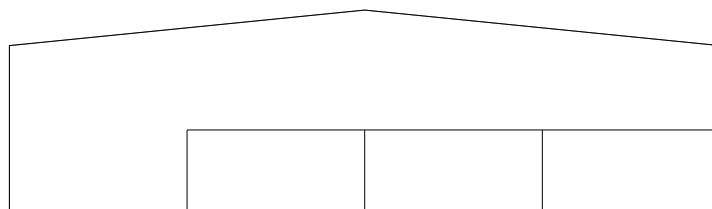
牛腿标高：该跨内有吊车时输入，具体为牛腿顶面的标高，无吊车输 0；对软件来讲，输入牛腿标高唯一的作用就是在相应的柱单元上自动出现断点，只有在输入了吊车荷载后软件才能真正的进行吊车荷载的计算；

夹层标高：夹层梁轴线的标高；

夹层柱到左轴线的距离：每一个夹层柱轴线到该跨左轴线的距离，并用英文的逗号分割。若该柱左侧没有夹层梁，则在相应的距离值前加个负号即可；



夹层柱到左轴线的距离: 5, 10, 15, 20



夹层柱到左轴线的距离: -5, 10, 15, 20

屋面左梁分段后段长比：如屋面左梁 n 段，输入前 $n-1$ 段的段长与整个左梁的长度比(第 n 段等于 1 减去前 $n-1$ 段段长比总和，省略输入)，也可以输入各段水平长度值。如左梁不分段，不输任何值；左梁跨度 18m，输入 0.25, 0.5, (0.25) 及 4.5, 9, 4.5 是等效的；

屋面右梁分段后段长比：同屋面左梁分段比，段长比也是从左至右输入的，比如左梁分段比是 0.4, 0.6，那么与之对称，右梁分段比为 0.6, 0.4；

围护信息

门式刚架模板生成

模板信息 荷载信息

屋面荷载标准值

恒载均布值 (KN/M²): 0.3

活载均布值 (KN/M²): 0.5

基本风压 (KN/M²): 0.55

楼面荷载标准值

恒载均布值 (KN/M²): 0

活载均布值 (KN/M²): 0

其它信息

荷载规范 (GB50009-2001)

轻钢规程 CECS102:2002

建筑类型

封闭式

半敞开式

敞开式

轴线类型

边柱轴线

边柱外缘

地面粗糙度: B

柱底标高 (M): 0

女儿墙高度 (M): 0

单幅设计... 确定 取消

数据说明：

荷载信息

数据说明：

屋面恒载均布值：不包括主刚架构件本身自重的面荷载值（构件自重软件会根据构件的截面面积和材料密度自动考虑），该值乘以榀间距后，得到外包整个刚架恒载线荷载工况。

屋面活载均布值：该值乘以榀间距后，得到分布在主刚架屋面梁上的活载线荷载工况。

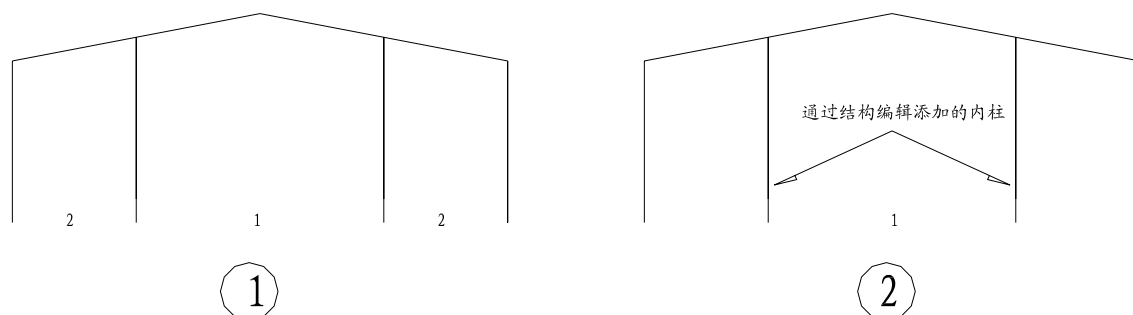
楼面恒载均布值：有夹层时输入，该值乘以榀间距后，得到分布在主刚架楼面梁上的恒载线荷载工况。

楼面活载均布值：有夹层时输入，该值乘以榀间距后，得到分布在主刚架楼面梁上的活载线荷载工况。

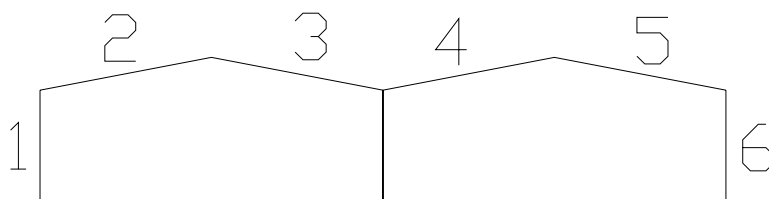
基本风压：形成左风，右风两种风工况 2、3，软件能自动套用相关的体型系数和高度系数，换算成线荷载。

软件导门式刚架风荷载内置了两套规范，即门式刚架规程（CECS 102:2002）和荷载规范（GB50009-2001）。软件选用了 CECS 的附录 A 以及 50009 条文 7.3.1 中的第 2、5、6、8、9、10 和 27 作为导风荷载的依据。

选用 CECS 导风荷载的规定：6.0 版以前的用户需要注意，以前的版本如果下图 建模方法不同，其风荷载的导法是不一样的，从 7.0 版本以后，软件进一步对单榀刚架结构的形式作了判断，下图的 均按 CECS 导荷。



对于下图的刚架，CECS 中没有这种形式的刚架，因此端部 1，2，5，6 面采用轻钢规程中的风荷载体型系数，3，4 面采用荷载规范中的体型系数。



选用敞开式导风荷载的规定：不论选择 CECS 还是 GB50009，敞开式门架均按 GB50009 的第 27 项导荷，并且考虑风荷载的敏感效应，考虑风压力和风吸力两种效应，共 4 组工况。

荷载规程、轻钢规程选项：选择了轻钢规程，那么就按照上一段的方法得到体型系数（即多跨

情况下，两边按照轻钢规程而中间跨按照荷载规程)；如选择荷载规程，那么刚架的所有面都按照荷载规程得到体型系数；

封闭式、半敞开式、敞开式：取风压体型系数，见 CECS 规程 2.1 节。取值见附录 A 表 A-1；

边柱轴线、边柱外缘：轴线形式，和对齐刚架边缘有关，具体见对齐刚架边缘一节。

地面粗糙度：和风荷载高度系数有关，一般场地为 B 类。

柱底标高：如果结构建在已有建筑或高山上，需要输入柱底标高以方便软件自动计算风荷载的高度系数；

女儿墙高度：如果结构存在女儿墙，需要输入其高度以便软件自动计算女儿墙处的风荷载并以节点荷载形式作用到檐口处；

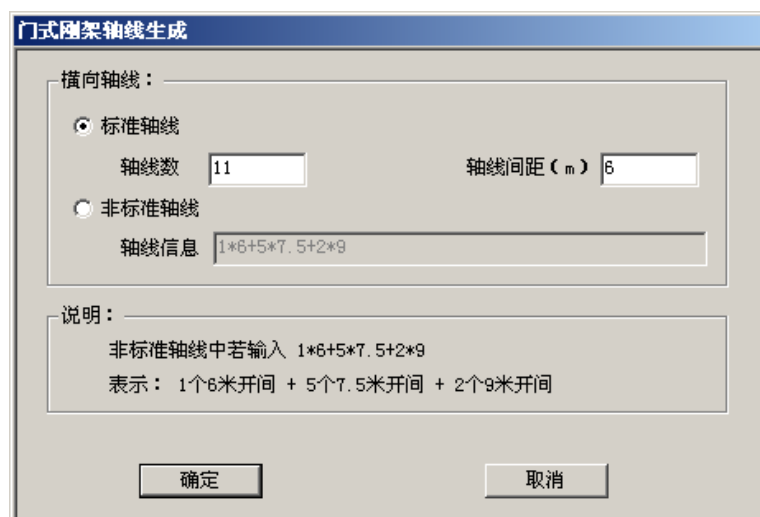
按“确定”按钮，由以上输入的信息生成刚架的基本信息。

按“单榀设计”按钮，弹出单榀信息对话框，输入榀间距和分区类型，直接进入单榀刚架设计的有限元模型，该模型等同于 7.0 以前版本的主刚架设计得到的单榀模型。



6.1.1.2 轴网生成

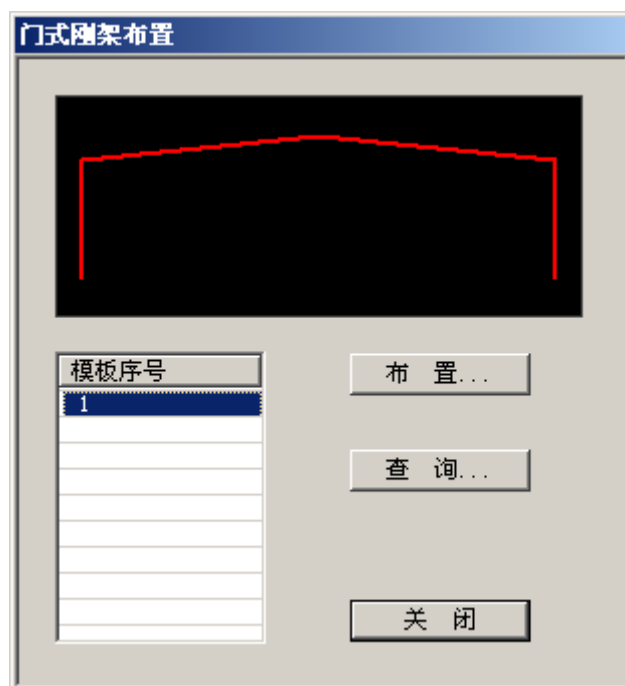
按“轴网生成”菜单，弹出轴线生成对话框，可输入标准轴线和非标准轴线，确定后屏幕显示生成的横轴线，供后面的刚架布置用。



6.1.1.3 刚架布置

按“刚架布置”菜单，弹出“门式刚架布置”对话框，点击模板序号列表选择一种模板，点击“布置...”按钮，选择该类型的刚架所在的横轴线（可一次选择多个轴线，如果各刚架的模板类型相同则选择全部横轴线），直到全部轴线上均有刚架为止，点击“关闭”按钮，软件自动进行刚架分类，完成后屏幕按颜色显示分类完成后的各榀刚架，同一类刚架颜色相同。

在对话框中点击“查询...”按钮，选择需查询的一榀刚架，该刚架在模板中的序号在列表框中以深色条表示。

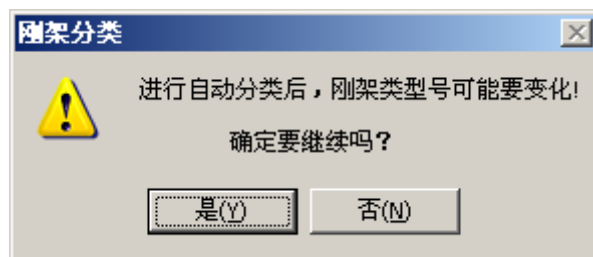


说明：

- 1、软件根据各榀刚架所在的轴线自动判断是中间区还是边缘区。
- 2、端榀的荷载是根据一半的跨度折算得到的。
- 3、软件根据各榀刚架生成的有限元模型进行自动分类，同一类型的刚架所有信息均相同。

6.1.1.4 刚架分类

按“刚架分类”菜单，软件提示刚架类型可能要变化，点“是”按钮进行自动分类。软件根据各榀刚架的有限元模型进行自动分类，分类的原则是按照节点、单元信息及其上的荷载进行的。由于分类时需要工程目录下的文件进行拷贝及删除等操作，所以该命令不可“Undo”和“Redo”。



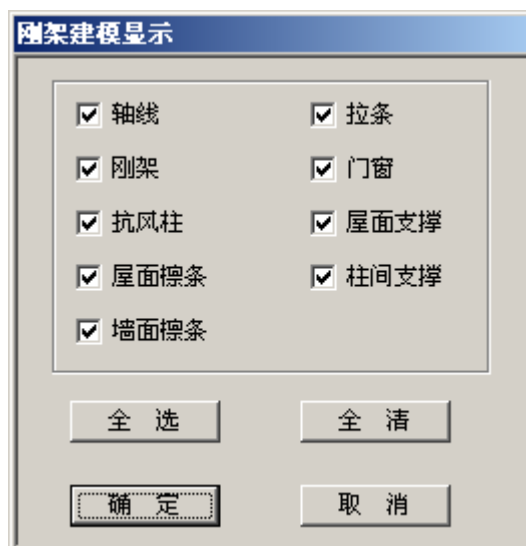
6.1.1.5 改变刚架类型

按“改变刚架类型”菜单，选择刚架改变其类型号。同一类型号的刚架只保存一组数据。



6.1.1.6 分类显示

按“分类显示”菜单，弹出如下对话框用于刚架模型分类显示。



6.1.1.7 部分显示

选择部分模型，视图将只显示该部分模型，在构件比较多，为便于观察时常被使用。

6.1.1.8 部分隐藏

选择部分模型，视图将不显示该部分模型，在构件比较多，为便于观察时常被使用。

6.1.1.9 全部显示

与上述两个命令对应，按此图标，所有模型均显示；这个显示开关在主界面中只显示部分模型，而要求恢复全部显示时经常被使用。

6.1.1.10 显示刚架名称

该菜单是一个显示开关，点击一次则显示刚架名称，再点击一次则取消显示。

6.1.1.11 显示截面

显示选中构件的截面。

6.1.1.12 取消截面显示

取消选中构件的截面显示，以单线条显示。

6.1.1.13 墙面檩条标高显示

该菜单是一个显示开关，用于显示墙面檩条的标高。

6.1.1.14 显示颜色

定义檩条、支撑、抗风柱等颜色，便于显示。

6.1.2 设计 - 刚架

单榀设计

按“单榀设计”菜单，软件提示选择一榀刚架，在同一类型刚架中任选一榀刚架，点击右键，Command 命令行提示所选刚架的分区类型，同时将菜单被切换到“单榀设计菜单”，屏幕上显示的是所选刚架的有限元模型。

注意：

在完成了一榀刚架的设计后，按“返回三维模型”菜单，主界面上会再次出现刚架空间分布图，用户可以选择另外一榀重新进行设计工作。

如果用户在单榀设计过程中对一榀刚架进行了编辑，比如通过绘制构件增加了一根中柱，那么在重新回到三维模型菜单后，新增的那根构件也会出现在刚架空间分布图中。

通过单榀设计菜单得到的设计模型中软件缺省定义了以下的内容：

1. 单元截面形式：有吊车作用柱单元为宽翼缘工字钢，无吊车作用柱单元为楔形截面，分段后的斜梁端部两梁单元为楔形单元，不分段斜梁及分段后中部梁单元为宽翼缘工字钢；
2. 单元初选截面尺寸：程序根据所输各跨刚架跨度、柱高及荷载情况，自行从截面库中挑选相应截面作为初选截面提供给用户，初始截面均为截面库中的最小的，用户根据初选截面来进行设计计算和优化或人工修改；
3. 各单元放置方位：梁柱腹板均位于主刚架平面内，梁保证其上表面平齐，柱保证外表面平齐；
4. 柱脚约束信息：有牛腿柱，柱底刚接；无牛腿柱，柱底铰接，允许其在平面内有转角；
5. 荷载信息：包括外包表面的恒载工况 0，屋面均布活载工况 1，左风工况 2，右风工况 3，以及缺省的 8 种工况组合情况。

返回三维菜单

按“返回三维菜单”，主菜单切换到门式刚架菜单，主界面上显示刚架三维模型。

当前工程查询

用于显示当前的设计内容。

6.1.2.1 构件属性

1. 截面库：

软件在截面库中自动激活宽翼缘工字钢、工字型楔形截面、圆钢和索、冷弯薄壁等四种截面，其中软件规定只有宽翼缘工字钢、工字型楔形两种截面类型可以套用轻型钢结构规程。

2. 定义截面：

软件自动把主刚架构件根据其不同位置定义成宽翼缘工字钢和工字型楔形两种截面类型，并且是该截面类型中最小的那个截面尺寸，这样的定义便于进行截面优选；

由于梁和柱的截面形状不同，在截面库中把工字型截面人为的分成梁（L）和柱（Z）两种类型，其中柱类要比梁类的翼缘宽一些，板厚厚一些；每种类型也均是从小到大的排列；在宽翼缘工字钢中把梁分为 L 和梁两种，把柱分为 Z 和柱两类，其中用字母开头的比中文开头的截面板厚要厚一些，用于普钢规范验算，中文开头的用于轻钢规程验算。

3. 定义材性：

如果不修改的话，软件默认定义的材性是 Q345。

4. 定义方位

软件已经自动完成了现成单元的方位定义，除非新增杆件，一般不需要修改。

由于门架轻钢中多楔形单元，所以需要注意楔形单元定义方位的方法，详见第三章定义方位一节；用户可以通过选择欲查询单元的方位来体会软件对构件方位的正确定义方法。

5. 定义偏心

在出现不等截面的上下柱的情况下，为保证上下柱外边缘平齐，需要定义柱的偏心；定义完偏心可以通过显示截面进行观察是否定义的正确。

6. 定义计算长度

门架是平面结构，平面内的计算长度由软件根据规程自动计算得到，平面外的计算长度必须由用户根据实际支撑情况人工填入；一般情况下，平面内就是绕 3 轴，平面外就是绕 2 轴。

柱的平面内的计算长度是根据梁柱线刚度比和柱脚约束情况以及构件的楔率由软件计算得到，梁的计算长度是根据梁的支点距离由软件计算得到；

梁和柱的平面外计算长度必须由用户输入，否则就取构件本身的几何长度；平面外的计算长度实际是平面外有效支撑点之间的距离，边梁边柱一般为檩条隔撑的间距，中柱平面外一般没有额外支撑，就取构件本身的长度；正是由于中柱面外计算长度比边柱大，所以截面计算结果中中柱的翼缘宽度一般比边柱大一些。

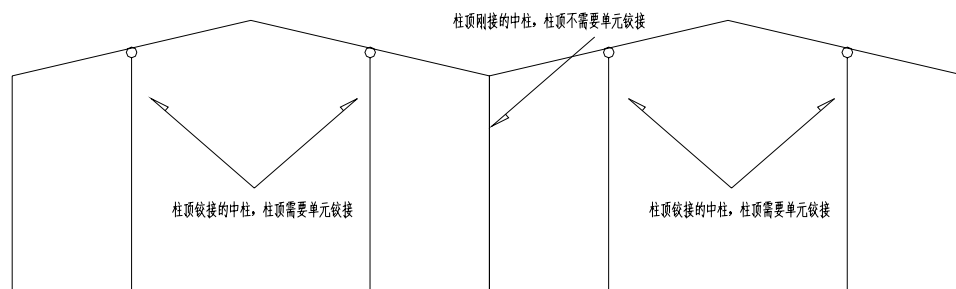
7. 支座边界

软件默认凡是在建模对话框中添入牛腿标高柱的柱脚为刚接，其它为铰接；在吊车吨位比较小的情况下，可以把支座改为铰接，但计算时必须注意位移满足要求；带夹层的门架由于存在楼面荷载，柱脚通常为刚接。

由于平面门架结构是建模在 X-Z 平面（ACAD 的世界坐标系）中，支座铰接意味着支座节点可以在 X-Z 平面内转动，具体表现为绕 Y 轴转动（右手螺旋），所以对门架来说，支座铰接就是绕 Y 轴无约束，而其它五个自由度均约束。

8. 单元铰接

新建门架中所有的连接都是刚接，默认没有单元铰接，但当出现非刚接的中柱时就需要把柱顶做单元铰接，如下图：



柱顶的铰接一般为转动释放，具体为绕 3 轴释放还是绕 2 轴释放要看在 X-Z 平面内的转动是绕构件的 3 轴还是绕 2 轴；通常情况下在 X-Z 平面内应该是绕 3 轴释放，即用户只要选中绕 3 轴，至

于是小号节点还是大号节点要看柱顶的节点号比较柱底的节点号哪个大，比如柱顶节点号是 4，柱底节点号是 9，那么就选择小号节点的绕 3 轴释放。

6.1.2.2 荷载编辑

1. 荷载库

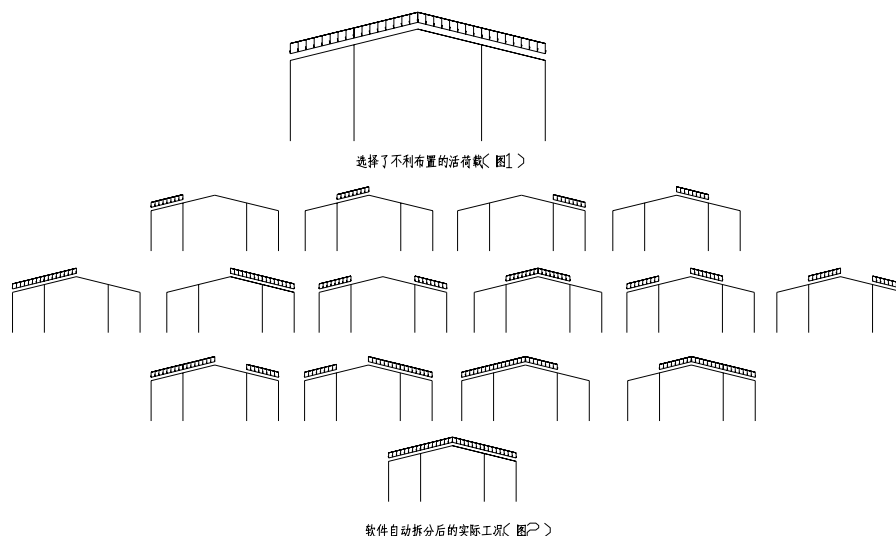
软件建立的门架自动把用户输入的面荷载值换算成单元荷载并存放在荷载库中。

2. 添加单元荷载

软件自动把换算得到的恒、活、风单元荷载添加到边梁和边柱单元上，工况号分别为 0, 1, 2, 3 等，有可能会出现 4, 5 的风工况。可以通过显示单元荷载进行观察。

活荷载默认是不考虑不利布置，一般的屋面荷载也没有进行不利布置的要求，但用户可以选择不利布置，那么进行不利布置：

选择了不利布置的活荷载（图 1）按照穷举的方法可以具体拆分为 15 种工况（图 2），但是这样将导致计算量过大，实际计算过程中，软件只提供那些会使得构件端部内力取得最大值或最小值的情况。



3. 吊车荷载

在新建门架中输入了牛腿的标高，那么在模型的柱单元上就会出现相应位置的节点。

如果吊车为桥式吊车，那么用户就需要在吊车荷载\桥式吊车影响线计算中输入吊车荷载的具体值。每一组吊车节点处有几台就输入几台（不超过两台，因为规范规定不考虑超过两台吊车对一跨刚架的同时作用）。

如果是双层吊车，由于输入牛腿标高只能产生一组吊车节点，那么就需要在上层或下层吊车处额外再增加一组吊车节点；具体方法为有两种：

1) 在新建门架对话框中输入牛腿标高，同时输入夹层梁的标高（另一个牛腿标高），不需要输

入夹层柱到左节点的距离；这样在柱单元上就出现了两组节点号；

2) 只输入牛腿标高，在主界面的柱单元上使用结构编辑中打断的命令建立另外一组节点。

这两种方法都可以建立两组节点号，在这两组节点上同样输入吊车影响线，这样就可以完成双层吊车数据的输入。

如果是悬挂吊车就没有柱单元的牛腿节点，而以柱顶节点为参考点。

人工干预中列出了由影响线计算得到的牛腿顶的吊车荷载反力值；这组反力是单纯由吊车的轮压产生的，即只和吊车有关，如果需要考虑吊车梁自重作用在牛腿顶的重量，需要额外换算后把该荷载添加到最大最小轮压反力中去。

6.1.2.3 内力分析

主刚架按照平面框架的结构体系进行内力分析。

由于模型已经被定义了截面、材料性质、约束条件和荷载，所以直接就可以进行内力分析，得到当前荷载情况下的内力分布。

用户可以通过显示内力和位移来观察内力分析结果，也可以通过查询内力和位移来得到具体数值。在内力分析后，软件在工程目录的 USER 子目录下生成若干个文本文件来存储内力和位移分析结果（详见第十三章），用户可以打开这些文件进行结果记录。

6.1.2.4 杆件设计验算

1. 选择规范

3D3S 软件内设与钢结构相关的几个规程规范，其中两个轻钢规程（CECS 和上海的地方规程）仅针对指门式刚架；网架规范仅针对网架杆件；钢结构厂房格构阶型柱仅针对格构阶型柱（下柱必须是截面库中的两种格构截面之一，上柱是工字型截面）；除了这些特定规定外的其它结构一律套用第一个选项。

截面表中的工字型楔形截面、Z 和 C 型的卷边及不卷边型钢、方型和矩形空心型钢这几种截面称为特定截面类型。其中工字型楔形单元只能套用轻钢规程；Z 和 C 型截面及空心型钢等薄壁型钢仅能套用用薄钢规程；软件一旦遇到这些特定截面类型就会自动套用相应规范。

3D3S 软件中人为的规定只有宽翼缘工字钢和工字型楔形单元可以套用轻钢规程。

轻钢规程仅针对于门式刚架，对于柱脚铰接的单层刚架来说，情况比较简单，无论套用上海地方规程还是全国规程，或选用全国规程中的查表法还是一阶分析法，得到的结论相对统一，操作过程较单纯。但对于柱脚刚接带吊车的结构，或是厂房有夹层，情况就较为复杂。下面解释一下几个规程规范的适用情况。

全国的轻钢规程：

3D3S 软件内设轻钢规程中的查表法和一阶分析法。其中查表法仅适用于单层柱底铰接厂房，可以为一跨或多跨，截面形式可为等截面或变截面。对柱底刚接的厂房，对柱的计算结果会过保守。一阶分析法对单层厂房，无论柱脚刚接铰接均适用，尤其对柱脚刚接的情况将更接近实际情况。厂房可以为一跨或多跨，截面形式可为等截面或变截面。

上海地方轻钢规程：

3D3S 软件内设上海轻钢规程中的查表法。适用于单层厂房等截面柱的柱脚铰接和刚接情况，变截面柱柱脚铰接情况（变截面柱的柱脚通常为铰接，而带吊车的等截面柱的柱脚通常为刚接）。

以上两个规程的基本出发点是一致的，在遇到通常情况的厂房结构时结论也基本一致，但遇到一些特殊情况时，由于规程本身的适用面较窄，可以出现分歧。

钢结构规范：

钢结构规范是普遍钢结构设计的母规，可以适用于多数钢结构工程，包括框架、网架、桁架等类型。3D3S 软件中凡除规程选项中较明确规定的结构形式（如厂房阶梯柱、钢管砼、檩条、网架等）外的结构均可以套用钢结构规范。但凡涉及到某些子规范中的具体规定（如桁架、塔架计算长度的取法），用户可根据子规的规定自行定义到软件的相关项中。

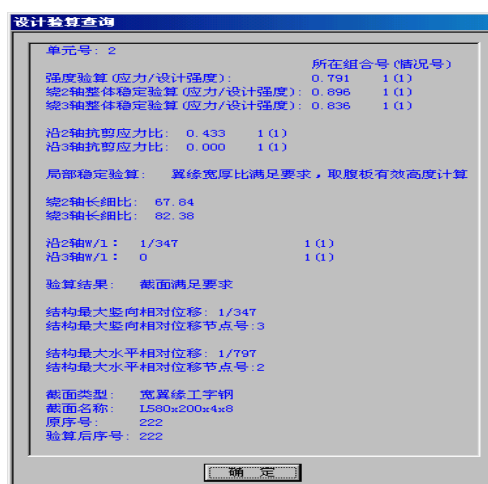
使用者在遇到不太单一的结构形式，如对轻钢厂房加层的情况时，可以对不同构件套用多个规程以得到一个合理的结论：针对屋面梁套用轻钢规程，楼面梁和柱选用钢结构规范。

对厂式刚架主构件中出现的其它类型的截面形式，如圆、方钢管截面，则要求选择钢结构规范。

2. 单元验算

截面校核：

用户在使用定义截面后，使用校核就可以查询当前截面是否满足要求。



对选用轻钢规程的构件控制以下指标：

强度应力比：大于上限为不足，小于下限为过大；

稳定应力比：大于上限为不足，小于下限为过大；

抗剪应力比：大于上限为不足，小于下限为过大；

局部稳定：需要满足翼缘外伸宽厚比要求 $15\sqrt{235/f_y}$ ，腹板在满足 $250\sqrt{235/f_y}$ 的前提下取有效截面；

长细比：大于 180 为不足；

杆件沿 2 轴和 3 轴的相对挠度 W/L ：大于 $1/180$ 为不足；

结构最大竖向位移：大于 180 为不足；

结构水平竖向位移：无吊车大于 $1/60$ 为不足；有不带驾驶室吊车的厂房大于 $1/180$ 不足；有带驾驶室吊车的厂房大于 $1/400$ 不足；

其中结构最大竖向位移和水平位移是针对整个结构的，每根杆件的验算查询结果中这两个值都相同。软件得到这两个值的方法具体是根据内力分析计算出来的节点竖向和水平位移值并自动识别相应的跨度和柱高，得到相对值。用户可以自己查询得到节点位移值，除以相应的跨度或柱高来得到这两个值。对特殊的结构，如果软件找到的这两个值不对，用户可以通过自己查询节点位移换算得到。

截面优选：

根据内力软件在截面表中挑出满足要求的截面尺寸。

因为优选所根据的内力结果是前一次内力分析的结果，在整个优选过程中杆件的内力和位移是不变的，所以凡是牵涉到位移的验算结果，比如 W/L 、结构最大位移等在优选过程中不会改变，必须在截面发生改变后重新进行内力分析以更新位移结果。

截面优化：

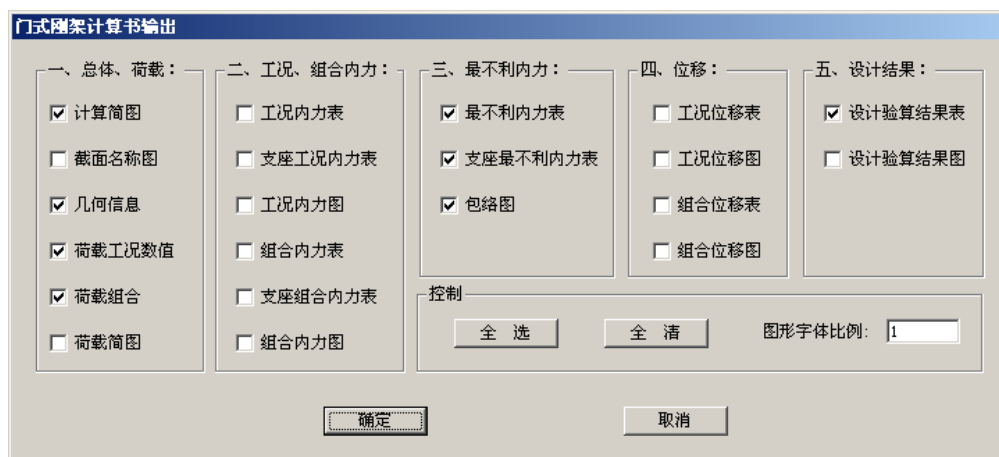
针对能选择轻钢规程的两种截面，只有等截面，即宽翼缘工字钢能选择截面优化。优化的原理见第四章。

3. 设计参数选择

轻钢厂房柱计算长度套用 CECS 时的计算方法有两种，默认为查表法，另一种为一阶分析法；前一种方法仅用于柱脚铰接的情况，后一种方法可以用于柱脚铰接和刚接两种情况，但仅用于校核，不能用于优化和优选，所以如果选用一阶分析法，就必须由用户自己大致选择一个截面后不断校核调整以得到最终的截面。

其他的选项默认是按规范，这个规范可以是钢结构规范，也可以是轻钢规范，具体取决于用户在选择规范时的选项。

4. 写计算书

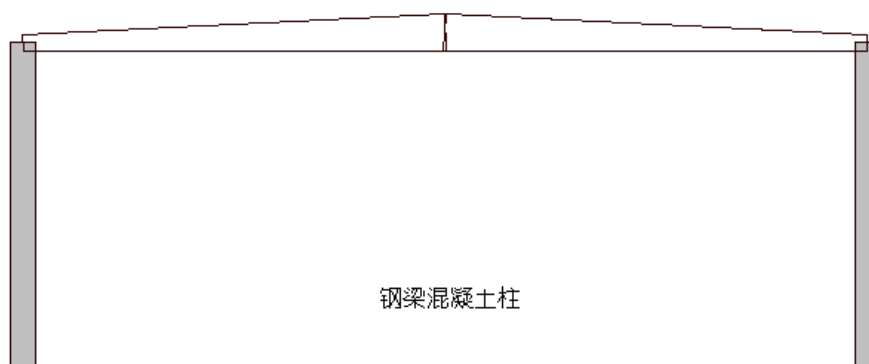


计算书的对话框分门架计算书和一般结构对话框两类；通过门架编辑生成的模型计算书的格式如上图所示。

5. 钢筋混凝土柱钢结构梁

在门架快捷建模的基础上，柱脚选为刚接，并且把柱定义为混凝土的材料性质和截面性质；同时为避免梁对柱的水平力过大，对柱单元顶部做杆件铰接（绕强轴铰接，其中一个柱沿 2 轴平动释放），这样就允许了梁在竖向荷载作用下可以沿着柱顶有一定的滑移；梁由于成为了标准的简支梁，一般做成中间大两头小的截面形式，这就需要在默认的放置方位基础上对楔形单元放置参数修改它的正负号。

可以通过观察内力分析后的 3 轴弯矩图来证实模型中杆件铰接的正确性；在构件设计中不要选择混凝土柱子，只对钢梁进行设计。



6.1.3 设计 - 维护

6.1.3.1 维护结构计算

- 屋檐计算

屋面檩条设计

基本信息

钢材型号: Q235钢 每米紧固件数目: 0

屋面材料: 压形钢板 (1/150) 面板截面惯性矩 (MM4): 200000

檩条信息

屋面坡度: 0.1 设置拉条数目: 设一道

檩条跨度 (M): 6 檩条形式: C形檩条

檩条间距 (M): 1.5 檩条截面: 槽150x60x20x2.0

计算类型

☒ 按照简支梁计算 ☒ 进行强度验算, 考虑屋面阻止檩条失稳

☐ 按照连续梁计算 ☐ 进行稳定验算, 不考虑屋面阻止檩条失稳

☐ 风吸力下的稳定验算

屋面荷载 (标准值)

恒载均布值 (KN/M2): 0.3

活载均布值 (KN/M2): 0.5

检修荷载 (KN): 1

荷载组合...

☐ 形成计算模型

风荷载

建筑形式: 封闭式

分区: 中间区

地面粗糙度: B

基本风压 (KN/M2): 0.55

高度变化系数: 1

体系系数: -1.15

校核... 优选... 取消

说明：

1. 荷载组合：点击该按钮，弹出用于屋面檩条设计时的荷载组合情况，用户可修改。
2. 形成计算模型：在该按钮前打勾，则校核或优化后主界面上显示檩条的计算模型，同时菜单被切换到单榀设计菜单。在内力分析菜单中进行内力分析和效应组合，然后在设计验算菜单中的选择规范中，选择檩条验算，按确定按钮，在屏幕显示验算结束提示框后，按确定按钮，屏幕将直接弹出檩条设计验算结果。
3. “校核...”用于对所选檩条进行计算，“优化...”指在檩条截面库中从小到大选择截面进行验算，直到满足为止。校核或优化完成后弹出计算结果。
4. 适用规范见 CECS102:2002 6.3 节，本软件提供 Z 型、卷边槽钢及工字型实腹檩条的计算；
5. 设置拉条数目：根据檩条跨度获得檩条的侧向支承长度；
6. 每米紧固件数目，每米面板截面惯性矩：考虑面板抗扭与抗弯刚度对檩条抗扭刚度的贡献，见 CECS102:2002 附录 E.0.4；
7. 计算方法：一般采用单跨简支计算，也提供连续构件计算方法；
8. 设计方法：见 CECS102:2002 6.3.9 条；

● 墙檩计算

墙梁设计

基本信息

钢材型号: Q235钢 每米紧固件数目: 0

墙面材料: 压形钢板 (1/100) 面板截面惯性矩 (MM4): 200000

墙梁信息

墙梁跨度 (M): 6 设置拉条数目: 设一道

墙梁间距 (M): 1.5 墙梁形式: C形檩条

墙梁截面: 槽150x80x20x2.0 ...

计算类型

☒ 按照简支梁计算 ☒ 进行强度验算, 考虑屋面阻止檩条失稳

☐ 按照连续梁计算 ☐ 进行稳定验算, 不考虑屋面阻止檩条失稳

☐ 风吸力下的稳定验算

墙面荷载 (标准值)

恒载均布值 (KN/M2): 0.3

风荷载

建筑形式: 封闭式

分区: 中间区

地面粗糙度: B

基本风压 (KN/M2): 0.55

高度变化系数: 1

迎风面体型系数: 1

背风面体型系数: -1.1

荷载组合...

☐ 形成计算模型

校核... 优选... 取消

说明:

1. 适用规范: CECS102:2002 6.4 节;
2. 与屋面檩条设计相比, 墙檩荷载不包括检修荷载和活荷载;
3. 其余同屋面檩条设计。

● 柱间支撑计算

柱间支撑设计

基本信息

钢材型号: Q235钢

支撑形式: 单层支撑

厂房纵向支撑排数: 2

风荷载基本信息

建筑形式: 封闭式

分区: 中间区

地面粗糙度: B

基本风压 (KN/M2): 0.55

高度变化系数: 1

迎风面体型系数: 1

背风面体型系数: -1

荷载

风荷载_{z1} (KN): 24.75

纵向吊车水平荷载_{z2} (KN): 0

重新计算风荷载

☐ 形成计算模型

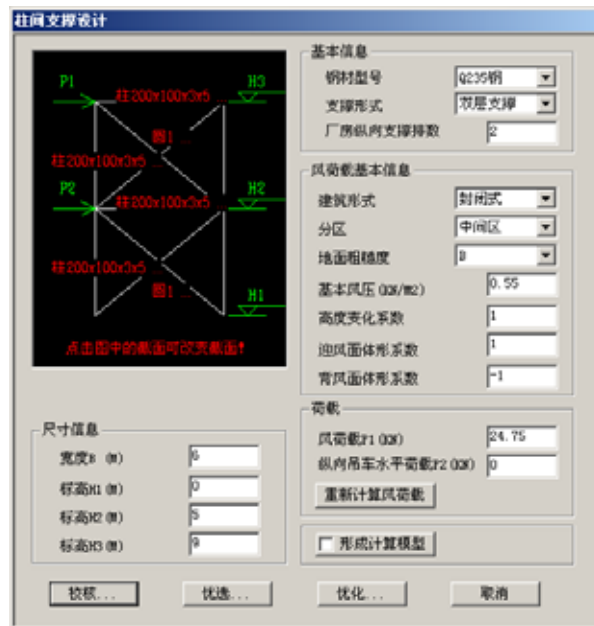
尺寸信息

宽度_z (M): 6

标高_{H1} (M): 0

标高_{H2} (M): 6

校核... 优选... 优化... 取消



说明：

1. 适用规范：CECS102:2002 6.5 节，钢结构设计手册（第二版）2.3 节三。
2. 软件提供单层支撑和双层支撑两种支撑形式。
3. 荷载：

纵向风荷载 P1：按集中荷载作用于柱顶标高处；初始风荷载值根据风荷载基本信息和快捷生成中的门架模板信息计算得到。

纵向吊车水平荷载 P2：按最大轮压之和换算，作用于牛腿标高处。

4. 截面尺寸：点击对话框中的截面名称，弹出“输入截面”对话框，用户可根据情况定义柱、横梁和支撑的截面。
5. 厂房纵向支撑排数：以此值均分纵向荷载。
6. 重新计算风荷载：修改风荷载基本信息或厂房纵向支撑排数后，按此重新计算风荷载。
7. 形成计算模型：在该按钮前打勾，则计算完后主界面上显示支撑的计算模型，同时菜单被切换到单榀设计菜单，可按一般结构进行计算。

● 抗风柱计算

抗风柱设计

基本信息

抗风柱高 (M) 钢材型号

抗风柱间距 (M) 抗风柱形式

抗风柱截面

恒载信息

恒载均布值 (KN/M2)

风荷载

建筑形式

分区

地面粗糙度

基本风压 (KN/M2)

高度变化系数

迎风面体形系数

背风面体形系数

☐ 形成计算模型

校核... 优选... 优化... 取消

软件可以设计实腹式抗风柱构件，构件按照单跨简支梁计算。

说明：

如果选择到一个抗风柱设计，软件自动得到该抗风柱的受荷范围；

1. 抗风柱高：如果选择到抗风柱，柱高为所选抗风柱高，否则取山墙面内最高的抗风柱计算。
2. 抗风柱间距：该值乘以面荷载均布值得到抗风柱上的线荷载。
3. 形成计算模型：在该按钮前打勾，则计算完后主界面上显示抗风柱的计算模型，同时菜单被切换到单榀设计菜单，可按一般结构进行计算。

● 隅撑计算

隅撑设计

柱或屋面梁

夹角

螺栓

连接板

设计信息

钢材型号

支撑梁形式

支撑梁截面

隅撑截面

与梁的夹角

☒ 隅撑成对布置

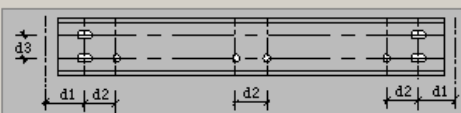
校核... 取消

说明：适用规范见 CECS102:2002 6.1.6 节；

6.1.3.2 维护结构参数

维护结构参数

檩条



檩条默认参数 (双击列表改变相应值, 单位:mm)

序号	截面高度	d1	d2	d3	拉条直径
1	≤ 120	60	60	40	φ 12
2	≤ 140	60	60	60	φ 12
3	≤ 150	60	60	70	φ 12
4	≤ 160	60	60	80	φ 12
5	≤ 200	60	60	80	φ 16
6	≤ 250	60	60	100	φ 16
7	> 250	60	60	120	φ 16

檩条孔位置

屋面檩条

☐ 孔居上
☒ 孔居中
☐ 孔居下

墙面檩条

☐ 孔居外
☒ 孔居中
☐ 孔居内

确定 取消

软件提供了不同檩条截面对应的孔位置参数，用户可修改默认参数。

6.1.3.3 抗风柱布置

布置抗风柱

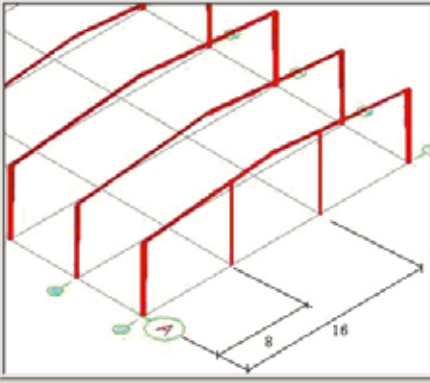
抗风柱截面: 柱200x100x3x5 ...

山墙抗风柱到A轴距离 (单位:m: 用英文逗号分隔, 如 6, 12, 18)

6, 12, 18

选择山墙刚架...

生成风轴统...



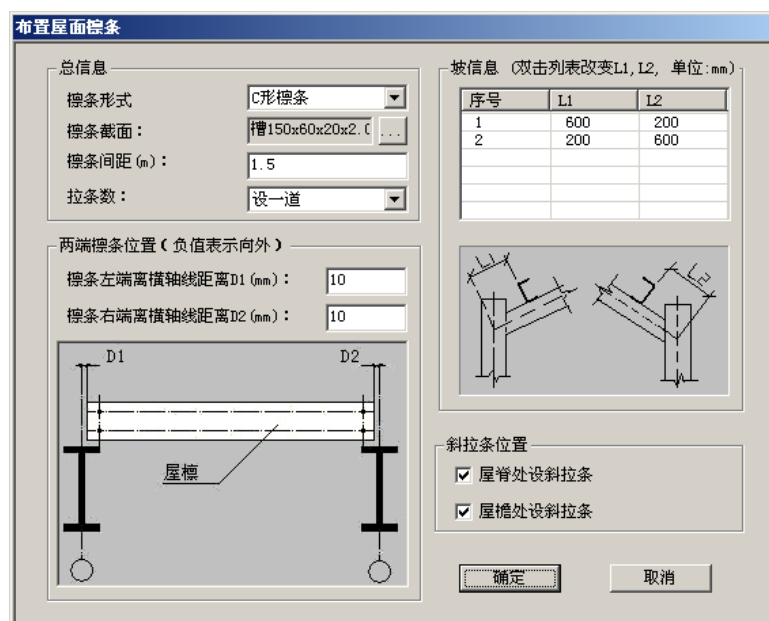
关闭

选择一种抗风柱截面，点击“选择山墙刚架...”按钮，选择山墙刚架（可一次选择多个山墙），

将相应的抗风柱布置到刚架上,软件自动生成整个刚架的纵轴线。此时,不需要点击“生成纵轴线...”按钮。如果山墙上没有抗风柱,则需要点击“生成纵轴线...”按钮,生成整个刚架的纵轴线。

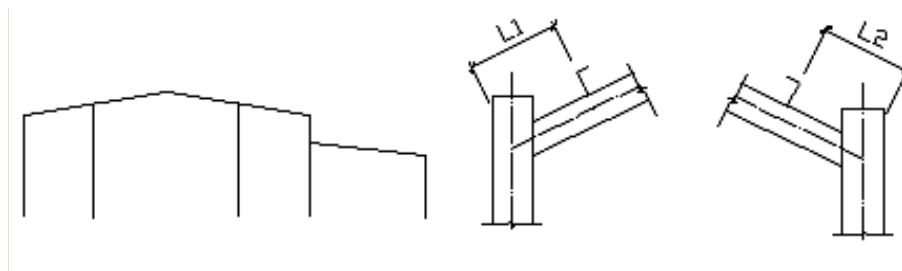
6.1.3.4 屋檩布置

按“屋檩布置”菜单,软件提示选择两榀刚架,选择第一榀和最后一榀刚架(也可选择其它的两榀刚架,软件在所选的两榀刚架间按相同的形式布置屋面檩条),弹出“布置屋面檩条”对话框,确定后将檩条布置到屋面上。



说明:

1. 软件提供 C 形和 Z 形(直卷)两种檩条截面形式。
2. 檩条间距指每一坡中间处的檩条间距,每一坡两端处的檩条间距根据坡信息中的 L1、L2 自动算出。
3. 拉条数目的设置见 CECS102:2002 6.3 节
4. 坡信息:先确定坡数。如下图为 3 坡;

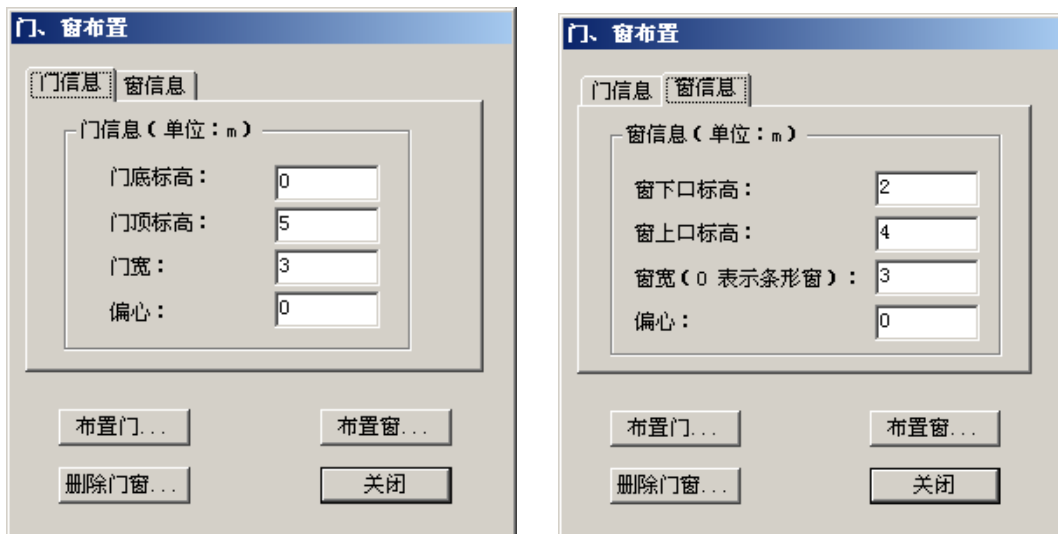


左檩到轴线距离 L1: 图中 L1 (负值指离轴线向外);

右檩到轴线距离 L2: 图中 L2 (负值指离轴线向外);

双击坡信息中的列表项,可改变 L1 和 L2 的值。

6.1.3.5 门窗布置



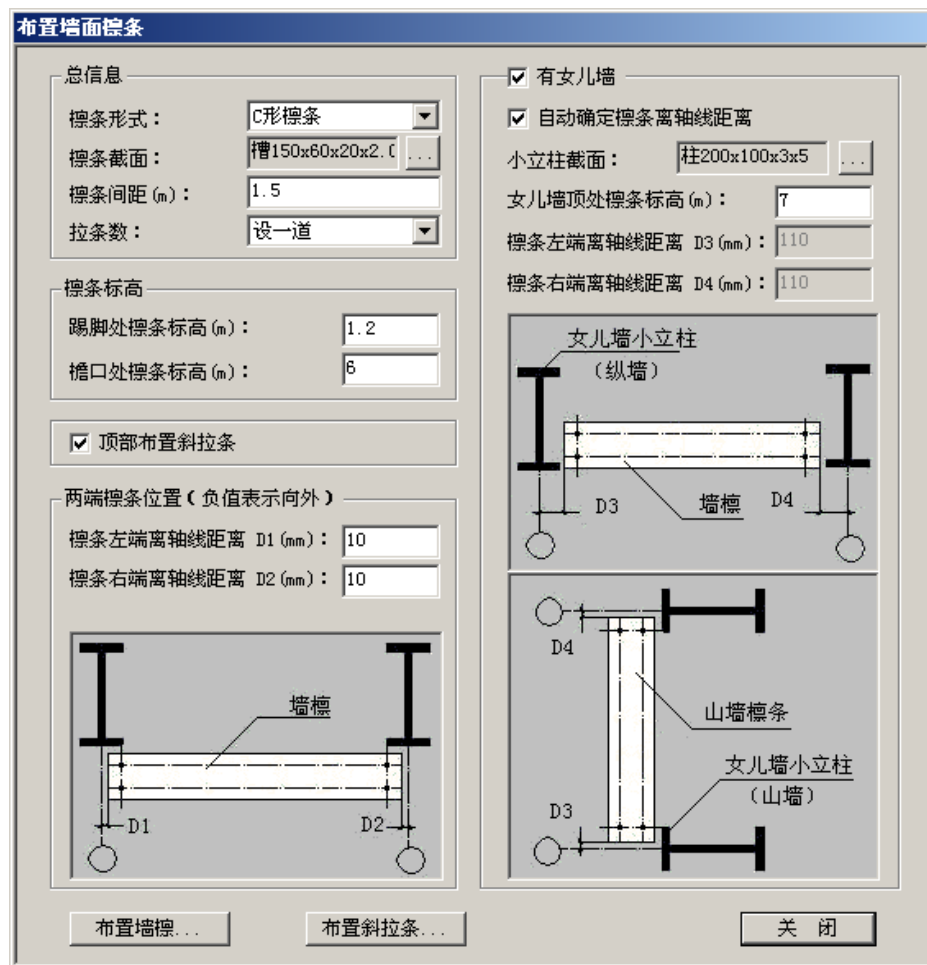
按“门窗布置...”菜单，软件提示选择门、窗所在轴线，选择一根轴线，点击右键弹出“门、窗布置”对话框，同时视图被切换到只显示所选的轴线及其上的对象，输入门或窗的信息，点击“布置门...”按钮，对话框隐去，选择门所在开间的红色短轴线（可一次选择多个），点击右键，门被布置到所选开间上；布置窗的方法同上。

点击“删除门窗...”按钮，可删除已布置号的门窗。

点击“关闭”按钮，视图还原，同理按以上方法可布置其它轴线上的门窗。

6.1.3.6 墙檩布置

按“墙檩布置”菜单，软件提示选择墙檩所在轴线，选择一根轴线，点击右键弹出“布置墙面檩条”对话框，同时视图被切换到只显示所选的轴线及其上的对象，输入布置信息，点击“布置墙檩...”按钮，对话框隐去，选择墙檩所在开间的红色短轴线（可一次选择多个），点击右键，墙檩被布置到所选开间上（同一个开间重复布置时，软件将自动删除上一次布置的结果）。



说明：

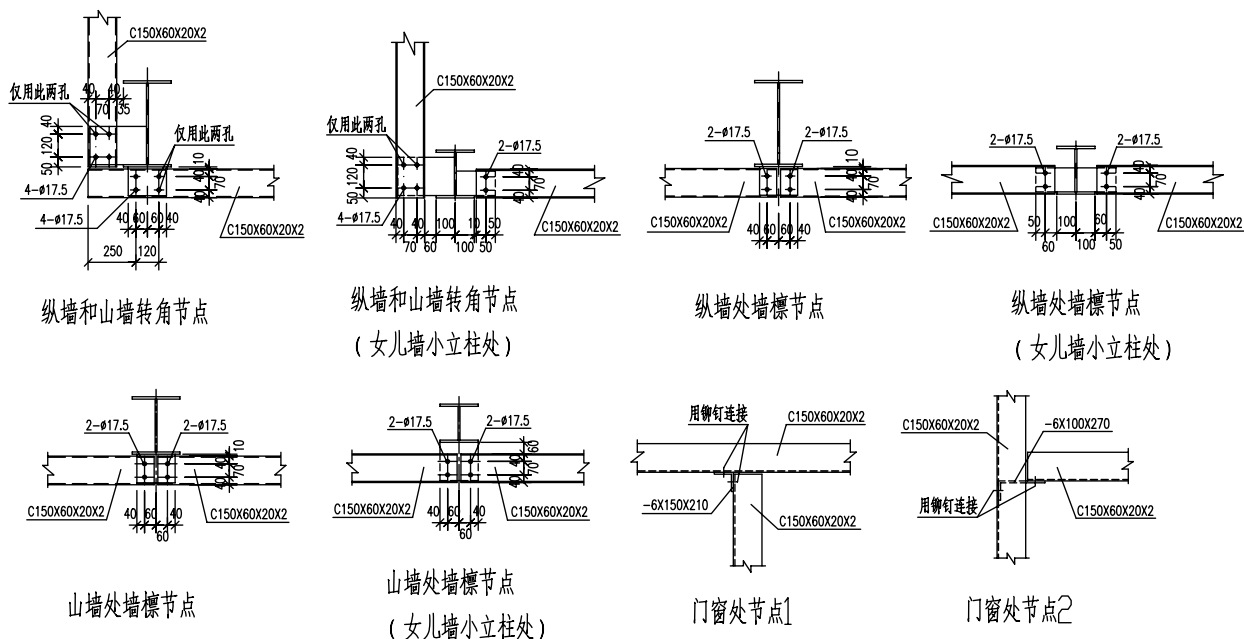
1. 墙面檩条布置原则为：在踢脚处檩条标高、窗户下上口、门顶、檐口处檩条标高、女儿墙顶处檩条标高的地方各布置一根檩条，如果相邻的两檩条间的竖向距离大于檩条间距（如 1.5m），则在两檩条间再布置一根檩条。

2. 顶部布置斜拉条：如果在此项前打勾，则在最上面的两根檩条间布置斜拉条。

3. 自动确定檩条离轴线距离：如果在此项前打勾，则 D3 和 D4 自动确定，否则需人工输入 D3、D4。自动确定的原则是：对于纵墙，D3、D4 都等于小立柱截面宽的一半加 10mm；对于山墙，D3=D4=10mm。

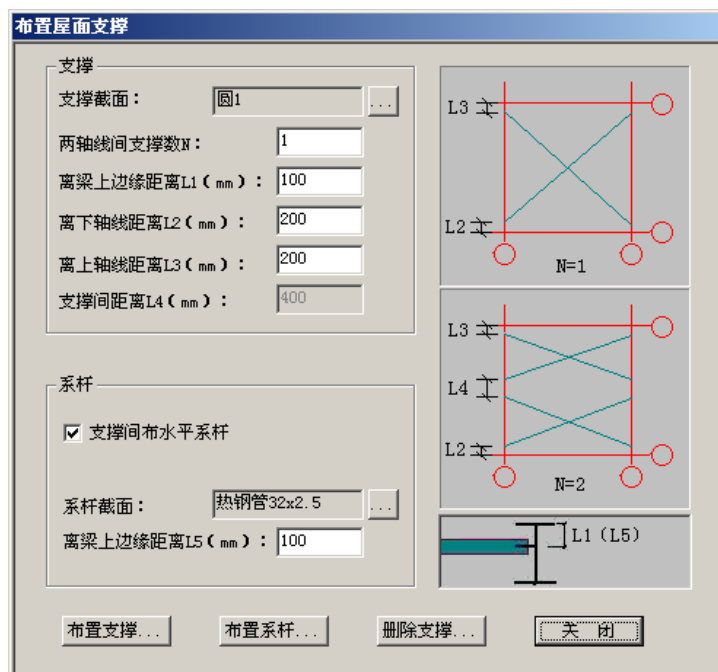
4. 布置斜拉条：点击此按钮后，对话框隐去，选择斜拉条所连的墙檩（同一开间选取两根），右键后斜拉条被布置到所选墙檩上。多数情况下，只需在顶部布置斜拉条，所以无需再单独布置斜拉条。

5. 为便于理解，下图列出了软件常用的几种墙面檩条节点（尺寸和数值均为示意）。



6.1.3.7 屋面支撑布置

按“屋面支撑布置...”菜单，弹出“布置屋面支撑”对话框，同时视图被切换到 Top View，输入布置信息，点击“布置支撑...”按钮，对话框隐去，选择水平的红色短轴线（如选择第一和最后一个开间的所有短轴线），点击右键，支撑被布置到两相邻轴线间的梁上。



说明：

1. 软件定义屋面支撑的截面为圆钢。
2. 两轴线间的支撑数 N：指相邻的两根纵轴线间的支撑数量。

3. 离梁上边缘的距离 L1、L5：该值应小于梁截面高。

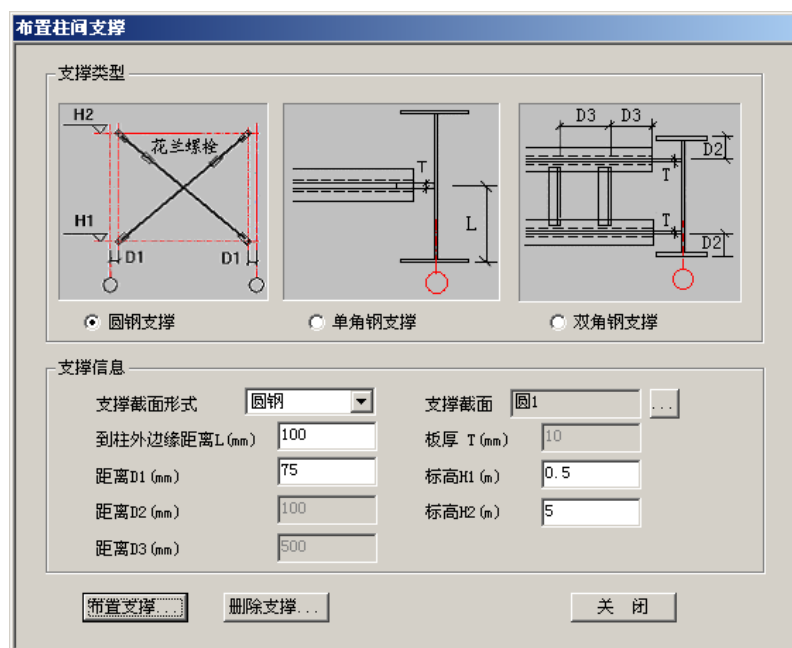
4. 下端轴线指 Y 坐标较小的纵轴线，上端轴线指 Y 坐标较大的纵轴线。

5. 支撑间距离 L4：如果两轴线间有多道支撑时需输入该值。

6. 软件默认在支撑间布置水平系杆，如需再单独布置系杆（如支撑布置在第二开间，在第一开间需布置系杆），点击“布置系杆...”按钮，对话框隐去，选择布置系杆的红色短轴线，点击右键，系杆被布置到相应的梁上。

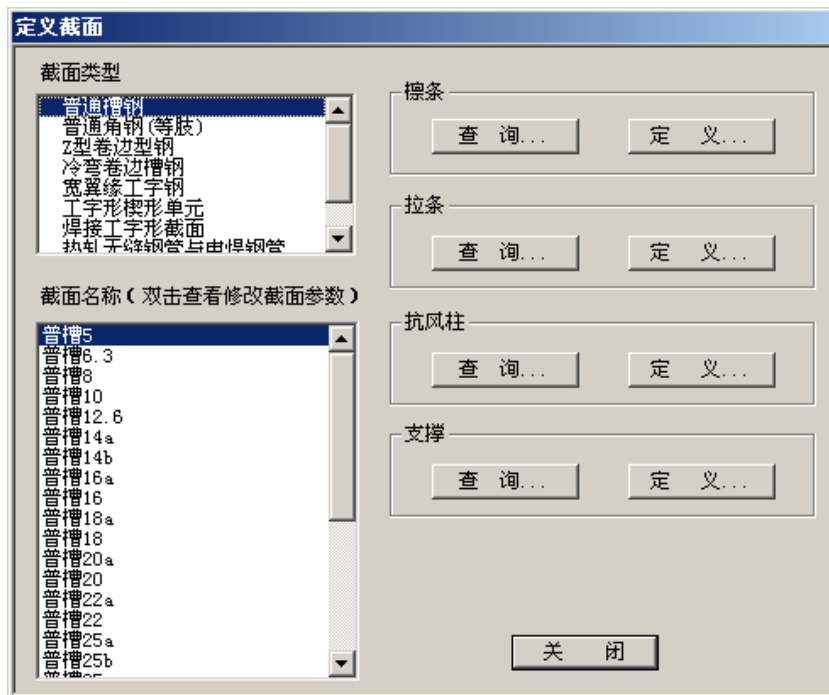
6.1.3.8 柱间支撑布置

按“柱间支撑布置...”菜单，软件提示选择墙檩所在轴线，选择一根轴线，点击右键弹出“布置柱间支撑”对话框，同时视图被切换到只显示所选的轴线及其上的对象，输入布置信息，点击“布置墙檩...”按钮，对话框隐去，选择墙檩所在开间的红色短轴线（可一次选择多个），点击右键，柱间支撑被布置到所选开间上。



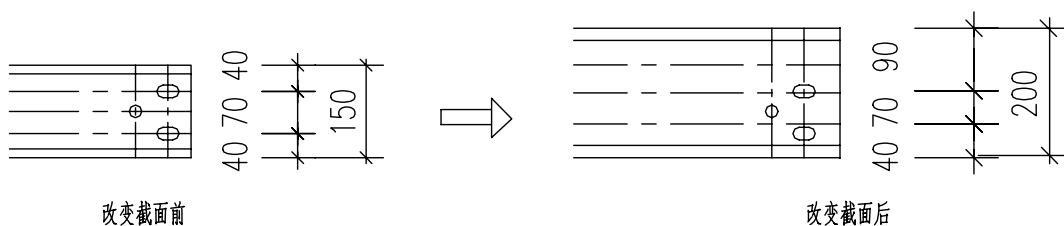
说明：软件提供三种柱间支撑类型，如果需要布置多层支撑，可在同一开间多次布置，如下层支撑采用双角钢支撑，上层支撑采用圆钢支撑，填入不同的标高等参数分别布置即可。

6.1.3.9 截面定义



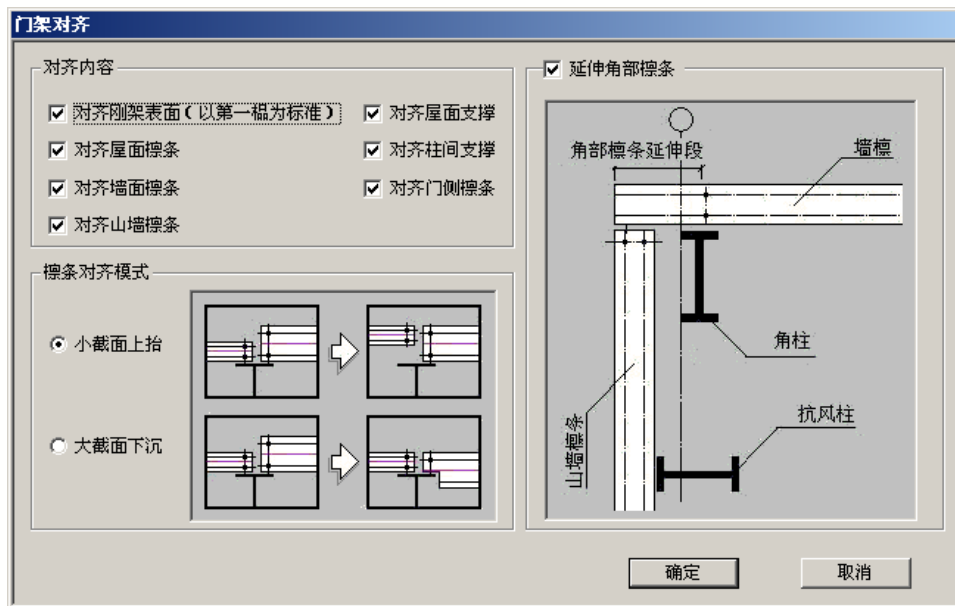
按“截面定义...”菜单，弹出“定义截面”对话框，按“查询...”按钮选择相应构件查询截面，按“定义...”按钮选择相应构件定义截面。定义时只能改变截面大小，不能改变截面类型。

建议：布置抗风柱、檩条及支撑等时，先通过计算确定好构件截面，再将其布置到相应位置上。只有在局部改变截面大小时才用定义截面命令，否则构件间的相对位置可能不正确，如下图将 150 的檩条改变为 200 的檩条后孔的位置还没有变化，这时只有在空间模型图中通过移动拉条来改变相应的孔位置，这样就比较麻烦。



6.1.3.10 对齐

按“对齐...”菜单，弹出“门架对齐”对话框，选择需对齐的内容，按“确定”按钮软件自动完成所选的对齐项。



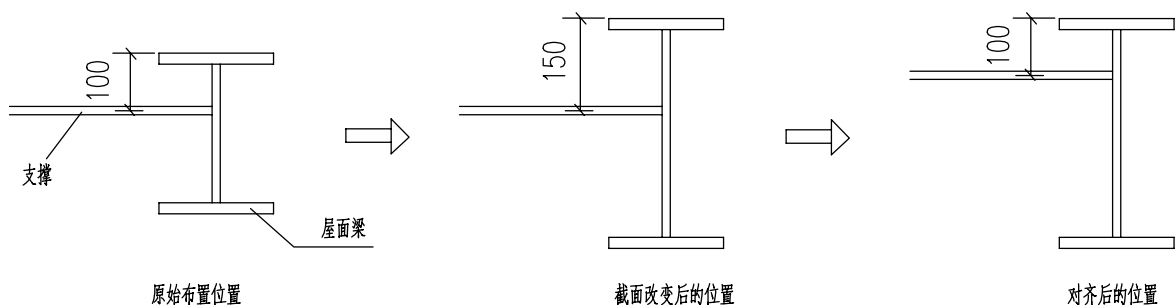
说明：

1. 除非用户已确定各构件间的相对位置正确，一般情况下，在转到后处理实体模型前需先执行对齐命令。

2. 对齐刚架表面：以第一榀刚架为标准，将所有刚架的外包尺寸对齐到同一位置，保证檩条等的正确放置；软件是通过定义构件的偏心来实现刚架表面的对齐。

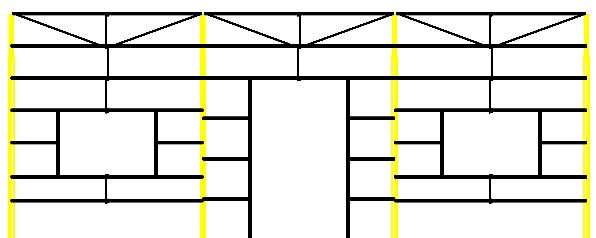
3. 对齐屋面、墙面、山墙檩条：因为梁、柱截面尺寸的变化将使檩条放置的位置不正确，通过执行该命令将使檩条放置到正确的位置。

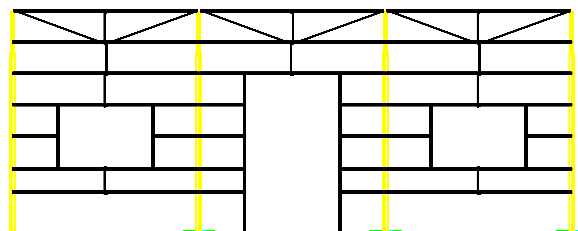
4. 对齐屋面支撑：梁的截面改变后，支撑相对于梁表面的位置可能要变化，通过执行该命令使支撑离梁表面的距离恢复到初始布置时的距离（见下图）。



5. 对齐柱间支撑：原理同上。

6. 对齐门侧檩条：将门两边的横向短檩条与相邻开间的墙檩对齐到同一高度（见下图）。





对齐前

对齐后

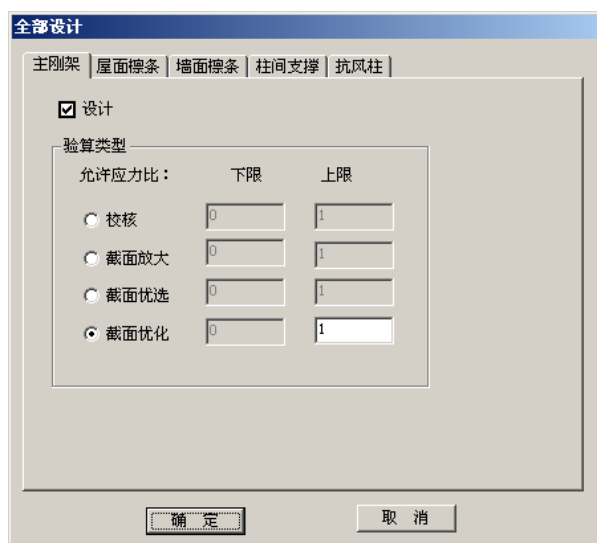
7. 延伸角部檩条：将纵墙檩条延伸到山墙檩条外边缘，同时将山墙檩条延伸到边柱外缘。

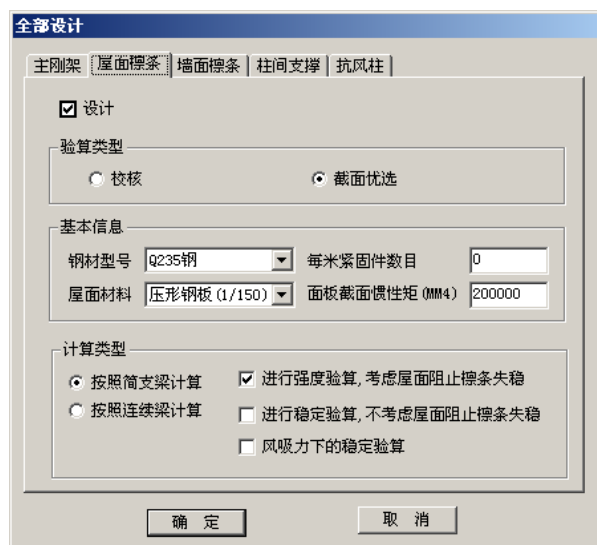
8. 截面对齐模式：当檩条截面不同时，选择一种对齐模式；当檩条截面相同时，任选一种对齐模式均可。

9. 软件默认抗风柱形心与刚架柱形心 x 坐标相同。

6.1.4 快速设计

6.1.4.1 全部设计





按“全部设计...”菜单，弹出“全部设计”对话框，分别选择设计的内容，按“确定”按钮软件对整个结构进行自动设计。执行该命令需先将刚架、抗风柱、檩条、支撑等布置好。

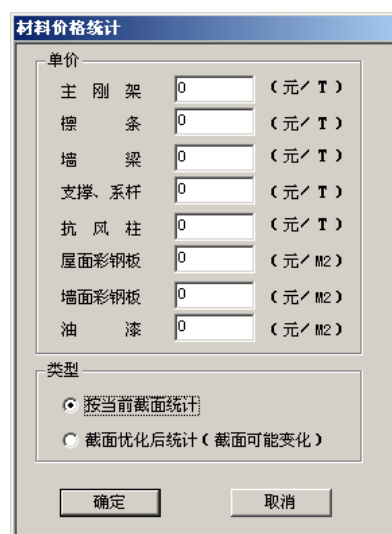
建议：

1. 软件按当前的构件信息对整个结构进行快输设计，在设计前可改变构件的基本信息，如改变刚架柱的平面外计算长度，可通过“单榀设计”菜单进入单榀刚架的有限元模型，在此模型下改变柱的平面外计算长度。

2. 如果刚架的构件已设计好，就不应再使用全部设计，否则构件的截面可能会发生变化，已有的构件截面信息会丢失。

3. 快速设计主要是给用户提供一个快速的设计结果，可能比较近似，因边界条件、计算长度等按软件默认可能会出现误差。

6.1.4.2 价格统计



按“价格统计...”菜单，弹出“材料价格统计...”对话框，输入材料价格，按“确定”按钮，

软件统计各材料的价格，完成后弹出一个统计结果。

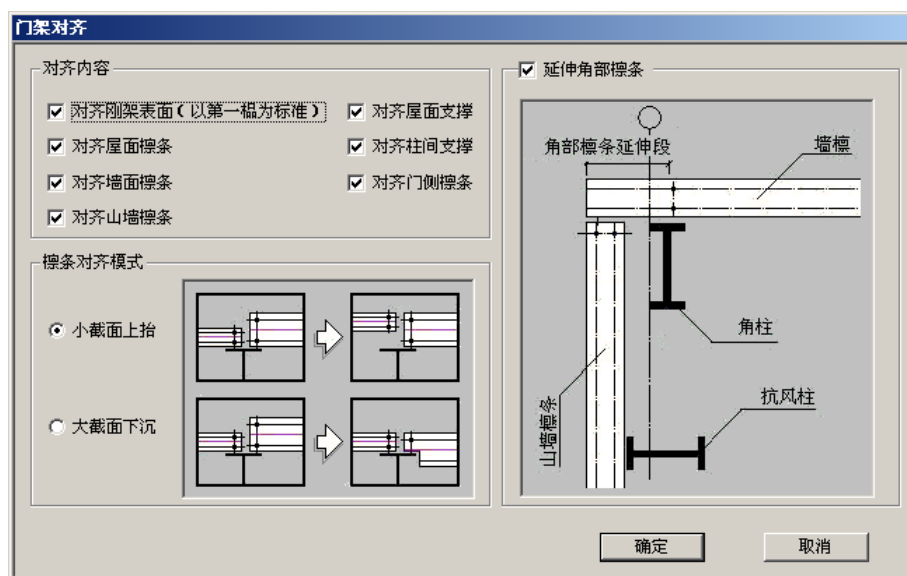
如果统计类型中选择按截面优化后统计，软件自动调用“全部设计”命令，此时，统计完后构件的截面可能会变化。

6.1.5 节点设计与实体模型施工图

- ◇ 主要内容：进行主刚架节点及柱脚，牛腿的设计和修改，形成三维实体模型。并根据该模型绘制主刚架及围护结构施工图。
- ◇ 连接：泛指所有的汇交杆件连接，包括节点，柱脚，牛腿。

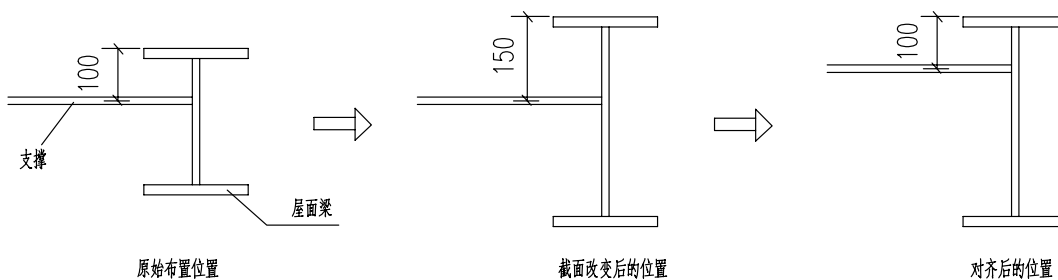
6.1.5.1 对齐

按“对齐...”菜单，弹出“门架对齐”对话框，选择需对齐的内容，按“确定”按钮软件自动完成所选的对齐项。



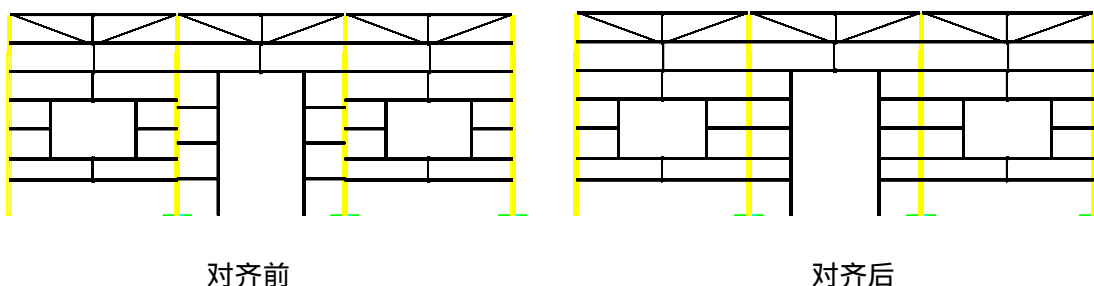
说明：

1. 除非用户已确定各构件间的相对位置正确，一般情况下，在转到后处理实体模型前需先执行对齐命令。
2. 对齐刚架表面：以第一榀刚架为标准，将所有刚架的外包尺寸对齐到同一位置，保证檩条等的正确放置；软件是通过定义构件的偏心来实现刚架表面的对齐。
3. 对齐屋面、墙面、山墙檩条：因为梁、柱截面尺寸的变化将使檩条放置的位置不正确，通过执行该命令将使檩条放置到正确的位置。
4. 对齐屋面支撑：梁的截面改变后，支撑相对于梁表面的位置可能要变化，通过执行该命令使支撑离梁表面的距离恢复到初始布置时的距离（见下图）。



5. 对齐柱间支撑：原理同上。

6. 对齐门侧檩条：将门两边的横向短檩条与相邻开间的墙檩对齐到同一高度（见下图）。



7. 延伸角部檩条：将纵墙檩条延伸到山墙檩条外边缘，同时将山墙檩条延伸到边柱外缘。

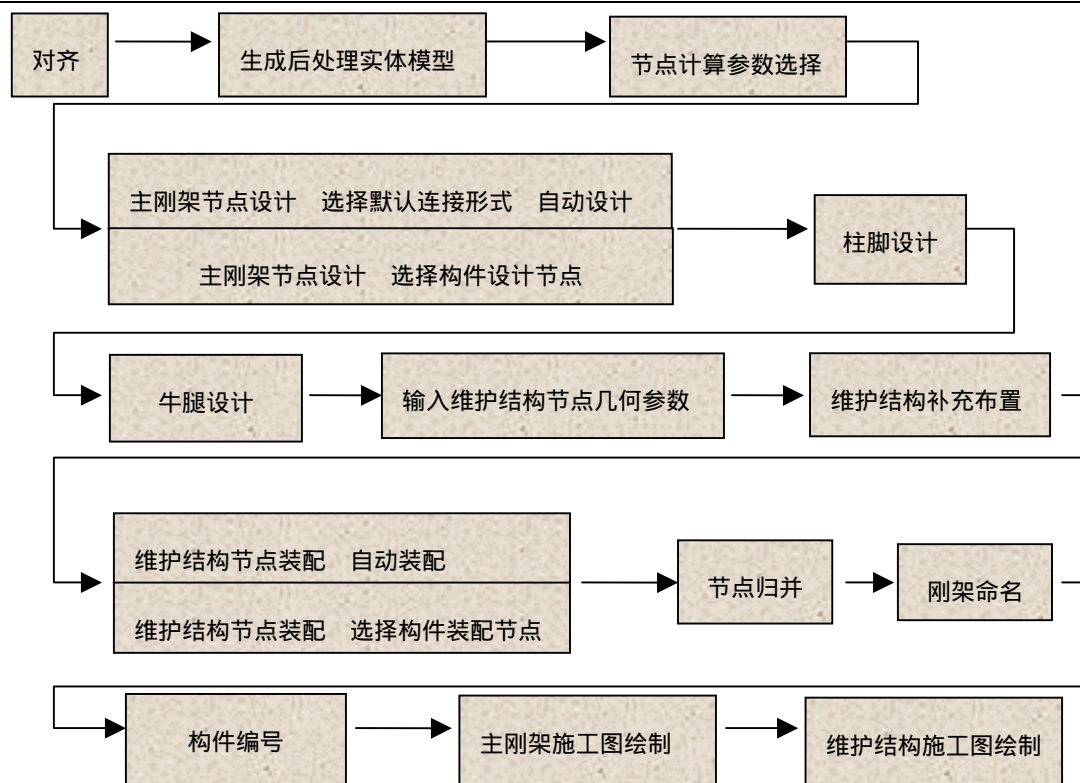
8. 截面对齐模式：当檩条截面不同时，选择一种对齐模式；当檩条截面相同时，任选一种对齐模式均可。

9. 软件默认抗风柱形心与刚架柱形心 x 坐标相同。

6.1.5.2 后处理实体模型

软件根据对齐后的计算模型生成一个新的 dwg 文件，该文件是结构的三维实体的模型。节点的设计与施工图的绘制均在这个实体模型上进行。同时生成同名文件夹，结构的计算结果文件均放置在该文件夹中。程序默认的文件名/目录名为：A_门式刚架后处理模型，其中 A 是计算文件的工程名称。

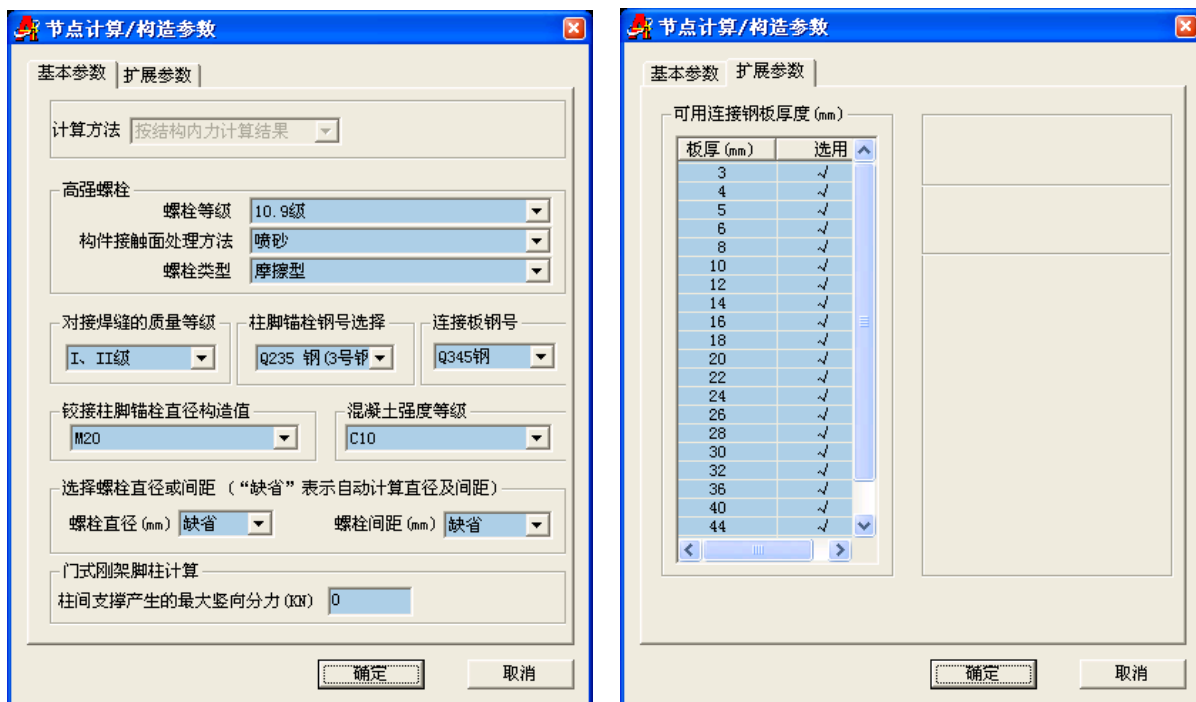
生成后处理实体模型之后，需打开该 DWG 模型文件，以进行节点设计与施工图绘制。后处理的操作流程如下图所示：



后处理操作流程图中

6.1.5.3 计算参数选择

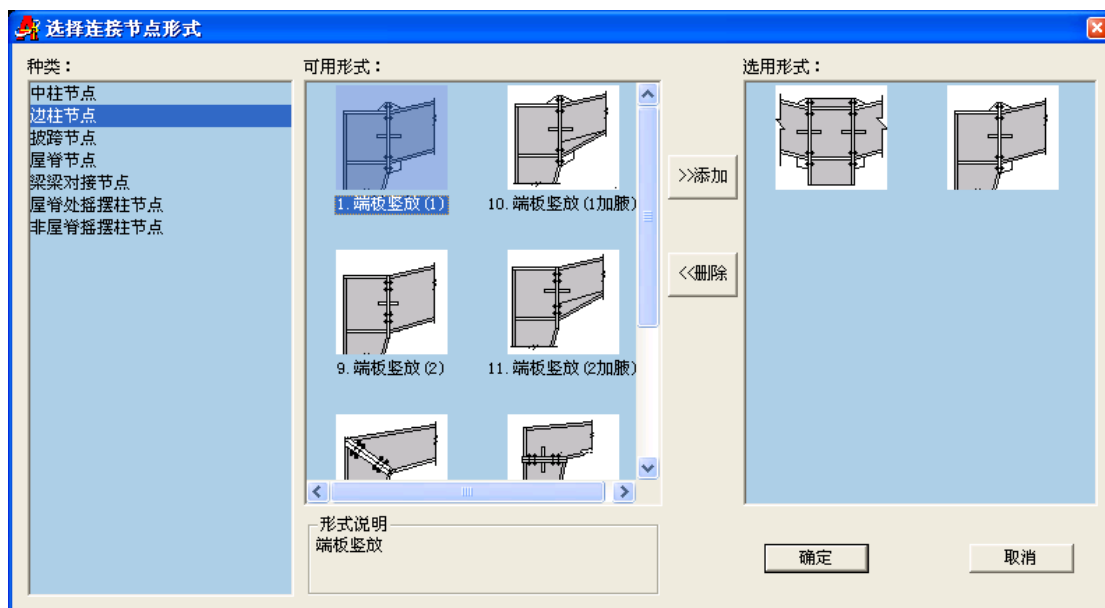
在进行连接设计计算以前，应先确定连接计算中需要的参数。程序默认节点端部连接均采用高强螺栓，柱脚用锚栓。如果选择了自动计算螺栓直径和间距，软件按照 M16, M20, M22, M24, M27, M30 顺序进行节点设计。用户也可以指定高强螺栓直径和间距进行节点设计。按照规范列出锚栓直径，进行柱脚计算设计。在柱脚设计中，锚栓直径与间距由软件计算决定。该对话框有两个页面，如下图所示。在“扩展参数”页面中，选择该工程中可用的节点板厚度序列。



6.1.5.4 主刚架节点的全自动设计

6.1.5.4.1 选择默认的连接形式

节点设计是杆件在汇交处的连接设计，软件按杆件的位置与汇交形式将节点分为中柱节点，边柱节点，披跨节点，梁梁节点，摇摆柱节点等七类，每一类中有若干种具体形式。该命令出现如下对话框：



在对话框中，依次对每一种类，在可用形式中选择设计要采用的节点形式，点击“添加”按钮

或直接双击示意图，加入到选用形式列表中。选择完成后，点击“确定”按钮。

6.1.5.4.2 自动设计节点

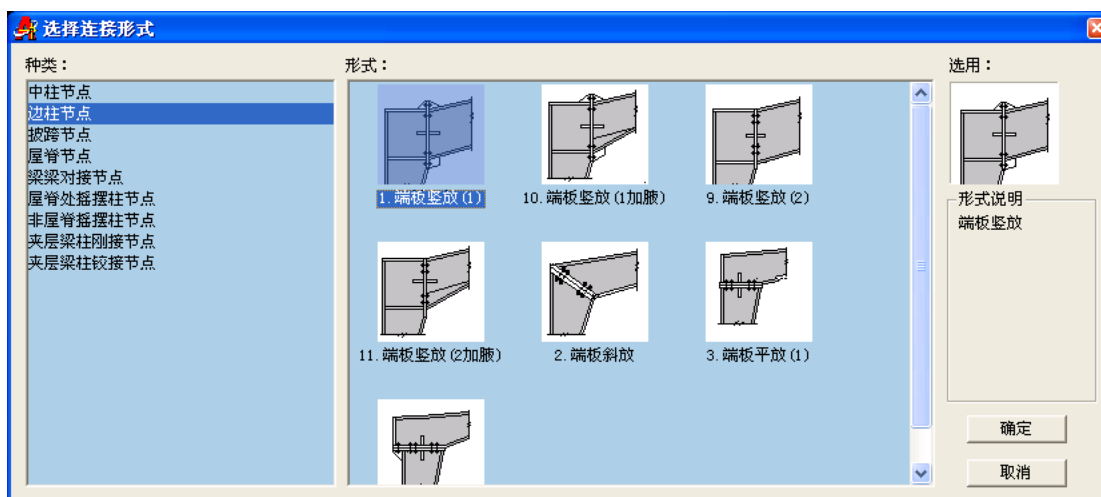
点击该命令后，软件使用先前选定的“默认连接形式”对所有的主刚架节点进行设计并给出设计结果。

6.1.5.5 主刚架节点的交互式设计

6.1.5.5.1 选择构件进行节点设计

该命令对选定的杆件用指定的节点形式进行连接设计。节点设计的顺序是：

1、选择汇交处的杆件（通常用 AutoCAD 的“交叉”窗选较方便）。完成后回车或单击右键。出现如下对话框。



2、在对话框左边的列表中选择连接节点种类。

3、在对话框右边的形式图标栏中选定具体形式，双击示意图或单击先中后按“确定”。

软件将根据选定的形式进行节点设计。

软件计算完成后，弹出对话框说明设计结果，可以直接查看设计节点的计算书。如果设计失败，请在计算书中查找设计失败的原因。

以设计一个边柱节点为例：点击菜单项中“节点设计” 命令行中提示“请选择杆件：”，用鼠标选取边柱，及与之相交的梁 在对话框左边列表选中“边柱节点” 在右边列表选择“端板竖放（1）”这一形式进行设计 点击“确定” 软件计算完成设计。

设计要点：

1. 根据节点种类正确地选择汇交的杆件。设计各类节点需要选择的杆件如下（与选择顺序无关）：

中柱节点：柱，相连的左梁与右梁；

边柱节点：柱，相连的左梁与右梁，中柱节点不能作为两个边柱节点进行设计；

披跨节点：梁，相连的上柱，下柱；

梁梁节点：两个相连的梁；

摇摆柱节点：柱，相连的左梁，右梁；

夹层梁柱节点：梁，相连的下柱。

2. 当软件提示“所选杆件不能构成指定形式的连接”时，可能的原因有：

a) 选择的杆件与节点形式不匹配。比如在披跨连接处指定了一个边柱节点的形式进行设计。

b) 杆件汇交处已经进行了节点设计并且成功。

c) 在计算模型中指定了杆端为刚（铰）接，但是在节点设计中却指定了一个铰（刚）接节点形式。如将摇摆柱节点（柱顶是铰接）按中柱节点设计。

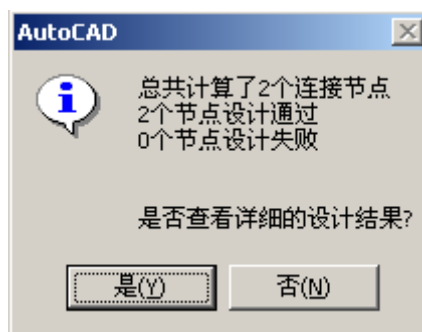
3. 节点设计失败时，可采取如下的措施：

a) 改用另一种节点形式，如采用“端板竖放（1）”设计失败，可以尝试用“端板竖放（2）”来进行设计。

b) 当计算书中设计失败原因提到“螺栓群不能抵抗外力，而且不能再增加螺栓行数或增加螺栓直径”或“腹板过薄”等时，应回到有限元计算模型中改变相应杆件的截面参数，重新进行内力计算及杆件验算，重新生成后处理实体模型，进行节点设计。

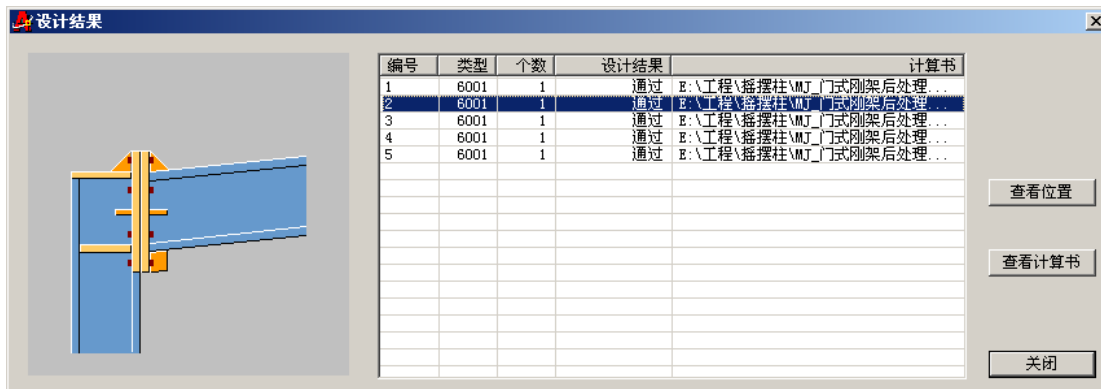
6.1.5.5.2 设计结果

设计结束后，出现如下所例示的对话框。



点击“否”不查看设计结果，设计结束。

点击“是”查看设计结果，出现如下所例示的对话框。



点击“查看位置”，软件将以一个红色圆锥标出对应的节点。

点击“查看计算书”，打开节点的计算书。双击列表项目同点击按钮等效。

6.1.5.5.3 节点设计的使用技巧

1. 用高强螺栓连接的梁腹板

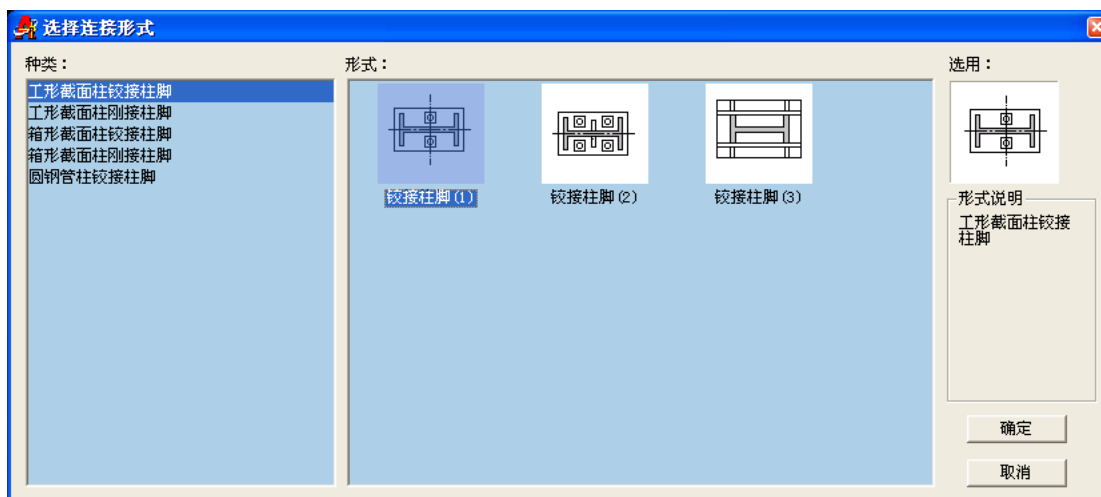
要求梁腹板高至少是螺栓最小间距+最小边距 $3*d_0+2*d_0+2*d_0=122.5$ ，铰接缝隙 40mm，刚接缝隙 70mm，那么梁腹板高度至少为 165~195mm，要求梁腹板厚至少为 6mm。这是因为根据规范要求，螺栓的最小间距为 $3*d_0=3*(16+1.5)=52.5\text{mm}$ ，最大间距控制在 $12*t=12*6=72\text{mm}$ ，满足要求。对于板厚 4mm 的高强螺栓连接，最大间距控制在 $12*t=12*4=48\text{mm}$ ，显然小于最小螺栓间距，构造要求不能够满足。

2. 高强螺栓连接螺栓直径的选择

在程序中，高强螺栓是按增加排数——增大螺栓直径——增加列数来满足强度要求确定的。设计结果可能出现采用的螺栓直径小，排列密集的情况，与工程师的习惯不同。而且对于整个钢结构体系，不同的节点设计，可能软件自动选择不同直径的螺栓，出现好几种螺栓直径，下料施工不方便。建议用户在遇见这种情况的时候，在节点设计参数对话框中，指定一个螺栓直径，那么程序会根据指定的直径进行所有的连接设计。当然，在部分节点，指定直径会设计失败，这是由连接杆件的板厚，板宽决定的。这时可以改变螺栓直径或直接将直径设为缺省，再一次进行节点设计。指定螺栓直径/缺省直径两种选择合理使用，将会减少工程中应用的螺栓种类，有合理的螺栓排列，得到满意的设计结果，减少工作量。

6.1.5.6 柱脚设计

根据柱底截面的尺寸选择适合的节点形式进行设计。计算完成后，可以直接查看计算书。使用方法与要点同交互式节点设计。

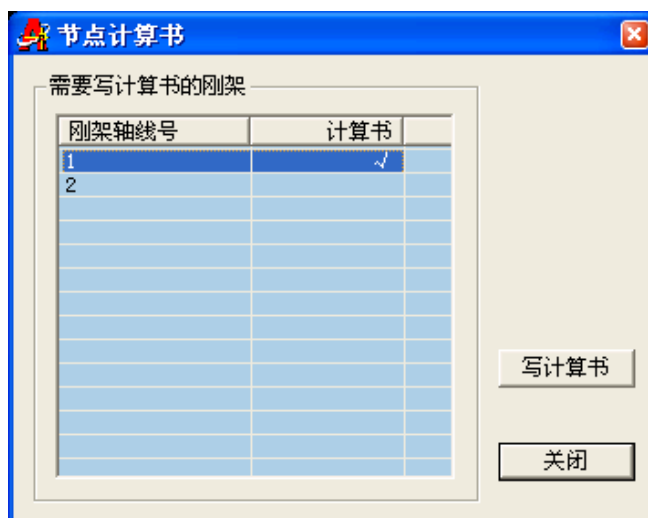


6.1.5.7 牛腿设计

软件自动根据计算模型中的吊车设置与荷载进行牛腿设计。计算结果文件放在后处理文件夹中，后缀名为 niutui。

6.1.5.8 节点计算书

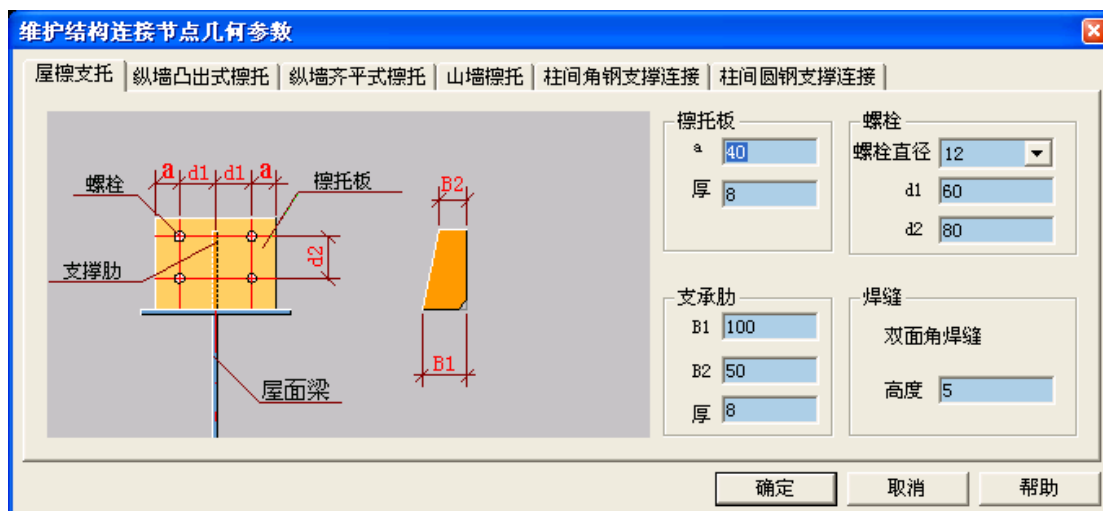
该命令后出现如下所例示的对话框：



软件可以对每一榀主刚架的节点生成一个 WORD 格式的节点计算书。在列表框中选择刚架，按钮“写计算书”生成所选刚架的计算书文件。

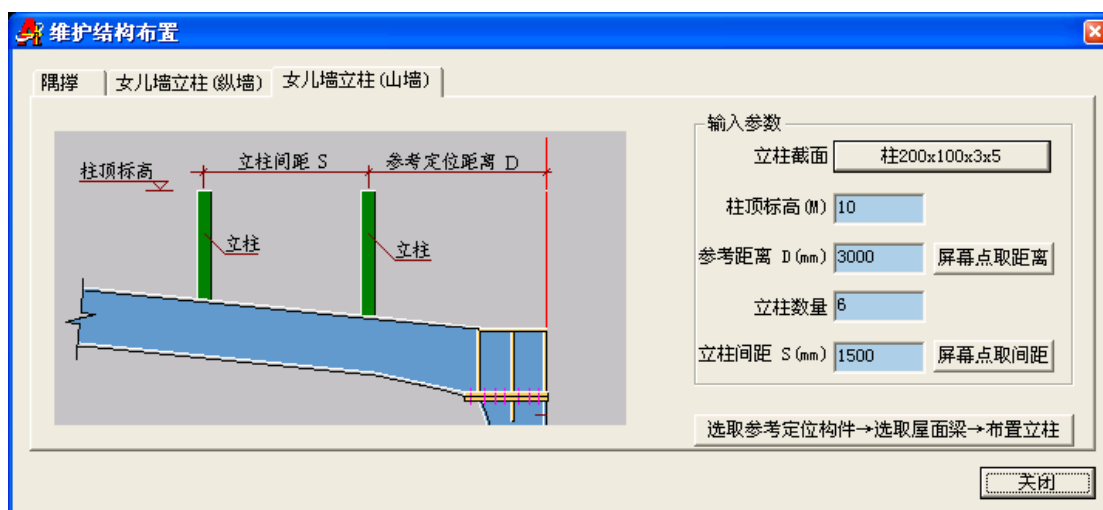
6.1.5.9 输入维护结构节点几何参数

该命令用于输入用户指定的维护结构节点的几何参数，对话框有 6 个页面，每个页面对应一种节点形式，如下图所示：



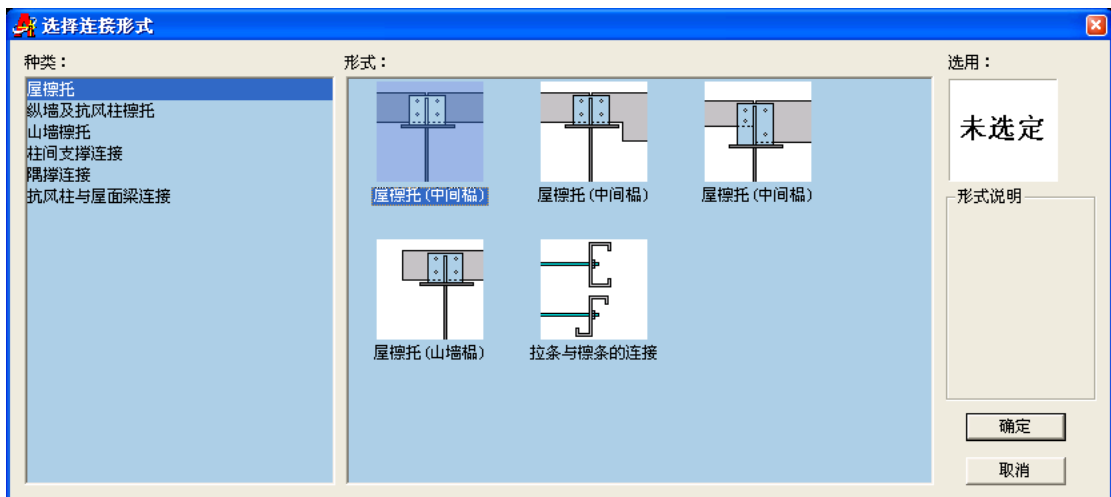
6.1.5.10 维护结构补充布置

该命令布置隅撑、纵墙与山墙的女儿墙立柱，对话框如下图所示：



6.1.5.11 维护结构节点装配

根据前面在“维护结构节点几何参数”对话框中输入的参数生成维护结构节点的三维模型。有两种使用方式：全自动装配与交互式装配。使用方法与前述“全自动主刚架节点设计”与“交互式主刚架节点设计”相同。其中，交互式装配的对话框如下图所示：

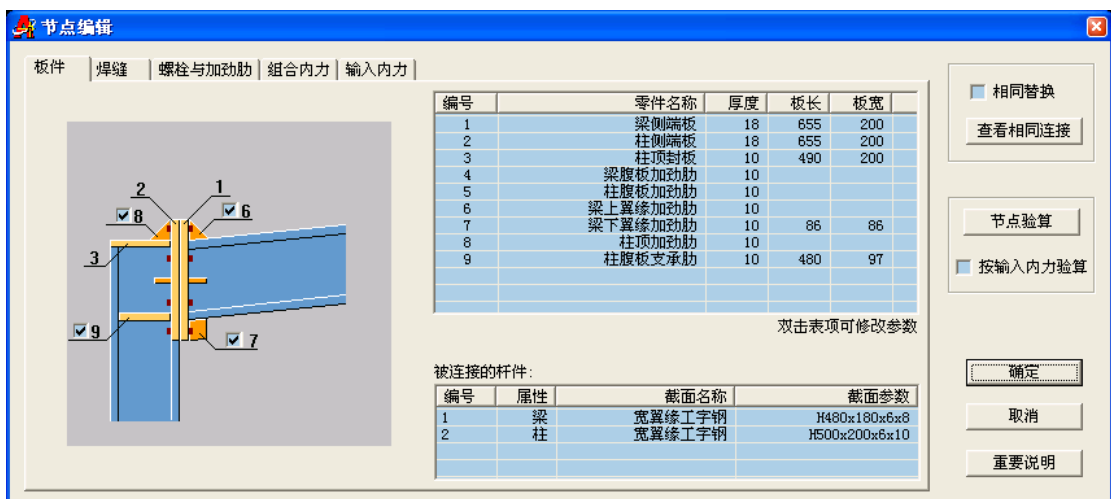


6.1.5.12 主刚架节点编辑

对于已经设计完成的主刚架节点，点击菜单命令“节点编辑”可以对节点中的板件、焊缝和螺栓进行修改和验算。点击菜单项，选中要进行编辑的节点，点击右键将显示节点编辑对话框。该对话框共有五个页面——板件、焊缝、螺栓与加劲肋、组合内力及输入内力。

6.1.5.12.1 板件编辑

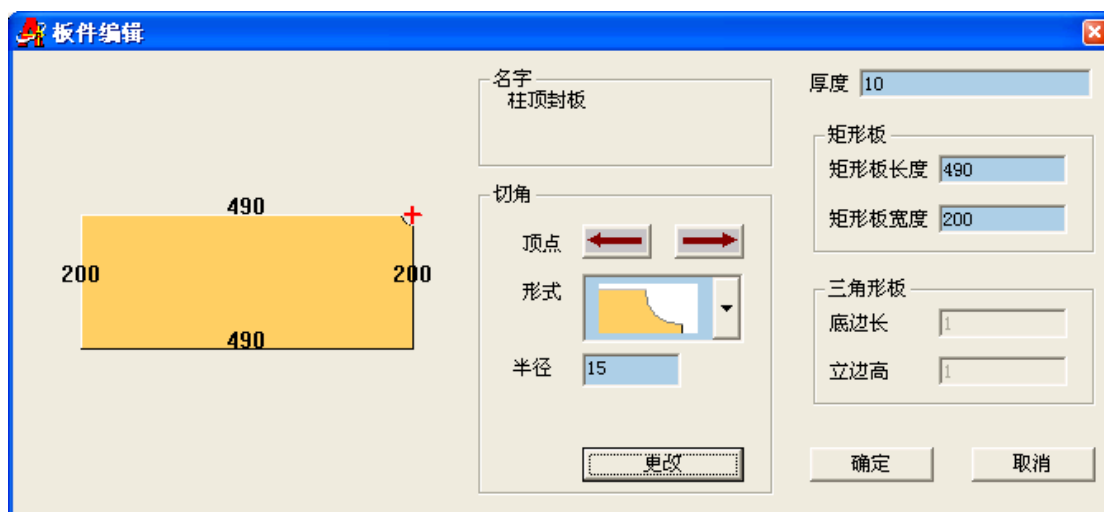
“板件”页面如下图所示。



在“板件”页面中，左边图片代表选中节点的形式，对话框右边是节点中的板件列表，图片中的板件数字编号与列表中的板件编号一一对应。软件根据设计计算，确定是否在节点中设置加劲肋及其数量。图片中已经绘出最多可能设置的加劲肋的位置。若实际计算中要求在该位置设加劲肋，则对应位置的复选框处于选中状态。同时在对话框右边零件列表中对应的加劲肋方为有效。若要增加或去除加劲肋，在图片中勾选或勾除对应的“ ”标记即可。在板件列表中双击要修改的板件项，出现以下对话框，可修改板件的几何数据以及切角处理。

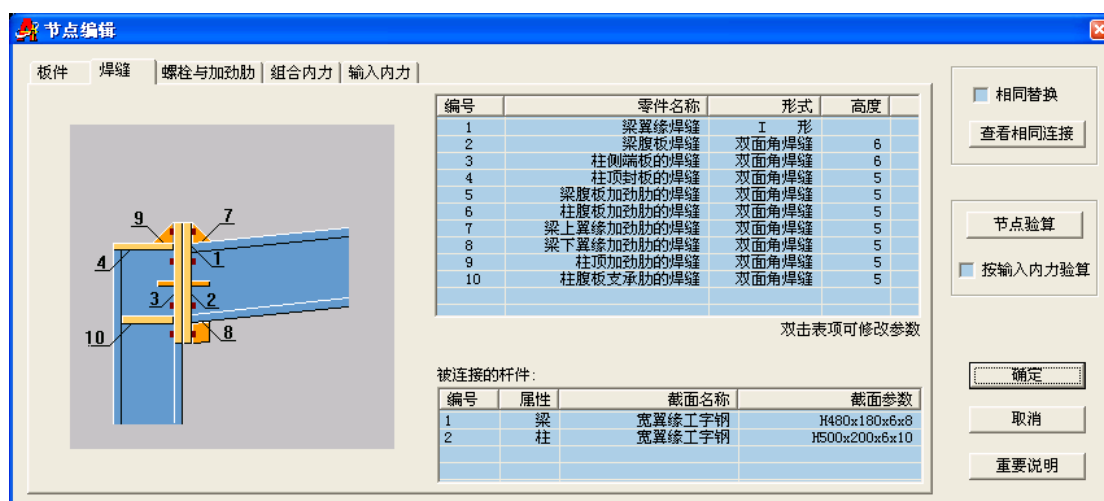
单击按钮“ ”或“ ”移动红色十字标记的角部顶点，在下拉框中选择切角形式，填入切角

参数，按“更改”即可完成切角处理。

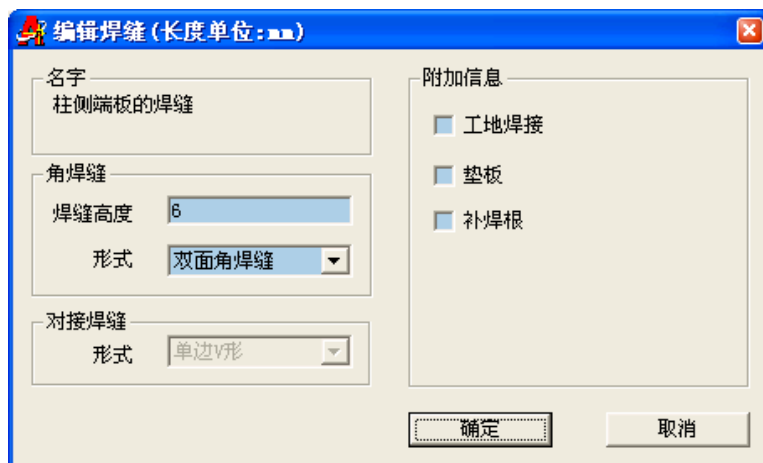


6.1.5.12.2 焊缝编辑

“焊缝”页面如下图所示。

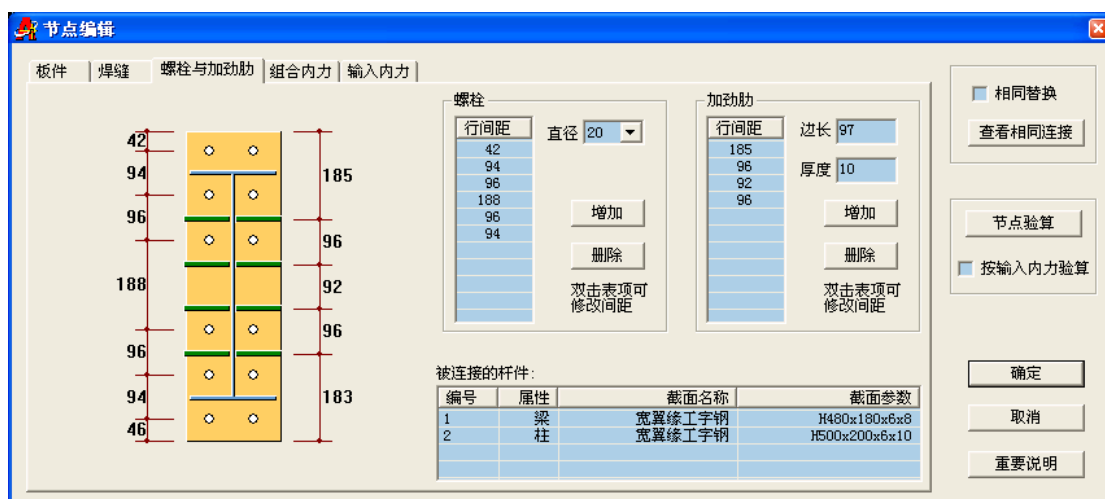


在“焊缝”页面中，左边图片代表选中节点的形式及不同位置焊缝的编号，对话框右边是节点中的焊缝列表，图片中的焊缝编号与列表中的焊缝编号一一对应。在焊缝列表中双击要修改的焊缝项，出现以下所列示的对话框，在该对话框中修改相关数据。



6.1.5.12.3 编辑螺栓与端板的加劲肋

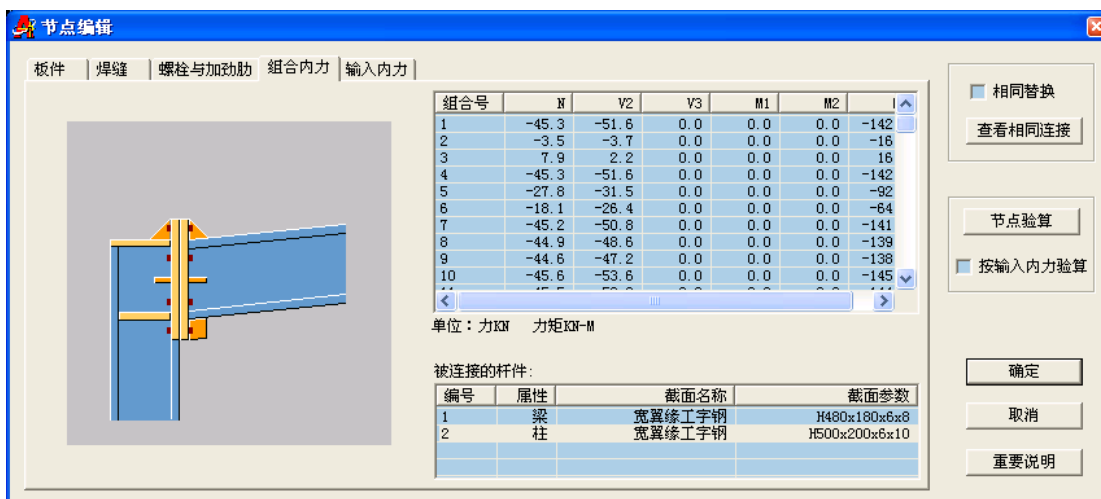
“螺栓与加劲肋”页面如下图所示。



在该页面的左侧按真实的位置及相互比例关系绘制并且标注出端板的加劲板件与螺栓的布置情况。在页面的右侧分别有“螺栓”与“加劲肋”的编辑区。在“行间距”列表中双击表项可以修改对应螺栓（或加劲肋）的位置；按钮“增加”在最底部增加一排螺栓（或加劲肋）；按钮“删除”删除最底部的一排螺栓（或加劲肋）。对话框左侧的布置图将实时反映修改的状态。

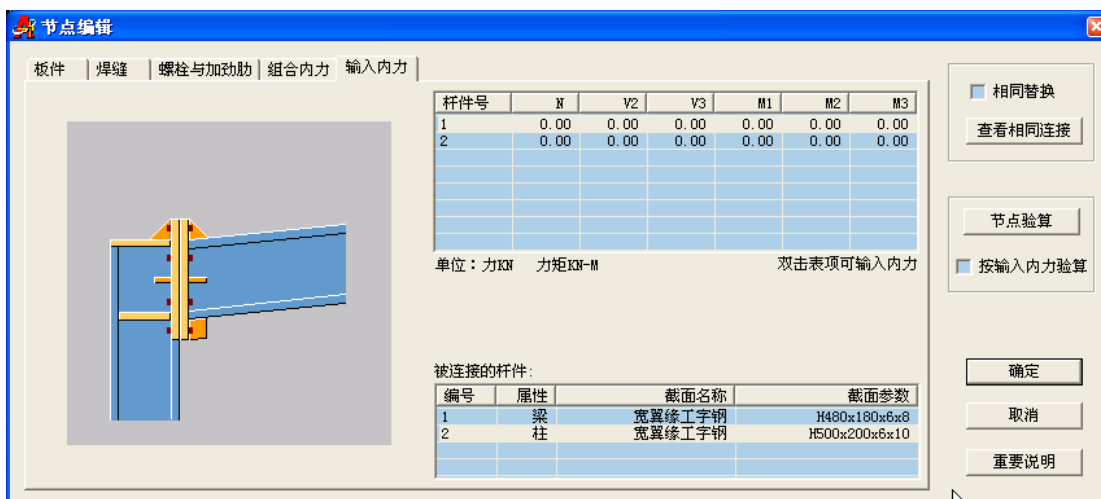
6.1.5.12.4 组合内力查询

“组合内力”页面如下图所示。在页面右下侧“被连接的杆件”列表中单击杆件表项，则在其上面的列表中显示与其对应的杆端组合内力。该内力仅为查询，不可修改。



6.1.5.12.5 输入验算内力

“输入内力”页面如下图所示。



在页面右上侧列表中双击杆件表项可输入用于验算的杆端内力。

6.1.5.12.6 查看相同连接

显示同选中连接完全相同的所有其它连接，并以红色圆锥在实体模型上指示位置。

6.1.5.12.7 相同替换

如果“相同替换”复选框处于选中状态，在用户完成节点编辑点击“确定”时，其它所有相同连接节点将自动被替换为正在编辑的连接节点。

6.1.5.12.8 节点验算

根据现有表项中的连接件数据进行节点验算，检验修改过的节点是否满足规范要求。计算后给

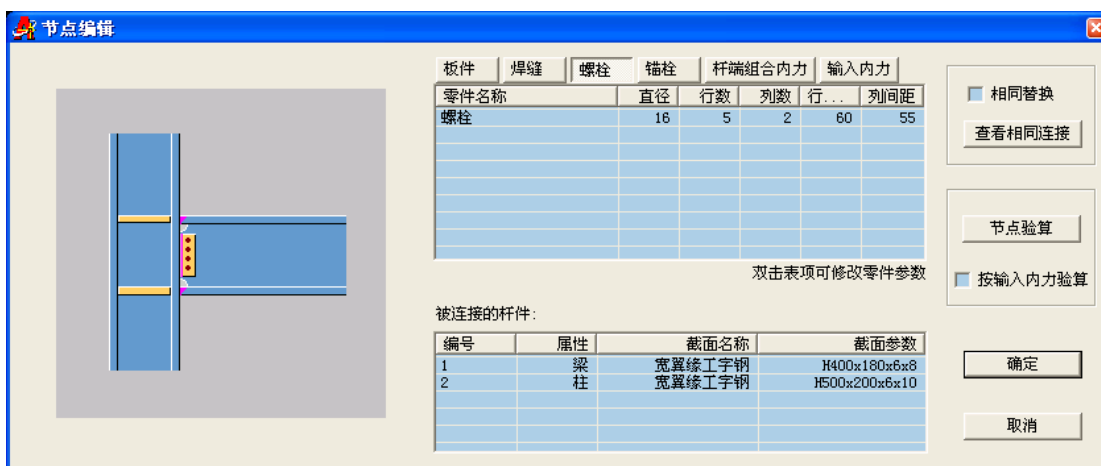
出结果，可以直接查看计算书。如果节点验算失败，计算书中会进一步给出节点验算不通过的原因。

6.1.5.12.9 重要说明

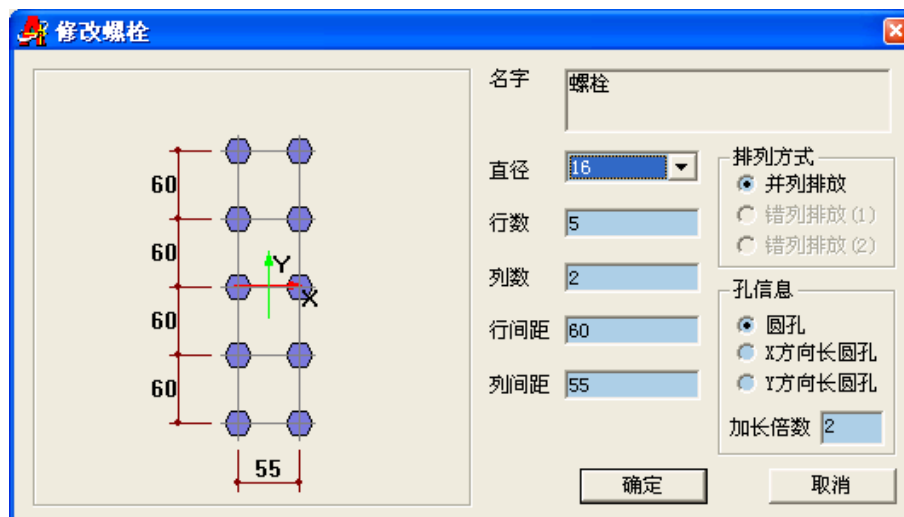
对于门式刚架中的定型节点形式，若修改了主要板件(如端板)的长度，则“节点验算”功能失效。

6.1.5.13 柱脚节点、牛腿节点、维护结构节点及其它节点的编辑

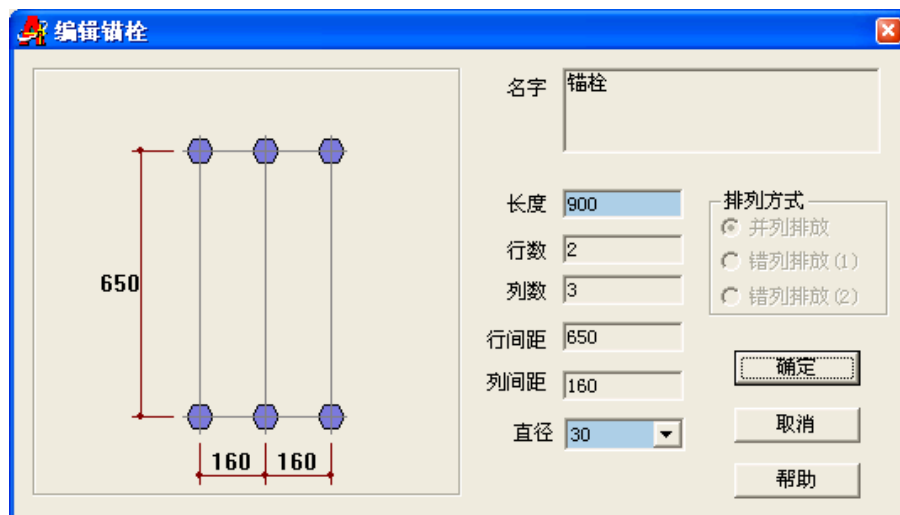
点击“节点编辑”，若选中的节点不是主刚架节点，则出现的对话框如下图所示。该对话框的使用与主刚架节点编辑对话框基本类似，不同之处在于有单独的“螺栓”与“锚栓”页面。



在“螺栓”页面中双击螺栓零件表项，出现的螺栓编辑对话框如下图所示。可以修改螺栓直径、行数、列数及间距。对话框右侧的“行间距”与“列间距”是完全等距离排列时的间距。对于螺栓间距不等的情况，如想修改某行（列）之间的距离，可以单击左图中的间距尺寸数字，在弹出的对话框中输入间距数值。如果改变了右部编辑框中的行间距（列间距）数字，则螺栓按等间距排列。最后的排列以左边的图示为准。



在“锚栓”页面中双击锚栓零件表项，出现的锚栓编辑对话框如下图所示。可以修改锚栓长度与直径。行数、列数及间距由软件确定，不可以更改。



6.1.5.14 删除节点

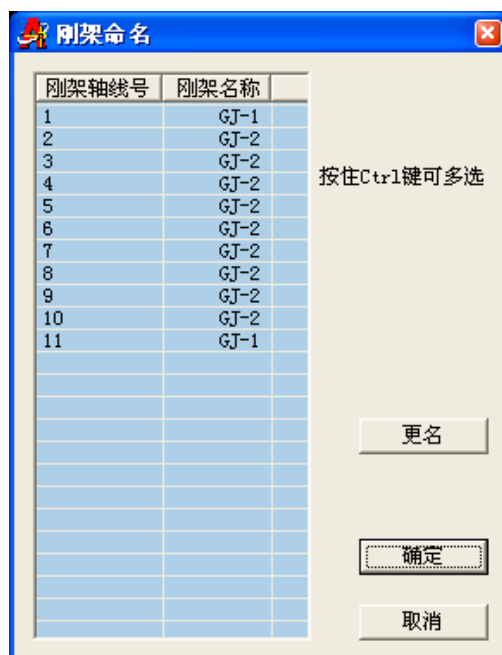
该命令删除已设计的节点，恢复到未设计前状态，可重新进行节点设计。

6.1.5.15 节点归并

该命令对整个结构的节点进行归并，为后面的施工图绘制做准备。

6.1.5.16 刚架命名

该命令弹出的对话框如下图所示。刚架名称由用户输入确定。软件认为“刚架名称”相同的刚架完全相同，在后面“主刚架图绘制”中，对相同的刚架只绘制一次。



6.1.5.17 构件编号

在执行该命令之前，必须事先执行命令“刚架命名”。软件将相同刚架中对应的相同构件编为一个号。



自动编号：软件按照内置的规则对全部构件自动进行编号，编号结果显示在编号列表栏中。

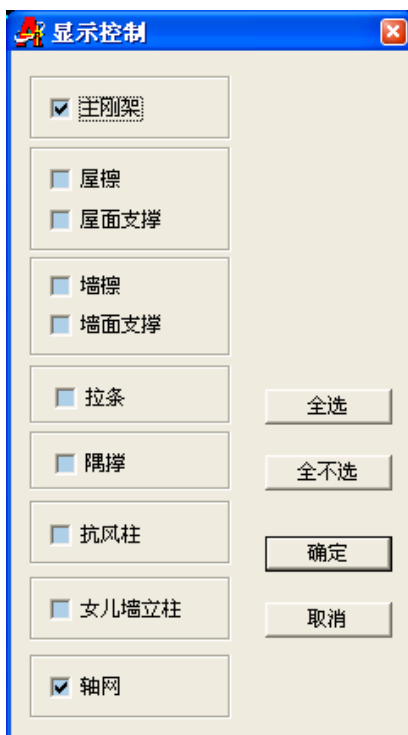
定义构件编号：由用户对选定的构件指定编号。

查询构件编号：查询构件的编号。

编号字符“放大”/“缩小”用于调整屏幕上显示的构件编号字符的大小。

6.1.5.18 分类显示

命令“分类显示”出现如下所示的对话框，按“确定”后在屏幕上显示已经勾选的构件类别，以便于对三维模型的观察。



6.1.5.19 简化显示

该命令将选择的构件用直线段表示，节点用小三角形表示。当构件与节点很多时，使用该命令可大大加快显示速度。

6.1.5.20 实体显示

该命令为“简化显示”的逆命令，是将选择的构件与节点按真实的三维实体来显示，适用于细部观察。

6.1.5.21 部分显示

该命令只显示选中的杆件及节点。

6.1.5.22 部分隐藏

该命令隐藏选中的杆件及节点。

6.1.5.23 全部显示

该命令显示全部的杆件及节点。

6.1.5.24 统计用钢量

该命令对整个结构中的用钢量进行分类统计，如下图所示。



用钢量统计对话框显示了一个表格，列出了不同构件类别的总重量。表格标题为“用钢量统计”，包含“构件类别”和“重量 (kg)”两列。数据如下：

构件类别	重量 (kg)
梁	6505.48
柱	2934.10
屋面支撑	355.64
墙檩	1854.12
屋檩	1564.38
拉条	268.11
抗风柱	1994.28
隅撑	359.59
节点板	3348.27
总重	19183.98

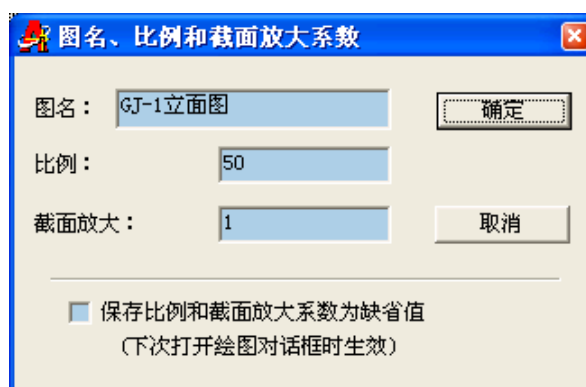
对话框底部有一个“确定”按钮。

6.1.5.25 主刚架施工图绘制

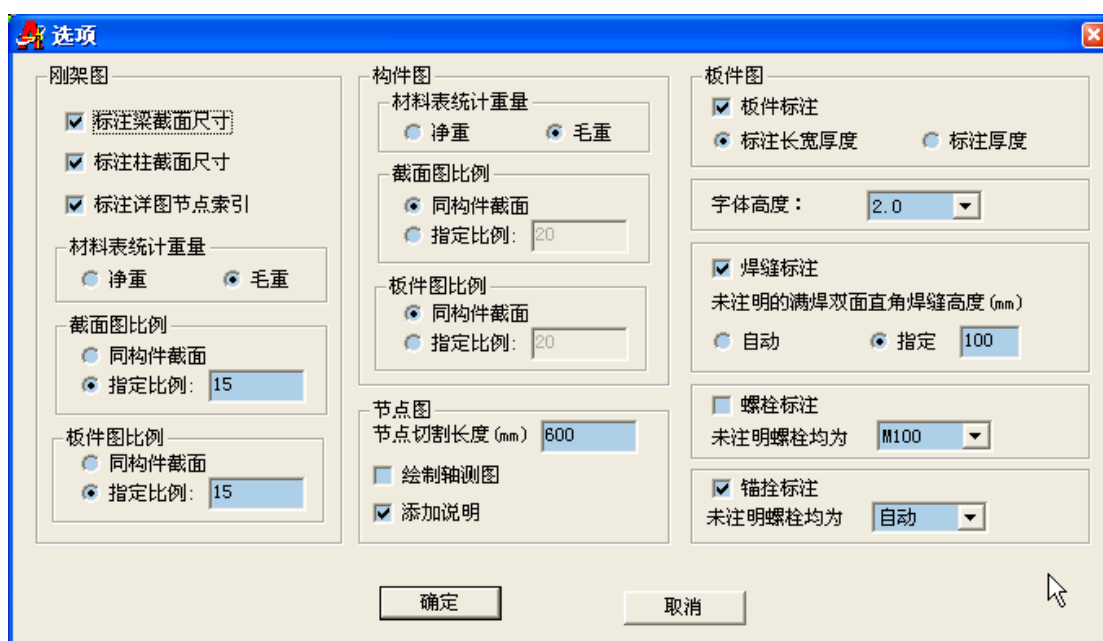
主刚架施工图的对话框如下图所示。在对话框左侧的列表栏里显示图纸种类，与每一类图纸对应的图块在右侧的列表栏中示出。



鼠标右键单击选择图块项，将出现如下所示的对话框，可修改图名与出图比例：



按钮“选项”弹出如下对话框，用于设置和调整绘图参数：



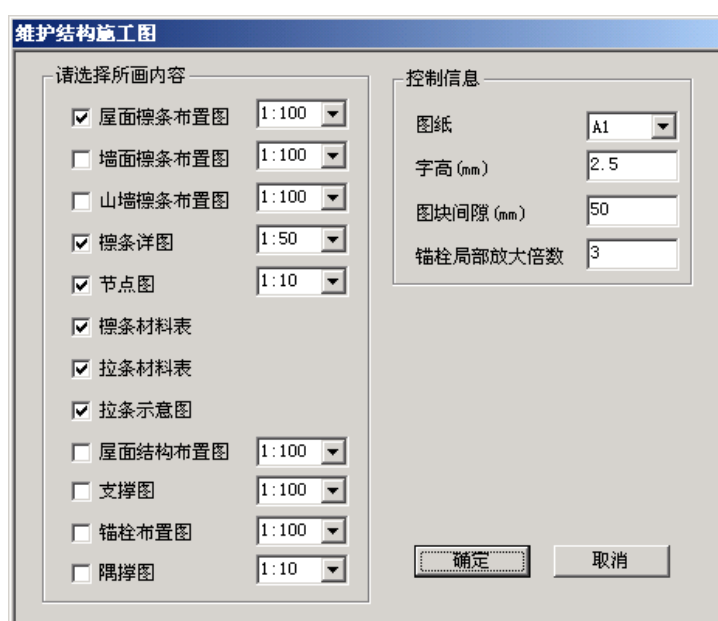
按钮“查看”在屏幕上标记显示出将被绘制的构件或节点。

按钮“绘图”或直接双击图块名，软件将绘制选定的图块。可选择多个图块一次性绘制。

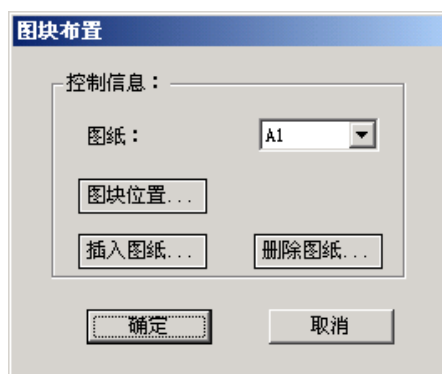
注：3D3S8.0 主刚架施工图的绘制操作与 3D3S7.0 不同。3D3S7.0 需要用户新建一个 DWG 文件以进行交互式布图，而 3D3S8.0 全自动排图，绘制完毕后图纸文件直接保存在指定的磁盘位置。

6.1.5.26 围护结构施工图绘制

按“围护结构施工图绘制...”菜单后，弹出如下对话框，在所画的内容前打勾，选择相应比例，选择图纸：



按“确定”后弹出“图块布置”对话框，视图屏幕用颜色显示各图块的位置。

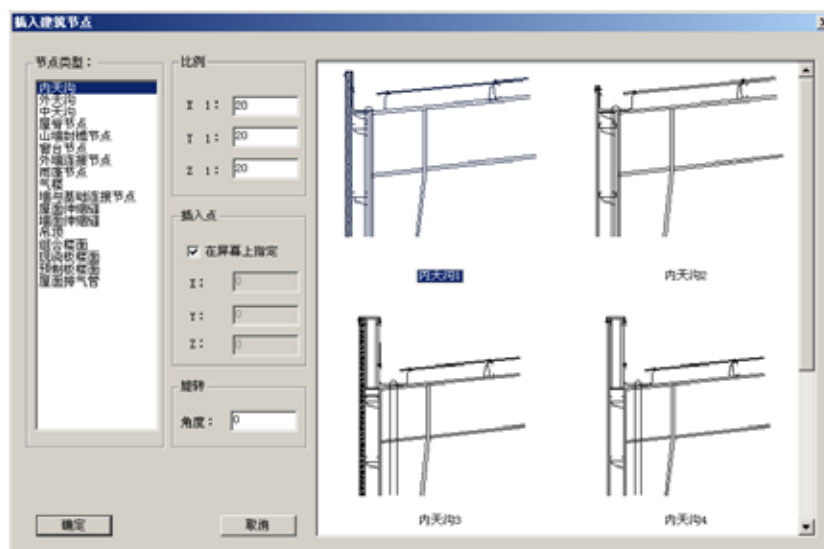


若要改变某一内容绘图位置：点击“图块位置...”按钮，对话框自动隐去，用鼠标选择要改变位置的方框，按鼠标右键结束选择后，按提示选择基点、参考点即可；

按“确定”后，弹出“图块布置”对话框选择施工图文件名，选择好文件名后按“确定”按钮，软件既自动将施工图输出至该文件。

6.1.5.27 插入建筑节点

按“插入建筑节点”按钮，点击节点类型列表框中的一种节点形式，右侧的图形框中将列出该类型的全部节点；选择一种节点，输入比例、旋转角度，在屏幕上指定一个点即完成了插入节点的操作。插入的节点作为一个块，可使用 AutoCad 中的 Explode 命令将其炸开，再使用 Dimension Style... 命令改变尺寸标注的属性。



6.2 例题

6.2.1 例题一 （包括主刚架布置设计、主刚架设计、维护布置）

步骤 1：建模填数据

门式刚架模板生成

模板信息 | 荷载信息

增加刚架
删除刚架

刚架编号：
1

刚架信息：

单跨信息：

增加单跨
删除单跨

单跨编号：
1

跨度：24
左檐口高 (M)：7
左净高 (M)：0
左梁坡度：0.1
牛腿标高 (M)：0
形式一
形式二

右檐口高 (M)：7
右净高 (M)：0
右梁坡度：0.1
夹层标高 (M)：0
夹层柱离左轴线距离 (M)：
屋面左梁分段后段长比：0.15, 0.7
屋面右梁分段后段长比：0.15, 0.7

单榀设计... 确定 取消

门式刚架模板生成

模板信息 | 荷载信息

屋面荷载标准值

恒载均布值 (KN/M2)：0.3
活载均布值 (KN/M2)：0.5
基本风压 (KN/M2)：0.55

楼面荷载标准值

恒载均布值 (KN/M2)：0
活载均布值 (KN/M2)：0

其它信息

荷载规范 (GB50009-2001)
轻钢规程 CECS102:2002

建筑类型

封闭式
半敞开式
敞开式

轴线类型

边柱轴线
边柱外缘

地面粗糙度：B
柱底标高 (M)：0
女儿墙高度 (M)：0

单榀设计... 确定 取消

点击“确定”按钮后，软件保存建模的基本信息，供布置刚架用。

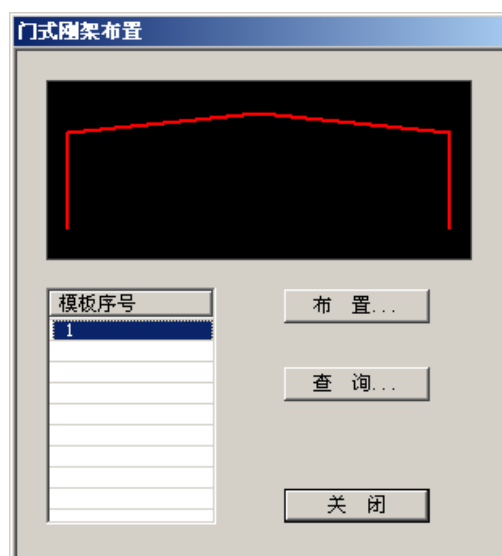
步骤 2：生成轴网

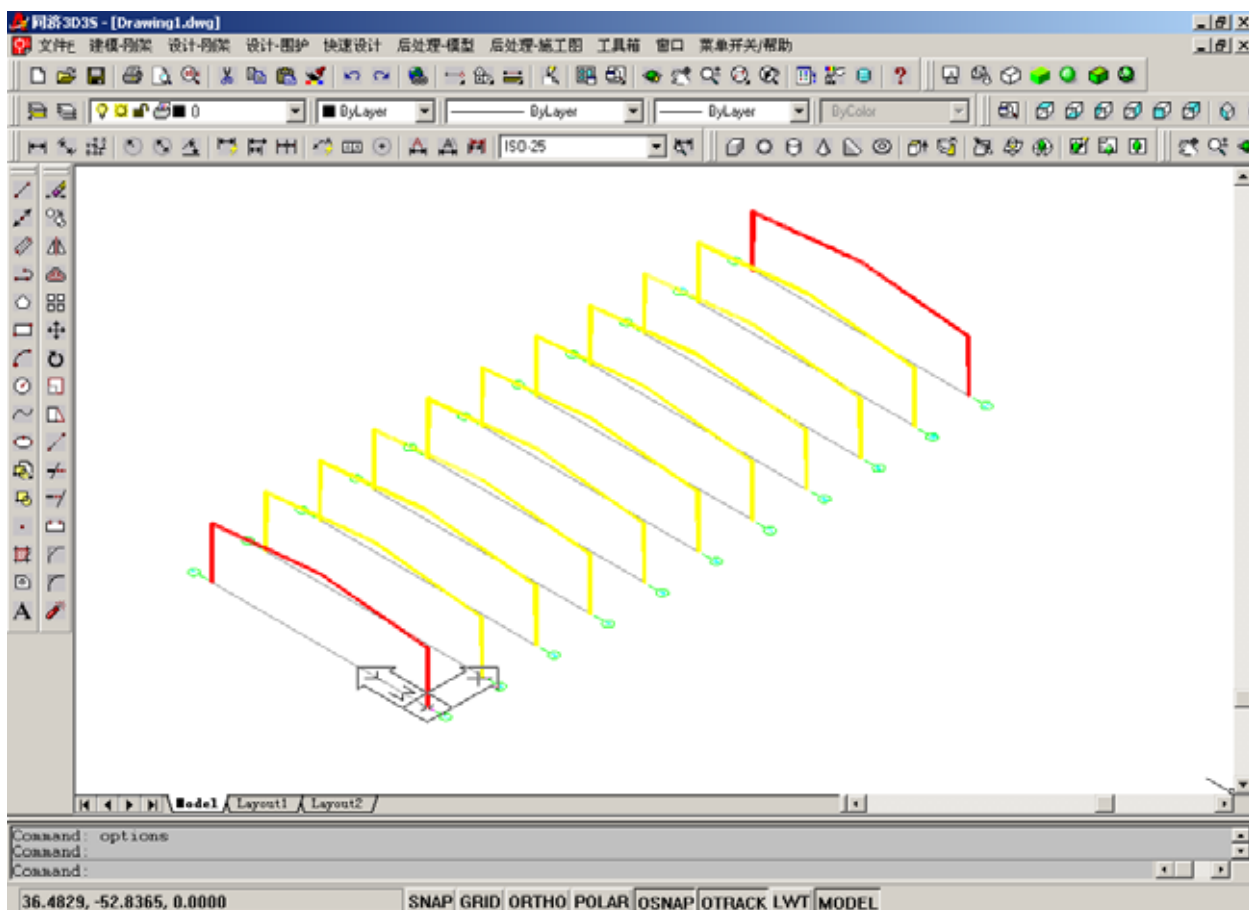
按“轴网生成...”菜单，弹出“轴线生成”对话框，点击“确定”按钮，屏幕显示生成的横轴线。



步骤 3：布置刚架

按“刚架布置...”菜单，弹出“门式刚架布置”对话框，点击“布置...”按钮，选择所有横轴线，按“关闭”按钮，软件自动进行刚架分类，完成后屏幕显示已布置好的刚架，不同的刚架用颜色区分开；本工程有两类刚架：山墙榀刚架（GJ1）和中间榀刚架（GJ2），可通过“显示刚架名称”菜单显示刚架类型。



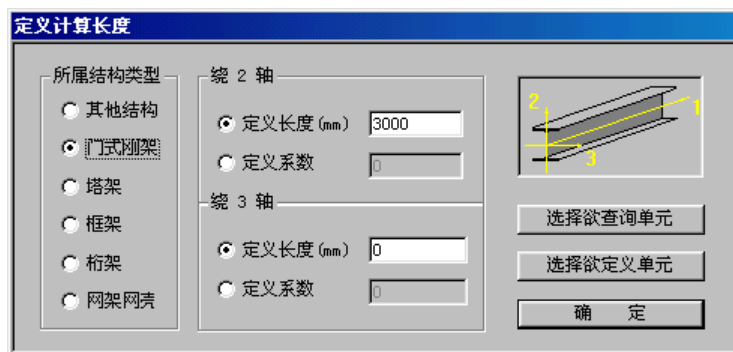


步骤 4：单榀设计

按“单榀设计...”菜单，任选一个 GJ1（第一或最后一榀），点击右键后主菜单被切换到“单榀设计菜单”，同时屏幕显示单榀刚架的有限元模型，以下进行 GJ1 的设计。

步骤 5：内力分析

步骤 6：输入计算长度



选择欲定义单元，选中所有构件。

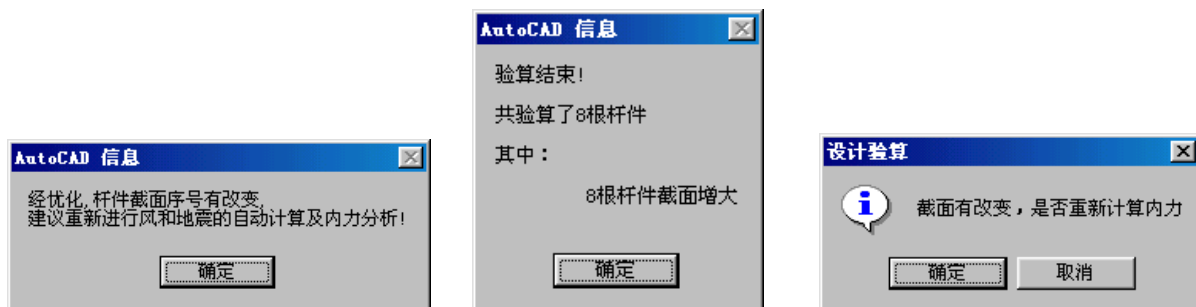
步骤 7：选择规范

选择 CECS 轻钢规程。

步骤 8：设计验算

选中所有构件，选中设计验算中的截面优选。

软件提示验算结束、截面发生变化、是否重新内力分析，都按确定，软件对结构重新进行内力分析和截面优选，直到截面不发生改变为止。



步骤 9：设计 GJ2

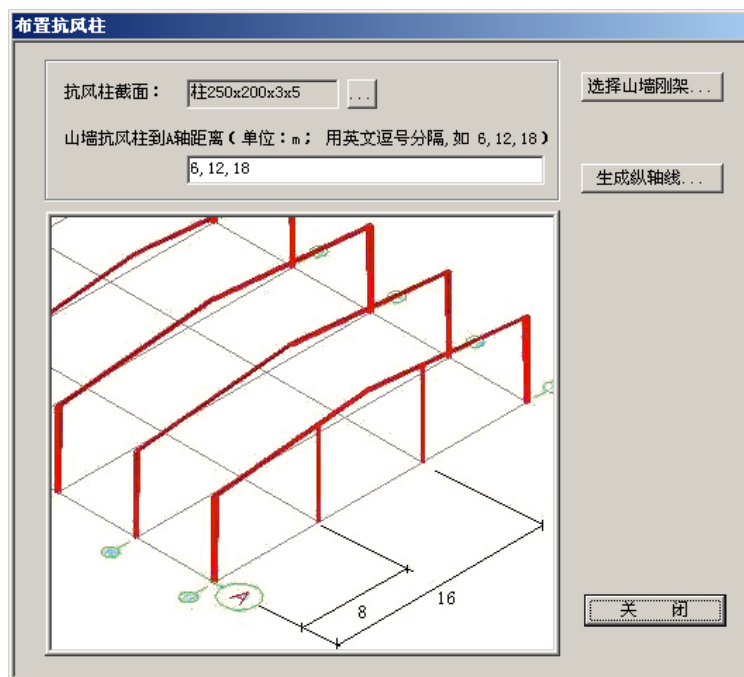
按“返回三维菜单”，主菜单被切换到“门式刚架菜单”，同时屏幕显示刚架的三维模型，重复步骤 4~步骤 8 设计 GJ2，完成后返回三维模型。

步骤 10：维护结构计算

按“屋檩计算...”菜单，弹出“屋面檩条设计”对话框，选择一种檩条截面进行校核或直接进行优化，确定檩条截面，记下檩条截面以便布置檩条时用。同理可进行墙檩、抗风柱、柱间支撑、隅撑的设计。

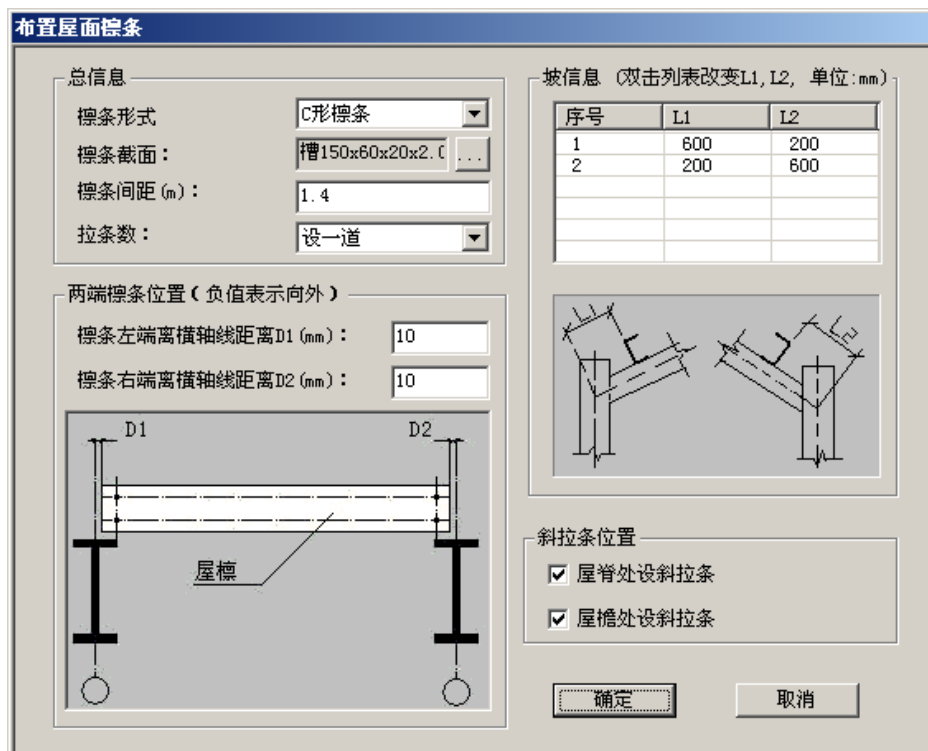
步骤 11：布置抗风柱

按“抗风柱布置”菜单，弹出“布置抗风柱”对话框，点击“选择山墙刚架...”按钮，选择两端的山墙刚架，右键后抗风柱被布置到山墙刚架上，同时自动生成纵轴线，关闭对话框。



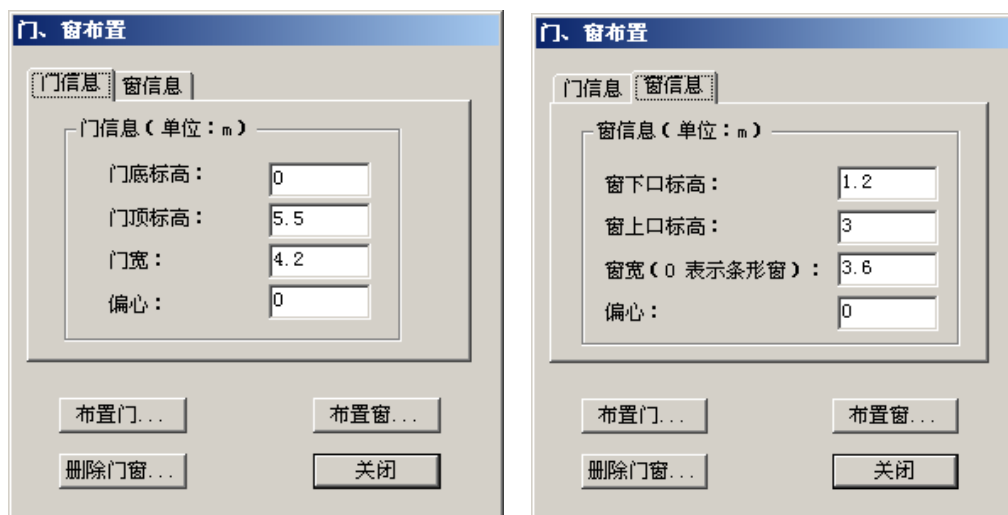
步骤 12：布置屋檩

按“屋檩布置...”菜单，选择两端山墙檩刚架，点击右键弹出“屋檩布置”对话框，确定后屋檩被布置到刚架上。

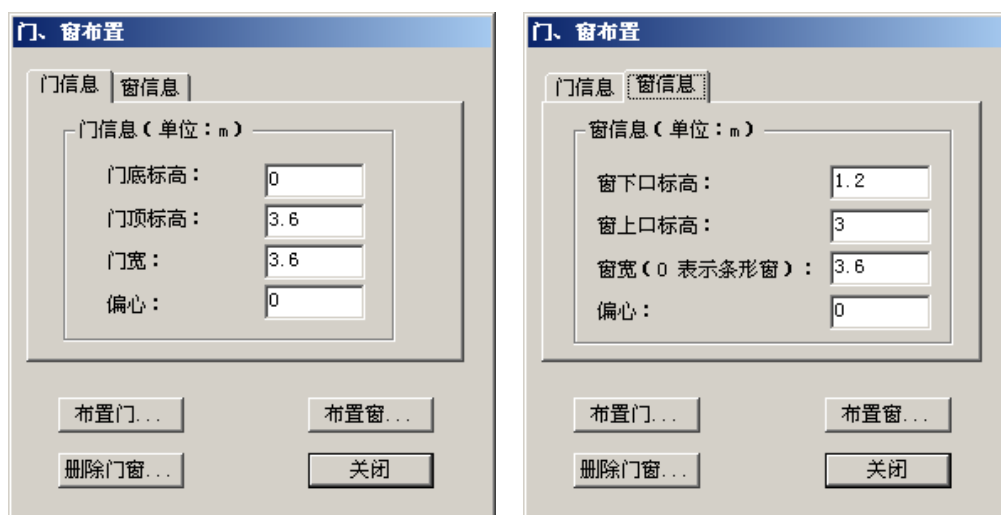


步骤 13：布置门窗

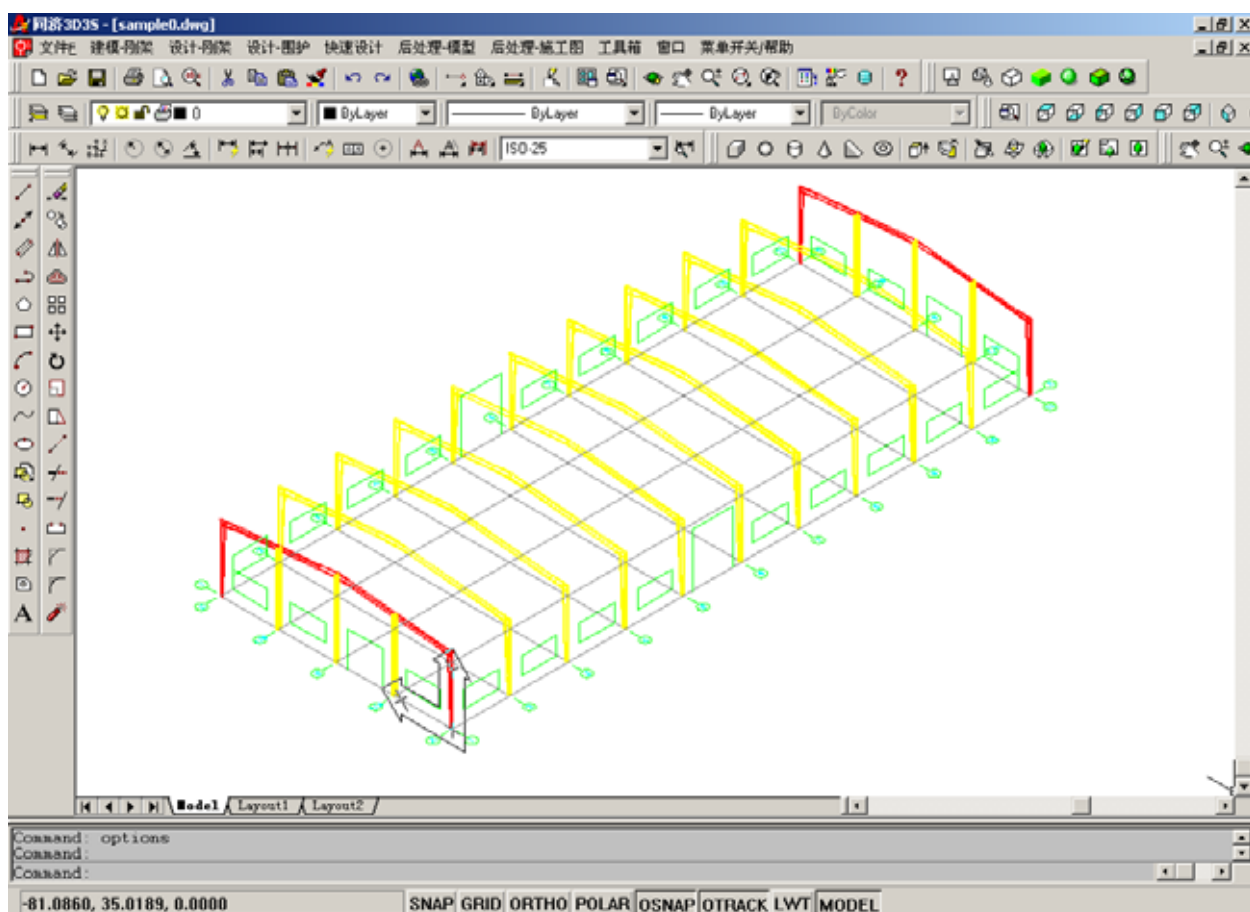
按“门窗布置...”菜单，选择“A”轴线，点击右键弹出“门、窗布置”对话框，同时视图被切换到只显示“A”轴线及其上的对象，输入门和窗的信息，点击“布置门...”按钮，对话框隐去，选择“5”、“6”轴线间的红色短轴线，点击右键，门被布置到所选位置；点击“布置窗...”按钮，对话框隐去，选择除已布置门以外的所有红色短轴线，点击右键，窗被布置到所选位置。按相同的步骤布置轴线“C”上的门窗（位置同轴线“A”）。



按“门窗布置...”菜单，选择“1”轴线，点击右键弹出“门、窗布置”对话框，同时视图被切换到只显示“1”轴线及其上的对象，输入门和窗的信息，点击“布置门...”按钮，对话框隐去，选择“1/A”、“B”轴线间的红色短轴线，点击右键，门被布置到所选位置；点击“布置窗...”按钮，对话框隐去，选择除已布置门以外的所有红色短轴线，点击右键，窗被布置到所选位置。按相同的步骤布置轴线“11”上的门窗（位置同轴线“1”）。

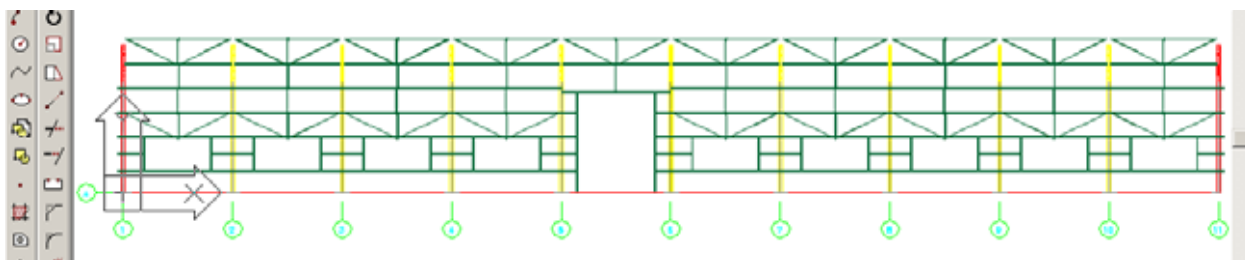
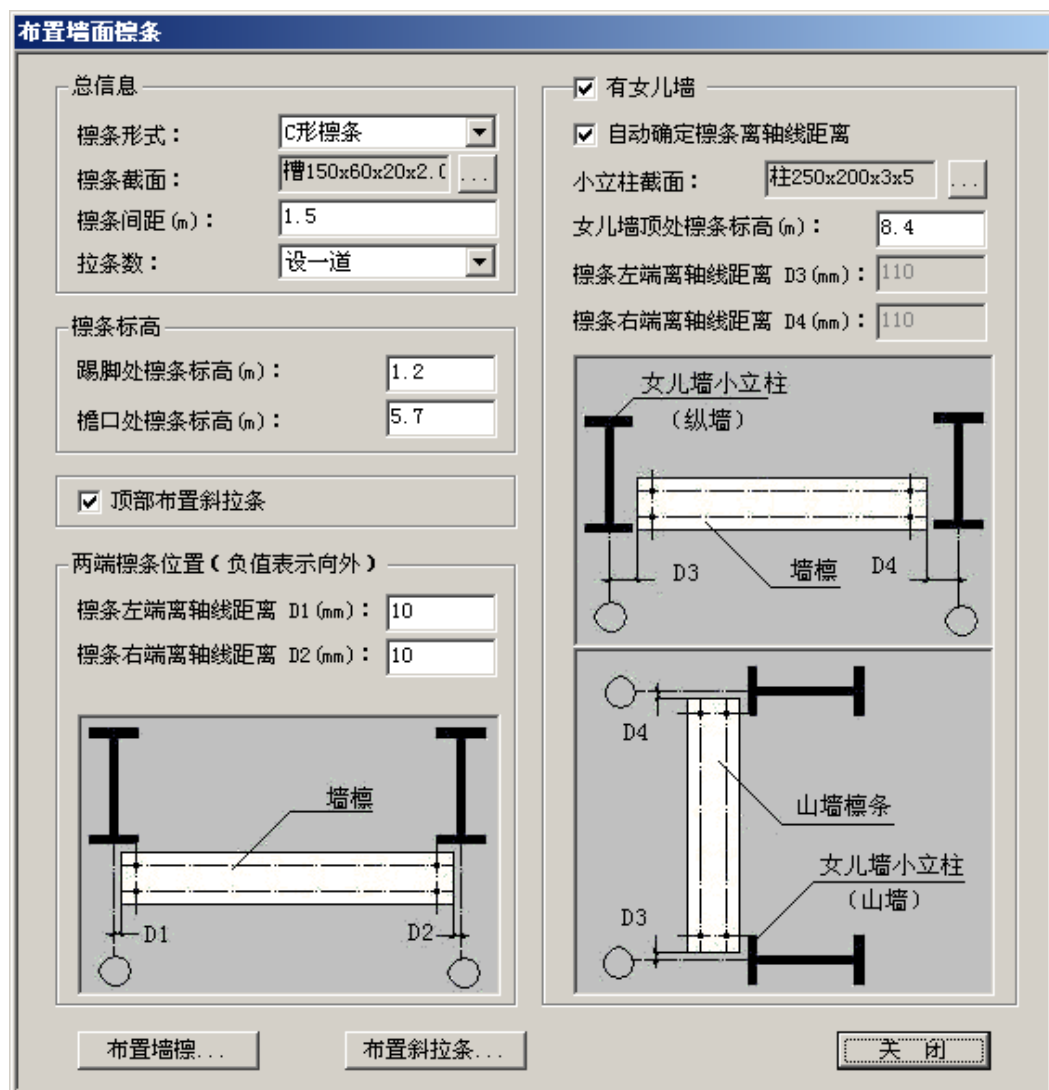


完成后的屏幕图形如下（未显示屋檩）。

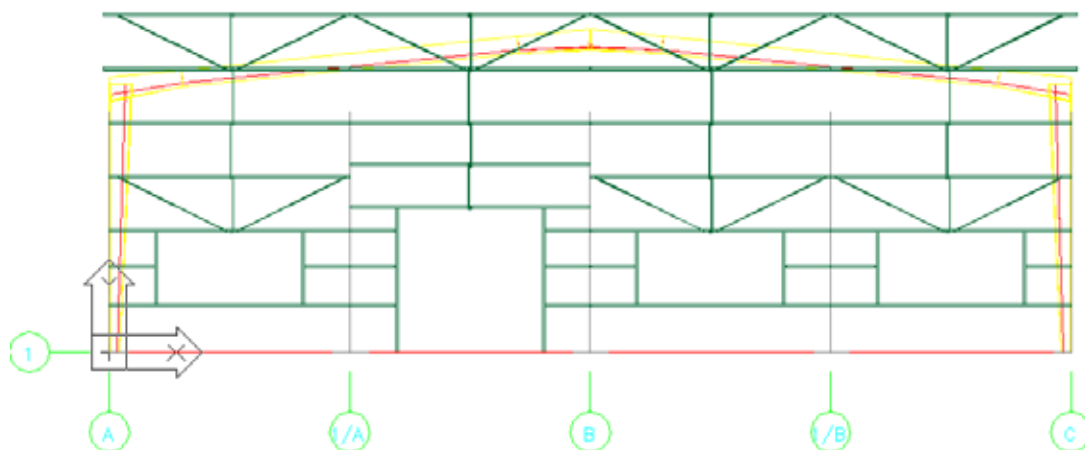


步骤 14：布置墙檩

按“墙檩布置...”菜单，选择“A”轴线，点击右键弹出“布置墙面檩条”对话框，同时视图被切换到只显示“A”轴线及其上的对象，输入布置信息，点击“布置墙檩...”按钮，对话框隐去，选择所有的红色短轴线，点击右键，墙檩被布置到“A”轴线上；点击“布置斜拉条...”按钮，对话框隐去，在有窗户的开间选择两根水平檩条（本例题选择窗户上口及其上面的一根檩条），完成后点右键，斜拉条被布置到墙檩上。按相同的步骤布置轴线“C”上的墙檩（同轴线“A”）。完成后的纵墙檩条如图。

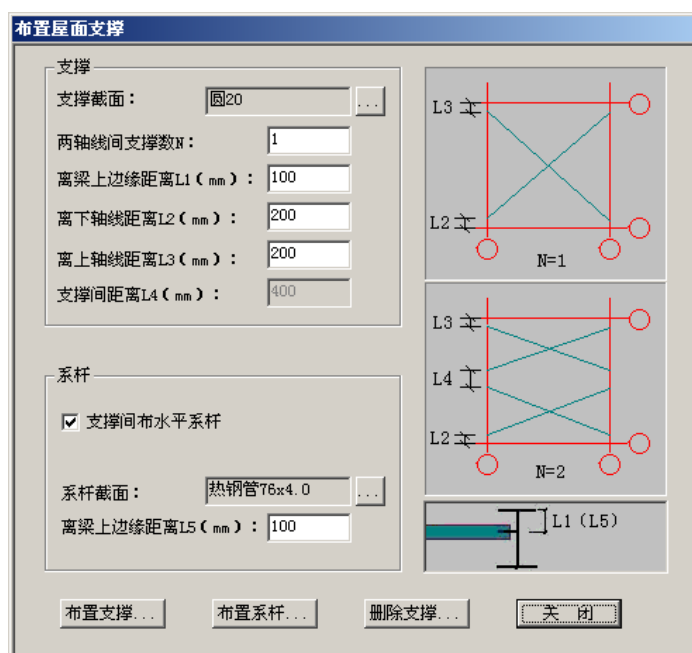


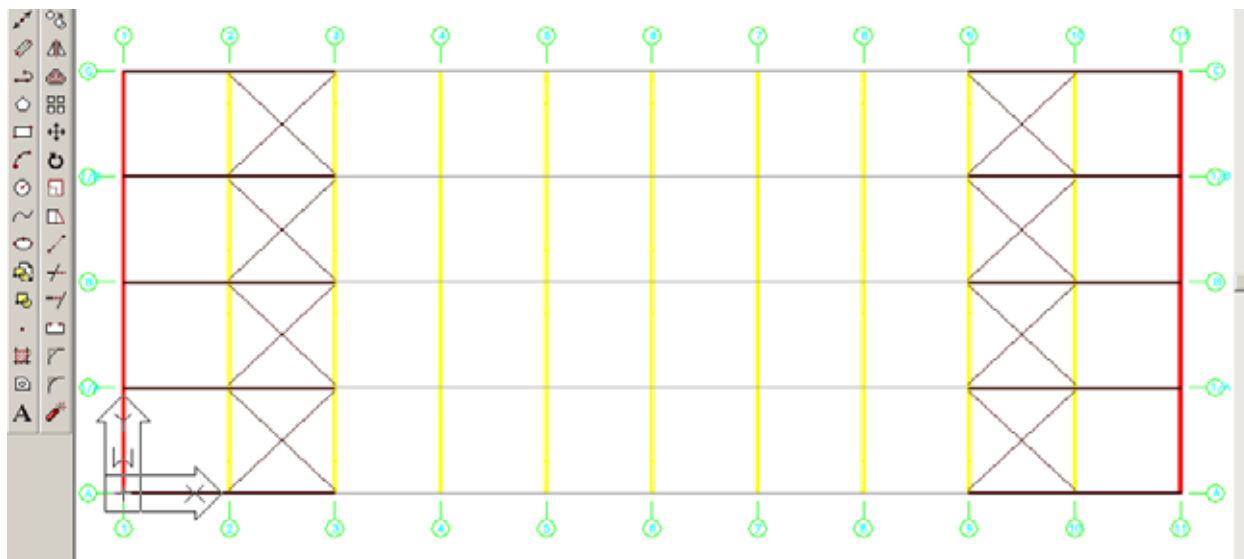
按“墙檩布置...”菜单，选择“1”轴线，点击右键弹出“布置墙面檩条”对话框，同时视图被切换到只显示“1”轴线及其上的对象，输入布置信息，点击“布置墙檩...”按钮，对话框隐去，选择所有的红色短轴线，点击右键，墙檩被布置到“1”轴线上；点击“布置斜拉条...”按钮，对话框隐去，在有窗户的开间选择两根水平檩条（本例题选择窗户上口及其上面的一根檩条），完成后点右键，斜拉条被布置到墙檩上。按相同的步骤布置轴线“11”上的墙檩（同轴线“1”）。完成后的山墙檩条如图所示。



步骤 15：布置屋面支撑

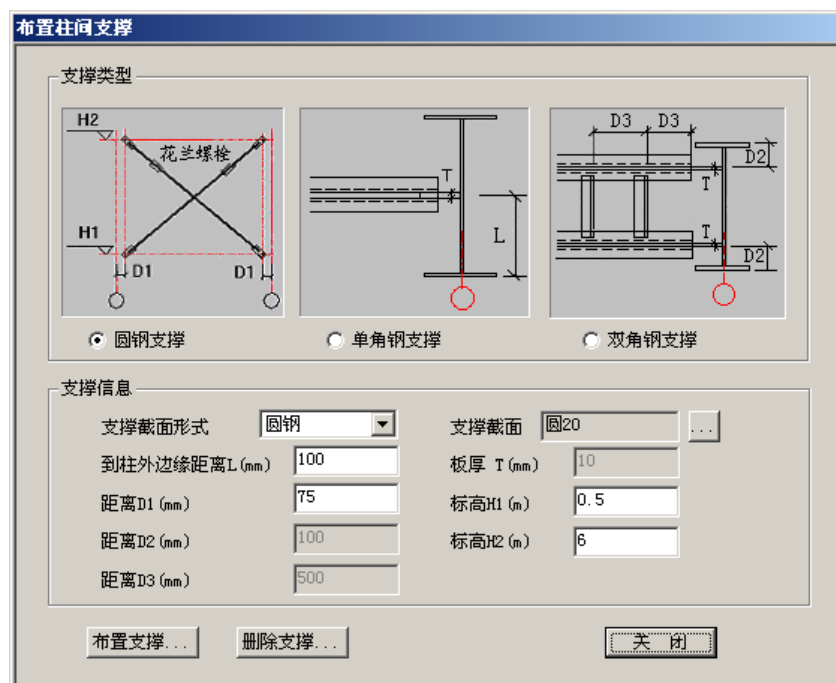
按“屋面支撑布置...”菜单，弹出“布置屋面支撑”对话框，同时视图被切换到 Top View，输入布置信息，点击“布置支撑...”按钮，对话框隐去，选择第二和倒数第二个开间的所有红色短轴线，点击右键后屋面支撑被布置到刚架梁上，对话框弹出；点击“布置系杆...”按钮，对话框隐去，选择第一和最后一个开间的所有红色短轴线，点击右键后系杆被布置到相应位置，关闭对话框。完成后的支撑布置情况如图所示。





步骤 15：布置柱间支撑

按“柱间支撑布置...”菜单，选择“A”轴线，点击右键弹出“布置柱间支撑”对话框，同时视图被切换到只显示“A”轴线及其上的对象，输入布置信息，点击“布置支撑...”按钮，对话框隐去，选择第二和倒数第二个开间的红色短轴线，点击右键后柱间支撑被布置到相应位置，对话框弹出。按相同的步骤布置轴线“C”上的柱间支撑（同轴线“A”）。

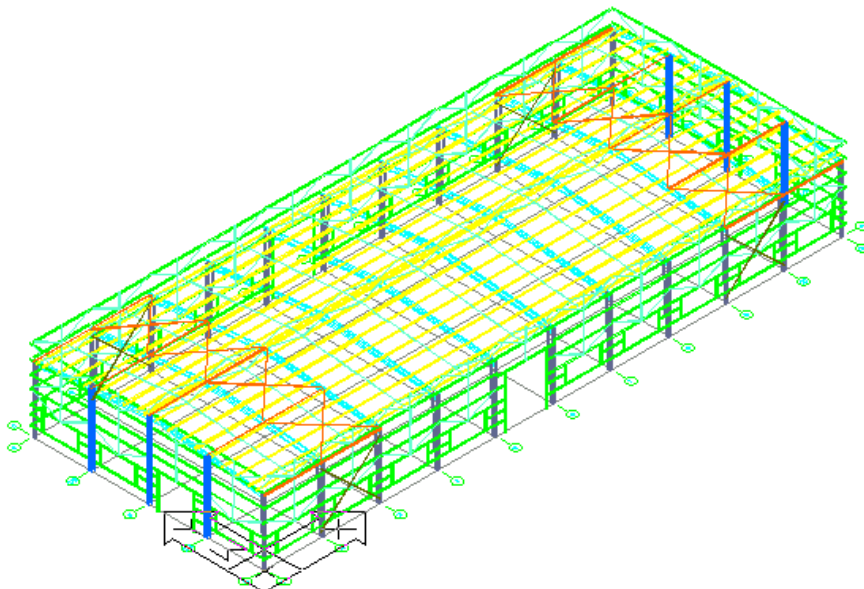


步骤 16：对齐

按“对齐...”菜单，弹出“门架对齐”对话框，点击“确定”按钮，软件实现自动对齐。

步骤 17：后处理实体模型

按照提示保存文件，同样使用 3D3S 打开实体模型文件。



步骤 18：调整显示方法

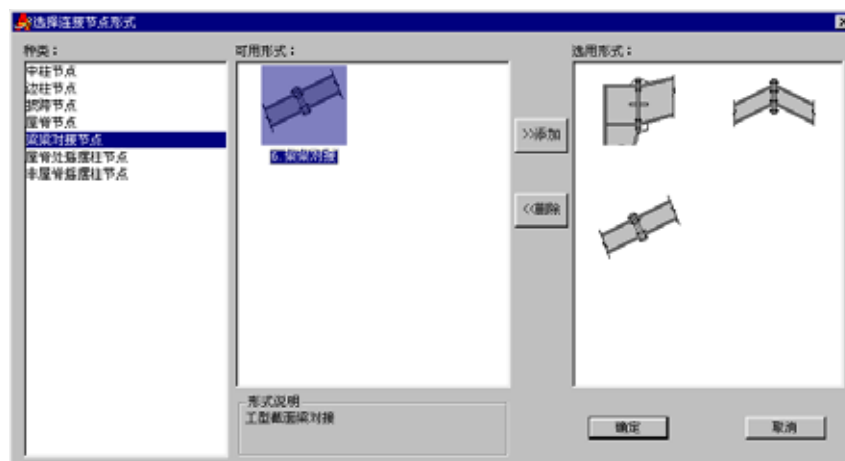
当结构构件比较多时，如果按照实体模式显示速度会比较慢，所以可以选用后处理-模型->简化显示方式，用单线显示模型；如果需要回到实体显示，那么改选为实体显示模式；当需要 SHADE 模型时，使用 2D Wireframe 速度最快，使用 Flat Shaded 速度最慢。

步骤 19：节点计算参数选择

把默认的螺栓等级由 8.8 级改为 10.9 级。

步骤 20：主刚架节点设计

选择默认的连接形式，选中并双击边柱连接形式 1（端板竖放）、屋脊连接（屋脊节点）、梁梁对接节点，在选用形式框中出现三种连接形式。



选择主刚架节点设计->自动设计，软件提示 77 个节点通过；按确定出现 77 个节点的计算书列表，双击任意一个节点行，可以出现该节点的计算文本。



步骤 21：观察主刚架节点

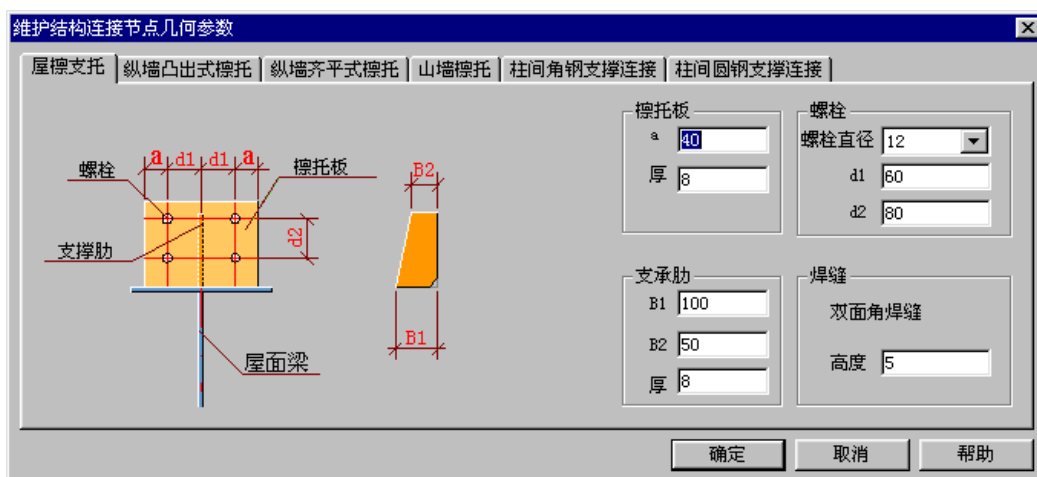
在屏幕上放大局部的门式刚架节点，可以观察该节点的计算细部；可以使用后处理-模型->部分显示菜单部分显示需要观察的细部，以加快显示速度；使用后处理-模型->全部显示菜单回到全部模型。

步骤 22：柱脚设计

后处理-模型->分类显示，只选中主刚架，在屏幕上只显示主刚架，后处理-模型->柱脚设计，选中所有构件（软件自动判断柱脚），选择工字截面柱脚铰接的类型 2，软件提示 4 个节点设计失败；可以观察到失败的柱脚的位于厂房四个角点的柱脚（角柱下端截面太小造成的）；仍旧选用后处理-模型->柱脚设计菜单，单选中四个角点柱脚，选用工字截面铰接的类型 1，由于只有两个锚栓，满足排布要求，完成柱脚设计；同样可以放大消影观察。

步骤 23：维护结构节点几何参数

后处理-模型->维护结构节点几何参数，观察各个数值，如果不改动，软件按照默认绘出连接形式（默认的几何参数已经和设计-维护->墙檩布置和檩条布置时的参数相一致，不需要修改）。

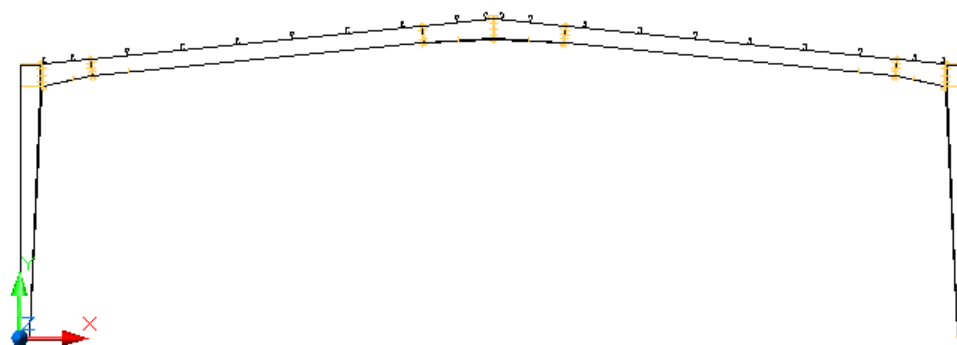


步骤 24：维护结构补充布置——隅撑布置

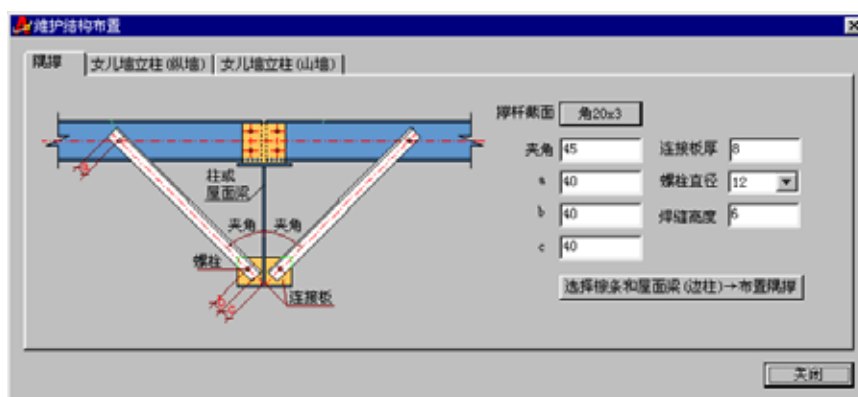
补充布置是指隅撑、女儿墙小立柱的布置；

使用分类显示菜单，只选中主刚架和屋面檩条显示，把当前视图改为 Y-Z 视图，在维护结构补

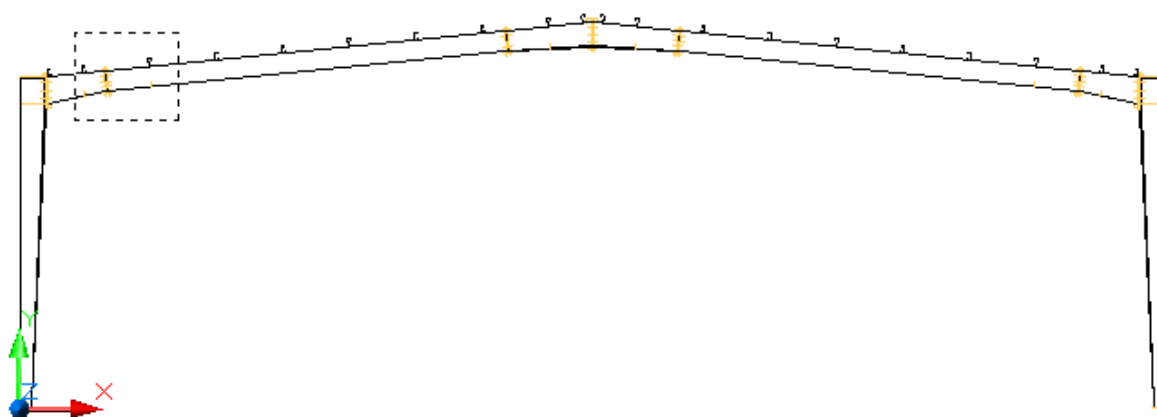
充布置->隅撑一栏中使用默认的隅撑数据，使用窗口反选功能选择梁柱连接附近的屋面檩条和屋面梁，右键结束选择，这时在该列屋檩和梁之间出现檩条隅撑。



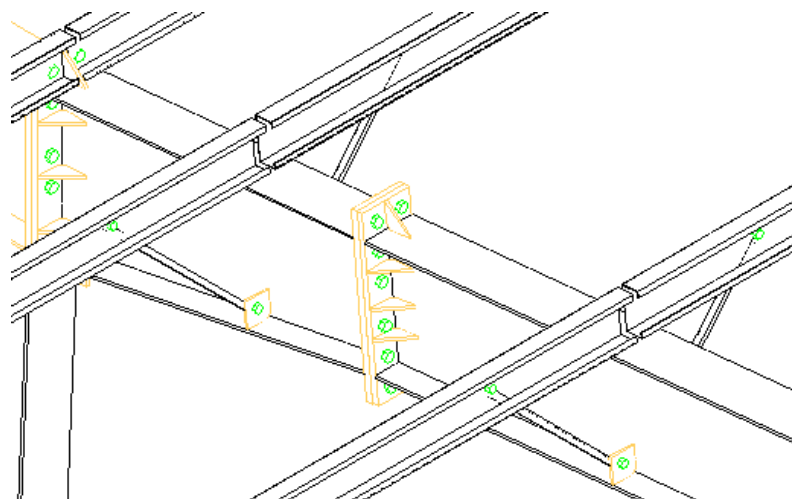
只显示主刚架和墙檩，切换 Y-Z 视图



选择隅撑布置参数，按选择檩条和墙面梁布置隅撑按钮



使用窗口反选，选中边上两排檩条



换视图，观察已经布置上的檩条隔撑

步骤 25：维护结构补充布置——纵墙女儿墙立柱布置

选择小立柱截面（和设计-维护中墙檩布置中的女儿墙小立柱截面相同）；

定位尺寸是指墙檩高度+10，当前选择的墙檩高度为 150，那么定位尺寸为 $150+10=160$ ；

立柱柱顶标高根据设计-维护中墙檩布置中女儿墙顶处檩条标高定，在前面我们输入了该标高为 8.4 米，那么立柱顶标高为 8.6 米；按纽选择所有主刚架立柱，布置小立柱；

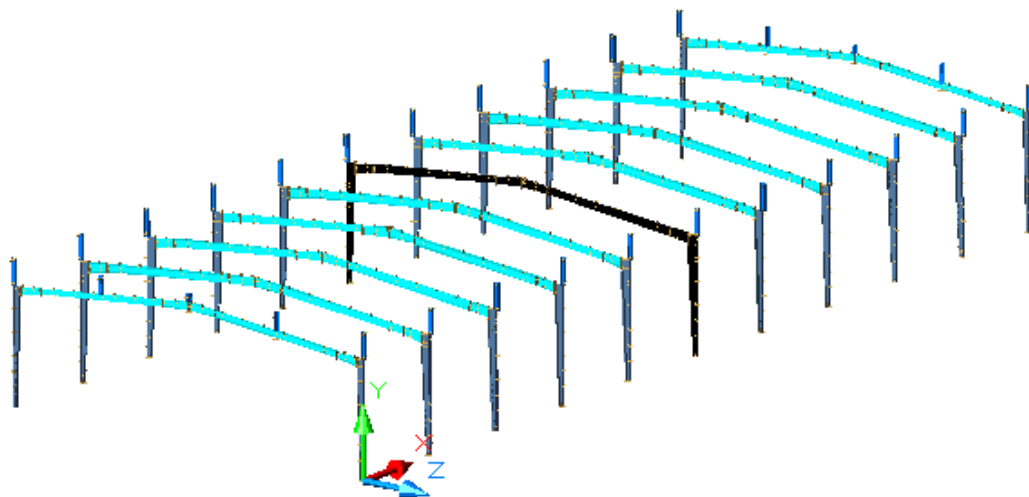
步骤 26：维护结构补充布置——山墙女儿墙立柱布置

使用分类显示，选择主刚架和小立柱选项；

选择女儿墙（山墙）布置，小柱截面要求和维护布置中的墙檩布置对话框中截面尺寸一致，柱顶标高 8.6，参考间距 6000（要求和抗风柱间距一致），立柱间距也为 6000，一共 3 根（抗风柱也是 3 根）；

选择参考定位构件->选择屋面梁按钮，选选择山墙樑的边柱，右键结束选择，然后选择山墙樑的屋面梁，右键结束选择，完成山墙樑小立柱布置；

同样方法布置另一樑山墙的小立柱。



步骤 27：维护结构节点设计——自动设计

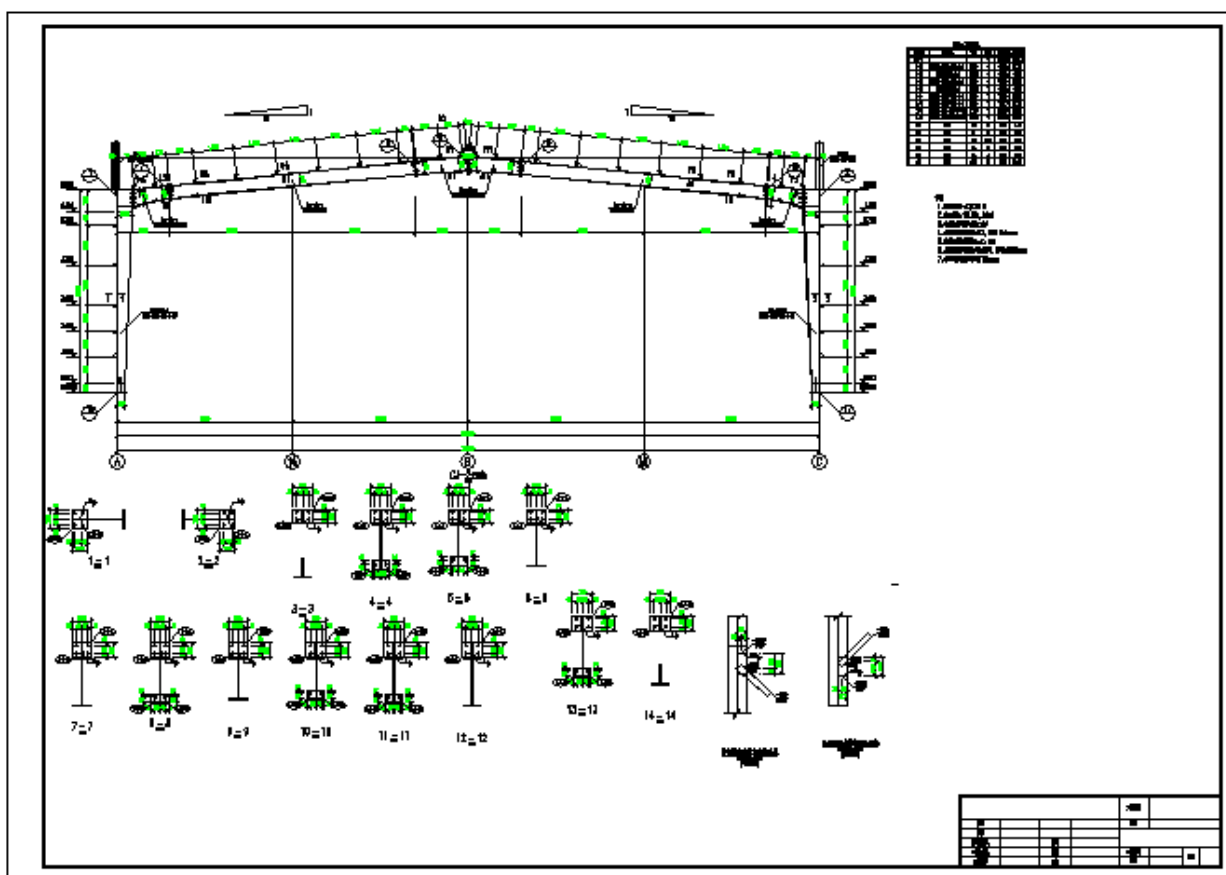
自动设计完成后完成了檩条、抗风柱等次结构的节点构造。

步骤 28：主刚架施工图绘制前的准备

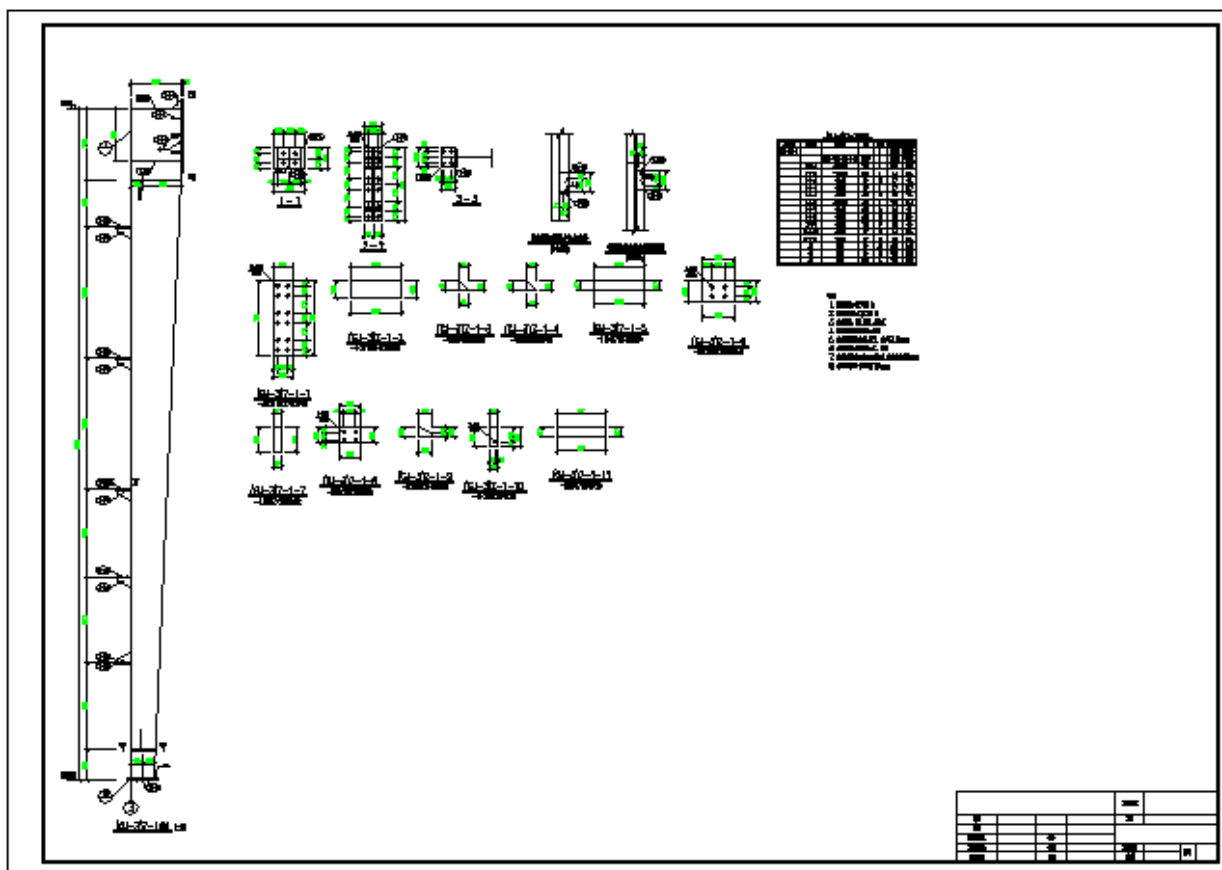
- 1、节点归并：软件自动把节点归并为 19 种类型，使用鼠标点击任何一种节点类型，在模型中会出现相应位置的标示；
- 2、刚架命名：出现 11 榀刚架，把这 11 榀从 GJ-1 到 GJ-11 进行编号；
- 3、构件编号：按自动编号按钮；

步骤 29：后处理-施工图

主刚架施工图绘制，选用主刚架图，选中 GJ-2，按绘图按钮，按照默认的图块位置，保存文件为 GJ-2 立面图；使用 3D3S 或 ACAD 打开 GJ-2 立面图.dwg 文件，出现以下图纸：

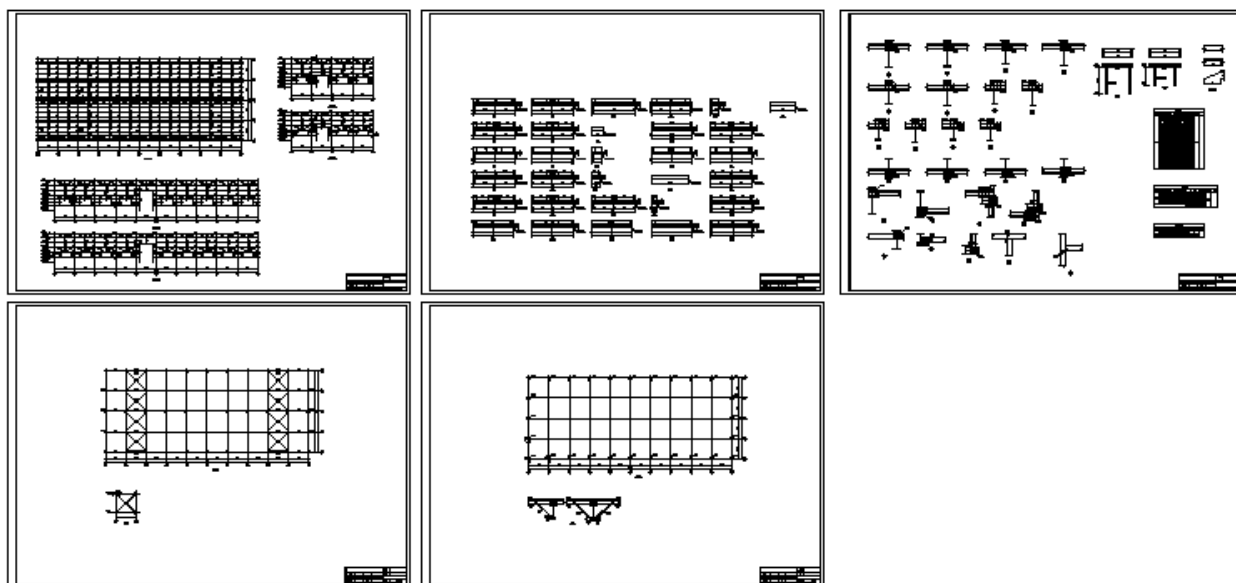


主刚架施工图绘制，选用柱详图，选中 GJ-2 (Z-2)，按绘图按钮，按照默认的图块位置，保存文件为 GJ-2 (Z-2) 详图；使用 3D3S 或 ACAD 打开 GJ-2 (Z-2) 详图.dwg 文件，出现以下图纸：



步骤 30：维护结构施工图绘制

后处理-施工图->维护结构施工图，选中所有选项，按照默认字体等绘图，保存为文件维护结构施工图.dwg 文件，使用 3D3S 或 ACAD 打开该文件：



6.2.2 例题二（带夹层刚架，主刚架设计）

步骤 1：建模填数据

本例题建立带夹层的刚架，下面为具体的对话框数据。

门式刚架模板生成

模板信息 荷载信息

增加刚架 删除刚架

刚架编号：

1

刚架信息：

单跨信息：

增加单跨 删除单跨

单跨编号

1

跨度：24

左檐口高 (M)：9 右檐口高 (M)：9

左净高 (M)：0 右净高 (M)：0

左梁坡度：0.1 右梁坡度：0.1

牛腿标高 (M)：0 夹层标高 (M)：5

夹层柱离左轴线距离 (M)：8, 16, 24

屋面左梁分段后段长比：0.2, 0.6

屋面右梁分段后段长比：0.2, 0.6

形式一 形式二

单榀设计... 确定 取消

门式刚架模板生成

模板信息 荷载信息

屋面荷载标准值

恒载均布值 (KN/M2)：0.3

活载均布值 (KN/M2)：0.5

基本风压 (KN/M2)：0.55

楼面荷载标准值

恒载均布值 (KN/M2)：1.5

活载均布值 (KN/M2)：2.5

其它信息

荷载规范 (GB50009-2001) 轻钢规程 CECS102:2002

建筑类型

封闭式 半敞开式 敞开式

轴线类型

边柱轴线 边柱外缘

地面粗糙度：B

柱底标高 (M)：0

女儿墙高度 (M)：0

单榀设计... 确定 取消

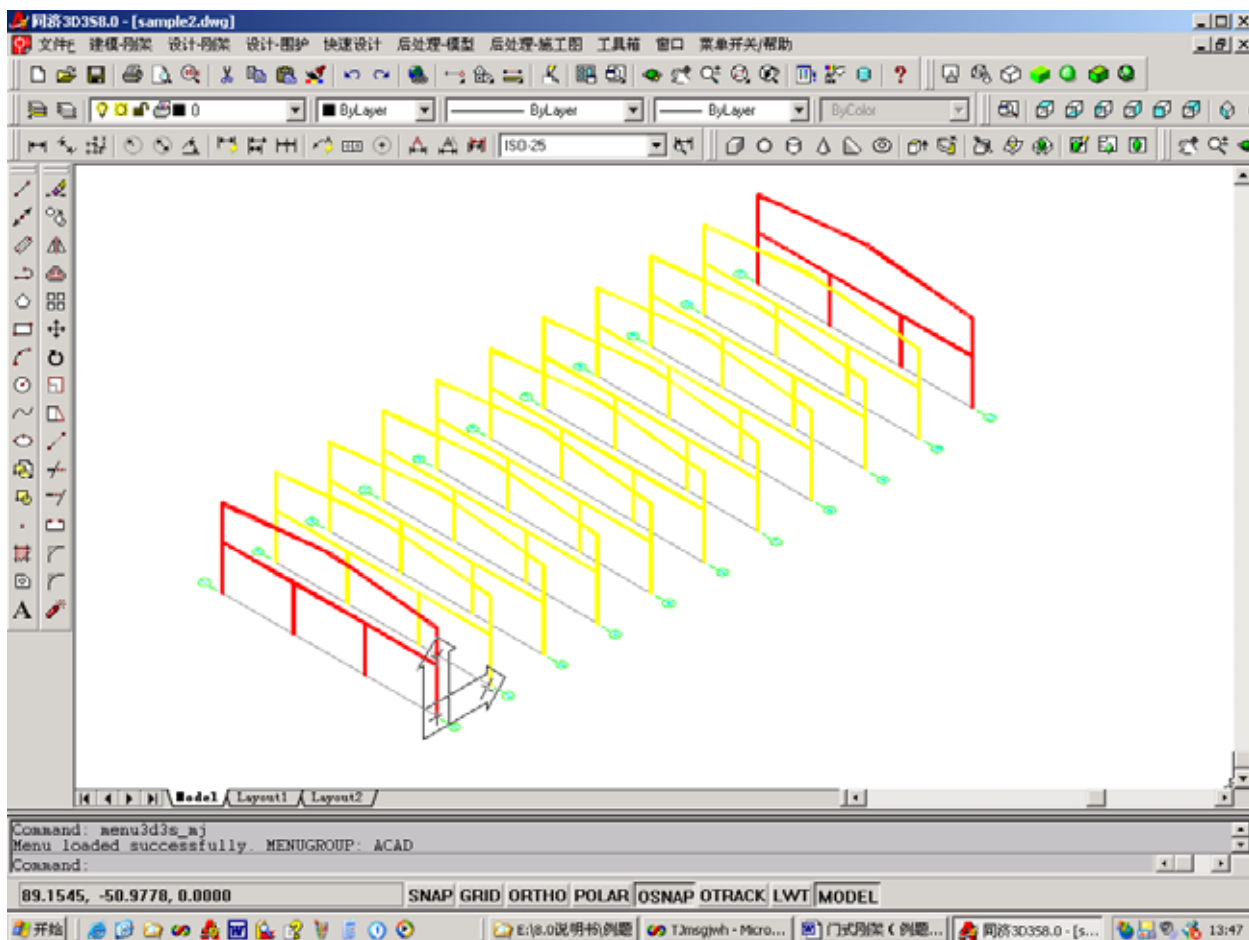
点击“确定”按钮后，软件保存建模的基本信息，供布置刚架用。

步骤 2：生成轴网

同例题一。

步骤 3：布置刚架

同例题一。完成后的屏幕图形如下图。点击改变刚架类型菜单，把最边榀（红色）的刚架名称改为 2，这样所有的刚架均为黄色，这样在完成其中任意一榀的单榀设计后，所有榀的截面型号相同。

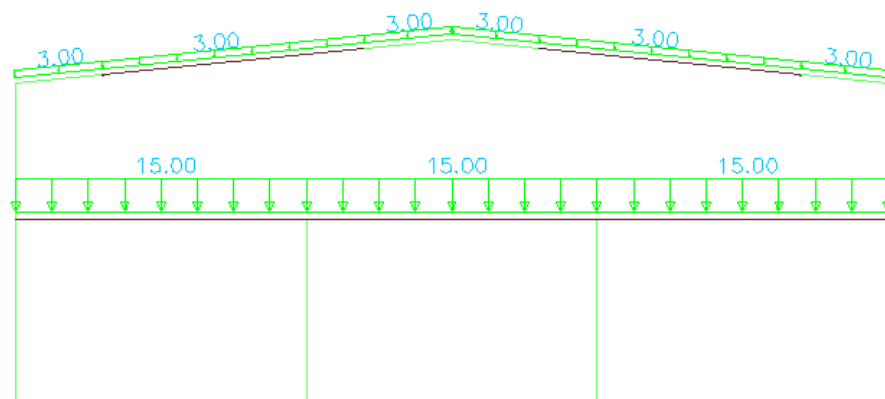


步骤 4：单榀设计

按“单榀设计...”菜单，选择第三榀 GJ3，右键后主菜单被切换到“单榀设计菜单”，同时屏幕显示单榀刚架的有限元模型，以下进行 GJ3 的设计。

通过查询材料性质发现默认材料为 Q345、通过查询节点约束发现默认支座约束为铰接，改为刚接（所有六个自由度都刚性约束）。

显示查询/显示单元荷载，输入工况号 1，可以显示结构的活荷载分布。



步骤 5：内力分析

步骤 6：定义面外计算长度

边梁和边柱的定义和例题 1 相同，即面外（绕 2 轴）计算长度为 3000mm；中柱面外（绕 2 轴）定义系数为 1；楼面梁考虑楼面板的支承作用，面外定义为一个很小的数值，这里定义绕 2 轴计算长度为 1000mm。

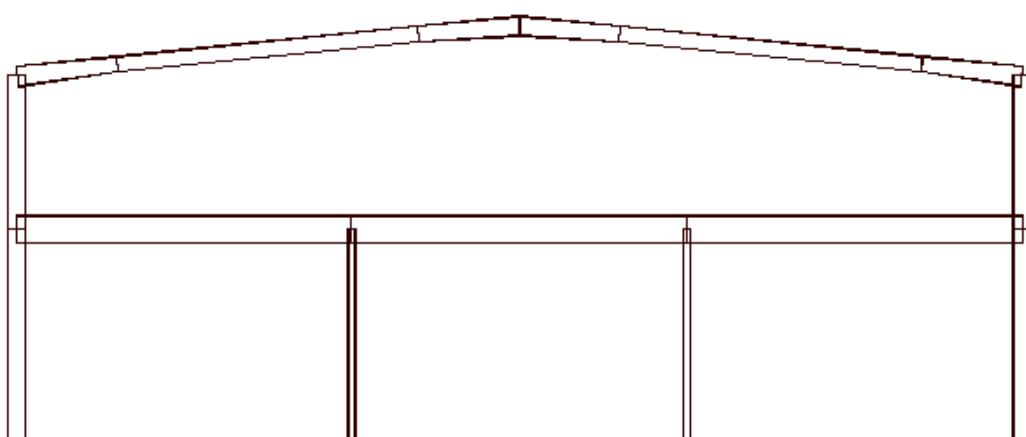
步骤 7：构件截面计算

对屋面人字梁（6 个单元）选用轻钢规范（CECS），对其他构件选用普通钢结构规范；

选中所有构件，使用单元验算中的截面优化，上限按默认为 1，按确定；

软件提示优化结束，点击内力分析菜单以更新内力，重新点击设计验算中的优化；

第二次优化结束，点击梁截面自动调整，提示柱是否需要调整，按是，调整结束后所有构件连续；



再次内力分析更新内力，点击设计验算中的校核，用最新的内力对构件校核，软件提示 5 根构件不足；

点击查询验算结果，可以查询出来不足的原因都是翼缘宽厚比超过限值（截面自动调整过程中，由于调整了截面的宽度而没有改变截面的厚度，所以会出现宽厚比超过限值的情况）；

点击构件属性->直接编辑截面菜单,直接修改不足构件的翼缘厚度,把屋面梁翼缘厚度改为 12,楼面梁翼缘厚度改为 10,把构件的腹板厚度改为 8,重新内力分析更新内力后最后进行一遍校核,提示满足要求;

步骤 8: 返回三维菜单

按“返回三维菜单”,主菜单被切换到“门式刚架菜单”,同时屏幕显示刚架的三维模型,可以观察到所有榀的截面大小相同。

步骤 9: 围护结构计算和布置

这个例题不作维护布置,如果要布置,步骤同例题一。

步骤 10: 生成后处理实体模型

按“返回三维菜单”,回到 11 榀的空间显示模式,使用菜单命令“后处理实体模型”,生成文件,保存为文件名 1-2_门式刚架后处理实体模型.dwg;使用 3D3S 打开该文件。

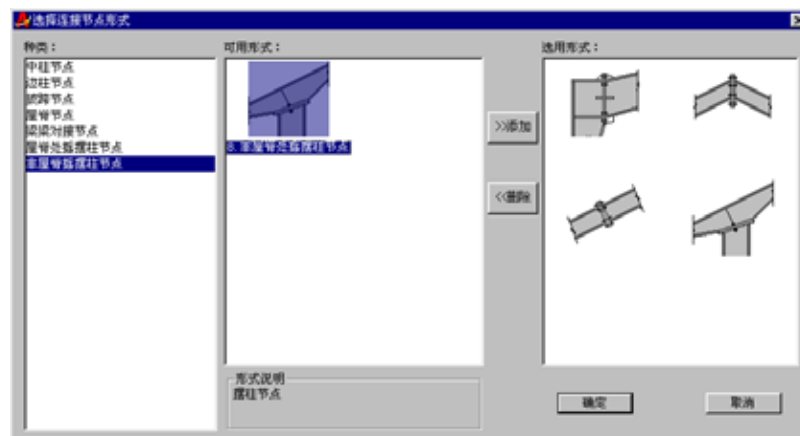
步骤 11: 节点设计

在菜单计算参数选择中把高强螺栓等级改为 10.9 级;

使用鼠标右键单击 3D3S 工具栏,出现选项中选择 SHADE,出现工具栏,选择 3D 线框,把显示模式改成线框显示;再使用 VIEW 工具栏把视图该成 X-Z。



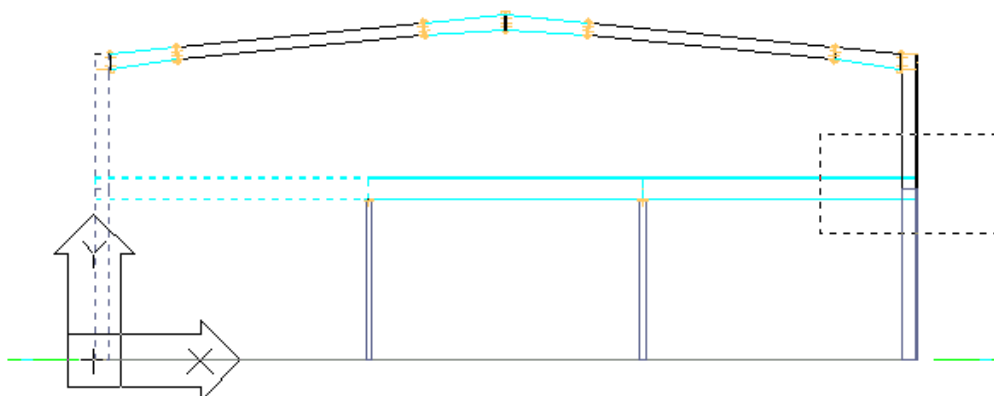
选择节点连接形式,选中四类需要的节点连接:



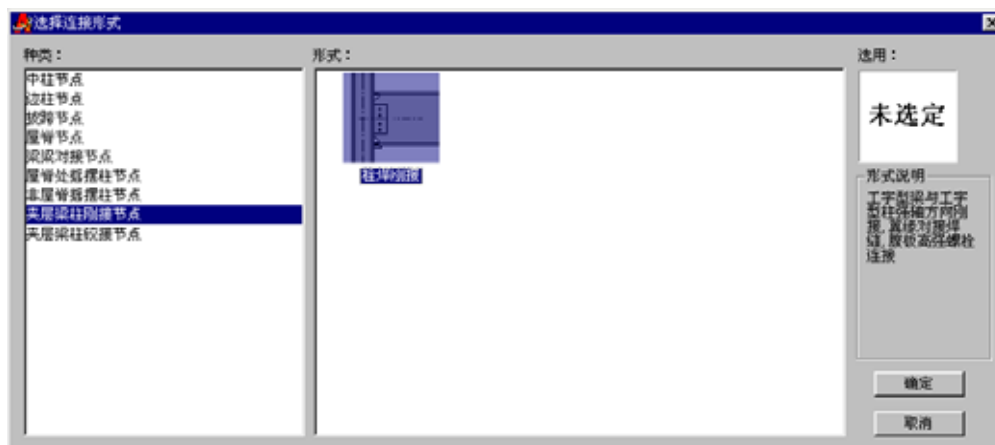
点击自动计算,屏幕上出现红点跳动表示正在计算的节点;计算完成提示 99 个节点计算完毕;

除了夹层梁和边柱了连接没有设计外，别的节点都设计完毕；

把视图改为 X-Z，点击选择构件设计节点，使用窗口反选功能选中夹层梁和边柱的连接节点；



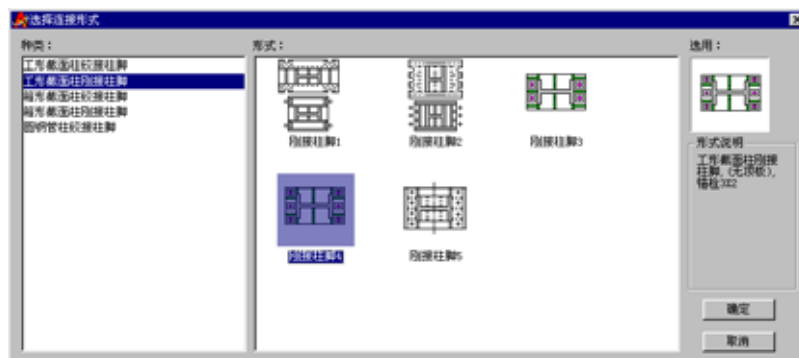
选择结束后右键退出，出现节点类型选择框，选择夹层梁柱刚性连接节点：



确定退出即可完成夹层梁柱节点设计，如果软件提示 22 个节点设计完成；如果出现节点设计失败，则查看验算结果并检查计算书，一般的原因是截面高度不够或腹板厚太小。

步骤 12：柱脚设计

由于本例题中所有的柱脚都为刚接，所以可以同时选中所有柱脚（使用窗口反选，选中四根柱脚节点），选择相应的工字型截面刚接柱脚中的刚接类型后确定，即可完成柱脚设计。



步骤 13：节点归并、刚架命名、构件编号（自动编号）、主刚架施工图绘制

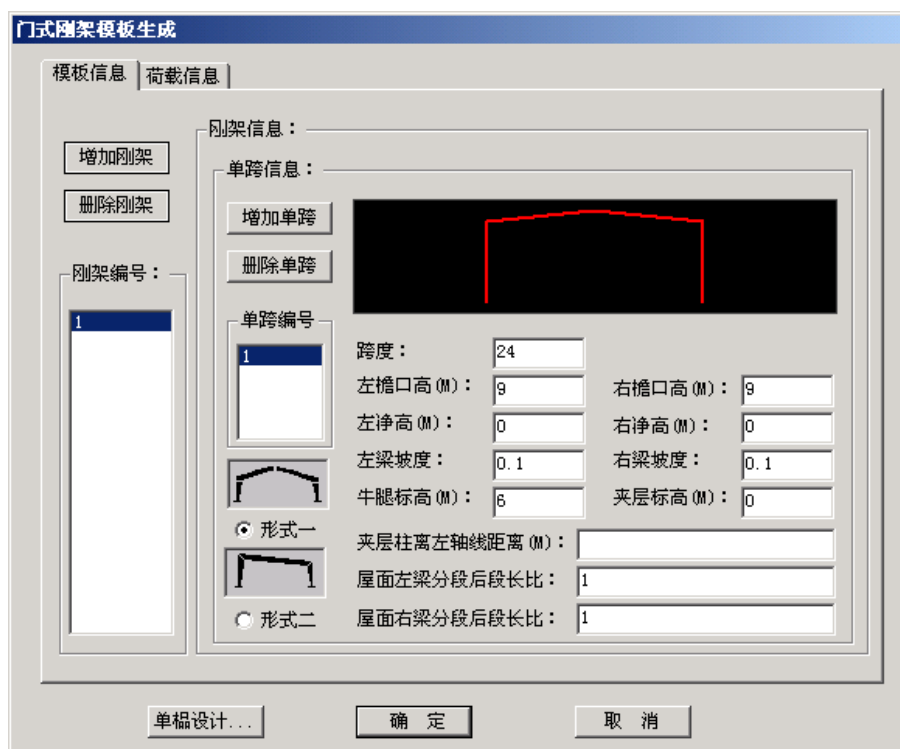
同例题一。

由于没有进行维护结构布置，所以没有维护结构施工图绘制。

6.2.3 例题三（带吊车刚架，包括主刚架设计、檩条设计）

步骤 1：建模填数据

本例题只设计单榀刚架，不进行刚架和围护结构布置。荷载信息对话框中的数据同例题一。



点击“单榀设计...”按钮后，弹出“单榀设计”对话框，输入榀间距和分区类型后，点击“确定”按钮，主菜单被切换到“单榀设计菜单”，同时屏幕显示单榀刚架的有限元模型。



步骤 2：输入吊车数据

菜单命令显示查询\构件信息显示，在出现对话框后选中节点号：

构件信息显示			
<input checked="" type="checkbox"/> 显示节点	<input checked="" type="checkbox"/> 显示单元	<input checked="" type="checkbox"/> 显示膜单元	<input checked="" type="checkbox"/> 显示板单元
<input checked="" type="checkbox"/> 节点号	<input type="checkbox"/> 单元号	<input type="checkbox"/> 膜单元号	<input type="checkbox"/> 板单元号
<input type="checkbox"/> 支座约束	<input type="checkbox"/> 单元释放	<input type="checkbox"/> 膜裁切片号	<input checked="" type="checkbox"/> 板局部坐标
<input type="checkbox"/> 节点附加质量	<input type="checkbox"/> 单元附加质量		<input type="checkbox"/> 板三角网格
	<input type="checkbox"/> 单元预应力		<input checked="" type="checkbox"/> 布板方向
	<input type="checkbox"/> 只拉单元		
确 定		取 消	

按确定显示节点号后,根据牛腿处的节点号在荷载编辑\吊车荷载\桥式吊车影响线中输入吊车信息(按照两台同样的5吨吊车数据输入):

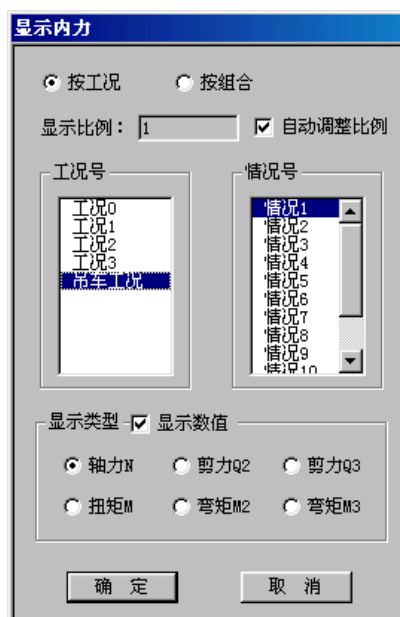
桥式吊车轮压影响线	
<div> <div> <div>两轮情况</div> <div> <div>a1</div> <div>a2</div> <div>a1</div> </div> </div> <div> <div>四轮情况</div> <div> <div>a1</div> <div>a2</div> <div>a3</div> <div>a2</div> <div>a1</div> </div> </div> <div> <div>八轮情况</div> <div> <div>a1</div> <div>a2</div> <div>a3</div> <div>a4</div> <div>a5</div> <div>a6</div> <div>a7</div> <div>a8</div> <div>a7</div> <div>a6</div> <div>a5</div> <div>a4</div> <div>a3</div> <div>a2</div> <div>a1</div> </div> </div> </div>	
编号:	1
<div> <div>增加</div> <div>删除</div> <div>确定</div> <div>取消</div> </div>	
<div> <div>单台吊车信息</div> <div> <div>左节点号</div> <div>2</div> <div>a1 (m)</div> <div>0.55</div> </div> <div> <div>右节点号</div> <div>7</div> <div>a2 (m)</div> <div>3.55</div> </div> <div> <div>吊车轮数</div> <div>2</div> <div>a3 (m)</div> <div>0</div> </div> <div> <div>满载最大轮压</div> <div>79</div> </div> <div> <div>满载最小轮压</div> <div>29.5</div> </div> <div> <div>空载最大轮压</div> <div>0</div> </div> <div> <div>空载最小轮压</div> <div>0</div> </div> <div> <div>横向水平制动力</div> <div>2.04</div> </div> <div> <div>到左边边线(m)</div> <div>500</div> </div> <div> <div>到右边边线(m)</div> <div>500</div> </div> <div> <div>横向往至牛腿距离(m)</div> <div>500</div> </div> </div>	
<div> <div>吊车梁长度(m):</div> <div>6</div> </div>	
<div> <div>吊车工作级别:</div> <div> <input checked="" type="radio"/> A1-A5 <input type="radio"/> A6-A8 </div> </div>	
<div> <div>增加</div> <div>删除</div> <div>确定</div> <div>取消</div> </div>	

由于两台吊车相同,所以添加的数据也一样。

使用菜单命令显示查询\显示吊车荷载,在节点 2-7 之间就会出现一条横线,表示吊车荷载位置。

步骤 3 : 内力分析

内力分析后可以显示工况内力中的吊车工况。



步骤 4：选择规范

使用设计验算中的选择规范，选中所有杆件，选择 CECS（由于柱脚刚接，可以直接选择上海轻钢规程，这样结果就不需要太多的调整，详见步骤 7）。

步骤 5：定义计算长度

使用构件属性\定义计算长度，定义梁柱的面外（绕 2 轴）计算长度为 3000mm。

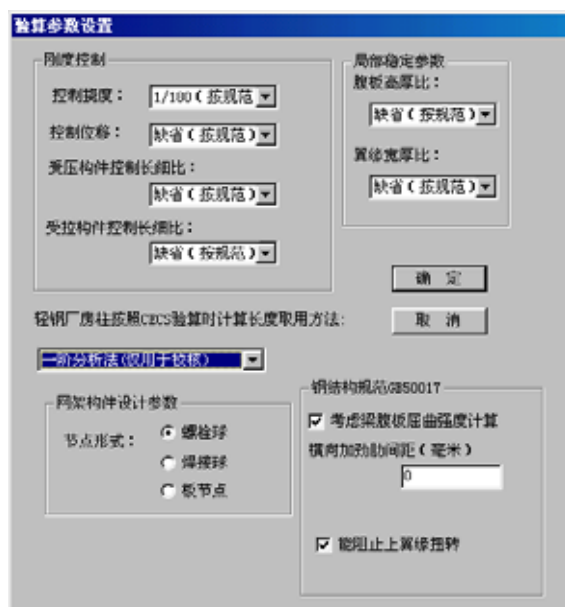
步骤 6：截面优选

下限设 0.5，上限为 1，进行优选；在优选后重新内力分析以更新内力和位移结果。

步骤 7：截面调整

由于本例题中柱脚为刚接，如果直接选择 CECS 和截面优选得到的柱截面一定是偏大的，所以需要调整。

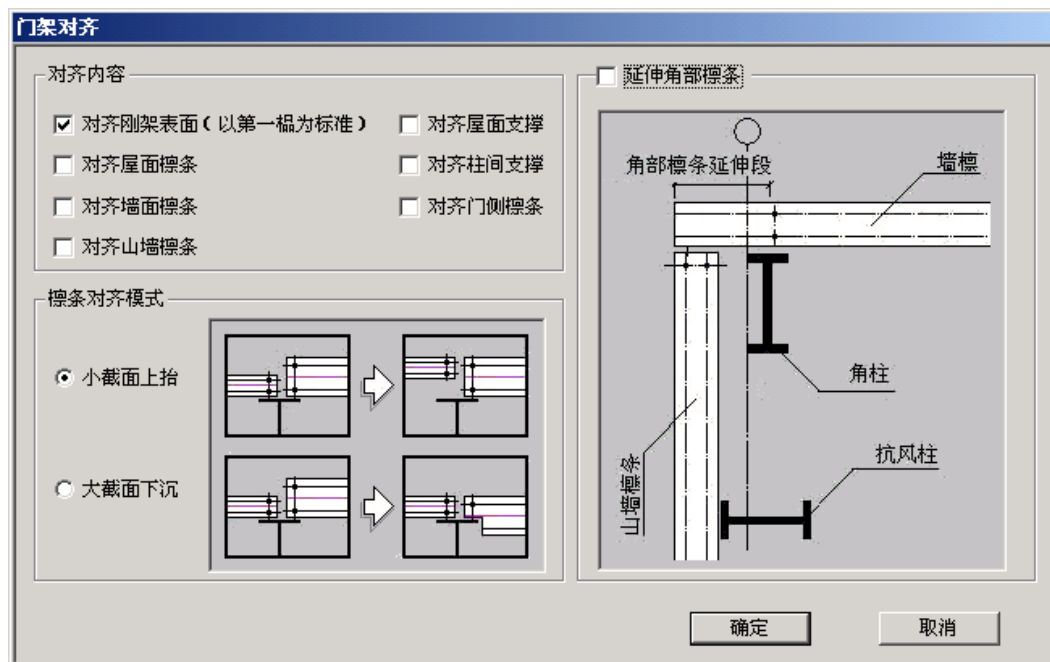
在设计验算的验算参数选择中，把门架柱计算长度的选取方法改为一阶分析法：



选中柱截面，使用构件属性中的直接编辑截面，把四根柱单元的截面由原先的 640x220x8x10 改为 560x220x6x10（注意：改变截面名称的同时，最主要的是把截面参数中对应的尺寸值也作修改）；选择单元验算中的校核，上限为 1，下限为 0.5；查询或显示验算结果，观察当前截面是否满足要求。

步骤 8：对齐

只选择对齐刚架表面，软件按轴线类型（边柱轴线、边柱外缘）对齐柱外皮。

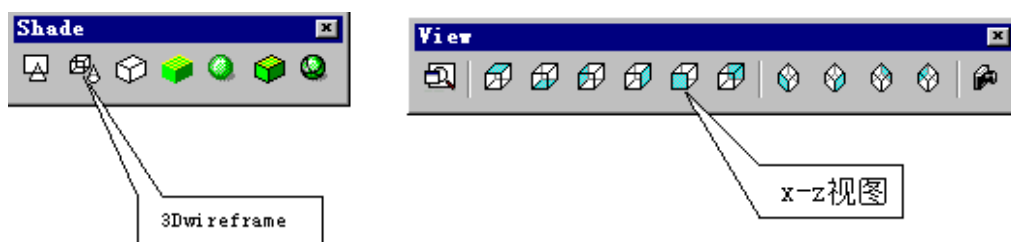


步骤 9：生成后处理实体模型

按“返回三维菜单”，主菜单被切换到“门式刚架菜单”，同时屏幕显示刚架的三维模型，使用菜单命令“后处理实体模型”，生成文件，保存文件为 1-3bak.dwg；使用 3D3S 打开文件 1-3bak.dwg。

步骤 10：节点、柱脚及牛腿设计

使用 SHADE 和 VIEW 工具栏，改变显示形式；



节点设计和柱脚设计同例题 1，2；

点击菜单牛腿设计，即可完成门架所有的牛腿设计。

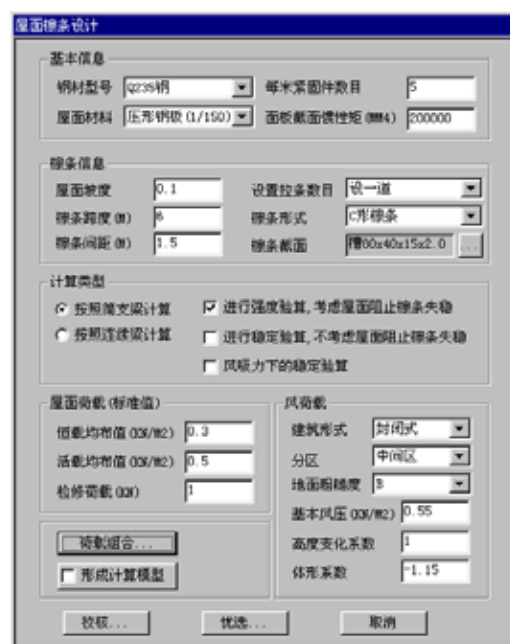
步骤 11：施工图生成

同例题一。

步骤 12：维护结构计算

仍旧打开门架的有限元模型，点击回到三维模型菜单模型；屏幕上出现一榀刚架；

点击设计-维护->维护结构计算，选择屋檩计算，列出和檩条相关的信息：



直接校核，出现檩条计算的计算书；

如果点击形成计算模型，然后在屏幕中出现一根简支梁的设计模型，用户可以在这个模型进行修改荷载，修改材性等操作（模型的基本操作和一般的 3D3S 模型相同），最后在选择规范中选择檩条设计。

更详细的例题演示，请参看安装光盘中的门架演示部分

第七章 多层框架模块使用说明

7.1 多高层框架模块菜单功能文字说明

7.1.1 结构编辑

7.1.1.1 标准层编辑

点击“标准层编辑”命令后，弹出如下对话框：



按“添加标准层”或“编辑标准层”按钮进入标准层编辑菜单，进行标准层编辑。

7.1.1.1.1 正交轴网

该命令用于生成直线轴网，按此命令后弹出对话框如下：



在输入轴线参数后，按“确定”按钮，在屏幕上点取基准点即可生成轴网。

该命令提供了标准轴线和定制轴线两种方式来快速生成轴线。

1、标准轴线 在这种方式下，填入横轴线数、竖轴线数、横轴线间距、纵轴线间距，按确定

按钮，这时会提示要输入轴线左下角定位点，输入或在屏幕上点取该点即生成所需轴网。这里轴线间距的单位与工程设定的长度单位相同，即若用户设的长度单位为 **mm**，则这里填入的轴线间距单位也为 **mm**。

2、定制轴线 在这种方式下，用户可分别设定轴线旋转角度、每根轴线的编号、颜色、各自间距等。

按“编号...”按钮，弹出设置轴线编号的对话框如下：

轴号线号

横轴		竖轴	
起始符号： <input type="text" value="A"/>		起始符号： <input type="text" value="1"/>	
<input checked="" type="radio"/> 轴线编号从下至上 <input type="radio"/> 轴线编号从上至下		<input checked="" type="radio"/> 轴线编号从左至右 <input type="radio"/> 轴线编号从右至左	
<input checked="" type="checkbox"/> 位于轴线左端 <input type="checkbox"/> 位于轴线右端		<input checked="" type="checkbox"/> 位于轴线下端 <input type="checkbox"/> 位于轴线上端	
<input type="button" value="确定"/>		<input type="button" value="取消"/>	

在轴线编号对话框内用户可以设置轴线的起始编号、编号顺序、轴线号的现实位置。

按“旋转...”按钮，弹出设置轴线转角的对话框如下：

轴线转角

横轴线角度-> 0

竖轴线角度-> 90

确定 取消

用户可以直接在编辑框内填入轴线转角数据，也可以按左边按钮后直接在屏幕上点取。

按“编辑...”按钮，弹出设置轴线其他参数的对话框如下：

[illegible]

在左边列表框内选中一根轴线，右上方显示的是该轴线的编号、间距、颜色，用户可直接在编辑框里修改编号、颜色，或单击颜色来修改轴线颜色。按“插入轴线”或“删除轴线”按钮来添加或删除轴线。按“基点：xxx”按钮来定义轴线输入的基点为左下角、右下角、右上角还是左上角（基点为轴网生成时的定位点）。

7.1.1.1.2 圆弧轴网

该命令用于生成圆弧轴网，输入方式与生成直线轴网一样，也提供了标准轴线和定制轴线两种方式来快速生成轴线，不过在圆弧轴网参数输入中，径向轴线间距以角度为单位(0-360°)。

7.1.1.1.3 定义直线、圆弧为轴线

该命令将直线、圆弧、圆定义为轴线，用户选择了直线、圆弧或圆后，输入要定义轴线的轴线号即可。

7.1.1.1.4 画直轴线

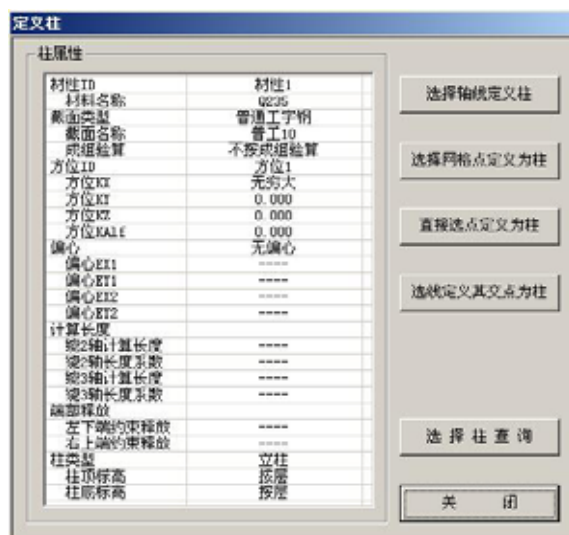
输入两点和轴线号即生成直轴线。

7.1.1.1.5 画圆弧轴线

输入圆心、起始点、终点和轴线号即生成圆弧轴线。

7.1.1.1.6 添加柱

点击该命令后弹出以下对话框：



对话框内左边为将要定义的柱的默认属性，可以双击柱属性框内各项来更改。

对话框右上方四个按钮分别提供了四种定义柱的方式：

1、选择轴线定义柱 按下该按钮，进入屏幕选择状态，可以选择一根或几根轴线，将这些轴线上的网格点（即各轴线的交点）定义为柱。

2、选择网格点定义为柱，按下该按钮，进入屏幕选择状态，可以选择一个或几个网格点（即各轴线的交点），将这些网格点定义为柱。

3、直接选点定义为柱 按下该按钮，提示用户输入点坐标，用户可以手工输入点或直接在屏幕上点取一点，将这些点定义为柱，回车结束，返回对话框状态。

4、选线定义其交点为柱 按下该按钮，进入屏幕选择状态，可以选择直线、圆、圆弧，选择完成后，软件自动将它们各自的交点定义为柱，回车结束，返回对话框状态。

在第一、第二种定义柱的方式中，柱的轴线号按所在轴线确定；在第三、第四种定义柱的方式中，柱无默认轴线号，用户可用“查询修改”命令来定义各柱的轴线号。

对话框右下方为查询按钮，按下该按钮后，进入屏幕选择状态，用户可以选择一根柱子查询其属性，该柱子属性显示于对话框左边“柱属性”框内，可以作为下次要定义柱的默认属性。

7.1.1.1.7 添加主梁

点击该命令后弹出以下对话框：

对话框内左边为将要定义的主梁的默认属性，可以双击梁属性框内各项来更改。

对话框右上方四个按钮分别提供了四种定义梁的方式：

1、选择轴线定义梁 按下该按钮，进入屏幕选择状态，可以选择一根或几根轴线，将这些轴线上的网格线（即各轴线两两相交而成的线段）定义为梁。

2、选择网格线定义为梁 按下该按钮，进入屏幕选择状态，可以选择一根或几根网格线（即各轴线两两相交而成的线段），将这些网格线定义为梁。

3、直接选两端点定义梁 按下该按钮，提示用户输入点坐标，用户可以手工输入点或直接在屏幕上点取两点，作为梁的两端点定义梁，回车结束，返回对话框状态。

4、选线、弧定义梁 按下该按钮，进入屏幕选择状态，可以选择直线、圆、圆弧，选择完成后，软件自动将它们临时两两相交打断，用户再选择打断后的各直线段或圆弧定义为梁，回车结束，返回对话框状态。

在第一、第二种定义梁的方式中，梁的轴线号按所在轴线确定；在第三、第四种定义梁的方式中，梁无默认轴线号，用户可用“查询修改”命令来定义各梁的轴线号。

对话框右下方为查询按钮，按下该按钮后，进入屏幕选择状态，用户可以选择一根主梁查询其属性，该主梁属性显示于对话框左边“梁属性”框内，可以作为下次要定义主梁的默认属性。



7.1.1.1.8 添加次梁

点击该命令后弹出以下对话框：



对话框内左边为将要定义的次梁的默认属性，可以双击梁属性框内各项来更改。

对话框右上方两个按钮分别提供了两种定义次梁的方式：

1、选择所搁置主梁 按下该按钮，进入屏幕选择状态，可以选择所要添加次梁两端的主梁，软件自动往所选择的主梁上添加次梁，次梁的根数和间距见左边次梁属性框内的次梁布置方式，用户可以双击该项进行更改。

2、直接选两端点定义次梁 按下该按钮，提示用户输入点坐标，用户可以手工输入点或直接在屏幕上点取两点，作为次梁的两端点定义次梁，回车结束，返回对话框状态。

对话框右下方为查询按钮，按下该按钮后，进入屏幕选择状态，用户可以选择一根次梁查询其属性，该次梁属性显示于对话框左边“次梁属性”框内，可以作为下次要定义次梁的默认属性。

在软件中，次梁与主梁的区别主要在于在建模完成后，当要按双向导荷载到杆件时，若楼层组

装时选择了荷载由次梁再传到主梁，则导荷时封闭区域有次梁时荷载导到次梁。

7.1.1.1.9 添加墙，添加板

框架中不能使用，属于高层模块。

7.1.1.1.10 添加支撑

1、选择选择轴线定义支撑：按下该按钮，进入屏幕选择状态，可以选择所要添加支撑的轴线，软件自动在该轴线的所有开间完成支撑杆件的定义，右键返回；

2、选择网格线定义支撑：按下该按钮，进入屏幕选择状态，可以选择一根或几根所要添加支撑的网格线，软件自动在该网格线之间的开间完成支撑杆件的定义，右键返回；

3、直接选两点定义支撑：按下该按钮，进入屏幕选择状态，可以选择两点，软件自动在该两点之间的开间完成交叉支撑杆件的定义，右键返回；

默认定义的为交叉支撑，支撑的杆件型号由对话框左边的默认支撑属性决定，可以通过鼠标双击选项来改变支撑杆件属性。

4、选择支撑查询：选择已经定义支撑的开间，可以返回该支撑的属性。

7.1.1.1.11 添加洞口

用于在墙、板上编辑洞口，多层框架中不能使用，属于高层模块。

7.1.1.1.12 查询修改

用于查询修改轴线、柱、梁等，选择了轴线、柱、梁后会弹出相应的其属性对话框，双击其中各项属性即可进行修改。

7.1.1.1.13 显示

点击该命令后弹出以下对话框：



该命令用于控制当前标准层的显示。

7.1.1.1.14 转换标准层

该命令用于转换到编辑别的标准层或添加新的标准层。

7.1.1.1.15 返回主菜单

该命令用于结束标准层的编辑，返回多高层框架模块主菜单。

7.1.1.2 楼层组装

点击该命令后，弹出如下对话框：



主次梁共同受荷：选中该项，组装后的楼层无主次梁之分；当不选中该项时，组装后的楼层按双向导荷载到杆件时，若得到的封闭区域内有次梁，荷载只导到次梁。

次梁参与组装：选中该项，标准层的次梁也参与组装，反之不参与组装。

在中间框内通过双击可以添加楼层、编辑楼层，按 DEL 键删除楼层。

双击后弹出如下对话框：



The 'Add Floor' dialog box contains a table for floor loads, a list for corresponding standard floors, and input fields for floor height and the number of floors to add.

类型	工况号	均布荷载值 (KN/M2)
恒	0	1.000
.....

楼层荷载 (双击-修改、增加, 按DEL键-删除) : 对应标准层 : 层高 (mm) :
1
2
增加层数 :
1
☐ 夹层
确定
取消

右边夹层选项表示添加的该层是否为夹层。

左边楼层荷载框内通过双击来增加、修改楼层荷载，按 DEL 键删除荷载。

双击后弹出如下楼层荷载编辑对话框：



The 'Edit Floor Load' dialog box allows users to select between constant and live loads, specify the load case, and enter the load value.

☒ 恒 ☐ 活
工况 : 0
荷载均布值 (KN/M2) : 1
确定 取消

这些楼层荷载在楼层组装完后都作为导荷载添加到各楼面梁上。

组装完后，按“自动导荷载”命令后在执行显示单元荷载，即可看到这些荷载已经分配到各楼层梁上。

7.1.1.3 添加杆件

该命令用于直接添加杆件，点击该命令后，弹出如下对话框：



对话框内左边为将要添加杆件的默认属性，可以双击属性框内各项来更改。

这里提供了两种添加杆件的方式：

1、选择线定义为杆件 按下该按钮，进入屏幕选择状态，可以选择一根或几根 Line、Circle、Arc、Spline 定义为杆件，若选择的都是直线，软件直接将直线转为杆件；若选择的线中包含曲线，软件将会提示将曲线分段为直线段，再转为杆件，出现的提示对话框如下：



2、直接画杆件 按下该按钮，进入屏幕绘图状态，输入两个点定义一根杆件，操作步骤同 AutoCAD 中绘直线。

对话框上“选择杆件查询”按钮用于查询杆件属性，按下该按钮后，进入屏幕选择状态，用户可以选择一根杆件查询其属性，该杆件属性显示于对话框左边“属性”框内，可以作为下次要添加杆件的默认属性。

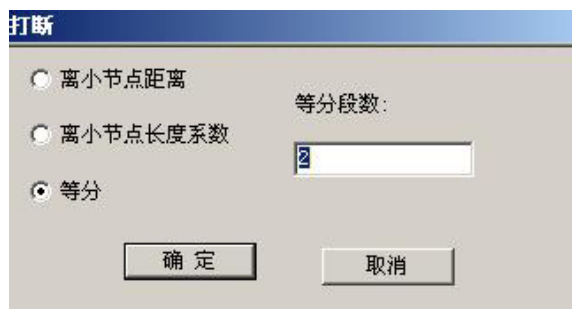
7.1.1.4 板定义

用于直接添加剪力墙、楼板等板单元，框架中不能使用，属于高层模块。

7.1.1.5 打断

7.1.1.5.1 打断杆件

该命令用于生成打断杆件，选择了一根或几根杆件后弹出如下对话框：



用户选择了打断方式后软件自动按选定方式打断选择的杆件。

7.1.1.5.2 构件两两相交打断

该命令用于将选择的构件两两相交打断。

7.1.1.5.3 直线两两相交打断

该命令用于将选择的直线两两相交打断。

7.1.1.6 起坡

该命令用于将选中的节点按指定方向起坡。

按了该命令后，选择要起坡的节点，然后输入两点来表示起坡的基点和方向即可。

7.1.1.7 移动节点到直线上

该命令用于将选中的节点按指定方向移动到指定直线所代表的视平面上。

按了该命令后，首先选择直线，然后选择要移动的节点，最后通过输入两个点来指定移动的方向。

7.1.1.8 移动节点到圆、椭圆上

该命令用于将选中的节点按指定方向移动到所选择的圆或椭圆所代表的圆柱体或椭圆柱体上。

按了该命令后，首先选择圆或椭圆，然后选择要移动的节点，最后通过输入两个点来指定移动的方向。

7.1.1.9 沿径向移动节点到圆、椭圆上

该命令用于将选中的节点沿所选择圆或椭圆的径向移动到该圆或椭圆所代表的圆柱体或椭圆柱体上。

按了该命令后，首先选择圆或椭圆，然后选择要移动的节点即可。

7.1.1.10 删除重复单元节点

该命令用于将重复的单元或节点删除，删除的精度由显示参数中的“建模允许误差值”控制，若两节点间距小于建模允许误差值，则认为是重复节点，一般建模完成后执行一下该命令以删除重复单元节点。

7.1.1.11 由单元得到对应直线、面域

该命令用于把 3D3S 生成的对象，保存到另外一个文件；通过本命令可以把 3D3S 模型还原成 ACAD 的模型。通过该命令也可以选择膜三角单元，将其变为实体，保存在另外一个文件，用于做效果图用。

7.1.1.12 结构体系

点击该命令后弹出以下对话框供用户选择结构体系：



桁架表示所有节点都为铰接，框架表示所有节点都为刚接。

平面桁架 若定义所设计计算的结构为平面桁架，软件将自动处理平面桁架的面外位移约束和单元两端边界释放。典型的平面桁架比如普通钢屋架。

平面刚架 若定义所设计计算的结构为平面框架，软件将自动处理平面框架的面外位移约束。典型的平面刚架如门式刚架、厂房横向排架。

7.1.1.13 长度单位

点击该命令后弹出以下对话框供用户设置长度单位：



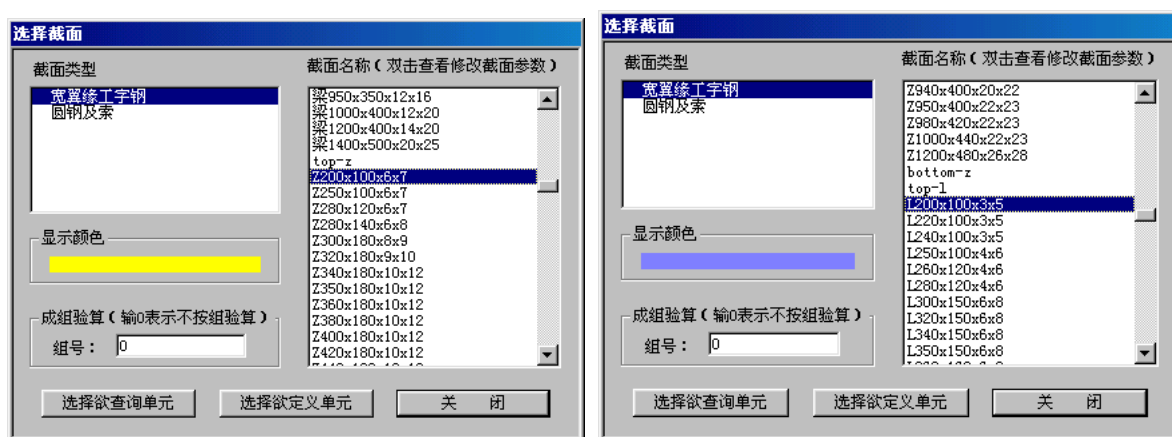
7.1.1.14 从文件读入数据

详见第三章的该条目。

7.1.2 构件属性

7.1.2.1 建立截面库

通过框架标准层编辑生成的框架结构在截面库中自动击活宽翼缘工字钢截面，并自动把梁和柱定义为相应的宽翼缘工字钢中最小的那个截面尺寸（如下图）。



7.1.2.2 定义截面

软件自动定义了每根构件的截面类型，用户需要根据实际需把相应的构件定义成成组验算，填入组号；比如对某一层的同一跨度和荷载值的次梁，定义一个组号；又比如对同一层的中柱定义一个组号；这样，在后来的截面优化和优选过程中，组号相同的那批构件截面尺寸就会保持相同。

7.1.2.3 定义材性

软件自动定义了每根钢结构构件的材料性质都是 Q235，并自动通过在材性中定义的质量密度值自动计算自重。

7.1.2.4 定义方位

自动生成默认的柱的腹板方向是指向 X 方向的，即主受力框架是沿 X 方向的。

7.1.2.5 定义计算长度

对于空间框架，梁绕强轴的计算长度自动取梁的支承点的间距，绕弱轴的计算长度对于主梁取次梁间距，对于次梁取次梁本身长度；对于楼面和非轻型屋面梁，由于楼板和屋面板对梁提供了有力的面外支撑，所以梁绕弱轴的计算长度可以人为的定义一个比较小的值（比如 1000mm）。

柱的计算长度按照规范，根据梁柱线刚度比和结构整体的侧移情况取：结构整体被分为有侧移和无侧移两个类，根据梁柱线刚度比计算分别可以得到两类不同的计算长度系数，软件能够根据用户选择的支撑类型自动计算该系数，在计算书中可以查询到该系数值。

当需要软件自动取用计算长度时，在计算长度和计算长度系数两栏中均添 0，除非人为的添入计算长度或系数。

7.1.2.6 定义钢砼构件参数



钢砼构件参数对话框，包含以下参数：

参数名称	默认值
柱保护层厚度mm	35
梁保护层厚度mm	35
柱纵筋最小配筋率	0.006
柱纵筋最大配筋率	0.05
柱箍筋最小配筋率	0.05
梁纵筋最小配筋率	0.002
梁纵筋最大配筋率	0.05
梁箍筋最小配筋率	0.05

底部有“确定”和“取消”按钮。

定义了钢筋混凝土设计的基本参数，为钢筋混凝土构件设计做准备（钢筋混凝土构件设计目前还没完成，这些参数仅用于型钢混凝土构件设计使用）。

7.1.2.7 钢砼构件定义



定义钢砼截面对话框，包含以下参数：

参数名称	默认值
是否钢砼截面	<input type="checkbox"/>
主筋类别	HRB235
箍筋类别	HRB235
梁拉区主筋直径	AUTO
梁拉区主筋间距mm	0
梁压区主筋直径	AUTO
梁压区主筋间距mm	0
柱主筋直径	AUTO
柱主筋间距mm	0
箍筋直径	AUTO
箍筋间距mm	200
加密区箍筋间距mm	200

底部有“选择构件定义”、“选择构件查询”和“关闭”按钮。

用于定义钢筋混凝土构件，对于钢管混凝土、型钢混凝土构件用于定义其中混凝土的部分；AUTO 表示自动选择钢筋直径。

7.1.2.8 定义层面和轴线号

生成的框架，软件已经自动定义了每层的层面号 i，如果框架有 5 层，那么层面号就从 1 到 5，每个层面号包括了该层的所有梁和柱；

生成的框架，软件已经自动定义了纵向和横向的轴线号，分别用数字 1, 2...和字母 A, B...表示，轴线号是指在建立标准层时定义的两个方向的轴线，每个轴线号包括了该轴线平面框架的所有梁和柱；

对于在自动生成的框架后手工添加的构件（包括梁、柱、支撑等），需要定义层面号，纵横轴线号（比如位于 2 层的构件层面号定义为 2；A 轴线上的构件横轴线号定义为 A 等）；在框架模块中构件定义层面号和纵横轴线号用于统计层间位移或刚心计算时使用，如果增加的构件没有定义层面号或纵横轴线号，那么在层间位移计算或刚心计算中该构件将不被统计。

平面刚度无穷大针对同层平面（只能选梁），软件做平面内刚度无穷大处理；

其他未定义层面号的杆件与当前所选杆件采用相同的层面号，则除了已经定义过层面的单元外，其他所有单元的层面号均采用当前所输的层面数字，这样可以避免重复选择单元。

7.1.2.9 支座边界

软件自动默认的所有柱的柱脚为刚接。

7.1.2.10 杆件铰接

软件自动默认的所有次梁和支撑两端绕 3 轴转动释放，即为铰接；其它杆件连接处为刚接。

7.1.3 荷载编辑

框架模块中的荷载仅考虑节点荷载、单元荷载、杆件导荷载、地震、温度、支座位移六类基本荷载形式。

7.1.3.1 荷载库

在荷载库中的杆件导荷载库中存放了结构编辑-楼层组装中输入的恒载和活载值，并且软件自动已经把这些荷载添加到相应的楼面上；

7.1.3.2 施加荷载

框架的恒载和活载在楼层组装中已经添入，并自动施加到楼面梁上；需要用户另外输入的荷载包括侧面的风荷载和除楼面屋面均布面荷载之外的其它荷载。

风荷载的输入一般也采用杆件导荷载的方式：选中一面侧墙（不显示该面上的支撑构件），输入基本风压、体型系数（高度系数由软件自动根据 Z 坐标确定，风震系数由软件自动根据结构周期计算得到，所以如果由软件计算得到风震系数前必须先进行地震荷载->地震荷载计算），选择荷载分配方式（单向还是双向导荷载）由软件自动把面荷载分配到构件上成为线荷载或点荷载。

7.1.3.3 自动导荷载

一旦施加了杆件导荷载，就需要使用自动导荷载菜单，这样软件才能完成从面荷载到线荷载的转变过程。

导荷载需要列表中列出了已经输入的所有面荷载，如果被选中（打勾），那么软件就把这些面荷载分配到相应的节点或单元上。

7.1.3.4 地震荷载

1. 在地震参数输入中，如果需要把楼面或屋面的活荷载计入重力荷载代表值，那么需要在荷载加入重力荷载代表值的各可变荷载工况号中添入相应的活荷载工况号，在各可变荷载的组合值系数中添入相应的工况号对应的参与系数；

比如需要考虑 50%的工况号为 1 的活荷载和 30%的工况号为 2 的活荷载，那么在活荷载工况号中添入 1，2；在各可变荷载的组合值系数添入 0.5，0.3。

2. 在输入地震参数中，用户需要根据结构形式考虑是否计入扭转耦联。

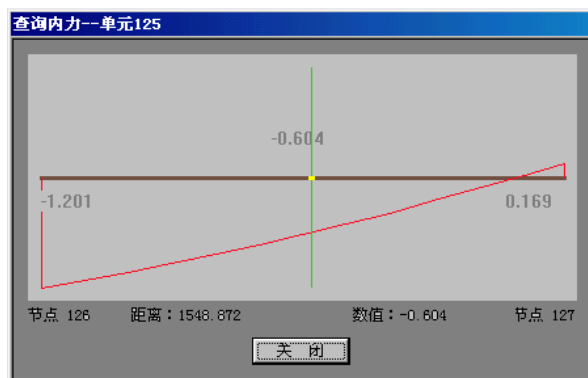
7.1.4 内力分析

7.1.4.1 内力分析

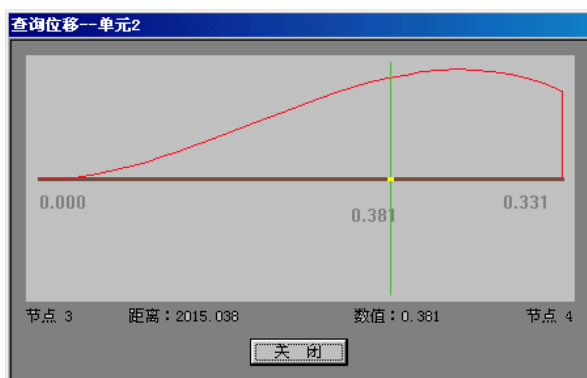
由外力得到内力，如果软件提示不能顺利进行，那么可以参看第十一章的模型检查一节。

7.1.4.2 内力结果查询和显示

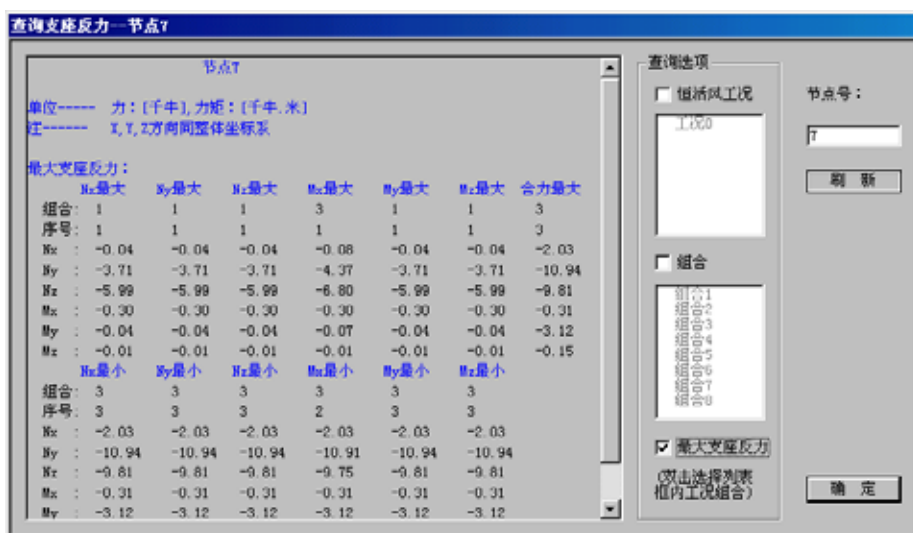
在显示内力后，界面中出现了内力图，使用鼠标双击内力图，即可出现所选单元的动态内力显示，如下图：



在显示位移后，界面中出现了位移图，使用鼠标双击位移图，即可出现所选单元的动态位移显示，如下图：



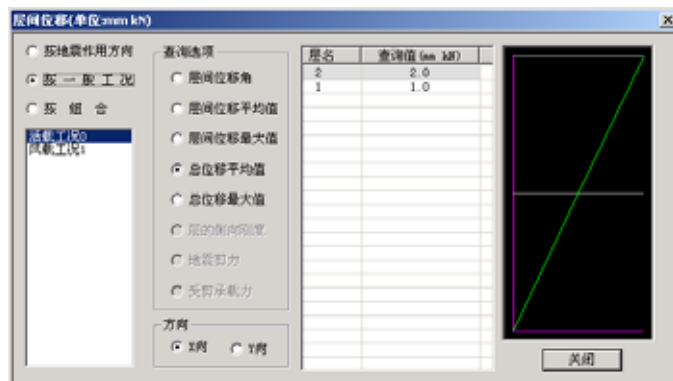
在显示支座反力后，界面中出现了支座反力值，使用鼠标双击反力，即可出现所选单元的支座反力值显示，如下图：



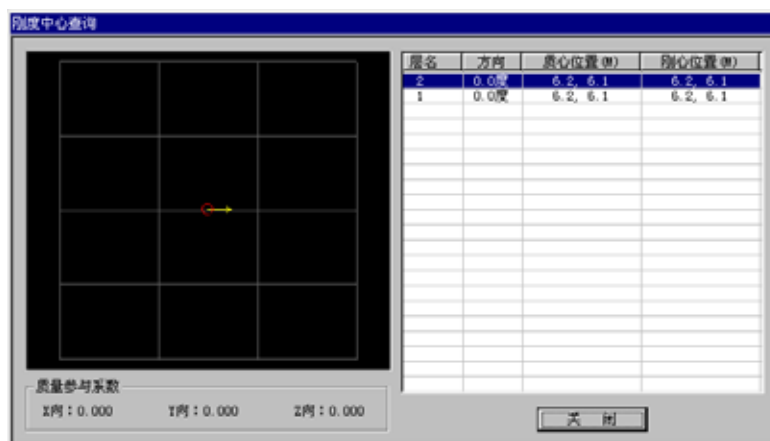
7.1.4.3 查询层间位移和刚心

软件根据内力分析得到的结果和构件的层面号及纵横轴线号对数据进行统计，得到层间位移和刚心位置；

该功能用于查询层间位移，执行命令后弹出如下对话框：



查询刚度中心，弹出对话框：



在设计验算的计算书中以文本形式输出结果。

7.1.5 设计验算

7.1.5.1 选择规范

对于框架构件，一律选择为钢结构规范（GB50017）。

7.1.5.2 单元验算

7.1.5.2.1 步骤：

1. 选择验算方式

包括校核、截面放大、结构优选、截面优化四类；输入上下限，即只有三项应力比（一个强度、两个稳定）在下限和上限之间，软件认为构件满足要求，应力比大于上限为截面不足，应力比小于下限为截面过大；

如果选择了截面优化，那么介于构件刚度的相互作用，要求把梁和柱的优化过程分开，详见例题。

2. 选择有无侧移



如果是有侧移，可以直接验算；

如果不是有侧移，则需要进行两个方向的支撑类型的判断：

1) 如果选中无支撑体系，就相当于该方向为有侧移，就不必指定该向单位力作用点，可以直接进行验算；

2) 如果不是无支撑体系，则软件提供了强弱支撑框架的判断手段：先指定单位力作用点，然后按判断强弱支撑框架按钮；也可以人为的判断，绕过判断强弱支撑框架按钮而直接选择强支撑体系（不能绕过判断强弱支撑框架按钮而直接选择弱支撑体系，因为在计算弱支撑体系的稳定系数时需要用到结构抗侧刚度值 S ，而 S 值只有软件通过先指定单位力作用点后判断强弱支撑框架按钮才能得到）。

3. 统计构件用钢量

软件根据构件轴线长度和面积及质量密度求出所选构件的用钢总量。

7.1.5.2.2 验算方式：

校核：仅验算杆件是否满足规范要求，杆件截面不改变；

截面放大：如杆件截面不够则改选增大的截面，截面放大则该单元的截面颜色随之改变；

截面优选：对过大的杆件截面调小，对过小的截面调大，截面改变伴随着单元的截面颜色随之改变；

截面放大和截面优选都建立在从小到大顺序排列的截面表的基础上，如果截面表的顺序被打乱或截面表本身不够丰富就不能得到理想的结果；

截面优化：只针对宽翼缘工字钢、焊接工字型截面、焊接矩形截面三类截面，优化前只需在相应的截面类型中任选一个截面尺寸即可，优选后的截面为新加截面，放在截面库的末尾；如果用户同时选定了其它类型的截面实行优化，软件会自动把其它类型进行优选，同时提醒用户：一共 XX 个单元的截面类型不在可优化截面范围内，只能被优选。

如果选择了截面优化，那么介于构件刚度的相互作用，要求把梁和柱的优化过程分开，一般过程是先把梁定义成一个大致的截面，然后优化柱，完成柱的截面优化后再优化梁，详见例题。

7.1.5.2.3 有侧移结构

1. 当选择有侧移时，如下图；有侧移表示框架在 X，Y 方向都为无支撑结构，框架柱的计算长度按照有侧移的计算长度系数表格选取；

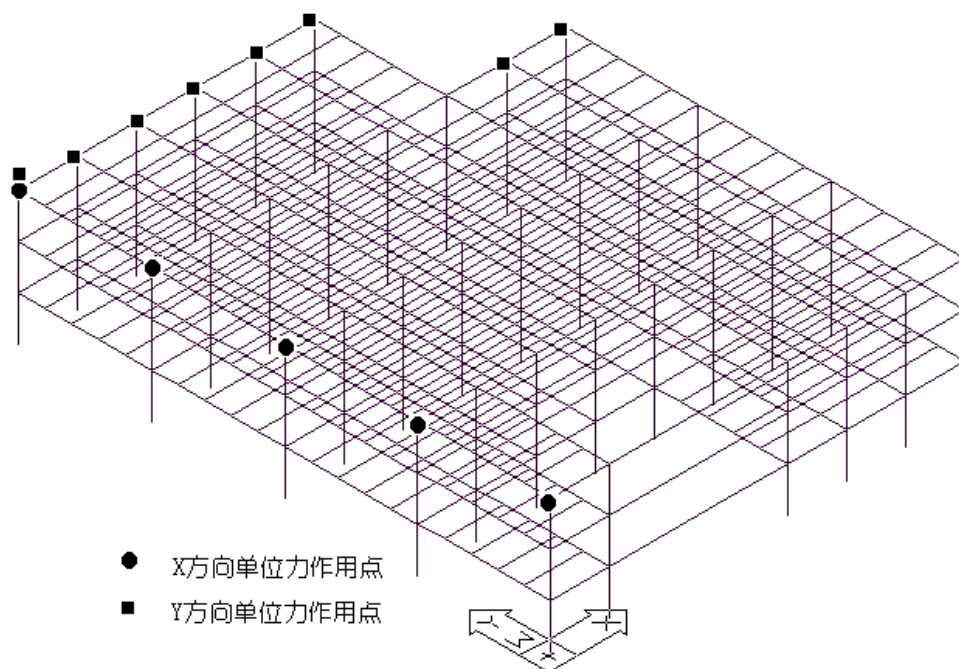


2. 当不选择有侧移时，弹出强弱支撑体系判断框，如下图；无侧移表示框架在 X，Y 方向都为有支撑结构，框架柱的计算长度按照无侧移的计算长度系数表格选取；

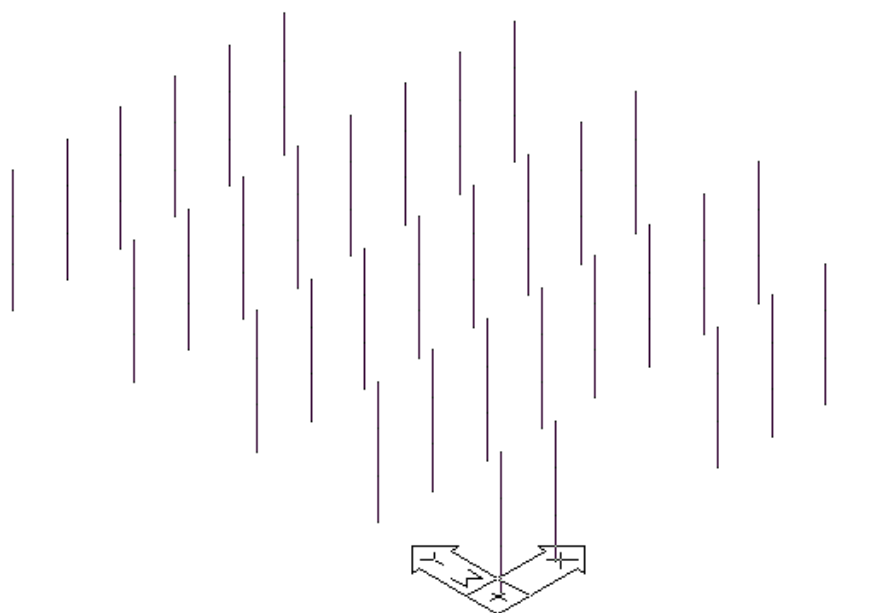


在判别强弱支撑时，需要得到结构每层的侧移刚度值，即当单位作用力作用在结构顶部时，每层的相对转角值，这时需要用户人为的指定单位力的作用点位置；

比如针对规则框架，指定的 X 和 Y 向单位力作用点如下图：



当构件比较多，选择作用点有遮挡时，可以使用部分显示命令，只把主要框架柱显示出来，然后选择节点，避免选择错误，如下图：



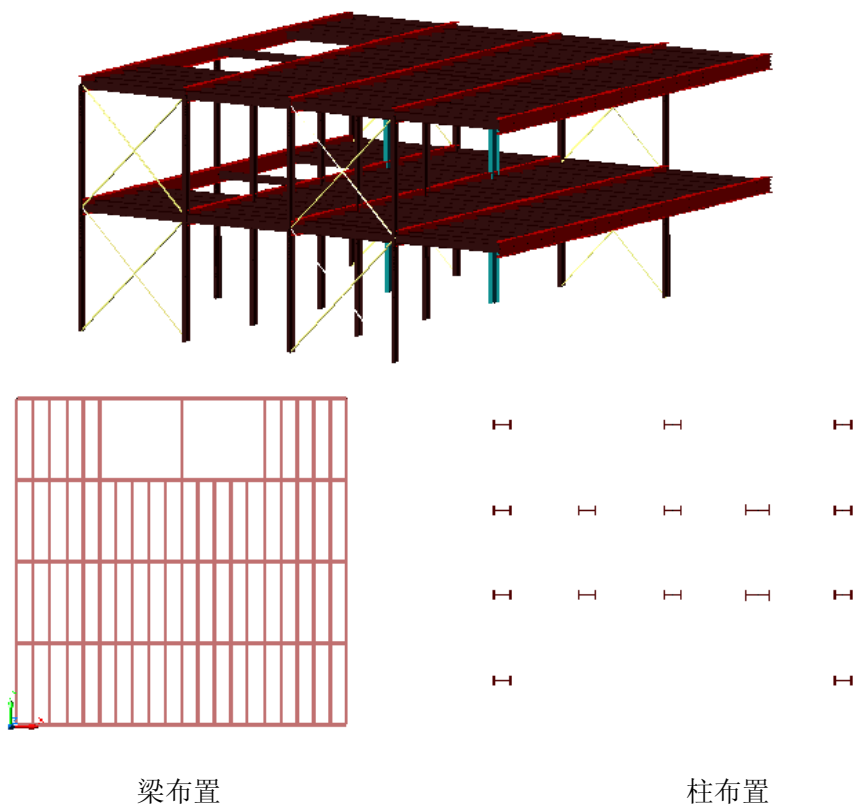
完成作用点位置的选择后，右键结束，屏幕会出现进度条，表示软件正在进行该方向刚度的计算；当完成了 X 和 Y 方向作用点选取后，使用判断强弱支撑框架按钮，软件根据计算出来的两个方向的刚度值自动判断，并且将判断结果写入文本文件工程名.zct 文件，用户可以使用文字编辑软件打开该文件。

3. 说明：

一个结构有两个主轴方向，3D3S 软件认为这两个方向为整体坐标系的 X 方向和 Y 方向；每个

方向可能属于强支撑框架，或属于弱支撑框架，或属于无支撑框架；用户可以通过选择结构有侧移来指定两个方向都属于无支撑框架；如果结构不属于有侧移框架，用户可以使用判断强弱支撑框架按钮来判断每个方向是属于强支撑还是弱支撑框架。

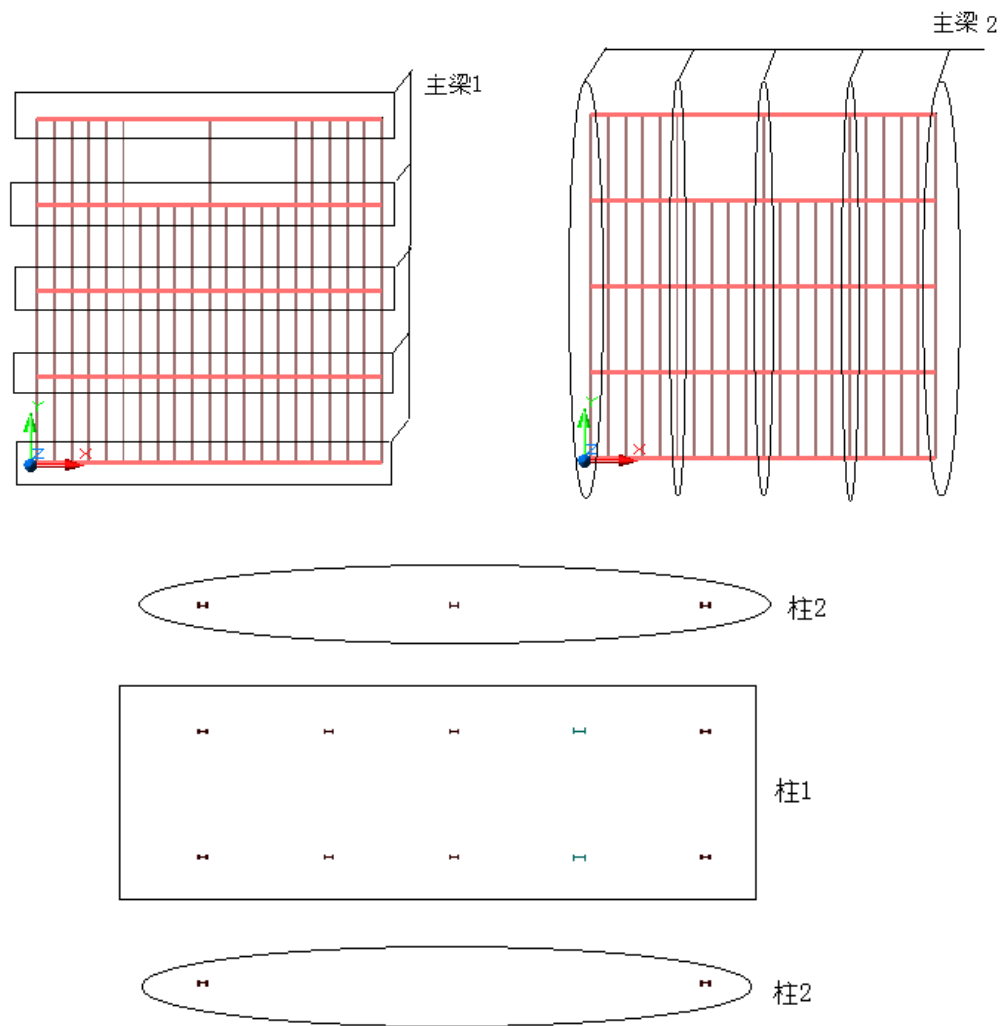
7.1.5.2.4 构件验算例题：



步骤 1

截面分组

在定义截面中，把主梁 1 定义组号为 1，主梁 2 定义组号为 2，次梁定义组号为 3，柱 1 定义组号为 4，柱 2 定义组号为 5，支撑定义组号为 6；把梁的初始截面定义为 400 高，柱的初始截面定义为 300 高 200 宽；



步骤 2

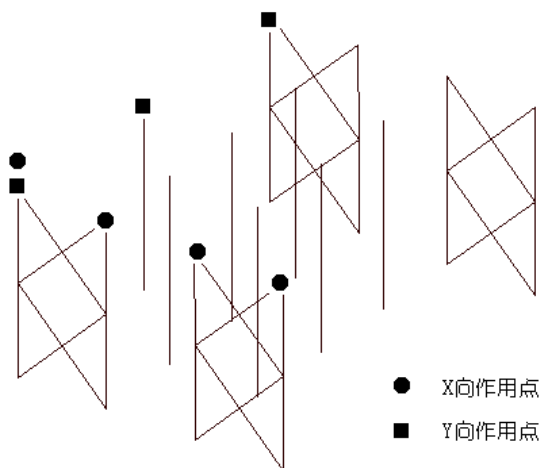
选择规范：把所有构件选择为钢结构规范（GB50017）；

步骤 3

柱单元验算：只显示所有柱和支撑，调整到一个三维视图，弹出对话框：

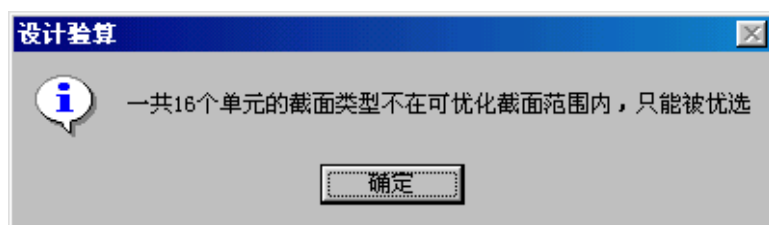


指定 X 向作用点，指定 Y 向作用点，如下图：



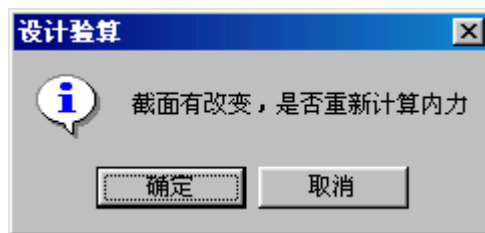
判断强、弱支撑体系，软件自动把选择项停留在强支撑体系，说明该结构在现行截面的情况下两个主轴方向都属于强支撑体系。

按验算命令，进行柱和支撑的构件验算，出现提示如下：



这表示存在 16 根支撑杆件是圆钢，不在可优化的三类截面内（宽翼缘工字钢、焊接工字钢、焊接矩形），所以软件自动对支撑杆件进行优选而非优化。

优化和优选结束后，软件提示：

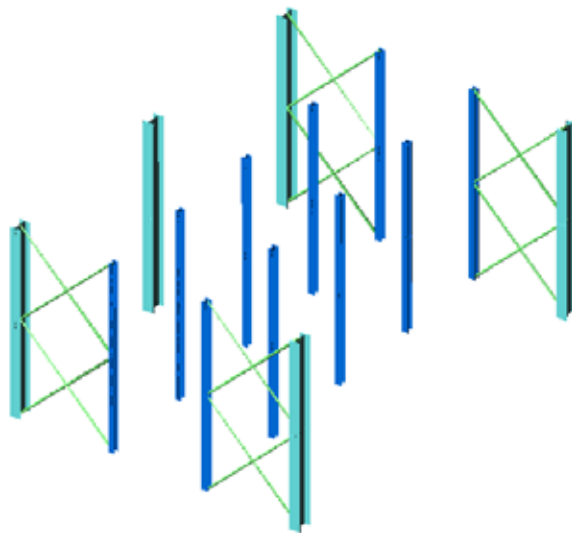


这是因为圆钢结构进行了优选后截面发生变化，软件提醒重新计算内力（注意：截面优化后截面尺寸同样发生了变化，但软件避免过多的信息条，所以不做提示，由用户可以自行决定是否重新内力分析）。

确定后，重新内力分析后重新优化和优选，直到截面完成选择。

步骤 4

显示截面，如下图：



步骤 5

验算结果查询：

同组的构件的截面尺寸是一样的，同时同组构件中必定至少存在一根构件的应力比是控制应力比，即应力比最接近上限的那根构件；通过优化得到的截面应力比理论上十分接近上限，但由于宽厚比限制的存在，一般情况下的控制应力比可以达到上限的 80%。

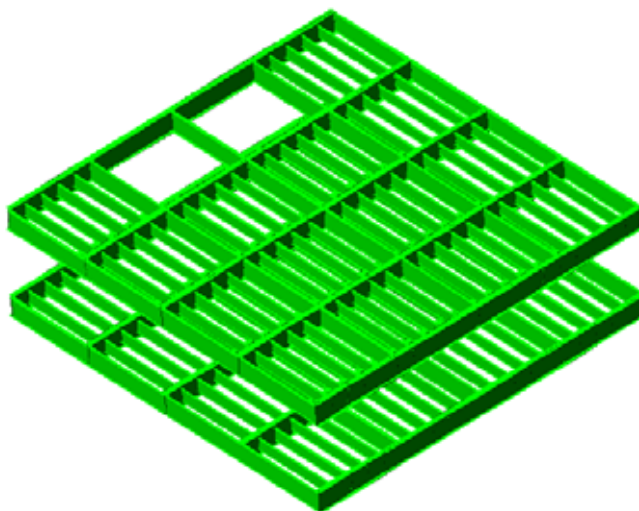
步骤 6

梁单元截面优化

选择所有梁，选择截面优化后进行验算，得到新的截面。

步骤 7

显示截面。



步骤 8

验算结果查询;

步骤 9

重新内力分析

由于梁和柱的截面都发生了变化, 需要更新一遍内力。

步骤 10

单元校核

利用更新了的内力对截面现有尺寸进行校核, 把下限设为 0.5。

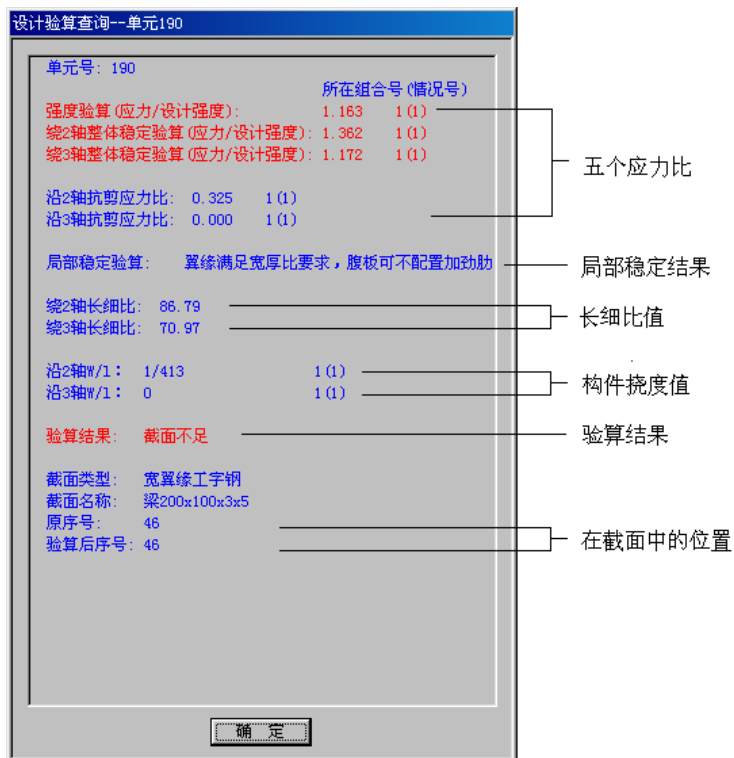
步骤 11

验算结果显示, 屏幕上出现了黄色的构件, 即应力比小于 0.5, 这种情况的出现是由于同组构件截面保持一致引起的。

7.1.5.3 验算结果查询

同时具体指标定量的指出构件的应力范围和位移水平, 一次只能查询一根构件; 红色的数字表示达不到要求的指标。

注意: 理想的截面尺寸是前三项应力比彼此尽可能相近并接近于上限值。



当出现截面不足的提示后, 用户可以针对不满足要求的具体指标对结构进行修改:

强度不满足: 增加截面尺寸;

绕 2 轴稳定应力比不满足: 增加绕 2 轴惯性矩, 比如增加翼缘宽度;

绕 3 轴稳定应力比不满足: 增加绕 3 轴惯性矩, 比如增加腹板高度;

绕 2 轴长细比不满足: 增加绕 2 轴惯性矩;

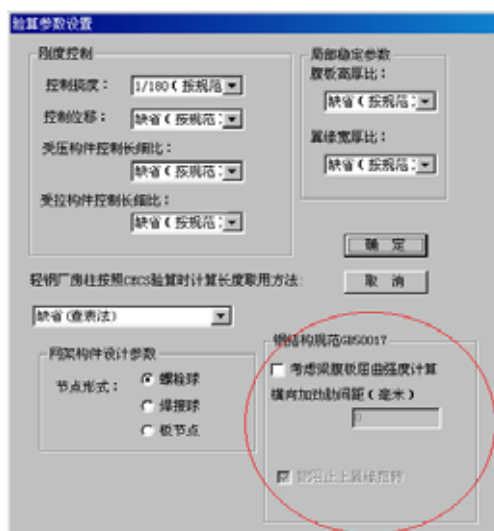
绕 3 轴长细比不满足: 增加绕 3 轴惯性矩;

沿 2 轴 W/L 挠度不满足: 增加绕 3 轴惯性矩, 比如增加腹板高度;

沿 3 轴 W/L 挠度不满足: 增加绕 2 轴惯性矩, 比如增加翼缘宽度;

7.1.5.4 设计参数选择

用来控制各项设计参数, 一般情况不用修改; 2003 新规范增加了组合梁的屈后强度设计一项:



针对截面表中的普通工字钢，轻型工字钢，宽翼缘工字钢，焊接工字钢四类截面，在梁的设计强度时，可以考虑屈曲后的强度计算：

$$\left(\frac{V}{0.5V_u} - 1 \right)^2 + \frac{M - M_F}{M_{eu} - M_f} \leq 1$$

其中 M_{eu} ， V_u 表示截面抗弯和抗剪承载力设计值；

M_f 表示截面翼缘所承担的弯矩设计值。

当考虑梁腹板屈曲强度计算项被选中，梁的横向加劲肋设置就可以突破钢结构规范中受弯构件加劲肋布置要求的限制。

7.1.5.5 写计算书

格式和任意结构写计算书的相同，软件提供两种常用格式，用户也可以自己选择所需要输出的内容。

后处理

7.1.6 后处理- 模型

7.1.6.1 生成后处理实体模型

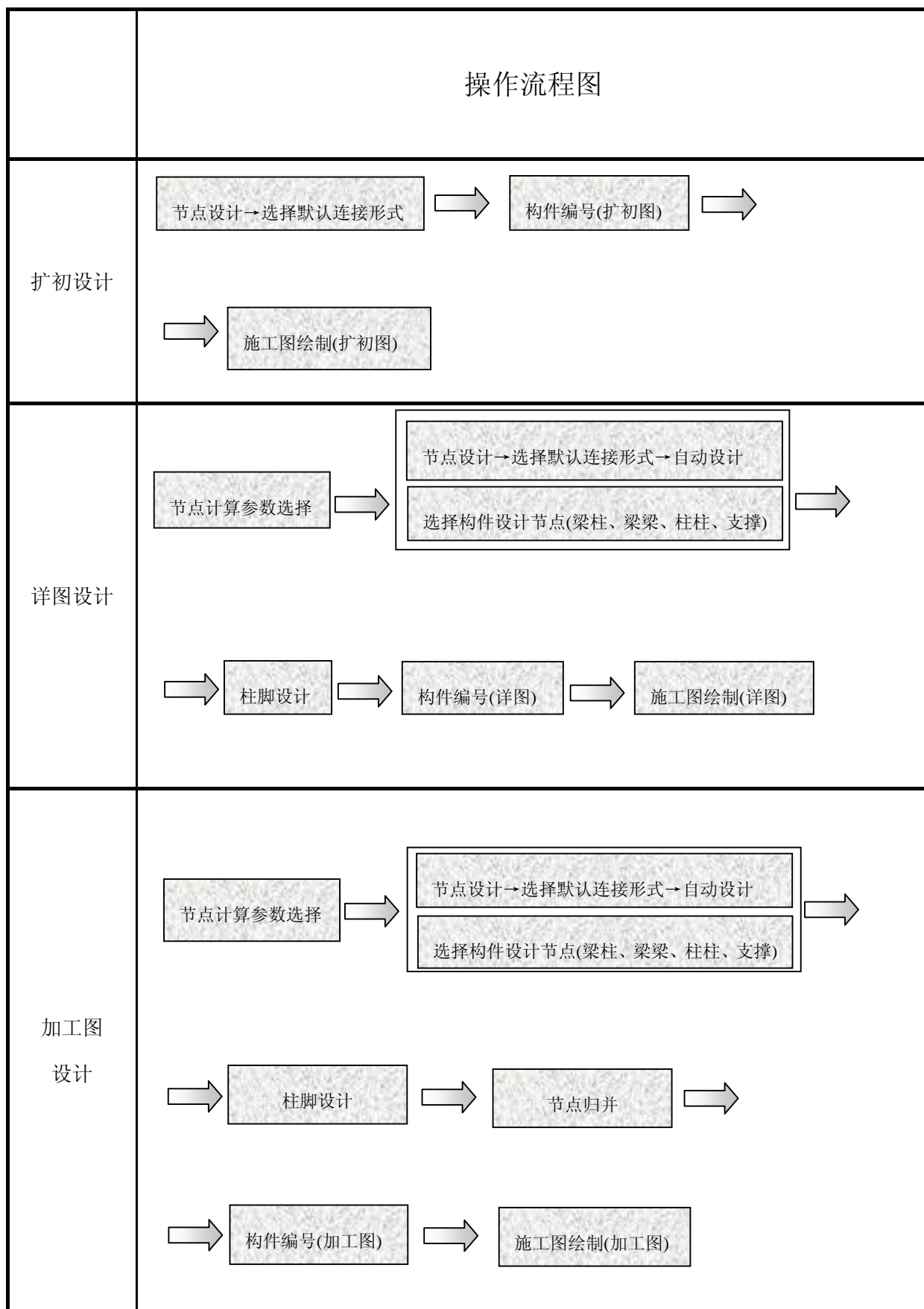


在执行该命令之前，应在计算模型上定义构件的轴线号与楼层号，否则软件将不能绘出正确的平面图与立面图。

该命令弹出对话框提示输入柱子连通层数，柱子截断位置距离楼面的高度，以及柱顶高出屋面梁顶的长度。在计算模型中，每一层的柱都认为是一个独立单元参与计算。在后处理的节点设计中，上下柱连接不在有限元节点处，而是处于楼面标高上方 1.0m 处。一般来说，柱子连通层数取 2 层或 3 层。

软件根据计算模型生成一个新的 dwg 文件，该文件是结构的三维实体的模型。节点的设计与施工图的绘制均在这个实体模型上进行。同时生成同名文件夹，连接计算结果文件均放在该文件夹中。程序默认的文件名/目录名为：A_框架后处理模型，其中 A 是计算文件的工程名称。

生成后处理实体模型之后，需打开该 DWG 模型文件，以进行节点设计与施工图绘制。软件具备三种不同深度的后处理出图功能，即“扩初图”、“详图”与“加工图”，相应的操作流程（**必须的步骤**）分别如下页图所示。



7.1.6.2 构件编辑

该部分的命令用于在节点设计之前对构件的实体模型进行编辑。

名词说明

梁单元：在计算模型中的一个有限单元。一根主梁可以被打断而形成多个梁单元。

梁构件：真实情况中的梁，由一个或多个有限梁单元组成，是加工制作的一个独立单位。

在计算模型中，为了用有限元方法进行结构计算，在主次梁相交的地方，主梁构件被打断并生成有限元节点。后处理模型是反映结构构件与节点制作的真实三维模型，被打断的主梁单元被连通而形成一根梁构件。

命令“构件编辑”→“显示已连通的梁”：用颜色标识出由多个计算单元（数量大于等于 2）连通而形成的梁构件。不同的梁构件用不同的颜色区别。图（1）是使用该命令的一个例子。

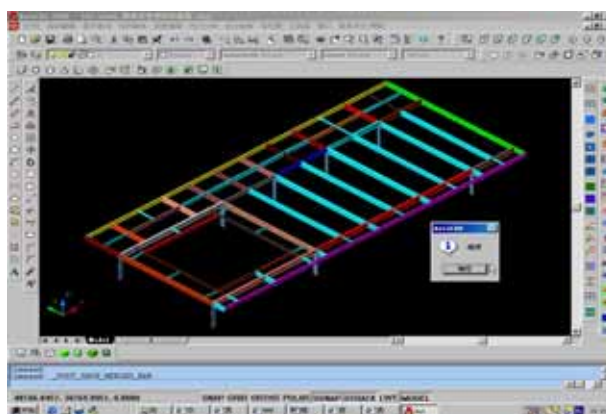


图 1

梁连通的前提条件是：在节点处两侧的梁单元截面、方位、偏心完全相同，在该节点处梁单元是**完全刚接**。如图 2(a)与(b)中，梁 1 被连通（被认为是主梁），而梁 2 不会被连通（被认为是次梁）。

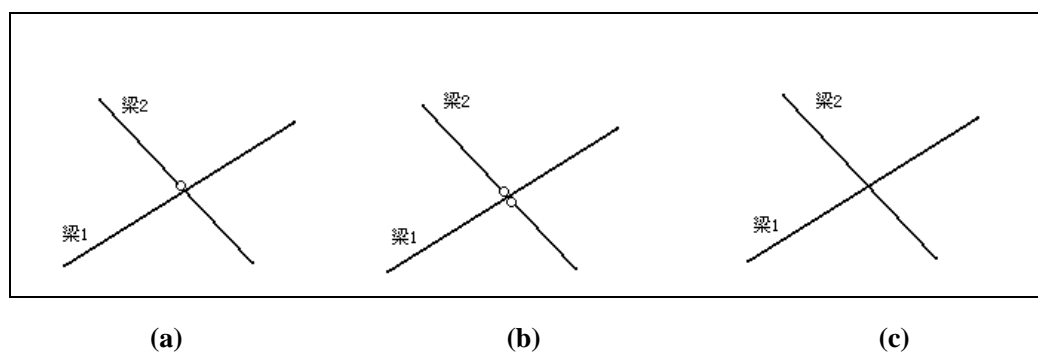


图 2

但是对于图 2(c)的情况，软件不能自行确定将哪根梁断开，梁 1 与梁 2 均作连通处理，因此需要用户提供相应的断开信息。

命令“构件编辑”→“显示需要打断的交叉梁”：标识出在模型中的哪些地方存在图 2(c)的情况，需要用户提供相应的打断信息。图(3)是使用该命令的一个例子。

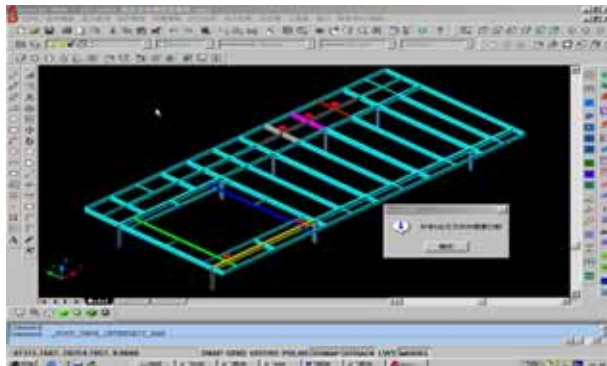


图 3

软件用颜色标识出交叉的梁，并用红色的圆锥在模型上标识出交叉位置。

命令“构件编辑”→“交叉梁打断”：该命令根据用户的指示，对图 2(c)的情况进行断开处理。操作顺序：a.选择要保持连续的梁（如图 3 左下角的黄色梁）；b.选择要打断的梁（如图 3 左下角的绿色与蓝色梁）；c.选择结束，软件进行断开处理（如图 4 所例示），梁被断开后用不同的颜色标识。

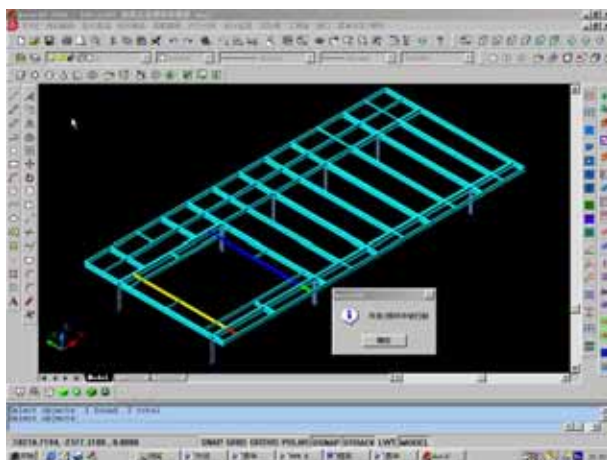


图 4

命令“构件编辑”→“梁连通”：该命令是打断命令的逆命令。

命令“构件拉伸/缩短”：拉伸或者缩短选定的实体构件的端头。

命令“构件端点拖动”：将选定构件的端头拖动到任意位置。

7.1.6.3 节点计算参数选择

在进行连接设计计算以前，应先确定连接计算中需要的参数。在弹出的对话框中，选择的参数包括了计算连接需要的数据。程序默认节点端部连接均采用高强螺栓，柱脚用锚栓。如果选择了自

动计算螺栓直径和间距，软件按照 M16,M20,M22,M24,M27,M30 顺序进行节点设计。用户也可以指定高强螺栓直径和间距进行节点设计。按照规范列出锚栓直径，进行柱脚计算设计。在柱脚设计中，锚栓直径与间距由软件计算决定。该对话框有三个页面，如下图所示。在“扩展参数”页中，选择该工程中可用的节点板厚度序列，在“抗震信息”页中指定抗震设防烈度，以及梁柱刚接节点的加强构造方式。



7.1.6.4 节点剪切域核算

对全楼的节点域进行核算并给出计算结果。

7.1.6.5 节点设计

节点设计可以采用两种方式：自动设计及手动设计。自动设计可以指定各种节点（按位置和梁，柱关系分类）默认的节点设计形式，软件自动对模型中所有的节点进行搜索，找到符合默认节点类型的节点进行设计；手动设计需要指定要设计的节点位置，采用指定的节点形式进行设计。用户可以先采用自动设计完成大部分节点的设计工作，然后再根据需要针对某些个别位置节点用手动设计的方法完成设计。

梁柱关系分为四类：梁梁连接，梁柱连接，柱柱梁接，支撑连接。其中每类又根据连接位置和连接形式分为若干具体形式。

在结构扩初设计阶段，无需进行节点设计。要绘制扩初节点示意图，仅需执行命令“节点设计”→“选择默认连接形式”，软件将在这之后可绘制该工程所选用的节点类型示意图。

7.1.6.6 手动设计

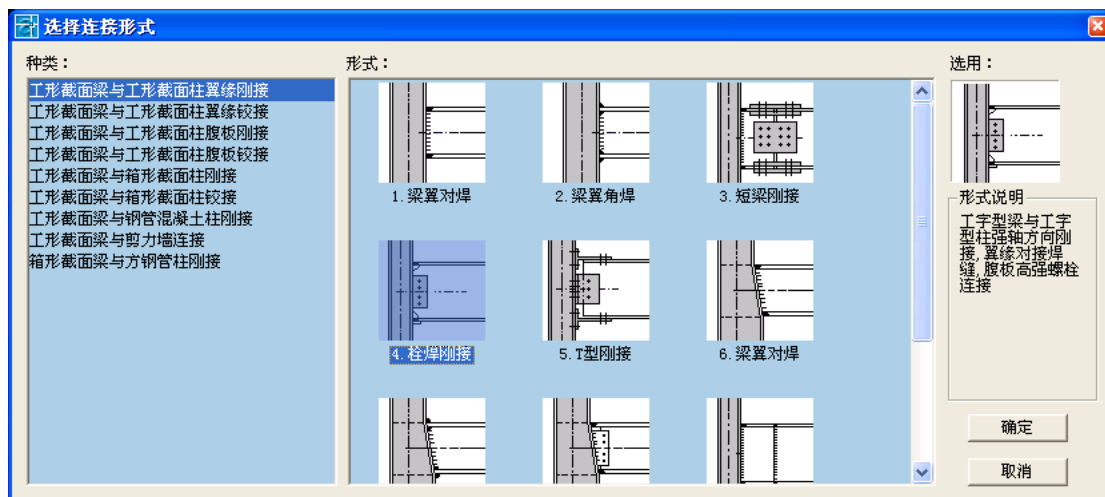
包括梁柱连接设计、柱柱连接设计、梁梁连接设计、支撑连接设计四项。

7.1.6.6.1 梁柱连接设计

节点设计

此命令设计梁柱汇交处的连接。根据梁柱关系和位置，分为 9 类：工形截面梁与工形截面柱翼缘刚接；工形截面梁与工形截面柱翼缘铰接；工形截面梁与工形截面柱腹板刚接；工形截面梁与工形截面柱腹板铰接；工形截面梁与箱形截面柱刚接；工形截面梁与箱形截面梁铰接；工形截面梁与钢管混凝土柱刚接；工形截面梁与混凝土墙连接；箱形截面梁与箱形截面柱刚接。设计过程如下：

(1) 选择汇交处的杆件（通常用 AutoCAD 的“交叉”窗选较方便。完成后回车或单击右键。出现如下所示的对话框。



(2) 在对话框右边的列表中选择种类。

(3) 在对话框右边的形式图标栏中选定具体形式，双击图标或点击“确定”按钮。

(4) 软件将根据选定的形式进行节点设计计算。

软件计算完成后，弹出对话框说明设计结果，可以直接查看设计节点的计算书。如果设计失败，请在计算书中查找设计失败的原因。

以设计一个梁与柱翼缘刚接的梁柱节点为例：点击菜单项中“节点设计”-->“梁柱连接”→命令行中提示“请选择杆件:”，用鼠标选取梁，柱。点击右键或键入“Enter”确定选择→在出现的对话框中左边列表中选择“工形截面梁与工形截面柱翼缘刚接”→在右边形式列表中选择“栓焊刚接”→点击“确定”→软件计算完成设计。

设计要点:

(1) 根据节点种类正确地选择汇交杆件与节点形式。

(2) 软件提示“所选杆件不能构成指定形式的连接”时，可能的原因有：

a) 选择的杆件与节点形式不匹配。比如在梁与柱翼缘连接处指定了一个梁与柱腹板连接的形式进行设计。

b) 杆件汇交处已经进行了节点设计并且成功。

c) 在计算模型中指定了杆端为刚（铰）接，但是在节点设计中却指定了一个铰（刚）接节点形式。如在梁与柱翼缘铰接连接处指定了一个梁与柱翼缘刚接的连接形式进行设计。

(3) 节点设计失败时可采取如下措施:

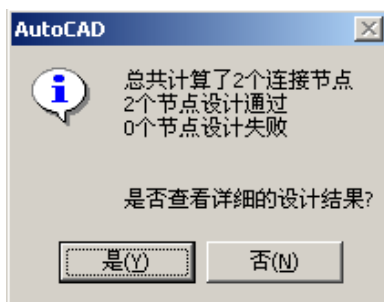
a) 采用另外的节点形式代替。

b) 当计算书中设计失败原因为“端部梁腹板过薄, 无法同时满足螺栓最大最小间距”或“端部翼缘过窄, 不能满足螺栓基本排列要求”或其它涉及到杆件截面的原因时, 应回到计算模型中修改相应的截面参数, 然后重新进行内力计算和验算, 生成后处理实体模型, 再进行节点设计。

c) 用“计算参数选择”命令, 修改计算参数, 提高连接构件的强度。

设计结果报告

设计结束后, 出现如下所例示的对话框。



点击“否”不查看设计结果, 设计结束。

点击“是”查看设计结果, 出现如下对话框。

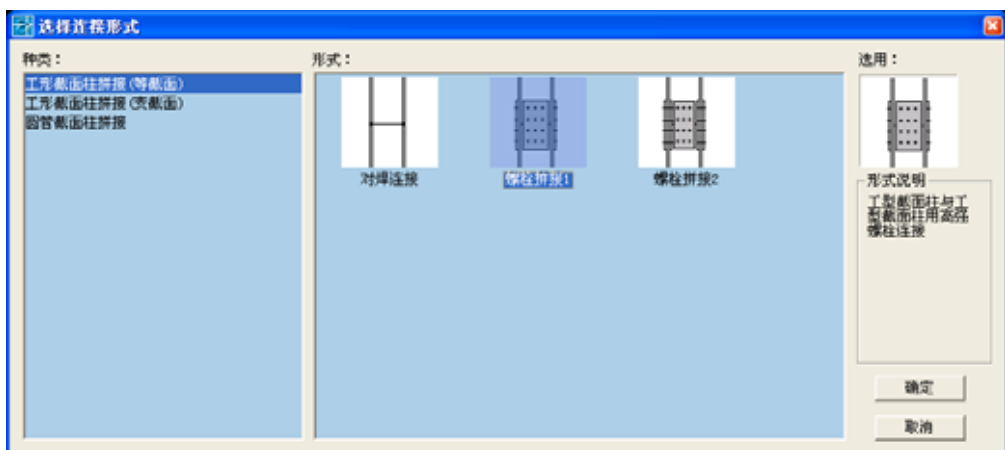


点击“查看位置”, 软件将以一个红色圆锥标出对应的节点。

点击“查看计算书”, 打开节点的计算书。双击列表项目与按钮等效。

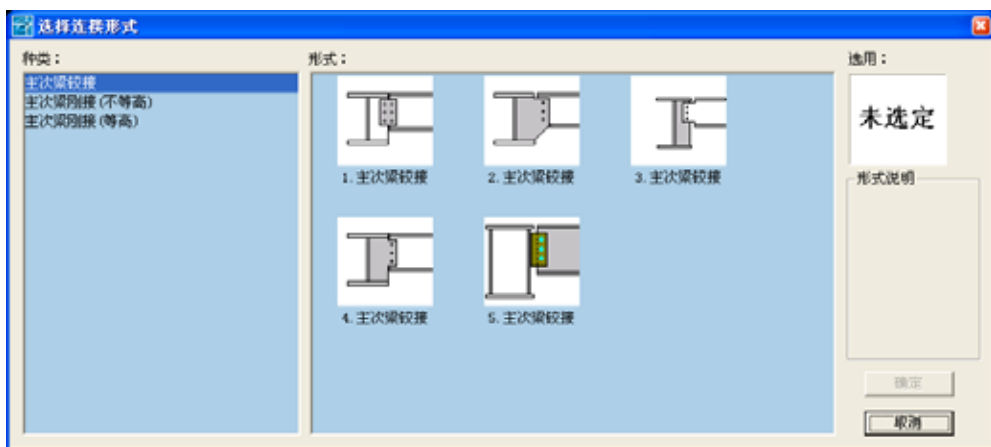
7.1.6.6.2 柱柱连接设计

设计柱柱连接节点。有三种形式可供选择。设计过程和要点同梁柱设计。



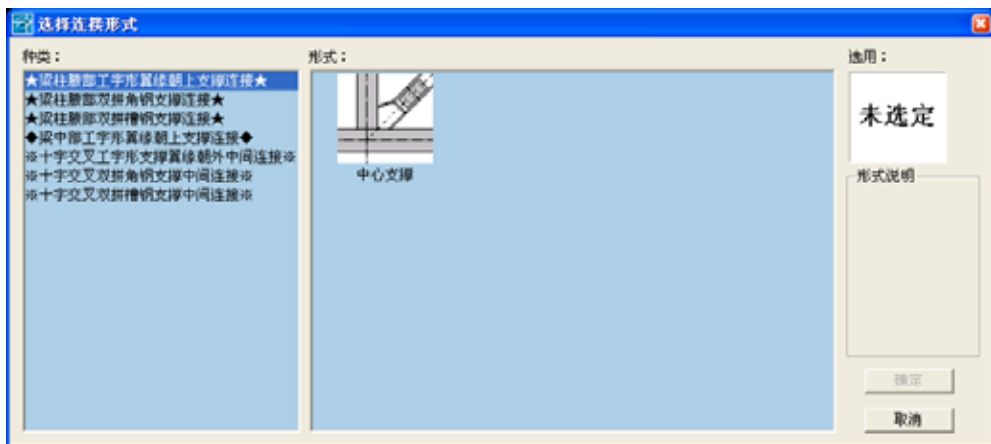
7.1.6.6.3 梁梁连接设计

设计主梁同次梁铰接连接。设计过程和要点同梁柱连接。



7.1.6.6.4 支撑连接设计

设计支撑端部。按位置和支撑截面种类分为三种：梁柱腋部工字型翼缘朝上支撑连接，梁柱腋部双拼角钢支撑连接和梁中部工字型翼缘朝上支撑连接。设计过程同要点同梁柱连接。在选择汇交处杆件时，每个节点要选择三个杆件：支撑，相关梁，相关梁或柱。



7.1.6.7 自动设计

7.1.6.7.1 选择默认连接形式

点击此命令出现如下对话框：



在对话框中，依次对每一种梁柱关系和种类，在可用形式中选择设计要采用的节点形式，点击“添加”按钮或直接双击示意图片，加入到选用形式列表里。完成后，点击“确定”按钮。

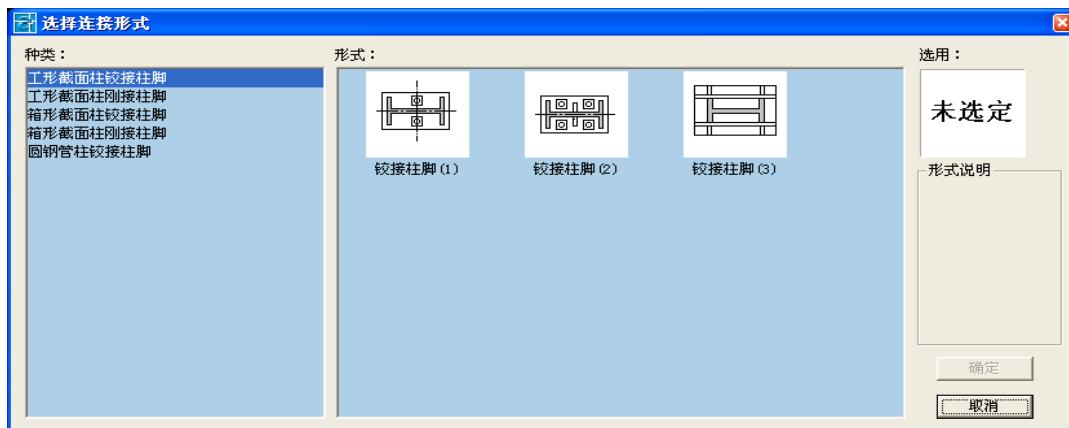
目前 3D3S 能完全进行节点处理的支撑形式为工字型人字型支撑和角钢或槽钢交叉支撑。

7.1.6.7.2 自动设计

在已经选择过默认连接形式后，对符合的全楼节点进行设计，并给出结果。如果选用形式列表里只加入一种形式，例如只有梁梁连接-铰接，则程序在自动设计时搜索所有的梁梁连接-铰接节点并进行设计，其他节点则不予设计。

7.1.6.8 柱脚设计

根据柱底截面的尺寸选择适合的节点类型进行设计。计算完成后，可以直接查看计算书。使用方法与要点同节点设计。



7.1.6.9 节点设计的使用技巧

1) 对于用高强螺栓连接的梁腹板

要求梁腹板高至少是螺栓最小间距+最小边距 $3*d_0+2*d_0+2*d_0=122.5$ ，铰接缝隙 40mm，刚接缝隙 70mm，那么梁腹板高度至少为 165~195mm，要求梁腹板厚至少为 6mm。这是因为根据规范要求，螺栓的最小间距为 $3*d_0=3*(16+1.5)=52.5\text{mm}$ ，最大间距控制在 $12*t=12*6=72\text{mm}$ ，满足要求。对于板厚 4mm 的高强螺栓连接，最大间距控制在 $12*t=12*4=48\text{mm}$ ，显然小于最小螺栓间距，构造要求不能够满足。

2) 对于梁柱连接的等强设计和按内力设计，以及节点编辑对话框中的输入内力验算

在软件计算中，计算用杆件力有三种渠道：等强，有限元结果，输入内力。等强是指按梁或支撑单元的设计强度来设计节点连接，对于梁，考虑了最大弯矩 $f*W$ ，最大剪力 f_v*Aw ，对于支撑，考虑最大设计轴力 $A*f$ ；如果是等强抗震连接计算，那么计算书中给出的弯矩，剪力，轴力还均除以抗震调整系数 0.75 或 0.8。

3) 常用算法及精确算法

这是两种常用的连接计算方法。区别在于梁腹板是否承担了弯矩。一般来说，如果梁翼缘的惯性矩/全截面惯性矩大于 70%，工程师趋向于应用常用算法进行计算。但是考虑到腹板排列高强螺栓，也必然会承担一部分弯矩。软件将这个开关放在节点计算参数选择里，让用户自己决定。

4) 对于高强螺栓连接螺栓直径的选择

在程序中，高强螺栓是按增加排数——增大螺栓直径——增加列数来满足强度要求确定的。设计结果可能出现采用的螺栓直径小，排列密集的情况，与工程师的习惯不同。而且对于整个钢结构体系，不同的节点设计，可能软件自动选择不同直径的螺栓，出现好几种螺栓直径，下料施工不方便。建议用户在遇见这种情况的时候，在节点设计参数对话框中，指定一个螺栓直径，那么程序会根据指定的直径进行所有的连接设计。当然，在部分节点，指定直径会设计失败，这是由连接杆件的板厚，板宽决定的。这时可以改变螺栓直径或直接将直径设为缺省，再一次进行节点设计。指定螺栓直径/缺省直径两种选择合理使用，将会减少工程中应用的螺栓种类，有合理的螺栓排列，得到满意的设计结果，减少工作量。

5) 对节点域的验算

软件现在对节点域进行计算，验算强度。当为等强时，杆件内力取值同说明 2。对于一个轴方向上的不等高截面，取平均值计算。工字形柱验算强轴方向梁，其他截面柱强，弱轴均计算。对斜交梁，并没有考虑角度问题，按正交计算。

如果计算出的节点板域需要加强，需要用户自行确定加强形式方法，8.0 暂时不提供板域加强的计算及出图。

6) 门式刚架梁柱节点的加劲肋布置

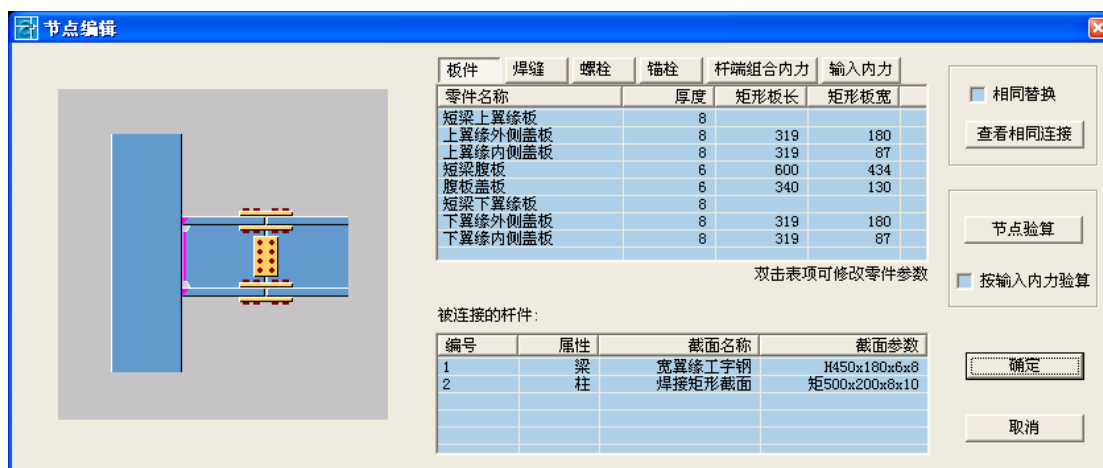
可以在节点编辑对话框中改变加劲肋的数量与位置。

7.1.6.10 节点计算书

生成节点计算书，保存为 Word 格式的文件。

7.1.6.11 节点编辑

对于已经设计完成的连接，可以使用这个命令对节点中的板件/螺栓/锚栓进行修改和验算。点击菜单项，选中要进行编辑的节点，回车后将显示如下的对话框。左边图片代表选中节点的形式，对话框右边是节点中的零件列表。



点击“确定”按钮，则以对话框中的零件参数修改节点实体模型。

7.1.6.11.1 查看相同连接

显示同选中连接（包括节点和柱脚）设计数据完全相同的连接。并以红色圆锥在实体模型上指示位置。

7.1.6.11.2 相同替换

如“相同替换”复选框处于选中状态，在用户完成节点编辑点击“确定”时，相同连接的节点设计数据改为同选中节点编辑后数据相同。

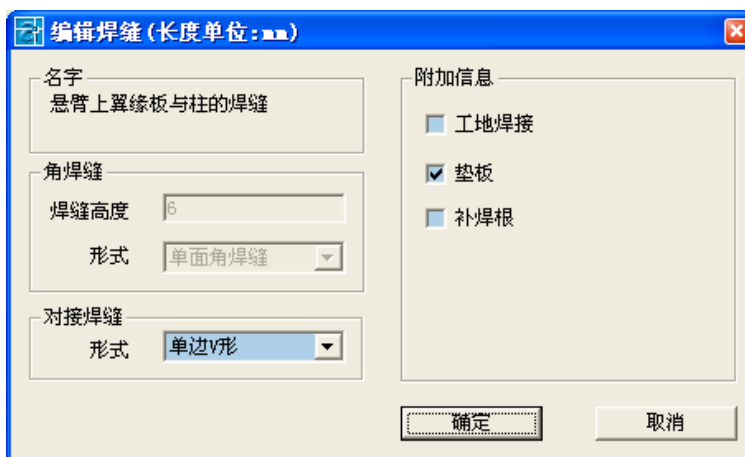
7.1.6.11.3 修改板件参数

在板件列表中双击要修改的板件项，出现以下对话框，可以修改矩形板件的长宽厚。对于三角形板件，控制数据是底长高度和厚度。通过箭头按钮“←”和“→”可选择顶点（在板件图片上用红色十字标记）进行切角处理。软件提供四种切角，如下图右侧所示，其中的第一个图例表示取消切角。



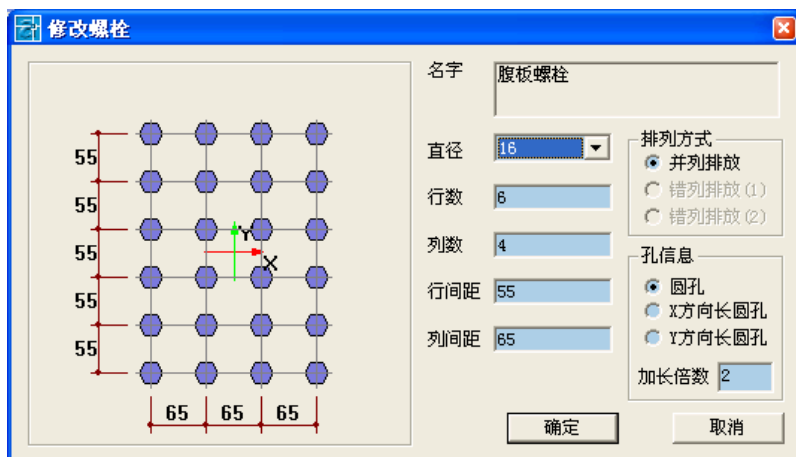
7.1.6.11.4 修改焊缝参数

在焊缝列表中双击要修改的焊缝项，出现以下对话框，可以修改对接焊缝的高度（焊缝的长度根据焊缝位置按满焊计算）。在修改焊缝高度的时候，请注意构造要求。附加信息将出现在施工图中。



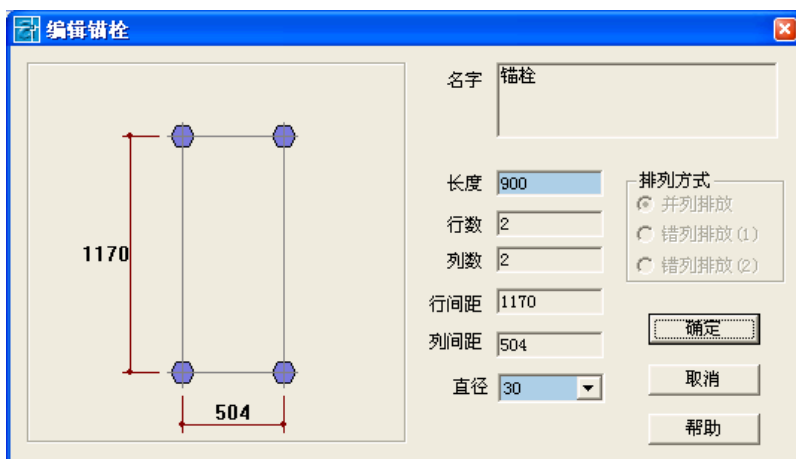
7.1.6.11.5 修改螺栓参数

在螺栓列表中双击要修改的螺栓群项目，出现以下对话框，可以修改螺栓直径/行数/列数/间距。对话框右侧的“行间距”与“列间距”是完全等距离排列时的间距。对于螺栓间距不等的情况，如想修改某行/列之间的距离，可以单击左图中的间距尺寸数字，在弹出的对话框中输入间距数值。如果改变了右部编辑框中的行间距/列间距数字，则螺栓按等间距排列。最后的排列以左边图示为准。



7.1.6.11.6 修改锚栓参数

在锚栓列表双击要修改的锚栓群项，出现以下对话框，可以修改锚栓长度与直径。行数、列数及间距由软件确定，不可以更改。



7.1.6.11.7 杆端组合内力

杆端按组合号的内力列表，方便用户在后处理文件中查询内力。

7.1.6.11.8 连接杆件列表

汇交形成该节点的杆件列表，方便用户在后处理文件查询杆件截面，不能修改。

7.1.6.11.9 节点验算

根据现有表项中的数据，进行节点验算，检验修改过的节点是否满足要求。如果节点验算失败，计算书中给出节点验算不通过的原因。

7.1.6.12 删除节点

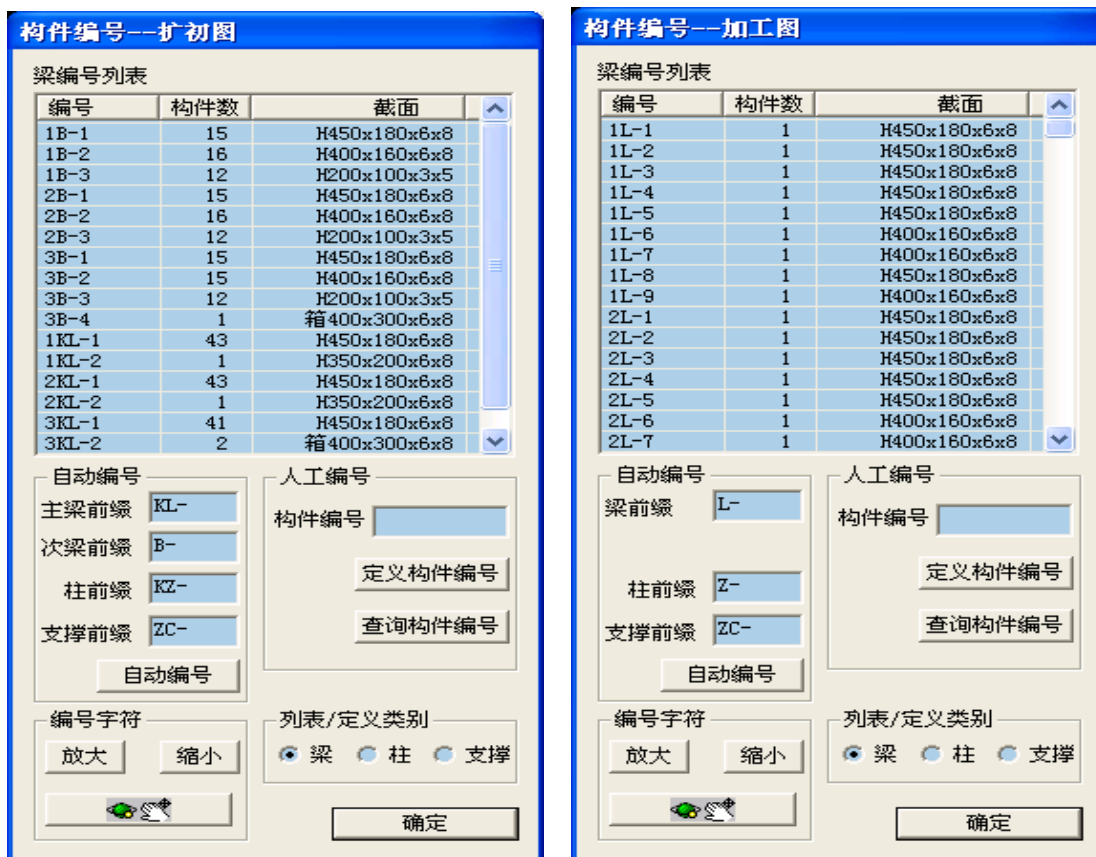
删除已设计的节点，恢复到未设计前状态，可重新进行节点设计。

7.1.6.13 节点归并

对全楼的节点进行归并和编号，为生成施工图作准备。若仅出结构扩初图，则可不执行该命令。

7.1.6.14 构件编号

构件编号有三种方式，分别对应三个不同的设计阶段和深度：扩初图、详图及加工图。三个命令分别为“构件编号（扩初图）”、“构件编号（详图）”与“构件编号（加工图）”。“扩初”与“详图”的对话框是相同的，如下左图所示，“加工图”的对话框仅梁构件中不区分主次梁，如下右图所示：



自动编号：软件按照内置的规则对全部构件自动进行编号，编号结果显示在编号列表栏中。

定义构件编号：由用户对选定的构件指定编号。

查询构件编号：查询构件的编号。

编号字符“放大”/“缩小”用于调整屏幕上显示的构件编号字符的大小。

软件内置的构件编号规则：

扩初图——柱：由柱底到柱顶的一系列柱编为一个号；

梁：两端均与柱相连的梁被判定为主梁，其它梁为次梁。凡截面相同，材料相同的梁则编为一个号，编号在全楼范围内进行，即不区分梁所在的楼层。

支撑: 凡截面相同, 材料相同则编为一个号, 编号在全楼范围内进行。

详 图——柱: 由柱底到柱顶的一列柱编为一个号;

梁: 两端均与柱相连的梁被判定为主梁, 其它梁为次梁。凡截面相同, 材料相同, 两端连接节点完全相同的梁编为一个号, 编号在各个楼层范围进行, 每个编号有楼层序号前缀, 即不同楼层的梁构件决没有相同的编号。在结构平面布置图上, 梁编号按编号递增的大小关系, 具有大致从左到右, 从上到下的位置分布。

支撑: 凡截面相同, 材料相同则编为一个号, 编号在各个楼层范围进行, 不同楼层支撑的编号决不相同。

加工图——柱: 按加工单元编号, 在每个柱加工单元一个号。

梁: 不区分主梁与次梁, 在每个梁加工单元一个号。在结构平面布置图上, 梁编号按编号递增的大小关系, 具有大致从左到右, 从上到下的位置分布。

支撑: 在全楼范围中每个支撑加工单元一个号。

7.1.6.15 显示

7.1.6.15.1 按楼层（轴线）显示

该命令弹出如下对话框:



可以选择“按楼层显示”或者“按轴线显示”, 该命令可显示指定的楼层或框架立面。

7.1.6.15.2 简化显示

将选择的构件用直线段表示, 节点用小三角形表示。当构件与节点很多时, 使用该命令可大大加快显示速度。

7.1.6.15.3 实体显示

该命令为“简化显示”的逆命令, 是将选择的构件与节点按真实的三维实体来显示, 适用于细

部观察。

7.1.6.15.4 部分显示

只显示选中的杆件及节点。

7.1.6.15.5 部分隐藏

隐藏选中的杆件及节点。

7.1.6.15.6 全部显示

显示全部的杆件及节点。

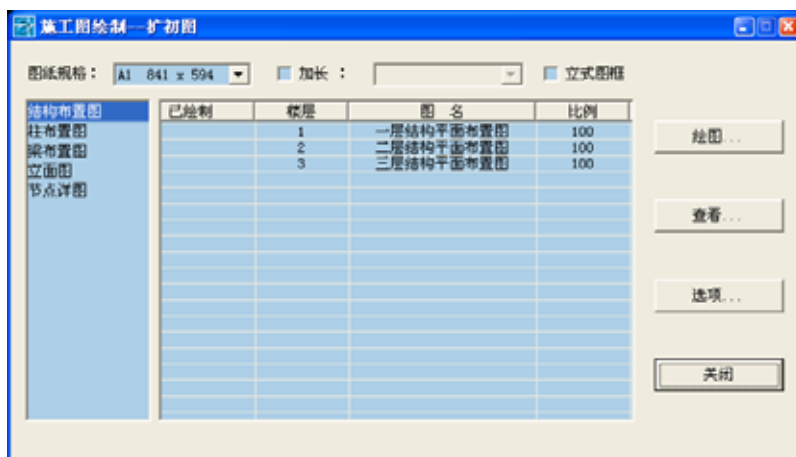
7.1.7 后处理- 施工图

软件具有三种不同深度的出图功能，分别是“结构扩初图”、“结构详图”和“加工图”。三种图纸内容的比较如下表所示：

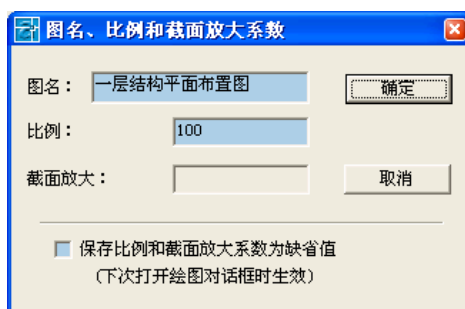
出图方式 图 纸	扩初图	详图	加工图
结构平面布置图	√（梁单线）	√（梁单线）	√（梁双线）
柱布置图	√	√	√
梁布置图	√（梁单线）	√（梁单线）	√（梁双线）
立面图	√	√	√
节点详图	√(类型示意图)	√	√
梁构件详图	无	无	√
柱构件详图	无	无	√
支撑构件详图	无	无	√

“结构平面布置图”同时绘制且标注柱与梁。“柱布置图”只绘制和标注柱；“梁布置图”绘制柱与梁，但只标注梁的相关数据。

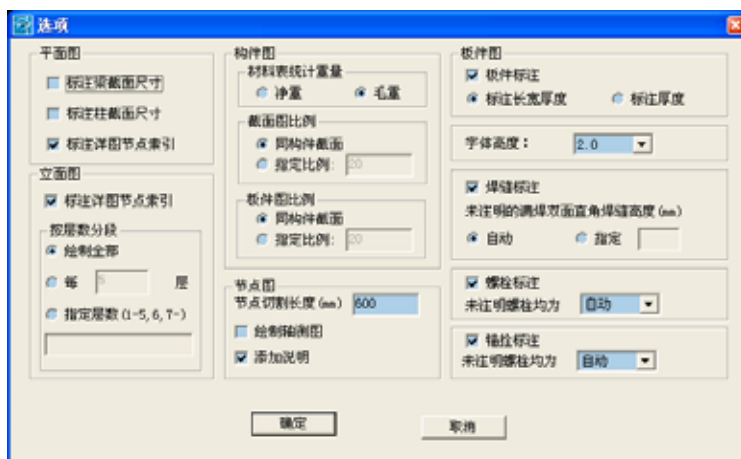
菜单命令“施工图绘制（扩初）”、“施工图绘制（详图）”及“施工图绘制（加工图）”均弹出如下所示的对话框。在对话框左侧的列表栏里显示图纸种类，与每一类图纸对应的图块在右侧的列表栏中示出。



鼠标右键单击选择图块项，将出现如下所示的对话框，可修改图名与出图比例：



按钮“选项”弹出如下对话框，用于设置和调整绘图参数：



按钮“查看”在屏幕上标记显示出将被绘制的构件或节点。

按钮“绘图”将当前选定的图块绘制成图，可选择多个图块一次绘制。

注：3D3S8.0 施工图的绘制操作与 3D3S7.0 不同。3D3S7.0 需用户新建一个 DWG 文件进行交互式布图，而 3D3S8.0 全自动排图，绘制完毕后图纸文件直接保存在指定的磁盘位置。

7.2 例题

步骤 1

结构编辑—标准层编辑—添加标准层



步骤 2

轴线编辑—正交轴网，添入数据，确定后生成正交轴线网格。



步骤 3

结构编辑—添加柱—选择网格点定义为柱，选中所有网格交点，确定后生成柱。



步骤 4

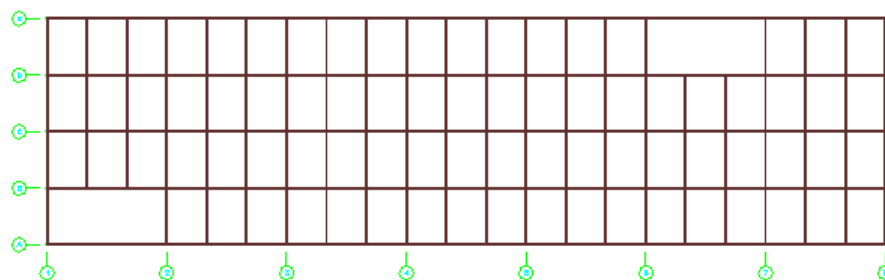
结构编辑—添加主梁—选择网格线定义为梁—选择所有轴线定义为梁。

结构编辑—添加支撑—选择轴线定义支撑，选择双拼角钢十字支撑形式，选择 3，6 轴线定义支撑。

步骤 5

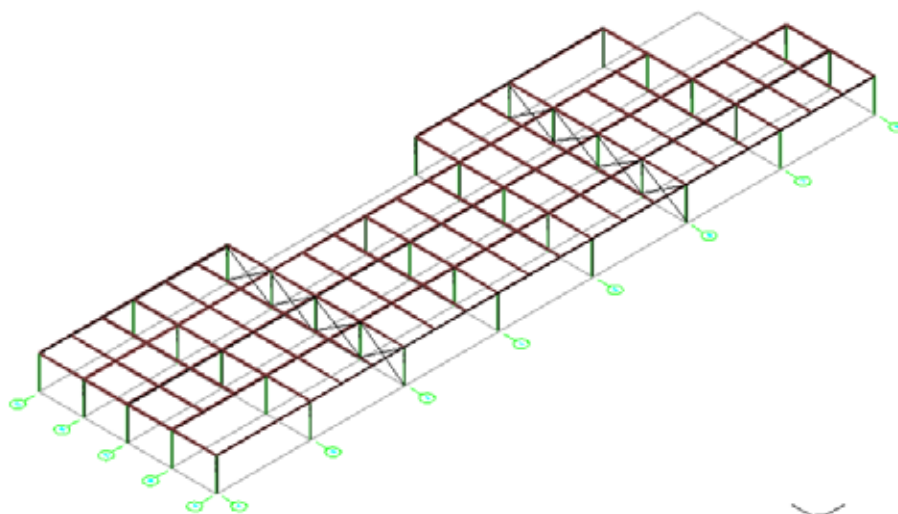
结构编辑—添加次梁—次梁数添入 3—选择所搁置主梁—选择长向轴线定义为次梁—关闭，生成次梁，留出楼梯洞口不划分次梁。





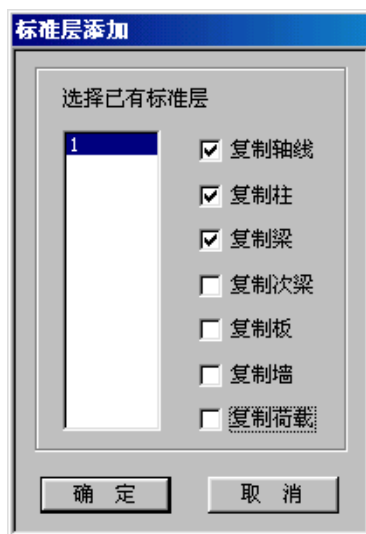
步骤 6

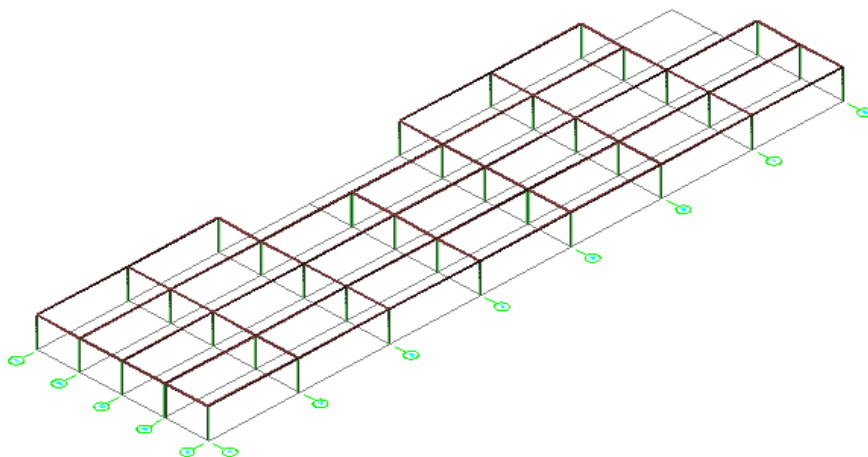
删除 3-5，7-8 轴线之间的多余开间，把当前视图改为三视图，生成如下标准层。



步骤 7

转换标准层—转换标准层—添加标准层—选中复制梁和复制柱—生成标准层 2





步骤 8

返回主菜单—结构编辑—楼层组装—双击列表中的.....—添入添加楼层中的数据，包括对应标准层、标高、增加层数、荷载—完成楼层组装。

添加楼层

楼层荷载（双击-修改、增加，按DEL键-删除）： 对应标准层： 层高（mm）：

类型	工况号	均布荷载值 (KN/M2)
恒	0	2.500
活	1	3.000
.....

1
2

3500

增加层数：
2

☐ 夹层

确 定

取 消

添加楼层

楼层荷载（双击-修改、增加，按DEL键-删除）： 对应标准层： 层高（mm）：

类型	工况号	均布荷载值 (KN/M2)
恒	0	2.500
活	1	1.500
.....

1
2

3000

增加层数：
1

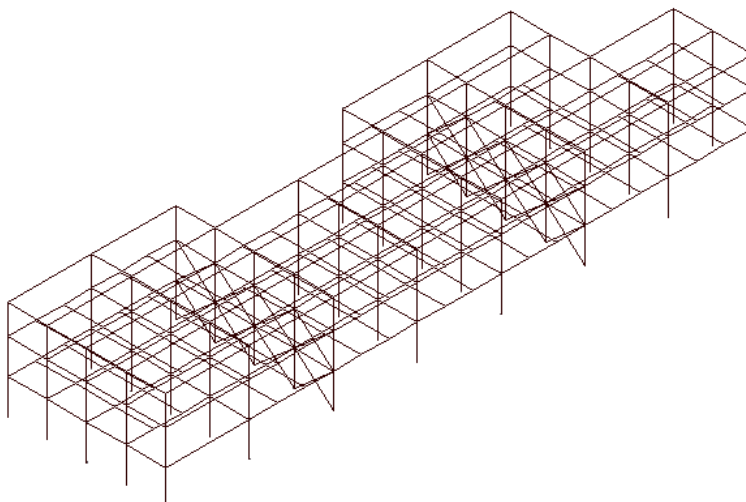
☐ 夹层

确 定

取 消



生成的框架:



步骤 9

构件属性—定义材性—选择欲查询单元—选择全部—默认为 Q235—确定

步骤 10

显示查询—显示单元荷载—工况号为 0; 显示查询—显示单元荷载—工况号为 1;

显示查询—取消附加信息显示;

显示查询—构件信息显示—选中支座约束、单元释放—确定;

步骤 11

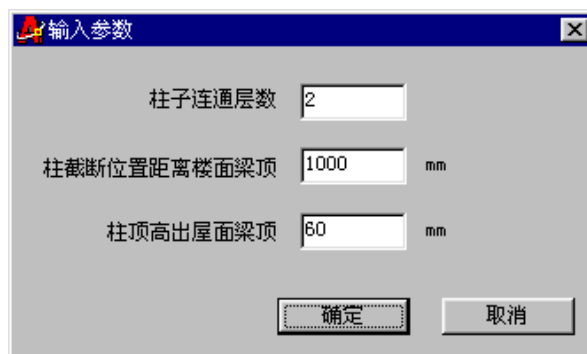
内力分析

步骤 12

构件设计, 过程见 7.1.5.2 单元验算及例题。

步骤 13

后处理—模型, 生成实体模型, 子连通层数为 2—保存为_框架后处理实体模型.dwg 文件。



步骤 14

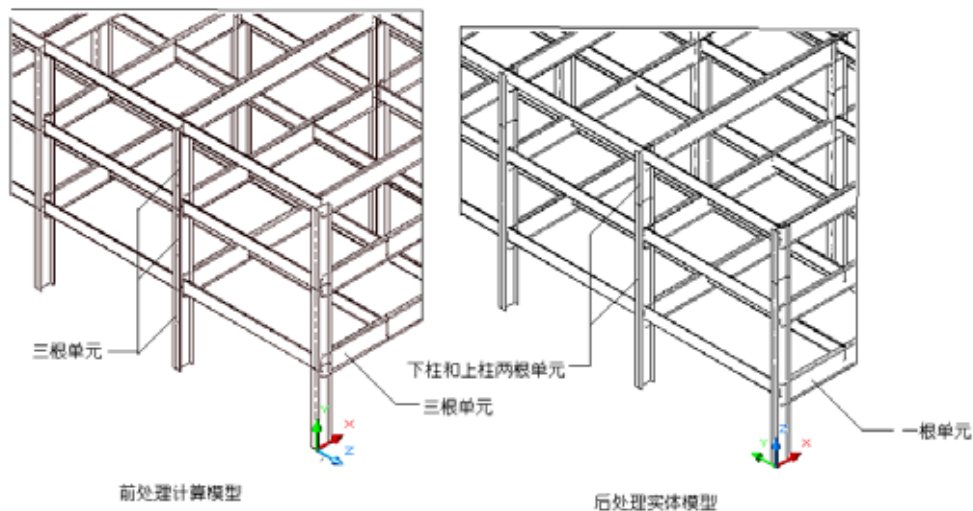
使用 3D3S 打开_框架后处理实体模型.dwg 文件，在工具栏附近使用鼠标右键弹出图标选择栏，选中 shade 出现 shade 图标栏，在图标栏中选择 2DWrieframe 项，这样显示速度最快：



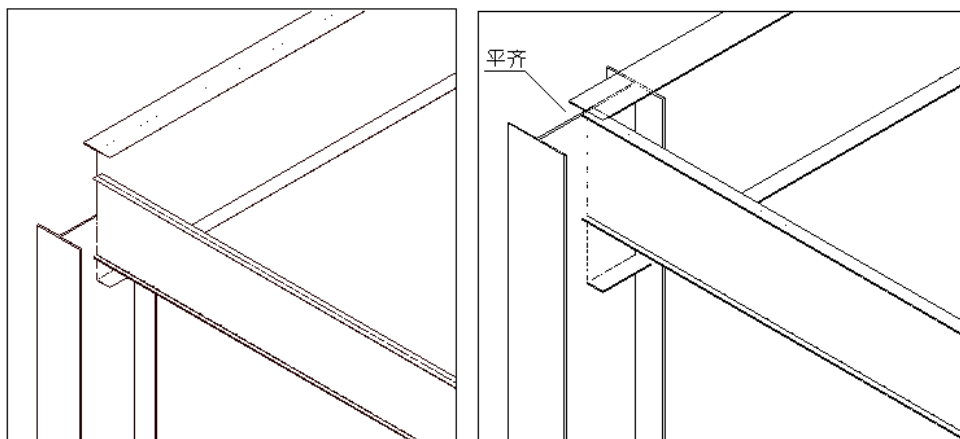
可以使用 ACAD 提供的 property（属性）命令，把当前构件的颜色改成比较容易观察的颜色。

界面中出现了已经经过处理的梁柱实体模型，比较前处理中的计算模型，后处理模型的特点包括

- 1) 同根构件连通为一体，比如主梁和未断开的主柱；



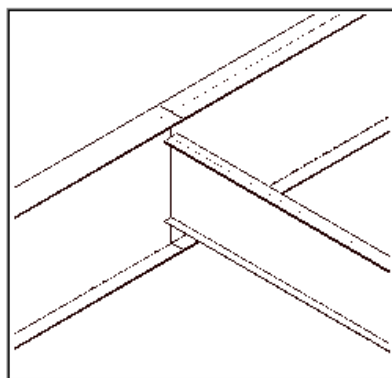
- 2) 主梁和柱头连接处，梁的上翼缘和柱顶平齐（柱顶高度不变，梁下降）；



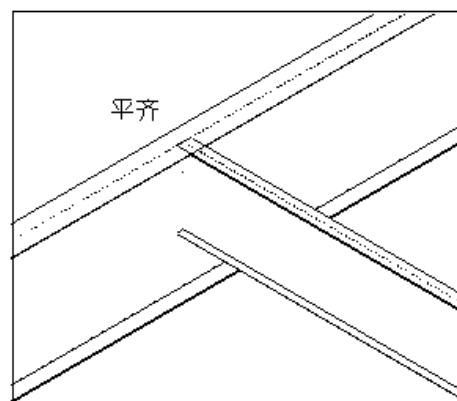
前处理计算模型

后处理实体模型

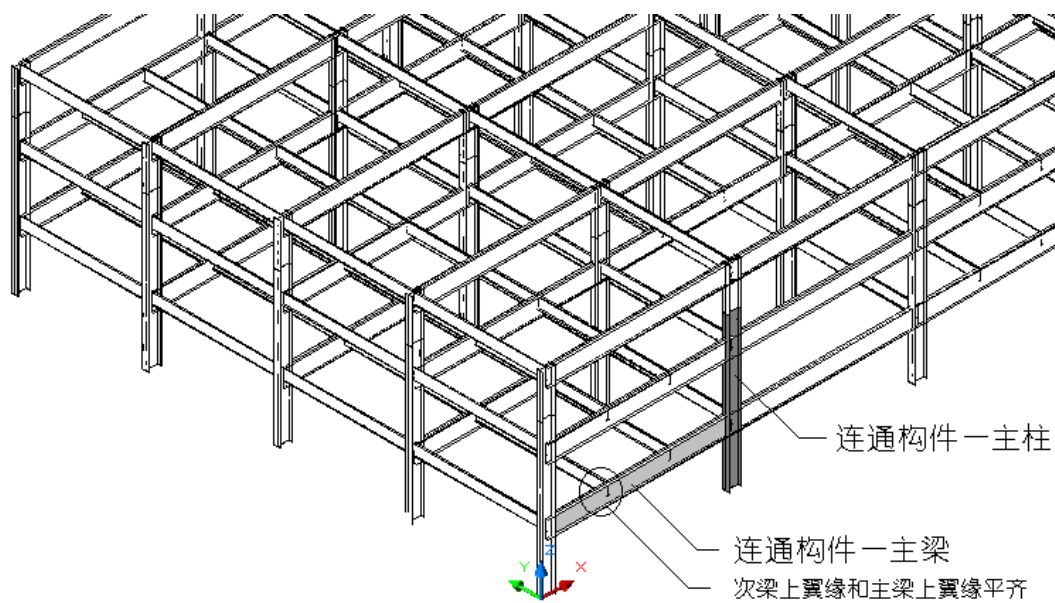
3) 次梁上翼缘和主梁上翼缘平齐（主梁次梁同时下降一般高度）；



前处理计算模型

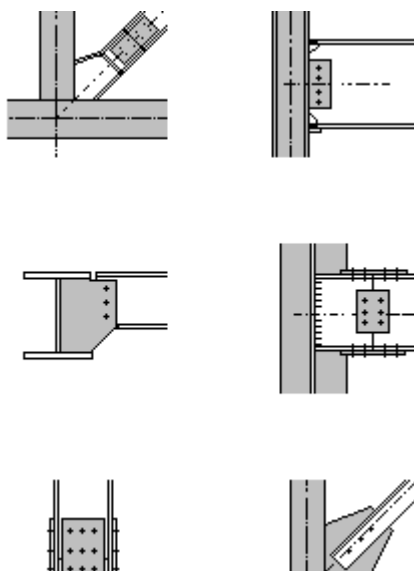


后处理实体模型



步骤 15

选择默认连接形式，选择**梁柱连接钮**—选择工字型梁和工字型柱翼缘刚接—双击形式 4，使 4 号节点转移到右边，选用形式列表中—选择工字型梁和工字型柱腹板刚接—双击形式 1，使 1 号节点转移到右边选用形式列表中；选择**梁梁连接钮**—选择主次梁铰接连接—双击形式 2，使 2 号节点转移到右边选用形式列表中；选择**柱柱连接钮**——双击螺栓拼接 1，使该节点转移到右边选用形式列表中；选择**支撑连接钮**——双击腋部双拼角钢中心支撑，使该节点转移到右边选用形式列表中，十字交叉双拼角钢支撑形式 1；最终的选用形式列表：



步骤 16

节点设计中的自动设计，软件完成节点设计并在实体模型中标出；在进行节点设计过程中，命令行显示计算进度，同时模型中出现跳跃红点表示哪个节点正在进行设计。

步骤 17

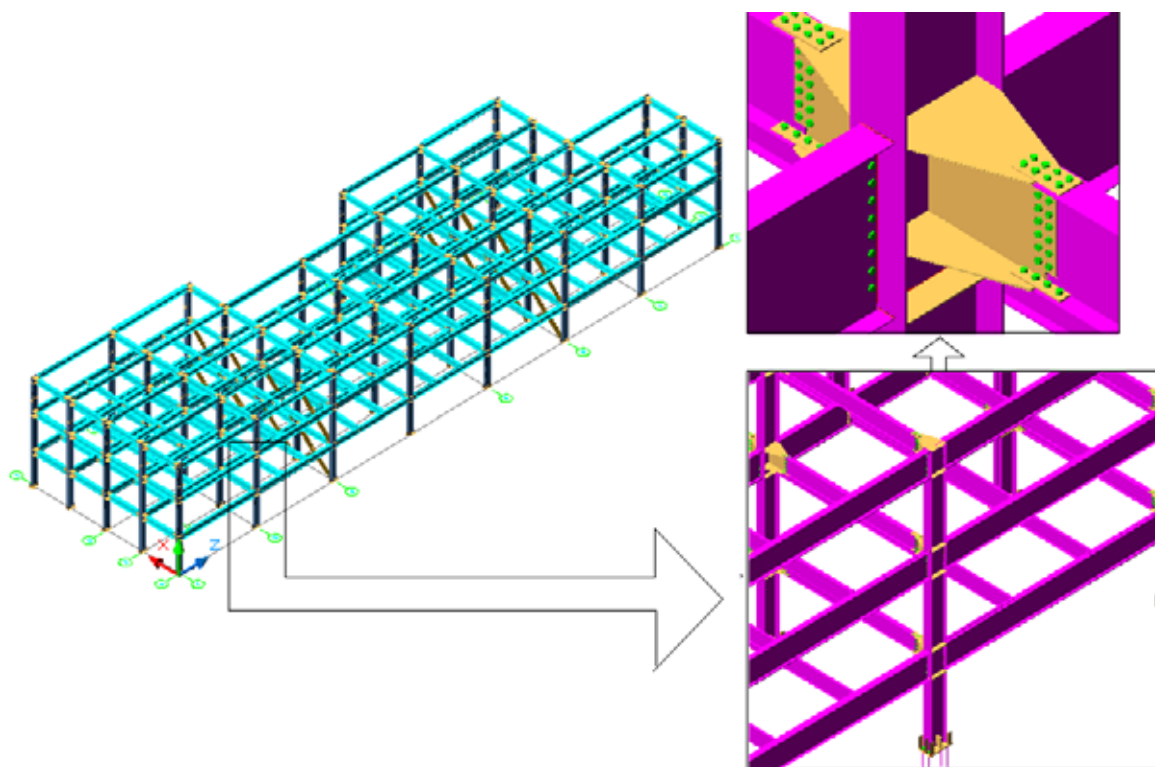
柱脚设计，选中所有柱脚节点（或选中所有杆件，软件能自动识别哪些是柱脚节点），选择柱脚类型为工字型截面刚接形式 4，确定，软件完成柱脚设计并在实体模型中标出。

步骤 18

在节点设计和柱脚设计完成后，可以通过视图变化命令，如 ZOOM，PAN 等进行实体观察；

注意：在 shade 工具条中选择 2DWrieframe 项,这样显示速度最快；

节点设计和柱脚设计过程中，由于截面高度、截面板厚、节点形式的限制，会出现部分节点设计不出来的情况（软件自动把同一类的节点形式定义为一组，一组内如果有一个节点无法设计完成，那么该组节点都不被设计，除非使用后处理—节点设计—XX 连接设计，单独选中需要设计的节点，那么软件只是根据所选择的那个节点的情况进行节点设计）。

**步骤 18**

写节点设计计算书；计算书中按照不同的节点类型组输出计算结果。

步骤 19

节点归并

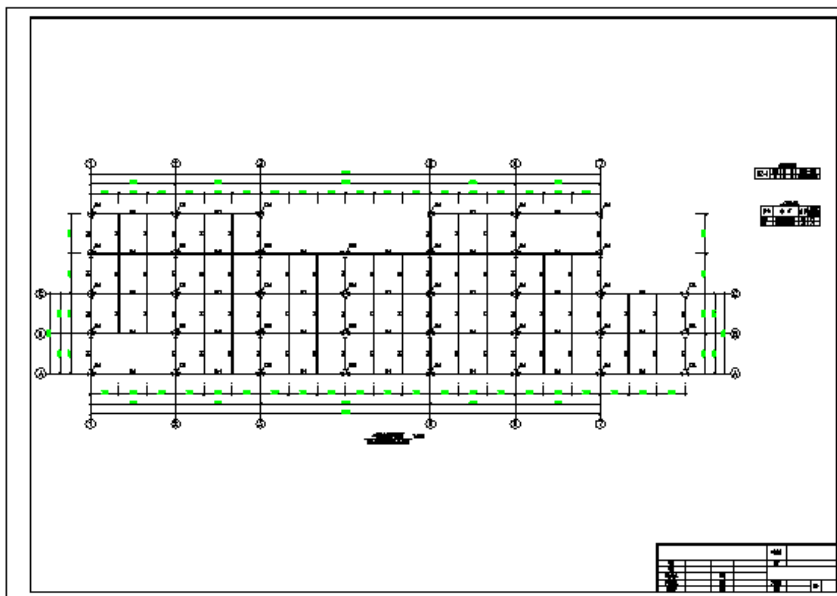
步骤 20

按照扩初图进行构件编号，自动编号，即每根构件一个号。

步骤 21

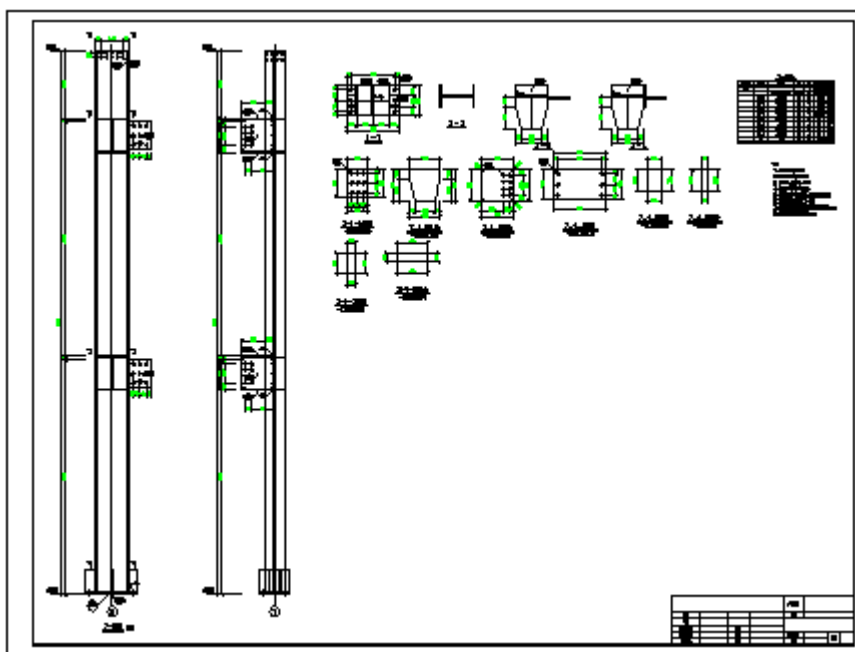
按照扩初图进行施工图创建；软件提供结构布置图、立面图、节点详图、梁、柱详图等五类图纸，在每类图纸中列出了和当前工程有关的若干个图块，选择需要的图块(可以使用 Ctrl+Shift 多选)，按创建钮。

选中结构布置图中的二层平面布置图，保存成二层平面布置图.dwg 文件，使用 3D3S 或 ACAD 打开该文件：



步骤 22

回到后处理模型菜单下，选用加工图模式下的构件编号，选用自动编号，在施工图绘制中同样选用加工图模式，那么软件提供了除布置图外的单根构件的大样图，选择 Z-2 的加工图，绘制如下：



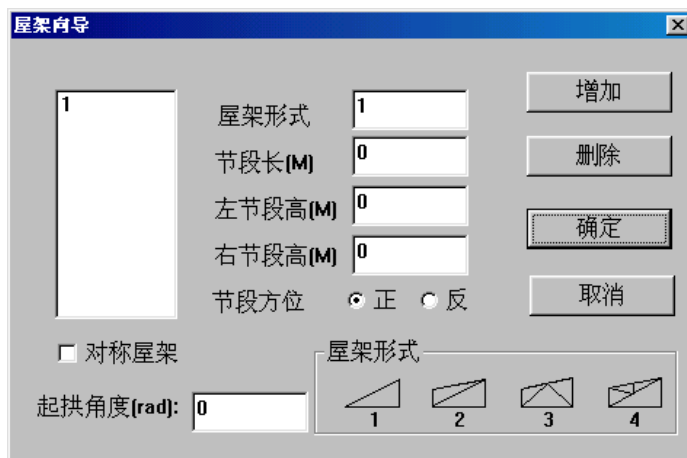
更详细的例题演示，请参看安装光盘中的多高层框架演示部分

第八章 桁架、屋架功能模块使用说明

8.1 屋架模块菜单功能文字说明

8.1.1 结构编辑

生成屋架模型：



屋架形式：如图显示的从 1 到 4 的几何样式；

节段长：指该节段两轴线之间的距离，单位是米；

左节段高、右节段高：表示对话框“屋架形式”中图例 1 到 4 的几何样式的左边和右边高度，其中形式 1 的左节段高为 0；

节段方位：“正”表示节段放置与图例中的屋架形式相同，“反”表示与屋架形式中相反；

对称屋架：如果本选择框被选中，那么只需用户输入左半跨的信息；

注意：

1. 对于不完全由以上四种节段形式组成的钢屋架，可以由本对话框向导生成大致图形，然后作人工修改（结构编辑）进行修改；或者纯粹由一般人工生成，直接通过结构编辑中的杆件建立模型。

2. 由向导生成的普通钢屋架自动被定义为平面桁架；没有定义支座边界，需要人工定义；弦杆缺省定义为短肢相并、双拼普通角钢，B0，腹杆及端杆缺省定义为等肢双拼角钢，B0；所有材料缺省为 Q235 钢；杆件的方位，上弦及斜腹杆均沿 z 无穷大，下弦沿 z 负无穷大，垂直非对称结构或对称结构左半跨均为 x 负无穷大，否则 x 正无穷大。

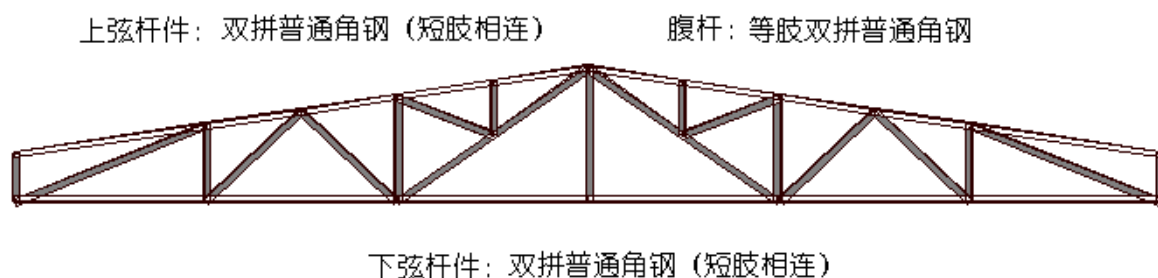
8.1.2 杆件设计

通过桁架或屋架建立的模型仅是桁架或屋架本身，用户可以通过结构编辑把和桁架或屋架相关

的其它构件也建立到模型中去，比如支承桁架的立柱、和桁架相连的框架等。

8.1.2.1 构件属性

屋架菜单生成的模型已经默认了截面形式、材料性质、构件方位等基本属性，用户可以修改，也可以直接使用这些构件属性；



针对屋架结构，在定义计算长度时，通常把弦杆杆件绕 3 轴的计算长度系数定义为 1，绕 2 轴为平面外，计算长度系数需要根据平面外的支撑情况而定，比如平面外每个节间设置了系杆，那么绕 2 轴的计算长度系数也可以为 1；把腹板杆件绕 3 轴和绕 3 轴的计算长度系数都定义为 1。

注意：

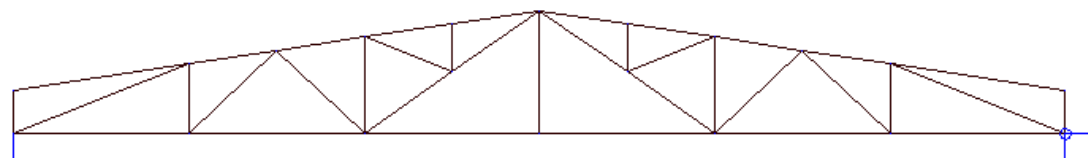
弦杆和腹杆平面内（绕 3 轴）的计算长度系数在规范中有明确说明，可以按照规范进行定义，这里简单的把计算长度选为 1 是为简便定义过程和偏于安全的。

8.1.2.2 结构体系和杆件铰接

在结构编辑菜单中选择结构体系，屋架默认为平面桁架，即每根构件都是轴力杆件；

8.1.2.3 支座边界

选择边界支承条件，屋架的支座，一般为铰接，如果模拟简支梁的支座形式，那么一端支座要求是水平方向无约束的。



8.1.2.4 荷载编辑

1. 荷载库

荷载库中没有任何信息，用户需要添加荷载（桁架一般承受节点荷载）。

2. 添加节点荷载

把荷载库中的节点荷载添加到相应的节点上去。

8.1.2.5 内力分析

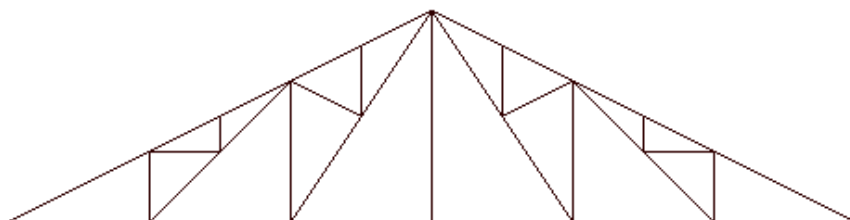
屋架如果在结构体系中选择为平面桁架，内力分析可能提示约束不足，解决方法详见第十章的模型检查；可以在结构体系中选择为框架的情况下，把腹杆单元两端铰接。

对屋架这类两端铰接的杆件，软件自动把杆件的自重作为节点力集中到杆件的两端节点上去，从而避免了由于自重产生弯矩，所以这类结构在承受节点力的情况下，仅存在轴力。

8.1.2.6 设计验算

选择钢结构规范进行验算。

对于平面结构，把平面内的计算长度系数定义为 1（同样具体值需要根据规范要求），平面外需要根据支撑情况来定义：



如上图，上弦杆面外每个节间有檩条支撑，那么面外的计算长度系数可以为 1；下弦杆在跨中有一道系杆，那么对于每根下弦杆来说，计算长度系数就为 3。

如果屋架使用的是角钢，由于截面库中的型号比较多，可以使用截面优选来决定最终的材料尺寸；对于通长的弦杆，可以在构件属性的定义截面菜单中，把这部分弦杆单元定义成一个组号，这样在截面优选过程中，同一个组号的构件始终保持相同截面。

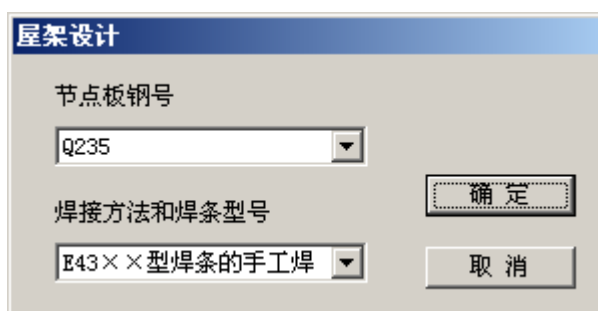


相同组号的构件在截面优选过程中保持相同

8.1.3 屋架节点设计

屋架结构节点设计适用于双拼角钢组合 T 型截面，或 T 型钢或 H 型钢作为弦杆，双拼角钢为腹杆的无天窗平面桁架系统，设计完成上下弦，屋脊，端部，下弦跨中节点的节点板设计及定位。

点击此命令后，弹出对话框如图



软件按用户输入的连接材料及焊接方法进行节点计算。

由于屋盖端部与其他结构连接形式多样化，本软件只设计了端部节点与支座节点的节点板。

对于弦杆采用 T 型钢，腹杆采用双拼角钢的屋架节点，软件设计节点通过节点板连接。节点板与弦杆型钢腹板采用对接焊缝，焊缝与母材等强，故不计算焊缝强度。

节点板的厚度和支座节点板的厚度，可根据弦杆端节间的最大内力（对三角形屋架）或支座斜腹杆的最大内力（对梯形屋架）选用，支座节点板比其他节点板厚 2mm。当节点板的厚度大于用户选定的双拼角钢的间距时，软件提示



点击“是”，软件自动调整双拼角钢的间距以适应节点板厚。此时杆件截面性质改变，重新计算内力。

节点板的形状一般采用矩形或梯形，通常有两条边相互平行，根据杆件截面尺寸及焊缝长度确定其平面尺寸，并满足以下构造要求：屋架中腹杆与弦杆或腹杆与腹杆边缘之间的距离为 $a=20\text{mm}$ 。对弦杆为角钢的节点板，板件伸出角钢边缘 10-15mm，上弦节点板缩进角钢背棱一定尺寸，其值在 $t/2+2$ ~ t 范围内采用。杆件端部一般不采用连接边切斜边，不支持直接支承钢筋混凝土大型屋面板的屋架上弦角钢加强做法。焊缝尺寸符合焊缝构造要求。对三角屋架，不支持上下弦杆均为 T 型钢或 H 型钢的情况。

8.1.4 显示结构图

点击此命令后，命令行中提示“请选择绘制对象”，在图中选中要显示的单元，回车或点击鼠标右键确定后，视图显示设计后的结构空间详图，包括杆件单元的三维实体和设计得到的节点板实体。

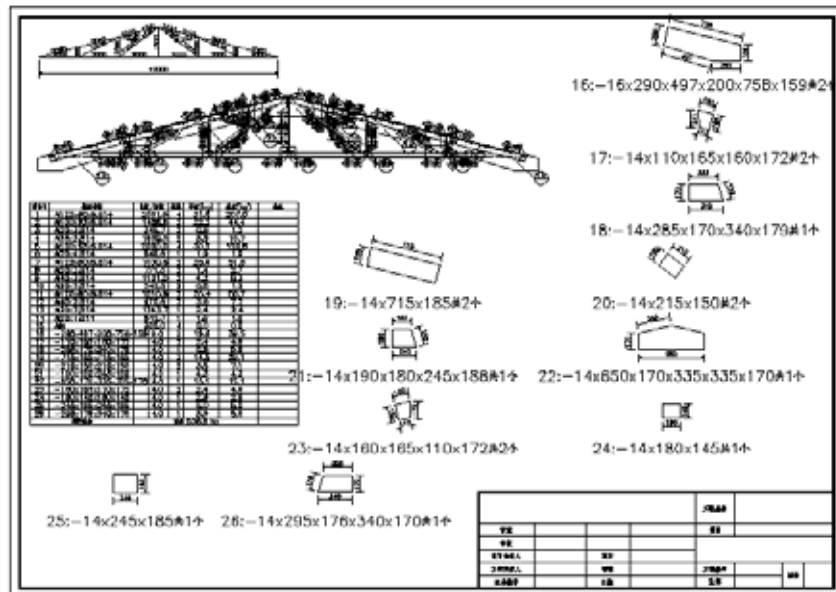
对实体可执行 AutoCAD 的“HIDE”和“SHADE”命令来观察。但是不能用 AutoCAD 的实体编辑命令对 3D3S 的实体进行编辑。

8.1.5 施工图

点击此命令后，弹出对话框如图



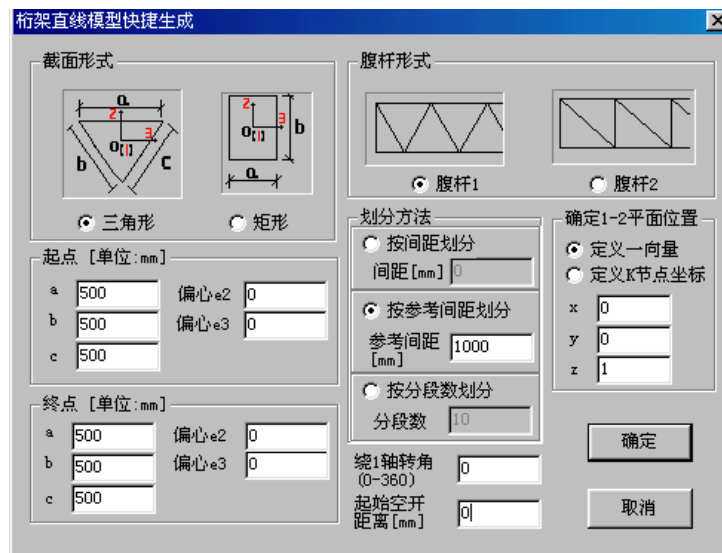
选择合适的比例和字高，图纸，点击确定按钮。在接下来出现的保存对话框中给定施工图文件名和保存路径。软件自动将施工图输出到该文件。



8.2 桁架模块菜单功能文字说明

8.2.1 结构编辑

1. 直线桁架



使用说明：

点击菜单栏的**直线桁架**命令，AutoCAD 命令行提示选择起点，先选择线段的一个端点作为起点，表示桁架从该起点处开始画起，接着选择需要将直线变成桁架的线段，可以连续选中多根相连线段。选择完毕，单击鼠标右键结束选择，弹出直线桁架快捷生成对话框。填完参数，按确定按钮即可生成桁架。所生成的桁架自动将所选线段放在 truss_母线层，将桁架杆件自动分为上弦杆、下弦杆和腹杆。

数据说明：

截面形式：有三角形和矩形两种截面形式；

腹杆形式：软件提供了两种形式的腹杆；

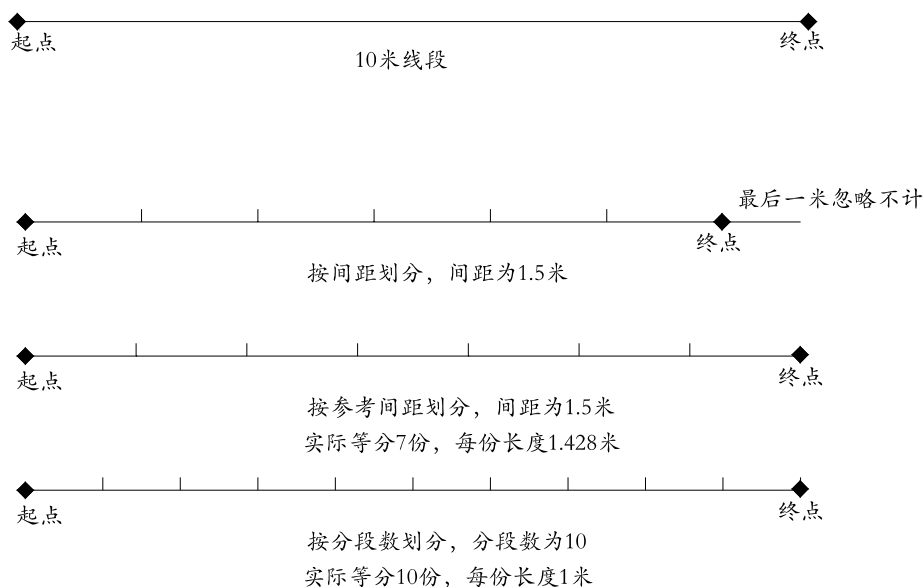
边长 a、b、c：a 值为 0 表示是平面桁架，不为 0 则是空间桁架；桁架两端截面大小可以不同，只需在起点和终点的边长输入不同的值；

偏心：指桁架截面相对于形心处的偏心，默认为 0，此时生成的桁架是将所选直线作为形心线生成的；

起始空开距离：用来确定生成桁架的起始位置，若为 0 表示桁架的起始位置就在直线起点处，否则就表示从起点处沿直线空开一段距离再开始生成桁架；

划分方法：软件提供了三种方法来确定每格的间距。按间距划分指将直线从起始位置起严格按照所输入的间距值分段，若最后一段距离不够，则最后一格不生成；按参考间距划分指将直线从起始位置起按照最接近所输入的参考间距值来等分线段；按分段数划分指将直线从起始位置起按照所输入的分段数来等分线段；

如下图，线段总共 10 米，使用三种方法进行分段：

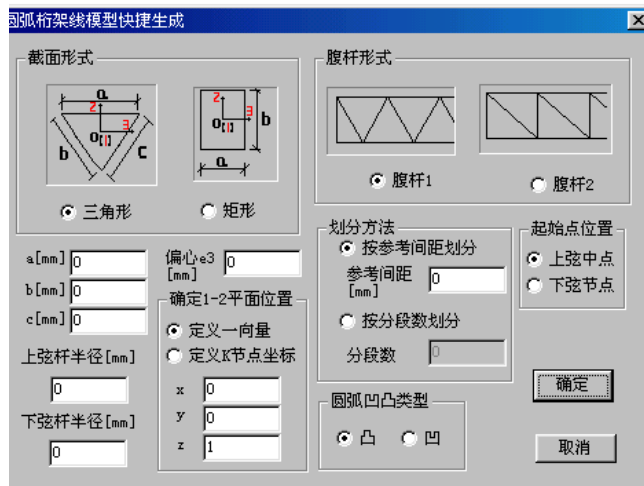


确定 1-2 平面位置：用来确定生成桁架的方位，软件提供两种方法来确定 1-2 平面位置（1 轴为所选直线的方向）。通常情况可定义 Z 轴向量(0,0,1)来确定 1-2 平面，此外也可将整个桁架看成一根杆件，通过定义 K 节点坐标来确定桁架的方位；

绕 1 轴转角：整个桁架断面绕 1 轴转动角度；

起始空开距离：如果起点不是所选择直线端点，那么起点到端点的距离称为空开距离。

2. 圆弧桁架



使用说明：

点击菜单栏的圆弧桁架命令，AutoCAD 命令行提示选择起点，在屏幕上先选择一个点或输入一个点的坐标值作为起点，表示桁架从该起点处开始画起，接着选择终点。选择完毕，弹出圆弧桁架快捷生成对话框。填完参数，按确定按钮即可生成桁架。

数据说明：

截面形式：有三角形和矩形两种截面形式；

腹杆形式：软件提供了两种形式的腹杆；

边长 a、b、c：a 值为 0 表示是平面桁架，不为 0 则是空间桁架；

偏心：指桁架截面相对于形心处沿 3 轴的偏心；

上弦杆半径：指上弦杆圆弧半径；

下弦杆半径：指下弦杆圆弧半径；

划分方法：软件提供了两种方法来确定每格的间距。按参考间距划分指将从起点开始按照最接近所输入的参考间距值来等分圆弧；按分段数划分指将从起点开始按照所输入的分段数来等分圆弧；具体方法同直线桁架；

确定 1-2 平面位置：同直线桁架；

圆弧凹凸类型：指圆弧桁架是外凸的还是内凹的；

起始点位置：用来确定桁架横截面在 2-3 平面内的位置。它是指弹出对话框之前选择的起点和终点是作为桁架两端截面上弦腹杆的中点还是下弦腹杆的中点。

3. 平面曲线桁架



使用说明：

点击菜单栏的平面曲线桁架命令，AutoCAD 命令行提示选择需要将曲线变为桁架的曲线，可以选择一条或多条曲线，曲线可以是圆弧，圆，椭圆，多义线，光滑的复合线。选择完毕，弹出平面曲线桁架快捷生成对话框。填完参数，按确定按钮即可生成平面曲线桁架。

数据说明：

截面形式：有三角形和矩形两种截面形式；

腹杆形式：软件提供了两种形式的腹杆；

边长 a、b、c：a 值为 0 表示是平面桁架，不为 0 则是空间桁架；

划分方法：软件提供了两种方法来确定每格的间距。按参考间距划分指将从起点开始按照最近所输入的参考间距值来等分曲线；按分段数划分指将从起点开始按照所输入的分段数来等分曲线；具体方法同直线桁架；

确定 1-2 平面位置：同直线桁架；

起始点位置：用来确定桁架横截面在 2-3 平面内的位置。它是指曲线的两个端点是作为桁架两端截面上弦腹杆的中点还是下弦腹杆的中点，默认为起始点位置都在上弦中点。

8.2.2 杆件设计

通过桁架或屋架建立的模型仅是桁架或屋架本身，用户可以通过结构编辑把和桁架或屋架相关的其它构件也建立到模型中去，比如支承桁架的立柱、和桁架相连的框架等。

8.2.2.1 构件属性

桁架菜单生成的模型仅是由 ACAD 的线 LINE 组成的，需要用户具体赋予它每种构件属性，使用结构编辑中的添加杆件：

添加杆件

属性	
材性ID	材性1
截面类型	热轧无缝钢管与电焊...
截面名称	热钢管45x3.0
成组验算	不按成组验算
方位ID	方位1
方位KX	无穷大
方位KY	0.000
方位KZ	0.000
方位KAlf	0.000
楔形单元方位	0
偏心	无偏心
偏心EX1	----
偏心EY1	----
偏心EX2	----
偏心EY2	----
计算长度	
绕2轴计算长度	----
绕2轴长度系数	1.000
绕3轴计算长度	----
绕3轴长度系数	1.000
端部释放	
小节点约束释放	----
大节点约束释放	----
层号	0
轴线号1	
轴线号2	

选择线定义为杆件

直接画杆件

选择杆件查询

关 闭

使用选择线定义为杆件，选中所有线条后关闭；

如果杆件数目比较多，可以在设计查询中使用按层面显示，出现对话框后，选择所有弦杆层面打勾后确定，屏幕上只出现弦杆单元；定义所显示杆件的构件属性：包括截面、材料性质、方位、偏心、计算长度等信息；在上个步骤，即结构编辑的选择线定义为杆件过程中已经把杆件的默认属性赋予了构件，这里是做比较精确的定义或对和事实不符的属性进行修改。

针对桁架结构，在定义计算长度时，通常把杆件绕 2 轴和绕 3 轴的计算长度系数定义为 1，然后把所属结构类型定义为桁架。

定义计算长度

所属结构类型	<input type="radio"/> 其他结构	绕 2 轴	<input type="radio"/> 定义长度 (mm) 0		
	<input type="radio"/> 门式刚架	<input checked="" type="radio"/> 定义系数 1			
	<input type="radio"/> 塔架	绕 3 轴	<input type="radio"/> 定义长度 (mm) 0		
	<input type="radio"/> 框架	<input checked="" type="radio"/> 定义系数 1			
	<input checked="" type="radio"/> 桁架				
	<input type="radio"/> 网架网壳				

选择欲查询单元

选择欲定义单元

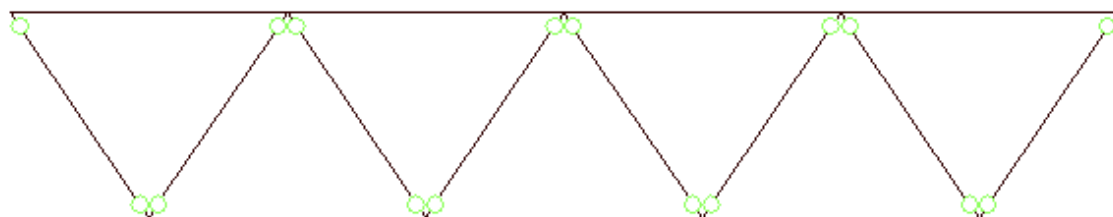
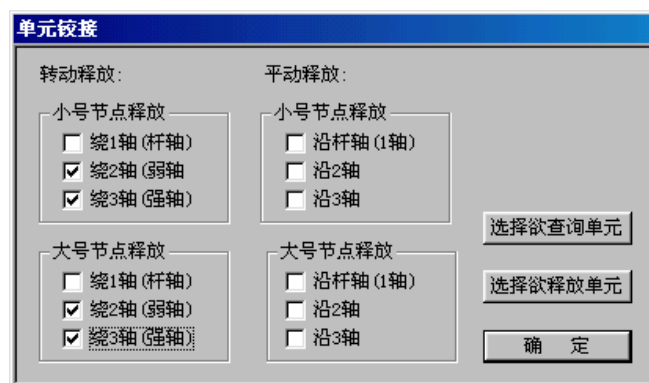
确 定

注意：

这里简单的把计算长度选为 1 是为简便定义过程和偏于安全的，因为规范规定大部分桁架杆件的计算长度系数为 1，但有些位置腹杆的计算长度系数可以小于 1；用户可以根据实际情况定义该系数。

8.2.2.2 结构体系和杆件铰接

在结构编辑菜单中选择结构体系，屋架默认为平面桁架，桁架默认为空间框架；对于桁架结构，用户可以改为空间桁架进行内力分析，也可以使用空间框架，然后在构件属性中的杆件铰接处把所有腹板的大小号节点处的绕 2、3 轴转动释放掉（如下图）；通常建议使用后一种方法，因为空间桁架对模型的要求较高，只要结构有一处出现几何可变就不能运算。



腹杆铰接

8.2.2.3 支座边界

选择边界支承条件，如果是桁架的支座，一般为铰接；如果桁架模型建立在别的结构模型上，比如立柱，那么支座边界要根据立柱的柱脚情况来决定。

8.2.2.4 荷载编辑

1. 荷载库

荷载库中没有任何信息，用户需要添加荷载（桁架一般承受节点荷载）。

2. 添加节点荷载

把荷载库中的节点荷载添加到相应的节点上去。

3. 空间桁架可以使用导荷载功能，把面荷载值自动导为点荷载：

在菜单荷载库中选择杆件导荷载库，双击省略号，选择恒、活、风荷载类型，选择双向导到节

点，添入面荷载值；在荷载库中出现该面荷载后关闭退出；

使用菜单命令添加杆件导荷载，在荷载库中添入的导荷载参数会显示在荷载栏中，用鼠标在荷载栏中选择所需要的导荷载参数，然后使用按钮选择受荷范围，选中该面荷载的分布区域（选中后，软件会用黄线表示出来已选中的区域杆件），右键退出，按关闭完成；如果在荷载库中添入的是单向导节点荷载，那么在添加导荷载中除了选择受荷范围之外，还需要额外选择受力节点以确定单向导荷载的节点分配，如下图。

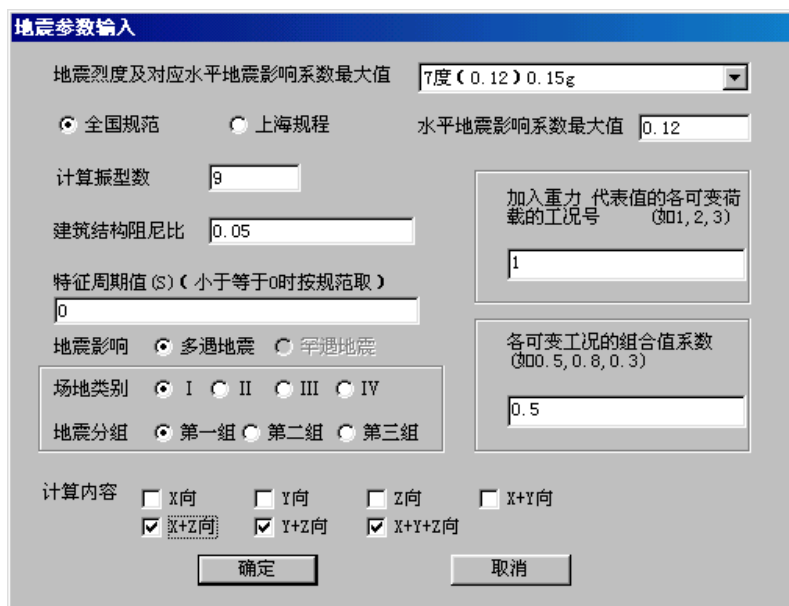


使用菜单命令自动导荷载，完成从面荷载参数到节点荷载的分配。

4. 地震荷载

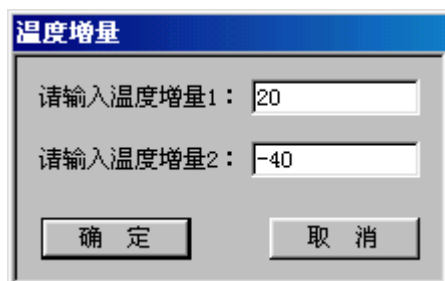
地震参数输入中：选择烈度、场地类别、地震分组；如果需要把活荷载考虑到地震重力荷载代表值中去，那需要在重力荷载代表值的可变荷载工况号中添入相应的活荷载工况号和组合值系数；

在计算内容中列出了七种选择，表示在计算时需要考虑地震力哪几个方向的作用，完成地震计算和内力分析后，在查询内力的查询地震工况内力中列出了若干种情况，就是指计算内容中所选择的若干种地震作用方向的内力计算结果，如下图列出了三种方向选择，那么在地震工况内力中也列出三种相应的情况。



5. 温度荷载

考虑温度作用下结构膨胀或收缩产生的内力，需要输入温度增量；软件提供两个增量，用户一般输入增量 1 为正温，增量 2 为负温；当仅仅考虑负温时，那就在增量 1 中添入负数，而增量 2 不填。



温度增量对话框，包含两个输入框和两个按钮。输入框 1 显示 20，输入框 2 显示 -40。按钮为“确定”和“取消”。

在查询温度工况内力时同样会出现两种情况，即对应的增量 1 和增量 2。

6. 荷载拷贝

选择一个节点或单元上的荷载拷贝的一批节点或单元上去，这里的荷载可以是直接的点荷载或单元荷载，也可以是导荷载得到的点荷载或单元荷载。

8.2.2.5 内力分析

桁架或屋架如果在结构体系中选择为空间桁架或平面桁架，内力分析很容易提示约束不足，解决方法详见第十章的模型检查；即使在结构体系中选择了框架的情况下，如果杆件铰接（单元释放）不合理，也同样会出现内力分析不能完成的情况。

对桁架、屋架这类两端铰接的杆件，软件自动把杆件的自动作为节点力集中到杆件的两端节点上去，从而避免了由于自重产生弯矩，所以这类结构在承受节点力的情况下，仅存在轴力。

桁架的杆件比较多，可以使用分颜色显示内力值来比较直观的观察内力，如下图。



按内力值分颜色显示对话框，包含颜色条、单选按钮和单位选择。颜色条显示数值：143.1 (红), 95.7 (黄), 48.3 (绿), 0.9 (蓝), -46.4 (紫), -93.8 (黑)。单选按钮包括：轴力N (选中), 剪力Q2, 剪力Q3, 弯矩M2, 弯矩M3。底部有“按最大值” (选中) 和“按最小值” 选项，以及“单位：kN、kN.M”和“确定”、“取消”按钮。

8.2.2.6 设计验算

选择钢结构规范进行验算。

针对桁架或屋架，对于空间结构，事先在构件属性的计算长度中把两个方向的计算长度系数定义为 1（如果规范有具体规定的，比如有些位置腹杆的计算长度系数可以小于 1，那么就按照规范规

定来定义)；

如果桁架使用的是圆管，由于截面库中的型号比较多，可以使用截面优选来决定最终的材料尺寸；对于通长的弦杆，可以在构件属性的定义截面菜单中，把这部分弦杆单元定义成一个组号，这样在截面优选过程中，同一个组号的构件始终保持相同截面。

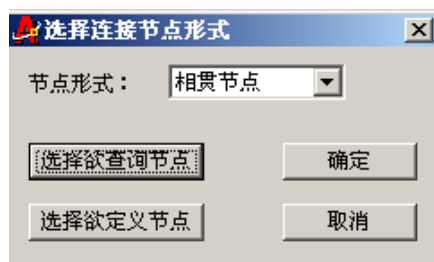


相同组号的构件在截面优选和优化中始终保持相同

8.2.3 桁架节点验算

8.2.3.1 定义节点形式

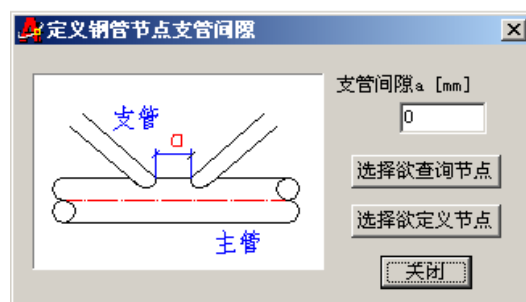
点击此命令后，弹出对话框如图



有相贯节点和其他节点两种形式，软件只对相贯节点进行处理，而对其他节点软件不作处理。选择欲定义节点可选择需要定义的节点，选择欲查询节点可选择需要查询的节点的形式。

8.2.3.2 定义相贯节点支管间隙

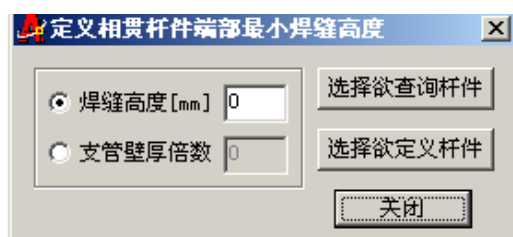
点击此命令后，弹出对话框如图



用于定义 K 形，KK 形相贯节点的支管间隙，默认值为 0 表示由软件按支管轴线位置自动计算支管间隙，若输入一个大于 0 的值，则软件会根据输入的间隙值和按支管轴线位置自动计算支管间隙值进行比较，取两者的较大值作为间隙值，同时如前者大于后者，则支管不在轴线位置上，需要对支管进行一定的偏心移动，这一操作在下面的步骤中软件会自动处理。

8.2.3.3 定义相贯杆件焊缝高度

点击此命令后，弹出对话框如图



用于定义相贯节点中支管的最小焊缝高度，可直接输入焊缝高度，也可输入支管壁厚的倍数，比如倍数输 1.5，则焊缝高度就取 1.5 倍的支管壁厚。在设计时最终支管的焊缝高度取在此定义的焊缝高度和根据受力计算所得的焊缝高度两者的较大值。

8.2.3.4 腹杆重新定位

用于处理前面定义相贯节点支管间隙操作中提到的支管偏心移动的问题，如定义了支管间隙值则需要进行此操作，如支管都是在轴线位置上没有偏心，就不需进行此操作。点击此命令后，选择欲重新进行定位的腹杆，软件会自动识别哪些需要移动哪些不需要，并处理这些选中的腹杆的偏心问题，但在计算模型中仍按原位置显示，不按移动后的新位置显示。

8.2.3.5 钢管相贯节点验算

8.2.3.5.1 圆管节点验算

1. 适用范围

软件将圆管直接汇交焊接节点分为八类，分别为 X 型、T 型（或 Y 型）、K 型、TT 型、KK 型

以及派生而成的平面 KT 型、空间 KT 型和空间 KKT 型。软件只对以上八种节点形式进行验算。

2. 验算内容

提供了圆管桁架节点八个方面的设计验算，节点受力必须满足下列条件：

- 节点极限承载力必须大于相应杆件轴力的绝对值；
- 支管和主管夹角不应小于 30 度；
- 角焊缝高度不应大于支管壁厚的 2 倍；
- 支管壁厚不应大于主管壁厚；
- 支管外径与主管外径之比应在 0.2 到 1 之间；
- 支管外径与壁厚之比不应大于 60；
- 主管外径与壁厚之比不应大于 100；
- 计算两管相贯线长度 l_w ；
- 计算平均角焊缝高度 h_f ；

3. 验算原理

(1) 极限承载力的计算

X 型节点

- a. 受压支管在管节点处的承载力 N_{cx}^{pj} 应按下式计算：

$$N_{cx}^{pj} = \frac{5.45}{(1 - 0.81\beta) \sin \theta} \psi_n t^2 f$$

式中 $\beta = d_i/d$ ——支管外径与主管外径之比；

ψ_n ——参数； $\psi_n = 1 - 0.3 \frac{\sigma}{f_y} - 0.3 \left(\frac{\sigma}{f_y} \right)^2$ ；

t ——主管壁厚；

θ ——支管轴线与主管轴线之夹角；

f ——主管钢材的抗拉、抗压和抗弯强度设计值；

f_y ——主管钢材的屈服强度；

σ ——节点两侧主管较小轴向压应力（绝对值）；

当节点两侧或一侧主管受拉时，则取 $\psi_n = 1$ ；

b. 受拉支管在管节点处的承载力 N_{tx}^{pj} 应按下列式计算：

$$N_{tx}^{pj} = 0.78 \left(\frac{d}{t} \right)^{0.2} N_{cx}^{pj}$$

T 型和 Y 型节点

a. 受压支管在管节点处的承载力 N_{cT}^{pj} 应按下列式计算：

$$N_{cT}^{pj} = \frac{11.51}{\sin \theta} \left(\frac{d}{t} \right)^{0.2} \psi_n \psi_d t^2 f$$

ψ_d ——参数，当 $\beta \leq 0.7$ 时， $\psi_d = 0.069 + 0.93\beta$ ；

当 $\beta > 0.7$ 时， $\psi_d = 2\beta - 0.68$ ；

b. 受拉支管在管节点处的承载力 N_{tT}^{pj} 应按下列式计算：

当 $\beta \leq 0.6$ 时， $N_{tT}^{pj} = 1.4 N_{cT}^{pj}$ ；

当 $\beta > 0.6$ 时， $N_{tT}^{pj} = (2 - \beta) N_{cT}^{pj}$ ；

K 型节点

a. 受压支管在管节点处的承载力 N_{cK}^{pj} 应按下列式计算：

$$N_{cK}^{pj} = \frac{11.51}{\sin \theta_c} \left(\frac{d}{t} \right)^{0.2} \psi_n \psi_d \psi_a t^2 f$$

式中 θ_c ——受压支管轴线与主管轴线之夹角；

ψ_a ——参数，按下式计算：

$$\psi_a = 1 + \left(\frac{2.19}{1 + \frac{7.5a}{d}} \right) \left(1 - \frac{20.1}{6.6 + \frac{d}{t}} \right) (1 - 0.77\beta) ;$$

a ——两支管间的间隙；当 $a < 0$ 时，取 $a = 0$ ；

b. 受拉支管在管节点处的承载力 N_{tK}^{pj} 应按下列式计算：

$$N_{iK}^{pj} = \frac{\sin \theta_c}{\sin \theta_t} N_{cK}^{pj} ;$$

式中 θ_t ——受拉支管轴线与主管轴线之夹角；

TT 型节点

a. 受压支管在管节点处的承载力 N_{cTT}^{pj} 应按下列式计算：

$$N_{cTT}^{pj} = \psi_g N_{cT}^{pj}$$

式中 $\psi_g = 1.28 - 0.64 \frac{g}{d} \leq 1.1$ ， g 为两支管的横向间距。

b. 受拉支管在管节点处的承载力 N_{tTT}^{pj} 应按下列式计算：

$$N_{tTT}^{pj} = N_{tT}^{pj} ;$$

KK 型节点

受压或受拉支管在管节点处的承载力设计值 N_{cKK}^{pj} 或 N_{tKK}^{pj} 应等于 K 型节点相应支管承载力设计值 N_{cK}^{pj} 或 N_{tK}^{pj} 的 0.9 倍。

平面 KT 型节点

K 支管按 K 型节点验算，T 支管按 T 型节点验算。

空间 KT 型节点

K 支管按 KK 型节点验算，T 支管按 TT 型节点验算。

空间 KKT 型节点

K 支管按 KK 型节点验算，T 支管按 TT 型节点验算。

(2) 两管相贯线长度计算

$$l_w = (3.25d_d - 0.025d) \left(\frac{0.534}{\sin \theta} + 0.466 \right) \quad d_s / d \leq 0.65$$

$$l_w = (3.81d_d - 0.389d) \left(\frac{0.534}{\sin \theta} + 0.466 \right) \quad d_s / d > 0.65$$

(3) 角焊缝平均高度 h_f 计算

$$h_f = N / (0.7 l_w f_w)$$

4. 软件中确定主管和支管的原则

在一个节点处汇交的所有单元中杆件属性为弦杆的为主管，否则仍然认为是支管。

5. 软件中判断节点形式的原则

软件根据节点处相连杆件的信息自动判断该节点属于哪一类节点形式。其原则如下：如节点处相连杆件在一个平面内，则认为该节点为平面节点，否则为空间节点。如果是平面节点，假如只有一根支管，则认为是 T 型节点；假如有两根在一直线上的支管，则认为是 X 型节点；假如有两根不在一直线上的支管，则认为是 K 型节点；假如有三根支管，则认为是平面 KT 型节点。如果是空间节点，假如只有两根支管，则认为是 TT 型节点；假如有三根支管，则认为是空间 KT 型节点；如有四根支管，则认为是 KK 型节点；如有五根支管，则认为是空间 KKT 型节点。

6. 操作过程

- a. 菜单开关切换到桁架菜单下；
- b. 选择圆管节点验算命令；
- c. 主界面中的鼠标变成选择框时选择需要校核的节点（节点需先定义为相贯节点且只能选择圆管构件汇交的节点），选择完毕按鼠标右键；
- d. 计算完毕后在工程目录下的 USER 目录中打开文件名为工程名_cno.doc 的 Word 文件。该文件内容可以参看文件中的相关文字说明。

8.2.3.5.2 矩形管节点验算

1. 适用范围

软件将矩形管直接汇交焊接节点分为四类，分别为 X 型、T 型（或 Y 型）、有间隙的 K 型（或 N 型）和搭接的 K 型（或 N 型）。软件只对以上四种节点形式进行验算。

2. 验算内容

提供了矩形管桁架节点十个方面的设计验算，节点受力必须满足下列条件：

- ☐ 节点极限承载力必须大于相应杆件轴力的绝对值；
- ☐ 支管和主管夹角不应小于 30 度；
- ☐ 角焊缝高度不应大于支管壁厚的 2 倍；
- ☐ 支管壁厚不应大于主管壁厚；
- ☐ 支管截面宽度与主管截面宽度之比及支管截面高度与主管截面宽度之比验算；
- ☐ 支管的截面宽度与壁厚之比及支管的截面高度与壁厚之比验算；
- ☐ 支管的截面高度与截面宽度之比验算；
- ☐ 主管截面宽度与壁厚之比及主管截面高度与壁厚之比验算
- ☐ 计算两管相贯线长度 l_w ；

□ 计算平均角焊缝高度 h_f ;

3. 验算原理

(1) 极限承载力的计算

支管为矩形管的 T、Y 和 X 型节点

1) 当 $\beta \leq 0.85$ 时, 支管在节点处的承载力 N_i^{pj} 应按下式计算:

$$N_i^{pj} = 1.8 \left(\frac{h_i}{bc \sin \theta_i} + 2 \right) \frac{t^2 f}{c \sin \theta_i} \psi_n \quad (1)$$

$$c = (1 - \beta)^{0.5}$$

式中

ψ_n ——参数; 当主管受压时 $\psi_n = 1 - \frac{0.25}{\beta} \cdot \frac{\sigma}{f}$; 当主管受拉时 $\psi_n = 1.0$;

σ ——节点两侧主管轴心压应力的较大绝对值;

2) 当 $\beta = 1.0$ 时, 支管在节点处的承载力 N_i^{pj} 应按下式计算:

$$N_i^{pj} = 2.0 \left(\frac{h_i}{\sin \theta_i} + 5t \right) \frac{tf_k}{\sin \theta_i} \psi_n \quad (2)$$

当为 X 型节点, $\theta_i < 90$ 且 $h \geq h_i / \cos \theta_i$ 时, 尚应按下式验算:

$$N_i^{pj} = \frac{2htf_v}{\sin \theta_i} \quad (3)$$

式中

f_k ——主管强度设计值; 当支管受拉时 $f_k = f$; 当支管受压时, 对 T、Y 形节点, $f_k = 0.8\varphi f$;

对 X 形节点, $f_k = 0.65 \sin \theta_i \varphi f$; φ 为按长细比 $\lambda = 1.73 \left(\frac{h}{t} - 2 \right) \left(\frac{1}{\sin \theta_i} \right)^{0.5}$ 确定的轴心受压构件的稳定系数;

f_v ——主管钢材的抗剪强度设计值;

3) 当 $0.85 < \beta < 1.0$ 时, 支管在节点处的承载力应按公式 (1) 与 (2) 或公式 (3) 所得的值,

根据 β 进行线性插值。此外，还不应超过下列二式的计算值：

$$N_i^{pj} = 2.0(h_i - 2t_i + b_e)t_i f_i$$

$$b_e = \frac{10}{b/t} \cdot \frac{f_y t}{f_{yi} t_i} \cdot b_i \leq b_i$$

当 $0.85 \leq \beta \leq 1 - \frac{2t}{b}$ 时

$$N_i^{pj} = 2.0 \left(\frac{h_i}{\sin \theta_i} + b_{ep} \right) \frac{t f_v}{\sin \theta_i}$$

$$b_{ep} = \frac{10}{b/t} \cdot b_i \leq b_i$$

式中 h_i, t_i, f_i ——分别为支管的截面高度、壁厚以及抗拉（抗压和抗弯）强度设计值；

支管为矩形管的有间隙的 K 型和 N 型节点

1) 节点处任一支管的承载力设计值应取下列各式的较小值：

$$N_i^{pj} = 1.42 \frac{b_1 + b_2 + h_1 + h_2}{b \sin \theta_i} \left(\frac{b}{t} \right)^{0.5} t^2 f \varphi_n$$

$$N_i^{pj} = \frac{A_v f_v}{\sin \theta_i}$$

$$N_i^{pj} = 2.0 \left(h_i - 2t_i + \frac{b_i + b_e}{2} \right) t_i f_i$$

当 $\beta \leq 1 - \frac{2t}{b}$ 时，尚应小于：

$$N_i^{pj} = 2.0 \left(\frac{h_i}{\sin \theta_i} + \frac{b_i + b_{ep}}{2} \right) \frac{t f_v}{\sin \theta_i}$$

式中 A_v ——弦杆的受剪面积，按下列公式计算：

$$A_v = (2h + \alpha b)t \quad (4)$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{3t^2}{3t^2 + 4a^2}}$$

2) 节点间隙处的弦杆轴心受力承载力设计值为：

$$N^{pj} = (A - \alpha_v A_v) f$$

式中 α_v ——考虑剪力对弦杆轴心承载力的影响系数，按下式计算：

$$\alpha_v = 1 - \sqrt{1 - \left(\frac{V}{V_p} \right)^2}$$

$$V_p = A_v f_v$$

V ——节点间隙处的弦杆所受的剪力，可按任一支管的竖向分力计算；

支管为矩形管的搭接的 K 型和 N 型节点

搭接支管的承载力设计值应根据不同的搭接率 O_v 按下列公式计算：

1) 当 $25\% \leq O_v < 50\%$ 时：

$$N_i^{pj} = 2.0 \left[(h_i - 2t_i) \frac{O_v}{0.5} + \frac{b_e + b_{ej}}{2} \right] t_i f_i$$

$$b_{ej} = \frac{10}{b_j / t_j} \cdot \frac{f_{yj} t_j}{f_{yi} t_i} \cdot b_i \leq b_i$$

2) 当 $50\% \leq O_v < 80\%$ 时：

$$N_i^{pj} = 2.0 \left(h_i - 2t_i + \frac{b_e + b_{ej}}{2} \right) t_i f_i ;$$

3) 当 $80\% \leq O_v \leq 100\%$ 时：

$$N_i^{pj} = 2.0 \left(h_i - 2t_i + \frac{b_i + b_{ej}}{2} \right) t_i f_i$$

被搭接的支管应满足下式要求：

$$\frac{N_j^{pj}}{A_j f_{yj}} \leq \frac{N_i^{pj}}{A_i f_{yi}}$$

支管为圆管的各种形式的节点：

当支管为圆管时，上述各节点承载力的计算公式仍可使用，但需用 d_i 取代 b_i 和 h_i ，并将各式右

侧乘以系数 $\pi/4$ ，同时应将式 (4) 中的 α 值取为零。

(2) 两管相贯线长度计算

对于有间隙的 K 型和 N 型节点：

$$\text{当 } \theta_i \geq 60^\circ \text{ 时： } l_w = \frac{2h_i}{\sin \theta_i} + b_i$$

$$\text{当 } \theta_i \leq 50^\circ \text{ 时： } l_w = \frac{2h_i}{\sin \theta_i} + 2b_i$$

当 $50^\circ < \theta_i < 60^\circ$ 时： l_w 按插值法确定。

$$\text{对于 T、Y 和 X 型节点： } l_w = \frac{2h_i}{\sin \theta_i}$$

式中 h_i, b_i ——分别为支管的截面高度和宽度。

当支管为圆管、主管为矩形管时，焊缝计算长度取为支管与主管的相交线长度减去 d_i 。

(3) 角焊缝平均高度 hf 计算

$$h_f = N / 0.7 l_w f_w$$

4. 软件中确定主管和支管的原则

在一个节点处汇交的所有单元中杆件属性为弦杆的为主管，杆件属性为腹杆的为支管。

5. 软件中判断节点形式的原则

软件根据节点处相连杆件的信息自动判断该节点属于哪一类节点形式。其原则如下：如节点处相连杆件在一个平面内，则认为该节点为平面节点，否则为空间节点。如果是平面节点，假如只有一根支管，则认为是 T 型节点；假如有两根在一直线上的支管，则认为是 X 型节点；假如有两根不在一直线上的支管，则认为是 K 型节点，对于定义了支管间隙的节点认为是有间隙的节点，否则根据杆件轴线位置自动判断是有间隙的还是搭接的。如果是空间节点，则为无法判断的节点形式。

6. 操作过程

- a. 菜单开关切换到桁架菜单下；
- b. 选择矩形管节点验算命令；
- c. 主界面中的鼠标变成选择框时选择需要校核的节点（节点需先定义为相贯节点且只能选择主管为矩形管，支管为矩形管或圆管的节点），选择完毕按鼠标右键；
- d. 计算完毕后在工程目录下的 USER 目录中打开文件名为工程名_cno.doc 的 Word 文件。该文

件内容可以参看文件中的相关文字说明。

8.2.3.6 圆管相贯线切割信息输出

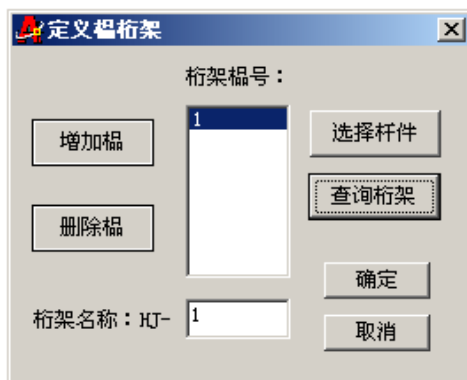
此命令用于输出采用自动相贯切割机进行相贯切割所需的一些输入信息。点击此命令，选择需要输出相贯线切割信息的支管，单击右键结束选择，弹出文件保存对话框保存文件即可，文件以文本形式输出。

8.2.4 后处理

8.2.4.1 桁架杆件定义

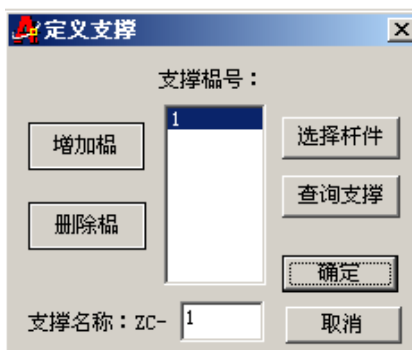
定义榱桁架

如果需要对每榱桁架单独出图，就需要定义每榱桁架所包含的杆件。点击此命令后，弹出对话框如下图。单击增加榱按钮，然后点击选择杆件按钮，选中所有属于该榱桁架的杆件，右键结束选择，回到对话框，输入该榱桁架名称即完成第一榱桁架的定义，依次类推，通过不断单击增加榱按钮可完成多榱桁架的定义。查询桁架可显示当前桁架榱号的杆件，删除榱按钮可删除当前桁架榱号所指的桁架。



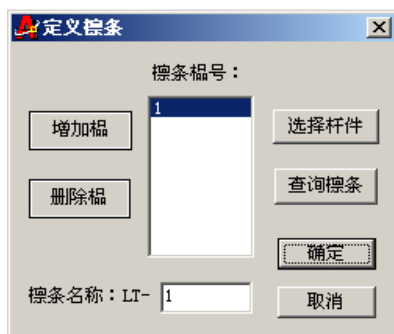
定义支撑

用于指定哪些杆件是支撑，定义支撑的方法同定义榱桁架。



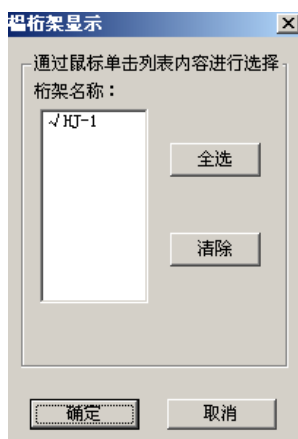
定义檩条

用于指定哪些杆件是檩条，定义檩条的方法同定义榀桁架。



8.2.4.2 榀桁架显示

用于已定义好的榀桁架的显示。点击此命令后，弹出对话框如下图。



8.2.4.3 后处理实体模型

此命令用于将计算模型导到后处理实体模型，进行节点相贯和出施工图，如不需出相贯线展开图和双线施工图，就没有必要将计算模型导成后处理实体模型。对于杆件数目较多且电脑配置不高的情况，建议最好不要把所有杆件都导到后处理实体模型中去，否则电脑操作较慢，正确操作应该是通过定义榀桁架命令先将桁架分为一榀一榀，导后处理实体模型时选择一榀桁架将其导到后处理实体模型中去并保存，接着再选择第二榀来导，依次类推，将每一榀桁架逐一导到后处理实体模型中去并一一保存成不同的 dwg 文件，再逐一打开生成的后处理实体模型文件，对每一榀桁架的实体模型进行操作。点击此命令后，选择需要导入后处理的杆件，默认为全部杆件，输入弦杆两头伸出的长度，并将后处理实体模型保存为 dwg 文件。以下的操作都是在后处理实体模型下进行。

8.2.4.4 构件编辑

此命令用于将计算模型导到后处理实体模型，进行节点相贯和出施工图。对于杆件数目较多且电脑配置不高的情况，建议最好不要导到后处理实体模型，否则电脑操作较慢。点击此命令后，输入弦杆两头伸出的长度，并将后处理实体模型保存为 dwg 文件。以下的操作都是在后处理实体模型下进行。

杆件连通

点击此命令，选择需要连通的杆件，单击右键，软件会自动将原来相连的杆件（必须在一直线上）合并成一根杆件。

合并成圆弧弦杆

用于圆弧形桁架弦杆的合并。点击此命令，选择需要合并的折线相连的弦杆，单击右键，软件会自动将原来折线相连并在同一圆弧上的杆件合并成一根圆弧弦杆。如选中的弦杆不在一圆弧上，则合并失败。

拟合成曲线弦杆

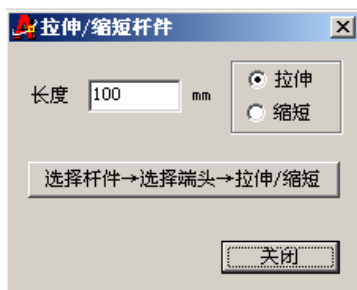
用于平面曲线桁架弦杆的合并。点击此命令，选择需要合并的折线相连的弦杆，单击右键，软件会自动将原来折线相连并在同一平面曲线上的杆件合并成一根平面曲线弦杆。如选中的弦杆不在一平面曲线上，则合并失败。

杆件打断

点击此命令，选择需要打断的杆件，单击右键，软件会自动将选中的杆件在各个节点处打断成多根杆件。

杆件拉伸/缩短

用于将杆件进行拉伸和缩短。点击此命令，弹出对话框如下图。输入长度，单击选择杆件按钮，选择需要拉伸或缩短的杆件，然后根据提示选择需要伸缩的端头，软件会自动将杆件进行伸缩。



8.2.4.5 节点相贯

对于圆弧或曲线形桁架，在节点相贯之前需将弦杆合并圆弧弦杆或曲线弦杆再进行节点相贯操

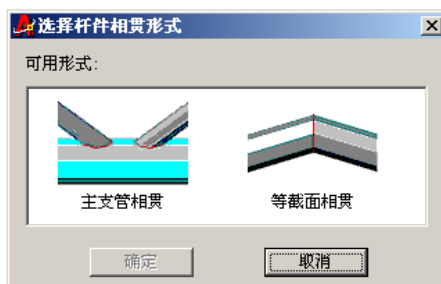
作。

节点杆件自动相贯

点击此命令，软件会对在计算模型中已定义成相贯节点的杆件实体进行自动切割，对支座节点自动相贯时不处理。

杆件相贯连接

此命令为对相贯节点进行手动操作。点击此命令，弹出对话框如下图。软件提供了两种相贯形式，主支管相贯和等截面相贯。选好相贯形式，单击确定按钮，选择需要进行相贯切割的杆件，单击右键，软件会对选中的杆件实体进行切割。



8.2.4.6 删除节点

此命令用于将做过相贯切割的相贯节点恢复到未相贯切割前的状态。点击此命令，选择需要删除的相贯节点，单击右键，软件会节点恢复到未相贯切割前的状态。

8.2.4.7 简化显示

将选中的实体以单线条形式显示。

8.2.4.8 实体显示

将单线条杆件恢复到实体显示的形式。

8.2.4.9 部分显示

只显示选中的杆件及节点。

8.2.4.10 部分隐藏

隐藏选中的杆件及节点。

8.2.4.11 全部显示

显示全部的杆件及节点。

8.2.5 施工图

8.2.5.1 计算模型下绘图

绘制施工图

这里的绘制施工图是指在节点验算后在计算模型下直接出结构布置图，并不通过生成后处理实体模型再去出施工图，适用于只需出单线图情况下的绘图。对于前五个图都是按指定视图生成施工图的，对于后面的图（节点坐标表除外），都是按当前视图（或自定义投影方向）将计算模型投影成施工图的



自定义投影方向：是指按用户自定义的投影方向将计算模型投影成施工图。选中自定义投影方向复选框，单击自定义投影方向按钮，按 CAD 命令行提示，依次选取投影局部坐标系 X 轴基点和终点以及投影方向的基点和终点，由投影方向的基点和终点得到的向量作为投影方向。

杆件截面编号：用于出杆件截面图，是指对所有圆钢管杆件按截面大小及所在层面进行编号，单击此按钮弹出截面编号结果对话框。截面尺寸一样且在同一层面上的杆件归为一类，如两根杆件截面一样但在不同的层面上，软件会把他们分成两类，如希望完全按截面尺寸编号需单击按截面编号按钮。显示栏打勾表示在出杆件截面图该编号将会在图中显示，否则编号将不会在图中标注。选中一项单击右键可改变编号名称及编号是否显示。



绘制：选中需要绘制在同一张图纸上的图名称，单击绘制按钮，弹出图面布置对话框，可在对话框中修改图纸大小、图块位置、比例和字体高度（单击右键修改），按确定按钮后即可将施工图保存为 dwg 文件。

8.2.5.2 施工图创建

结构布置图

进行消隐：如需出双线施工图，则需选中此复选框，表示要对实体进行消隐。

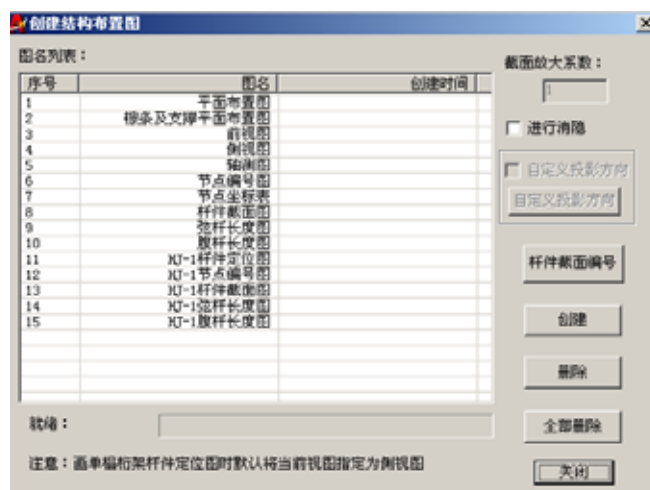
自定义投影方向：同上。

杆件截面编号：同上。

创建：选中图名列表中选项，单击该按钮开始创建施工图。

删除：选中图名列表中选项，单击该按钮即删除已经创建的施工图。

全部删除：单击该按钮即全部删除已经创建的施工图。



相贯线展开图及材料表



杆件编号：对需要绘制相贯线展开图的圆钢管腹杆进行编号，完全一样的杆件归为一类。单击按钮，选择需要编号的杆件，单击右键完成选择，软件在对话框中显示编号结果。

查看构件组：选中图名列表中选项，单击按钮可显示该类构件组所包含的杆件。

创建：同上。

删除：同上。

全部删除：同上。

相贯节点图

选择节点相连杆件：单击按钮，选中需要绘制相贯节点图的节点所连的杆件，单击右键完成选择，软件在对话框中显示所选择的节点号。

节点显示：选中图名列表中选项，单击按钮可显示绘制相贯节点图时该节点所包含的杆件。

创建：同上。

删除：同上。

全部删除：同上。



8.2.5.3 施工图布置

执行完“施工图创建”命令后再执行“施工图布置”命令进行施工图布置。



图名列表：图名列表中有三类施工图：结构布置图、相贯线展开图、相贯节点图。

图纸大小规格：所绘制图的图纸大小。

双线图：绘制双线图前提是创建施工图时选中进行消隐复选框，若该复选框为不可更改状态表示该施工图无法生成双线图。

显示虚线：在可绘制双线图的前提下，选中该复选框，表示生成的施工图中显示虚线。

生成施工图：选中需要绘制在同一张图纸上的图名称，单击按钮，弹出图面布置对话框，可在对话框中修改图纸大小、图块位置、比例和字体高度（单击右键修改），按确定按钮后即可将施工图保存为 dwg 文件。施工图中软件自动添加了文本、标注、虚线、中心线层，分别存放相应的对象，如不需显示某层上的东西只需关闭该层即可。

删除：选中列表中的图名，单击该按钮即删除前面已经创键的施工图，需重新创建才能绘图。

全部删除：选中该复选框，单击删除按钮即全部删除前面所有已经创键的施工图。

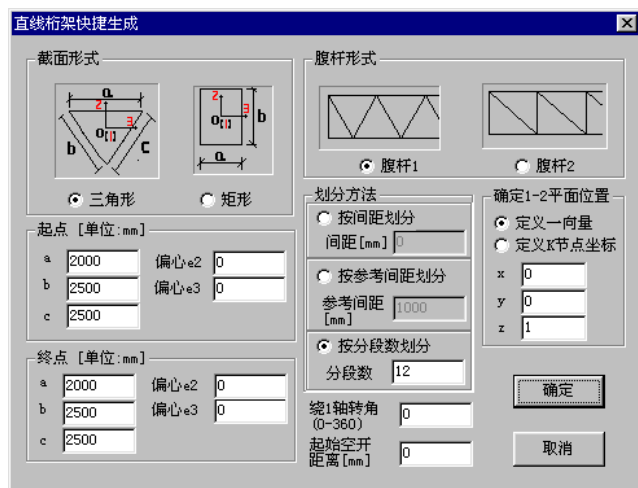
8.2.5.4 单根构件相贯线展开

点击此命令后，选择需要绘制相贯线展开图的杆件（只能选一根），单击右键结束选择，将该根杆件的相贯线展开图保存为 dwg 文件。通过 CAD 打开展开图，绿线表示外径的展开线，浅蓝线表示内径的展开线，展开图的左端为杆件的小号节点端，右端为杆件的大号节点端，展开图是将杆件从 1-2 平面开始绕 1 轴逆时针展开。

8.3 例题

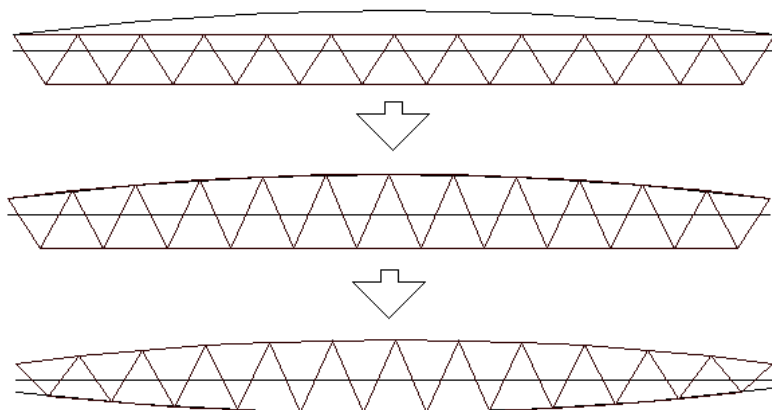
步骤 1：在 X-Z 平面中做一条 40 米长的水平线；

步骤 2：选择结构编辑中的桁架，直线桁架；选择起点为已做直线的一个端点，对象为已做直线；右键添入以下数据：

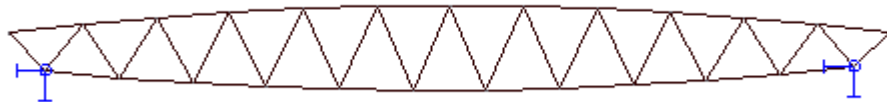


步骤 3：利用三点做弧，以桁架的两个端点和跨中高点做出弧线；

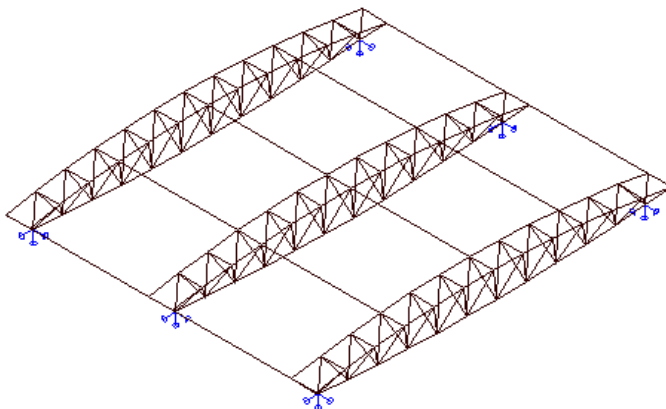
步骤 4：结构编辑中，移动节点到直线或曲线上，选中弧线，右键结束，用窗口选中桁架上弦所有节点，右键结束，指定起始点为弧线下方，终止点为弧线上方，把桁架的上弦点移到弧线上；同样画出下弦曲线，把下弦节点移到曲线上；



步骤 5：删除绘图直线和曲线，保留桁架部分，把桁架两端节点定义为支座；显示支座；

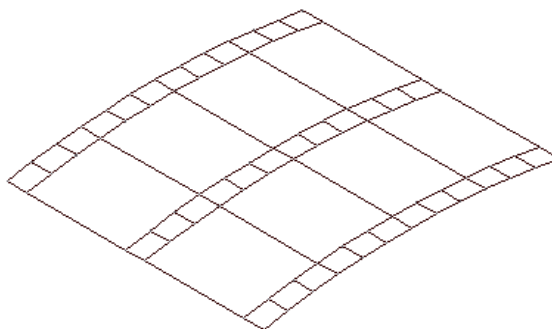


步骤 6：把该桁架沿纵向拷贝两榀后，使用结构编辑，添加杆件命令，把节间用圆钢管相连；



步骤 7：结构编辑-删除重复线；

步骤 8：部分显示，选中上弦平面所有构件进行显示；



步骤 9：荷载-施加杆件导荷载，添入恒、活载参数（采用双向分配到节点，恒载取 0.5，活载取 0.6），选中所有上弦杆件为受荷区域；



步骤 10：荷载-自动导荷载，由于封闭区域为空间多边形，所以多边形形状控制参数添入 2000；完成自动导荷载后显示工况号 1 的荷载，显示节点荷载；

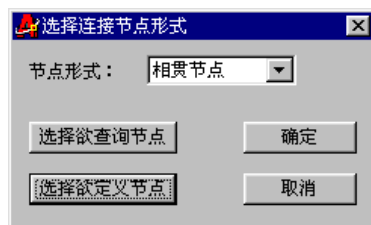
步骤 11：内力分析，显示位移图；按取消附加信息显示返回；

步骤 12：定义截面，把 6 根上弦构件定义截面为圆钢 32，同时定义其组号为 1；同样把三根下弦杆件定义截面为圆钢 32，定义组号为 2，腹杆不定义组号；十根系杆定义组号为 3；

步骤 13：在设计验算-设计参数选择中，把受拉构件和受压构件的长细比限制都定义为 150（把

所有构件都按照受压构件控制长细比);选择规范,把所有构件选择规范为钢结构规范,进行截面优选;优选完毕显示截面;

步骤 14: 节点验算,定义三榀桁架的所有节点为相贯节点;定义所有相贯节点间隙为 0;

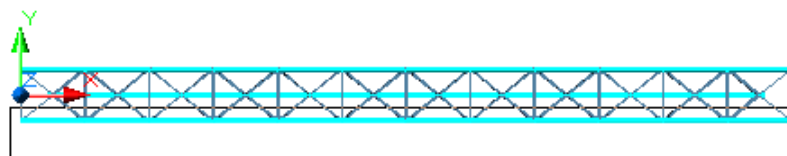


步骤 15: 节点验算-相贯节点验算-圆管相贯节点验算,选中中间榀桁架的所有节点,保存验算文件 cno;在确认计算书 CNO 中没有出现不合格的节点后,进入后处理;

步骤 16: 桁架杆件定义,增加三榀桁架,HJ-1,2,3,分别选取三榀的构件定义;

步骤 17: 生成后处理实体模型,选中中间榀(hj-2)的弦杆和腹杆,端头伸出长度为 200;保存后处理实体模型文件;用 3D3S 打开该文件;

步骤 18: 构件编辑,拟合成曲线杆件,选取一根弦杆后右键退出,软件提示已经把 12 根杆件合并为一根杆件;同样方法选取另外两根弦杆合并;



窗口选取一根弦杆合并

步骤 19: 节点相贯-节点自动相贯,红点表示正在相贯的节点;完成相贯后使用后处理-部分显示命令,选中两根相交腹杆,可以观察到相贯线;后处理-全部显示返回;



步骤 20: 施工图绘制-施工图创建,选择需要的施工图类型,保存相应的施工图文件。

更详细的例题演示,请参看安装光盘中的桁架演示部分

第九章 高层框架功能模块使用说明

9.1 高层框架功能模块使用说明

9.1.1 结构编辑

9.1.1.1 标准层编辑

点击“标准层编辑”命令后，弹出如下对话框：



按“添加标准层”或“编辑标准层”按钮进入标准层编辑菜单，进行标准层编辑。

9.1.1.1.1 正交轴网

该命令用于生成直线轴网，按此命令后弹出对话框如下：



在输入轴线参数后，按“确定”按钮，在屏幕上点取基准点即可生成轴网。

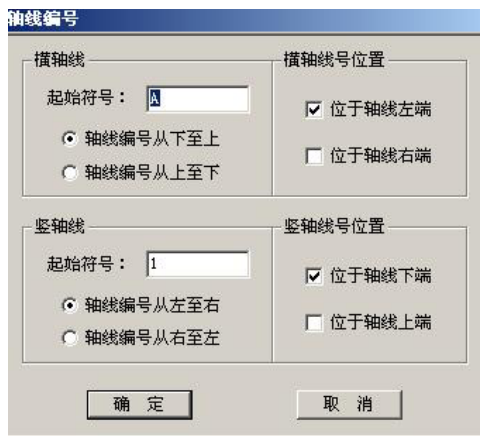
该命令提供了标准轴线和定制轴线两种方式快速生成轴线。

1、标准轴线 在这种方式下，填入横轴线数、竖轴线数、横轴线间距、纵轴线间距，按确定按钮，这时会提示要输入轴线左下角定位点，输入或在屏幕上点取该点即生成所需轴网。这里轴线间距的单位与工程设定的长度单位相同，即若用户设的长度单位为 mm，则这里填入的轴线间距单位

也为 mm。

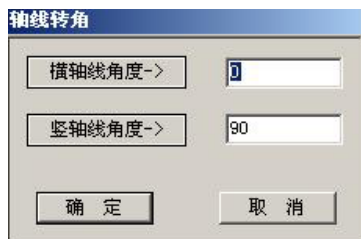
2、定制轴线 在这种方式下，用户可分别设定轴线旋转角度、每根轴线的编号、颜色、各自间距等。

按“编号…”按钮，弹出设置轴线编号的对话框如下：



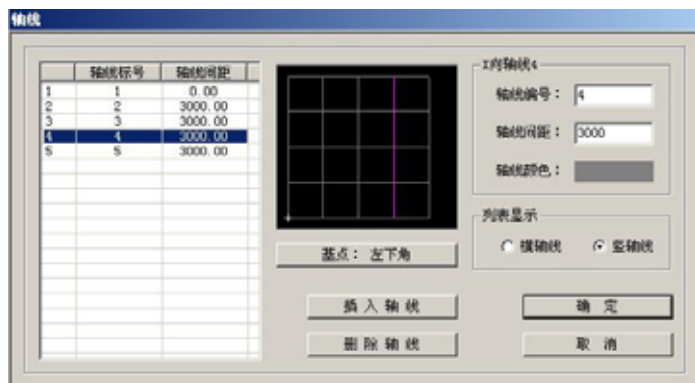
在轴线编号对话框内用户可以设置轴线的起始编号、编号顺序、轴线号的现实位置。

按“旋转…”按钮，弹出设置轴线转角的对话框如下：



用户可以直接在编辑框内填入轴线转角数据，也可以按左边按钮后直接在屏幕上点取。

按“编辑…”按钮，弹出设置轴线其他参数的对话框如下：



在左边列表框内选中一根轴线，右上方显示的是该轴线的编号、间距、颜色，用户可直接在编辑框里修改编号、颜色，或单击颜色来修改轴线颜色。按“插入轴线”或“删除轴线”按钮来添加或删除轴线。按“基点：xxx”按钮来定义轴线输入的基点为左下角、右下角、右上角还是左上角（基点为轴网生成时的定位点）。

9.1.1.1.2 圆弧轴网

该命令用于生成圆弧轴网，输入方式同生成直线轴网一样，也提供了标准轴线和定制轴线两种方式来快速生成轴线，但是在圆弧轴网参数输入中，径向轴线间距以角度为单位(0~360°)。

9.1.1.1.3 定义直线、圆弧为轴线

该命令将直线、圆弧、圆定义为轴线，用户选择了直线、圆弧或圆后，输入要定义轴线的轴线号即可。

9.1.1.1.4 画直轴线

输入两点和轴线号即生成直轴线。

9.1.1.1.5 画圆弧轴线

输入圆心、起始点、终点和轴线号即生成圆弧轴线。

9.1.1.1.6 添加柱

点击该命令后弹出以下对话框：



对话框内左边为将要定义的柱的默认属性，可以双击柱属性框内各项来更改。

对话框右上方四个按钮分别提供了四种定义柱的方式：

1、选择轴线定义柱 按下该按钮，进入屏幕选择状态，可以选择一根或几根轴线，将这些轴线上的网格点（即各轴线的交点）定义为柱。

2、选择网格点定义为柱 按下该按钮，进入屏幕选择状态，可以选择一个或几个网格点（即

各轴线的交点)，将这些网格点定义为柱。

3、直接选点定义为柱 按下该按钮，提示用户输入点坐标，用户可以手工输入点或直接在屏幕上点取一点，将这些点定义为柱，回车结束，返回对话框状态。

4、选线定义其交点为柱 按下该按钮，进入屏幕选择状态，可以选择直线、圆、圆弧，选择完成后，软件自动将它们各自的交点定义为柱，回车结束，返回对话框状态。

在第一、第二种定义柱的方式中，柱的轴线号按所在轴线确定；在第三、第四种定义柱的方式中，柱无默认轴线号，用户可用“查询修改”命令来定义各柱的轴线号。

对话框右下方为查询按钮，按下该按钮后，进入屏幕选择状态，用户可以选择一根柱子查询其属性，该柱子属性显示于对话框左边“柱属性”框内，可以作为下次要定义柱的默认属性。

9.1.1.1.7 添加主梁

点击该命令后弹出以下对话框：



对话框内左边为将要定义的主梁的默认属性，可以双击梁属性框内各项来更改。

对话框右上方四个按钮分别提供了四种定义梁的方式：

1、选择轴线定义梁 按下该按钮，进入屏幕选择状态，可以选择一根或几根轴线，将这些轴线上的网格线（即各轴线两两相交而成的线段）定义为梁。

2、选择网格线定义为梁 按下该按钮，进入屏幕选择状态，可以选择一根或几根网格线（即各轴线两两相交而成的线段），将这些网格线定义为梁。

3、直接选两端点定义梁 按下该按钮，提示用户输入点坐标，用户可以手工输入点或直接在屏幕上点取两点，作为梁的两端点定义梁，回车结束，返回对话框状态。

4、选线、弧定义梁 按下该按钮，进入屏幕选择状态，可以选择直线、圆、圆弧，选择完成后，软件自动将它们临时两两相交打断，用户再选择打断后的各直线段或圆弧定义为梁，回车结束，返回对话框状态。

在第一、第二种定义梁的方式中，梁的轴线号按所在轴线确定；在第三、第四种定义梁的方式中，梁无默认轴线号，用户可用“查询修改”命令来定义各梁的轴线号。

对话框右下方为查询按钮，按下该按钮后，进入屏幕选择状态，用户可以选择一根主梁查询其属性，该主梁属性显示于对话框左边“梁属性”框内，可以作为下次要定义主梁的默认属性。

9.1.1.1.8 添加次梁

点击该命令后弹出以下对话框：

次梁属性	
材料ID	材料1
材料名称	Q235
截面类型	普通工字钢
截面名称	管工10
截面验算	不按规范验算
方位ID	方位3
方位IX	0.000
方位IY	0.000
方位IXI	无穷大
方位IXII	0.000
偏心	无偏心
偏心ET1	
偏心ET11	
偏心ET2	
偏心ET21	
计算长度	
端2轴计算长度	
端2轴长度系数	
端3轴计算长度	
端3轴长度系数	
端部释放	
左下端的梁释放	
右上端的梁释放	
梁标高	按层
次梁布置方式	等分
次梁数	5

对话框内左边为将要定义的次梁的默认属性，可以双击梁属性框内各项来更改。

对话框右上方两个按钮分别提供了两种定义次梁的方式：

1、选择所搁置主梁 按下该按钮，进入屏幕选择状态，可以选择所要添加次梁两端的主梁，软件自动向所选择的主梁上添加次梁，次梁的根数和间距见左边次梁属性框内的次梁布置方式，用户可以双击该项进行更改。

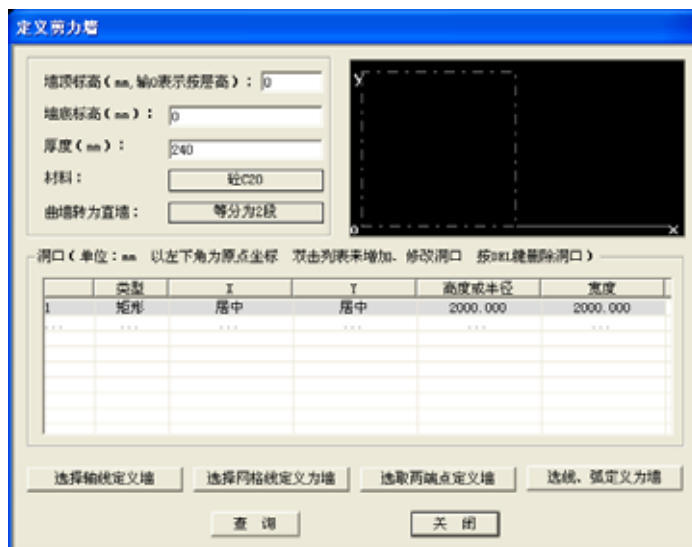
2、直接选两端点定义次梁 按下该按钮，提示用户输入点坐标，用户可以手工输入点或直接在屏幕上点取两点，作为次梁的两端点定义次梁，回车结束，返回对话框状态。

对话框右下方为查询按钮，按下该按钮后，进入屏幕选择状态，用户可以选择一根次梁查询其属性，该次梁属性显示于对话框左边“次梁属性”框内，可以作为下次要定义次梁的默认属性。

在软件中，次梁与主梁的区别主要在于在建模完成后，当要按双向荷载到杆件时，若楼层组装时选择了荷载由次梁再传到主梁，则导荷时封闭区域有次梁时荷载导到次梁。

9.1.1.1.9 添加墙

用于添加剪力墙，点击该命令后弹出以下对话框：



对话框内左上角数据为将要定义的剪力墙的默认属性，洞口列表框内为将要定义的剪力墙上的洞口信息，可以按 Del 键来删除不需要的洞口或在列表框内双击鼠标来增加修改洞口信息。

对话框下方四个按钮分别提供了四种定义剪力墙的方式：

1、选择轴线定义墙 按下该按钮，进入屏幕选择状态，可以选择一根或几根轴线，将这些轴线上的网格线（即各轴线两两相交而成的线段）定义为剪力墙。

2、选择网格线定义为墙 按下该按钮，进入屏幕选择状态，可以选择一根或几根网格线（即各轴线两两相交而成的线段），将这些网格线定义为剪力墙。

3、选取两端点定义墙 按下该按钮，提示用户输入点坐标，用户可以手工输入点或直接在屏幕上点取两点，作为剪力墙的两端点，回车结束，返回对话框状态。

4、选线、弧定义墙 按下该按钮，进入屏幕选择状态，可以选择直线、圆、圆弧，选择完成后，软件自动将它们临时两两相交打断，用户再选择打断后的各直线段或圆弧定义为剪力墙，回车结束，返回对话框状态。

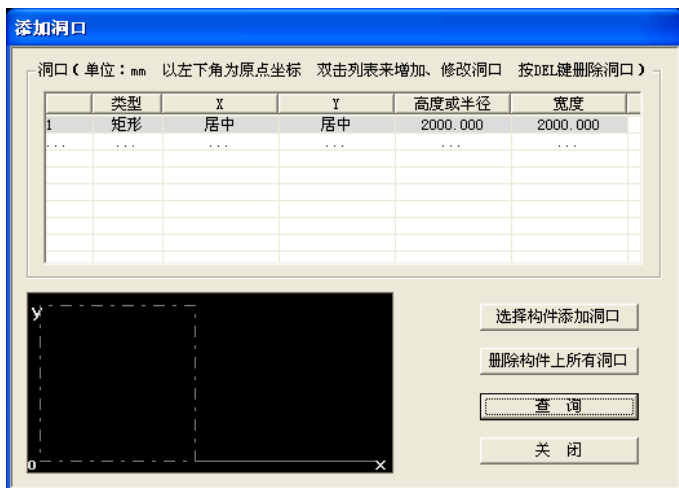
在第一、第二种定义剪力墙的方式中，剪力墙的轴线号按所在轴线确定；在第三、第四种定义剪力墙的方式中，剪力墙无默认轴线号，用户可用“查询修改”命令来定义各剪力墙的轴线号。

9.1.1.1.10 添加板

用于添加楼板，添加方法与剪力墙相似。

9.1.1.1.11 添加洞口

用于在墙、板上编辑洞口，点击该命令后弹出以下对话框：



对话框右下方三个功能按钮分别用于在剪力墙或楼板上添加洞口、删除洞口和查询墙或板上的洞口信息。

9.1.1.1.12 查询修改

用于查询修改轴线、柱、梁等，选择了轴线、柱、梁后会弹出相应的其属性对话框，双击其中各项属性即可进行修改。

9.1.1.1.13 显示

点击该命令后弹出以下对话框：



该命令用于控制当前标准层的显示。

9.1.1.1.14 转换标准层

该命令用于转换到编辑别的标准层或添加新的标准层。

9.1.1.1.15 返回主菜单

该命令用于结束标准层的编辑，返回多高层框架模块主菜单。

9.1.1.2 楼层组装

点击该命令后，弹出如下对话框：

[illegible]

主次梁共同受荷：选中该项，组装后的楼层无主次梁之分；当不选中该项时，组装后的楼层按双向导荷载到杆件时，若得到的封闭区域内有次梁，荷载只导到次梁。

次梁参与组装：选中该项，标准层的次梁也参与组装，反之不参与组装。

在中间框内通过双击可以添加楼层、编辑楼层，按 DEL 键删除楼层。

双击后弹出如下对话框:

类型	工况号	均布荷载值 (KN/M ²)
恒	0	1.000
.....

楼层荷载 (双击-修改、增加, 按DEL键-删除) : 对应标准层: 层高 (mm) :

1
2

3000

增加层数 :

1

☐ 夹层

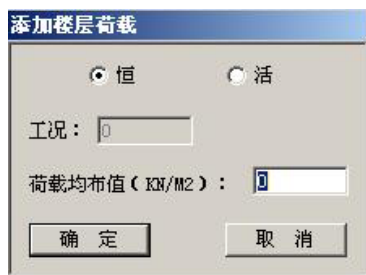
确 定

取 消

右边夹层选项表示添加的该层是否为夹层。

左边楼层荷载框内通过双击来增加、修改楼层荷载，按 DEL 键删除荷载。

双击后弹出如下楼层荷载编辑对话框:



这些楼层荷载在楼层组装完后都作为导荷载添加到各楼面梁上。

组装完后，按“自动导荷载”命令后在执行显示单元荷载，即可看到这些荷载已经分配到各楼层梁上。

9.1.1.3 添加杆件

该命令用于直接添加杆件，点击该命令后，弹出如下对话框：



对话框内左边为将要添加杆件的默认属性，可以双击属性框内各项来更改。

对话框右上方杆件类型选项代表了将要添加杆件的类型。

这里提供了两种添加杆件的方式：

1、选择线定义为杆件 按下该按钮，进入屏幕选择状态，可以选择一根或几根 Line、Circle、Arc、Spline 定义为杆件，若选择的都是直线，软件直接将直线转为杆件；若选择的线中包含曲线，软件将会提示将曲线分段为直线段，再转为杆件，出现的提示对话框如下：



2、直接画杆件 按下该按钮，进入屏幕绘图状态，输入两个点定义一根杆件，操作步骤同 AutoCAD 中绘直线。

对话框上“选择杆件查询”按钮用于查询杆件属性，按下该按钮后，进入屏幕选择状态，用户可以选择一根杆件查询其属性，该杆件属性显示于对话框左边“属性”框内，可以作为下次要添加杆件的默认属性。

9.1.1.4 板定义

用于直接添加剪力墙、楼板等板单元，使用方法与标准层编辑中的添加剪力墙功能相似。

9.1.2 显示查询

9.1.2.1 总体信息

查询总体信息, 包括节点总数、单元总数、受约束点总数、最长最短杆件长度等，其中通过查询最长最短杆件长度可以检查当前模型是否有误。

9.1.2.2 构件查询

选择节点、杆件或板单元，按鼠标右键结束选择后，根据选择的是节点、杆件还是板单元分别弹出对应的节点信息框、杆件信息框、板单元信息框，在弹出的信息对话框内为构件的各项信息，用户可双击各项进行修改。

用户也可不选择构件而直接右键，这时会弹出对话框要求输入构件号来进行查询，用户这时可以通过输入节点号、杆件单元号或板单元号来查询构件，图形界面中所查询的节点、杆件或板单元会被标识符标出。

9.1.2.3 总用钢量

选择几根杆件（直接按回车或右键表示全选），按鼠标右键结束选择后，弹出所选择杆件的用钢量，该值是为单元的长度、横截面积和材料重量密度相乘而得到的，这里单元的长度是指得到的单元两端点间的轴线长。

在弹出的用钢量对话框内按各种截面分别用行分开，用户可双击各行来查询选用该截面的各单元。

9.1.2.4 构件信息显示

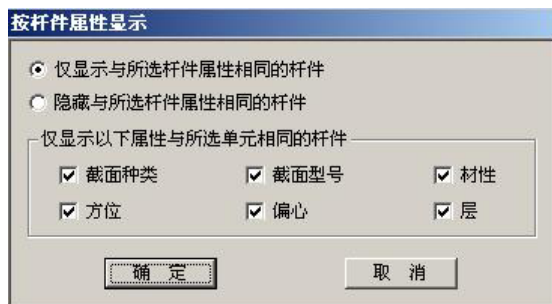
用于控制是否显示节点号、节点约束、节点附加质量、单元号、单元释放、单元附加质量、单元预应力、只拉单元、膜单元号、板单元号。

9.1.2.5 显示截面

显示选中杆件的截面，截面显示参数（截面放大比例、是否标注截面等）在“显示参数”命令中定义。

9.1.2.6 按杆件属性显示

选择一根杆件，右键表示选择结束后弹出以下对话框：



用于显示或隐藏与所选杆件属性相同的杆件。

9.1.2.7 按层面显示

按层面、轴线号或弦杆类型显示。在弹出的对话框上右方列表框列出了各层面号、轴线号或弦杆类型，用鼠标单击打勾表示选中，按确定后主界面中只显示选中了的层面或轴线上的杆件。

9.1.2.8 部分显示

选择部分杆件，视图将只显示该部分杆件，在构件比较多，为便于观察时常被使用。

9.1.2.9 部分隐藏

选择部分杆件，视图将不显示该部分杆件，在构件比较多，为便于观察时常被使用。

9.1.2.10 全部显示

与上述两个命令对应，按此图标，所有杆件均显示；这个显示开关在主界面中只显示部分构件，而要求恢复全部单元显示时经常被使用

9.1.2.11 取消附加信息显示

相当于一个显示开关，表示杆件预应力、附加质量、内力图、位移图、验算等附加信息将不显示；这个开关在要求消除主界面中除构件轴线外还显示的其他内容时，经常被使用。

9.1.2.12 显示节点荷载

按工况显示节点荷载。

9.1.2.13 显示单元荷载

按工况显示单元荷载。

9.1.2.14 显示导荷载

把荷载库中的导荷载数值列在表中，使用鼠标选中需要显示的导荷载序号，在屏幕上则可以用

颜色显示该区域。



9.1.2.15 符号缩小

把符号内容的显示比例缩小为原来的 0.8 倍。其中缩小的有效范围（指是否缩小字符、荷载符号等）在“显示参数”命令中定义。

9.1.2.16 符号放大

把符号内容的显示比例放大为原来的 1.25 倍。其中放大的有效范围（指是否放大字符、荷载符号等）在“显示参数”命令中定义。

9.1.2.17 显示参数

定义字符大小、杆件颜色等参数；其中建模允许误差是作为删除重复节点和线的判断重复的标准，如果两节点间距小于建模允许误差则认为是重复节点。

显示参数对话框左下角的“UNDO 功能”选项：用于在杆件较多时取消该选项能加快速度。

9.1.2.18 显示颜色

定义单元号、节点号、内力图等颜色，便于打印或屏幕抓图。

9.1.2.19 双击控制

设定鼠标双击功能。

注：在软件中，一些查询修改命令可直接通过鼠标双击来实现。

1、在标准层编辑中

若鼠标双击当前标准层中的梁、柱、墙、板、轴线，会弹出被双击的梁、柱、墙、板或轴线的属性对话框，用户可双击对话框内的各项属性对其进行修改，相当于“显示查询->查询修改”命令。

2、双击节点时

a、当节点处于显示节点荷载状态时，双击该节点相当于“荷载编辑->查询、删除荷载->查询

节点荷载”命令。

b、当节点处于显示支座反力状态时，双击该节点相当于“内力分析->查询支座反力”命令。

c、当节点不处于以上状态时，双击该节点相当于“显示查询->构件查询”命令。

3、双击杆件时

a、当杆件处于显示单元荷载状态时，双击该杆件相当于“荷载编辑->查询、删除荷载->查询单元荷载”命令。

b、杆件处于显示位移图状态时，双击该杆件弹出位移图对话框，对话框内显示的位移是指杆件上各点沿垂直于杆件方向的偏离值。

c、杆件处于显示内力图状态时，双击该杆件弹出内力图对话框。

d、当杆件处于显示内力包络图状态时，双击该杆件弹出内力包络图对话框。

e、当杆件处于显示最大组合内力状态时，双击该杆件相当于“内力分析->查询内力”命令。

f、当杆件处于显示验算结果状态时，双击该杆件相当于“设计验算->验算结果查询”命令。

g、当杆件处于显示截面状态时，双击该杆件显示该杆件截面信息，用户可直接在里面更改该种截面参数。

h、当杆件不处于以上状态时，双击该杆件相当于“显示查询->构件查询”命令。

4、双击膜三角单元时

双击膜三角单元，弹出该单元的属性对话框，用户可双击对话框内的各项属性对其进行修改。

5、双击膜边界时

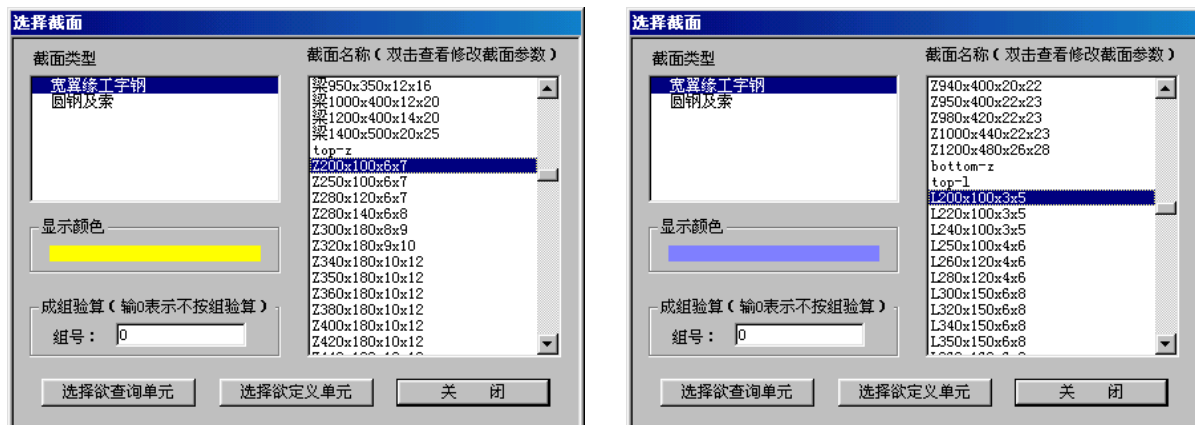
直线或曲线通过“结构编辑->膜定义->定义膜边界”命令后成为膜边界，双击膜边界后弹出对话框，可在对话框内对该边界的分段数等进行修改。

9.1.3 构件属性

9.1.3.1 建立截面库

用于建立梁、柱、支撑的截面库。

通过框架标准层编辑生成的框架结构在截面库中自动激活宽翼缘工字钢截面，并自动把梁和柱定义为相应的宽翼缘工字钢中最小的那个截面尺寸（如下图）。



9.1.3.1.1 软件对截面的定义

由两个步骤组成：

其一：是选择工程需要采用的截面类型，可在截面库的对话框中用鼠标双击所设计工程中将使用的相应截面形式，被双击的截面形式名词前会出现符号表示该截面已被激活。再次双击可取消激活；

其二：是选择单元，定义单元截面。

9.1.3.1.2 软件附带的截面库

软件附带的截面库包括：轧制型钢（工字形、槽形、等边角钢、不等边角钢、双拼槽钢、双拼等边角钢、双拼不等边角钢），冷弯薄壁型钢（Z形、卷边槽钢、矩形和方形），焊接截面（工字形、箱形、轻型楔形工字形），宽翼缘工字钢、圆钢及索、圆管、钢管桩及格构柱等共三十二种截面形式及自定义截面。其中，软件中已建立了国产各类轧制型钢，冷弯型钢及高频焊接型钢的截面表。如果改变已有截面的尺寸，就必须把截面的性质，如面积惯矩等置 0，这样软件才能自动根据新的尺寸重新计算截面性质。

9.1.3.1.2.1 增加

根据对话框右侧截面表中的提示，添加截面名称及详细尺寸信息。软件自动计算其截面特性(型钢截面不考虑圆角的影响)，并用于内力分析，效应组合及设计验算。

9.1.3.1.2.2 计算显示截面特性

对于仅有截面尺寸的截面，按计算显示截面特性时软件计算截面特性并显示在菜单中。软件计算时，缺省采用菜单中的截面特性。若截面尺寸改变，必须将截面特性数值清零，重新显示截面特性，否则软件按原有截面特性计算。

9.1.3.1.2.3 重排

用户通过增加按钮添加的新截面同软件原有截面根据截面尺寸按从小到大的顺序重新排列。

9.1.3.1.2.4 删除

在相应截面形式的表中通过删除按钮删除所设计工程中不必使用的截面。

9.1.3.1.2.5 自定义截面的定义

对截面库内没有的截面类型或不规则截面，用户可采用自定义截面。

对新增加的自定义截面，用户可以直接填入截面参数；也可以在 AutoCAD 中以 mm 为单位画出截面形状，点取对话框下方的“选取截面”按钮后选择所画的截面，软件将自动计算出该截面的截面参数。

9.1.3.2 定义截面

步骤：

1、定义单元截面

- (1) 对话框左侧列出所有截面库中的截面形式，选择欲定义的截面类型；
- (2) 选中在建立截面库中激活的截面类型时，对话框右侧出现经增加或删除以后的截面名称系列，选择欲定义的截面名称，并在调色板内选择任意颜色表示所选择的截面；
- (3) 按“选择欲定义单元”按钮，对话框隐去，用鼠标在屏幕上选欲定义截面的杆件；
- (4) 按鼠标右键表示选择结束，对话框重新弹出，可按步骤（1）（2）（3）再对其单元进行截面定义或查询；
- (5) 按“确定”按钮，则命令结束。

2、查询单元截面

- (1) 按“选择欲查询单元”按钮，对话框隐去，用鼠标在屏幕上选取欲查询的杆件。
- (2) 按鼠标右键表示选择结束，对话框重新弹出，对话框内显示截面类型及名称为所查询单元的截面，然后可再对其单元进行截面定义或查询。
- (3) 按“确定”按钮，则命令结束。

3、修改截面参数

双击右面截面列表中的截面可对相应截面的参数进行修改。

注意：

(1)如果在将来的单元设计中要求软件进行优化设计，软件将按单元在截面选择对话框右侧的截面名称系列中顺序进行优化。

(2)当需要成组验算时（即一些杆件截面相同，要求在优化后它们也具有相同的截面）在组号框内填写大于0的组号，以后在优化验算时同一组号的杆件将按成组验算；若组号为0表示将定义截面的杆件不按成组验算。

软件自动定义了每根构件的截面类型，用户需要根据实际需要把相应的构件定义为成组验算，添入组号；比如对某一层的同一跨度和荷载值的次梁，定义一个组号；又比如对同一层的中柱定义一个组号；这样，在后来的截面优化和优选过程中，组号相同的那批构件截面尺寸就会保持相同。

9.1.3.3 定义材性

步骤：

1、添加新材性

在列表内“.....”处双击，弹出增加材性对话框。



在右下角“材料”下拉表中选择材料。对常用钢号或混凝土，软件自动弹出相应参数。对自定义钢号，必须逐个填入所有参数，特别是屈服强度。

在左下角显示颜色调色板内选择任意颜色来表示所选择的材性。

2、修改材性

在列表内双击要修改的材性，弹出修改材性对话框让用户对该种材性进行修改。

3、删除材性

在列表内选中要删除的材性后按 DEL 键。

4、定义单元材性

- (1) 在列表内选中要定义的材料性；
- (2) 按“选择欲定义单元”按钮，对话框隐去，用鼠标在屏幕上选取欲定义材性的杆件；
- (3) 按鼠标右键表示选择结束，对话框重新弹出，可按步骤（1）（2）再对其单元进行材性定义或查询；
- (4) 按“确定”按钮，则命令结束。

5、查询单元材性

- (1) 按“选择欲查询单元”按钮，对话框隐去，用鼠标在屏幕上选取欲查询的杆件；
- (2) 按鼠标右键表示选择结束，对话框重新弹出，对话框内用深色条显示该单元的材性，然后可再对其他单元进行材性定义或查询；
- (3) 按“确定”按钮，则命令结束。

注意：

- (1) 在进行单元设计时，钢材的设计应力是根据不同的板厚确定的；
- (2) 软件自动定义了每根构件的材料性质都是 Q235，并自动通过在材性中定义的质量密度值自动计算自重。

9.1.3.4 定义方位

作用：

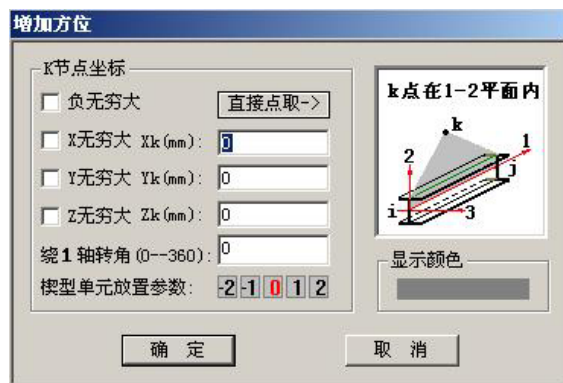
定义 K 节点坐标，从而确定了由单元两端的 I、J 节点与 K 节点这三个节点构成的平面在空间的位置（对工字形钢来说是确定了腹板平面），从而确定单元的摆放。

步骤：

1、添加新方位

在列表内“.....”处双击，弹出增加方位对话框。





在上方中部的“直接取点”按钮用于直接在屏幕上点取 K 节点方位，而不用手输。

在右下角显示颜色调色板内选择任意颜色来表示所选择的方位。

2、修改方位

在列表内双击要修改的方位，弹出修改方位对话框让用户对该种方位进行修改。

3、删除方位

在列表内选中要删除的方位后按 DEL 键。

4、定义单元方位

(1)、在列表内选中要定义的方位；

(2)、按“选择欲定义单元”按钮，对话框隐去，用鼠标在屏幕上选欲定义方位的杆件；

(3)、按鼠标右键表示选择结束，对话框重新弹出，可按步骤（1）（2）再对其单元进行方位定义或查询；

(4)、按“确定”按钮，则命令结束。

5、查询单元方位

(1) 按“选择欲查询单元”按钮，对话框隐去，用鼠标在屏幕上选取欲查询的杆件；

(2) 按鼠标右键表示选择结束，对话框重新弹出，对话框内显示该单元的方位，然后可再对其单元进行方位定义或查询；

(3) 按“确定”按钮，则命令结束。

定义 K 节点的方法：

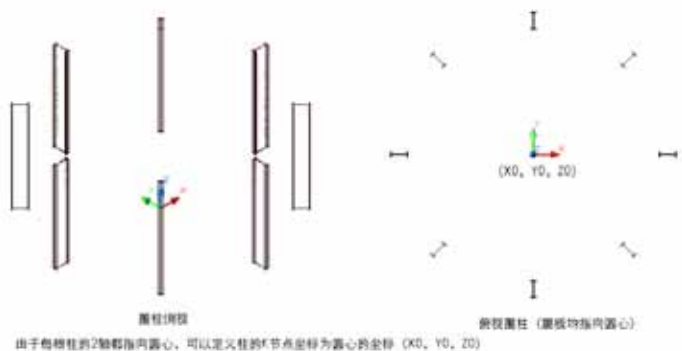
1、对于常用的等截面正放单元，可定义 K 点 X 向无穷大，Y 向无穷大或 Z 向无穷大（不可以和杆轴同一个方向，比如柱构件是 Z 方向的，那么柱的 K 节点只能是 X 或 Y 无穷大）。



正放的梁和柱

2、对于空间任意斜向放置的等截面单元，有两种定义方式：

(1) 首先定义K点某向无限大，再定义绕1轴（自身轴）转角值；



斜向放置的单元

(2) 直接定义K点三向坐标值。

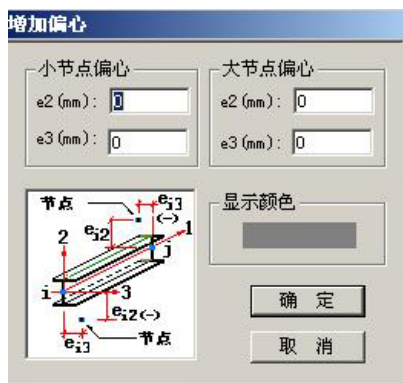
9.1.3.5 定义偏心

步骤：

1、添加新偏心

在列表内“.....”处双击，弹出增加偏心对话框。





在左边显示颜色调色板内选择任意颜色来表示所选择的偏心。

2、修改偏心

在列表内双击要修改的偏心，弹出修改偏心对话框让用户对该种偏心进行修改。

3、删除偏心

在列表内选中要删除的偏心后按 DEL 键。

4、定义单元偏心

(1) 在列表内选中要定义的偏心；

(2) 按“选择欲定义单元”按钮，对话框隐去，用鼠标在屏幕上选取欲定义偏心的杆件；

(3) 按鼠标右键表示选择结束，对话框重新弹出，可按步骤(1)(2)再对其单元进行偏心定义或查询；

(4) 按“确定”按钮，则命令结束。

5、查询单元偏心

(1) 按“选择欲查询单元”按钮，对话框隐去，用鼠标在屏幕上选取欲查询的杆件；

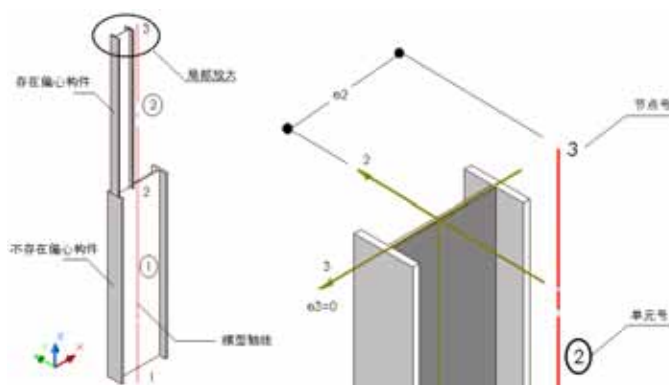
(2) 按鼠标右键表示选择结束，对话框重新弹出，对话框内显示该单元的偏心，然后可再对其单元进行偏心定义或查询；

(3) 按“确定”按钮，则命令结束。

注意：

(1)e2 和 e3 分别指有限元节点沿单元局部坐标轴 2 和 3 的相对于单元端部截面形心的偏心量，参见偏心示意图；

(2)用户通过显示截面图来检查单元偏心的定义情况。



偏心示意

9.1.3.6 定义计算长度

用于定义构件的计算长度或计算长度系数。

对于空间框架，梁绕强轴的计算长度自动取梁的支承点的间距，绕弱轴的计算长度对于主梁取次梁间距，对于次梁取次梁本身长度；对于楼面和屋面板对梁提供了有力的面外支撑，所以梁绕弱轴的计算长度可以人为的定义一个比较小的值（比如 1000mm）。

柱的计算长度按照规范，根据梁柱线刚度比和结构整体的侧移情况取：结构整体被分为有侧移和无侧移两个类，根据梁柱线刚度比计算分别可以得到两类不同的计算长度系数，软件能够根据用户选择的支撑类型自动计算该系数，在计算书中可以查询到该系数值。

当需要软件自动取用计算长度时，在计算长度和计算长度系数两栏中均添 0，除非人为的添入计算长度或系数。

9.1.3.7 定义层面和轴线号

用于定义构件的层面号或轴线号。

生成的框架，软件已经自动定义了每层的层面号 i ，如果框架有 5 层，那么层面号就从 1 到 5，每个层面号包括了该层的所有梁和柱；

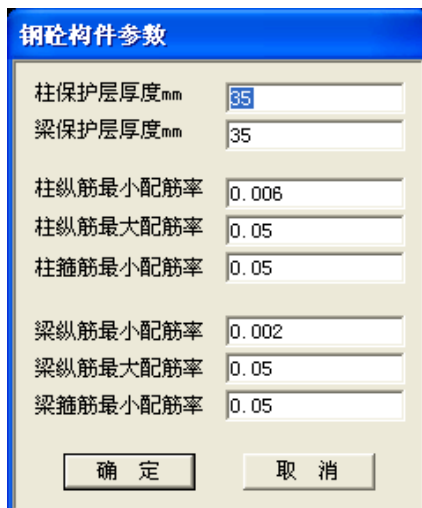
生成的框架，软件已经自动定义了纵向和横向的轴线号，分别用数字 1, 2... 和字母 A, B... 表示，轴线号是指在建立标准层时定义的两个方向的轴线，每个轴线号包括了该轴线平面框架的所有梁和柱；

平面刚度无穷大针对同层平面（只能选梁），软件做平面内刚度无穷大处理；

其他未定义层面号的杆件与当前所选杆件采用相同的层面号，则除了已经定义过层面的单元外，其他所有单元的层面号均采用当前所输的层面数字，这样可以避免重复选择单元。

9.1.3.8 钢砼构件参数

用于定义钢砼构件（如钢管混凝土柱）的配筋率、保护层厚度等信息。



钢砼构件参数	
柱保护层厚度mm	35
梁保护层厚度mm	35
柱纵筋最小配筋率	0.006
柱纵筋最大配筋率	0.05
柱箍筋最小配筋率	0.05
梁纵筋最小配筋率	0.002
梁纵筋最大配筋率	0.05
梁箍筋最小配筋率	0.05
<div>确定 取消</div>	

9.1.3.9 定义钢砼截面

用于对钢砼截面梁柱的砼等级、主筋直径等信息进行设定。



定义钢砼截面			
砼等级	C15	主筋类别	HRB235
箍筋类别	HRB235	梁拉区主筋直径	AUTO
梁拉区主筋间距mm	1	梁压区主筋直径	AUTO
梁压区主筋间距mm	0	柱主筋直径	AUTO
柱主筋间距mm	0	箍筋直径	AUTO
箍筋间距mm	200	加密区箍筋间距mm	200
<div>选择构件定义 选择构件查询 关闭</div>			

9.1.3.10 支座边界

1、一般支座边界

包含刚性约束、弹性约束、支座位移三种选择。

注意：

(1) X、Y、Z 表示沿 X、Y、Z 向的平动约束；

Rx、Ry、Rz 表示绕 X、Y、Z 向的转动约束；

(2) 支座边界是限制结构运动的装置。实际结构中的节点约束一般都位于支座处。另外，对于平面结构，在用有限元计算时，需要阻止平面外的位移，可以灵活运用支座边界约束节点面外自由度；

(3) 一般梁梁节点，梁柱节点是刚节点，但不是节点约束，不能设支座边界。因为该刚节点是有节点位移的，没有措施来限制该点的运动。

2. 斜边界

斜边界提供三个约束方向矢量：{x, y, z}。

注意：

(1) 节点边界中任意节点可以是混合边界，即某些方向是一般或特殊边界中的一类，而另一些方向是其他类，但同一节点同一方向不可以同时重复是几类边界；

(2) 斜边界方向：如 $X=1, Y=Z=0$ ，表示斜边界是整体坐标系下 X 方向， $X=1, Y=1, Z=0$ 表示斜边界在 XY 平面内 45° 方向，其余类同。斜边界不能与其他类边界混合。

3. 定义支座边界的步骤：

(1) 选择节点定义约束

1) 首先在对话框内选择约束情况，若为弹性约束、支座位移或斜边界还应填入相应数值；

2) 按“选择节点定义约束”按钮，对话框自动隐去，用鼠标在屏幕上选择所要定义的节点，按鼠标右键表示选择结束，对话框自动弹出，可按步骤(1)、(2)继续定义节点约束或查询节点约束；

3) 按“关闭”按钮表示结束。

(2) 选择线定义节点约束

用户可选择直线或曲线，定义线上节点的约束。

1) 首先在对话框内选择约束情况，若为弹性约束、支座位移或斜边界还应填入相应数值；

2) 按“选择线定义节点约束”按钮，对话框自动隐去，用鼠标在屏幕上选择直线或曲线，按鼠标右键表示选择结束，软件将自动查找位于这些直线或曲线上的节点，将这些节点的约束定义为(1)中所选定的约束情况。

(3) 选择节点查询约束

1) 按“查询节点约束”按钮，对话框自动隐去，用鼠标在屏幕上选择所要查询的节点，按鼠标右键表示选择结束，对话框自动弹出，对话框内显示所查询节点所受的节点约束情况。接下来可继续定义节点约束或查询节点约束；

2) 按“关闭”按钮表示结束。

软件自动默认的所有柱的柱脚为刚接。

9.1.3.11 杆件铰接

用于定义杆件的两端释放情况。

软件自动默认的所有次梁两端绕 3 轴转动释放，即为铰接；其它杆件连接处为刚接。

9.1.4 荷载编辑

输入并修改结构节点及单元的恒、活、风载，考虑地震、吊车及温度等七种工况作用，进行各

工况下的导荷载，其中只有恒、活、风载这三种工况是用工况号区分的。

软件对一般恒、活、风载的节点、单元荷载输入按两种方法实现：

方法一：

首先是建立荷载库，该工程将有何节点、单元荷载，统统按工况性质（恒、活、风）和荷载性质（节点、单元）建立成荷载表单；

其次是添加荷载，选择节点或单元，将荷载库中的荷载加到节点或单元上。

方法二：

选中一批单元（必须是封闭区域），由软件根据输入的面荷载或风载体型系数等自动导荷载。荷载可导到单元上，也可导到节点上。

9.1.4.1 荷载库

用于建立荷载库。

按此命令后弹出如下对话框：



在荷载库内可分别添加节点荷载、单元荷载、板面荷载、杆件导荷载、膜面导荷载。

- 1、添加新荷载 双击列表内“...”处即会弹出添加新荷载对话框。
- 2、修改荷载 双击列表内要修改的荷载即会弹出荷载修改对话框
- 3、删除荷载 选中列表内要删除的荷载后按 DEL 键即可。

注意：

- 1、板面荷载库针对剪力墙或楼板等的板单元，目前尚未完成；
- 2、膜面导荷载库仅针对建筑膜结构。

9.1.4.1.1 工况号

恒载的工况号为 0；

活载的工况号为非零的自然数，活载可以占据不同的工况号，表示不同时作用的活载。

风载的工况号为非零的自然数，但不能和活载已经占有的工况号重合，风载可以占据不同的工况号，表示不同时作用的风载。

9.1.4.1.2 节点荷载



修改节点荷载对话框，包含以下输入项：

- 荷载类型：恒（选中）、活、风
- 工况号：0
- 力分量：Px: 0, Py: 0, Pz: -1
- 弯矩分量：Mx: 0, My: 0, Mz: 0
- 按钮：确定、取消

每一节点荷载包括六个数值，即：

$P_x, P_y, P_z, M_x, M_y, M_z$ ，在整体坐标系下描述；

P_x, P_y, P_z 表示沿 X、Y、Z 向的力， M_x, M_y, M_z 表示绕 X、Y、Z 轴的弯矩。

9.1.4.1.3 单元荷载



添加单元节点荷载对话框，包含以下输入项：

- 荷载类型：恒（选中）、活、风
- 方向：X方向（选中）、Y方向、Z方向
- 工况号：0
- 考虑活载不利布置：未选中
- 力分量：Q1: 0, Q2: 0
- 位置：X1: 0, X2: 0
- 单位：KN/M M
- 按钮：确定、取消

(1)单元荷载组包括六种荷载类型，分别表示分布荷载、单元内集中荷载、单元内集中弯矩、分布弯矩、三角形荷载和梯形荷载；

(2)方向 X、Y、Z 是整体坐标系下的。不与整体坐标系平行的荷载需要分解成 X、Y、Z 三个分量；比如：竖直向下的荷载需要输 Z 方向的负值；

(3) Q_1, Q_2 正负号根据其与 X、Y、Z 三轴正向的关系而定，对 2, 3, 5 种情况只需输入 Q_1 ；

(4) x_1, x_2 表示从小号节点到荷载作用点的沿单元距离。 $x_1=x_2=0$ 表示满布荷载；

注意：使用最广的均布单元荷载选择第一种荷载类型，输入相同的 Q_1, Q_2 ； X_1, X_2 输为 0 表示满布；

(5)该对话框中的图只是示意，用户可以输入沿杆件方向的力，只要判断力在整体坐标中的方向；

9.1.4.1.4 杆件导恒活风荷载

**荷载分配方法：**

- 1、直接作用于杆件：用于诸如塔架等镂空结构，按照杆件迎风面积与整个杆件面积之比导荷载（只适用于风荷载）；
- 2、按双向受力梁分配：当荷载传到周边杆件上时选用该项，如楼板的布置是双向板时，或风荷载既传到梁上，又传到立柱上时；
- 3、按单向受力梁分配：当荷载只传到所选单元平面的部分杆件上时，采用该选项，如楼板的布置是单向板时等等。
- 4、分配到杆件所连节点：荷载作用到选中单元平面包含的所有节点上；
- 5、分配到所选节点：荷载作用到用户选中的节点上。

荷载分配到节点常用于空间桁架等大型网架网壳结构中，将荷载简化到节点上。

注意：

恒载自动导得的荷载作用方向一律向下，即指向-Z 方向。对恒荷载，荷载总值为均布值乘以层面的实际面积，对活荷载，荷载总值为均布值乘以层面在 XY 平面上的投影面积。

9.1.4.1.5 杆件导风荷载

参数定义：

工况：可以任意输入，但不能为 0，也不能与已知活载工况号重号。不同时作用的风应该输入不同的工况号。不同层面导风荷若工况号相同表示其同时作用，比如结构中存在迎风面与背风面是同时受风的，工况号应相同；但左风、右风不同时作用，这时定义的荷载不应同工况号；

荷载分配方法：同上导恒活风荷载；

风载体型系数：一般结构的体型系数见荷载规范（GB50009-2001）7.3 条。特种结构的体型系数见各相应规程，比如高耸塔桅结构的体型系数见高耸结构规范 GBJ135-90 3.2.6 条。一些重要的结构应根据风洞实验的数据实际测定；

基本风压标准值：见荷载规范（GB50009-2001）7.1 条；

地面粗糙度类别：见荷载规范（GB50009-2001）7.2 条。由结构标高及此值确定结构的风压高度变化系数；

风压高度变化修正系数：见荷载规范（GB50009-2001）7.2 条，考虑地形条件的修正；

风振系数 β_z ：见荷载规范（GB50009-2001）7.4 条节。如果手工输入 β_z （对不需要考虑风振的结构则输入 1），则按用户给定的风振系数计算，否则软件自行计算。由于求 β_z 需要已知结构的基本周期 T ，故导风荷载需要在进行完地震自动计算后进行；

阵风系数 β_{gz} ：在进行维护结构设计时，用阵风系数替代风振系数，软件可以根据标高自动按照规范取值（GB50009-2001）7.1 条；

建筑结构：见荷载规范（GB50009-2001）7.4 条，考虑脉动影响系数，从而求 β_z ；

房屋类型：见荷载规范（GB50009-2001）7.4 条，考虑脉动增大系数，从而求 β_z ；

参考点高度：软件对结构风压高度系数的计算中高度的体现通过 Z 向坐标值实现，故 ± 0.000

载将被从节点上去除掉；

6、查询节点荷载

按了该按钮后选择一个节点，按右键表示选择结束后，该节点上所施加的荷载在列表内以深色条表示。

9.1.4.3 施加单元荷载

按此命令后弹出如下对话框：



1、增加荷载

双击列表框内“...”处，弹出增加单元荷载对话框；

2、修改荷载

双击列表框内要修改的荷载，弹出单元荷载修改对话框；

3、删除荷载

选中要删除的单元荷载后按“DEL”键；

4、往单元上施加荷载

选中将要往单元上施加的荷载，按“施加荷载”按钮，选取要施加荷载的单元后按右键表示选择结束即可；

5、删除单元上所选荷载

在荷载列表框内选中将从单元上去处的荷载，按“删除单元上所选荷载”按钮，选取单元后按右键表示选择结束即可，这时若选择的单元原来被施加了选中的荷载，选择完后这些荷载将被从单元上去除掉；

6、查询单元荷载

按了该按钮后选择一个单元，按右键表示选择结束后，该单元上所施加的荷载在列表内以深色条表示。

9.1.4.4 施加杆件导荷载



1、增加荷载

双击列表框内“...”处，弹出增加荷载对话框；

2、修改荷载

双击列表框内要修改的荷载，弹出荷载修改对话框；

3、删除荷载

选中要删除的荷载后按“DEL”键；

4、选择受荷范围

选择杆件来确定导荷载的范围；

5、删除受荷范围

通过选择杆件来删除部分受荷范围；

6、选择受力单元（节点）

当导荷载方式为单向导到杆件或节点时，用于选择具体受力的单元或节点；

7、删除受力单元（节点）

当导荷载方式为单向导到杆件或节点时，用于删除具体受力的单元或节点。

9.1.4.5 自动导荷载

一旦施加了杆件导荷载，就需要使用自动导荷载菜单，这样软件才能完成从面荷载到线荷载的转变过程。

导荷载需要列表中列出了已经输入的所有面荷载，如果被选中（打勾），那么软件就把这些面荷载分配到相应的节点或单元上。

按了该命令后，弹出如下对话框：

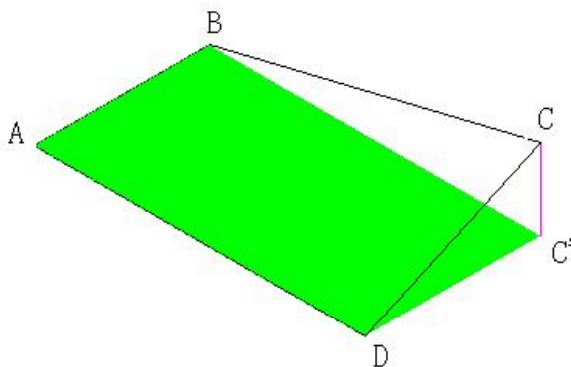


在列表框内用鼠标单击来选择要导的荷载，被选中的导荷载序号前用打勾表示，双击某一导荷载可以查询或修改该导荷载参数。

注意：

多边形最大边数：导荷载时软件会自动找封闭区域，该参数用于控制封闭区域多边形的最大边数，这里的边数是指形成封闭区域的杆件数。当形成封闭区域的杆件数小于等于“多边形最大边数”时对该区域进行导荷载，否则不对该区域导荷载。

空间多边形形状控制参数：理论上，导荷载只能在平面多边形上进行，当多边形为空间多边形时，软件通过该参数来控制是否把空间多边形近似为平面多边形来导荷。其具体意义如下图：



ABCD 为空间多边形（四点不共面），其中 ABD 为 AB、AD 所确定的平面， C' 为点 C 在 ABD 平面上的投影，若 CC' 长度若小于或等于“空间多边形形状控制参数”，则对 ABCD 导荷载，否则不对 ABCD 导荷载。

空间多边形形状控制参数影响导荷载速度，其值越大，导荷载速度越慢。

9.1.4.6 地震荷载

9.1.4.6.1 参数输入

参数说明:

规范选用: 建筑抗震设计规范 (GB50011-2001), 上海市工程建设规范——建筑抗震设计规程 (DGJ08-9-2003)

地震烈度及对应的水平地震影响系数最大值: 用于确定地震影响系数, 全国规范按 6, 7 (0.1g), 7 (0.15g), 8 (0.2g), 8 (0.3g), 9 度; 上海规程按 6 (0.05g), 7 (0.1g), 8 (0.2g) 考虑。

场地土类别: 按 I、II、III、IV 类场地土定义, 上海规程直接定义为 IV 类。

设计地震分组: 按第一组, 第二组, 第三组定义, 上海规程直接定义第一组。

重力荷载代表值组合值系数: 计算活荷载的重力荷载代表值。

多遇地震影响系数最大值:

罕遇地震影响系数最大值:

特征周期值:

以上三值按抗震规范定义, 修改后按用户修改值取用。

计算振型数: 缺省值为 9, 建议空间结构采用。平面结构建议取 6。对于杆件数、节点数较多的结构, 可以根据需要适当减少振型数。

建筑结构阻尼比: 用于确定地震影响系数, 一般为 0.05, 见 GB50011-2001 5.1;

扭转耦联信息:

不耦联, 不增大: 按规范 5.5.2 节计算;

不耦联, 自动增大: 按规范 5.5.2、5.5.3.1 节计算, 但需要比较规则的结构才能正确判断边榀;

考虑耦联: 按规范 5.5.3.2 节的 1, 2 计算;

双向地震作用: 自动考虑耦联, 并按规范 5.5.3.2 的 3 完成计算。

竖向地震作用：可以按竖向地震影响系数最大值取值，也可以按竖向地震作用系数取值，由用户确定。

考虑抗侧力构件斜置地震作用：允许多组不同方向的地震作用，角度是 X 向正向夹角。

注意：

软件采用子空间迭代法求解结构任意阶振型，并按振型分解反应谱法求解地震力。软件将结构质量集中在质点上，采用一致质量矩阵，地震力作为集中力作用在质点上，这样可以认为软件已经考虑了地震的三向作用。

9.1.4.6.2 定义附加质量

在某些情况下，需要考虑结构的附属重量对地震的影响，但又不考虑为这部分荷载为一般的恒载工况，此时输入附加质量。比如，附属在厂房主结构上的围护墙，平时不作为荷载，地震时需考虑其对主结构的作用，此时作为附加质量输入。附加质量可以简化为节点的集中质量块，也可以考虑为杆件上的均布质量。

选择单元定义附加单元均布质量，或选择节点定义附加节点质量。

9.1.4.6.3 地震荷载计算

按此功能块后，软件计算各个周期和振型。只有在计算了地震荷载后再进行内力分析，如果组合中已经包括了地震的组合，那么地震荷载才能作为工况内力加到结构内力中去。

9.1.4.6.4 振型显示

按此功能块后，屏幕弹出对话框。在对话框内输入所要显示的振型序号及显示比例值，按确定键后将退出对话框同时视图将显示结构在该序号下的振型图及周期值。

若选择快速显示选项，则显示振型时杆件按直线显示，只随节点位移，该选项在杆件数较多时（如网架、网壳）用，以加快显示速度。

注意：

1、在地震参数输入中，如果需要把楼面或屋面的活荷载计入重力荷载代表值，那么需要在荷载加入重力荷载代表值的各可变荷载工况号中添入相应的活荷载工况号，在各可变荷载的组合值系数中添入相应的工况号对应的参与系数；

比如需要考虑 50%的工况号为 1 的活荷载和 30%的工况号为 2 的活荷载，那么在活荷载工况号中添入 1, 2；在各可变荷载的组合值系数添入 0.5, 0.3。

2、在计算内容中，列出了七组需要考虑的地震力方向的组合，用户需要进行选择。

9.1.4.7 荷载拷贝

9.1.4.7.1 节点荷载拷贝

作用：

将一个节点上的荷载拷贝到另外几个节点上。

步骤：

- 1、选择一个源节点，按右键表示选择结束；
- 2、选择一个或几个目标节点，按右键表示选择结束。

9.1.4.7.2 单元荷载拷贝

将一根杆件上的荷载拷贝到另外几根杆件上。

9.1.4.8 查询、删除荷载

9.1.4.8.1 查询节点荷载

节点荷载									
节点荷载 导杆件荷载 导膜面荷载									
节	荷	值	工况	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
54	1	恒	0	0.000	0.000	-1.000	0.000	0.000	0.000
54	2	活	1	0.000	0.000	-2.000	0.000	0.000	0.000
76	1	恒	0	0.000	0.000	-1.000	0.000	0.000	0.000
76	2	活	1	0.000	0.000	-2.000	0.000	0.000	0.000
78	1	恒	0	0.000	0.000	-1.000	0.000	0.000	0.000
79	1	恒	0	0.000	0.000	-1.000	0.000	0.000	0.000
79	2	活	1	0.000	0.000	-2.000	0.000	0.000	0.000
107	1	恒	0	0.000	0.000	-1.000	0.000	0.000	0.000
107	2	活	1	0.000	0.000	-2.000	0.000	0.000	0.000
112	1	恒	0	0.000	0.000	-1.000	0.000	0.000	0.000
113	2	活	1	0.000	0.000	-2.000	0.000	0.000	0.000

步骤：

- (1) 选择需要查询荷载的一个或多个节点；
- (2) 按鼠标右键结束选择后弹出对话框，拖动滚动条可以看到节点荷载的所有信息；

若需删除荷载：

- (1) 在显示的荷载框中选中需删除的荷载，同时按 ctrl 或 shift 可以多选；
- (2) 按 DEL 键可以删除。

若需修改荷载：

- (1) 在显示的荷载框中双击需修改的荷载；

几个名词：

工况：各单独作用的荷载，同一工况下的荷载是同时作用的，比如恒载，活载，左风，右风，地震，吊车，温度，支座位移等；

效应组合：同时考虑几种工况的共同作用，比如恒+活，恒+风，即是二种组合；

组合号：软件考虑的几类不同荷载的同时作用编号；

组合序号：在一个组合中，由于某类荷载（如吊车）工况数不止一个，软件自动将该组合的各种情况排列考虑并编号。

注意：

1、软件内置了常用于普通钢框架、门式刚架的 8 种组合系数，用户可以根据结构类型的不同，修改或人工添加或删除组合；

2、同工况序号的活载、风载、吊车及温度作用均不是同时而是互斥地参加组合计算；比如软件考虑恒载，活载，左风，右风，地震，温度，则考虑组合恒+0.9（活+风+地震+温度）时，其考虑组合数为 1，组合序号将有 4 种；

(1) 恒 + 0.9（活+左风+地震+正温）；

(2) 恒 + 0.9（活+左风+地震+负温）；

(3) 恒 + 0.9（活+右风+地震+正温）；

(4) 恒 + 0.9（活+右风+地震+负温）。

3、如果有已知支座位移，支座位移作为单独工况参与组合，其组合系数可在对话框内输入；

4、这里采用分项系数×组合系数的方式，即第一个空白框中填分项系数 1.2，1.4；第二个空白框中填组合系数（或频遇、永久系数）；对结构荷载比较复杂的情况。需要用户控制组合形式，输入合适的系数；

5、用户可以通过双击列表内“...”处来增加新的组合；

6、用户可以通过双击列表内选中的组合来进行修改；

7、用户可以按 DEL 键来删除列表内选中的组合。

9.1.5 带宽优化

采用带宽优化功能，可以减少计算求解时间。

9.1.6 按工况和荷载效应组合计算

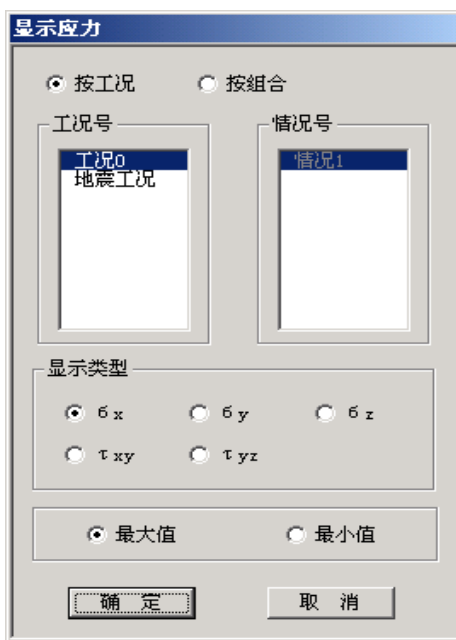
按工况进行内力分析，并组合。

9.1.7 显示

9.1.7.1 显示板应力

步骤：

- 1、首先选择板单元（直接按右键表示全选），按鼠标右键结束选择后弹出如下对话框；



- 2、在对话框上部选择按工况显示还是按组合显示，然后在中间左边列表框内选择要显示的工况或组合，右边列表框内选择要显示的情况号；

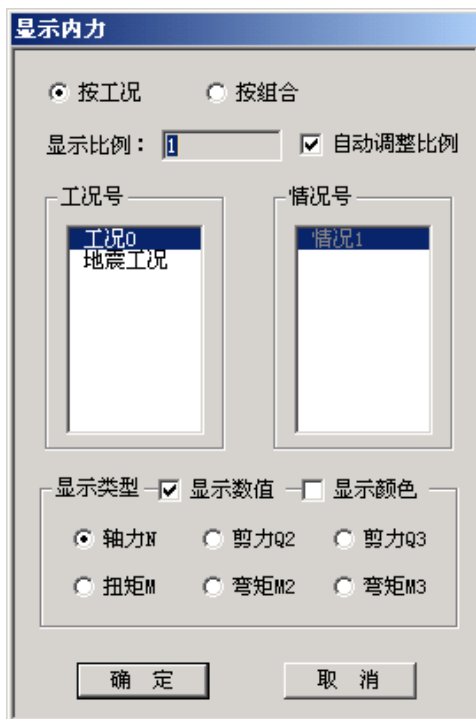
- 3、选择需要显示的内力类型，输入相应数据后，按确定 按钮，视图出现按颜色显示的应力图；

- 4、点命令“取消附加信息显示”可返回显示轴线图。

9.1.7.2 显示内力

步骤：

- 1、首先选择单元（直接按右键表示全选），按鼠标右键结束选择后弹出如下对话框；



2、在对话框上部选择按工况显示还是按组合显示，然后在中间左边列表框内选择要显示的工况或组合，右边列表框内选择要显示的情况号；

3、选择需要显示的内力类型，输入相应数据后，按确定 按钮，视图出现内力图；

4、点命令“取消附加信息显示”可返回显示轴线图。

注意：

有变截面单元节点处，内力不平衡的解释：内力图显示的是单元截面形心处的内力。在大部分情况下，变截面单元采用形式 2（即 1 轴线与一边平齐），这样其有限元点与形心点并不一致。在有限元计算时，其有限元节点内力平衡。在计算形心点内力时存在偏心，故而显示的内力不平衡。

9.1.7.3 显示最大组合内力

步骤：

- 1、首先选择单元，按鼠标右键结束选择后弹出对话框；
- 2、选择需要显示的内力信息，按确定按钮；
- 3、点命令“取消附加信息显示”可返回显示轴线图。

9.1.7.4 按颜色显示内力最值

将杆件按其内力最大值或最小值分不同范围以不同颜色显示，在杆件数目较多时用，以了解内力大概分布情况。

步骤：

- 1、首先选择单元，按鼠标右键结束选择后弹出对话框；

- 2、选择及填写需要显示的内力信息，按确定按钮；
- 3、点命令“取消附加信息显示”可返回显示轴线图。

9.1.7.5 显示内力包络图

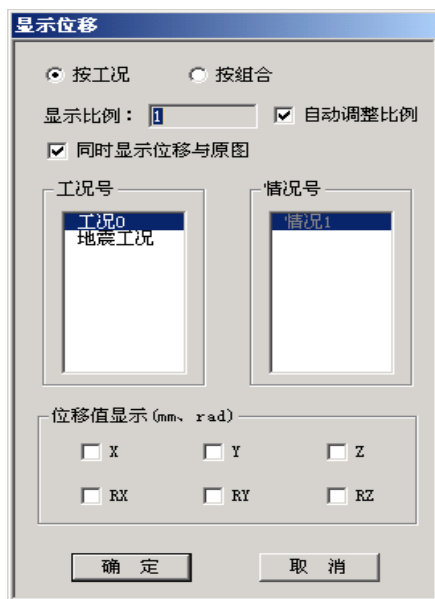
步骤：

- 1、首先选择单元，按鼠标右键结束选择后弹出对话框；
- 2、选择需要显示的内力类型，按确定按钮；
- 3、点命令“取消附加信息显示”可返回显示轴线图。

9.1.7.6 显示位移

步骤：

- 1、首先选择单元（直接按右键表示全选），按鼠标右键结束选择后弹出如下对话框；



- 2、在对话框上部选择按工况显示还是按组合显示，然后在中间左边列表框内选择要显示的工况或组合，右边列表框内选择要显示的情况号；
- 3、选择需要显示的位移数值，按确定按钮，视图出现位移图；
- 4、点命令“取消附加信息显示”可返回显示轴线图。

9.1.7.7 显示支座反力

步骤：

- 1、选择该命令弹出对话框；
- 2、选择及填写需要对话框，按确定按钮；

3、点命令“取消附加信息显示”可返回显示轴线图。

9.1.8 查询

9.1.8.1 板应力

首先选择板单元（若直接按右键，弹出对话框要求输入板单元号，用户这时可以通过输入板单元号来查询），按鼠标右键结束选择后弹出如下对话框：



9.1.8.2 查询内力

步骤：

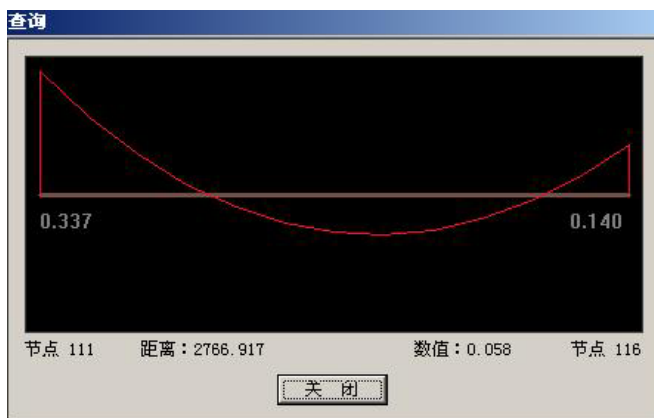
首先选择单元（若直接按右键，弹出对话框要求输入单元号，用户这时可以通过输入单元号来查询），按鼠标右键结束选择后弹出如下对话框：



用户可以通过双击工况或组合列表来选择要查询的工况或组合，查询结果在对话框左边列表内。

用户可以在对话框右上角输入单元号后按“刷新”按钮来查询别的单元内力。

用户可以通过双击左边列表内的内力结果来查看具体的该单元的内力图，弹出的内力图如下：

**注意:**

单元内力查询的方向说明: 除轴力外, 单元内力定义是在其单元局部坐标系下的, 内力方向为单元局部坐标系方向。从杆件小号节点到大号节点为 1 轴方向; 杆件 K 节点定义 2 轴方向; 右手螺旋确定 3 轴方向(即当四指从 1 轴指向 2 轴, 大拇指的指向就是 3 轴方向)。

轴力遵循了拉力为正、压力为负的一般原则, 其他内力正向与单元坐标系相同。

9.1.8.3 查询位移**步骤:**

首先选择节点 (若直接按右键, 弹出对话框要求输入节点号, 用户这时可以通过输入节点号来查询), 按鼠标右键结束选择后弹出对话框, 填入相应数值后按确定按钮视图出现查询结果。

说明:

位移方向为结构整体坐标系的方向。

9.1.8.4 查询最大位移

首先选择节点, 按鼠标右键结束选择后弹出对话框。

说明:

- 1、U、V、W 表示沿 X、Y、Z 三向位移;
- 2、该对话框表示最大位移出现的节点, 该情况出现的组合、序号及相应值;
- 3、若在按此功能前选中某些节点, 则显示所选节点范围内的最大位移。

9.1.8.5 查询支座反力

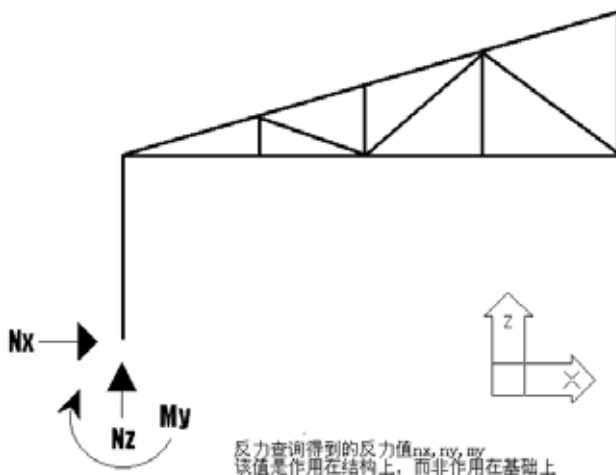
首先选择支座节点, 按鼠标右键结束选择后弹出对话框, 按确定按钮后视图出现查询结果。

若选择的是一个节点, 弹出的对话框显示的是该单个节点的支座反力; 若选择的是多个节点, 弹出的对话框显示的是这些节点的在各个工况或组合下的支座反力之和。

说明:

支座反力方向为结构整体坐标系方向, 给出的数值可以认为是作用在与支座垂直的柱上, 即当

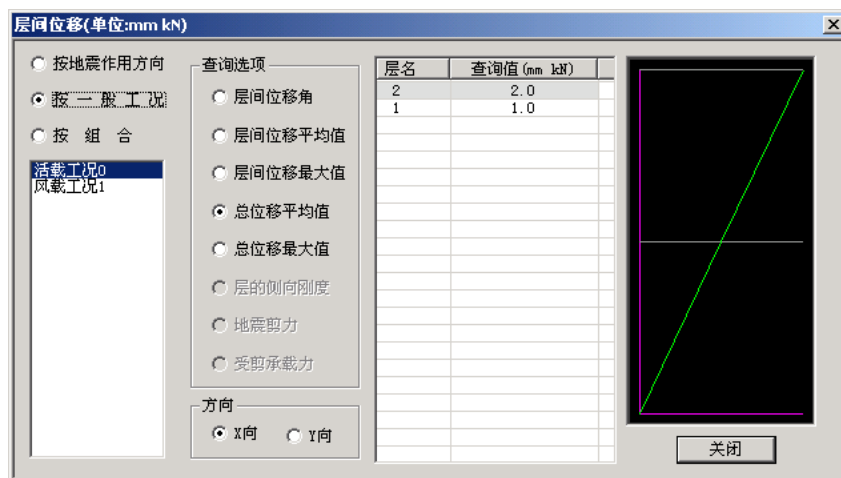
支座受压时， N_z 为正，相当于柱底受压。其余的力方向类推。设计基础时，所给的力应反向加在基础上。



查询反力值的方向

9.1.8.6 查询层间位移

该功能用于查询层间位移，执行命令后弹出如下对话框。



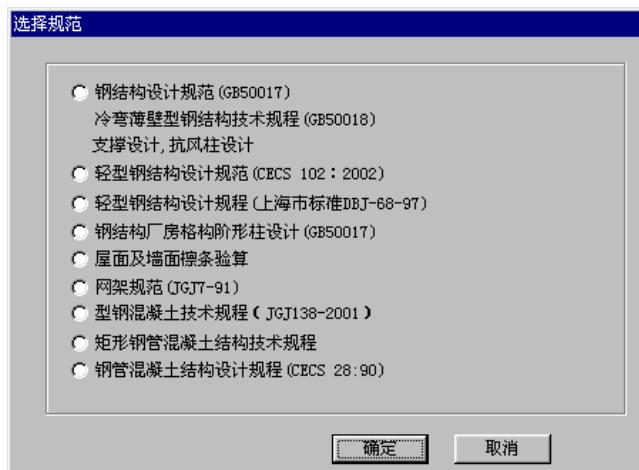
9.1.9 选择规范

对于多高层框架构件，根据构件的材料选择不同的规范：

纯钢构件选择为钢结构规范；

钢管混凝土构件选择为矩形钢管混凝土结构规程或钢管混凝土规程；

型钢混凝土构件选择为型钢混凝土组合结构技术规程。



9.1.10 单元验算

9.1.10.1 选择验算方式

校核: 仅验算杆件是否满足规范要求, 杆件截面不改变;

截面放大: 如杆件截面不够则改选增大的截面, 截面放大则该单元的截面颜色随之改变;

截面优选: 对过大的杆件截面调小, 对过小的截面调大, 截面改变伴随着单元的截面颜色随之改变;

截面优化: 针对宽翼缘工字钢、焊接工字型截面、焊接矩形、圆钢管截面、T 型截面和变截面工字钢 6 类截面, 优化前只需在相应的截面类型中任选一个截面尺寸即可, 优选后的截面为新加截面, 放在截面库的末尾;

如果用户同时选定了其它类型的截面实行优化, 软件会自动把其它类型进行优选, 同时提醒用户: 一共 XX 个单元的截面类型不在可优化截面范围内, 只能被优选。

下限、上限: 判断截面过大或过小的标准。下限是指杆件的应力 (包括强度应力、稳定应力等) 与材料设计强度的比值应该大于该值, 认为截面合理, 否则截面过大; 上限是指杆件的应力与材料设计强度的比值应小于该值, 否则认为截面过小;

统计用钢量: 初步计算主刚架梁柱用钢量, 不含节点和附属结构。

9.1.10.2 选择有无侧移

如果有侧移, 可以直接验算;

如果不是有侧移, 则需要两个方向的支撑类型的判断:

1、如果选中无支撑体系, 就相当于该方向为有侧移, 就不必指定该向单位力作用点, 可以直接进行验算;

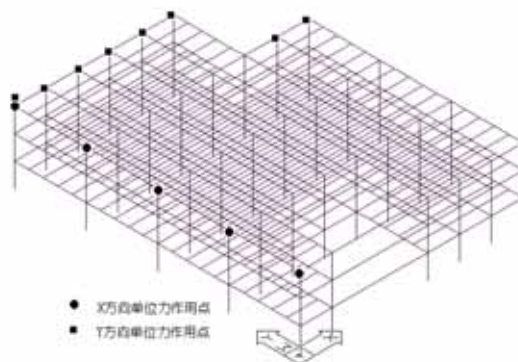


2、如果不是无支撑体系，则软件提供了强弱支撑框架的判断手段：先指定单位里作用点，然后按判断强弱支撑框架按钮；也可以人为的判断，绕过判断强弱支撑框架按钮而直接选择强支撑体系（不能绕过判断强弱支撑框架按钮而直接选择弱支撑体系，因为在计算弱支撑体系的稳定系数时需要用到结构抗侧刚度值 S ，而 S 值只有软件通过先指定单位力作用点后判断强弱支撑框架按钮才能得到）。



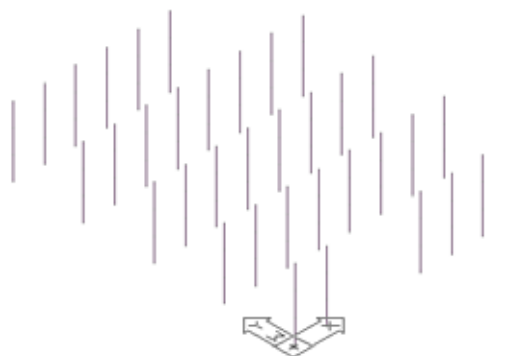
在判别强弱支撑时，需要得到结构每层的侧移刚度值，即当单位作用力作用在结构顶部时，每层的相对转角值，这时需要用户认为的指定单位力的作用点位置；

比如针对规则框架，指定的 X 和 Y 向单位力作用点如下图：



当构件比较多，选择作用点有遮挡时，可以使用部分显示命令，只把主要框架柱显示出来，然

后选择节点，避免选择错误，如下图：



完成作用点位置的选择后，右键结束，屏幕会出现进度条，表示软件正在进行该方向刚度的计算；当完成了 X 和 Y 方向作用点选取后，使用判断强弱支撑框架按钮，软件根据计算出来的两个方向的刚度值自动判断，并且将判断结果写入文本文件工程名.zct 文件,用户可以使用文字编辑软件打开该文件。

9.1.10.3 说明：

一个结构有两个主轴方向，3D3S 软件认为这两个方向为整体坐标系的 X 方向和 Y 方向；每个方向可能属于强支撑框架，或属于弱支撑框架，或属于无支撑框架；用户可以通过选择结构有侧移来指定两个方向都属于无支撑框架；如果结构不属于有侧移框架，用户可以使用判断强弱支撑框架按钮来判断每个方向是属于强支撑还是弱支撑框架。

9.1.11 验算结果显示

选择单元组后，屏幕弹出选择框，用户可选择分别用红，黄，绿，蓝色表示截面不足，截面过大，截面增大，截面缩小四种情况。灰色表示截面满足或截面无变化。

显示验算数值结果项一旦被选择，那么除了颜色外，在杆件周围还标出该构件的强度、稳定应力比和两个方向的长细比。

注意：

截面不足是指应力比超过上限、长细比不满足，局部稳定不满足、单元挠度不满足；截面过大是指应力比小于下限。

在选择规范时没有被选中的单元及满足设计要求的单元，其颜色将不变化。

9.1.12 验算结果查询

可先用鼠标左键选取单元再按此功能块，或直接按此功能块后在对话框内输入单元号，屏幕将弹出验算结果，如图所示：

一般结构的验算结果包括以下内容：

强度验算：强度验算、绕 2 轴抗剪应力比、绕 3 轴抗剪应力比；

整体稳定：绕 2 轴整体稳定验算、绕 3 轴整体稳定验算；

局部稳定：翼缘腹板的宽厚比验算；

刚度验算：绕 2 轴长细比、绕 3 轴长细比、沿 2 轴挠度、沿 3 轴挠度；

其它：针对钢管混凝土、型钢混凝土截面，还存在着构件长度与管径比、管径与板厚之比、套箍指标、方钢管混凝土构件的验算指标等等指标。

9.1.13 生成计算书

点“写计算书”菜单，弹出如下对话框，可选择输出内容。

软件能够根据结构的模型生成总体信息和数据结果并存放在一个后缀名为 DOC 的文件，这个文件可以使用 WORD 打开。

对话框中列出了几乎所有的模型信息和计算结果，如果使用者全选，则生成的文件会很大，内容也很多，用 WORD 打开的时间也比较长；所以软件提供了格式一和格式二的选项，默认了几个常用的选项，用户可可以按照具体要求选择需要输出的内容，一般不要全选。

点“图形输出方向”按钮，出现如下对话框，可改变结构图形输出的方向。如下面的对话框中总体图用空间方向，层图用世界坐标方向。



对大型结构可按验算结果统计输出，点“统计范围”按钮可改变应力比和长细比的输出范围。



9.1.14 后处理实体模型

在执行该命令之前，应在计算模型上定义构件的轴线号与楼层号，否则软件将不能绘出正确的平面图与立面图。该命令弹出对话框提示输入柱子连通层数，柱子截断位置距离楼面的高度，以及柱顶高出屋面梁顶的长度。在计算模型中，每一层的柱都认为是一个独立单元参与计算。在后处理的节点设计中，上下柱连接不在有限元节点处，而是处于楼面标高上方 1.0m 处。一般来说，柱子连通层数取 2 层或 3 层。

软件根据计算模型生成一个新的 dwg 文件，该文件是结构的三维实体的模型。节点的设计与施工图的绘制均在这个实体模型上进行。同时生成同名文件夹，连接计算结果文件均放在该文件夹中。程序默认的文件名/目录名为：A_框架后处理模型，其中 A 是计算文件的工程名称。

生成后处理实体模型之后，需打开该 DWG 模型文件，以进行节点设计与施工图绘制。软件具备三种不同深度的后处理出图功能，即“扩初图”、“详图”与“加工图”，相应的操作流程（**必须的步骤**）分别如下页操作流程图所示。

9.1.14.1 构件编辑

该部分的命令用于在节点设计之前对构件的实体模型进行编辑。

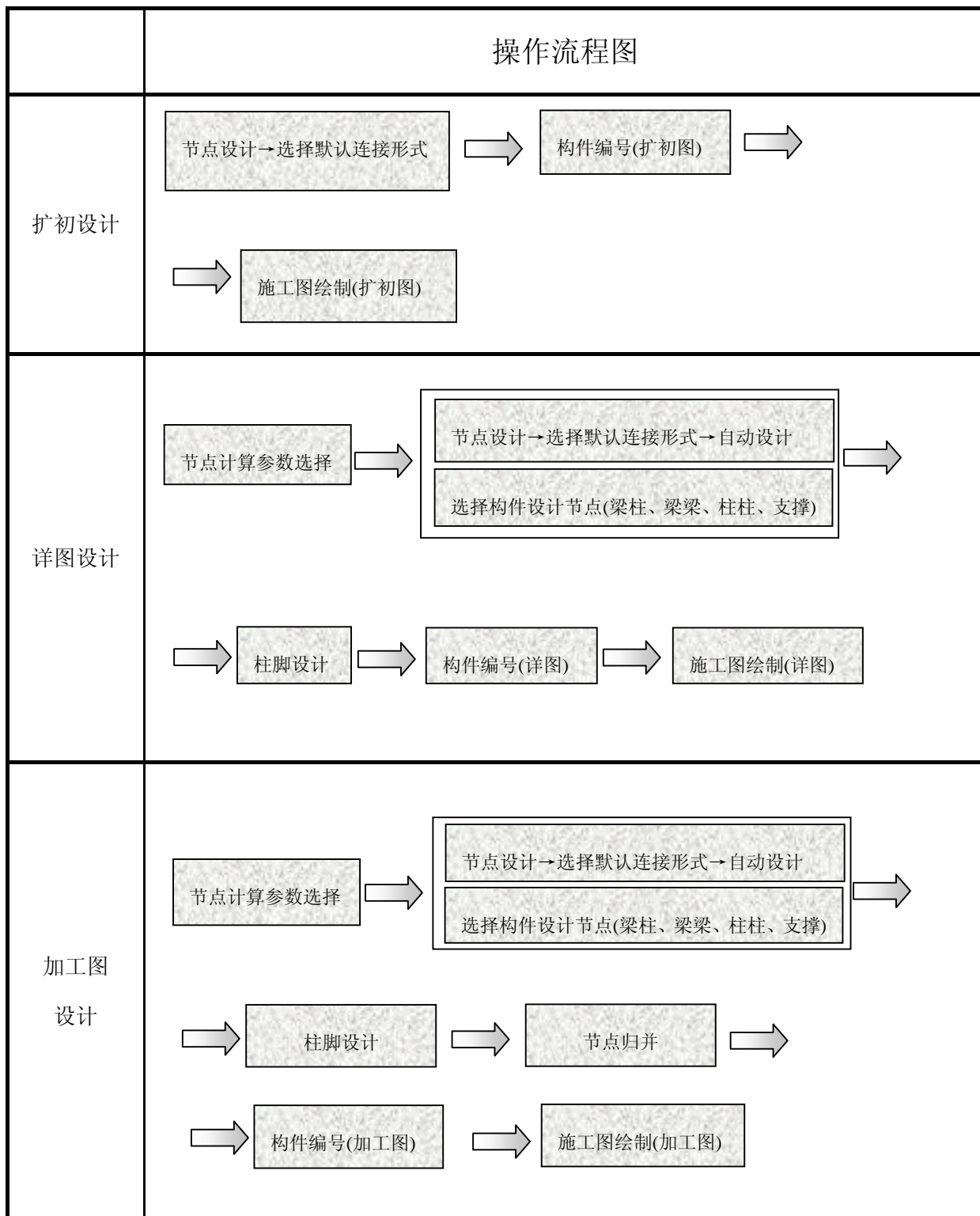
名词说明：

梁单元：在计算模型中的一个有限单元。一根主梁可以被打断而形成多个梁单元。

梁构件：真实情况中的梁，由一个或多个有限梁单元组成，是加工制作的一个独立单位。

在计算模型中，为了用有限元方法进行结构计算，在主次梁相交的地方，主梁构件被打断并生成有限元节点。后处理模型是反映结构构件与节点制作的真实三维模型，被打断的主梁单元被连通而形成一根梁构件。

命令“构件编辑”→“显示已连通的梁”：用颜色标识出由多个计算单元（数量大于等于 2）连通而形成的梁构件。不同的梁构件用不同的颜色区别。图（1）是使用该命令的一个例子。



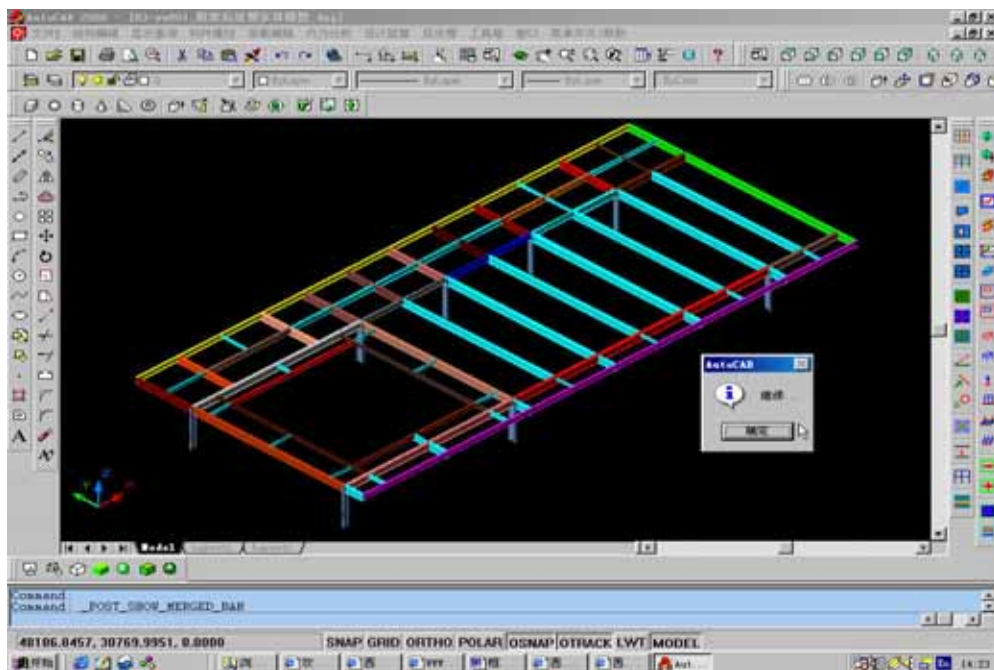


图 1

梁连通的前提条件是：在节点处两侧的梁单元截面、方位、偏心完全相同，在该节点处梁单元是**完全刚接**。如图 2(a)与(b)中，梁 1 被连通（被认为是主梁），而梁 2 不会被连通（被认为是次梁）。

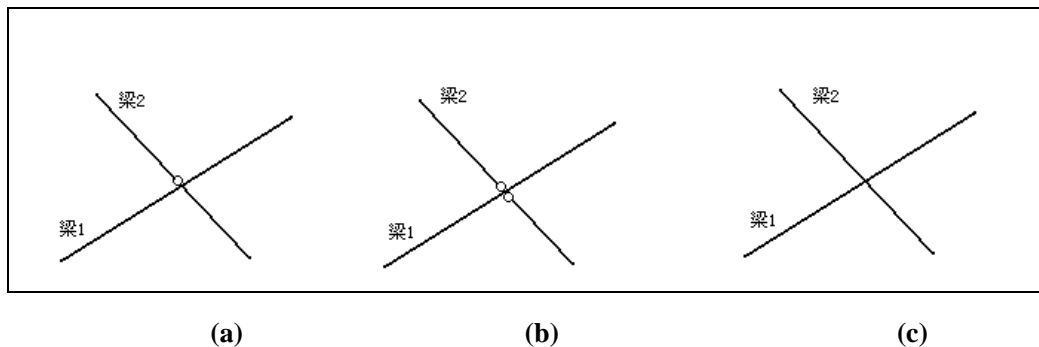


图 2

但是对于图 2(c)的情况，软件不能自行确定将哪根梁断开，梁 1 与梁 2 均作连通处理，因此需要用户提供相应的断开信息。

命令“构件编辑”→“显示需要打断的交叉梁”：标识出在模型中的哪些地方存在图 2(c)的情况，需要用户提供相应的打断信息。图(3)是使用该命令的一个例子。

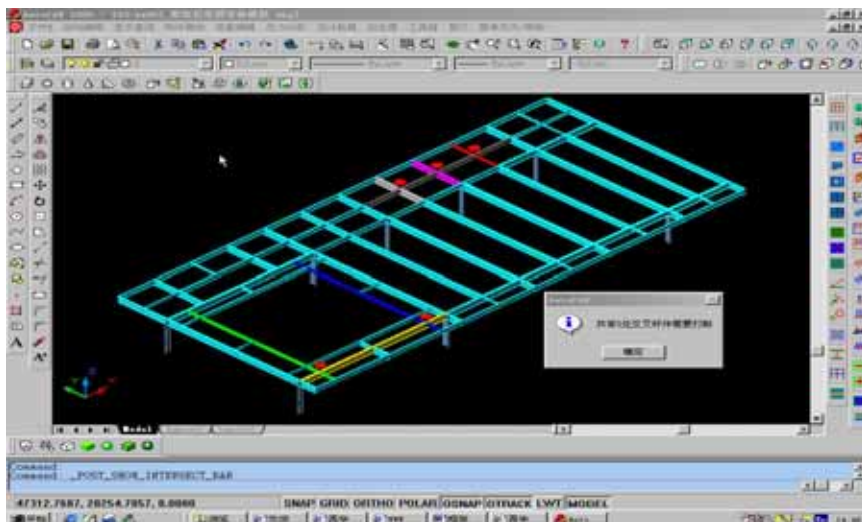


图 3

软件用颜色标识出交叉的梁，并用红色的圆锥在模型上标识出交叉位置。

命令“构件编辑”→“交叉梁打断”：该命令根据用户的指示，对图 2(c)的情况进行断开处理。
操作顺序：a.选择要保持连续的梁（如图 3 左下角的黄色梁）；b.选择要打断的梁（如图 3 左下角的绿色与蓝色梁）；c.选择结束，软件进行断开处理（如图 4 所示），梁被断开后用不同的颜色标识。

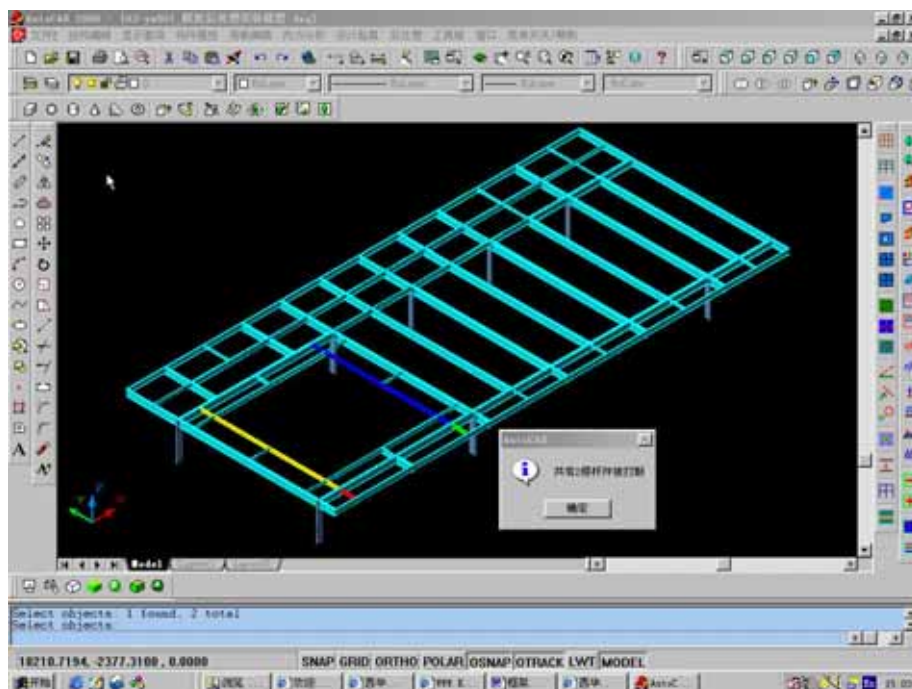


图 4

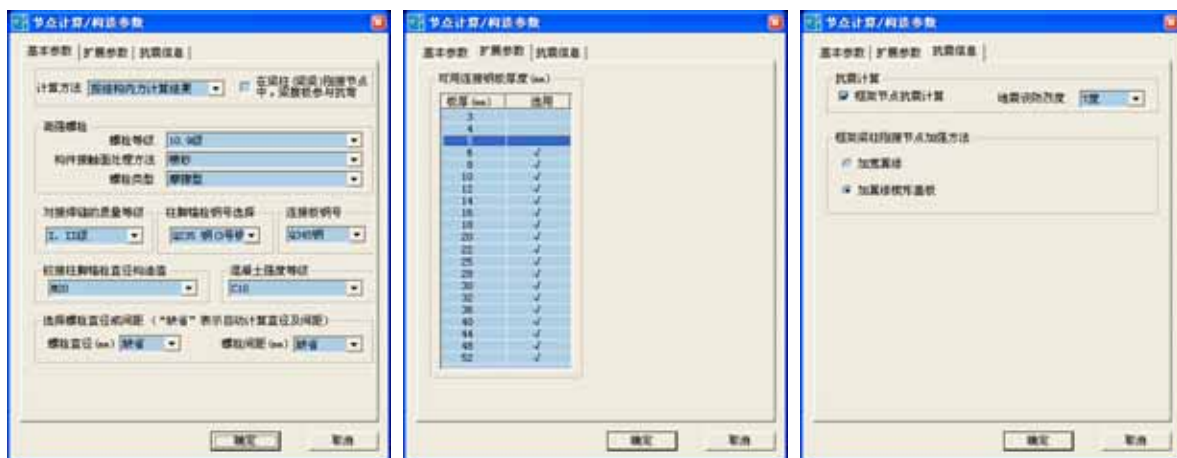
命令“构件编辑”→“梁连通”：该命令是打断命令的逆命令。

命令“构件拉伸/缩短”：拉伸或者缩短选定的实体构件的端头。

命令“构件端点拖动”：将选定构件的端头拖动到任意位置。

9.1.14.2 节点计算参数选择

在进行连接设计计算以前，应先确定连接计算中需要的参数。在弹出的对话框中，选择的参数包括了计算连接需要的数据。程序默认节点端部连接均采用高强螺栓，柱脚用锚栓。如果选择了自动计算螺栓直径和间距，软件按照 M16, M20, M22, M24, M27, M30 顺序进行节点设计。用户也可以指定高强螺栓直径和间距进行节点设计。按照规范列出锚栓直径，进行柱脚计算设计。在柱脚设计中，锚栓直径与间距由软件计算决定。该对话框有三个页面，如下图所示。在“扩展参数”页中，选择该工程中可用的节点板厚度序列，在“抗震信息”页中指定抗震设防烈度，以及梁柱刚接节点的加强构造方式。



9.1.14.3 节点剪切域核算

对全楼的节点域进行核算并给出计算结果。

9.1.14.4 节点设计

节点设计可以采用两种方式：自动设计及手动设计。自动设计可以指定各种节点（按位置和梁，柱关系分类）默认的节点设计形式，软件自动对模型中所有的节点进行搜索，找到符合默认节点类型的节点进行设计；手动设计需要指定要设计的节点位置，采用指定的节点形式进行设计。用户可以先采用自动设计完成大部分节点的设计工作，然后再根据需要针对某些个别位置节点用手动设计的方法完成设计。

梁柱关系分为四类：梁梁连接，梁柱连接，柱柱梁接，支撑连接。其中每类又根据连接位置和连接形式分为若干具体形式。

在结构扩初设计阶段，无需进行节点设计。要绘制扩初节点示意图，仅需执行命令“节点设计”→“选择默认连接形式”，软件将在这之后可绘制该工程所选用的节点类型示意图。

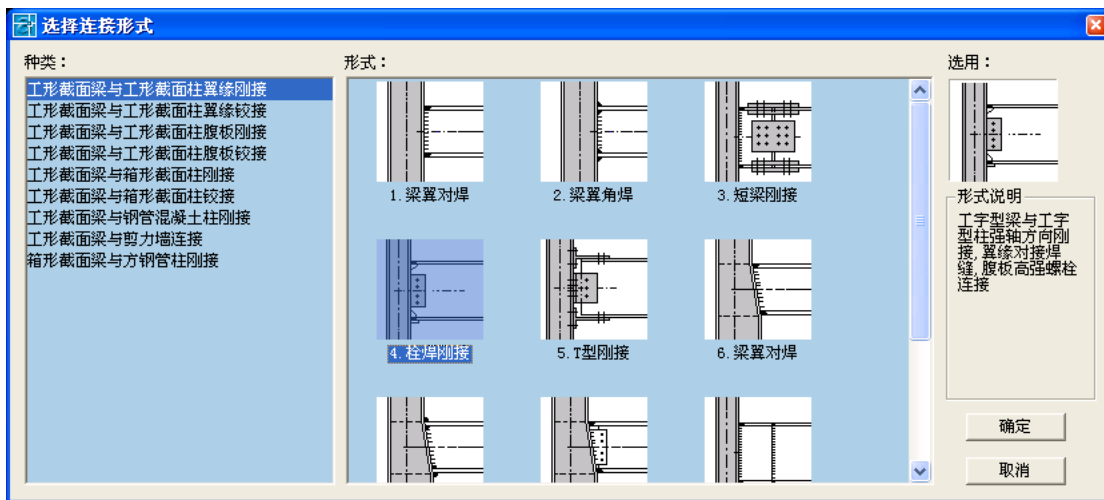
9.1.14.5 手动设计

9.1.14.5.1 梁柱连接设计

9.1.14.5.1.1 节点设计

此命令设计梁柱汇交处的连接。根据梁柱关系和位置，分为 9 类：工形截面梁与工形截面柱翼缘刚接；工形截面梁与工形截面柱翼缘铰接；工形截面梁与工形截面柱腹板刚接；工形截面梁与工形截面柱腹板铰接；工形截面梁与箱形截面柱刚接；工形截面梁与箱形截面梁铰接；工形截面梁与钢管混凝土柱刚接；工形截面梁与混凝土墙连接；箱形截面梁与箱形截面柱刚接。设计过程如下：

(1) 选择汇交处的杆件（通常用 AutoCAD 的“交叉”窗选较方便。完成后回车或单击右键。出现如下所示的对话框。



(2) 在对话框右边的列表中选择种类。

(3) 在对话框右边的形式图标栏中选定具体形式，双击图标或点击“确定”按钮。

(4) 软件将根据选定的形式进行节点设计计算。

软件计算完成后，弹出对话框说明设计结果，可以直接查看设计节点的计算书。如果设计失败，请在计算书中查找设计失败的原因。

以设计一个梁与柱翼缘刚接的梁柱节点为例：点击菜单项中“节点设计”-->“梁柱连接”→命令行中提示“请选择杆件：”，用鼠标选取梁，柱。点击右键或键入“Enter”确定选择→在出现的对话框中左边列表中选择“工形截面梁与工形截面柱翼缘刚接”→在右边形式列表中选择“栓焊刚接”→点击“确定”→软件计算完成设计。

设计要点：

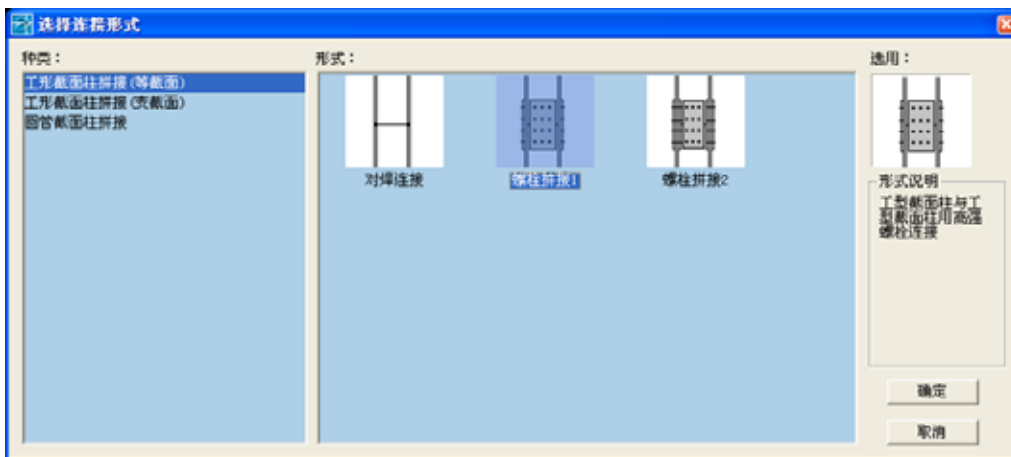
(1) 根据节点种类正确地选择汇交杆件与节点形式。

(2) 软件提示“所选杆件不能构成指定形式的联接”时，可能的原因有：

点击“查看计算书”，打开节点的计算书。双击列表项目与按钮等效。

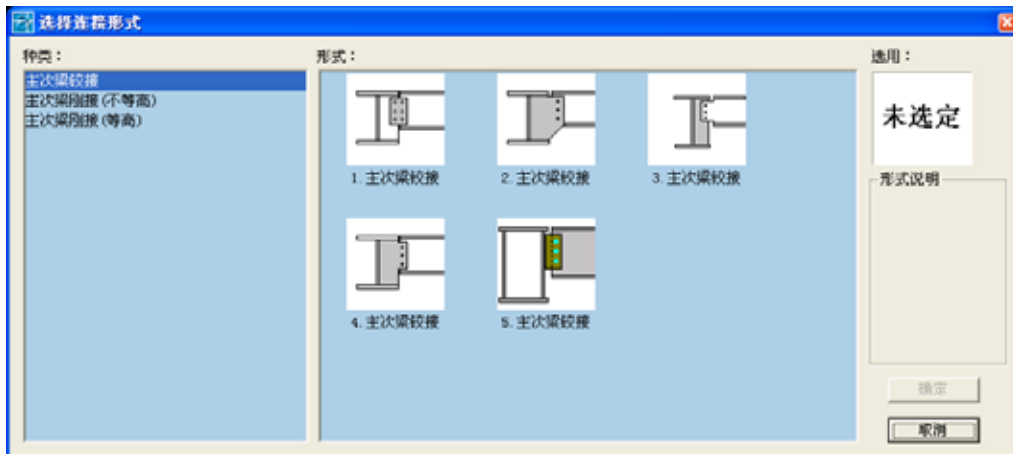
9.1.14. 5.2 柱柱连接设计

设计柱柱连接节点。有三种形式可供选择。设计过程和要点同梁柱设计。



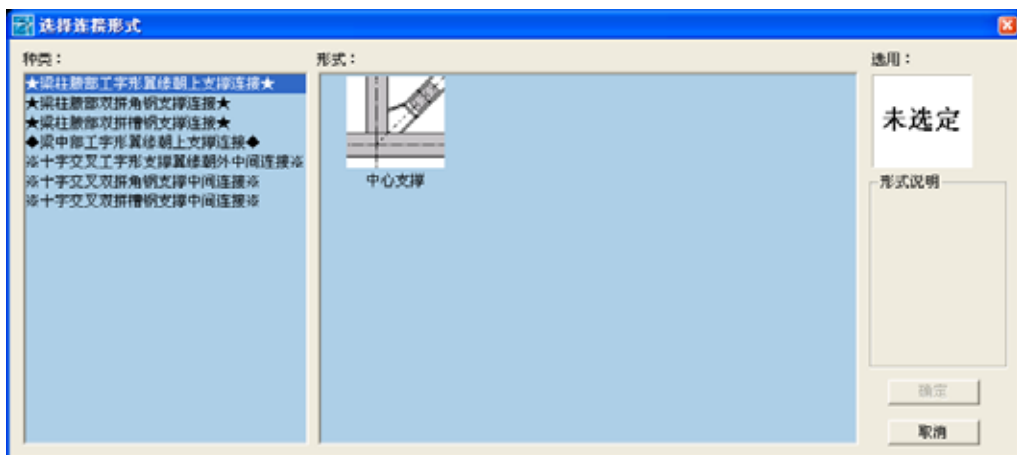
9.1.14. 5.3 梁梁连接设计

设计主梁同次梁铰接连接。设计过程和要点同梁柱连接。



9.1.14. 5.4 支撑连接设计

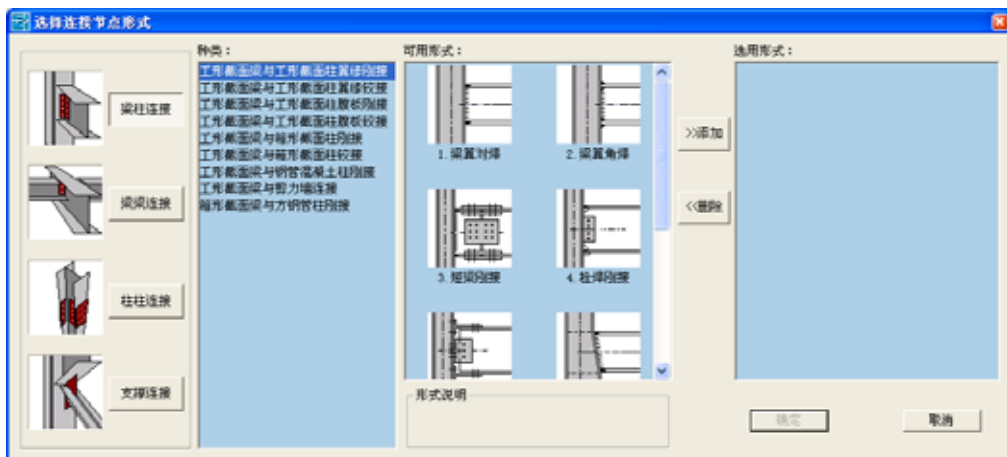
设计支撑端部。按位置和支撑截面种类分为三种：梁柱腋部工字型翼缘朝上支撑连接，梁柱腋部双拼角钢支撑连接和梁中部工字型翼缘朝上支撑连接。设计过程同要点同梁柱连接。在选择汇交处杆件时，每个节点要选择三个杆件：支撑，相关梁，相关梁或柱。



9.1.14.6 自动设计

9.1.14.6.1 选择默认连接形式

点击此命令出现如下对话框：



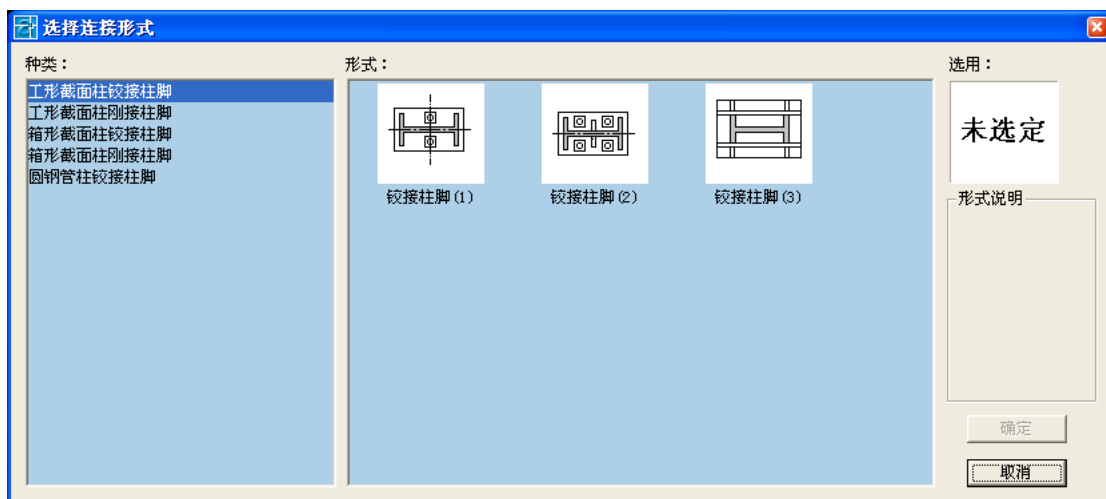
在对话框中，依次对每一种梁柱关系和种类，在可用形式中选择设计要采用的节点形式，点击“添加”按钮或直接双击示意图片，加入到选用形式列表里。完成后，点击“确定”按钮。

9.1.14.6.2 自动设计

在已经选择过默认连接形式后，对符合的全楼节点进行设计，并给出结果。如果选用形式列表里只加入一种形式，例如只有梁梁连接-铰接，则程序在自动设计时搜索所有的梁梁连接-铰接节点并进行设计，其他节点则不予设计。

9.1.14.7 柱脚设计

根据柱底截面的尺寸选择适合的节点类型进行设计。计算完成后，可以直接查看计算书。使用方法与要点同节点设计。



9.1.14.8 节点设计的使用技巧

1、对于用高强螺栓连接的梁腹板

要求梁腹板高至少是螺栓最小间距+最小边距 $3*d_0+2*d_0+2*d_0=122.5$ ，铰接缝隙 40mm，刚接缝隙 70mm，那么梁腹板至少 165~195 的高度，要求梁腹板至少 6mm 厚。这是因为根据规范要求，螺栓的最小间距为 $3*d_0=3*(16+1.5)=52.5\text{mm}$ ，最大间距控制在 $12*t=12*6=72\text{mm}$ ，满足要求。对于板厚 4mm 的高强螺栓连接，最大间距控制在 $12*t=12*4=48\text{mm}$ ，显然大于最小螺栓间距，构造要求不能够满足。

2、对于梁柱连接的等强设计和按内力设计，以及节点编辑对话框中的输入内力验算

在软件计算中，计算用杆件力有三种渠道：等强，有限元结果，输入内力。等强是指按梁或支撑单元的设计强度来设计节点连接，对于梁，考虑了最大弯矩 $f*W$ ，最大剪力 f_v*Aw ，对于支撑，考虑最大设计轴力 $A*f$ ；如果是等强抗震连接计算，那么计算书中给出的弯矩，剪力，轴力还均除以抗震调整系数 0.75 或 0.8。

3、常用算法及精确算法

这是两种常用的连接计算方法。区别在于梁腹板是否承担了弯矩。一般来说，如果梁翼缘的惯性距/全截面惯性距大于 70%，工程师趋向于应用常用算法进行计算。但是考虑到腹板排列高强螺栓，也必然会承担一部分弯矩。软件将这个开关放在节点计算参数选择里，让用户自己决定。

4、对于高强螺栓连接螺栓直径的选择

在程序中，高强螺栓是按增加排数——增大螺栓直径——增加列数来满足强度要求确定的。设计结果可能出现采用的螺栓直径小，排列密集的情况，与工程师的习惯不同。而且对于整个钢结构体系，不同的节点设计，可能软件自动选择不同直径的螺栓，出现好几种螺栓直径，下料施工不方便。建议用户在遇见这种情况的时候，在节点设计参数对话框中，指定一个螺栓直径，那么程序会根据指定的直径进行所有的连接设计。当然，在部分节点，指定直径会设计失败，这是由连接杆件的板厚，板宽决定的。这时可以改变螺栓直径或直接将直径设为缺省，再一次进行节点设计。指定

螺栓直径/缺省直径两种选择合理使用，将会减少工程中应用的螺栓种类，有合理的螺栓排列，得到满意的设计结果，减少工作量。

5、对节点域的验算

软件现在对节点域进行计算，验算强度。当为等强时，杆件内力取值同说明 2。对于一个轴向上的不等高截面，取平均值计算。工字形柱验算强轴方向梁，其他截面柱强，弱轴均计算。对斜交梁，并没有考虑角度问题，按正交计算。

如果计算出的节点板域需要加强，需要用户自行确定加强形式方法，8.0 暂时不提供板域加强的计算及出图。

6、门式刚架梁柱节点的加劲肋布置

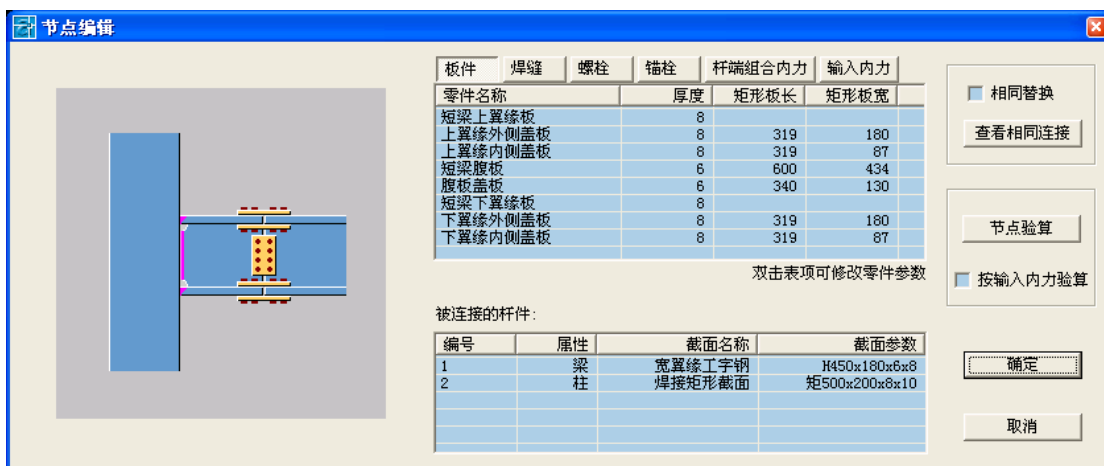
可以在节点编辑对话框中改变加劲肋的数量与位置。

9.1.14.9 节点计算书

生成节点计算书，保存为 Word 格式的文件。

9.1.14.10 节点编辑

对于已经设计完成的连接，可以使用这个命令对节点中的板件/螺栓/锚栓进行修改和验算。点击菜单项，选中要进行编辑的节点，回车后将显示如下的对话框。左边图片代表选中节点的形式，对话框右边是节点中的零件列表。



点击“确定”按钮，则以对话框中的零件参数修改节点实体模型。

9.1.14.10.1 查看相同连接

显示同选中连接（包括节点和柱脚）设计数据完全相同的连接。并以红色圆锥在实体模型上指示位置。

9.1.14.10.2 相同替换

如“相同替换”复选框处于选中状态，在用户完成节点编辑点击“确定”时，相同连接的节点设计数据改为同选中节点编辑后数据相同。

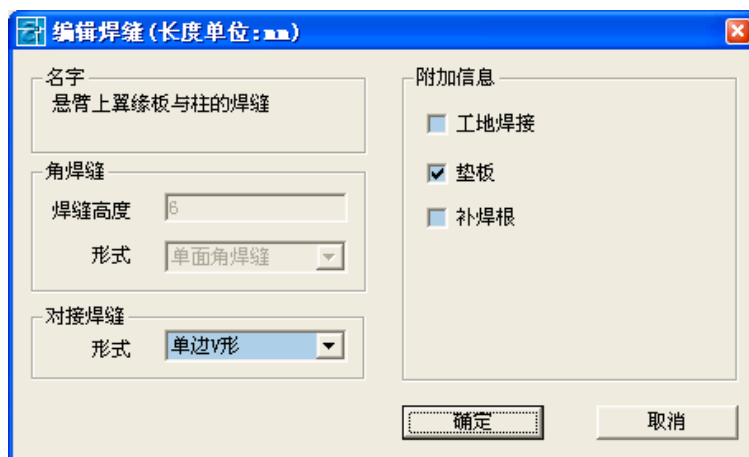
9.1.14.10.3 修改板件参数

在板件列表中双击要修改的板件项，出现以下对话框，可以修改矩形板件的长宽厚。对于三角形板件，控制数据是底长高度和厚度。通过箭头按钮“←”和“→”可选择顶点（在板件图片上用红色十字标记）进行切角处理。软件提供四种切角，如下图右侧所示，其中的第一个图例表示取消切角。



9.1.14.10.4 修改焊缝参数

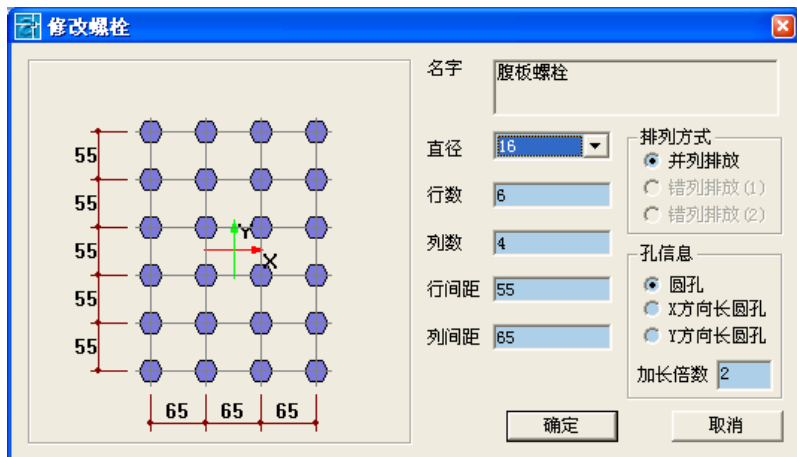
在焊缝列表中双击要修改的焊缝项，出现以下对话框，可以修改对接焊缝的高度（焊缝的长度根据焊缝位置按满焊计算）。在修改焊缝高度的时候，请注意构造要求。附加信息将出现在施工图中。



9.1.14.10.5 修改螺栓参数

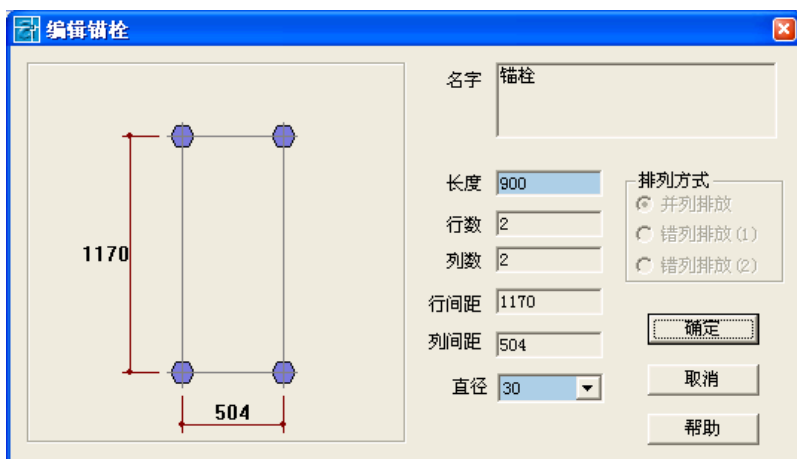
在螺栓列表中双击要修改的螺栓群项目，出现以下对话框，可以修改螺栓直径/行数/列数/间距。对话框右侧的“行间距”与“列间距”是完全等距离排列时的间距。对于螺栓间距不等的情况，如想修改某行/列之间的距离，可以单击左图中的间距尺寸数字，在弹出的对话框中输入间距数值。如

果改变了右部编辑框中的行间距/列间距数字，则螺栓按等间距排列。最后的排列以左边图示为准。



9.1.14.10.6 修改锚栓参数

在锚栓列表双击要修改的锚栓群项，出现以下对话框，可以修改锚栓长度与直径。行数列数及间距由软件确定，不可以更改。



9.1.14.10.7 杆端组合内力

杆端按组合号的内力列表，方便用户在后处理文件中查询内力。

9.1.14.10.8 连接杆件列表

汇交形成该节点的杆件列表，方便用户在后处理文件查询杆件截面。不能修改。

9.1.14.10.9 节点验算

根据现有表项中的数据，进行节点验算，检验修改过的节点是否满足要求。如果节点验算失败，计算书中给出节点验算不通过的原因。

9.1.14.11 删除节点

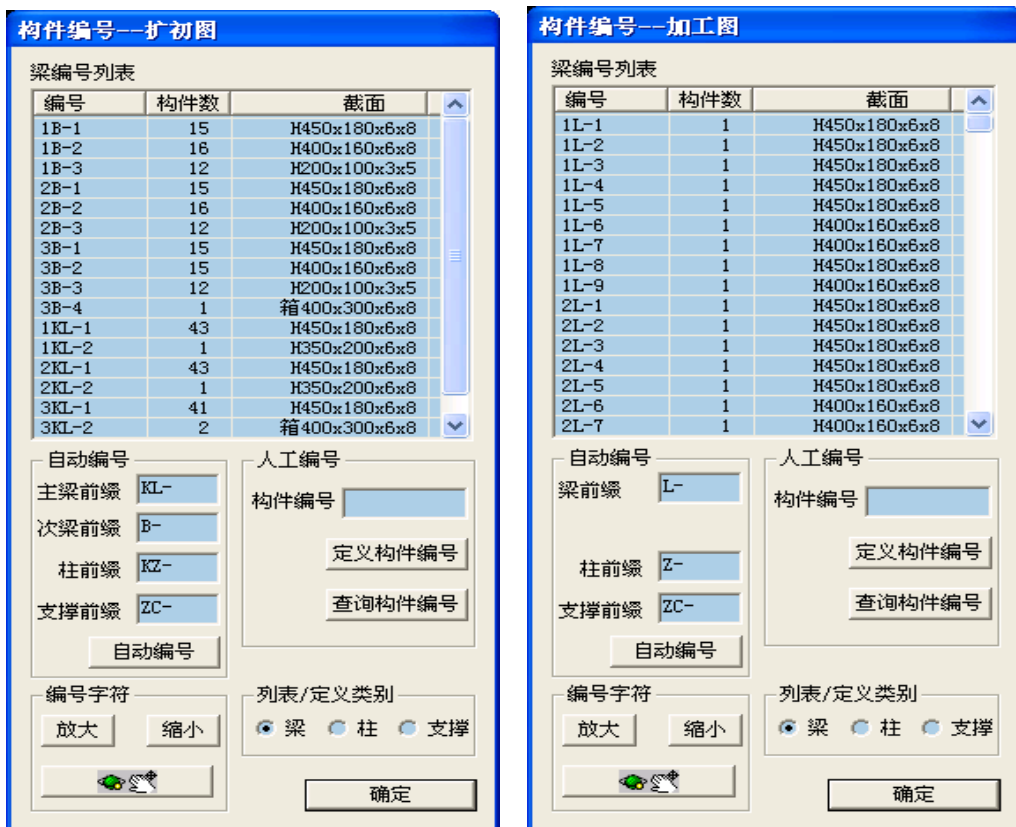
删除已设计的节点，恢复到未设计前状态，可重新进行节点设计。

9.1.14.12 节点归并

对全楼的节点进行归并和编号，为生成施工图作准备。若仅出结构扩初图，则可不执行该命令。

9.1.14.13 构件编号

构件编号有三种方式，分别对应三个不同的设计阶段和深度：扩初图、详图及加工图。三个命令分别为“构件编号（扩初图）”、“构件编号（详图）”与“构件编号（加工图）”。“扩初”与“详图”的对话框是相同的，如下左图所示，“加工图”的对话框仅梁构件中不区分主次梁，如下右图所示：



自动编号：软件按照内置的规则对全部构件自动进行编号，编号结果显示在编号一览中。

定义构件编号：由用户对选定的构件指定编号。

查询构件编号：查询构件的编号。

编号字符“放大”/“缩小”用于调整屏幕上显示的构件编号字符的大小。

软件内置的构件编号规则：

扩初图——柱：由柱底到柱顶的一列柱编为一个号；

梁：两端均与柱相连的梁被判定为主梁，其它梁为次梁。凡截面相同，材料相同的梁则编为一个号，编号在全楼范围内进行，即不区分梁所在的楼层。

支撑：凡截面相同，材料相同则编为一个号，编号在全楼范围内进行。

详图——柱：由柱底到柱顶的一列柱编为一个号；

梁：两端均与柱相连的梁被判定为主梁，其它梁为次梁。凡截面相同，材料相同，两端连接节点完全相同的梁编为一个号，编号在各个楼层范围进行，每个编号有楼层序号前缀，即不同楼层的梁构件决没有相同的编号。在结构平面布置图上，梁编号按编号递增的大小关系，具有大致从左到右，从上到下的位置分布。

支撑：凡截面相同，材料相同则编为一个号，编号在各个楼层范围进行，不同楼层支撑的编号决不相同。

加工图——柱：按加工单元编号，在每个柱加工单元一个号。

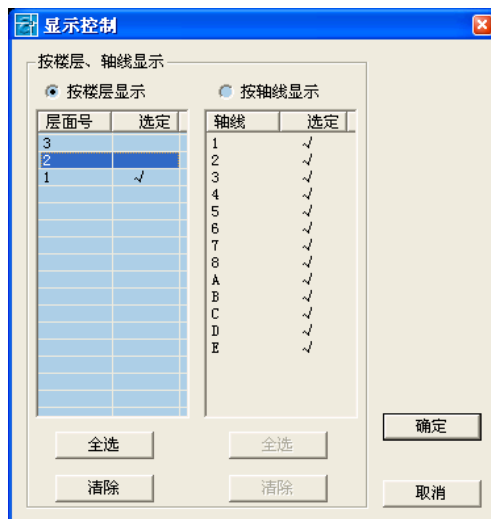
梁：不区分主梁与次梁，在每个梁加工单元一个号。在结构平面布置图上，梁编号按编号递增的大小关系，具有大致从左到右，从上到下的位置分布。

支撑：在全楼范围中每个支撑加工单元一个号。

9.1.14.14 显示

9.1.14.14.1 按楼层（轴线）显示

该命令弹出如下对话框：



可以选择“按楼层显示”或者“按轴线显示”，该命令可显示指定的楼层或框架立面。

9.1.14.14.2 简化显示

将选择的构件用直线段表示，节点用小三角形表示。当构件与节点很多时，使用该命令可大大加快显示速度。

9.1.14.14.3 实体显示

该命令为“简化显示”的逆命令，是将选择的构件与节点按真实的三维实体来显示，适用于细部观察。

9.1.14.14.4 部分显示

只显示选中的杆件及节点。

9.1.14.14.5 部分隐藏

隐藏选中的杆件及节点。

9.1.14.14.6 全部显示

显示全部的杆件及节点。

9.1.14.14.7 施工图绘制

软件具有三种不同深度的出图功能，分别是“结构扩初图”、“结构详图”和“加工图”。三种图纸内容的比较如下表所示：

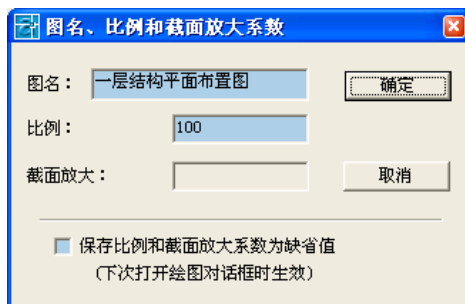
出图方式 图 纸	扩初图	详图	加工图
结构平面布置图	√（梁单线）	√（梁单线）	√（梁双线）
柱布置图	√	√	√
梁布置图	√（梁单线）	√（梁单线）	√（梁双线）
立面图	√	√	√
节点详图	√(类型示意图)	√	√
梁构件详图	无	无	√
柱构件详图	无	无	√
支撑构件详图	无	无	√

“结构平面布置图”同时绘制且标注柱与梁。“柱布置图”只绘制和标注柱；“梁布置图”绘制柱与梁，但只标注梁的相关数据。

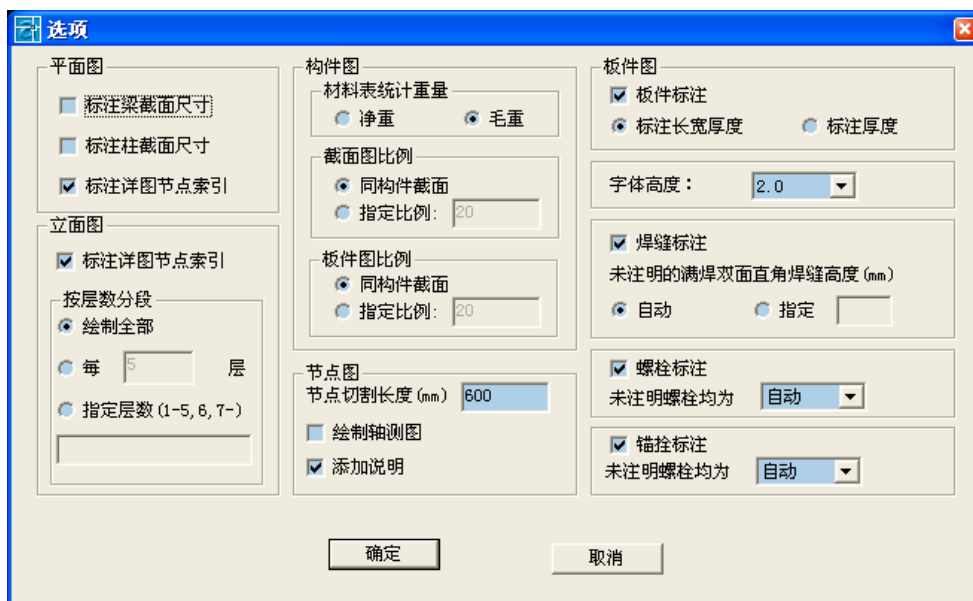
菜单命令“施工图绘制（扩初）”、“施工图绘制（详图）”及“施工图绘制（加工图）”均弹出如下所例示的对话框。在对话框左侧的列表栏里显示图纸种类，与每一类图纸对应的图块在右侧的列表栏中示出。



鼠标右键单击选择图块项，将出现如下所示的对话框，可修改图名与出图比例：



按钮“选项”弹出如下对话框，用于设置和调整绘图参数：



按钮“查看”在屏幕上标记显示出将被绘制的构件或节点。

按钮“绘图”将当前选定的图块绘制成图，可选择多个图块一次绘制。

注：3D3S8.0 施工图的绘制操作与 3D3S7.0 不同。3D3S7.0 需用户新建一个 DWG 文件进行交互式布图，而 3D3S8.0 全自动排图，绘制完毕后图纸文件直接保存在指定的磁盘位置。

9.2 例题

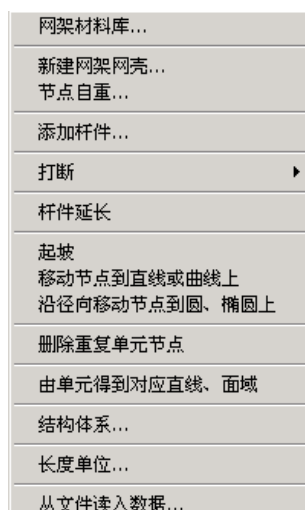
同 7.2 例题。

更详细的例题演示，请参看安装光盘中的高层框架演示部分

第十章 网架功能模块使用说明

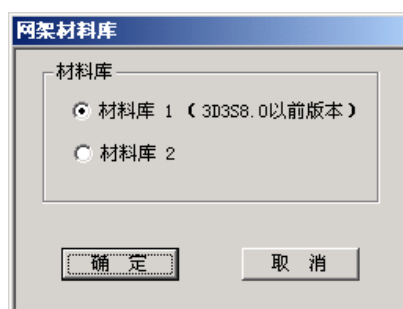
10.1 网架功能模块菜单功能文字说明

10.1.1 结构编辑



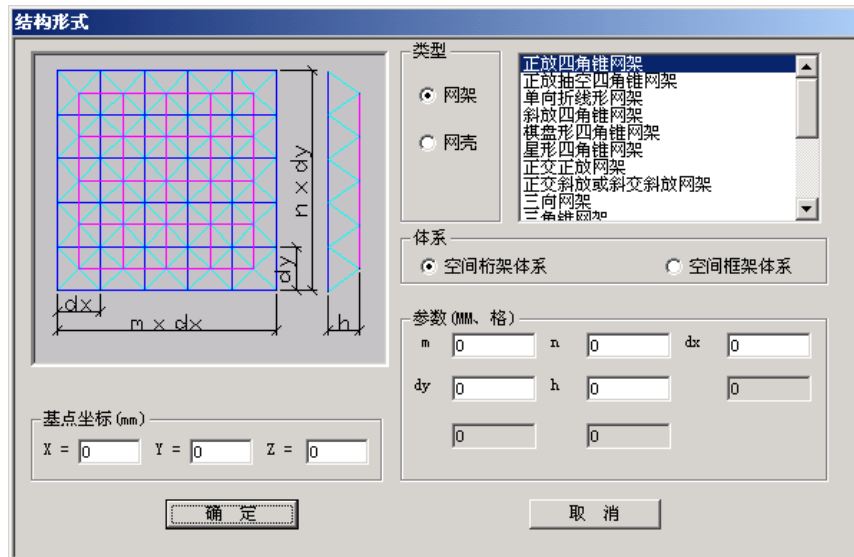
10.1.1.1 网架材料库

按“网架材料库...”菜单，弹出如下对话框，选择一种材料库，按确定后读入相应材料库。其中，材料库 1 为 3D3S7.0 及以前版本的材料库，材料库 2 为 3D3S8.0 新加的材料库，材料库的具体内容可以通过后面节点设计中的相应命令查看。



10.1.1.2 新建网架网壳

按“新建网架网壳”菜单，弹出如下对话框，选择一种网架或网壳类型，输入相应参数，按确定即完成结构建模。



一、网架结构的形式：包括三大类双层网架和三层网架

1. 四角锥体系双层网架：

- 正放四角锥网架
- 正放抽空四角锥网架
- 单向折线形网架
- 斜放四角锥网架
- 棋盘形四角锥网架
- 星形四角锥网架

2. 平面桁架系双层网架：

- 两向正交正放网架
- 两向正交斜放网架
- 三向网架

3. 三角锥体系双层网架：

- 三角锥网架
- 蜂窝形三角锥网架

4. 三层网架：

- 两向正交正放三层网架——下层支承
- 两向正交正放三层网架——中层支承
- 两向正交正放三层网架——上层支承
- 正放四角锥三层网架
- 正放抽空四角锥三层网架

斜放四角锥三层网架

上正放四角锥下正交正放三层网架

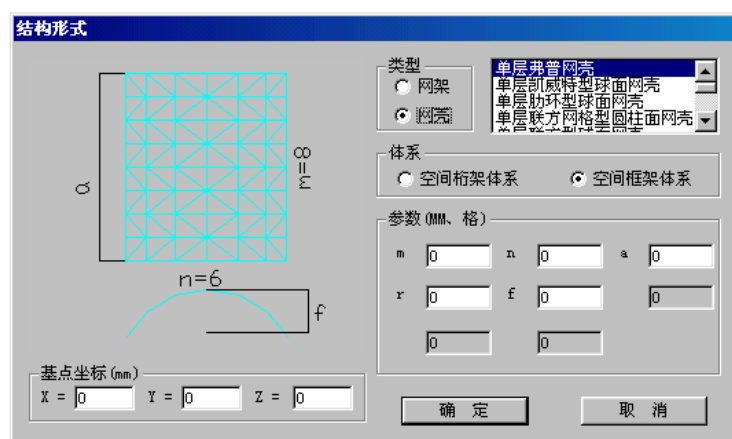
注意：

1. 某些形式的网架本身来讲是几何可变的，需要选用合适的支座形式，点支承和周边支承等。必要时三层网架还要添加合适的边桁架，以保证网架的几何不变性；

2. 两向正交正放网架的两个方向网格数宜布置为偶数，如为奇数，桁架中部节间为交叉腹杆，相交处节点应为刚接，否则为机构。某些网架在支承平面设置水平斜杆时也同理；

3. 3D3S 网架软件提供了七种形式的三层网架，三层网架的形式还可以有很多。使用者可以根据需要分别建立两个相同或不同类型的双层网架，然后将它们合并到一起，当然第一个网架的下弦布置应与第二个网架的上弦布置吻合，得到一个新的三层网架形式。

二、网壳结构的形式在列表框中软件一共提供了较为常见的 24 种网壳形式，其中单层网壳 10 种，双层网壳 14 种。现对每种网壳形式的参数加以简单说明：



a. 单层

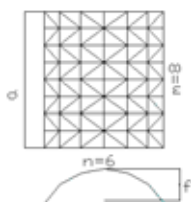


图 1

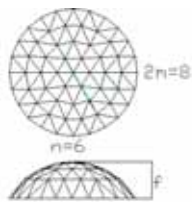


图 2

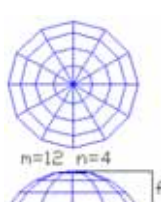


图 3

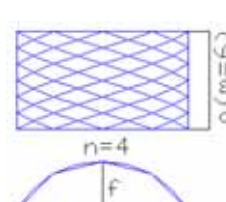


图 4

1. 弗普网壳（见图 1）

m 为母线方向的分段数，为偶数， n 为圆弧的分段数，也为偶数， a 为母线的长度， r 为网壳的曲率半径， f 为圆柱面网壳的矢高；

2. 凯威特型球面网壳（见图 2）

m 为同心圆的个数， n 为把球面分为 n 个对称的扇形曲面，为偶数， r 为网壳的曲率半径， f 为

网壳的矢高；

3. 肋环型球面网壳（见图 3）

m 为把球面分成 m 个对称的扇形曲面， n 为同心圆的个数， r 为曲率半径， f 为网壳的矢高；

4. 联方网格型圆柱面网壳（见图 4）

m 为母线方向的分段数， n 为圆弧的分段数， a 为母线的长度， r 为网壳的曲率半径， f 为圆柱面网壳的矢高；

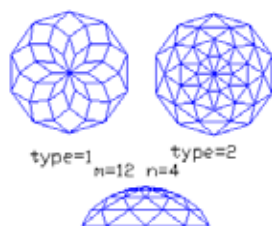


图 5

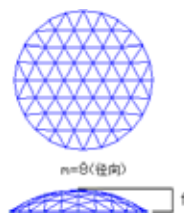


图 6

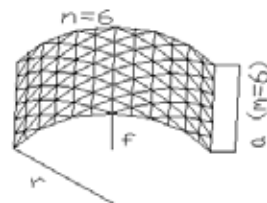


图 7

5. 联方型球面网壳（见图 5）

该类型又分为两种， $type=1$ 为环向无杆件， $type=2$ 为有环杆， m 为将圆环向分成 m 等分， n 为同心圆的个数， r 为曲率半径， f 为矢高；

6. 三向网格型球面网壳（见图 6）

m 为圆弧的分段数，为偶数， r 为曲率半径， f 为网壳的矢高；

7. 三向网格型圆柱面网壳（见图 7）

m 为母线方向的分段数， n 为圆弧的分段数， a 为母线的长度， r 为曲率半径， f 为矢高；

8. 施威德勒型球面网壳（见图 8）

根据斜杆布置不同，又分为四种类型， $type=1$ 为无环杆的交叉斜杆， $type=2$ 为交叉斜杆， $type=3,4$ 为单斜杆。 m 为把球面分成 m 个对称的扇形曲面，为偶数， n 为同心圆的个数， r 为曲率半径， f 为矢高；

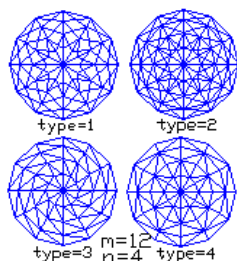


图 8

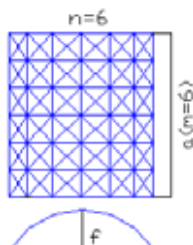


图 9

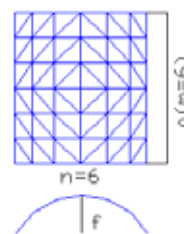


图 10

9. 双斜柱面网壳（见图 9）

m 为母线方向的分段数， n 为圆弧的分段数， a 为母线的长度， r 为曲率半径， f 为矢高；

10. 单斜杆柱面网壳（见图 10）

m 为母线方向的分段数, n 为圆弧的分段数, 为偶数, a 为母线的长度, r 为曲率半径, f 为矢高;

b. 双层

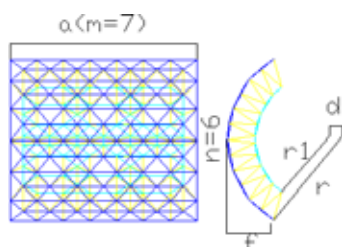


图 11

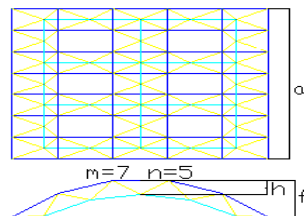


图 12

1. 抽空三角锥圆柱面网壳 (见图 11)

m 为上弦杆母线方向的分段数, 为奇数, n 为上弦杆圆弧的分段数, 为偶数, a 为上弦杆母线的长度, r 为上弦杆曲率半径, f 为上弦杆矢高, r_1 为下弦杆曲率半径, d 为上下弦杆圆心的高差, 当下弦杆圆心在上弦杆圆心上方, 则 d 为正, 当下弦杆圆心在上弦杆圆心下方时, d 为负, 如果上下弦杆为同心圆, 则 $d=0$;

2. 抽空正放四角锥圆柱面网壳 (见图 12)

参数意义同上, m, n 都为奇数;

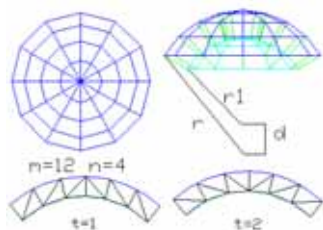


图 13

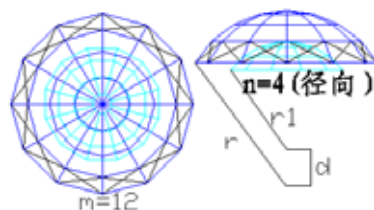


图 14

3. 肋环型交叉桁架球面网壳 (见图 13)

m 为把球面分成 m 个对称的扇形曲面, 为偶数, n 为上弦杆同心圆的个数, 其余参数 r, f, r_1, d 意义同上。根据腹杆布置不同, 又分为 $t=1, 2$ 两种;

4. 肋环型四角锥球面网壳 (见图 14)

参数意义同上;

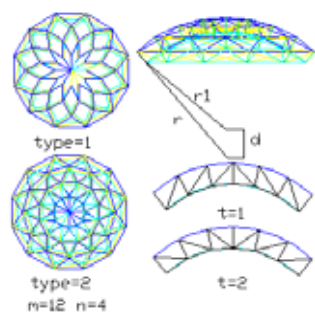


图 15

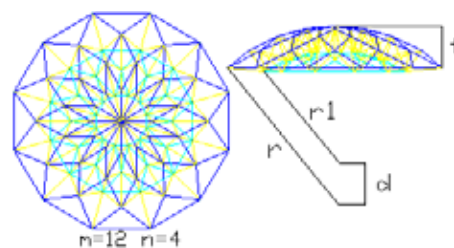


图 16

5. 联方型交叉桁架球面网壳（见图 15）

根据有无环杆分为两种类型，type=1 为环向无杆件，type=2 为有环杆，其余参数意义同上， m 为偶数。根据腹杆布置不同，又分为 $t=1, 2$ 两种；

6. 联方型四角锥球面网壳（见图 16）

参数意义同上；

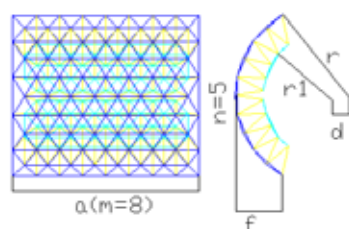


图 17

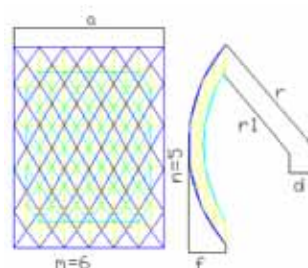


图 18

7. 三角锥圆柱面网壳（见图 17）

m 为上弦杆母线方向的分段数， n 为上弦杆圆弧的分段数，为奇数， a 为上弦杆母线的长度，其余参数意义同上；

8. 斜置正放四角锥圆柱面网壳（见图 18）

参数意义同上；

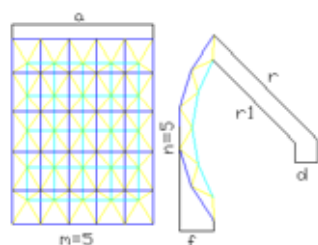


图 19

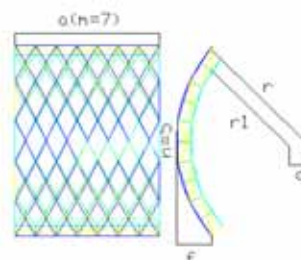


图 20

9. 正放四角锥圆柱面网壳（见图 19）

参数意义同上；

10. 正交斜放交叉桁架圆柱面网壳（见图 20）

参数意义同上；

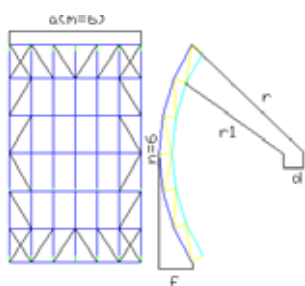


图 21

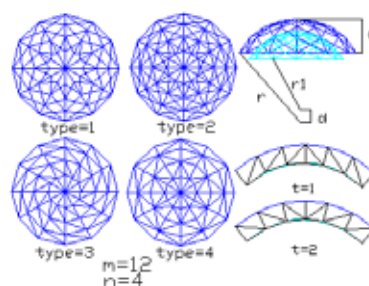


图 22

11. 正交正放交叉桁架圆柱面网壳（见图 21）

参数意义同上， m ， n 均为偶数；

12. 施威德勒型球面网壳（见图 22）

根据斜杆布置不同，又分为四种类型， $\text{type}=1$ 为无环杆的交叉斜杆， $\text{type}=2$ 为交叉斜杆， $\text{type}=3,4$ 为单斜杆。 m 为把球面分成 m 个对称的扇形曲面，为偶数， n 为上弦杆同心圆的个数，其余参数意义同上

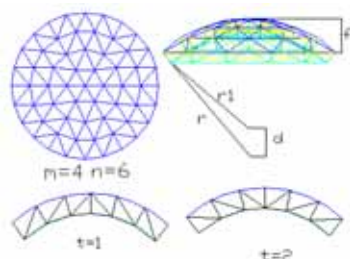


图 23

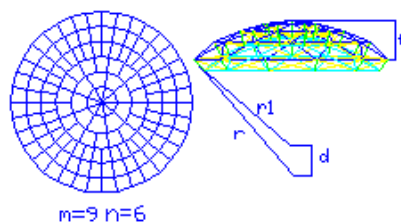


图 24

13. 凯威特型球面网壳（见图 23）

m 为上弦杆同心圆的个数， n 为把球面分为 n 个对称的扇形曲面，为偶数，其余参数意义同上；

14. 凯威特 A-6 型球面网壳（见图 24）

m 为把球面分成 m 个对称的扇形曲面，为奇数， n 为上弦杆同心圆的个数，其余参数意义同上。

10.1.1.3 节点自重

输入节点自重占杆件重的比例，在内力分析时用于考虑节点自重的影响。

节点自重

节点自重占杆件重比例%:

确 定
取 消

10.1.1.4 起坡

该命令用于将选中的节点按指定方向起坡。

按“起坡”菜单，选择起坡的节点，再点取基点，最后点取起坡方向，按鼠标右键结束此操作。

起坡前可先作一条辅助线，易于选取基点和起坡方向。

10.1.1.5 移动节点到直线或曲线上

该命令用于将选中的节点按指定方向移动到指定直线或曲线所代表的视平面上。

按了该命令后，首先选择直线、圆、椭圆、圆弧、SPLINE，然后选择要移动的节点，最后通过输入两个点来指定移动的方向。

10.1.1.6 沿径向移动节点到圆、椭圆上

该命令用于将选中的节点沿所选择圆或椭圆的径向移动到该圆或椭圆所代表的圆柱面或椭圆柱面上（圆或椭圆沿其所在平面的法向平移形成圆柱面或椭圆柱面）。

按了该命令后，首先选择圆或椭圆，然后选择要移动的节点即可。

10.1.2 杆件设计

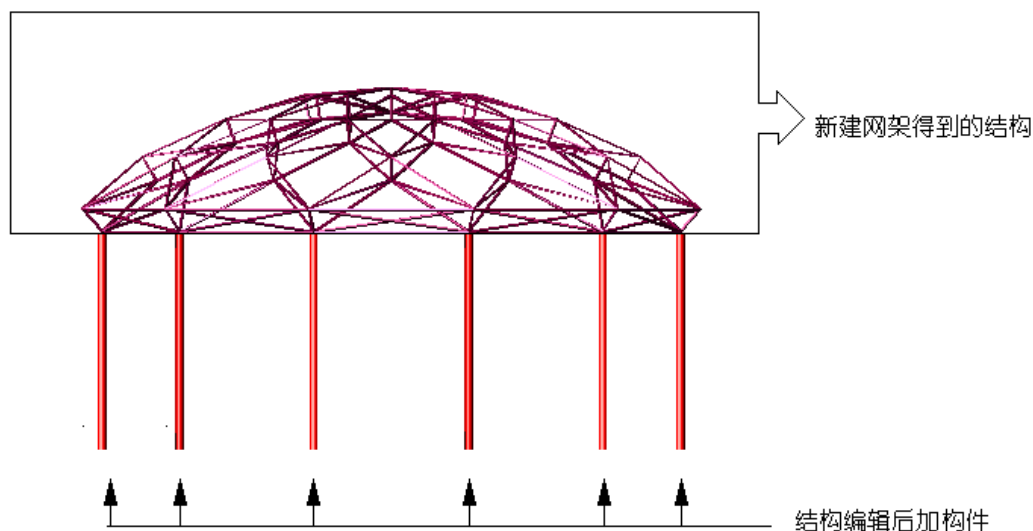
10.1.2.1 构件属性

1. 截面库

截面库中列出了热轧无缝钢管和电焊钢管的型号，最小截面尺寸为 48x3.5，这些型号是针对网架结构专门设定的；如果把菜单开关切换到非网架网壳菜单下，那么同样是钢管截面表，表中的截面类型会发生变化，最小截面尺寸为 32x2.5。

2. 定义截面

通过新建网架产生的网架结构的所有构件都是有钢管组成的，如果用户额外添加了新构件，就需要重新定义新增杆件的截面，如下图。



3. 定义材性

新建网架得到的结构默认的材料性质为 Q235 钢。

4. 定义方位

针对圆管截面，由于截面本身是轴对称的，K 节点只要不在杆件轴线及其延长线上即可，它可以为空间任何一点。比如一根沿 Z 方向的钢管杆件（圆柱），K 节点可以是 X 或 Y 无穷，结果都是相同的；但 Z 方向的杆件 K 节点不能是 Z 无穷。

5. 定义计算长度

网架本身的杆件软件会根据设计验算菜单下的验算参数选择中的节点类型自动选取（详见网架规范中杆件计算长度的取法），所以网架本身的杆件可以不定义计算长度系数，同时也可以直接定义所有杆件的计算长度系数为 1（焊接球节点的网架腹杆可以取 0.9，直接定义为 1 略为保守）；对于非网架构件，对没有定义计算长度的杆件一律按照框架计算长度的取法自动选取。

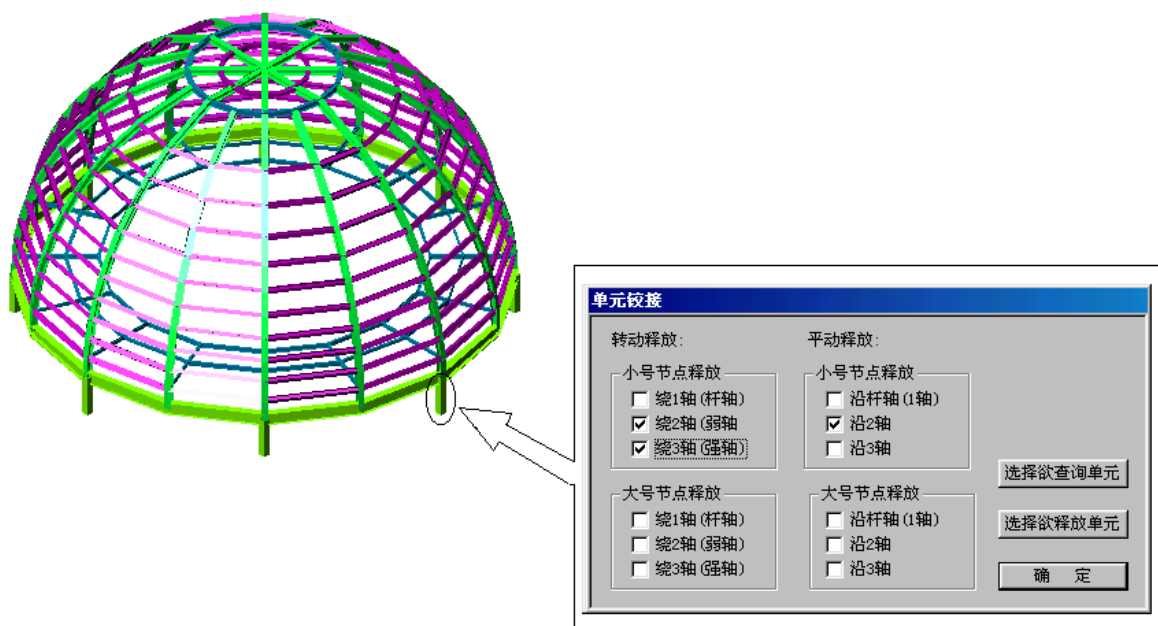
6. 定义层面

如果是通过新建网架菜单建立的网架模型，其杆件自动按照位置分为不同的弦杆类型：上弦杆件、下弦杆件、腹杆、竖杆、撑杆、中间弦杆、其他杆件七类。如果用户新添了杆件，那么可以使用本菜单中的弦杆类型进行定义；使用显示查询中的按层面显示菜单，选择按弦杆类型显示即可以显示出不同的杆件。

6. 支座边界

网架支座为铰接，即只约束 X、Y、Z 三个平动；对于存在强制位移的支座，先把位移方向的约束条件选择为支座位移，然后在相应的位移值框内添入位移值；对于可滑移支座，可滑移方向的平动应该是无约束的；如果允许方向不是正好沿 X 或 Y 或 Z 的方向（如下图），那么可以先把支座

刚接，然后使用杆件铰接命令把接地杆件下端相应的平动释放掉。



八个柱脚刚接，然后把八根落地柱的下端杆件铰接，这样的处理方法表示每个支座都是铰接的，并且沿径向可以自由滑移

7. 结构体系

当结构为纯网架时，结构体系为空间桁架；当出现非网架构件时，比如柱，一般选为空间框架后把网架构件的两端杆件铰接（绕 2、3 轴转动释放）。

10.1.2.2 荷载编辑

网架一般承受节点荷载，多数情况下可以使用杆件导荷载中的双向导到节点来得到节点荷载。

导荷载前可以先按层面中的弦杆显示，当屏幕中仅出现上弦时，输入屋面面荷载值；仅出现下弦杆时，输入吊挂荷载。

10.1.2.3 内力分析

网架杆件为只承受节点荷载的二力杆，软件把杆件本身的自重也作为节点荷载作用到两端节点上，内力分析的结果中杆件只有轴力而没有弯矩和剪力。

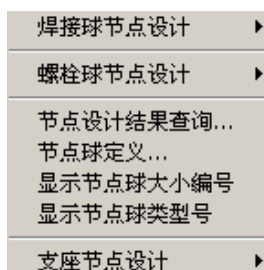
10.1.2.4 设计验算

直接套用网架设计规范，软件自动按照杆件的性质（弦杆还是腹杆）和节点类型计算每根网架杆件的计算长度，其中螺栓球节点取杆件的计算长度系数为：弦杆 1，腹杆 1；焊接球节点为：弦杆 0.9，腹杆 0.8；板件节点为：弦杆 1，腹杆 0.8；

软件对长细比限制为压杆 180，拉杆 250。

对于非网架构件，选用钢结构规范进行设计。

10.1.3 节点设计

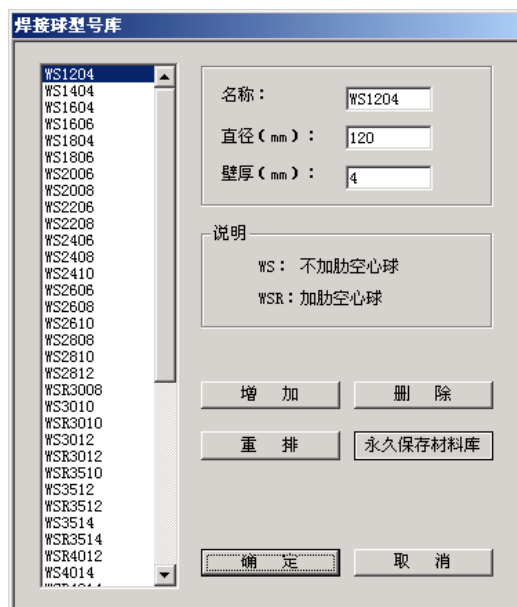


10.1.3.1 焊接球节点设计

1. 焊接球型号库

焊接球型号库中内置了常用的不加肋空心球和加肋空心球，用户可通过增加和删除对该库进行管理；当增加了新的球螺栓球时，点击“重排”按钮，软件根据球径和加肋情况自动进行重新排列。

当改变型号库后，点击“永久保存材料库”按钮，软件用改变后的材料库覆盖安装目录下的原有材料库，以后新建的工程将调用用户定义的材料库。用户可通过这种方式自定义材料库。



2. 焊接球节点设计

软件将所选网架杆件所连节点作为焊接空心球进行设计。杆件之间的最小允许间隙越大，设计出的球也越大。

焊接球节点设计

焊接球节点钢材强度设计值 (MPa)

角焊缝强度设计值 (MPa)

最小允许间隙 (mm) :

焊缝形式

适用规程 :

☒ 网架规程 (JGJ 7-91)

☐ 网壳规程 (JGJ 61-2003) ☐ 单层网壳

3. 设计结果查询

该项列出了设计结果：空心球的型号及角焊缝要求的高度。若焊缝形式是角焊缝，可手工改变焊缝的高度。

焊接球节点设计查询

序号	名称	数量	钢管名称	对应焊缝 (mm)
6	WS1806	5	热钢管40x3.5	设计满足
8	WS2008	4	热钢管50.5x4.0	设计满足
9	WS2206	5	热钢管75.5x3.75	设计满足
10	WS2208	4	热钢管114x4.0	设计满足
11	WS2406	2	热钢管121x4.0	设计满足
12	WS2408	4	热钢管114x5.0	设计满足
18	WS2610	4	热钢管80x3.5	设计满足
19	WS2812	4	热钢管100x4.5	设计满足
29	WS3014	4		
34	WS3016	4		

焊接球节点钢材强度设计值：215.00MPa
角焊缝强度设计值：160.00MPa
加载方式：静力或可移动力荷载
焊缝形式：对接焊缝

4. 节点球的定义

通过“查询...”按钮可以查询任意节点的空心球型号，即对话框右侧蓝条所指示的型号。使用“定义”按钮可以人为的指定该节点使用哪号球（若指定球小于软件设计出的球，则可能不满足强度或碰撞要求）。

定义焊接球

说明

WS：不加肋空心球
WSR：加肋空心球

5. 显示节点球大小编号

软件将所有空心球按直径和厚度进行了编号，可通过该菜单显示出来。同一个编号的球直径相同。焊接球的编号后加字符“'”以便和螺栓球区分。

10.1.3.2 螺栓球节点设计

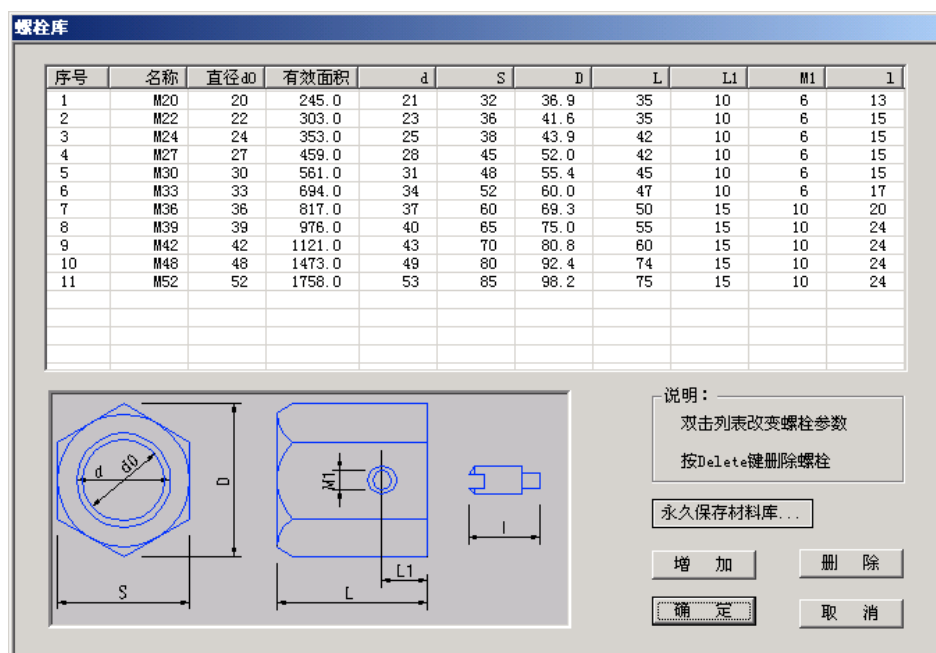
1. 螺栓球型号库

螺栓球型号库中内置了常用的螺栓球，用户可通过增加和删除对该库进行管理；当增加了新的球型号时，软件能根据球径自动进行重新排列。



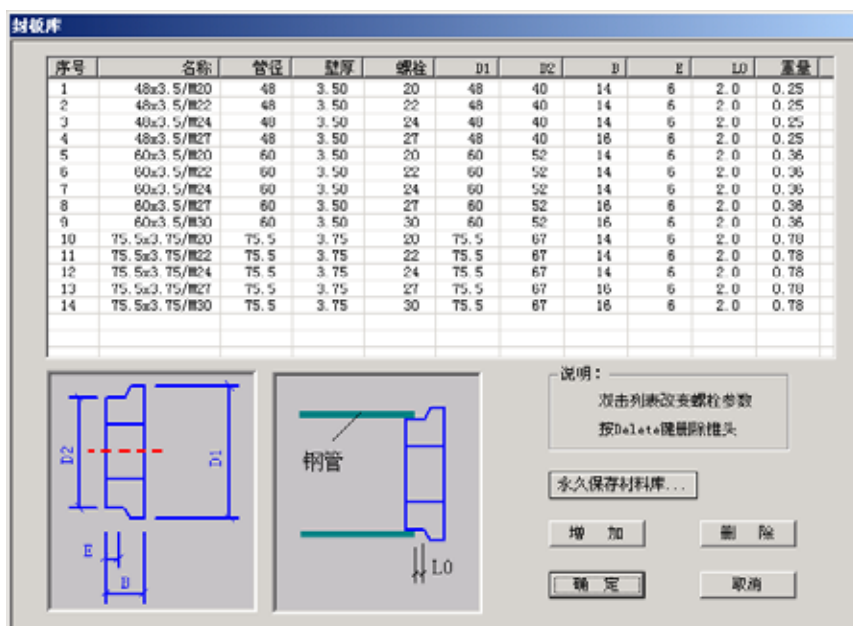
2. 螺栓库

列出了螺栓对应的套筒及螺钉，用户可通过增加和删除对该库进行管理，软件将自动按型号重新排列。



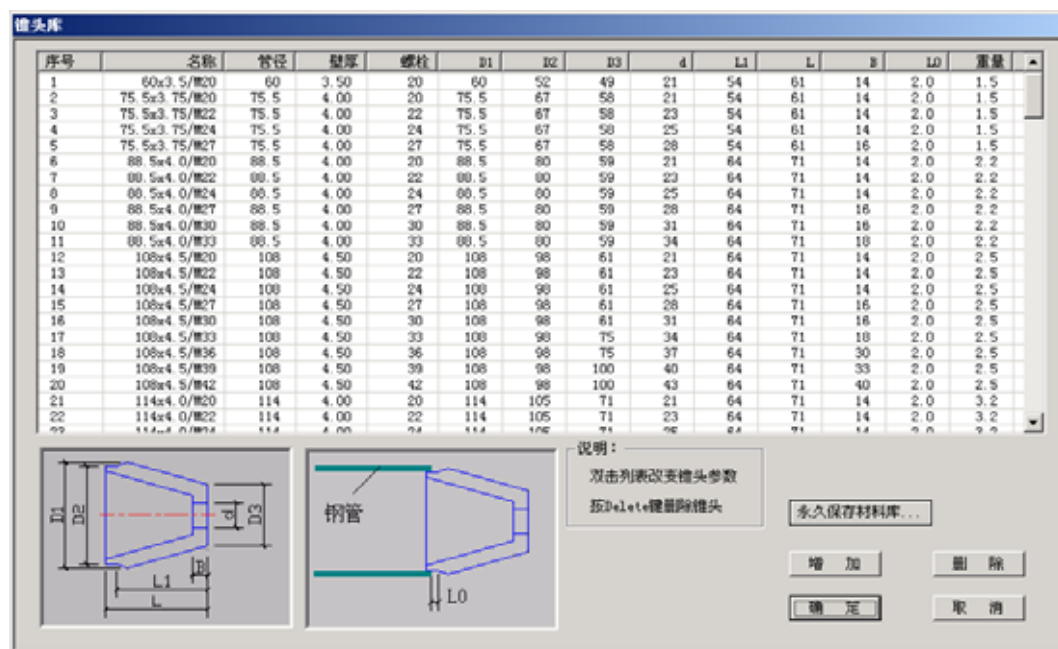
3. 封板库

列出了各钢管及螺栓对应的封板尺寸，用户可通过增加和删除对该库进行管理，软件将自动按型号重新排列。



4. 锥头库

列出了各钢管及螺栓对应的锥头尺寸，用户可通过增加和删除对该库进行管理，软件将自动按型号重新排列。点击“永久保存材料库”按钮，软件用改变后的锥头库覆盖安装目录下的原有锥头库，以后新建的工程将调用用户定义的锥头库。



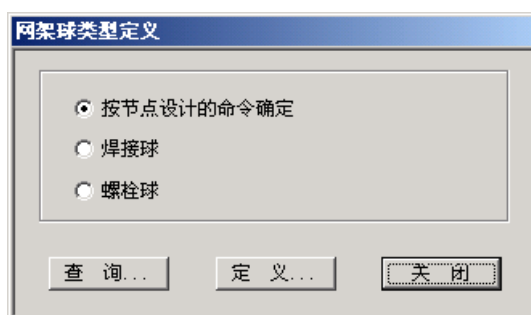
5. 定义与显示球基准孔方向

软件默认基准孔方向为Z正向。用户可通过选择数值输入方向矢量或在屏幕上指定方向矢量的方法人为确定每个球基准孔方向，并通过显示进行直观的观察；特殊的曲面，如圆柱面和球面可以按

提示直接指定。

6. 定义部分焊接球

如果网架中既有螺栓球也有焊接球，可以通过该命令将部分节点定义为焊接球。通常情况下将所有的球节点都定义为“按节点设计的命令确定”（软件默认），这时，若按“螺栓球节点设计...”命令，软件将所选网架杆件所连节点作为螺栓球进行设计；若按“焊接球节点设计...”命令，软件将所选网架杆件所连节点作为焊接球进行设计。如果将部分节点定义为焊接球，同时调用“螺栓球节点设计...”命令，则所定义的节点按焊接球设计，其它节点按螺栓球设计。



7. 显示球类型

显示网架节点球的类型（0 表示按节点设计的命令确定；1 表示焊接球；2 表示螺栓球）。

8. 螺栓球设计

软件对所选网架杆件所连节点进行球节点设计。将节点球类型为 0 和 2 的节点按螺栓球设计，将节点球类型为 1 的节点按焊接球设计。

如果在“螺栓球直径超过截面库范围时用焊接球代替”按钮前打勾，当某些节点按螺栓球设计所需的螺栓球太大（如球径大于 300），截面库中没有时，软件自动将这些节点按焊接球设计。

如果在“同一截面的杆件选用的螺栓归并为一种”按钮前打勾，则同一种截面的杆件将选用相同的螺栓，螺栓的大小由内力最大的杆件确定。

杆件之间的最小允许间隙越大，设计出的球也越大。

螺栓球设计

高强度螺栓强度设计值 (MPa) : 430

封板或锥头钢材强度设计值 (MPa) : 215

套筒钢材强度设计值 (MPa) : 215

最小允许间隙 (mm) : 10

连接方式 : 螺钉

☒ 同一球上切削量相同

☐ 螺栓球直径超过截面库范围时用焊接球代替

☐ 同一种截面的杆件选用的螺栓归并为一种

适用规程

☒ 网架规程 (JGJ 7-91)

☐ 网壳规程 (JGJ 61-2003)

设计 取消

9. 设计结果查询

该项列出了设计结果：即螺栓球的型号、对应的封板或锥头的型号。封板和锥头尺寸可人工修改。

螺栓球节点设计查询

钢管名称	对应螺栓	封板D1	封板D2	封板L	封板L1	封板L2	锥头D1	锥头D2	锥头D3	锥头L	锥头L1	锥头L2
热钢管48x3.5	M20	40.0	40.0	14.0	8.0	21.0	---	---	---	---	---	---
热钢管60x3.5	M20	60.0	52.0	14.0	8.0	21.0	---	---	---	---	---	---
热钢管75.5x3.75	M20	---	---	---	---	---	75.5	67.0	58.0	21.0	14.0	61.0
热钢管75.5x3.75	M22	---	---	---	---	---	75.5	67.0	58.0	23.0	14.0	61.0
热钢管88.5x4.0	M20	---	---	---	---	---	88.5	79.5	59.0	21.0	14.0	71.0
热钢管88.5x4.0	M22	---	---	---	---	---	88.5	79.5	59.0	23.0	14.0	71.0
热钢管114x4.0	M27	---	---	---	---	---	114.0	105.0	71.0	28.0	16.0	71.0
热钢管114x4.0	M30	---	---	---	---	---	114.0	105.0	71.0	31.0	16.0	71.0
热钢管114x4.0	M33	---	---	---	---	---	114.0	105.0	71.0	34.0	16.0	71.0
热钢管108x4.5	M27	---	---	---	---	---	108.0	98.0	61.0	28.0	16.0	71.0
热钢管108x4.5	M30	---	---	---	---	---	108.0	98.0	61.0	31.0	16.0	71.0
热钢管108x4.5	M33	---	---	---	---	---	108.0	98.0	75.0	34.0	16.0	71.0
热钢管121x4.0	M48	---	---	---	---	---	121.0	112.0	100.0	49.0	40.0	91.0
热钢管114x5.0	M32	---	---	---	---	---	114.0	103.0	100.0	53.0	35.0	71.0

序号	名称	数量
1	KS100	2
3	KS120	3
4	KS130	6
5	KS150	14
7	KS200	16

锥头 封板

高强度螺栓设计值：430.00MPa
 套筒钢材强度设计值：215.00MPa
 封板或锥头钢材强度设计值：215.00MPa
 连接方式：螺钉

修改封板或锥头

确定 取消

10. 节点球的定义

通过“查询...”按钮可以查询任意节点的螺栓球型号，即对话框右侧蓝条所指示的型号。使用“定义”按钮可以人为指定该节点使用哪号球（若指定球小于软件设计出的球，则可能不满足强度或碰撞要求）。



11. 显示节点球大小编号

软件将所有节点球按直径进行了编号，可通过该菜单显示出来；同个编号的球直径相同。

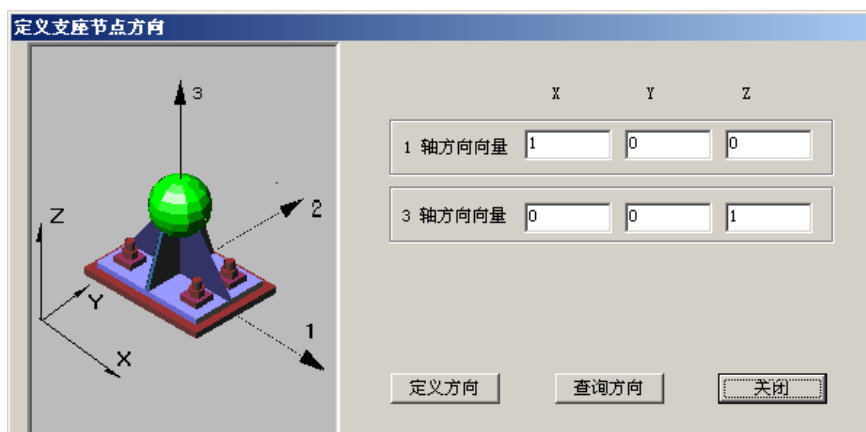
12. 显示节点球类型号

软件将所有螺栓球按直径、开孔位置、基准孔方向及孔径进行了分类，可通过菜单将分类号显示出来；同一个编号的球加工完全一样。

10.1.3.3 支座节点设计

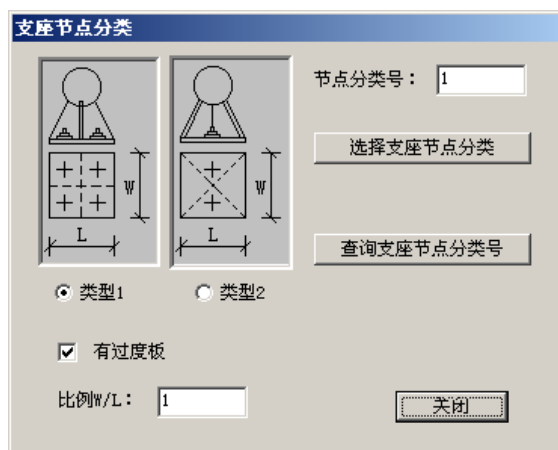
1. 定义支座方向

支座局部坐标系 1-2-3 根据右手螺旋得到，具体规定如右图。该菜单使用户可以通过指定局部坐标系在整体坐标系下的位置来指定每个支座的空間放置方向，指定 1-2-3 坐标在整体坐标系下的位置是通过输入 1 和 3 轴的空间矢量 X-Y-Z 来实现的。下图数值表示局部坐标与整体坐标重合。



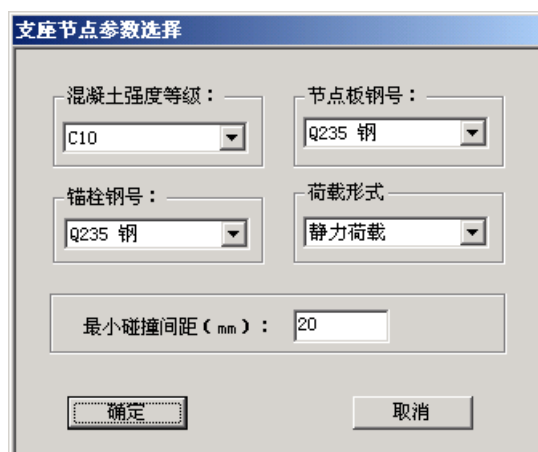
2. 支座分类

选择同一类型的支座节点，输入支座节点分类号，指定对应的支座类型，那么所选择的那些支座的形式和尺寸相同，即同一分类号下的支座形式及尺寸相同，对于受力特性差别比较大的支座可编成不同的分类号以得到不同尺寸的支座。



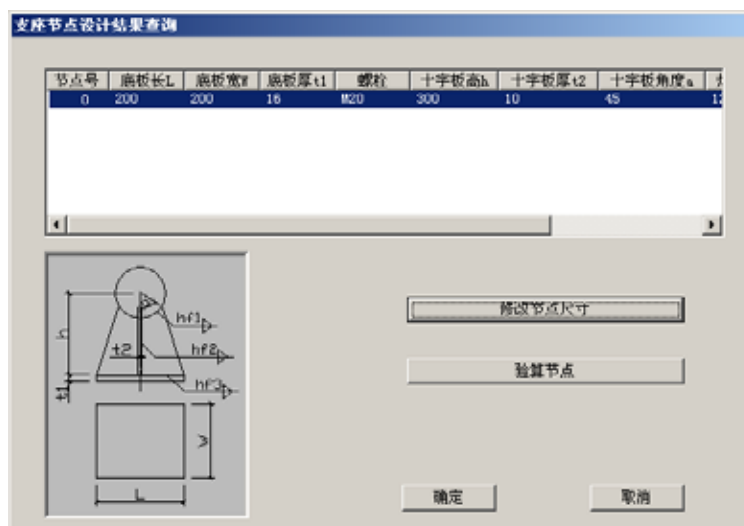
3. 支座设计

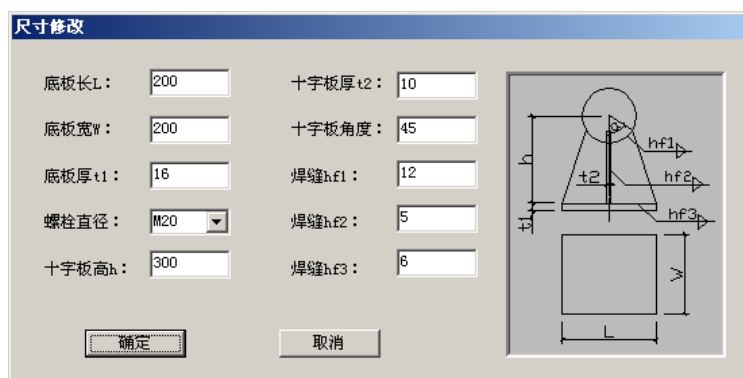
对支座的板件和焊缝进行设计。



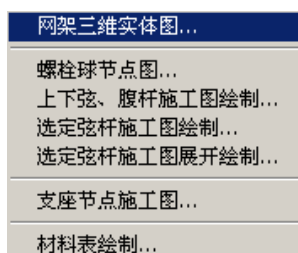
4. 支座修改

可以通过该菜单查询和修改支座的设计结果；双击对话框上方的支座编号栏或选中支座编号栏后点击“修改节点尺寸”按钮来查询并修改支座板件和螺栓的尺寸；经过修改后的支座节点可使用验算节点来校核修改后的支座是否满足要求。





10.1.4 施工图



1. 三维实体图

可以选择一个构件或一个节点单独显示，也可指定一批对象进行显示；显示的实体图可以通过 Autocad 中的 Shade 和 3D Orbit 来观察；如果没有进行支座设计，那么支座处的板件将不能显示；通过取消附加信息显示来恢复有限元模型图。

2. 螺栓球加工图

绘制所设计部分的螺栓球加工图，该命令只能用于螺栓球节点。

3. 上下弦、腹杆施工图绘制

根据所设计网架杆件的属性（上弦杆、下弦杆、腹杆）绘制整体布置图及编号图。

4. 选定投影方向施工图绘制

根据指定的投影方向绘制所设计网架部分的布置图及编号图；指定投影方向有两个方法：键入 P 可以在屏幕上点取方向矢量，或者手工输入 X-Y-Z 来定义空间方向矢量。

5. 施工图展开绘制

它的作用和上面两个菜单的功能相似，只是对于空间曲面形体，用一个方向的投影表示构件布置图会由于构件的重叠而无法辨认，展开图可以将构件位置展开以便观察。

6. 支座节点施工图

绘制各类型的支座节点施工图。

7. 材料表绘制

材料表统计仅包含所设计的网架部分，节点设计中未选中的部分不进行统计。

10.2 例题

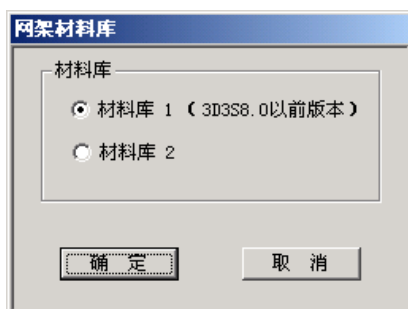
下面举两个简单的例子说明网架结构功能模块的使用。声明该例题仅用于软件功能的演示，采用例题中定义的数据，本使用手册不负责任。

10.2.1 螺栓球网架

1. 选择材料库

运行结构编辑->网架材料库。

选择材料库 1，按确定后软件将材料库 1 读入当前工程。

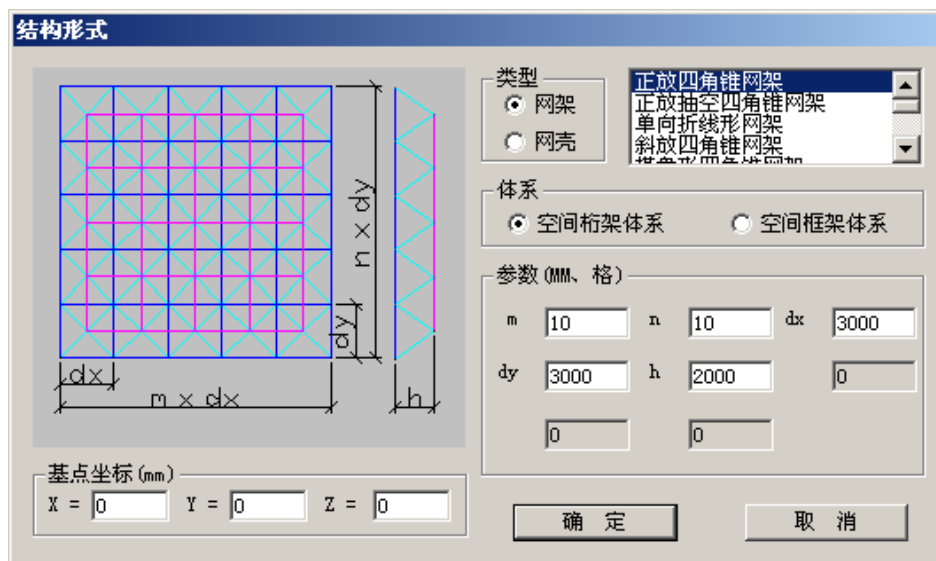


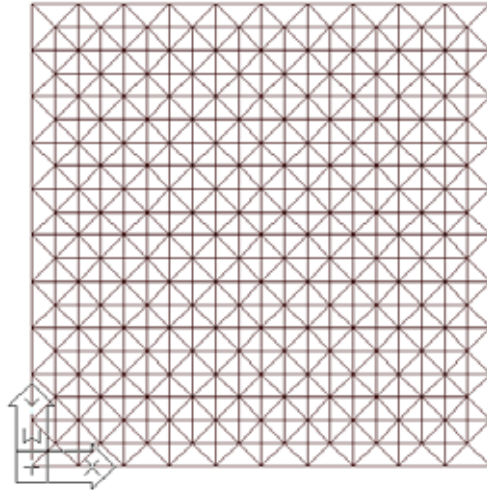
2. 添入建模数据

运行结构编辑->新建网架网壳。

新建一 10x10 的正放四角锥网架，网格尺寸 3m，网架高度 2m。

按“新建网架网壳”菜单，弹出如下对话框，选择正放四角锥网架，如图添入相应参数，按确定后屏幕显示建模图形。

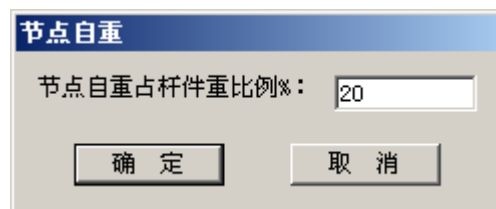




3. 输入节点自重

运行**结构编辑->节点自重**。

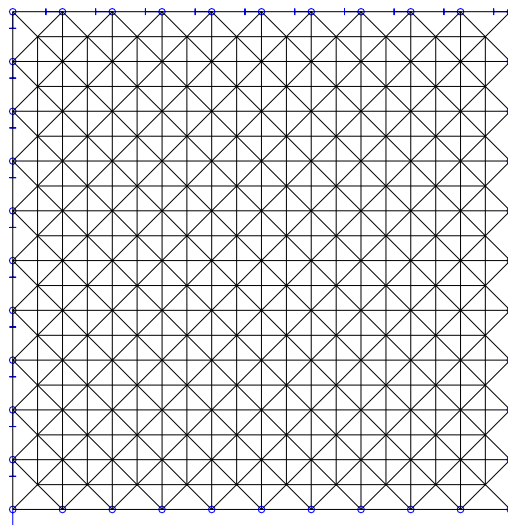
本例题将节点自重占杆件重的比例输为 20%，如下对话框。



4. 定义边界

运行**构件属性->支座边界**。

定义上弦周边支撑，左边界 Y 和 Z 向刚性约束，上边界 X 和 Z 向刚性约束，右边界和下边界 Z 向刚性约束。完成后显示支座边界如下图。



5. 施加荷载

运行**结构编辑->施加杆件导荷载**。

将恒载、活载、风载分别输入为 0.3kN/m^2 、 0.5kN/m^2 、 0.5kN/m^2 ，均以“双向导到节点”方式导到网架上弦。见如下对话框。

施加导荷载

序号	恒活风	工况	荷载均布值/风压值	导荷方式
1	恒	0	0.300	双向导到节点
2	活	1	0.500	双向导到节点
3	风	2	0.500	双向导到节点
...

双击列表来增加、修改荷载 按DEL键删除荷载 (共有220根杆件参加导荷)

导荷载空间多边形形状控制参数(mm):

运行结构编辑->自动导荷载。

6. 内力分析

运行内力分析->按工况和效应组合计算。

7. 选择规范

运行设计验算->选择规范。

选择“网架规范”。

8. 截面优选

运行设计验算->单元验算。

选择截面优选，下限输入0，上限输入1，按“验算”按钮后进行截面优选。

验算类型

允许应力比: 下限 上限

☐ 校核

☐ 截面放大

☒ 截面优选

☐ 截面优化

☐ 统计构件用钢量

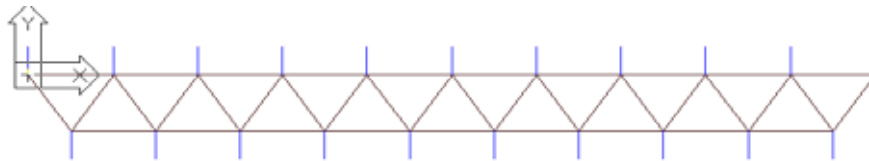
☐ 有侧移结构

9. 定义基准孔方向

运行节点设计->螺栓球节点设计->定义螺栓球基准孔方向。

因软件默认基准孔方向均为Z正向，故上弦节点基准孔方向无须改变，只需改变下弦节点。过程如下：将当前视图变为Front View，点击该菜单，选择所有下弦节点，Command 命令行提示选择

曲面类型，回车默认平面类型，再回车默认方向矢量 $\langle 0, 0, -1 \rangle$ ，即 Z 负向，操作完成。用“显示螺栓球基准孔方向”命令可显示基准孔方向如下图。



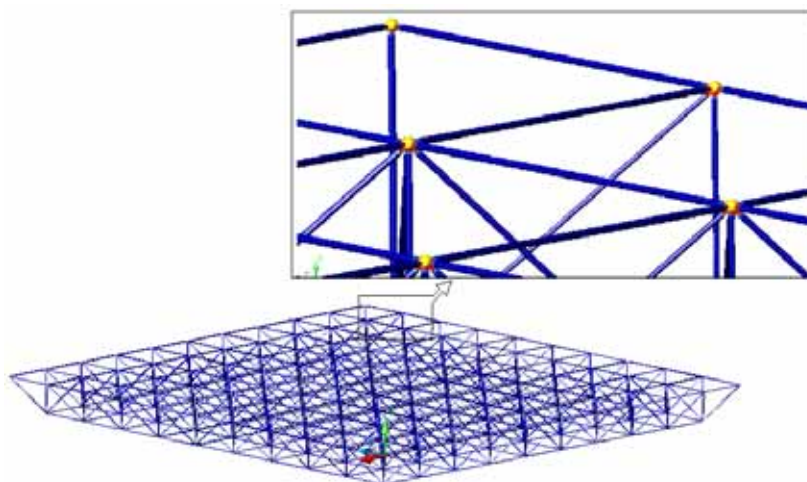
10. 螺栓球节点设计

运行节点设计->螺栓球节点设计->螺栓球节点设计。

选择全部网架杆件，弹出如下对话框，按“设计”按钮后进行螺栓球节点设计，完成后可查看设计结果。

螺栓球设计	
高强度螺栓强度设计值 (MPa) :	430
封板或锥头钢材强度设计值 (MPa) :	215
套筒钢材强度设计值 (MPa) :	215
最小允许间隙 (mm) :	10
连接方式 :	螺钉
<input checked="" type="checkbox"/> 同一球上切削量相同	
<input type="checkbox"/> 螺栓球直径超过截面库范围时用焊接球代替	
<input type="checkbox"/> 同一种截面的杆件选用的螺栓归并为一种	
适用规程	
<input checked="" type="radio"/> 网架规程 (JGJ 7-91)	
<input type="radio"/> 网壳规程 (JGJ 61-2003)	
<input type="button" value="设计"/> <input type="button" value="取消"/>	

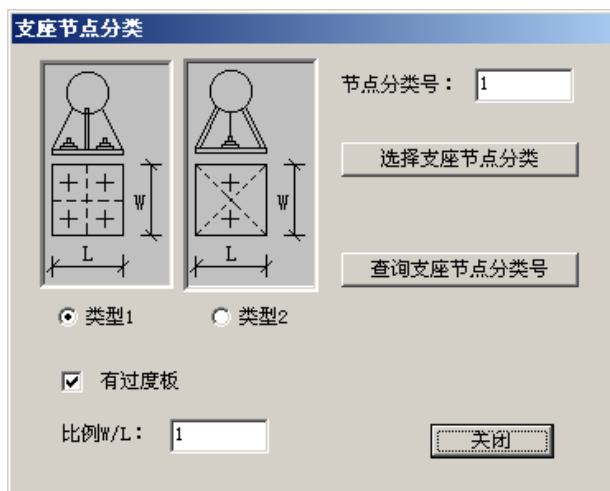
11. 显示网架三维实体图



12. 支座节点分类

运行节点设计->支座节点设计->支座节点分类。

将所有的支座节点均定义为类型1，节点分类号定为1，如下图。



13. 支座节点设计

运行节点设计->支座节点设计->支座节点设计。

设计完成后可查看设计结果，也可修改设计结果重新验算。



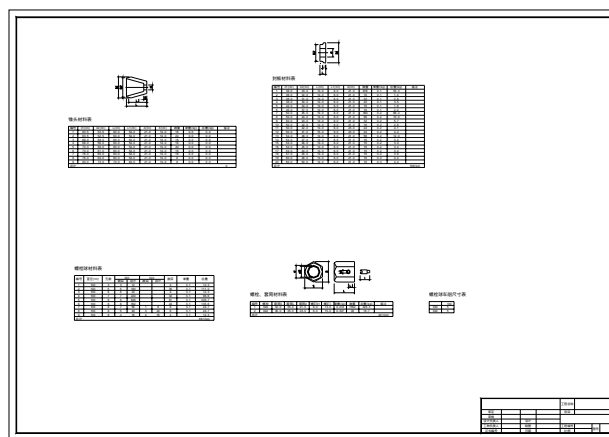
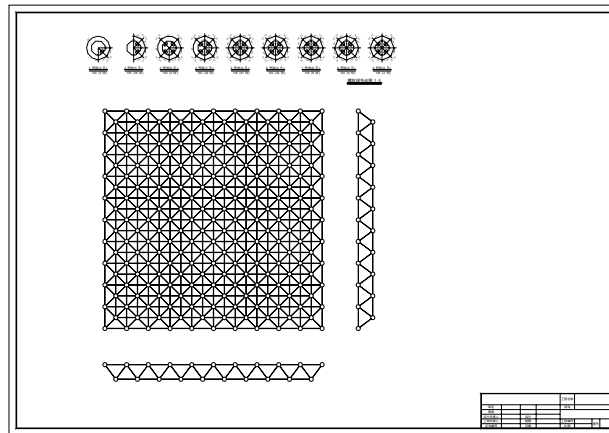
14. 绘制施工图

运行施工图->螺栓球加工图。按提示操作将图形保存成一文件中。

运行施工图->上下弦、腹杆图施工图绘制。按提示操作将图形保存成一文件中。

运行施工图->材料表绘制。按提示操作将图形保存成一文件中。

运行施工图->支座节点施工图。按提示操作将图形保存成一文件中。



10.2.2 焊接球网架

节点设计前的步骤同螺栓球网架。以下步骤从焊接球节点设计开始。

1. 焊接球节点设计

运行节点设计->焊接球节点设计->焊接球节点设计。

选择网架杆件，弹出如下对话框，按“设计”按钮后进行焊接球节点设计，完成后可查看设计结果。

焊接球节点设计

焊接球节点钢材强度设计值 (MPa)

角焊缝强度设计值 (MPa)

最小允许间隙 (mm) :

焊缝形式

适用规程 :

☒ 网架规程 (JGJ 7-91)

☐ 网壳规程 (JGJ 61-2003) ☐ 单层网壳

2. 支座节点分类及设计

同螺栓球网架。

3. 绘制施工图

运行**施工图**->上下弦、腹杆图**施工图**绘制。按提示操作将图形保存到一文件中。

运行**施工图**->材料表绘制。按提示操作将图形保存到一文件中。

运行**施工图**->支座节点**施工图**。按提示操作将图形保存到一文件中。

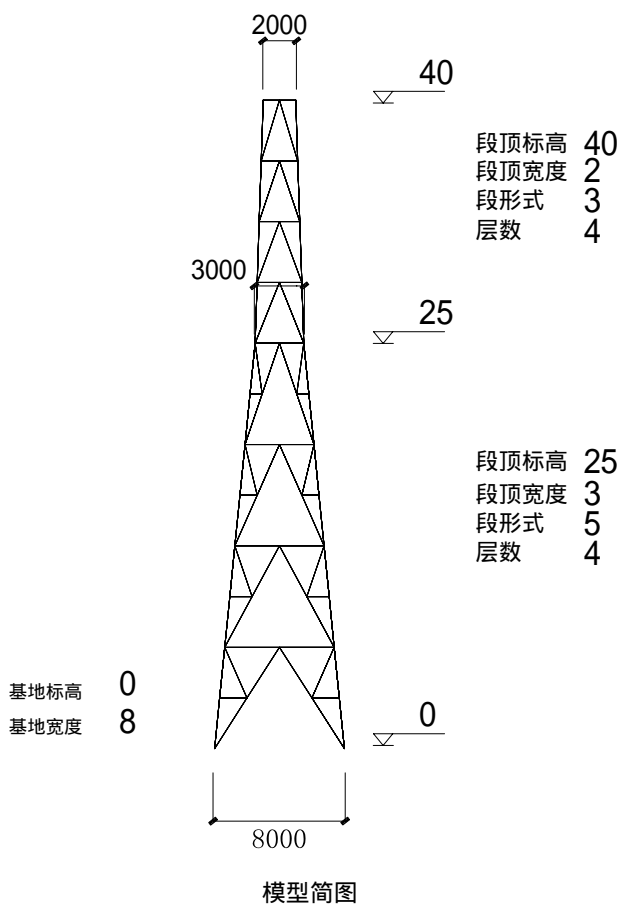
焊接球节点没有球节点施工图。

更详细的例题演示，请参看安装光盘中的网架演示部分

第十一章 塔架功能模块使用说明

11.1 塔架功能模块菜单功能文字说明

11.1.1 结构编辑



11.1.1.1 塔架模型库

1、添加塔架模型

首先在 AutoCAD 中用直线画一外形为等边梯形的塔架模型,然后按此命令,选择先前所画直线模型,即将该用户自定义的模型添加到了塔架模型库。也可先用“删除塔架模型”命令,调出已有模型,对已有模型进行修改,再选择修改后的模型添加到模型库(注:塔架模型的杆件之间按等分原则划分)。

2、删除塔架模型

按此命令后视图屏幕出现塔架模型库中的所有模型，输入要删除的塔架模型序号，即将该模型从模型库中删除。

3、添加横隔模型

首先在 AutoCAD 中用直线画一外形为正方形的横隔模型，然后按此命令，选择先前所画直线模型，即将该用户自定义的模型添加到了横隔模型库。也可先用“删除横隔模型”命令，调出已有模型，对已有模型进行修改，再选择修改后的模型添加到模型库。

4、删除横隔模型

按此命令后视图屏幕出现横隔模型库中的所有模型，输入要删除的横隔模型序号，即将该模型从模型库中删除。

11.1.1.2 塔架生成向导

按此命令后弹出对话框，同时在视图屏幕显示出塔架模型库（黄色）和横隔模型库（红色），对话框内段形式即指塔架模型序号，横隔形式即指横隔模型序号，按要求输入数据后，按“确定”键即生成塔架模型。上一页模型简图中的模型按照所列数据建模。

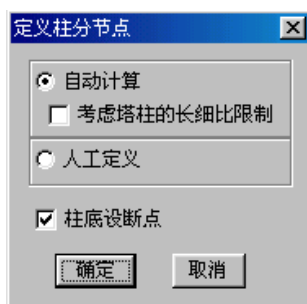
塔架自动生成的模型默认为角钢截面或钢管塔，结构体系为空间框架，即节点刚接，但除主材外的非连通付材默认为杆件铰接（可通过显示杆件铰接观察），这样既让结构为几何不可变，又符合实际情况。

11.1.1.2 节点设计

本节点设计适用于正四边形的全角钢或任意正多边形的全钢管塔，横隔及手工添加的杆件不参与节点设计。

11.1.2.1 定义柱分节点

定义柱分节点命令显示如下对话框。



塔柱一般不可能是一根通长的角钢或钢管，所以必须把塔柱分成若干节。软件定义柱分节点采用两种方法：

自动计算：规定每节塔柱长度不大于 10m，若选中考虑塔柱的长细比限制复选框，则还规定每节塔柱的长细比不超过 400，这是为了防止杆件在运输和吊装过程中不出现过大的弯曲。此外在塔柱变坡处自动设一分节点；

人工定义：没有长度限制，只需按提示先输入塔柱的分段数，然后自下而上沿任一根塔柱用鼠标选取所希望的分节点；

柱底设断点：表示是否要求为了安装方便在柱底设一分节点。分节点的实际位置定在所定义的柱分节点上方 500mm 处。

11.1.2.2 节点设计

针对角钢塔和钢管塔的塔身节点进行设计计算。

选择节点设计后，使用窗口选择在塔架模型中选择需要设计的节点（通常是全选），按右键完成选择，选择普通螺栓等级后按设计钮，软件提示设计完成。节点设计结果文件保存在 User 子目录下工程名.TJXT 的文件中。

11.1.2.3 柱脚计算

软件自动对柱脚约束点进行设计，不需要用户选择，提示设计完成后退出。

11.1.2.4 基础设计

基础设计命令显示如下对话框。

该对话框用于配置基础设计参数，包含以下主要区域：

- 方形基础顶面尺寸：**显示基础顶面尺寸示意图，标注有 w_1 , w , w_2 和 b 。
- 设计参数：**
 - 基础埋深 [mm]: 1500
 - 地基承载力标准值 [kN/m²]: 200
 - 柱脚底宽 w [mm]: 500
 - 边缘宽度 w_1 [mm]: 150
 - 混凝土垫层厚度 [mm]: 100
 - 混凝土标号: C20
 - 主筋型号: 一级钢筋
 - 箍筋型号: 一级钢筋
 - 基础以上土的重度 [kN/m³]: 20
 - 基础以下土的重度 [kN/m³]: 20
 - 基础下土的类型: 淤泥和淤泥质土
 - ☐ 允许部分脱开基础
 - ☐ 考虑 C30 二次浇筑层: 浇筑层厚度 [mm]: 100
 - ☐ 考虑地震作用: 地基土抗震承载力调整系数: 1
- 某种组合下的支座反力 [kN]:**
 - 荷载组合号: 1
 - 上拉力: 轴向力: 0, x向水平力: 0, y向水平力: 0
 - 下压力: 轴向力: 8500, x向水平力: 0, y向水平力: 0
- 地基钢筋直径 [mm]:** 12
- 验算相关参数:**
 - 地基土的类型: 粘性土 (坚硬)
 - 基础底面对地基的摩擦系数: 0.35
 - ☐ 考虑抗拔验算: 抗拔计算方法: 抗拔角: 土体计算容重 [kN/m³]: 无因次系数 A1: 无因次系数 A2: 临界深度 [mm]: 土体饱和状态下的凝聚力 [kN/m²]:
- 设计荷载组合选择:**
 - 地基验算组合号: 1
 - 抗拔验算组合号: 1
 - 配筋计算组合号: 1
- 基础底面尺寸:**
 - 初定基础底面尺寸: 基础底宽 b [mm]: 5000
 - 按钮: 验算, 关闭

11.1.2.5 写计算书

针对塔架的特点，专门提供了塔架计算书一栏，计算书中列出了塔架节点和构件的设计结果；同时在设计验算菜单下同样提供了写计算书命令，该计算书的格式是针对空间任意结构的，用户同样可以作为参考。

11.1.3 施工图

11.1.3.1 显示结构图

显示结构图命令将依据当前的结构计算模型生成用于塔架后处理的实体模型，转换完成后实体模型将保存为一个新的 dwg 文件，以下的大部分命令都在这个实体模型上执行。在实体模型上执行的命令有部分显示，部分隐藏，全部显示，简化显示，实体显示，层面显示，修改板件螺栓群，修改板件，修改锚栓群，法兰修改，绘制节点图，绘制立面图。而绘制轴线段图和绘制基础图则是在结构计算模型上执行。

11.1.3.2 层面显示

层面显示命令将只显示默认的一个面的实体，在绘制节点图时，只取该面上的实体进行投影绘制，而与其他面上的实体无关。修改时可只对该面上的实体进行修改。

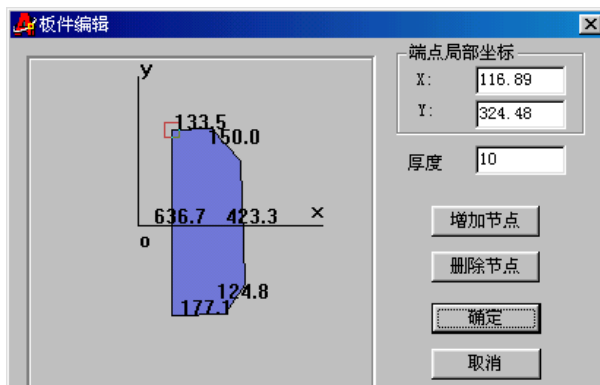
11.1.3.3 修改板件螺栓群

修改板件螺栓群命令先提示用户选择要修改的板件螺栓群，然后显示如下对话框。此命令主要用于修改角钢塔中横、斜杆节点处的螺栓群，并对修改后的螺栓群按该螺栓群所受实际剪力进行抗剪强度验算。



11.1.3.4 修改板件

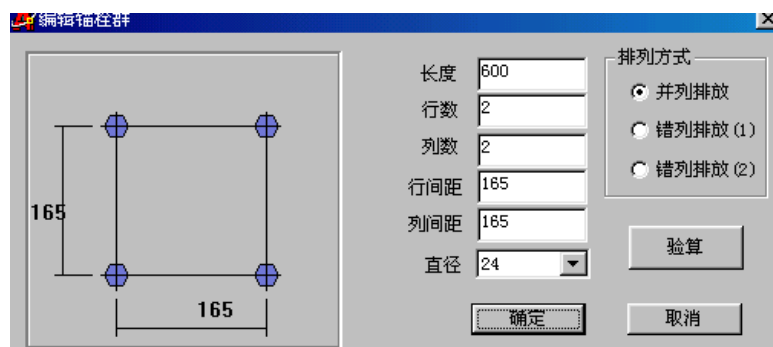
修改板件命令先提示用户选择要修改的板件，然后显示如下对话框。此命令主要用于修改节点板尺寸。



对话框中显示的板件为所选择节点板的示意图及每条边的边长。示意图中的红色小方框表示当前点，端点局部坐标反映的是当前点的局部坐标值，通过修改局部坐标值可以移动当前点的位置。要改变当前点，可在示意图上单击对应的顶点。单击增加节点按钮可在当前点和下一个顶点之间插入一个中点，单击删除节点按钮则删除当前点。各节点板的局部坐标系依节点处各杆件轴线而定，具体为原点为各杆件轴线交点，对于 K 形一类的节点，y 轴为弦杆轴线，x 轴与 y 轴垂直；对于 X 形节点，x 轴竖直向上，y 轴水平向左。

11.1.3.5 修改锚栓群

修改锚栓群命令先提示用户选择要修改的锚栓群，然后显示如下对话框。此命令主要用于修改角钢塔中柱脚处的锚栓群，并对修改后的锚栓群进行抗拉强度验算。



11.1.3.6 法兰修改

法兰修改用于钢管塔，包括修改法兰底板、法兰螺栓、法兰肋板、法兰锚栓。命令先提示用户选择要修改的对象，然后显示显示相应的修改对话框

11.1.3.7 绘制施工图

绘制施工图命令需在后处理实体模型中操作。点击此命令弹出施工图绘制对话框，在图名列表中选中需要绘制在同一张图纸上的图名称，单击绘制按钮，弹出图面布置对话框，可在对话框中修

改图纸大小、图块位置、比例和字体高度（单击右键修改），按确定按钮后即可将施工图保存为 dwg 文件。



11.1.3.8 绘制基础图

绘制基础图命令将绘制塔架基础图，此命令需在结构计算模型上执行，而不是在实体模型上执行。

11.2 塔架设计模块的操作及原理

塔架生成向导得到的结构由全角钢或全圆钢管组成；各类平截面的塔架均可以进行内力分析和杆件设计，正方形平截面的全角钢塔可以进行节点设计，全圆钢管的节点设计则可以适用于任何平截面形状。

11.2.1 塔架模型生成

通过生成向导得到的塔架模型软件能根据构件所在的位置自动完成如下定义：

把相关构件设置为**成组验算**（定义截面菜单中）；通过设置**成组验算**可以保证对称位置的构件在截面优选中始终保证同一种截面尺寸；

设置构件所在的**层面号**，把塔身分分为塔柱、横格、斜杆三部分，即 1, 2, 3 层面号；可以通过**显示层面**进行观察；

定义了**竖轴线号**和**横轴线号**，这里的横竖轴线的概念和轴线定位的概念已经不同，仅是软件用来把空间复杂的杆件分开显示以达到比较容易观察和操作的目的；横轴线 1 显示了单面塔身，竖轴线 A 显示了相邻的两面塔身；



根据杆件的位置完成了**杆件铰接**（边界菜单中）的定义，如右图，可以通过**显示杆件铰接**观察；塔柱被认为是一整根连续的刚性连接的杆件；斜杆和横格在和其他杆件相连处是铰接；由于把整个塔架作为空间桁架进行计算前通常需要添加额外的支承或虚杆以保证塔架在整个空间内是几何不可变的，软件则省略了这部工作，把塔架整体作为半刚接半铰接体系，这样得到的模型不但利于计算，而且和实际情况更加相符；

材料性质为 Q235；截面默认为截面表中的最小值；方位完成自动定义。

11.2.2 杆件设计

塔架的荷载以风荷载为主，可以利用**荷载-添加风荷载-导荷载参数**来进行风荷载的自动确定。在输入导风荷载参数时，选择**直接作用于杆件**项；参看高耸结构规范，正确输入体型系数及风振系数（其中风振系数软件可以根据基本周期值自动换算，但必须事前进行地震计算，而体型系数必须根据规范输入）；通过荷载作用方向矢量确定风荷载方向，例如沿 X 负方向作用的风的作用矢量就添入(X=-1,Y=0)。

在完成了荷载输入及内力分析后，可以进行杆件验算中的截面优选。软件能根据构件的内力在截面表中自动挑选出满足强度稳定要求的截面，由于通过生成向导得到的模型对称杆件和连续杆件自动被设置为**成组验算**，所以在优选后可以看到对称及连续的杆件截面是一样的（通过截面的颜色可以观察到）。

优选是以杆件的内力和长细比为前提，所以当柱自由长度较小而上柱自由长度较大时，可能是长细比起控制作用，优选的结果会出现下柱截面小于上柱的情况；完成后的杆件需要进行观察并进行调整。

由于风荷载是作为单元荷载作用到构件上的，使杆件产生挠度，挠度值是内力分析后才得到更新，因此优选过程中该值也不被控制，当出现挠度 W/L 不足时，也需要人为的加以调整。

11.2.3 节点设计

本节点设计适用于正四边形的全角钢或任意正多边形的全钢管塔，横隔及手工添加的杆件不参与节点设计。

11.2.3.1 节点设计

角钢塔

对于角钢塔，塔柱采用双角钢拼接，横杆、斜杆角钢采用单剪连接。节点板与塔柱采用焊接，与横杆、斜杆采用螺栓连接。塔柱拼接采用某一等级的螺栓，而横杆、斜杆等其他杆件则采用另一等级的螺栓。在软件中对每种型号的角钢规定了连接螺栓的直径，具体按角钢肢宽而定，见表 1。计算每根杆件一端所需的螺栓数目其原理如下：

在模型建立后每根杆件对应有一个组号，先根据内力算出每根杆件一端所需的螺栓数目，然后

在同组杆件中找到最大的螺栓数作为该组杆件所需的螺栓数，这样就保证了各个面相同位置的杆件其螺栓数相同。每根杆件一端所需的螺栓数目计算结果保存在 User 子目录下工程名.mesbolt 的文件中，此结果仅根据内力求得，不一定满足构造要求。对于受拉杆件，在节点设计时还对净截面进行验算，如验算不满足则需增大杆件截面并重新进行节点设计。当荷载比较大时，若计算所得某根横杆或斜杆所需的螺栓数大于 5 个，软件认为节点设计失败并给出提示，此时可增大杆件截面并重新进行节点设计。节点板厚度取与所连弦杆角钢的肢厚一致。横斜杆节点处节点板与弦杆连接的螺栓数目依所连腹杆的螺栓直径和数目而定，这样可保证各个面相同位置节点的螺栓数目一致。以一弦杆连接两根腹杆的 K 形节点为例，其计算式如下：

$$m_z = \frac{m_1 d_1^2 + m_2 d_2^2}{d_z^2} \times 0.8 \quad (m_z \text{ 取奇数且 } m_z \geq 3)$$

m_1 、 m_2 分别为腹杆 1、腹杆 2 的连接螺栓个数， d_1 、 d_2 分别为腹杆 1、腹杆 2 的连接螺栓直径， m_z 、 d_z 分别为节点处连接螺栓的个数和直径。

按上式计算与按腹杆内力计算所得螺栓数目相比偏安全。

角钢连接时对应的螺栓：

表 1

角钢肢宽 B[mm]	螺栓直径[mm]
B ≤ 50	12
B>50 且 B ≤ 63	16
B>63 且 B<125	20
B ≥ 125	24

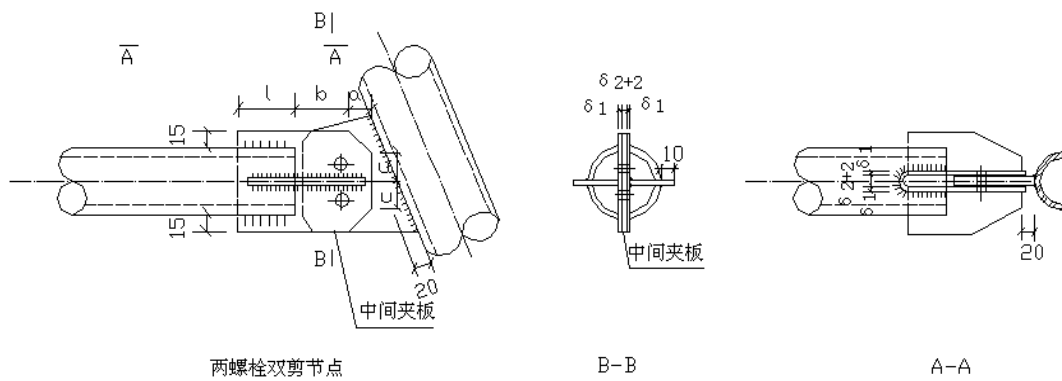
此外还对节点板与柱杆焊缝进行验算，焊缝厚度等于较薄焊件厚度。

钢管塔

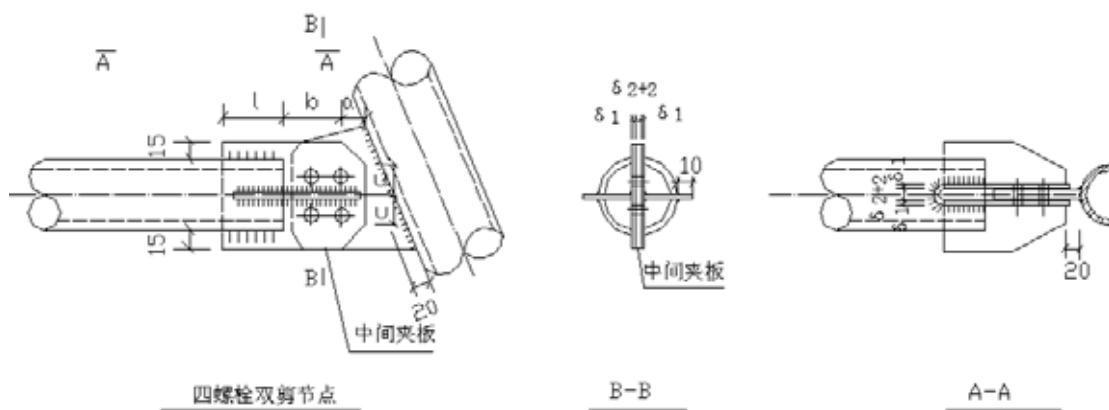
对于钢管塔，塔柱采用法兰连接，横杆、斜杆钢管采用单剪螺栓连接或双剪插板连接（见下图），变坡处横杆采用法兰连接。节点板与塔柱、横杆、斜杆采用焊接。塔柱拼接采用某一等级的螺栓，而横杆、斜杆等其他杆件则采用另一等级的螺栓。计算法兰连接时，法兰板厚度按受压计算，法兰螺栓按受拉计算，法兰螺栓直径在 16mm 到 36mm 之间取。钢管双剪插板连接各参数依据钢管端头布置的螺栓而定，布置的螺栓则由内力计算而定，具体设计参数见表 2。单剪螺栓连接参数参照双剪插板连接而取。在确定连接参数后再分别进行夹板角焊缝抗剪验算、节点夹板净截面受拉（压）验算、节点中板净截面受拉（压）验算以及节点板与主钢管焊缝验算。

计算每根杆件一端所需的螺栓数目其原理同角钢塔。当荷载比较大时，若计算所得某根横杆或

斜杆所需的螺栓数大于 4 个，软件认为节点设计失败并给出提示，此时可增大杆件截面并重新进行节点设计。节点板厚度取与所连腹杆中间夹板厚度的最小值。



注：焊缝厚度等于较薄焊件厚



双剪连接标准图

钢管双剪插板连接设计参数表：

表 2

螺栓布置	2M12	2M16	2M20	2M24	2M30	4M16	4M20	4M24	4M30
所连支管最小管径 [mm]	73	95	114	140	180	121	152	219	245
“U”形板厚度 ₁	5	6	8	8	10	6	8	8	10
中间夹板厚度 ₂	8	12	14	16	18	12	16	16	18
加劲板厚度 ₃	4	4	6	6	8	4	6	6	8
螺栓中心距板边距离 a	24	32	40	48	60	32	40	48	60
螺栓中心距管端距离 b	30	38	46	54	66	38	46	54	66
螺栓中心距加劲板边距 c	18	24	30	36	45	24	30	36	45

“U”形板嵌入长度 l	37	49	56	76	84	88	102	141	158
-------------	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----

11.2.3.2 柱脚计算

柱脚按铰接柱脚设计，但不进行抗剪验算。柱脚如受拉，则验算锚栓抗拉强度，否则只按构造布置，柱脚锚栓不能抗剪，对于抗剪采取适当措施另行处理。对于角钢塔，锚栓数固定为 4 个。先选择锚栓直径进行验算，如验算不满足，可增大锚栓直径再进行柱脚设计，直到验算满足。

11.2.3.3 基础设计

软件只设计带有拉梁的拉压独立基础，基础形式为尖锥形。钢塔基础属于拉压基础，除了进行一般的地基承载力验算、变阶处抗冲切验算外，还进行抗拔稳定和抗滑稳定验算，此外还对基础进行自动配筋。抗拔稳定验算提供了两种方法：土重法和剪切法，按不同的土体相应采用。在进行地基验算时采用的支座反力为按正常使用极限状态下荷载效应的标准组合求得的支座反力。在进行地基抗拔稳定和抗滑稳定验算时采用的支座反力为按承载力极限状态下荷载效应的基本组合求得的支座反力，但此基本组合其荷载分项系数均为 1.0。在进行配筋计算时采用的支座反力为按承载力极限状态下荷载效应的基本组合求得的支座反力。所以验算时应选取对应的荷载组合号，荷载组合号同内力分析时采用的荷载组合号。上拔力指当前荷载组合下各个柱脚中拉力最大的那个柱脚的支座反力值，其轴向力值为负数，表示受拉，若为 0，表示基础只受压不受拉。下压力指当前荷载组合下各个柱脚中压力最大的那个柱脚的支座反力值，其轴向力值为正数，表示受压。柱脚肢尖厚度指基础底板边缘厚度，塔架基底宽度指两相邻柱脚之间的距离，其它参数参照相应规范选用。

填完各参数，单击初定基础截面尺寸按钮，软件会先根据支座反力和土体类别大致定一个基础底板的宽度，然后单击验算按钮进行基础验算，若验算不满足，可对基础底板的宽度进行适当的调整再进行验算。

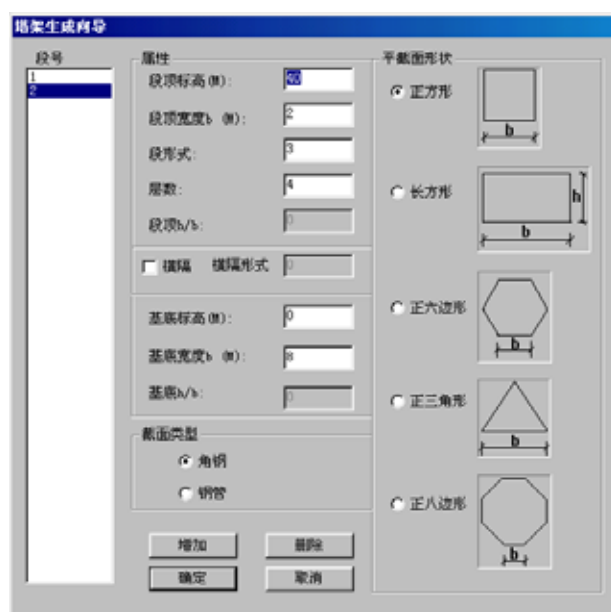
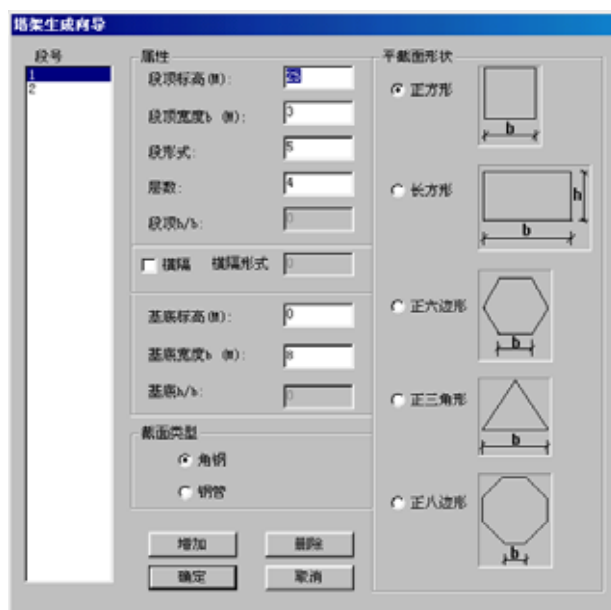
11.2.4 施工图

显示结构图后生成的 DWG 文件是结构的实体拼装模型，该模型同样需要用 3D3S 打开，对实体拼装模型的操作可以完成节点观察、修改、施工图生成等工作。

11.3 例题

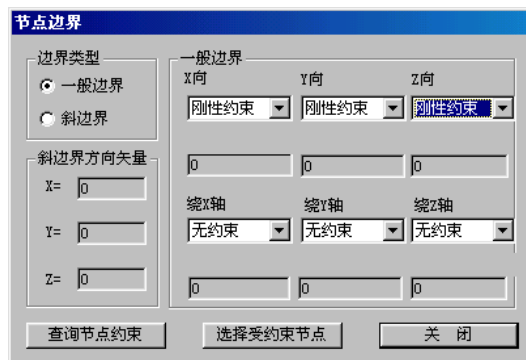
步骤 1：建模填数据

由于段型号已经在现成的模型库中，因此不需要新建塔架，直接在模型塔架生成向导中添加数据：



使用 增加 完成两个不同的段数据，使用 确定 完成建模；

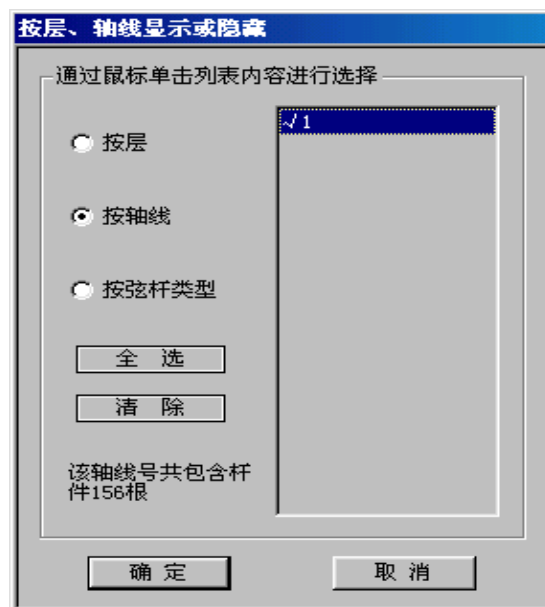
步骤 2：添加支座约束



选择 支座边界 菜单，定义三向平动约束后使用 选择受约束节点 选择支座节点，关闭；

步骤 3：添加风荷载

选择只显示正面作用的塔面（软件在快速建模过程中，已经把正面塔面定义为横轴线号 1，所以只要使用菜单 按层面显示 的 按轴线显示，并选中 1，就可以完成正面显示）；



选中正面塔面的所有构件，使用菜单 添加风荷载 > 导荷载参数

注意：

1. 本例题中，整个正面塔身取了同一个体型系数和风振系数；但严格上讲，每个塔节（本例题中有 $4+4=8$ 个塔节）由于其挡风系数不一样，应该各自有不同的体型系数和风振系数；如果要考虑每个塔节的不同体型系数和风振系数，那就需要用户耐心的把塔节一个一个的选中后输入导风荷载参数（参数中的体型系数和风振系数添的不同）；

2. 高度系数是由软件自动根据构件节点标高确定的，参考点高度为 0，表示塔架是立在地面上的，如果塔架立在 20 米高的建筑物上，那参考点需要为 -20；

3. 软件没有考虑重现系数和钢管塔身整体体型系数的修正，需要用户自己加到基本风压和体型系数中去；

4. 风振系数可以由软件自动得到，但前提是必须是在计算了地震荷载得到周期以后，而地震荷载最好要在第一轮截面优选后才进行计算，因为新建模型的默认截面是截面表中最小的截面，不优选而直接计算地震，得到的周期和地震力和实际相差会很远，那这样的周期得到的风振系数也和实际相差很远。



风载输入

工况

☒ 分配荷载到杆件 ☐ 分配荷载到节点

☒ 直接作用于杆件 ☒ 分配到杆件所连节点

☐ 按双向受力分配 ☐ 分配到所选节点

☐ 按单向受力单元分配

基本风压标准值 (KN/M²): 风载体型系数

地面粗糙度类别: ☐ A ☒ B ☐ C ☐ D

风压高度变化修正系数 η :

建筑结构类型: ☒ 高耸结构 ☐ 高层建筑

房屋类型: ☒ 钢结构 ☐ 有填充墙的房屋钢结构 ☐ 混凝土及砌体结构

风振系数(手工输入):

☐ 阵风系数 β_{gz}

参考点高度 Z_0 (M): (计算风荷载所用的杆件或节点实际标高为节点Z坐标减去此输入值)

荷载作用方向矢量: X Y

内部参考点坐标 (M): X Y Z

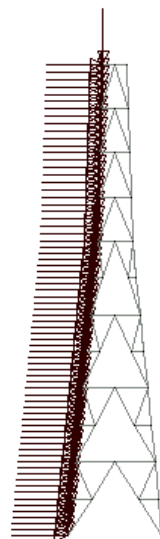
使用菜单 **添加风荷载** > **自动导荷载**

软件提醒输入周期值仅仅是为了得到风振系数,由于事先已经在导荷载参数中输入了风振系数,所以按**取消**,提示导风荷载完成

使用显示单元荷载,添入工况号 2,当先屏幕会显示所导得的风荷载单元荷载。

注意:

软件是把风荷载直接作为单元荷载作用到构件上的,而不是象以往荷载简化的方法:把风荷载的面荷载(计算风压)乘上挡风面积后得到的集中荷载分布到每个节段的分层处作为节点荷载。



步骤 4: 内力分析及地震计算

由于结构体系是半刚接半铰接体系,在内力分析是比较容易通过;在内力分析前,原则上需要先进行地震计算,这样地震里才能在组合计算中被考虑进去。

步骤 5: 杆件设计

选择钢结构设计规范,使用**截面优选**,软件自动按成组优选,得到满足当前内力的截面;

软件提醒截面发生变化,需要重新内力分析时,选择是,直到优选完成;

在优选完成后，重新进行地震计算并内力分析，这样就更新了地震荷载，然后可重新进行截面优选；

杆件设计的结果可以通过显示截面进行观察，并通过定义截面 > 查询单元截面得到当前截面。观察截面时，按层面显示中的按轴线显示，可以观察的比较清楚。

为方便起见，把四根塔柱定义为同一种截面（两端中的比较大的那种截面），按层面显示中的按层，选择层面号 1，这样界面中只出现塔柱，定义截面，选中所有塔柱。

步骤 6：节点设计和施工图绘制

定义柱分节点，选中自动计算，考虑长细比限制，按默认柱底设断点；

节点设计，选中所有节点，按默认选择普通螺栓型号；

柱脚设计，选中 C20，按默认值确定；

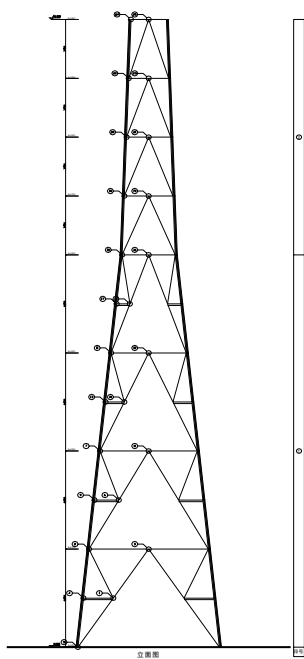
显示结构图，按提示保存文件，文件名为塔架后处理实体模型.DWG；

用 3D3S 打开刚刚保存的文件塔架后处理实体模型.DWG，使用 ZOOM 进行观察，使用修改板件螺栓，选中个别节点进行观察；

绘制节点图，绘制立面图，按提示保存成图形文件；

在窗口菜单中把文件切回塔架的设计模型文件（区别于后处理实体模型文件），选择绘制轴线段图，段号输入 1（本例题中共两段）按提示保存文件；

下左图为立面图文件内容，下右图为段 1 的轴线段图文件内容：



立面图

第十二章 非线性分析及幕墙设计功能模块使用说明

为了将非线性计算模块说明清楚，首先定义采用非线性分析的柔性钢结构体系的三个状态：

零状态

零状态时的结构是加工放样后的索段和构件集合体。零状态时不存在预应力，不承受外部荷载和自重的作用。

初始状态

初始状态是指结构仅在预应力和自重作用下的自平衡状态。不考虑外部荷载的作用。结构的初始状态提供了分析结构在外部效应作用下所必需的所有初始条件：包括节点几何、构件预应力值等。

工作状态

工作状态指结构在外部效应作用下所达到的平衡状态。分析工作状态可得到结构在外部效应作用下的位移、内力等一系列反应。

对于网壳结构，索结构，膜结构等柔性或缺陷敏感的钢结构体系都需要进行非线性分析。该模块的计算理论都包含在张其林教授编著的《索和膜结构》（文献【1】）中，本章不再列出原理部分。

12.1 非线性分析模块菜单说明

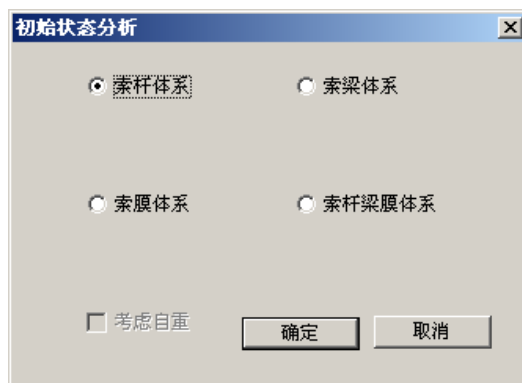
3D3S 软件的非线性分析模块包括初始状态分析和工作状态分析两大部分，以下分述之。

12.1.1 删除非线性分析结果

3D3S 软件采用文件支持系统，如下文将述，如果非线性分析和线性分析需要联合应用时，用户可能会出现应用次序有误，或者结构发生改变需要重新计算，或者用户改变了计算方法等，这时运行该命令会将所有的非线性分析结果删除，避免不必要的错误发生。

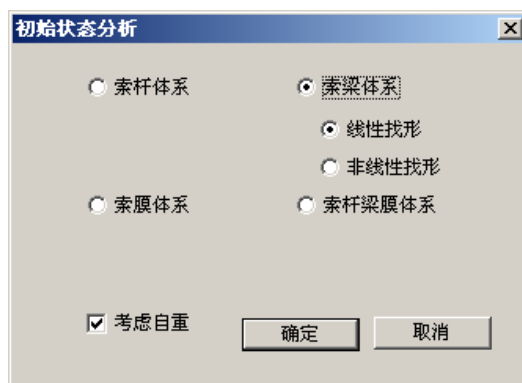
12.1.2 初始状态分析

3D3S 软件的初始状态分析按照结构体系不同可以有以下几块：



● 索杆体系：结构体系全由杆和索构成，杆索只受轴力。比如：点式玻璃幕墙的全张力支撑体系。这种体系可以是超静定结构，也可以是可变机构，在受预应力后结构具有刚度。采用这种方法找形认为在初始状态下体系的几何给定，节点力平衡。对于具有唯一预应力分布的索杆体系，软件自动给出该组预应力分布；有的索杆体系可能具有多组预应力分布，软件优化提供一组较优的预应力分布。详见文献【1】p64-70

- 索梁体系：几何给定的索梁体系有两类，详见文献【1】p71-p77



1. 非线性找形：该找形方法属于零状态几何给定的精确位移协调。软件认为所建模型为结构零状态，找形完成后的初始态具有初始应力分布和初始位移。

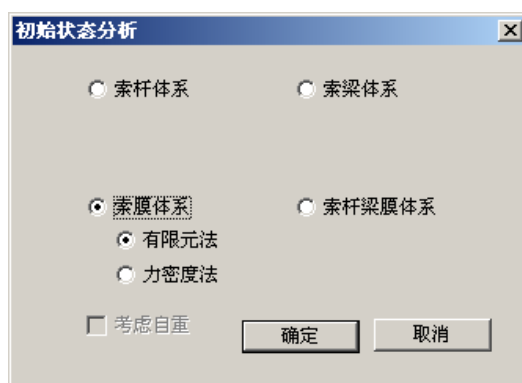
2. 线性找形：该找形方法属于初始状态几何给定的位移协调。软件认为所建模型为结构初始状态，找形完成后结构具有在初始状态下的一组内力分布，但没有位移。当用户认为所建模型是结构零状态时，我们认为这种方法是给定初始状态的近似位移协调，而结构刚度比较大的结构，忽略结构零状态到初始状态的几何变形的近似是可以接受的。

3. 在进行初始状态分析时，用户会遇到下面的对话框由于施工方法的不同，结构在施加预应力时可能已有重力作用或还没有重力作用，用户根据实际情况考虑是否考虑自重。

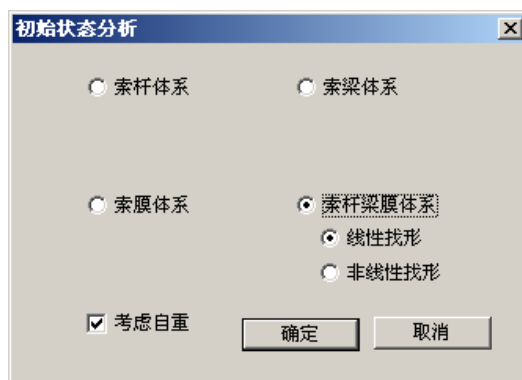
4. 进行完初始状态分析后用户可以直接按线性分析计算结构。在大多数情况下，采用这种方法计算的结构刚度较大，预应力主要用于改善结构的挠度和杆件的受力状态。这时不论非线性找形还是线性找形，软件都认为所建模型是结构零状态，在效应组合时软件自动将初始分布内力和初始位移叠加进相应组合。由于该分析实际上结果上接近线性分析，故建议计算时不考虑自重作用。

5. 进行初始态找形若考虑自重，自重按照其标准值考虑。为了保证非线性计算第一步的平衡条件，所有的自重将在迭代计算的第一步考虑完毕。注意，仅自重非线性迭代分析的第一步中考虑，其余恒载仍然在所有的迭代步中均匀加载。

● 索膜结构：该项必须有建筑膜结构模块的支持。采用非线性有限元的方法分析具有脊索、谷索以及斜拉索的膜结构。索膜结构的找形采用两种方法，非线性有限单元法和力密度法，详见第7章。

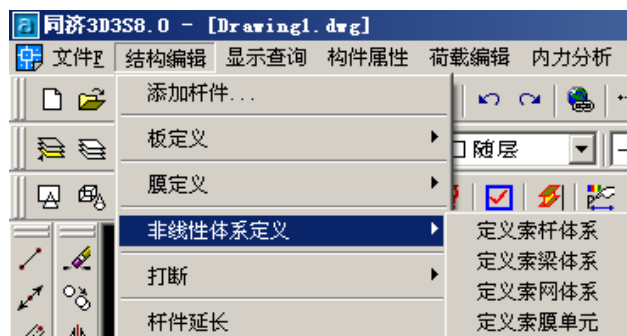


● 索杆膜梁体系

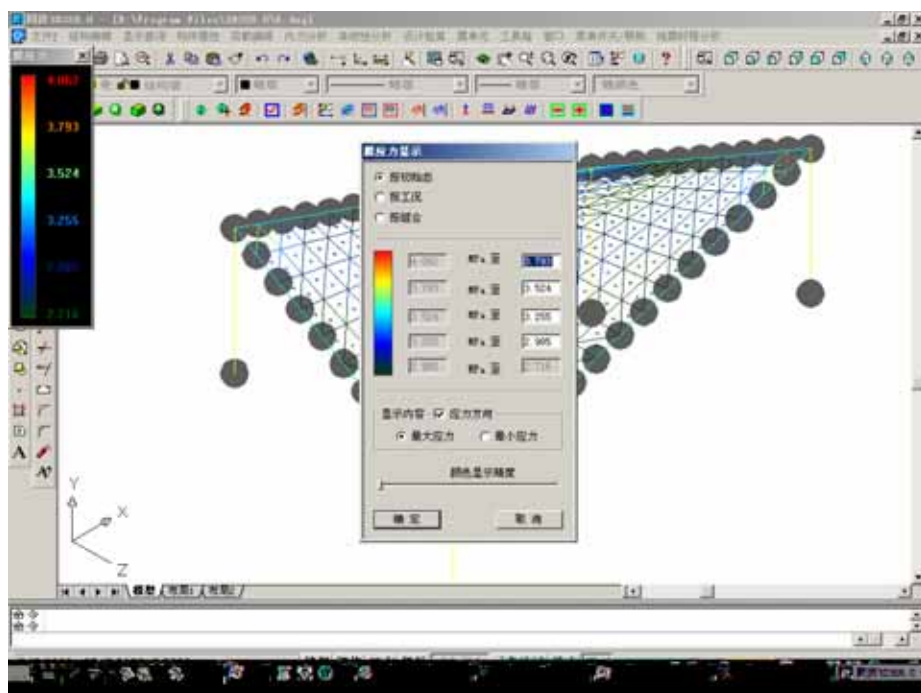


1、线性找形：该模块需要用户首先将整个结构通过“**结构编辑 -> 非线性体系定义**”定义成若干子体系，认为初始态几何给定，软件顺次进行索膜体系找形 -> 索杆体系找形 -> 索梁体系线性找形，最终形成在给定几何状态下具有一定预应力分布的平衡体系。

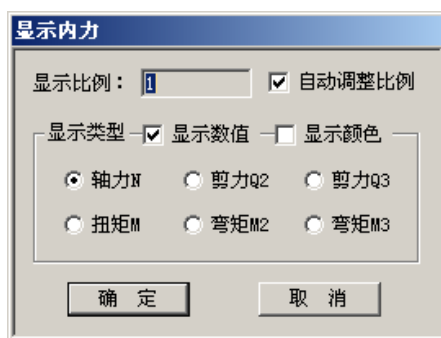
2、非线性找形：按照非线性有限单元法直接进行结构的找形计算，假定的模型是结构的零状态，软件计算完毕后得到整个结构的初始状态，结构的几何有可能发生较大的改变。



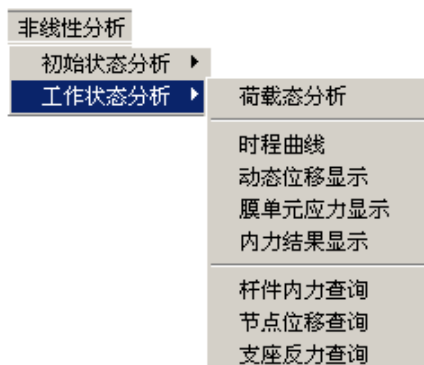
- ◇ 索杆体系：仅按索杆体系找形的部分结构；
 - ◇ 索梁体系：按照有限元法分析，不属于索膜结构部分的结构；
 - ◇ 索网体系：采用力密度法找形的索膜结构中的索；
 - ◇ 索膜单元：采用有限元法找形的索膜结构中的索。
- 膜初始应力显示：按膜三角单元显示最大主应力和最小主应力及其方向。



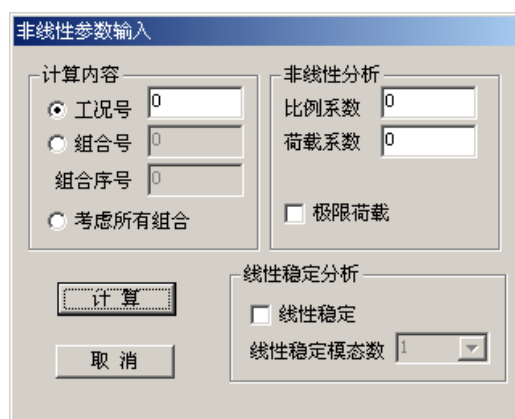
- 钢构初始态显示：根据用户的构件和内容选择，显示相应的构件内力。



12.1.3 工作状态分析



● 荷载态分析



1、计算内容：软件提供计算单一工况或单一组合的功能，用户也可以全选组合计算。注意非线性分析是一个迭代计算的过程，其计算量是线性分析的若干倍计，所以建议用户试算后再按全选组合计算。

2、非线性分析：结构的全过程几何非线性分析。

(1) 比例系数：非线性计算步长，每级荷载是所加荷载的比例；

(2) 荷载系数：非线性计算荷载总量考虑为所加荷载多少倍；

(3) 极限荷载：自动增加荷载系数，直至结构达到极限承载力，软件跟踪到结构第一极限荷载点，不再作屈曲后的跟踪。

3、线性稳定分析：考虑线性屈曲荷载，计算结构可能的失稳模态及失稳时的荷载占所加荷载的倍数。

● 时程曲线：通用的相关时程的曲线。

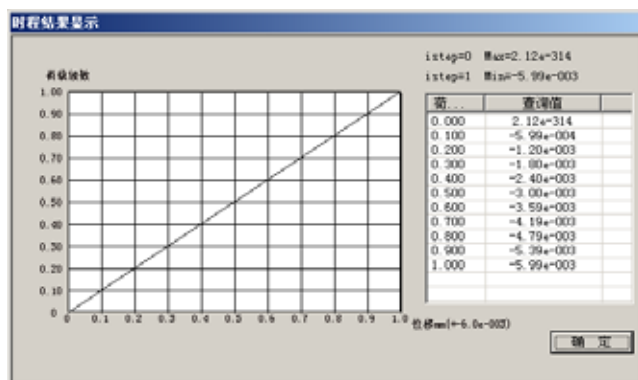


1. 显示输入计算的工况号或组合号+组合序号；

2. 选择需要显示位移还是内力；

3. 通过选择或填数确认需要显示的单元或节点；

4. 勾选需要显示的项目，（速度和加速度用于今后的地震时程显示，这里不用）。



- 动态位移显示：点击该命令，填入需要查询的工况号或组合号+组合序号，对于线性稳定，选择模态号，显示线性模态；对于非线性计算，按荷载步动态显示位移变化。

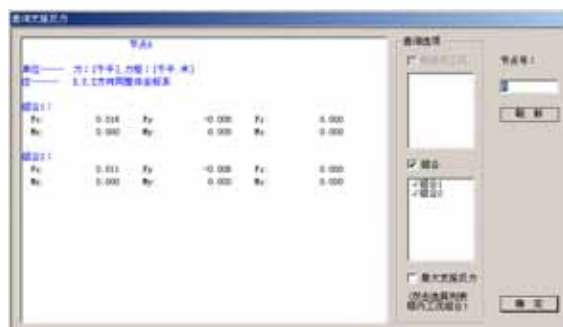
- 膜单元应力显示：按膜三角单元显示最大主应力和最小主应力。
- 内力结果显示：点击该命令，填入需要查询的工况号或组合号+组合序号，选择内力类型，显示最后一次计算的内力图。

- 杆件内力查询：选择需查询的单元，可以查询当前计算的内力值

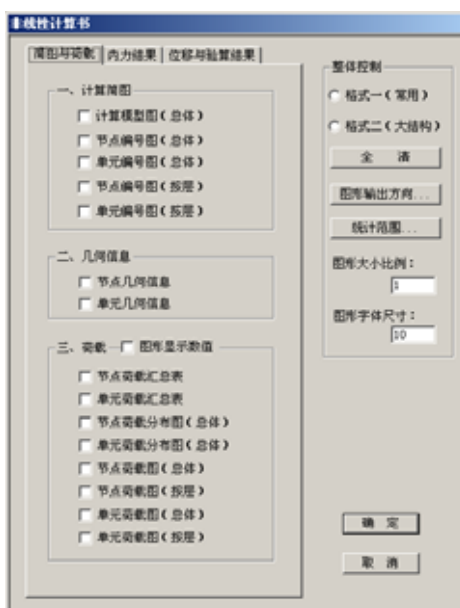
- 节点位移查询：选择需查询的节点，可以查询当前计算的位移值



- 支座反力查询：选择需查询的支座节点，可以查询当前计算的支反力值



12.1.4 写非线性计算书



12.1.5 计算文本说明

*.NFxxx *.NDxxx *.NRxxx

*表示工程名

NF 表示内力文件，ND 表示位移文件，NR 表示反力文件

xxx 中第一个表示工况 g，组合 c；

xxx 中第二个表示工况号或组合号；


xxx 中第三个表示组合序号

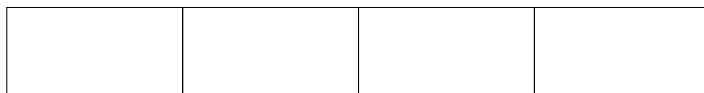
例如：1.NFg1 表示工程 1 的工况 1 非线性内力文件；

1.NRc12 表示工程 1 的组合 1 序号 2 的非线性支座反力文件

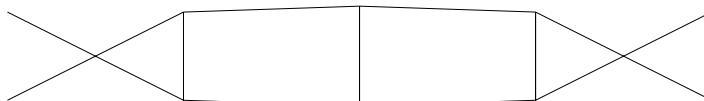
12.2 例题

12.2.1 索杆体系

- 1、在 xy 平面内，用 rectangle 或  命令画矩形 first point(0, 0) other corner point(3000, 1500)；
- 2、用 explode 命令将矩形“炸”开；
- 3、用 copy 命令，multiple 拷贝，将模型建成四个矩形，见下图；



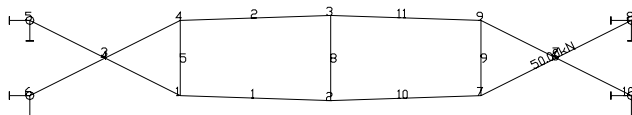
- 4、用拉伸功能 (stretch)，将图中中间两点向上和向下各拉伸 100，用 line 命令加上交叉线，用 delete 命令删去多余线，见下图：



- 5、结构编辑 - > 添加杆件，选择线定义为杆件，关闭；
- 6、结构编辑 - > 删除重复单元节点；
- 7、结构编辑 - > 结构体系，定义为平面桁架，确定；
- 8、构件属性 - > 建立截面库，通过下拉条，找到热轧无缝钢管和电焊钢管，双击打“ ”，找到圆管及索，双击打“ ”，增加，“新截面”改为“16”，R 中填“8”，确定；
- 9、构件属性 - > 定义截面，选中圆钢及索，选中 16，选择欲定义单元，选择除三根竖杆外的所有杆件，右键，选中热轧无缝钢管和电焊钢管，选中 50x5，选择欲定义单元，选择三根竖杆，右键，确定；
- 10、构件属性 - > 定义材性，点中.....的一行，弹出“增加材性”对话框，找到自定义材料，填弹性模量 160，泊松比 0.3，屈服强度 800，确定，选择欲定义单元，选择除三根竖杆外的所有杆件，右键，选中材性 1，，选择欲定义单元，选择三根竖杆，右键，确定；
- 11、构件属性 - > 定义初应力和只拉单元，初拉力 50，勾中只拉单元，选择一根斜杆，右键，确定，

12、构件属性 - > 支座边界，点中右上快捷图标中的第二个，上面一行的 x, y, z 向都是刚性约束，下面一行的绕 x, y, z 都是无约束，选择欲定义节点，选中两端的四个节点，确定；

13、显示查询 - > 显示节点号，显示查询 - > 显示单元号，显示查询 - > 显示支座边界，显示查询 - > 显示预应力，生成的结果见下图；

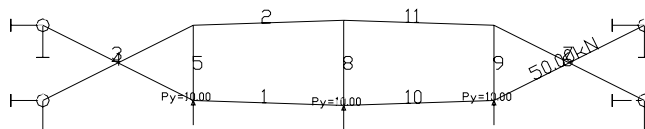


14、荷载编辑 - > 荷载库，点中节点荷载库，点中.....的一行，弹出“添加节点荷载”，点中恒载，py 中填 10，确定，关闭；

15、荷载编辑 - > 施加节点荷载，点中第 1 栏，施加荷载，选中下方的 1, 2, 7 节点，右键，关闭；

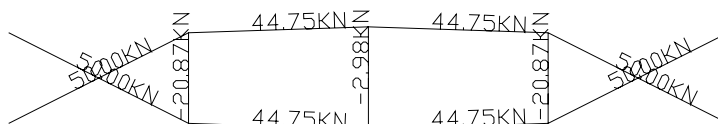
16、荷载编辑 - > 组合，点中已有组合，按 del 键删除，保留两组组合 1.0 恒，1.2 恒；

17、显示查询 - > 显示节点荷载，预显示工况号 0，结果见下图；



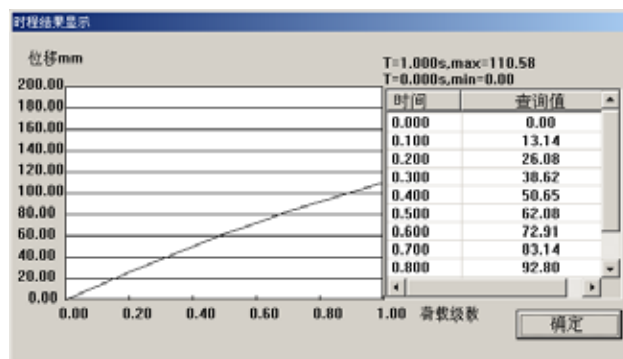
18、非线性分析 - > 初始状态分析 - > 索杆体系；

19、非线性分析 - > 初始状态分析 - > 钢构初始态显示，这个体系具有唯一的预应力分布，见下图；



20、非线性分析 - > 工作状态分析 - > 荷载态分析，考虑所有组合，比例系数 0.1，荷载系数 1，确定，输入时间间隔 1min；

21、非线性分析 - > 时程曲线，组合号 1，序号 1，节点 3，方向 Y；



22、设计验算 - > 选择规范，选择所有杆件，选择钢结构规范；

23、设计验算 - > 单元验算。

12.2.2 索梁体系

1、设定视图为 Front View



2、命令: _arc 指定圆弧的起点或 [圆心(C)]: 0 , 0

指定圆弧的第二个点或 [圆心(C)/端点(E)]: 6000 , 750

指定圆弧的端点: 12000 , 0

3、命令: _mirror

选择对象: 指定对角点: 找到 1 个

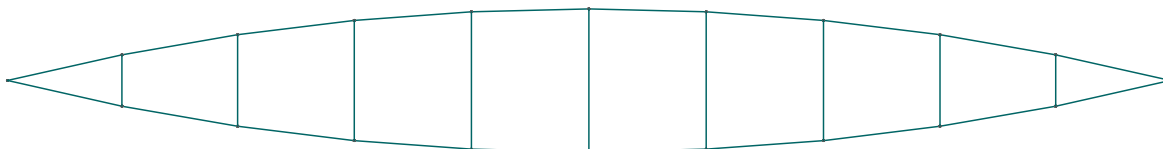
选择对象:

指定镜像线的第一点: 指定镜像线的第二点: <选择弧的两个端点>

是否删除源对象? [是(Y)/否(N)] <N>:

4、结构编辑 添加杆件 选择线定义为杆件 按等分为 10 段；

5、结构编辑 添加杆件 直接画杆件，形成下图；



6、结构编辑 删除重复单元节点；

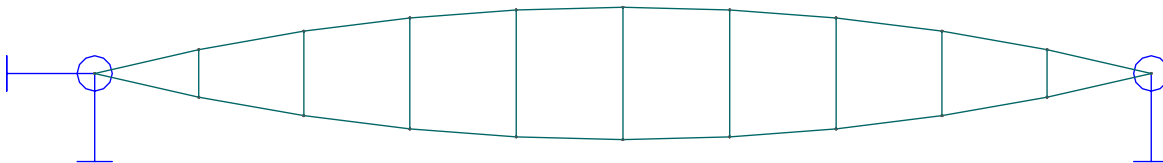
7、结构编辑 定义结构体系 平面框架；

8、构件属性 定义截面，上弦：500 × 300 × 10 × 10，撑杆：140 × 8，下弦索：30；

9、构件属性 定义材性：Q345；

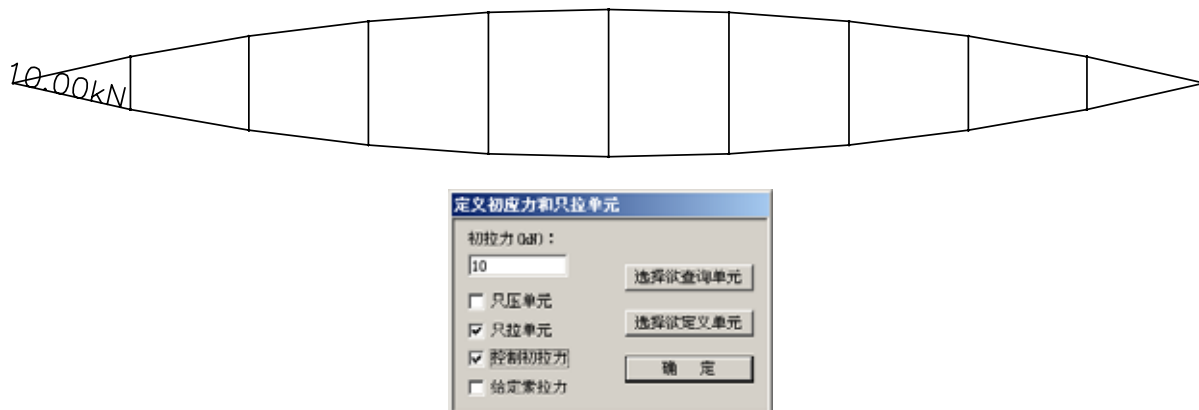
10、构件属性 定义方位：上下弦，Z 无穷大，撑杆，X 无穷大；

11、构件属性 支座边界，左端：XYZ 刚性约束，绕 XYZ 无约束，右端点：YZ 刚性约束，X 及绕 XYZ 无约束；

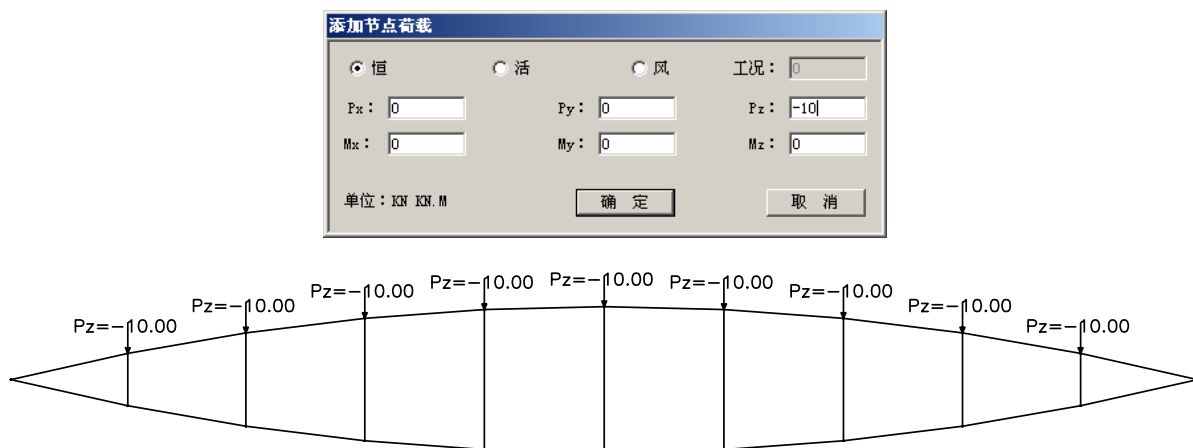


12、构件属性 单元释放 撑杆和下弦索均定义大小节点绕 123 轴单元释放；

13、构件属性 定义初应力和只拉单元，左端下弦定义 10kN 预张力、只拉、控制预张力，其余下弦构件设为只拉单元，结果如下：



14、荷载编辑 施加节点荷载 双击带...条目，填写下面的对话框 确定 施加荷载按钮 选择所有上弦节点 右键结束选择 关闭。显示节点荷载，如图所示。



15、非线性分析 初始状态分析 初始状态计算选择 索梁体系、线性找形、不考虑自重 确定。

Command 命令行中显示的内容为：

命令: OnInitMethodSel

退出杆件 0

ERR= 0.000000 OUT= 0.000000 IN= 0.000000

16、非线性分析 初始状态分析 初始状态计算选择 索梁体系、线性找形、考虑自重 确定。

Command 命令行中显示的内容为：

命令: OnInitMethodSel

退出杆件 0

ERR= 0.000000 OUT= 3654.572821 IN= 3654.572821

17、非线性分析 初始状态分析 初始状态计算选择 索梁体系、非线性找形、不考虑自重

确定。

Command 命令行中显示的内容为：

命令: OnInitMethodSel

item=1 err=3.43660E+001

ERR= 3436.615176 OUT= 0.000000 IN= 3436.615176

item=2 err=3.25899E-004

ERR= 0.032631 OUT= 0.000000 IN= 0.032631

18、非线性分析 初始状态分析 初始状态计算选择 索梁体系、非线性找形、考虑自重 确定。

Command 命令行中显示的内容为：

命令: OnInitMethodSel

item=1 err=1.28083E-001

ERR= 468.136662 OUT= 3654.572821 IN= 3563.606699

item=2 err=3.22206E-006

ERR= 0.011779 OUT= 3654.572821 IN= 3654.573177

15~18 步用户根据实际情况选择相应的索梁体系找形方式，可以看出如果采用非线性找形，找形过程是一个迭代过程；如果考虑自重，OUT 项是非零值。

19、非线性分析 工作状态分析 荷载态分析 工况 0、比例系数 0.2、荷载系数 1 确定。用户可以根据工程的实际情况定义计算工况、组合还是所有组合。

20、非线性分析 工作状态分析 荷载态分析 工况 0、线性稳定、稳定模态数 3 确定。用户可以通过动态位移显示查询失稳极限荷载与当前荷载的比值，以及失稳模态。结构的整体失稳是与结构的荷载分布密切相关的，所以线性稳定分析的目的是了解结构在特定荷载下的稳定性态，从而指导结构的设计。

21、command: GETCALLENGTH 选择单元 弹出该荷载下按线性稳定计算得到的构件计算长度参考值。

这里的命令行解释如下：

step：表示一个迭代步，如本例，比例系数 0.2，荷载系数 1，那么在不达到极限荷载的前提下，非线性分析分 $1/0.2=5$ 个迭代步完成，第一个迭代步，所有荷载取 $1/5$ ，即 2kN，第二个迭代步取 $2/5$ ，4kN，以此类推。

item：每个 step 迭代步中的迭代子步；

err：表示误差精度；

ERR：内外力方差；

OUT：外力平方和；

IN： 内力平方和；

退出杆件：标出只拉只压构件由于发生受压或受拉退出的单元。

本例简单演示了索梁结构找形分析、荷载分析、稳定分析的全貌，用户应根据实际情况选用合适的操作内容。

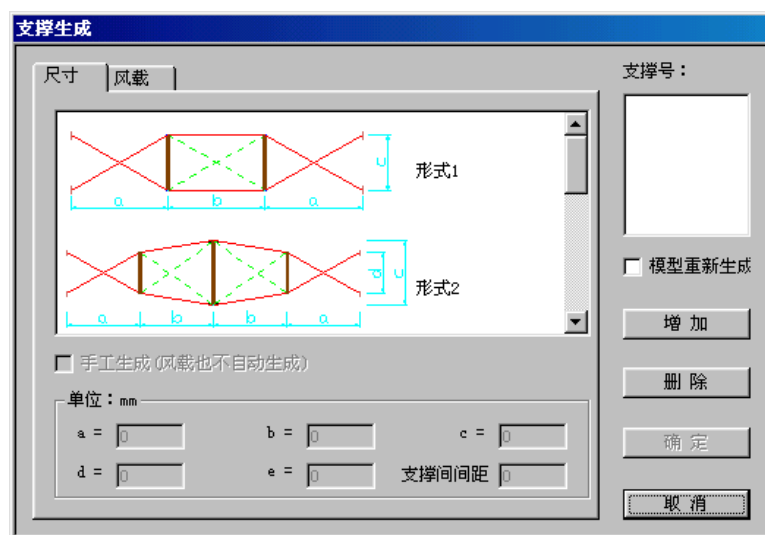
12.3 幕墙设计

幕墙设计分幕墙支架设计和玻璃板块设计两部分，其中支架设计包括刚性支架设计和柔性支架设计；刚性支架是指使用普通钢结构，比如桁架、横梁立柱体系等，在基本模块中可以完成建模和构件设计工作，这里就不再叙述；柔性支架是指由经过预张拉的拉索或拉杆以及压杆组成的支撑体系，在 12.2 中的例题 1 就是一个比较典型的拉杆支撑，该种体系涉及到预应力和非线性，在点式幕墙设计中常被使用，下面对该类支架的建模和计算作详细的说明；3D3S 提供任意形状和边界的板块设计模块，可以针对玻璃板块或其它板块设计。

12.3.1 柔性支撑设计

12.3.1.1 模型建立

结构编辑：支撑设计



数据说明：

1. 通过结构编辑的支撑设计可以快速生成单榀的平面幕墙支撑体系的模型，包括轴线、材料性质、支座位置、初始截面等；
2. 通过增加按钮可以添加不同的支撑模型，即可以在同一个工程下完成几个支撑的设计，通

过支撑设计菜单来反复切换；

3. 命令说明：

1) 增加、删除：用来增加或删除需要验算的支撑模型；

2) 手工生成：不指定具体的支撑形式和尺寸，而在主界面内使用 3D3S 和 ACAD 的编辑命令完成模型的生成工作；

3) 模型重新生成：覆盖原来已经完成的设计模型，如果该选项没有被选中，则已经完成定义的荷载、截面和预应力等模型属性一直被保留；

4) 荷载：可以通过输入的风荷载信息自动得到作用在节点上的风荷载值，该工况工况号为 2。

4. 当实际模型不在软件提供的形式内后实际是空间模型时，可以通过手工生成或在已经通过支撑设计生成的平面模型基础上进行修改得到实际模型。

12.3.1.2 力学分析和杆件设计

1. 构件属性

1) 建立截面库：

通过结构编辑-支撑设计自动建立的支撑模型在截面库中热钢管和圆钢及索两类截面自动被击活；

2) 定义截面

自动建立的模型所有拉杆被定义为圆钢及索，所有压杆被定义为热钢管；

3) 定义材性

自动建立的模型所有杆件被定义为 Q235；如果实际使用的是高强度拉索，那么需要用户修改材料性质；

4) 定义方位

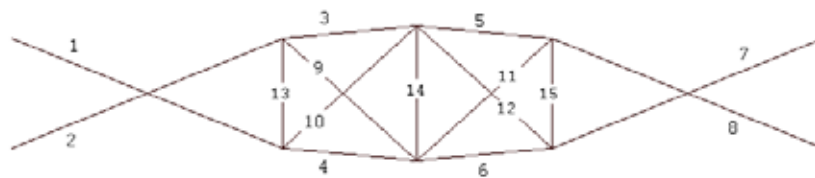
自动建立的模型所有杆件被定义为 Z 无穷，用户不必修改；

5) 定义计算长度

软件没有自动定义计算长度的值，对拉杆或拉索用户可以不定义，因为受拉单元不存在稳定的问题；对压杆，用户可以定义两个方向的长度系数为 1；

6) 定义预应力和只拉单元

对于所有的拉杆或拉索需要定义为只拉单元，对施加预应力的单元需要定义预拉力值；比如下图中单元 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 定义为只拉单元，其中单元 1, 2 定义预拉力值；通过构件信息显示中的显示预拉力和显示只拉单元可以观察已经定义的值。



7) 定义支座边界

自动生成的模型软件已经定义了两端四个点为支座，一般情况下用户不必修改；软件默认该类结构为平面桁架；

2. 荷载编辑

1) 荷载库

在结构编辑-支撑设计对话框中已经输入了风荷载的基本信息，软件自动转化为风荷载节点荷载并放入荷载库中，工况号为 1，由于不同位置点的荷载数值不同，在工况下存在不同的序号；如果存在其它荷载，用户可以添入荷载库；

2) 添加荷载

软件已经自动完成了添加节点荷载的工作，如果没有其它荷载的存在，用户可以不添加荷载；

3. 非线性分析

1) 初始态分析—索杆体系

按照索杆体系找形，得到初始内力分布情况，使用钢构初始态显示来观察初始态的内力结果；

2) 工作状态分析—荷载态分析

选择所有组合，比例系数添 0.1，荷载系数添 1，按计算后软件提示提醒停止时间间隔，添入 5 分钟；

非线性计算的结果查询和显示软件在非线性计算菜单下提供了专门的菜单，而不使用内力分析中的相应菜单，用户可以使用该命令检查非线性结果。

在柔性结构中，通过调节预拉力的大小和杆件截面大小来控制位移和结构刚度：

当前预拉力作用下的结构最大位移如果达不到要求，那么需要重新定义预拉力后非线性分析，直到满足要求为止；在位移满足了要求后进行杆件的校核，当软件提示杆件截面不满足要求时，需要重新定义截面。

4. 设计验算

1) 选择规范

选中所有杆件，选择钢结构规范

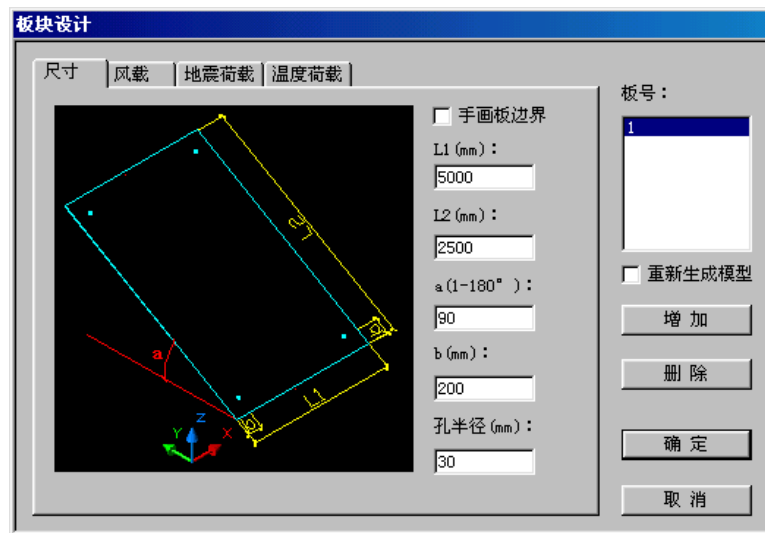
2) 单元验算

校核构件，使当前构件满足预拉力和内力共同的作用。

12.3.2 板块设计

12.3.2.1 建立板块外型

结构编辑—板件设计



数据说明：

1. 通过增加、删除可以同时输入不同的板块模型，如果不选中重新生成模型，那么在每次板块设计时所填入的数据都可以被保留下来；

2. 选择了手画板边界，那在确定后不是按照填入的数据生成板块模型，而是需要用户自己建模生成板块模型；

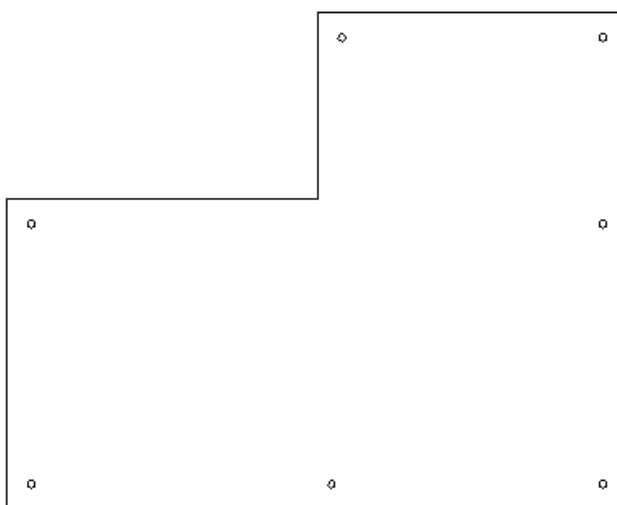
3. 在风荷载中，软件根据输入的风振系数、体形系数、风压、和高度得到均布的荷载；地震荷载和温度荷载的数值同样可以根据输入的参数得到；板块设计的荷载均根据《点式玻璃幕墙工程技术规程 CECS127 :2001》得到；荷载参数的具体内容可以参看《点式玻璃幕墙工程技术规程 CECS127 :2001》。

4. 板件中如果开孔，可以在尺寸中输入 b 和孔半径；也可以在生成了板件设计模型后直接在孔的位置画圆 circle。

按照输入的数据，软件可以生成下图的分析模型（在 ACAD 世界坐标的 X-Z 平面上）：



用户可以在生成的模型中使用 LINE 等 ACAD 编辑命令进行修改，比如把上图中板块修改为：



12.3.2.2 建模编辑

一、结构编辑：

1. 添加板边界线和开孔

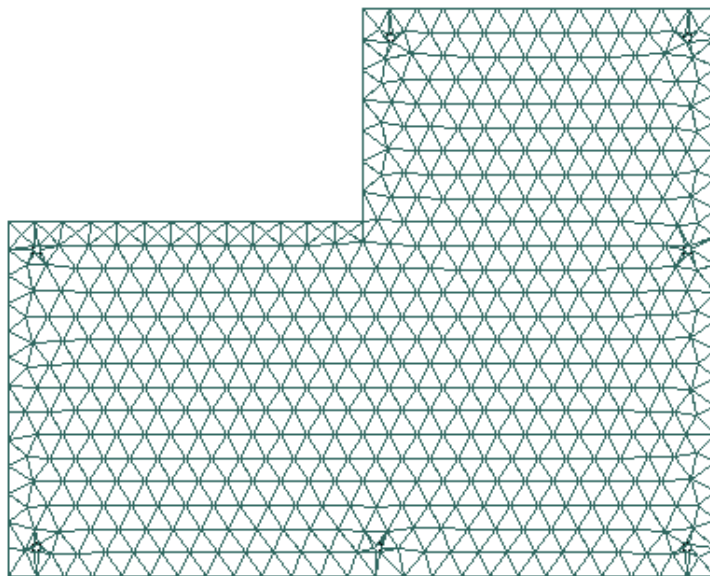
实际是画板的边缘线，方法使用 ACAD 中 LINE 和 CIRCLE 以及 ACAD 提供的编辑命令，如 COPY、TRIM 等；

2. 板单元划分



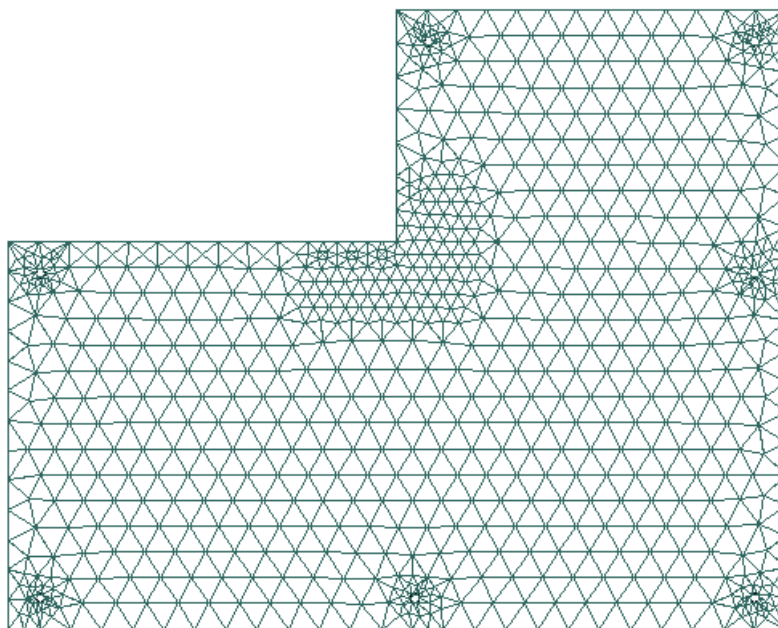
提示选择对象时，使用窗口选择选择整个板件；软件提示定义三角单元边长，用于控制板三角形单元划分的密度，默认的每条边界长度为 200；

划分后的板件如下图：



3. 板单元加密

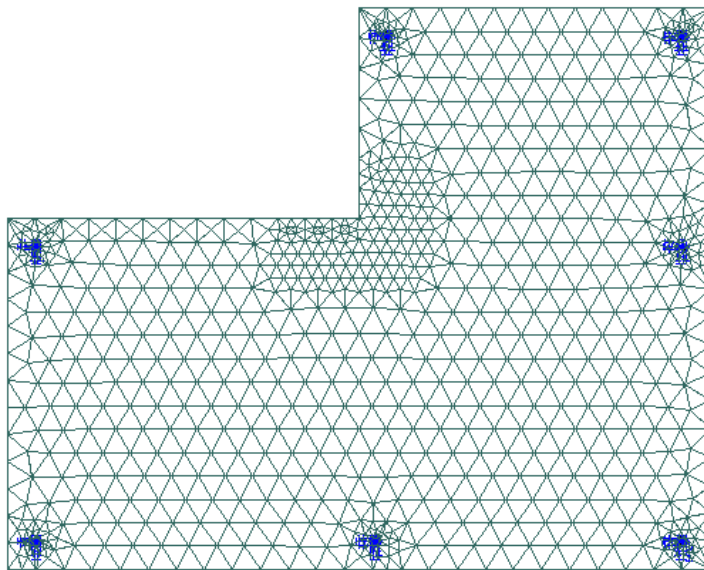
使用窗口选择需要加密的区域（比如转角处、开孔附近），软件即把网格划分加密一倍，如下图所示，加密开孔处和内转角。



二、边界及材性

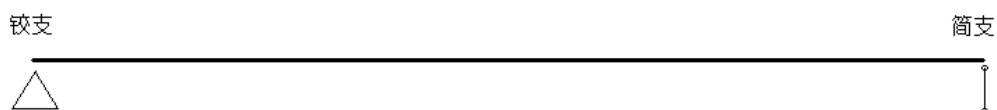
1. 支座边界

相当于节点约束，除不支持支座位移和弹性边界外，用法和一般结构模型的定义支座边界相同；比如点支幕墙玻璃板块中需要把每个孔洞周围的所有节点加上约束；



2. 直线边界

可以定义简支、铰支、固定边界，如果要取消以上两种，则选择自由边界；铰支和简支的区别如下图：

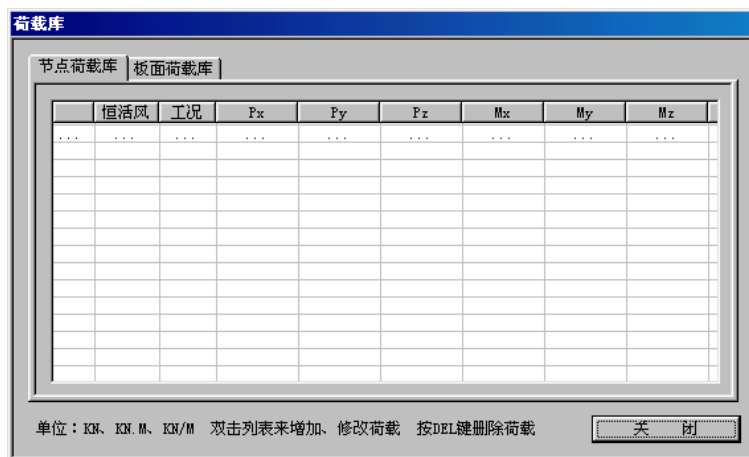


3. 定义材性

选择当前板块的材料性质，如果没有，则使用自定义材料并添入参数。

四、荷载

1. 荷载库



荷载库中列出了节点荷载、板面荷载两项；双击列表中的省略号，弹出添加荷载值对话框，添入荷载（默认板面是在 X-Z 平面中，垂直板面的荷载应该是 Y 方向，如果是水平放置的板块，就需要在 X-Y 平面上建立模型）；非恒载需要添入非 0 的工况号；



2. 施加节点荷载和板面荷载

在列表框中使用鼠标选中需要添加的荷载，选择施加或删除荷载的范围；

3. 删除节点和板件上的所有荷载

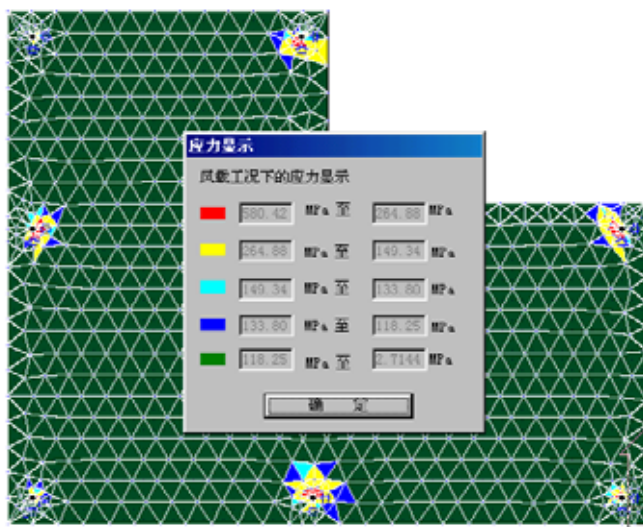
可以利用施加荷载中的删除命令删除节点或板件上的荷载，如果要删除全部荷载，可以调用本命令，可以方便的删除所有荷载；

五、内力分析

得到每个工况、组合下的内力和位移情况；

1. 查询显示内力和位移

软件提供了按工况和按组合的查询和显示手段；可以得到位移和内力是分布图形和数值；



在完成了显示后，可以使用显示查询中的取消附加信息显示和转变视图（ZOOM）的方法回复到原来的显示状态；

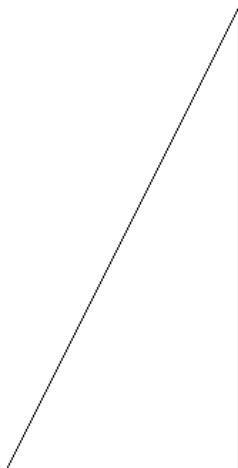
2. 强度验算

对每个三角形单元进行强度验算，对边缘单元（三角形单元只要有一个节点在边界线上）以边缘强度作为强度设计值，中间单元（三角形单元没有一个节点在边界线上）以大面强度作为强度设计值；最后以红色表示强度不满足的单元，用蓝色表示满足强度的单元；如果出现红色的单元，则可以在定义材性中修改板件的厚度等参数。

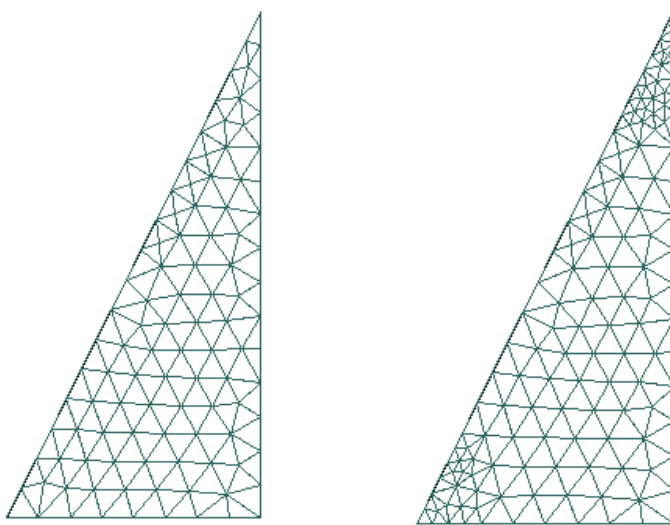
12.3.2.3 例题

例 1：点支式玻璃的建模方法在上一节中有了介绍，本例题为线边界的玻璃板块：


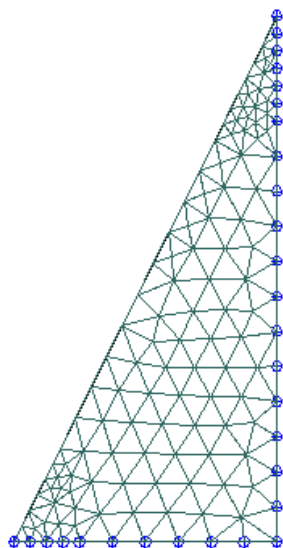
1. 结构编辑—板块设计，点击手工画板边界，确定；
2. 把视图切换到 X-Y (Top View)，使用 line 画三角形 (0, 0)(1500, 0)(1500, 3000)；



3. 结构编辑—单元划分，选中所有直线，输入三角形边长 200；



4. 在尖角处加密单元；
5. 边界和材性—定义直线边界—选择铰支，选择直线边界，选择两条直角边后确定；
6. 显示查询—显示支座边界，在显示查询中的显示参数中把约束比例改为 0.1；



添加板面荷载

☐ 恒 ☒ 活

荷载均布值 (KN/M2)

Px:

Py:

Pz:

工况:

确定

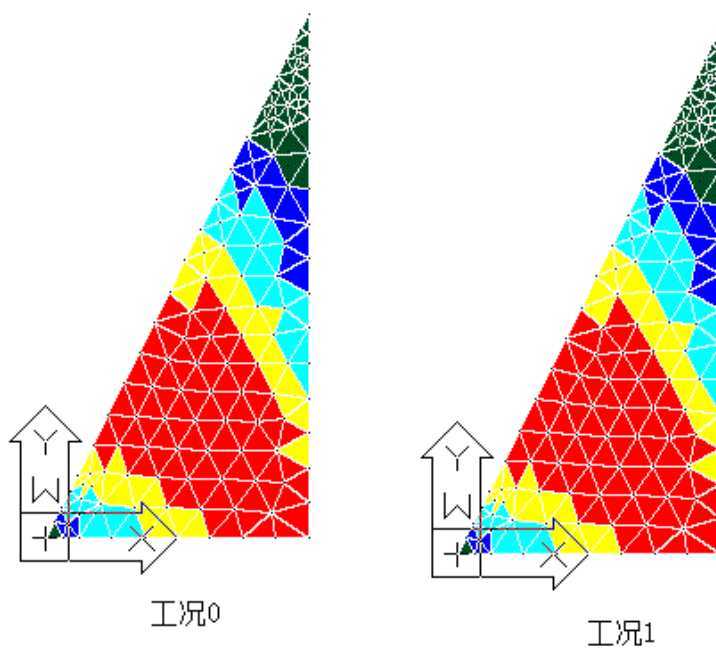
取消

	恒活风	工况	F _x	F _y	F _z
1	活	1	0.000	0.000	-0.850
...

双击列表来增加、修改荷载 按DEL键删除荷载 受荷板单元数：0

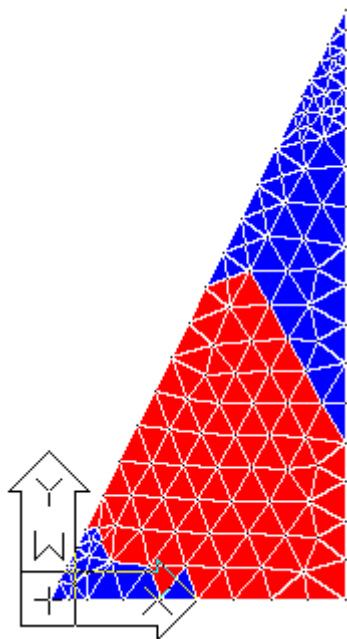
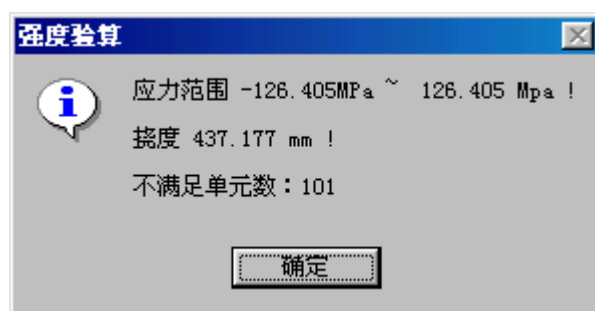
施加荷载 删除墙、板上荷载 查询墙、板上荷载 关闭

11. 按工况显示内力, 工况号填 0 和 1:



12. 显示查询—取消附加信息显示 zoom-all 回复视图

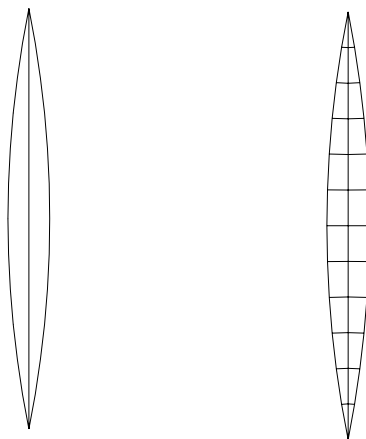
13. 内力计算—强度验算，提示红色和不满足单元：



14. 边界和材性—定义材性，定义为厚度 12 的钢化玻璃；
15. 重新内力分析和强度验算；

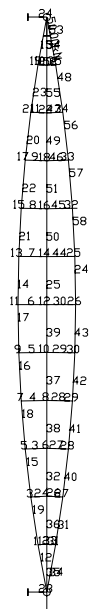
例 2：索梁体系

- 1、在 xz 平面内，用 arc 命令三点作弧， $(0, 0)$ ， $(-500, 5000)$ ， $(0, 10000)$ ，用 line 命令连接上下端点；
- 2、用 divide 命令，将弧和线分成 12 段；
- 3、用 line 命令，用捕捉端点和点的方式将弧连成折线，删去圆弧和垂线，将在原垂线位置分段连接；
- 4、用 mirror 命令将弧镜像拷贝，最终的模型见下图左；

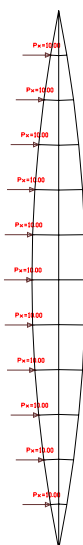


- 5、水平连线成上图右的模型，注意水平需要连两根线，即水平线与中间直线要有交点；
- 6、结构编辑 - > 添加杆件，选择线定义为杆件，关闭；
- 7、结构编辑 - > 删除重复单元节点；
- 8、结构编辑 - > 结构体系，定义为平面框架，确定；
- 9、构件属性 - > 建立截面库，通过下拉条，找到热轧无缝钢管和电焊钢管，双击打“ ”，找到圆管及索，双击打“ ”，增加，“新截面”改为“16”，R 中填“8”，确定；
- 10、构件属性 - > 定义截面，选中圆钢及索，选中 16，选择欲定义单元，选择所有圆弧上的杆件，右键，选中热轧无缝钢管和电焊钢管，选中 50x5，选择欲定义单元，选择所有水平杆件，右键，选中 102x4.5，选择欲定义单元，选择垂直构件，确定；
- 11、构件属性 - > 定义材性，点中.....的一行，弹出“增加材性”对话框，找到自定义材料，填弹性模量 160，泊松比 0.3，屈服强度 800，材料质量密度 7.85×10^{-6} （即 7.85×10^{-6} ），确定，选择欲定义单元，选择所有圆弧上的杆件，右键，选中材性 1，选择欲定义单元，选择其余杆件，右键，确定；
- 12、构件属性 - > 定义方位，选中方位 1，选择欲定义单元，选择除水平杆件外的所有杆件，右键，选中方位 3，选择欲定义单元，选择所有水平杆件，右键，确定。
- 13、构件属性 - > 定义初应力和只拉单元，初拉力 50，勾中只拉单元，选择一根斜杆，右键，确定；

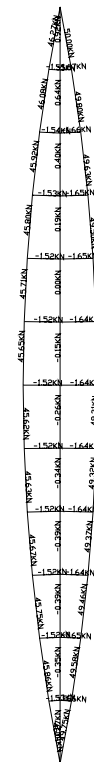
- 14、构件属性 - > 支座边界，点中右上快捷图标中的第二个，上面一行的 x, y, z 向都是刚性约束，下面一行的绕 x, y, z 都是无约束，选择欲定义节点，选中两端的两个节点，确定；
- 15、显示查询 - > 显示节点号，显示查询 - > 显示单元号，显示查询 - > 显示支座边界，显示查询 - > 显示预应力，生成的结果见下图；



- 16、荷载编辑 - > 荷载库，点中节点荷载库，点中.....的一行，弹出“添加节点荷载”，点中恒载， p_x 中填 1，确定，关闭；
- 17、荷载编辑 - > 施加节点荷载，点中第 1 栏，施加荷载，选中左边所有圆弧上的点，右键，关闭；
- 18、荷载编辑 - > 组合，点中已有组合，按 del 键删除，保留一组组合 1.2 恒；
- 19、显示查询 - > 显示节点荷载，预显示工况号 0，结果见下图；



- 20、非线性分析 - > 初始状态分析 - > 索梁体系 - > 线性找形，考虑自重的影响，确定；
- 21、非线性分析 - > 初始状态分析 - > 钢构初始态显示；



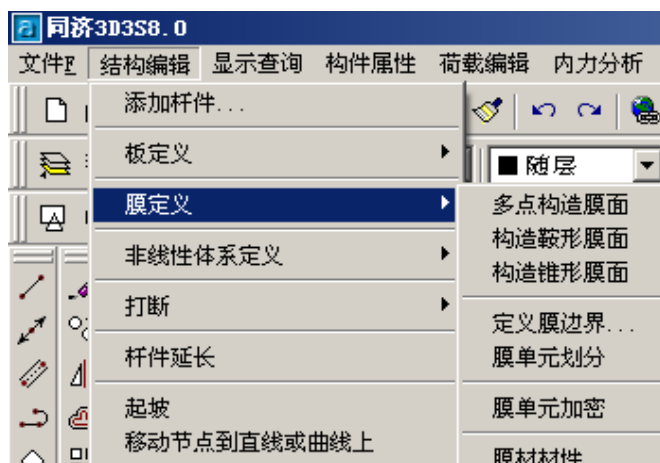
- 22、非线性分析 - > 工作状态分析 - > 荷载态分析，考虑所有组合，比例系数 0.1，荷载系数 1，确定，输入时间间隔 1min；
- 23、非线性分析 - > 时程曲线，组合号 1，序号 1，单元，选择一根单元，小节点轴力 N；
- 24、设计验算 - > 选择规范，选择所有杆件，选择钢结构规范；
- 25、设计验算 - > 单元验算。

更详细的例题演示，请参看安装光盘中的玻璃幕墙演示部分

第十三章 建筑膜结构功能模块使用手册

13.1 建筑膜结构功能模块菜单说明

13.1.1 模型建立



膜定义菜单

1、基本方法：采用 AutoCAD 本身的 draw 命令系列，modify 命令系列建立膜结构控制点的拓扑形状；

2、快捷方法：多点构造膜面、鞍型膜面、锥形膜面；

- 多点构造膜面：根据用户输入坐标形成膜面控制点的拓扑形状；

命令: AddMesh

第一点<回车退出>:0, 0, 0

下一点[U-退回]<回车结束>:1000, 1000, -2000

下一点[U-退回]<回车结束>:1000, 2000, 3000

边界线	端点1坐标	端点2坐标	长度	分段数	索边界
边界1	0 0 0	1000 1000 -2000	2449	10	
边界2	1000 1000 -2000	1000 2000 3000	5099	10	
边界3	1000 2000 3000	0 0 0	3741	10	

通过鼠标双击来修改边界线参数

分段数: 10 ☐ 索边界

☒ 直接划分成膜单元 ☐ 仅生成膜边界线

确定 取消

参数说明：

- ◇ 直接划分成膜单元：形成三角形的膜单元网格；
- ◇ 仅生成膜边界线：形成膜边界线，不划分单元；
- ◇ 分段数：所选边界的分段数；
- ◇ 索边界：所选边界是否属于索边界；
- ◇ 双击条目，下面的对话框允许用户修改设定的边界参数

修改边界参数

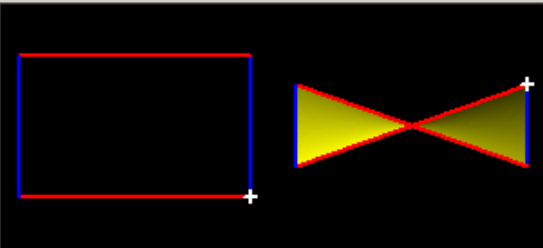
端点1坐标->

端点2坐标->

分段数： ☐ 索边界

- 鞍型膜面：多点构造膜面的特例，四点具有高低差的矩形鞍型膜面。

鞍形膜面



边界	长度	分段数	索边界
边界1	2000	10	✓
边界2	3000	15	✓

(双击修改边界参数) 高差：

插入点：

☒ 直接划分成膜单元 ☐ 仅生成膜边界线

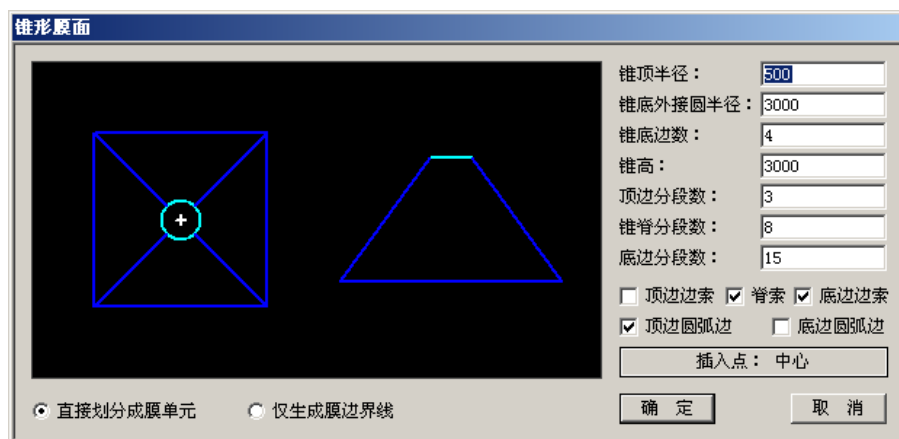
参数说明：

- ◇ 同多点构造膜面；
- ◇ 插入点：左图中十字白点为插入点；
- ◇ 高差：鞍型膜面高低点的高差；
- ◇ 双击条目，下面的对话框允许用户修改设定的参数

修改边界参数

长度： 分段数： ☒ 索边界

- 锥形膜面：形成锥形膜面



参数说明：

- ✧ 锥顶半径：顶环半径；
- ✧ 锥底外接圆半径：锥底可以是正多边形，设定锥底大小；
- ✧ 锥高：膜的高度；
- ✧ 顶边分段数、锥脊分段数、底边分段数：定义膜结构三角单元划分的分段数；
- ✧ 顶边边索、脊索、底边边索：定义索的位置；
- ✧ 顶边圆弧边，底边圆弧边：定义控制边为圆弧。

3. 膜定义 -> 定义膜边界

按边界是否有索，选用**索边界**或**无索边界**，并同时**对边界划分数**；



注意：为什么要定义膜边界？

膜边界是指仅满足边界控制点坐标的直线。膜边界之间是平面膜面或简单扭曲面膜面。膜边界分**索边界**和**无索边界**两种。当膜结构中需要添加边索、脊索、谷索时，膜边界为**索边界**，划分单元时索与膜同时进行划分，以保持共同作用；否则，膜边界为**无索边界**。

软件**定义膜边界**有三层含义：一是确定边界控制点，二是确定索的位置；三是划分单元的方便，通过该命令将整个复杂图形划分成若干简单曲面以利于划分。

注意：6.0 版本的软件只能对四边形和三角形划分单元，并且要求三角形的三条边分段数相等，四边形的对边分段数应相等，7.0 以后的版本已无此要求。

4 膜定义 -> 膜单元划分

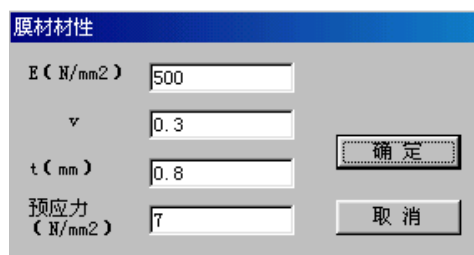
选择需要划分的封闭多边形，右键确定完成划分；或者直接右键默认为全部划分。

注意:有些“封闭”的多边形没有划分,那么请仔细检查,分段数的定义是否正确;再有就是边界线没有相交,差别有时非常细微,但的确没有相交。

13.1.2 模型几何物理性质定义

1. 膜材材性

膜定义 ->膜材材性,定义膜材的弹性模量 E 、泊松比、膜材厚度(mm)、以及初始预应力。



膜材材性对话框，包含以下输入项：

参数	单位	输入值
E	N/mm^2	500
ν		0.3
t	mm	0.8
预应力	N/mm^2	7

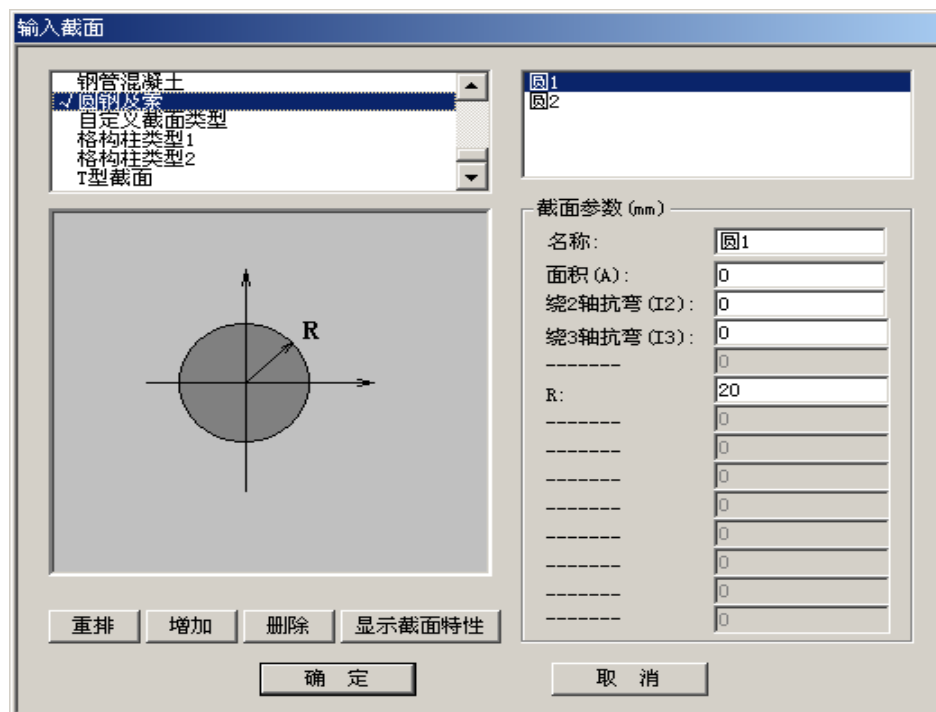
右侧有“确定”和“取消”按钮。

定义膜材材性

2. 索的定义

建立截面库

运行**构件属性 ->建立截面库...**,下拉滚动条,双击**圆钢及索**(若没有打“ ”选中的话),通过增加将工程要用的索截面半径输入。



输入截面对话框，包含以下部分：

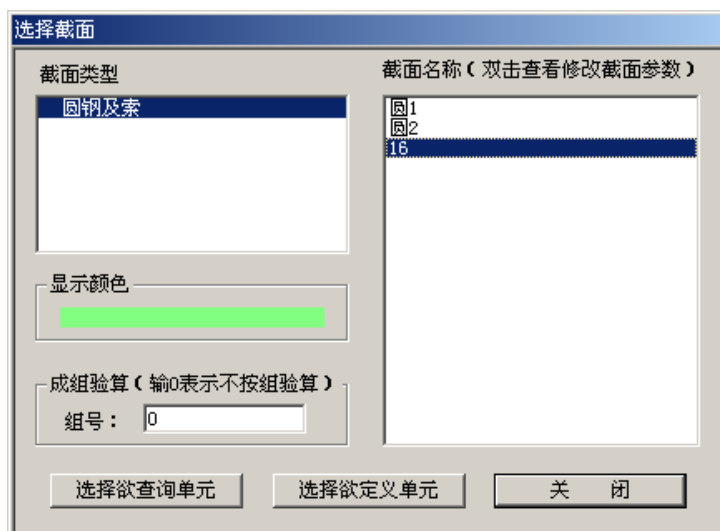
- 左侧列表：**包含“钢管混凝土”、“圆钢及索”（已选中）、“自定义截面类型”、“格构柱类型1”、“格构柱类型2”、“T型截面”。
- 中间图形：**显示一个圆，半径为 R ，带有坐标轴。
- 右侧参数表：**

截面参数 (mm)	
名称:	圆1
面积(A):	0
绕2轴抗弯(I2):	0
绕3轴抗弯(I3):	0
R:	20
	0
	0
	0
	0
	0
	0
	0
	0
- 底部按钮：**“重排”、“增加”、“删除”、“显示截面特性”、“确定”、“取消”。

建立索的截面库

定义截面

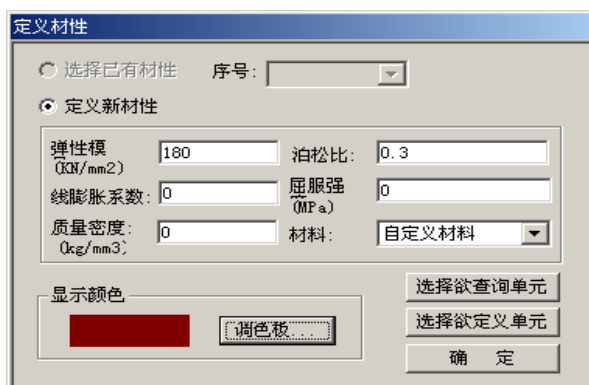
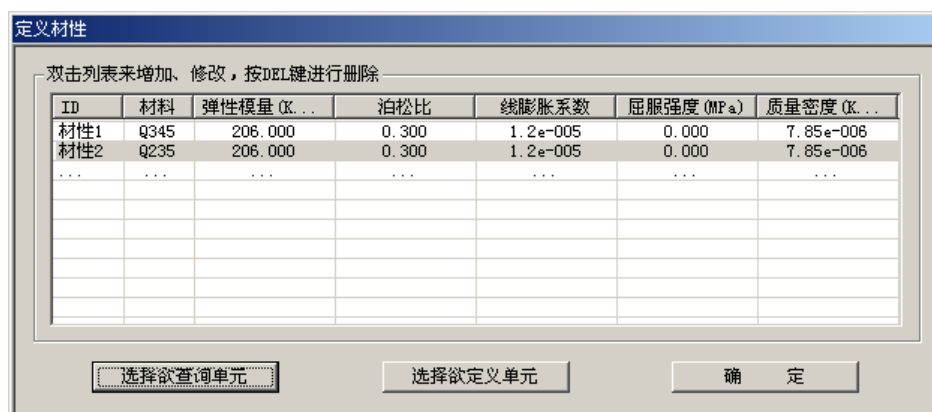
运行**构件属性 ->定义截面**命令,选择欲定义单元,将相应截面定义到索单元上。



定义截面

定义材性

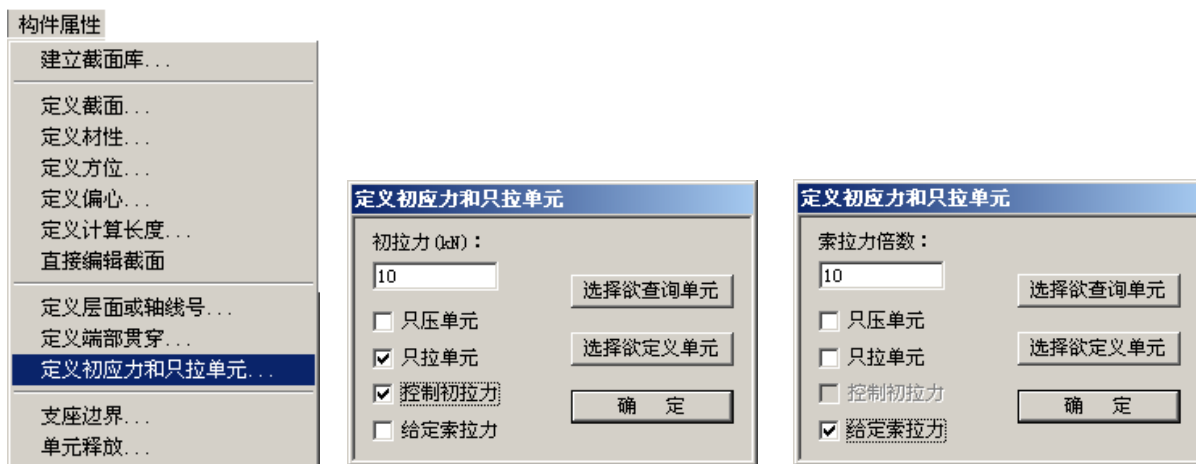
运行构件属性 -> 定义材性命令，双击“... ..”的行，输入索单元的材性，选择欲定义单元，将相应截面定义到索单元上。



定义材性

定义索初拉力

运行构件属性 -> 定义初应力和只拉单元，在屏幕弹出的对话框中填入初拉力值(单位：kN)，并选择欲定义索单元后按确定可完成定义。如图所示：



定义索初拉力

注意：

- ✧ 左图按照有限单元法找形，找形过程中同时分析膜以及与膜共同作用的索。需要控制预应力即定义了预应力的索，则找形过程按定义值控制其预应力；其余不定义预应力的索，求实际内力。
- ✧ 右图按照力密度法找形，由于找形过程将膜面离散成索网体系的力密度找形，故需要定义真实索的预张力与模拟索（从膜单元转换而来）的倍数。

支座边界条件和支承结构定义

可以认为已经定义的索就是膜结构的软边界，而所谓定义支座边界条件是指定义膜结构的硬边界，比如在膜结构与钢结构连接处可能都是要定义支座边界的地方。

运行**构件属性 -> 支座边界**，选择相应的约束情况，**选择欲定义的节点，确定。**



定义边界约束

索杆梁膜共同作用中其余构件的定义同一般钢结构，见相应介绍。

13.1.3 初始态找形**1. 初始形状确定方法简介**

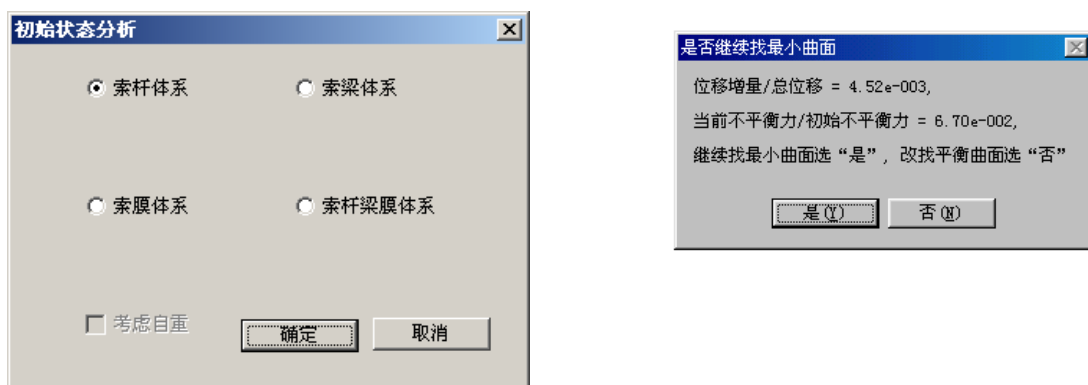
确定膜结构初始形状的方法包括应力密度法、动力松弛法和有限单元法等。软件采用了非线性有限单元方法，与荷载态的算法统一在一个理论框架底下。

软件中提供的膜面的形状有最小曲面和平衡曲面两种。所谓最小曲面是指这样一个曲面，其上的应力处处相等，从数学或理论上说最小曲面是最完美的曲面。平衡曲面的要求较低，它不要求曲面上的应力处处相等，只要应力是平衡的就可以了。由于实际工程中不一定可以找到最小曲面或者最小曲面不是设计者所希望得到的曲面，软件的目标是为用户寻找最小曲面，用户可以自由控制寻找平衡曲面，当然，计算迭代次数越多，一般情况下越接近最小曲面，膜面内应力也越均匀。

用户需要多次试算得到需要的初始形状。由于找形只是找到一个应力均匀或应力平衡的曲面，所以对材料的弹性模量没有要求，可以改变膜的弹性模量(注意：在荷载态分析和裁剪分析中必须采用真实的弹性模量)，初应力或索的预应力试算初始状态，有时也需要改变结构控制点的位置。

2. 形状确定

运行**非线性分析->初始状态分析->索膜体系**命令可以进行索膜结构的形状确定计算(不考虑支承结构的共同分析)，如下图所示：



初始状态分析菜单

分析过程中给出提示如上图所示，由用户控制按“是”继续找最小曲面或按“否”改找平衡曲面。对话框中显示的是软件求解最小曲面的判据，一个位移判据：当前迭代步的形状改变占总形状改变的比例，也就是位移增量/总位移，达到 0.001 认为最小曲面达到；另一个是内力判据：当前迭代的不平衡力与第一次迭代不平衡力的比值，达到 0.001 认为达到最小曲面。用户可以参考这些判据决定何时按“否”该找平衡曲面。

3. 初始态应力显示

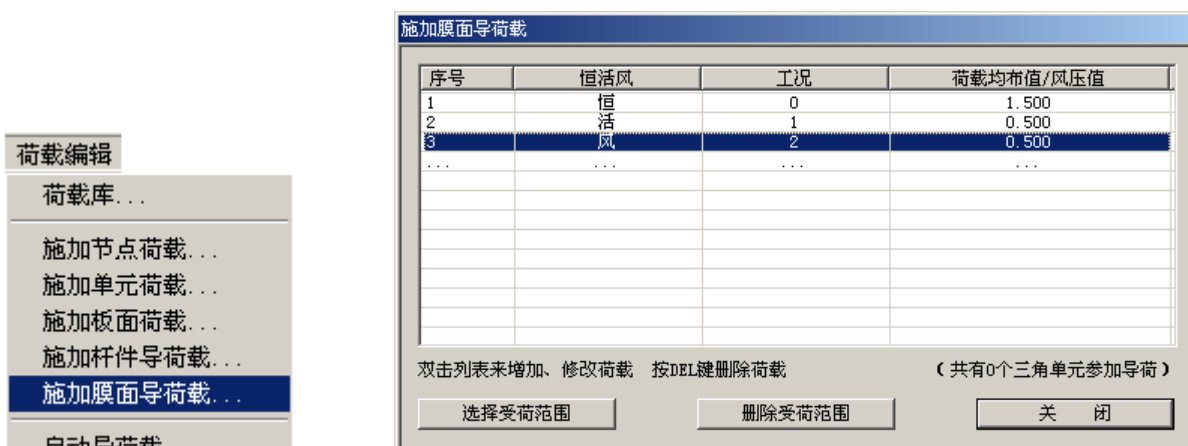
运行**非线性分析->初始状态分析->膜初始应力显示**命令显示形状确定分析所得到的膜面初始形状及初始预应力分布。

结果文件为:user/文件名.chushi。

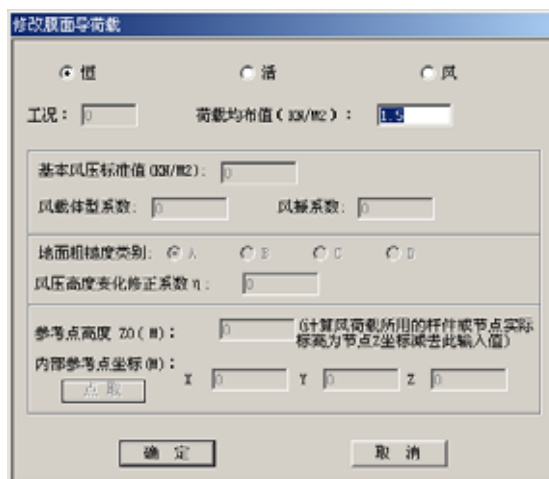
13.1.4 荷载添加

荷载编辑->施加膜面导荷载：膜结构在找形后的初始态形状上导荷载。软件将膜面分成三角网

格，导荷载将膜面荷载转化成节点荷载。荷载分布值不同的区域应分别定义。

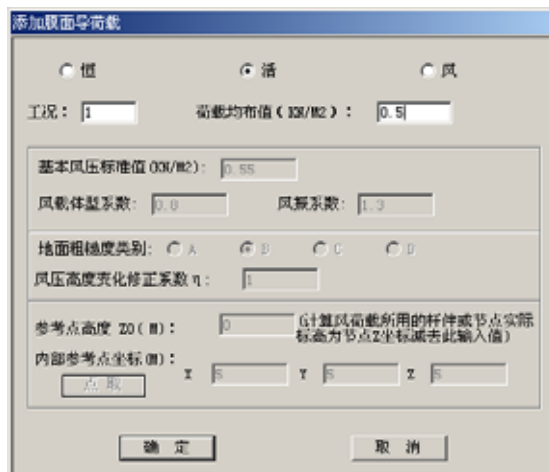


1、双击“... ..”的行，选择“恒”，填入荷载均布值，确定，选择受荷范围，关闭。如图所示。软件会自动计算荷载值；



添加恒荷载

2、双击“... ..”的行，选择“活”，填入工况号，填入荷载均布值，确定，选择受荷范围，关闭。如图所示。膜面活载主要是雪荷载；



添加活(雪)荷载

3、双击“... ..”的行，选择“风”，填入工况号，填入与风相关的数值，确定，选择受荷范围，关闭。如图所示；

添加膜面荷载

☐ 恒 ☐ 活 ☒ 风

工况: 2 荷载均匀值 (KN/M2): 0

基本风压标准值 (KN/M2): 0.55

风载体型系数: 0.8 风振系数: 1.3

地面粗糙度类别: ☐ A ☒ B ☐ C ☐ D

风压高度变化修正系数 η : 1

参考点高度 Z0 (M): 0 (计算风荷载所用的杆件或节点实际标高为节点Z坐标减去此输入值)

内部参考点坐标 (M): X 5 Y 5 Z 5

点取

确定 取消

添加风荷载

注意：不同风向的荷载需要在不同的工况中定义，由于膜结构的复杂性，无法按风向来定义工况，而只能根据不同风向对膜结构产生的不同的风压体型分布系数来定义不同风向的工况。由于没有规范的支持，膜结构的风振系数由用户输入。

4、荷载编辑->组合...

分项和组合系数输入见下图所示，双击“... ..”的行，在增加组合对话框中填入相应的分项系数和组合系数，确定。

分项+组合系数输入

ID	恒	活	风	地震	温度	支座位移	吊车	裹冰
1	1.20	1.00						

分项+组合 (频遇、准永久)系数 双击列表来增加、修改，按DEL键进行删除

确定 取消

增加组合

分项+组合 (频遇、准永久)系数

恒载系数 1.2 x 1 活载系数 0 x 0

风载系数 0 x 0 地震系数 0 x 0

温度系数 0 x 0 支座位移 0 x 0

吊车 0 x 0 裹冰荷载 0 x 0

确定 取消

荷载组合

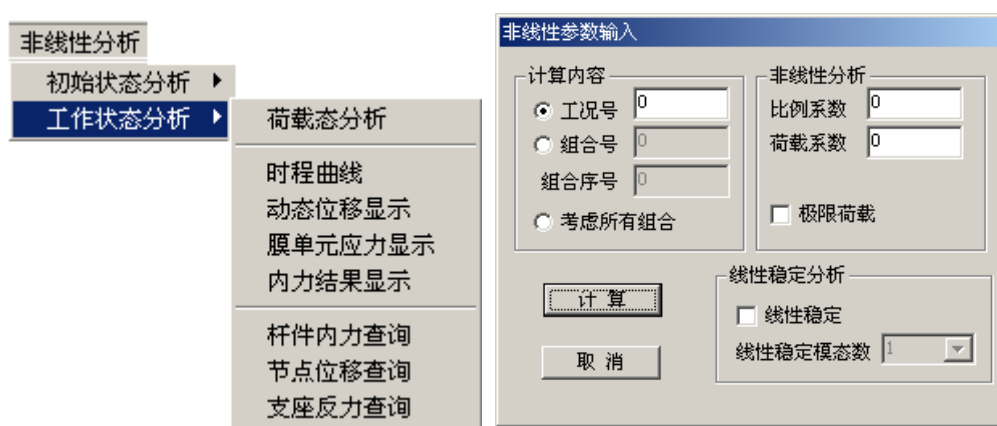
13.1.5 荷载态分析

1. 荷载态计算方法简介

软件采用非线性有限元法，可以考虑膜、索、杆、梁等单元共同作用，对于大型结构各部分相互作用可以综合分析。提供了全面的计算结果查询方式，包括荷载位移曲线、总体位移显示、膜单元应力显示、内力结果显示。能直观、全面地得到荷载态分析结果，了解结构的工作情况，以便采取相应措施，优化结构形式或改善薄弱环节等。

2. 荷载态分析

运行**非线性分析->工作状态分析->荷载态分析**，进行各组合荷载下的膜结构工作状态分析计算。如图所示。



荷载态分析

鉴于非线性分析费时较多，软件目前要求用户输入需要计算工况还是组合，所谓组合序号，可以举一个例子说明，用户考虑恒载工况 0，风载工况两个：工况 1，工况 2，雪载工况两个：工况 3，工况 4。用户也可以点考虑所有组合，软件逐一考虑所有组合，建议用户首先验证模型正确性后再使用该功能。

当考虑恒+活+风组合时，

序号 1 为恒 0+活 3+风 1；

序号 2 为恒 0+活 3+风 2；

序号 3 为恒 0+活 4+风 1；

序号 4 为恒 0+活 4+风 2。

比例系数表示荷载的步长，荷载系数表示计算荷载是所加的荷载的倍数。

极限荷载与线性稳定与膜结构计算无关。

3、显示查询

结果文件为:user/文件名.hezai。

13.1.6 裁剪

1、裁剪方法简介

3D3Sv7.0 对裁剪片和裁剪线的确定提供了以下三种方法：

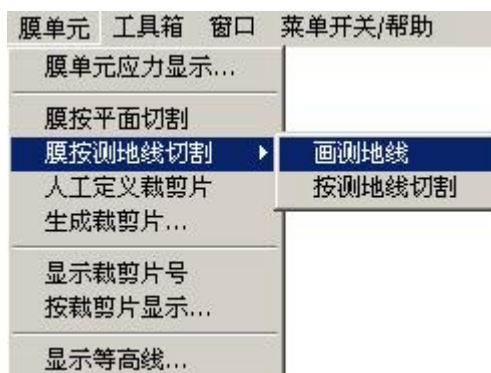
平面切割法：根据用户添加的任意辅助平面与膜曲面相交形成交线，将交线作为裁剪线；

测地线法：根据用户输入的两个膜边界点在膜曲面上自动形成测地线，将测地线作为裁剪线；

人工定义法：用户通过人工定义裁剪片命令归并数个裁剪片。

以上方法在同一工程中可交替使用。为方便用户和有更大的适用性，软件在展开和应力释放过程中都使用了一些方法和技巧，使更多形式、曲面更复杂和尺寸更大的裁剪块可以迭代收敛找到近似平面片。当然，划分越细裁剪片拼成的曲面更接近原曲面，还应考虑裁剪线视觉效果和原材料等因素，来确定裁剪线。

2、膜裁剪命令



1) 膜按平面切割

a、首先要添加辅助面：运行 Autocad 的画线(Line)命令，添加辅助线，该线代表对屏幕所示平面的垂直切割辅助面。

b、变换到合适的视图，运行**膜单元->膜按平面切割**，选择辅助直线，膜面将被切割，并用颜色显示。

2) 测地线法

a、画测地线：选定膜边界上的两个点，软件自动生成测地线。

b、按测地线切割：选择测地线，膜面将按测地线切割为不同的裁剪片。

3) 人工定义裁剪片

选择任意个三角单元定义为一个裁剪片，用户也可以用该命令将按平面切割开的膜裁剪片再合成一片。

4) 生成裁剪片

运行**膜单元->生成裁剪片**，得到膜块的裁剪片图形文件。

3、裁剪的显示

1) 显示裁剪片号

这里显示的裁剪片号与裁剪完毕后，cut.dwg 中生成的裁剪片同号。

2) 按裁剪片显示

选择一个或多个裁剪片号，屏幕上可以只显示和操作选择的裁剪片。

4、显示等高线

显示膜面等高线，以检查其是否有排水等问题。

13.1.7 计算文本说明

这些计算文本存储在以工程名为目录名的目录下的 user 子目录中：

*.chushi：初始态找形完毕后的结果文件；

*.hezai：荷载态计算完毕后的结果文件；

*.cut：每片裁剪片的面积及幅宽；

*.area：在command命令行中运行 *mare* 命令产生的关于整张投影面积和展开面积的数据文件。

13.2 膜结构体系设计的理论简介

13.2.1 初始形状确定方法

初始形状确定即找形过程。膜面的形状有最小曲面（应力分布均匀）和平衡曲面（应力分布不均匀）两种。

现采用非线性有限元法进行曲面找形。有限元法具有较高的计算精度，随着计算机运行速度的大幅度提高，也提高了该方法的计算速度。薄膜结构一般处于小应变、大位移状态，所以对于该类柔性结构的有限元计算需考虑结构具有的几何非线性的特点。非线性有限元法是应用虚位移原理形成修正的拉格朗日列式，建立结构的非线性有限元基本方程，根据任意假定的结构初始几何以及事先设定的初始预张力，迭代计算并求解膜面的最小曲面或平衡曲面。

形状确定中考虑膜与索及支承结构的共同作用。由于实际工程中不一定可以找到最小曲面或者最小曲面不是设计者所希望得到的曲面，因此可以控制寻找最小曲面，或者当最小曲面迭代次数很多仍然达不到给定精度时改找平衡曲面。在不同迭代步后改找平衡曲面，可以得到不同的曲面形式。当然，迭代得越接近最小曲面，改找的平衡曲面膜面应力分布越好。

可以考虑膜结构体系中索的预应力，需要控制预应力的索，定义其预应力，则找形过程控制其预应力不改变；其余不定义预应力的索，求实际内力。

程序采用的是 U.L.格式，所有变量以时间 t 的位形作为参考位形，求解过程中参考位形是不断改变的。

具体计算过程如下：

1) 对结构进行约束处理，约束张拉体系中与支承结构连接的节点。

2) 用前面推导的公式计算膜单元及索单元的单元刚度矩阵

$$[k_e] = [k_E] + [k_G]$$

转换为整体坐标系下的单元刚度矩阵 $[K_e]$ ，并送入结构总刚度矩阵 $[K]$ 。

3) 求解方程组

$$[K]\{\Delta U\} = \{F\}$$

式中， $\{F\}$ 为结构整体坐标系下初始应力等效的总节点力向量。

得到本次迭代的位移增量 $\{\Delta U\}$ 。

4) 位移迭加得到结构新的位形

$$\{^{t+\Delta t} X\} = \{^t X\} + \{\Delta U\}$$

5) 若寻找的是平衡曲面，由位移增量求得应力增量，得到新位形下的应力分布

$$\{^{t+\Delta t} \sigma\} = \{^t \sigma\} + \{\Delta \sigma\}$$

若要寻找最小曲面，即预应力为初始预应力的等应力曲面，则不进行上式运算，直接执行下一步。

6) 由新的位形及应力求得等效节点力向量，若等效节点力的值大于控制精度，则返回第2步。迭代直到等效节点力满足精度要求。

7) 由最终平衡的位形及应力求得支座反力，并反向作用于支承结构上。

8) 将支座反力作用于支承结构，并释放支座约束，由线性方法求解与支座反力相平衡的支承结构内力分布。

13.2.2 膜结构体系荷载效应分析

膜结构体系的荷载效应分析在形状设计所得到的外形与初始应力分布的基础上进行。结构初始形状应该是满足初应力平衡条件并接近预想的形状，其是否满足使用的要求，还必须进行荷载效应分析。荷载效应分析就是结构在自重、风荷载、活荷载（雪荷载）作用下，并且考虑各种荷载可能的作用组合，求解结构的变形和内力，判断是否满足强度与挠度等要求。

膜结构体系分析时要考虑其大位移的几何非线性，采用的是 U.L. 格式有限元分析方法，所有变量以时间 t 的位形作为参考位形，求解过程中参考位形是不断改变的。分析中考虑膜、索、杆、梁单元的共同作用。

具体分析计算过程如下：

1) 用前面推倒的公式计算膜、索、杆、梁各种单元的单元刚度矩阵；

$$[k_e] = [k_E] + [k_G]$$

转换为整体坐标系下的单元刚度矩阵 $[K_e]$ ，并送入结构总刚度矩阵 $[K]$ ；

2) 求解方程组

$$[K]\{\Delta U\} = \{P\} - \{F\}$$

式中， $\{P\}$ 为结构整体坐标系下的总节点荷载力向量；

$\{F\}$ 为结构整体坐标系下初始应力和内力等效的总节点力向量；

得到本次迭代的位移增量 $\{\Delta U\}$ ；

3) 位移迭加得到结构新的位形；

$$\{^{t+\Delta t} X\} = \{^t X\} + \{\Delta U\}$$

4) 由位移增量求得膜单元的应力增量，以及求得索杆梁单元的内力增量，得到新位形下的单元应力和内力；

$$\{^{t+\Delta t} \sigma\} = \{^t \sigma\} + \{\Delta \sigma\}$$

5) 由新的位形及单元内力求得等效节点力向量；

6) 将节点荷载力向量与内力等效节点力向量叠加得到结构节点不平衡力向量。如果节点不平衡力大于控制精度，则返回第 2 步。迭代直到节点不平衡力满足精度要求。

13.2.3 膜面的裁剪算法

膜结构的膜面是光滑的空间曲面，膜材本身是平面材料。空间曲面分为可展曲面和不可展曲面，裁剪为若干片后，不可展曲面可以近似展开为平面，将展开的裁剪片连接就得到了近似的原曲面。确定膜面上裁剪线以及生成膜面的各个裁剪片的过程称为膜结构的裁剪设计。

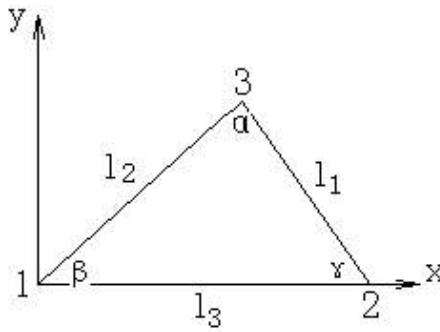
膜结构裁剪设计必须解决两个问题，曲面展开和应力释放。空间曲面展开成平面的问题目前已有几种方法被提出，动态规则法近似展开曲面基于的展开准则不严密，根据不同初始假定平面会得到不同结果，且实际使用时收敛困难。测地线法在给出满意的结果之前还要有一个调整的过程。评价这些方法的有效性比较困难，因为目前还没有一个简便准则从有效性观点来评价这些实际应用比较困难的方法。此外，还要解决膜面中预应力的释放问题，如上动态规则法准则不严密，测地线法不能考虑应力释放问题。

13.2.3.1 曲面展开

空间任意曲面可以离散成空间三角形单元折面，则展开问题转化为求得与空间三角形单元折面在尺寸上接近的平面三角单元的集合。

1. 任意空间曲面近似展开成平面的板单元有限元算法

三角形单元如图所示，各边长度为 l_i ，伸长量为 δ_i ，



三角单元定义

由材料力学，在一点处线应变 ε_x 、 ε_y 和剪应变 γ_{xy} 已知，可得该点处沿任意方向的线应变 ε_α ：

$$\varepsilon_\alpha = \varepsilon_x \cos^2 \alpha + \varepsilon_y \sin^2 \alpha + \gamma_{xy} \sin \alpha \cos \alpha \quad (12-1)$$

其中 α 为从 x 轴逆时针转动的角度。

所示三角形单元各边应变可表示为

$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos^2 \gamma & \sin^2 \gamma & -\sin \gamma \cos \gamma \\ \cos^2 \beta & \sin^2 \beta & \sin \beta \cos \beta \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix} \quad (12-2)$$

由式 (12-2) 可得

$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix} = \frac{1}{\sin \beta \cos \beta \sin^2 \gamma + \sin \gamma \cos \gamma \sin^2 \beta} \begin{bmatrix} 0 & 0 & \frac{\sin \beta \cos \beta \sin^2 \gamma + \sin \gamma \cos \gamma \sin^2 \beta}{l_3} \\ \frac{\sin \beta \cos \beta}{l_1} & \frac{\sin \gamma \cos \gamma}{l_2} & -\frac{\sin \beta \cos \beta \cos^2 \gamma + \sin \gamma \cos \gamma \cos^2 \beta}{l_3} \\ -\frac{\sin^2 \beta}{l_1} & \frac{\sin^2 \gamma}{l_2} & \frac{\cos^2 \gamma \sin^2 \beta - \sin^2 \gamma \cos^2 \beta}{l_3} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \end{Bmatrix} \quad (12-3)$$

上式可写为

$$\{\varepsilon\} = [B]\{\delta\} \quad (12-4)$$

由虎克定律得到应力

$$\{\sigma\} = [D]\{\varepsilon\} = [D][B]\{\delta\} \quad (12-5)$$

其中 $[D]$ 为弹性矩阵，当材料各向同性时

$$[D] = \frac{E}{1-\nu^2} \begin{bmatrix} 1 & \nu & 0 \\ \nu & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1-\nu}{2} \end{bmatrix} \quad (12-6)$$

三角形各边内力 T_i 可由下式得到

$$\begin{Bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \end{Bmatrix} = \int_V [B]^T \{\sigma\} dV = V[B]^T [D][B]\{\delta\} \quad (12-7)$$

可转化为整体坐标系下节点力

$$\begin{Bmatrix} P_{1x} \\ P_{1y} \\ P_{2x} \\ P_{2y} \\ P_{3x} \\ P_{3y} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & (x_1 - x_3)/l_2 & (x_1 - x_2)/l_3 \\ 0 & (y_1 - y_3)/l_2 & (y_1 - y_2)/l_3 \\ (x_2 - x_3)/l_1 & 0 & (x_2 - x_1)/l_3 \\ (y_2 - y_3)/l_1 & 0 & (y_2 - y_1)/l_3 \\ (x_3 - x_2)/l_1 & (x_3 - x_1)/l_2 & 0 \\ (y_3 - y_2)/l_1 & (y_3 - y_1)/l_2 & 0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \end{Bmatrix} \quad (12-8)$$

以上由空间三角形与平面三角形各边长差值求得了作用于平面三角形的等效节点力。对全部三角形单元进行运算，可得作用于平面结构的总节点力向量 $\{P\}$ 。问题成为弹性力学平面问题，可以采用有限单元法进行计算。

计算过程如下：

- 1) 假定一个与空间曲面对应的初始展开平面，可选择空间曲面在平面上的投影。
- 2) 求空间三角形与平面三角形各边长差值 δ_i ，由式 (12-7) 求三角形三个边的内力 T_i ，由式 (12-8) 求单元等效节点力，组装所有单元节点力得到作用于平面结构的总节点力向量 $\{P\}$ 。

3) 求解有限元方程

$$[K]\{\Delta u\} = \{P\} \quad (12-9)$$

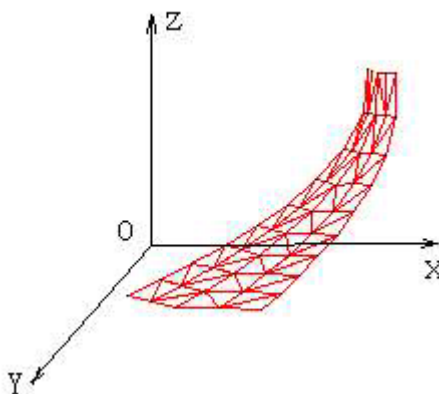
得到节点位移 $\{\Delta u\}$ ，叠加位移得新的平面几何。

- 4) 由新的平面几何返回第 2 步求等效节点力，若等效节点力的值大于控制精度，则由第 3 步求

结构几何。迭代直到等效节点力满足精度要求。

2. 投影平面的选择

展开过程首先要假定对应空间曲面的初始展开平面，可取空间曲面在某一平面上的投影。但如果单纯的固定选取一个坐标平面如 OXY 作为投影平面，则会出现某些三角单元的投影为零面积甚至负面积。如图所示膜块，上部的单元就无法投影至 OXY 平面。



裁剪块示例

因此从实际应用出发，需要程序能根据不同模型自动选取投影平面。做法是选一个单元的局部坐标平面作为投影平面，这个单元的法线方向最接近所有单元的“平均”方向，然后将全部膜单元投影到其局部坐标平面。

优点一：这个投影平面中各单元总体上更接近展开平面中各单元，迭代寻找展开平面便于收敛。

优点二：所选标准单元的一边与 x 轴重合，可以方便施加节点 x、y 方向约束，进行有限元计算。

选择单元的方法是：

设单元 i 的方向余弦为 a_i 、 b_i 、 c_i ，单元总数为 n，以 a_i 为例，均值方差如下式，

$$a_0 = \frac{|a_1| + |a_2| + |a_3| + \dots + |a_n|}{n} \quad (12-10)$$

$$A = (a_0 - |a_1|)^2 + (a_0 - |a_2|)^2 + (a_0 - |a_3|)^2 + \dots + (a_0 - |a_n|)^2 \quad (12-11)$$

以方差最大的一个方向余弦作为选择标准，在这个方向上单元法线方向变化最大，然后选取方向余弦最接近均值的一个单元作为标准单元。

与随意选取一个单元的局部坐标平面或一个整体坐标平面为投影平面计算比较，在更多的膜块上展开过程可以收敛。

13.2.3.2 应力释放

得到了空间曲面的近似展开平面以后，由于膜结构初始态内有预应力作用，还必须考虑膜面应力的释放。基本步骤：

1) 初始平面几何取不考虑初应力的空间曲面近似展开平面。由膜面应力可求出三角形单元等效节点力，

$$\{F\} = \int_V [B]^T \{\sigma\} dV = V[B]^T \{\sigma\} \quad (12-12)$$

其中 $[B]$ 为应变矩阵。

组装所有单元节点力得到作用于平面结构的总节点力向量 $\{P\}$ ，可作为结构的等效外荷载。

2) 求解有限元方程

$$[K]\{\Delta u\} = \{P\} \quad (12-13)$$

得到节点位移 $\{\Delta u\}$ ，叠加位移得新的平面几何。

3) 根据新的平面几何求空间三角形与平面三角形各边长差值 δ_i ，由式 (12-7) 求三角形三个边的内力 T_i ，由式 (12-8) 求单元等效节点力，组装所有单元节点力得到作用于平面结构的总节点力向量 $\{P'\}$ 。将 $\{P\} - \{P'\}$ 作为结构的等效外荷载，就相当于有限元中的等效节点荷载与内力等效节点力叠加的不平衡节点力。

4) 如果不平衡节点力小于控制精度，认为膜面应力已基本释放，迭代结束，否则返回第 2 步，反复直到达到精度。

13.2.3.3 裁剪片的幅宽

建筑膜结构一般以具有一定幅宽的膜布作为原材料，必须控制裁剪片的幅宽，裁剪片幅宽太大不能够下料，幅宽太小又浪费材料。因此，在得到裁剪片后，了解每片的幅宽，是膜结构的裁剪设计必不可少的环节。下面提出了计算每片裁剪片幅宽的方法。

任选裁剪片中一节点 (x_1, y_1) ，过该点直线方程为

$$\begin{aligned} y - y_1 &= \tan \theta \cdot (x - x_1) & (\theta \neq k\pi + \frac{\pi}{2}) \\ x &= x_1 & (\theta = k\pi + \frac{\pi}{2}) \end{aligned} \quad (12-14)$$

由平面直角坐标系中一点 (x_i, y_i) 到直线 $ax + by + c = 0$ 的距离公式 $d = \frac{ax_i + by_i + c}{\sqrt{a^2 + b^2}}$,得到裁

剪片中所有节点 (x_i, y_i) 到直线的距离

$$d_i = \sin \theta \cdot (x_i - x_1) - \cos \theta \cdot (y_i - y_1) \quad (-90^\circ \leq \theta \leq 90^\circ) \quad (12-15)$$

其中 d_i 的最大值和最小值分别为 d_{\max} 和 d_{\min}

令

$$B = d_{\max} - d_{\min} \quad (12-16)$$

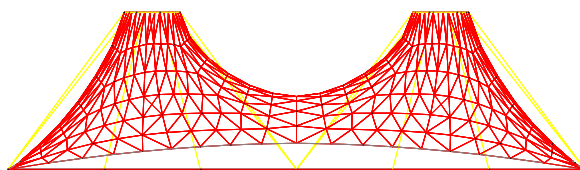
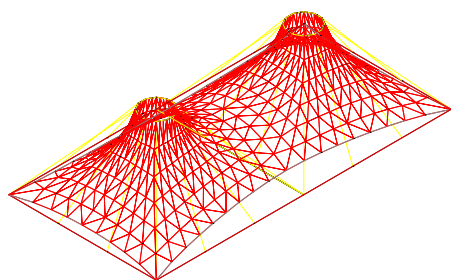
则裁剪片可以置于距离为 B 的平行线之间


取不同的 θ 值 $(-90^\circ \leq \theta \leq 90^\circ)$, 相当于绕 (x_1, y_1) 点旋转直线 , 得到 B 的最小值 B_{\min} 。即为该裁剪片的幅宽。

13.3 建筑膜结构功能模块例题说明

下面举一个简单的例子说明建筑膜结构功能模块的使用。声明该例题仅用于软件功能的演示 , 采用例题中定义的数据 , 本使用手册不负责任。

例题 1 : 双顶的圆锥曲面 , 底边为两个并列的 3 米见方的矩形 , 顶部为直径 600mm 的圆环 , 周围边索 , 端部四个角点张拉 , 基本形状如图。



1、运行_rectang 或  , 坐标 $(0, 0, 0)$, $(3000, 3000)$, 见图 1 ;

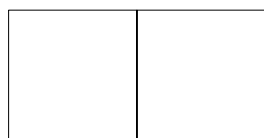


图 1

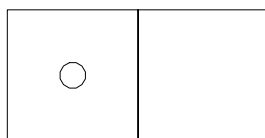


图 2

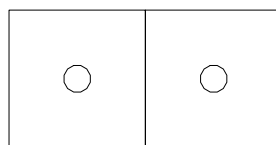


图 3

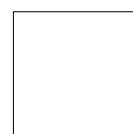




图 4

- 2、运行_copy 或 ，选择前面生成的矩形，base point(0, 0, 0)，second point(3000, 0, 0)，见图 2；


- 3、运行 Command: _polygon 或 ，在(1500, 1500, 0)建立一个半径 300 的内接 12 边形，见图 3；

Enter number of sides <4>: 12

Specify center of polygon or [Edge]: 1500, 1500

Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] <I>:

Specify radius of circle: 300

- 4、运行_copy 或 ，选择前面生成的 12 边形，base point(0, 0, 0)，second point(3000, 0, 0)，见图 4；

- 5、运行 move 命令，移动多边形到 1500 高处，见图 5；

m MOVE 2 found

Specify base point or displacement:

Specify second point of displacement or

<use first point as displacement>: @0, 0, 1500

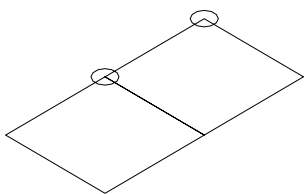


图 5

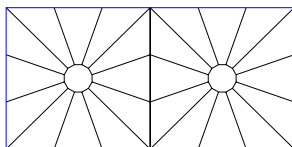


图 6

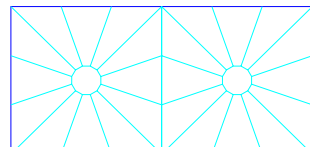


图 7

- 6、运行 explode 命令，将矩形炸开；
- 7、运行 divide 命令，将矩形的每条边都分 3 段。这样顶部圆环是正 12 边形，底边四边形也构成 12 边形。

- 8、运行 line 命令，将顶部钢环与底部四边形相连；

以上是采用 acad2000 的基本命令建立控制点的基本形状。

- 9、运行**结构编辑->膜定义 ->定义膜边界**，选择沿底边外围连索边界线，共计 18 段，右键，选索边界，分段数为 3，见图 6。

- 10、运行**结构编辑->膜定义 ->定义膜边界**，选择顶部钢环，右键，选无索边界，分段数为 3，见图 7。

- 11、运行**结构编辑->膜定义 ->定义膜边界**，选择径向边界线及底边四边形的中间线，右键，选无索

边界，定义分段数为 6，见图 7；

- 12、运行**结构编辑->膜定义 ->膜单元划分**，右键确定全部划分，形成三角网格，见图 8；

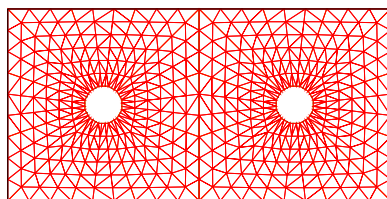


图 8

以上膜结构模型建立完毕。

- 13、运行**结构编辑->膜定义 ->膜材材性**，改变弹性模量为 500，预应力为 5，其余缺省；
- 14、运行**构件属性->建立截面库**，下拉滚动条，找到圆钢及索，双击使前面打“ ”，将圆 1 的名称改为 16，并将半径 R 一栏的数据改为 8，确定；
- 15、运行**构件属性->定义截面**，选中圆钢及索，选中 16，定义所有的边界索单元，确定；
- 16、运行**构件属性->定义材性**，双击“... ..”的行，定义新材性，在材料一栏的下拉框中选中自定义材料，弹性模量 180，泊松比 0.3，确定，选择所有的边界索单元，关闭；
- 17、运行**构件属性->定义初应力和只拉单元**，初拉力 20，核选框选中只拉单元，选择所有的边界索单元，确定；
- 18、运行**构件属性->支座边界**，选择右上角快捷按钮的第二个，将上面一行的 x, y, z 平动约束都定义为刚性约束，见图 9，选择顶环所有节点及底部四个角点，确定，运行**显示查询 ->显示支座边界**，结果见图 10；



图 9

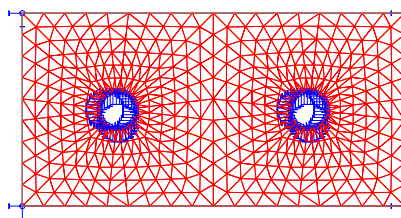


图 10

以上结构的几何物理性质定义完毕。

- 19、运行**非线性分析->初始状态分析->索膜体系**，第一个 20 次迭代的结果显示在图 11 左上图，第二个 20 次迭代的结果见图 11 左下图，然后点“否”找平衡曲面，最终找形结果如图 11 右图所示。

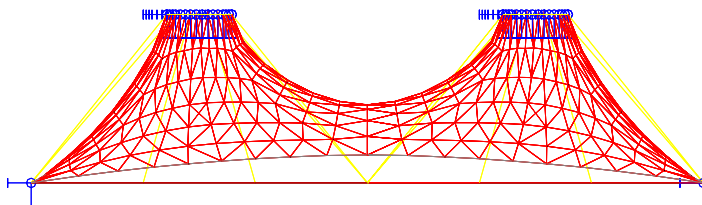
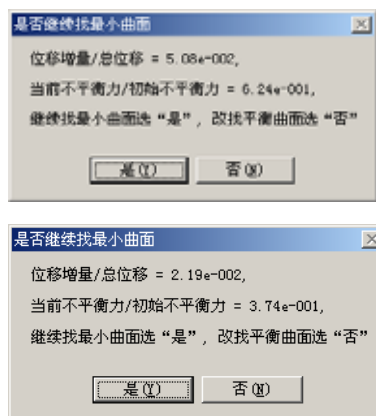


图 11

20、运行非线性分析->初始状态分析->膜初始应力显示，按最大应力显示，见图 12。

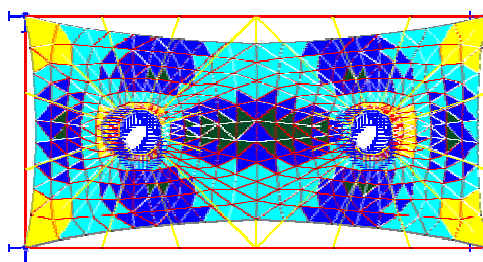


图 12

以上膜结构初始态找形完毕。

21、运行荷载编辑->施加膜面导荷载，双击“... ..”的行，点中风，工况号 1，基本风压 0.55，体型系数 0.8，风振系数 1.0，地面粗糙度类别 B，风压高度变化修正系数 1.0，参考点高度 0，内部参考点坐标(3, 1.5, 0)，选择一半膜面，确定。运行荷载编辑->自动导荷载，运行显示查询 ->显示节点荷载，工况 1。结果见图 13。

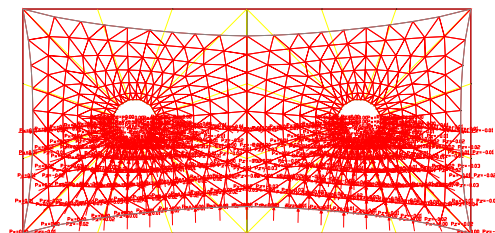
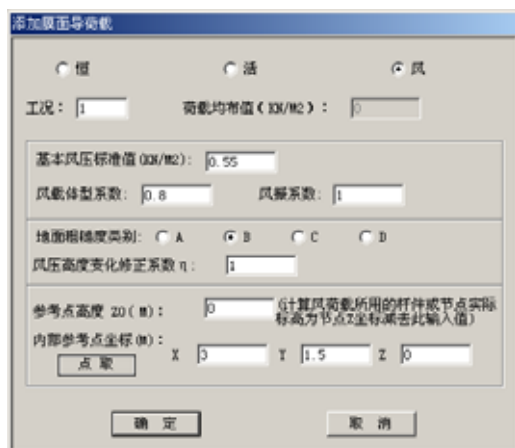


图 13

22、运行**荷载编辑->组合**，删除其他组合，仅保留 1.2 恒+1.4 风，见图 14；

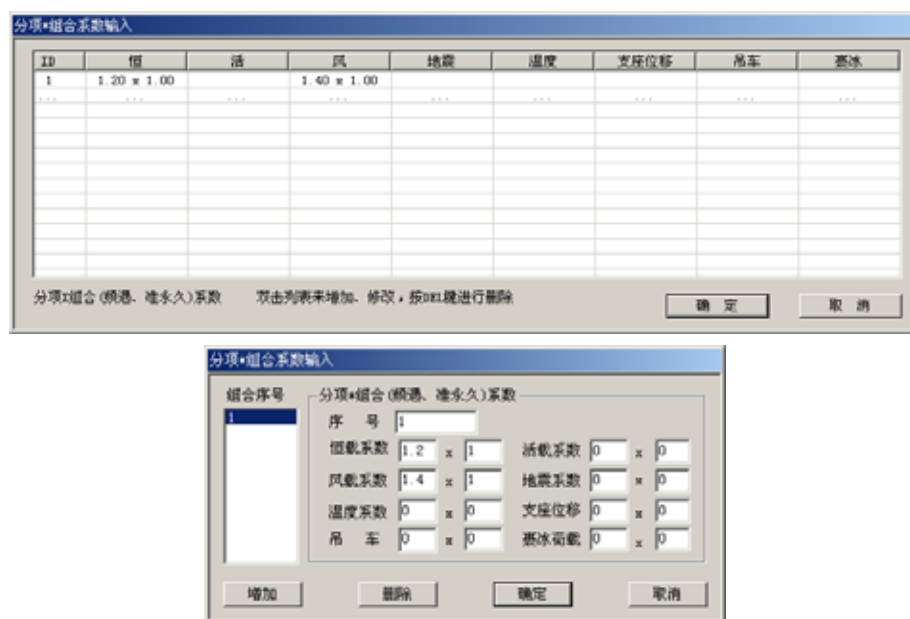


图 14

以上荷载定义完毕。

23、运行**非线性分析->工作状态分析->荷载态分析**，组合号 1，组合序号 1，比例系数 0.2，荷载系数 1，见图 15；

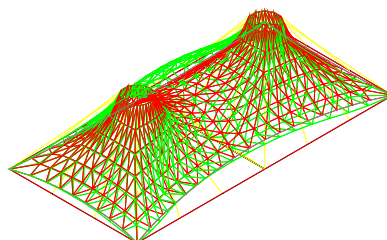
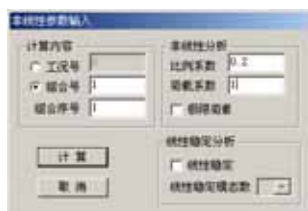


图 15

24、运行**非线性分析->工作状态分析->动态位移显示**，见图 15；

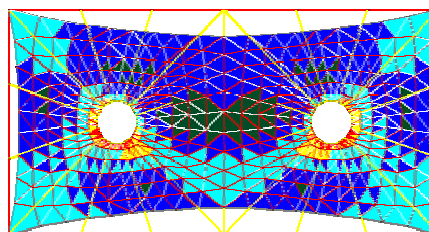


图 16

25、运行**非线性分析->工作状态分析->膜单元应力显示**，见图 16。

以上荷载态下的计算、显示、查询完毕。

26、下面进行裁剪的演示。如图 16 左图用 line 命令随意画线；运行**膜单元 ->膜按平面切割**，选中

该直线回车，膜被分成两部分；转到图 17 右图的平面，再画一直线，仍旧运行**膜单元 ->膜按平面切割**，选中直线回车，膜被分成四部分；运行**膜单元 ->显示裁剪片号**；运行**膜单元 ->手工定义裁剪片**，全选单元，又变成一张膜。运行 Acad2000 的 undo 命令回到如图 16 左图。该步骤显示软件如何定义裁剪片，用户又可以如何修改裁剪片。

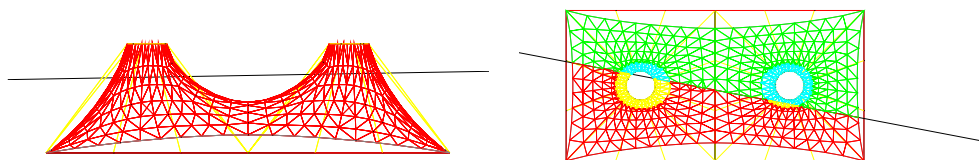


图 17

27、该步骤定义裁剪片。如图 18，中部画一根线，**膜单元 ->膜按平面切割**，然后用 move 命令将膜分成两片；



图 18

28、如图 19，按圆环中心画一系列射线，并运行**膜单元 ->膜按平面切割**；



图 19

29、运行**膜单元 ->生成裁剪线**，并存成 cut.dwg 文件。

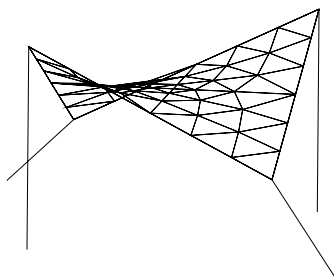
30、打开 cut.dwg 文件。

例题 2：鞍形曲面，索杆膜梁共同分析

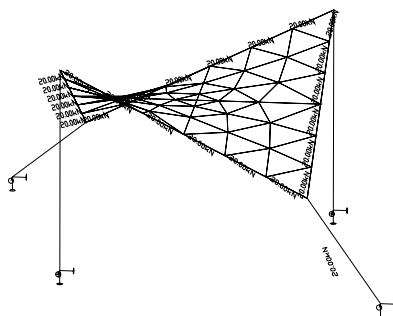
- 1、用 line 命令 $(0, 0, 0), (3000, 0, 1500), (3000, 3000, 0), (0, 3000, 1500)$ ，c 形成空间封闭的四边形；
- 2、用 line 命令画 4 根线，首尾节点坐标为
 $(0, 0, 0) - (-1000, -1000, -1000)$ ，
 $(3000, 3000, 0) - (4000, 4000, -1000)$ ，
 $(3000, 0, 1500) - (3000, 0, -1000)$ ，

(0, 3000, 1500)-(0, 3000, -1000)

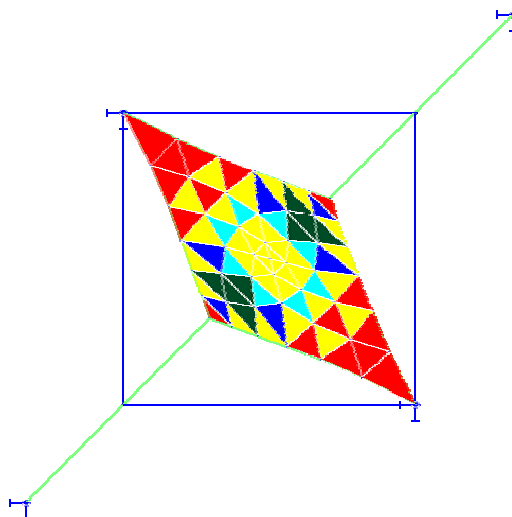
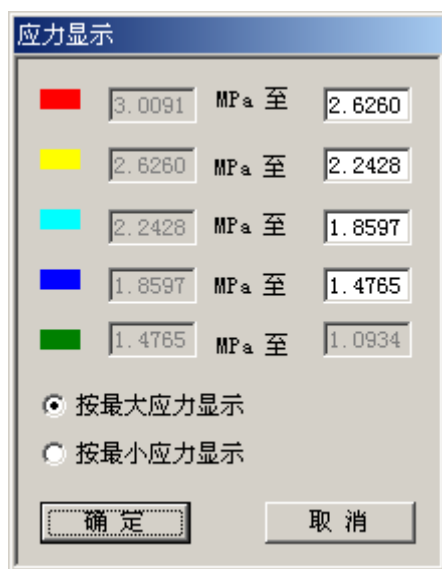
- 3、运行**结构编辑->膜定义 ->定义膜边界**，选择步骤 1 生成的 4 根线，右键，选索边界，分段数为 6；
- 4、运行**结构编辑->膜定义 ->膜单元划分**，选择四根边界线，右键；
- 5、运行**结构编辑->膜定义 ->膜材材性**，改变弹性模量为 500，预应力为 5，其余缺省；
- 6、运行**结构编辑->添加杆件**，点击截面名称，找到圆钢及索，双击打“ ”，增加，将名称中的新截面改为 16，R 填 8，确定，点击方位 ID，点到方位 3，确定，选择线定义为杆件，选择步骤 2 生成的前两根线；
- 7、继续点击截面名称，找到热轧无缝钢管和电焊钢管，双击打“ ”，点热钢管 350×8.0，确定，点击方位 ID，点到方位 1，确定，选择线定义为杆件，选择步骤 2 生成的后两根线，关闭，最终生成的模型见下图(用 3dOrbit 旋转后可见)；



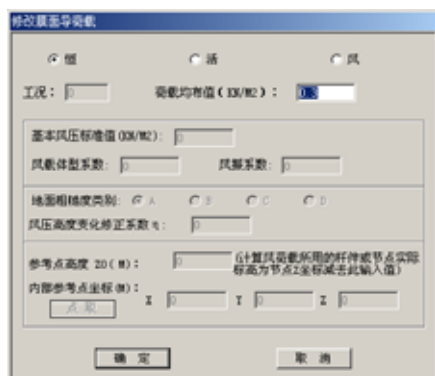
- 8、运行**结构编辑->非线性体系定义->定义索膜单元**，选中步骤 6 定义的索，这样定义后这两根索将与膜共同找形；
- 9、运行**结构编辑->非线性体系定义->定义索梁体系**，选中步骤 7 定义的杆，在索杆梁膜共同分析中作为梁单元计算；
- 10、运行**构件属性->定义截面**，选中圆钢及索，选中 16，定义所有的边界索单元，确定；
- 11、运行**构件属性->定义材性**，双击“... ..”的行，定义新材性，在材料一栏的下拉框中选中自定义材料，弹性模量 180，泊松比 0.3，确定，选择所有的边界索单元和两根斜索，关闭；
- 12、运行**构件属性->定义初应力和只拉单元**，初拉力 20，核选框选中只拉单元，选择所有的边界索单元和两根斜索，确定；
- 13、运行**构件属性->支座边界**，选择右上角快捷按钮的第二个，将上面一行的 x, y, z 平动约束都定义为刚性约束，选择斜索底部的节点；
- 14、运行**构件属性->支座边界**，选择右上角快捷按钮的第一个，将所有的项都定义为刚性约束，选择钢管底部的节点；
- 15、运行**显示查询 ->显示支座边界**，运行**显示查询 ->显示预应力**，结果见下图；



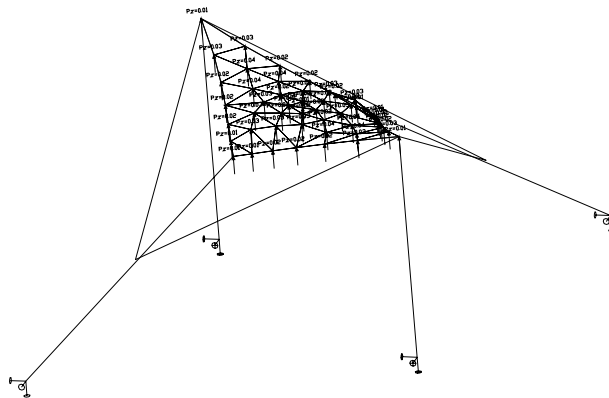
- 16、运行非线性分析->初始状态分析->索杆梁膜共同作用，经过两个 20 次迭代后点云找平衡曲面，索膜体系初始态计算完毕，索梁体系初始态计算完毕；
- 17、运行非线性分析->初始状态分析->膜初始应力显示，按最大应力显示，见下图。



- 18、运行非线性分析->初始状态分析->钢构初始态显示；
- 19、运行荷载编辑->施加膜面导荷载，双击“... ..”的行，点中恒，荷载均布值 0.3，确定，选择受荷范围，选中所有膜面，关闭；



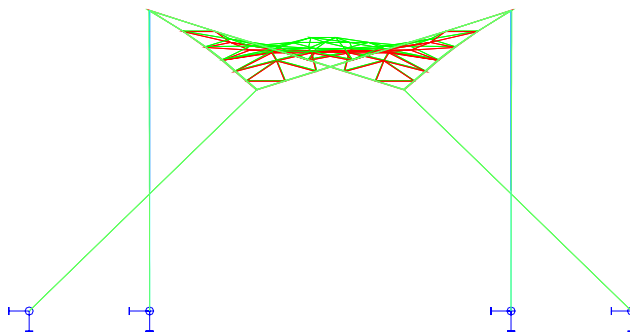
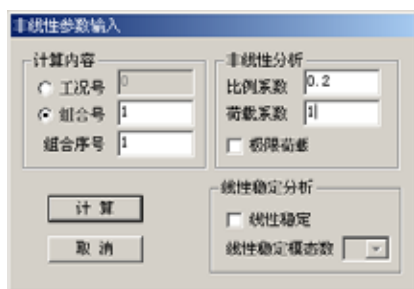
- 20、运行荷载编辑->自动导荷载，运行显示查询 ->显示节点荷载，工况 0。



21、运行**荷载编辑->组合**，删除其他组合，仅保留 1.0 恒；



22、运行**非线性分析->工作状态分析->荷载态分析**，组合号 1，组合序号 1，比例系数 0.2，荷载系数 1；

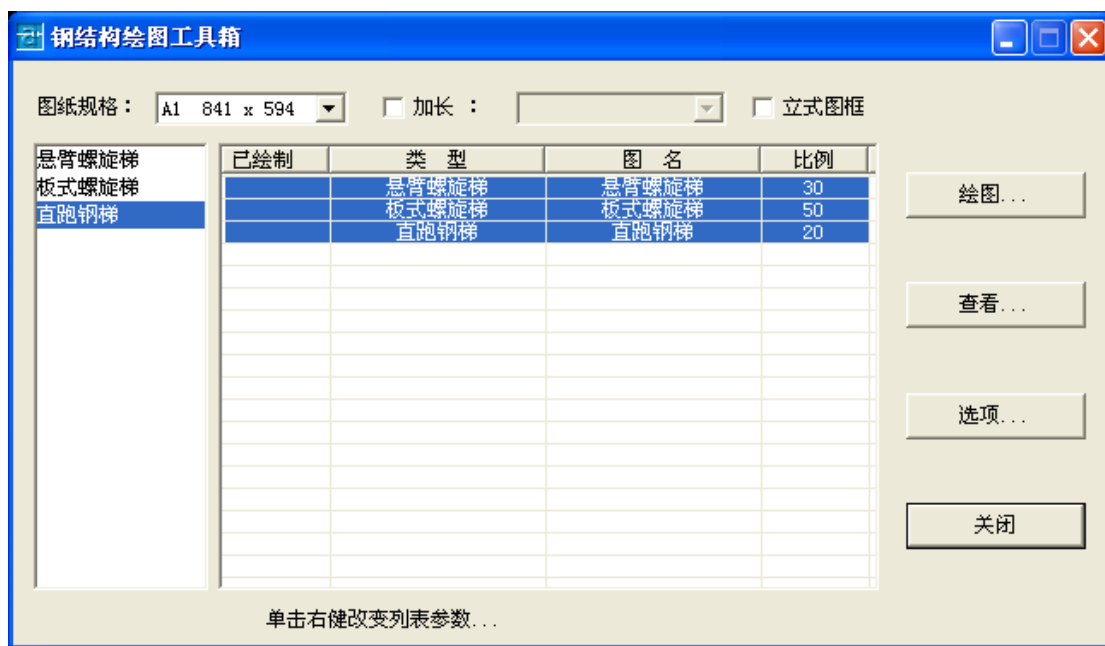


更详细的例题演示，请参看安装光盘中的建筑膜结构演示部分

第十四章 钢楼梯设计使用说明

14.1 钢楼梯设计使用说明

钢结构绘图工具箱实现了钢楼梯标准图集的参数化绘制，用户只要选择所需的楼梯类型，填入适当的参数，软件能够自动生成施工图。有 3 种楼梯可供选择：悬臂螺旋楼梯、板式臂螺旋楼梯和直跑楼梯。双击对话框左边的楼梯类型，弹出相应楼梯的参数选择对话框，输入参数后，楼梯视图被加到视图列表框中。选择视图列表框中的图形并单击绘图按钮即可绘制图形。



14.2 钢螺旋梯使用说明

本部分用于钢结构悬臂螺旋梯的设计。由钢管立柱，预制扇形踏步板，钢平台板和钢管栏杆，扶手等五种构件组成，根据高度需要现场安装焊接组成，并以钢平台板与所傍建筑物的墙身或室内楼板连接，该连接的竖向间距不得大于 6 米，具体位置由项目设计确定。

选择楼梯设计中悬臂螺旋楼梯，并显示对话框。

- 1) 首先选择预绘制的楼梯类型, 选择室内楼梯或者室外楼梯。

- 2) 输入楼梯基本参数, 注意, 单位均为 mm。

- 3) 层高选项, 可以通过下拉框选择合适的层高, 分别为 2700mm, 2800mm, 2900mm, 3000mm, 3300mm, 3600mm, 4200mm, 4800mm, 5400mm, 6000mm。也可以直接填入所设计的层高。注意: 层高范围为 2700~6000mm。

- 4) 层台阶数。指层间台阶数, 由于设计过程中没有设置中间平台, 建议选择 18 阶以下台阶数。如台阶数大于 18 阶, 需自行设计中间平台。

- 5) 立柱直径直接填入就可, 推荐采用 159mm 左右, 否则柱脚尺寸需要自行调整。

- 6) 立柱壁厚。直接输入。
- 7) 踏步板厚。踏步钢板厚度，一般取 6~10mm。
- 8) 楼梯外径。指从钢柱中心到楼梯踏步外边缘的距离。注意：楼梯外径为 500~2500mm。
- 9) 踏步夹角。踏步两条边之间的夹角。在室外楼梯中，由于楼层间起步位置相同，软件将自动根据输入的踏步数进行计算，在室内楼梯中，软件将根据输入值进行绘图，注意，输入值范围为 15~60。
- 10) 起始转角。按照左图，逆时针方向定义。由于有边墙的关系，在选项指向室外楼梯时，此项不可选，固定为-135°。
- 11) 内楼梯平台夹角。在此输入内楼梯平台夹角，在绘制室外楼梯时，此项不可用。
- 12) 外楼梯柱中心到墙距离。在此处输入外楼梯柱中心到墙边缘的距离，当选择室内楼梯时，此项不可用。注意：请输入 1000~3000。
- 13) 在楼梯栏杆参数框中输入相应的参数。

悬臂式旋转楼梯

楼梯类型

☒ 室内楼梯 ☐ 室外楼梯

楼梯基本参数 (mm)

层高h: 2900 每层台阶数: 16

立柱直径d: 159 立柱壁厚t: 12

踏步板厚: 6 楼梯外径D: 1859

踏步夹角: 22.5 起始转角 θ (rad): -135

内楼梯平台夹角: 67.5 外楼梯柱中心到墙距离: 1129.5

栏杆参数输入

扶手型号: $\Phi 36 \times 3$ 扶手高 (mm): 1050

横杆型号: $\Phi 20$ 横杆高 (mm): 550

竖杆型号: $\Phi 20$

平台下加劲肋参数输入

横向加劲肋型号: 槽48x100x5.3x8

横向加劲肋间距: 400

径向加劲肋型号: 50x10

踏步类型选择

☒ 采用踏步下加劲肋 ☐ 采用侧板连接踏步

h1: 56 h2: 80 板厚 (mm): 10

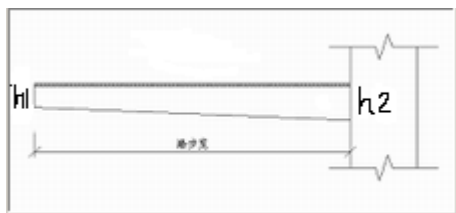
确定 取消

目前，在下拉框中分别列出了四种扶手、横杆、竖杆的规格，而且可以自己输入所需的钢管型号；扶手高，横杆高以 mm 为单位输入。

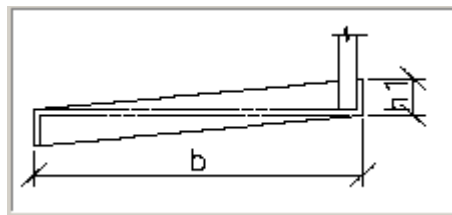
平台下加劲肋参数输入：

- 1) 横向加劲肋型号。在此输入横向加劲肋的型号，下拉框中有三种类型的槽钢截面可供选择，也可以自行输入相应的槽钢截面。注意，目前仅限于输入槽钢截面。
- 2) 横向加劲肋间隔。在此输入平台下横向加劲肋的间隔，以 mm 为单位。
- 3) 径向加劲肋型号。在此输入径向加劲肋型号，下拉框中有三种类型的矩形截面可供选择，分别为 50X10, 48X10, 50X12。用户也可自行输入相应的矩形截面。注意，目前仅限于输入矩形截面。

踏步类型选择：有两种踏步类型可供选择



踏步下加劲肋



侧板连接踏步

使用踏步下加劲肋的方式：

- 1) $h1$ ：踏步下加劲肋的远端高度。
- 2) $h2$ ：踏步下加劲肋的近端高度。
- 3) 厚度：指加劲肋的厚度。

使用侧板连接踏步的方式：

- 1) $h1$ ：侧板的高度。
- 2) $h2$ ：此项在此时不可选。
- 3) 厚度：指侧板的厚度。

注意：此软件仅用于钢螺旋楼梯的绘制，不包含设计部分，当选用参数与钢梯、钢筋混凝土梯合订本（JH）相同时，可以完全正确设计使用。

14.3 板式钢螺旋梯使用说明

14.3.1 使用方法

软件是按照中国建筑标准设计研究院出版的钢梯图集（含 2003 年局部修改版）编制的，只要按照该图集选定一种样式，即可以生成与图集相对应的施工图。

本软件中板式钢螺旋梯各个样式的编号和中国建筑标准设计研究院出版的钢梯图集（以下简称图集）中所使用的编号是完全一致的。如编号 BLTA-4210，BLT 表示板式钢螺旋梯，A 表示类型，4210 表示：梯高为 4200 毫米，梯段宽为 1000 毫米。又如 BLTB-5415，BLT 表示板式钢螺旋梯，B 表示类型，5415 表示：梯高为 5400 毫米，梯段宽为 1500 毫米。

下面以一个简单的实例来说明软件的使用方法，某工程选定 BLTA-6010 的板式钢螺旋梯，使用本软件将生成三个剖面图，一个立面图，一个板式钢螺旋梯构造详图，一个板式钢螺旋梯踏步材料表，一个板式钢螺旋梯挑台材料表。默认对话框如下图所示：

板式钢螺旋梯

板式钢螺旋梯类别

类别 ☒ 类型A ☐ 类型B

型号 BLTA—4210 (梯高4200毫米)

平台选项

平台高度 350

平台宽度 5200

扶手选项

扶手高 1050

详细参数

踏步高 135.48 mm

踏步级数 30 级

梯段宽 1000 mm

楼梯高 4200 mm

外环半径 1600 mm

总转角 540 度

钢螺旋梯立面图预览



确定 取消

因为本例是选择 BLTA-6010。所以，首先在类别里选择类型 A 这时在钢螺旋梯立面图预览中将出现本类别的钢螺旋梯立面预览图，然后再在型号里选择 BLTA-6010 这时在下面的详细参数中将显示出本类型钢梯的具体参数数值，完成这两项工作后还需要在平台选项和扶手选项中填入适当的数值本例采用默认值，这样参数选择的工作就完成了，按确定键即可。最终的对话框如下图所示：

板式钢螺旋梯

板式钢螺旋梯类别

类别 ☒ 类型A ☐ 类型B

型号 BLTA—6010 (梯高6000毫米)

平台选项

平台高度 350

平台宽度 5200

扶手选项

扶手高 1050

详细参数

踏步高 146.34 mm

踏步级数 40 级

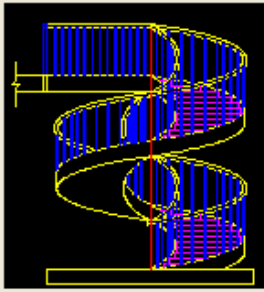
梯段宽 1000 mm

楼梯高 6000 mm

外环半径 1600 mm

总转角 720 度

钢螺旋梯立面图预览



确定 取消

14.3.1 注意事项

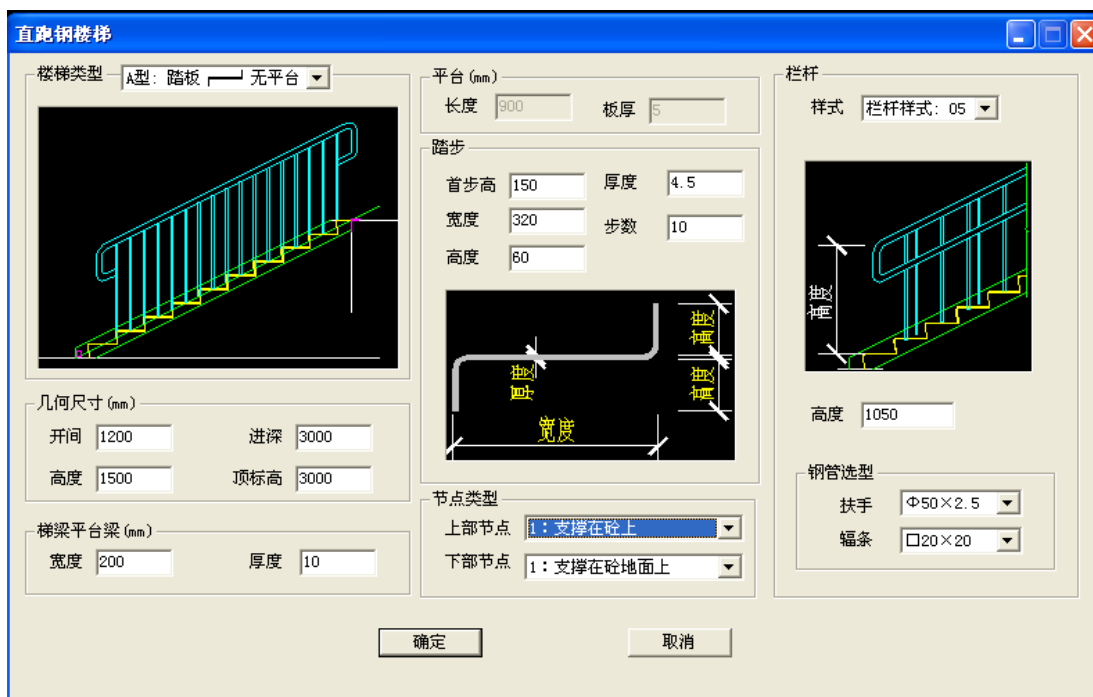
1) 本软件是严格按照中国建筑标准设计研究院出版的钢梯图集(含 2003 年局部修改版)编制的,因此本软件中所能生成的板式钢螺旋梯施工图只有该图集的二十种,对于任意情况的板式钢螺旋梯施工图目前软件还不能完成。

2) 在对话框中的板式钢螺旋梯的详细参数,必须按照上述图集的选取。其中总转角已经化为度数。

3) 在对话框的平台选项中平台高度和平台宽度的取值范围为 0~1000 毫米。在扶手选项中扶手高的取值范围为 0~1800 毫米。

14.4 直跑钢梯使用说明

本部分用于钢结构直跑楼梯的设计,根据标准图集《96J435 钢梯》编制。在楼梯类型列表中双击直跑楼梯,弹出如下的对话框。对话框中各参数的意义详述如下:



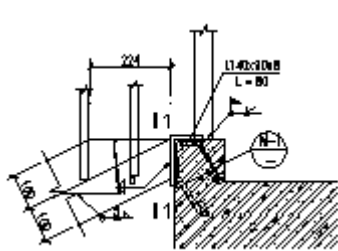
直跑钢楼梯对话框包含以下参数设置区域：

- 楼梯类型**: A型: 踏板, 无平台
- 平台 (mm)**: 长度 900, 板厚 5
- 踏步**: 首步高 150, 厚度 4.5, 宽度 320, 步数 10, 高度 60
- 几何尺寸 (mm)**: 开间 1200, 进深 3000, 高度 1500, 顶标高 3000
- 梯梁平台梁 (mm)**: 宽度 200, 厚度 10
- 节点类型**: 上部节点 1: 支撑在砼上, 下部节点 1: 支撑在砼地面上
- 栏杆**: 样式 栏杆样式: 05, 高度 1050
- 钢管选型**: 扶手 $\Phi 50 \times 2.5$, 辐条 $\square 20 \times 20$

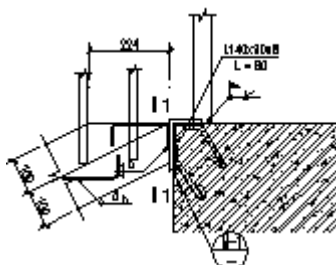
- 1) 选择楼梯类型, 包括三种类型(踏步板均为压弯型) A 型: 踏步为 形; B 型: 踏步为 形; C 型: 踏步为 形的带平台楼梯。
- 2) 楼梯的总体几何尺寸(单位均为 mm), 包括开间、进深、楼梯总高度和顶标高。
- 3) 梯梁和平台梁。输入梯梁和平台梁的截面尺寸。注意: 如果选择带平台的楼梯类型(类型 C), 则平台梁的截面与梯梁相同。
- 4) 平台的长度和板厚。选择带平台的楼梯类型(类型 C)时可以输入平台的长度和平台的板的板厚。
- 5) 踏步参数。踏步类型的图示会随着选择楼梯类型的不同变化。首步高指楼梯第一个踏步相对

于楼梯底部的高度。软件会根据楼梯的总体尺寸和踏步数目计算踏步的水平和竖向间距。

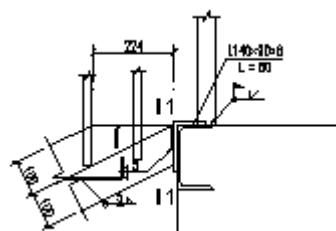
6) 节点类型：用户可根据楼梯的上部和下部节点的支撑类型不同可以选择不同的节点类型。



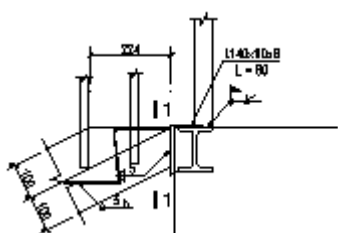
上部节点类型 1



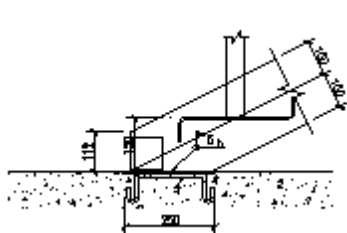
上部节点类型 2



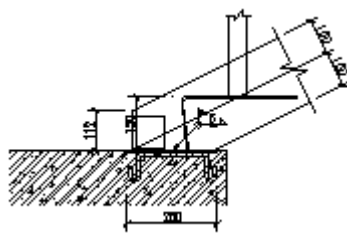
上部节点类型 3



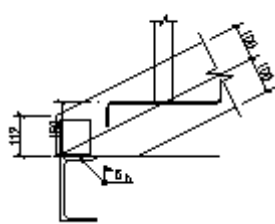
上部节点类型 4



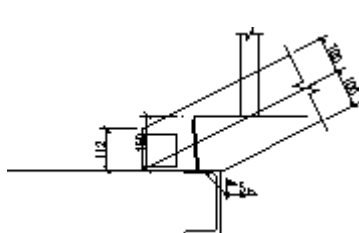
下部节点类型 1



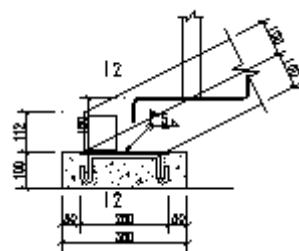
下部节点类型 2



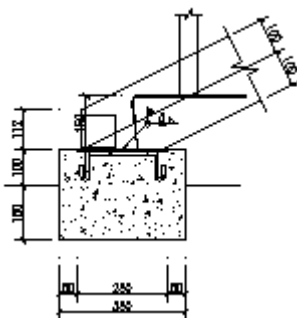
下部节点类型 3



下部节点类型 4



下部节点类型 5



下部节点类型 6

7) 栏杆样式：共有十种栏杆样式可供选择。栏杆高度一般为 1050 mm。平台高小于 20m 时防护栏杆高不小于 1000mm, 20m 时防护栏杆高不小于大于 1200mm。用户还可以选择扶手钢管和辐条的截面形式。

第十五章 输出文本文件说明

软件的计算和设计的结果有两种输出方式：屏幕输出和文本输出。屏幕输出是指软件菜单中提供的显示、查询等命令；文本输出是指把结果以文本文件的形式保留在硬盘上以供查询。

输出结果文本文件在 **工程目录\USER** 子目录下，可以使用WORD或写字板等编辑软件直接打开；每个文件最上面几行描述了该文件的格式及使用的单位制。

下表列出了所有的文本文件内容说明，用户可以根据各自的要求查阅（工程名是指用户把当前模型存盘时所起的那个文件名）。

总体信息			
序号	文件名	文件内容	备注
1	工程名.doc	结构计算书	
2	工程名.bao	门式刚架报价结果文件	
荷载文件			
1	工程名.cob	荷载组合系数	
内力分析结果			
1	工程名.doc	结构计算书	
设计优化结果文件			
1	工程名.chk	按规范规程校核设计详细结果	
2	工程名.sat	按规范规程优化设计详细结果	
3	工程名.gangguan	圆钢管混凝土设计结果	
4	工程名.fangguan	方钢管混凝土设计结果	
5	工程名.xinggang	型钢混凝土设计结果	
6	工程名.zct	框架结构判断强弱支撑体系结果	

节点和柱脚设计结果			
1	工程名.wjtxt	屋架设计结果	
2	节点计算.doc	节点\柱脚设计结果	
3	工程名.cra	吊车梁设计结果	
4	工程名.niutui	牛腿设计结果	
5	工程名.boltball	网架螺栓球设计结果	
6	工程名.weltball	网架焊接球设计结果	
7	工程名_cno.doc	圆钢管汇交节点设计结果	
8	工程名_tj.doc	塔架构件及节点设计结果	
非线性计算结果			
1	工程名.InitF	非线性计算预应力态内力结果	
2	工程名.InitD	非线性计算预应力态位移结果	
3	工程名.NFgxx	非线性工况 xx 的内力结果	
4	工程名.NFcxx	非线性组合 xx 的内力结果	
5	工程名.NRgxx	非线性工况 xx 的反力结果	
6	工程名.NRcxx	非线性组合 xx 的反力结果	
7	工程名.NDgxx	非线性工况 xx 的位移结果	
8	工程名.NDcxx	非线性组合 xx 的位移结果	
膜结构计算结果			
1	工程名.chushi	初始态计算结果	
2	工程名.hezai	荷载态计算结果	
3	工程名.cut	裁剪片的面积及幅宽	
4	工程名.area	结构投影面积及展开面积	