

通用有限元软件 Strat

使用手册



# — 目 录 —

## 第一篇 三维图形前处理系统 Prep

<b>第一章、概 述</b> .....	1
1、系统图形元素.....	1
1.1 图形单元    1.2 图形单元属性    1.3 节点	
2、单元节点、定位点坐标输入.....	2
2.1 鼠标输入    2.2 键盘输入	
3、利用命令行操作.....	3
4、节点捕捉.....	3
5、图形选择和选择过滤.....	4
6、热键和 F8 正交输入.....	5
7、Undo 和 Redo.....	5
8、窗口缩放显示嵌套.....	5
9、二维图形与三维图形.....	6
10、多重图形选择显示功能.....	6
<b>第二章、文 件</b> .....	7
1、文件管理.....	7
1.1 新建文件    1.2 打开文件    1.3 保存文件    1.4 换名另存	
2、生成 Strat 计算文件.....	8
3、设置 Strat 数据参数.....	8
4、外部数据的接口输入.....	9
4.1 Dxf 接口输入	
5、Dxf 接口输出.....	11
6、打印选项.....	11
7、打印.....	12
8、打印预览.....	12
9、打印机设置.....	12
<b>第三章、视 图</b> .....	13
1、楼层.....	13
1.1 楼层、楼层控制的说明	
1.2 非楼层控制的说明	
1.3 刚性楼层假定的说明	
2、显示平面.....	15
3、窗口缩放.....	17
3.1 窗口放大    3.2 显示全图    3.3 放大    3.4 缩小	
3.5 比例缩放    3.6 恢复显示    3.7 平移显示	
4、选择楼层、高度.....	18
5、上移一层、下移一层.....	18
6、选择切面.....	19
7、图形内容.....	19

8、图形参数	20
9、设置图层	21
10、三维图形旋转	22
11、三维图形竖向旋转	22
<b>第四章、绘 制</b>	<b>23</b>
1、节点单元	23
2、直线	23
3、圆	24
3.1 圆心.半径	24
3.2 两点直径	24
3.3 圆上三点	24
4、弧	24
5、柱	25
5.1 输入柱截面转角	25
5.2 梁柱单元截面转角定义	25
5.3 选择柱截面	25
5.4 选择柱材料	25
6、梁	27
7、墙	27
8、板	29
9、平面 4 节点元	30
10、平面 8 节点元	31
11、块体 8 节点单元	31
11.1 4 点输入	31
11.2 8 点输入	31
12、块体 21 节点单元	33
12.1 4 点输入	33
12.2 8 点输入	33
<b>第五章、编 辑</b>	<b>35</b>
1、重绘	35
2、Undo(撤销)	35
3、Redo(恢复撤销)	35
4、删除	36
5、移动	36
6、复制	37
7、缩放	37
8、偏移	38
9、拉伸	39
10、延伸	40
11、修剪	40
12、截断	41
13、倒角	41
14、分段	42
14.1 等间隔分段	42
14.2 按长度分段	42
15、面体细分	43
16、旋转	43
17、旋转复制	45
18、阵列(平移)	45
19、阵列(旋转)	46
20、镜面复制	47

<b>第六章、属 性</b> .....	<b>48</b>
1、基本截面.....	48
2、组合截面.....	51
3、变截面梁柱.....	55
4、材料.....	55
5、梁、柱自由度释放.....	57
6、梁、柱刚臂.....	59
7、梁、柱节点偏心.....	60
8、节点约束.....	60
9、节点强制位移.....	62
10、节点弹簧.....	63
11、节点集中质量.....	64
12、主从节点.....	65
<b>第七章、工 具</b> .....	<b>68</b>
1、数据整理.....	68
2、单元整合.....	69
3、楼层复制.....	69
4、交点分图.....	70
5、网格成图.....	71
6、属性修改.....	72
7、属性匹配.....	73
8、梁、柱特殊属性修改.....	74
9、节点属性修改.....	75
10、删除主从节点.....	75
11、两点测距.....	75
12、节点捕捉模式.....	76
13、简写命令.....	77
<b>第八章、荷 载</b> .....	<b>78</b>
1、荷载设置.....	78
2、节点加载.....	81
3、节点荷载设置.....	81
4、梁、柱单元加载.....	82
5、梁、柱荷载设置.....	83
6、面单元加载.....	84
7、面单元荷载设置.....	85
8、块体单元加载.....	86
9、块体单元荷载设置.....	87
10、节点荷载删除.....	88
11、单元荷载删除.....	89
12、单元荷载匹配.....	89
<b>第九章、特殊荷载</b> .....	<b>90</b>
1、平面加载网格.....	90

2、投影平面加载网格	90
3、网格导荷模式	92
4、网格加载	93
5、网格数值设置	93
6、网格删除	95
7、网格复制	95
8、体加载	95
9、风荷载参数设置	96
10、风荷载加载	97
11、风荷载-网格加载	100
12、风荷载-单元加载	101
13、移动荷载设置	102
14、温度场荷载设置	104

## 第二篇 计算模块 Strat

1、打开文件	106
2、参数存盘	106
3、计算模式设置	107
4、预处理	108
5、计算单元刚度	109
6、形成总刚矩阵	109
7、矩阵分解	109
8、计算结构振型	109
9、计算地震反应谱	110
10、计算单元内力、应力	110
11、连续计算	110

## 第三篇 建筑结构专用后处理模块 Archi

<b>第一章、概 述</b>	<b>111</b>
1、基本操作特点	111
2、程序界面	112
3、打开文件	112
4、文件管理	112
5、组合截面参数设置	113
6、Dxf 接口	114
<b>第二章、视 图</b>	<b>115</b>
1、楼层	115
2、显示平面	116
3、窗口缩放	117

4、选择楼层、高度	117
5、上移一层、下移一层	117
6、选择切面	117
7、选择图形内容	118
8、图形参数设置	118
9、设置图层	120
10、修改构件单元的图层属性	120
11、三维图形旋转	121
12、三维图形竖向旋转	121
<b>第三章、建 模</b>	<b>122</b>
1、总体参数设置	122
2、设置结构类型	122
3、建模计算	123
4、合并构件	124
5、拆分合并构件	124
6、改变主、次梁	124
7、改变斜梁、支撑	124
8、特殊构件判别计算	125
9、修改特殊构件	125
10、计算钢构件长度系数	126
11、修改柱的计算长度系数	128
12、设置施工图构件偏心	128
13、补充修改组合截面参数	128
<b>第四章、验 算</b>	<b>129</b>
1、荷载组合	129
1.1 一些隐含设置	129
1.2 对话框主要参数意义	130
1.3 修改荷载参数	130
1.4 按规范组合	130
1.5 组合组列表说明	132
1.6 修改/删除组合组	132
1.7 增加组合组	132
2、计算二阶效应	133
3、整体验算	134
4、混凝土构件配筋、钢构件强度稳定验算	135
4.1 预处理工作	135
4.2 调用对话框进行参数设置	136
4.2.1 混凝土结构	136
4.2.2 钢结构	138
4.2.3 框架剪力	138
4.2.4 配筋参数	139
4.3 构件验算	139
4.3.1 内力调整	140
4.3.2 混凝土构件配筋、钢构件强度稳定验算	140

4.3.3 配筋构造和验算结果判别	141
5、混凝土梁平法施工图	141
6、输出总体计算报告	143
<b>第五章、显示</b>	<b>144</b>
1、显示计算简图	144
2、显示结构类型	144
3、显示合并构件	144
4、显示特殊构件	145
5、显示长度系数(无侧移)	145
6、显示长度系数(有侧移)	145
7、显示工况内力	145
7.1 梁柱内力定义	146
7.2 墙内力定义	147
8、工况内力设置	147
9、显示混凝土构件配筋、钢构件应力	148
10、构件验算结果图形设置	148
11、显示内力包络图	149
12、内力包络图设置	150
13、显示验算结果判别图	150
14、验算结果判别图形设置	150
15、显示结构侧移	152
16、结构侧移显示设置	152
17、显示振型	153
18、振型图设置	153
19、显示基底内力	153
20、基底内力图设置	153
21、显示配筋施工图	154
<b>第六章、构件验算技术参数</b>	<b>155</b>
1、混凝土柱	155
1.1 内力调整	1.2 抗剪最大限值
1.3 配筋计算	1.4 配筋构造
2、混凝土梁	157
2.1 内力调整	2.2 抗剪最大限值
2.3 配筋计算	2.4 配筋构造
3、混凝土剪力墙	159
3.1 内力调整	3.2 抗剪最大限值
3.3 配筋计算	3.4 配筋构造
4、型钢混凝土柱	160
4.1 内力调整	4.2 抗剪最大限值
4.3 配筋计算	4.4 配筋构造
5、型钢混凝土梁	162
5.1 内力调整	5.2 抗剪最大限值
5.3 配筋计算	5.4 配筋构造
6、钢结构梁、柱、支撑构件	163
6.1 偏心支撑耗能梁段的系列调整	163
6.2 截面强度验算	164
6.3 构件整体稳定验算	164
6.4 特殊构件验算	164
6.5 梁柱节点极限弯矩比较	165

# 第一篇

## 三维图形前处理系统 Prep

### 第一章、概 述

Prep 是有限元三维图形前处理系统，是通用有限元软件 Strat 系列模块之一。

适用操作系统：Window98/2000/XP/NT。

微机硬件要求：64MB 以上内存，500MB 以上硬盘空间，1024×768 以上分辨率显示器。

标准版本不限节点数、不限单元数，楼层控制时不限楼层数。

Prep 及 Strat 各模块中，几何长度单元均为米(m)，荷载、力的单位为千牛(kN)，质量单位为吨(T)。

#### 1、系统图形元素

系统输入、编辑、最终输出的图形元素包括图形单元、图形单元属性、节点等三大类。

##### 1.1 图形单元

图形单元指有形状的几何图形，包括如下几大类。

线类型单元，简称线单元，包括直线、梁、柱单元；

面类型单元，简称面单元，包括墙、板、平面 4 节点、平面 8 节点单元；

体类型单元，简称体单元，包括块体 8 节点、块体 21 节点单元；

以及圆、弧单元，和特殊的节点单元、网格荷载单元。

直线、圆、弧作为辅助图形，仅有几何意义，用作辅助作图，其图形和节点不生成最终的数据文件。其它图形均为实体单元图形，不但具有几何意义，还包含各种物理属性。节点单元、网格荷载单元将在后面相关章节详细介绍其用途。

##### 1.2 图形单元属性

指图形单元所具有的物理、几何属性。物理属性指图形单元所包含的物理特性，如单元的材料，线单元的截面、面单元的厚度，单元的分布荷载等。几何属性主要指单元所属的图层。

单元属性从属于单元图形。当单元被复制时，其属性同时被复制到新的单元中。当单元被删除，其包含的属性同时被删除。某些单元属性可以缺失，如单元荷载、梁柱单元的偏心/自由度释放等；某些属性不能缺失，如单元材料、梁柱单元的截面、面单元的厚度等。

线、圆、弧等辅助图形没有物理属性，但有几何属性。各图形具有特定的物理属性是有限元图形前处理系统与一般图形 CAD 软件的不同之处。

系统具有丰富的单元属性的输入、编辑命令，可以方便进行针对属性的处理。

### 1.3 节点

节点是图形单元的定位点。对于有限元而言，节点具有连接各图形单元使成为整体的重要意义。Prep 中的节点依附于图形单元，在输入图形单元时作为单元定位点输入，不要求单独输入节点。节点的生成、删除、重合操作等完全由系统内部处理，不需用户干预。这样处理机制减少了输入的工作量，使图形的处理更灵活，同时为 Prep 中丰富的图形编辑功能的实现提供了可能。

除个别特殊情况外，程序没有直接针对节点的操作。

节点单元是一个图形单元，总与某一节点对应。节点单元具有单元属性，用于添加节点荷载、节点约束等与节点有关的属性。节点单元是独立的，当节点单元被移动后，将在新的位置与另外的节点关联，如此同时节点不能被移动。

## 2、单元节点、定位点坐标输入

当输入单元，或运行编辑命令时，提示输入节点、定位点，这时需要输入节点坐标。输入节点坐标的可鼠标输入，也可在命令行中键盘输入。两种输入完全等效，可以交替进行。系统内的节点均为三维坐标节点，但根据不同的情况有多种灵活的输入方式。

### 2.1 鼠标输入

鼠标输入有两种方式：

在空白处点击左键输入一点，即输入一个二维点。当显示平面为 XY 平面、切面时，程序根据当前显示状态确定另外一维坐标。当显示平面为三维立体时，不接受这种方式输入。

通过已有图形节点捕捉的方式输入。节点捕捉方式在 XY 平面、切面、三维立体等显示状态均可输入。每次鼠标输入节点时，系统均根据设置的节点捕捉模式进行节点捕捉，如果捕捉到有效节点，则捕捉点优先。

### 2.2 键盘输入

键盘输入节点坐标、或坐标偏移量，各数值之间用逗号分开，不区分整数、小数。输入方式有如下多种选项：

在 XY 平面显示时，可只输入两个数作为 X、Y 坐标，程序按当前显示平面的高度确定 Z 坐标。也可以同时输入 Z 坐标，Z 坐标不限于当前平面高度。

非 XY 平面显示时，必须输入 X、Y、Z 三维坐标。

在坐标数值前加符号“@”，则作为在前一输入点基础上的偏移量。XY 平面显示时可只输入两个数作为 XY 方向的坐标增量，也可以输入第三个数作为 Z 坐标增量。非 XY 平面显示时，必须输入三个数作为三维坐标偏移量。如输入点是第一点，则输入数值作为绝对坐标使用。前一点为鼠标输入点时，偏移坐标依然有效。

在坐标数值前加符号“<”，则是在前一输入点基础上的角度偏移量。符号“<”后的第一个数是 XY 平面内的投影长度，第二个数是在 XY 平面内投影与 X 轴的夹角(单位度)，第三个数是 Z 坐标的增量，三个数均可为负值。XY 平面、非 XY 平面显示第三个数 Z 坐标增量均可输入，也可以不输入，不输入则 Z

向增量为 0。如不输入 Z 向增量，第一个数投影长度的绝对值不能小于**最小几何距离**(见第三章第 15 条图形内容说明)，否则为无效输入。

例如输入梁单元，第一输入点(2,2,4)，第二点输入“<10,45,3”，表示梁在 XY 平面内投影长度为 10m，投影与 X 轴夹角为  $45^\circ$ ，梁的 Z 向增量为 3m，则第二点的绝对坐标为  $(2+10 \times \cos 45^\circ, 2+10 \times \sin 45^\circ, 4+3)=(9.071, 9.071, 7.0)$ 。同样，如果输入点是第一点，输入的坐标偏移量作为绝对坐标使用。

### 3. 利用命令行操作

程序窗口下部为命令行，用于输入命令、参数、节点坐标，同时给出各种操作过程的提示。命令行共三行，第三行为当前输入行。可以在命令行内进行如下三类输入操作。

1、当前未进行任何操作时，第三行显示“Command:”，这时可输入命令，通过命令调用相应功能进行操作。命令分全称命令和简写命令。全称命令由系统设定不可更改，其英文意义反映操作内容；简写命令程序设定初始值，用户可根据个人喜好重新设置，以实现个性化操作(详见第七章第 13 条说明内容)。输入命令与点取菜单、点击按钮完全等效。

2、输入单元时输入单元节点坐标，进行编辑操作时输入定位点坐标。见本章第 2 条。

3、操作过程中，按提示输入各种选项、参数。如输入柱单元时，键入选项字符 R，将提示输入截面转角参数。见各项操作命令的说明。

有关命令行输入的其它说明：

- 1、可在命令行中输入各种字符，包括汉字，但不能输入冒号“:”。输入数字时各数字之间逗号分隔，不区分整数、小数。
- 2、用空格键、回车键(Enter)、鼠标右键结束输入，这三者完全等效。
- 3、无当前操作时第三命令行显示“Command:”提示，这时按空格键、回车键或鼠标右键，将重复上一次有效命令。
- 4、输入错误可用 BackSpace 键删除。
- 5、在某一操作过程中，按撤销 Esc 键，将中断该操作过程，在第三命令行提示“Command:”准备下一次操作。如在“Command:”提示下输入命令时，按 Esc 键，将删除在命令行中输入的所有字符。

### 4. 节点捕捉

系统支撑单元节点、交点、垂线点、中点、圆弧中心点等 5 种节点捕捉模式，各模式均支持三维图形操作。三维图形下的节点捕捉，与多种方式的键盘坐标输入相结合，将使 Prep 具有方便、高效的三维作图功能。

**单元节点**。指单元上节点，如柱、梁为两 endpoint，墙、板单元为单元 4 角点，平面 8 节点单元为包括 4 个角点和 4 个边中点。

**交点**。指线单元、圆、弧，以及面、体单元边线，相互之间的交点。

**垂线点**。当输入点不是第一点时，从前一输入点到线单元、圆、弧，以及面、体单元边线的垂线点。垂线点按三维图形计算。

**中点。**指线单元、弧，以及面、体单元边线的中点。

**圆弧中心。**点指圆、弧的圆心。

节点捕捉分固定设置和临时设置两种模式。

固定模式在[菜单:工具/B 捕捉模式]命令中设置(见第七章第 12 条说明)。可以同时有多种固定捕捉模式。当设置有固定模式节点捕捉时，每次鼠标输入节点均自动按设定模式捕捉节点。当同时捕捉到多个节点时，取在当前投影平面内与鼠标点击点距离最近的点。

临时捕捉模式的设置。在操作过程中，当提示输入节点或定位点时，按**Ctrl+鼠标右键**，将弹出如右图所示菜单，在菜单上选择的捕捉模式即为临时模式。如设置了临时模式，已有的固定模式将被遮蔽。临时模式只使用一次。



在 XY 平面、切面显示状态下，如未捕捉到节点，将按实际鼠标点击点作为输入点。在三维立体显示状态下，如未捕捉到节点，将被视为无效输入，需重新鼠标输入或改用键盘输入坐标值。

## 5、图形选择和选择过滤

选择图形，或选择图形的部分(如选择面体单元的边线)，需用鼠标选择。选择分点选和框选，两者自动切换。

当提示选择图形单元时，鼠标左键的第一点次点击即进行点选。点选的范围由选取框的大小确定，可在节点捕捉设置对话框中设置(见第七章第 12 条说明)。所有全部或部分图形落在选取框内的单元均被选择。被选择的图形显示淡灰色，同时提示被选择的单元个数。

如第一次点选未选择到有效图形，则自动转为框选，第一次点击点作为框选的一个角点，要求再次鼠标输入第二点。如第二点在第一点的右边，为包含选择，只有图形全部被包含在选择框内的才被选择；如第二点在第一点的左边，为相交选，只要图形的某一部分被包含在选择框内，该图形即被选择。

大多数操作的图形选择为多重选择，可多次使用点选、框选选择图形，这时需击鼠标右键结束选择。多次选择时，如与前面的选择有重复，将剔除重复的图形，同时给出提示。一次选择、多重选择的单元总数有上限，超过上限时将不能再选择。

在提示选择图形单元时，按**Ctrl+鼠标右键**，将弹出选择过滤菜单，如右侧图形所示。选择菜单上的一个单元，则本次选择只选择该类单元，其它符合选择条件的单元将被过滤。选择过滤只使用一次，包括点选和框选。如设置选择过滤后的点选、框选均为选择到图形，将提示“Sel\_Cancelled!”，表示选择过滤已被取消。



除用弹出菜单设置选择过滤外，多数操作具有自动过滤功能，尤其是针对某些单元的属性操作。如输入线单元分布荷载时，则自动过滤掉其它面、体单元，如在命令行中输入选项只针对梁或柱输入，则另外的线单元也被过滤。

选择过滤功能极大地方便了图形操作。尤其是三维立体显示图形时，图形非常复杂，很多情况下只有借助图形过滤才能实现有效操作。

## 6、热键和 F8 正交输入

热键分通用热键和专用热键两类。通用热键指根据当前操作状态，选择调用相应的对话框进行参数设置。

- 1、第一通用热键 F5，响应大多数命令，如输入梁柱单元时设置截面，输入荷载时设置荷载。
  - 2、第二通用热键 F6，主要用于输入各类图形单元时设置材料。
  - 3、辅助热键 Shift+F5，主要用于输入梁柱单元时，在基本截面、组合截面、变截面之间切换。
- 通用热键将复杂的操作过程归结为统一的按键，使程序的操作更简化、更快捷。

专用热键对应某一项功能。

- 1、F2 热键用于平移显示(Pan)；
- 2、F3 热键用于选择显示切面；
- 3、F4 热键用于选择楼层、设置显示高度范围；
- 4、F8 热键在切换正交输入。当为正交输入状态时，鼠标直接输入点与前一点成水平、竖直直线。正交输入时，仍可以进行节点捕捉，且节点捕捉优先。

## 7、Undo 和 Redo

Prep 具有强大的撤销以前操作(Undo)的功能，和恢复被撤销操作(Redo)的功能。所有涉及到图形单元改变、图形单元属性改变的操作均可 Undo/Redo。Undo/Redo 没有步数限值，真正实现无限操作。

Redo 必须在 Undo 之后立即进行，如果 Undo 之后进行了改变单元、改变单元属性的操作，则不能 Redo。Redo 只能针对前一次被 Undo 撤销的各步进行恢复，如前一步只 Undo 撤销了 3 步，则可 Redo 恢复步数最多为 3 步。

被恢复的过程可再次撤销、恢复，且不受前一次的限制。如总共 100 步操作，第一次 Undo 撤销后 20 步，Redo 恢复其中的 15 步，则总操作步数减少为 95 步。再次 Undo 可以撤销全部剩余的 95 步，这 95 步同时可以完全恢复。

如换名存盘，此前的操作不能被 Undo。如运行了数据整理命令(见第七章第 1 条)，此前的操作也不能被 Undo。

## 8、窗口缩放显示嵌套

系统中有关窗口显示缩放命令处于更高的优先级，可以嵌套在其它命令中进行。如输入梁单元时，梁的另一端位于屏幕窗口以外，可以在不中断输入操作的情况，用平移显示(Pan)、缩小(ZoomSmall)、显示全图(ZoomAll)等显示命令，将梁的另一端所在的位置移到屏幕上。

显示嵌套只能通过点取菜单、点击按钮、使用加速键的方式进行，不能在命令行键入命令运行。使用显示命令嵌套时，临时图形、鼠标轨迹线等有可能不反映实际情况，但不影响操作结果。

可用于嵌套操作的显示命令包括：开窗放大(Zoom)、显示全图、恢复显示、比例缩放、平移显示、

放大、缩小、上一层、下一层等，见第三章有关显示命令的说明。

其它的一些非过程操作也可以嵌套进行。非过程操作指运行命令后直接调用对话框进行参数设置，不在命令行提示操作过程的命令，如设置梁柱单元的截面、材料，设置各类荷载参数等。

## 9、二维图形与三维图形

Prep 系统中的图形均为三维图形，均可在三维显示模式下进行各类图形单元、图形单元属性的输入、编辑，以及节点的输入。但三维图形的操作没有二维图形方便，三维图形的显示也没有二维图形的直观、简单。对于绝大多数工程问题，大部分的操作可以归于二维图形的操作。因此 Prep 在具有强大的三维图形处理功能的基础上，同时保留了完整的二维图形操作功能。

首先，作为可选项，保留了楼层，具有完善的楼层显示、复制功能，满足大多数建筑结构的需要。与一般仅按层输入的软件相比，Prep 中的楼层具有更大的灵活性和复杂情况的适应性。

其次，各种单元和节点的输入兼顾了二维和三维操作。

再次，多数图形编辑命令在二维、三维时有不同的操作方式，具体见各部分命令的说明。另有一些操作过程在二维、三维显示时分别由不同的命令执行。

## 10、多重图形选择显示功能

Prep 具有丰富的多类型、多层次的图形选择显示功能。通过多种显示控制的组合，关闭不需要的图形、图形属性，简化工作界面，为复杂空间结构的三维处理提供方便。

1、显示平面控制。分 XY 平面、XZ 切面、YZ 切面、立切面等，通过显示平面选择显示部分在显示平面内的图形。

2、显示高度控制。设置由楼层控制时，选择显示部分楼层范围内的图形；非楼层控制时，选择显示一定高度内的图形。

3、单元类型控制。选择显示部分单元类型，同时选择显示部分单元属性。

4、图层控制。图层是各图形单元的属性，可以任意设置，通过图层的开、闭，选择显示部分图形。图层控制是复杂空间结构处理强有力的工具。

各选择显示控制见第三章相关命令的说明。

## 第二章、文 件

### 1、文件管理

前处理 Prep 的工程数据存储后，形成一个后缀为“\_Pre”的文件。文件名由用户输入，文件后缀由系统添加，且后缀不可变更。假定用户输入的文件名为“NAME”，则形成的文件为“NAME.\_Pre”。使用手册中以后出现的字母“NAME”，均表示由用户输入的工程文件名。

NAME.\_Pre 文件包含 Prep 中输入各类图形元素和当前图形显示参数，包含一个工程的全部内容。该文件可转移、备份，须妥善保存。

Strat 系列软件各模块，包括前处理 Prep，实行灵活的文件管理方式。一个工程由在同一目录下、文件名相同、后缀不同的一组文件组成。文件名即为 NAME，后缀由程序设定，不可以变更。在同一工作目录下可以有多个工程。

第一次启动 Prep 开始一个新工程，或在其它工程的操作过程中用 New 命令开始一个新工程，可以立即进行操作。但此时文件名为空，须及时保存文件。

可以同时启动前处理对多个工程同时进行处理，但不能同时有两个工程的文件名为空。如启动一次 Prep，但没有读入文件，或没有对新文件定义名称存盘，则不能再启动另外一个 Prep。如前一次启动的前处理已经有一个确定的文件名，则可启动另外一个、甚至多个 Prep 对多个工程进行处理。

有关文件管理的相关命令如下：

#### 1.1 新建文件

[New, N; 菜单:文件/1 新建文件; 上按钮 ; Ctrl+N]

当程序正在对一个工程进行处理时，运行该命令，将清除系统中当前工程，建立一个空文件。新建文件命令与重新启动程序完全等效。

如当前工程被改动，但未存盘，则在工程被清除前提示保存文件。

#### 1.2 打开文件

[Open, Op; 菜单:文件/2 打开文件; 上按钮 ; Ctrl+O]

打开一个已经存在的工程文件“\*\_Pre”。将弹出文件对话框，从对话框列表中选择文件。如程序正在对另外一个工程进行处理时，首先清除该工程。如该工程被改动且未存盘，提示保存文件。

#### 1.3 保存文件

[Save, Sa; 菜单:文件/3 保存文件; 上按钮 ; Ctrl+S]

保存当前工程，形成一个后缀为“\*\_Pre”的工程文件。如文件名为空，则弹出文件对话框，选择工程文件目录，输入文件名。

## 1.4 换名另存

[SaveAs,Sas; 菜单:文件/4 换名另存; 上按钮

弹出文件对话框, 将当前工程换文件目录, 或换文件名后重新存盘。换名存盘后, 当前工程即为换名后的工程。

## 2、生成 Strat 计算文件

[FormStrat,Sta; 菜单:文件/5 生成 Strat 计算文件]

该命令将前处理系统的各类图形元素, 输出形成供计算模块 Strat 的使用的计算数据文件。计算数据文件为文本文件, 可以用其它文本编辑程序如 NotePad、Write、Word 等打开编辑修改。

运行命令后, 将弹出文件对话框, 选择输出文件的目录, 输入计算数据文件名。隐含目录为前处理工程文件所在的目录, 隐含文件名为用户输入的前处理工程文件名 Name, 后缀为“\_Sta”。一般情况下不容许改变文件名 Name, 后缀不能变更。

同时形成辅助数据文件, 文件名同计算数据文件, 后缀“\_Sys”, 主要供建筑结构专用后处理 Archi 使。如生成的计算数据文件的文件名不与前处理的工程文件名相同, 则辅助数据文件名也需相应改变。

在形成计算数据文件之前, 系统进行如下工作:

1、检测数据的完整性, 如已经设定计算风荷载, 但未进行风荷载参数设置, 或未导算风荷载, 则给出提示。风荷载导算见第九章相关内容。

2、进行节点排序, 排序的次序依次是 Z 坐标、Y 坐标、X 坐标。计算数据文件, 以及此后的后处理中的节点编号与前处理系统中的不同。

3、进行单元排序。单元排序对各类单元分别进行, 排序的次序与节点排序相同。

4、处理网格荷载, 将网格荷载导算到组成网格的各图形单元上。

## 3、设置 Strat 数据参数

[StratSet,Stas; 菜单:文件/6 Strat 数据参数]

对形成计算数据文件进行补充参数的设置, 同时对一些重要参数进行确认。在生成计算数据文件之前, 一般需要先运行该命令。通过如下对话框进行参数设置。

左上组合框中的三项是对计算产生显著影响的几个选项, 在系统其它相关命令中已有设置, 这里重新列出进行确认。完全刚性楼层假定在楼层对话框中设置, 底部嵌固选项在节点约束对话框中设置, 这两项如需改变, 可直接在本对话框中修改。模拟施工加载选项在荷载设置对话框中设置, 因为涉及到另外的相关参数的设置, 如需改变需在荷载设置对话框中进行(见第八章第 1 条)。

其它的参数为计算数据的补充参数。

**板单元类型**指板单元计算模式。计算模块Strat中的板单元是空间壳单元的通俗称谓, 为符合建筑结构的使用习惯。由平面内受力的膜单元, 加上平面外受力的板单元组成, 每节点 6 自由度。如在下拉框中选择**板+膜**选项, 则按完全壳模式计算, 每节点 6 自由度。如选中**板**选项, 则按平面外受力的板模式计算, 各节点仅具有平面外的 3 个自由度( $\theta_x, \theta_y, \delta_z$ )。如选中**膜**选项, 则按平面内受力的膜模式计

算，各点仅具有平面内的 3 个自由度( $\delta_x, \delta_y, \theta_z$ )。如按板、膜的模式计算，须注意节点自由度的约束。



**板输出选项**有关板单元最终计算结果的输出。如选中下拉框中的**应力**选项，则只输出板的节点应力。如选中**节点力**选项，则只输出板的节点力，而不输出节点应力。如选中**全部**选项，则节点应力、节点力均输出。

**平面 4 节点类型**、**平面 8 节点类型**下拉框用于设置相应单元的平面应力、平面应变计算模式。

**计算内力截面数**组合框用于设置等截面、变截面梁柱单元输出内力的截面个数。截面个数不少于 2，即最少输出两端截面的内力。

右下组合框中的各参数针对建筑结构，其它结构类型也可通过这些参数调整结构计算。

**梁扭转刚度折减**，指通过折减梁的扭转刚度，减小梁的计算扭矩。梁减小的扭矩，将作为弯矩转移到其相连梁、柱上，对于混凝土构件避免承受较大的扭矩。尤其对于次梁端部搁置于主梁上的情况，扭转刚度的折减将减小次梁端部弯矩对主梁的扭转作用。程序容许输入 0.2~1.0 之间的折减系数。

**连梁刚度折减**选项被选中时，可在其下部的**折减系数**框内输入折减系数。混凝土梁两端搁置于剪力墙上，且跨高比不大于 5.0 时，才被作为连梁进行刚度折减。《高层规程》建议连梁刚度折减系数不小于 0.5，程序容许输入 0.2~1.0 之间的折减系数。Strat 软件中的采用高精度的墙单元，且墙单元中考虑了剪力墙的节点域变形因素，因此无特殊需要时，折减系数不宜小于 0.7。

**梁整体刚度调整**选项被选中时，可在其下部的**调整系数**框内输入小于 1.0 的刚度折减系数，或大于 1.0 的刚度增大系数。该系数适用于所有梁单元，用于考虑板等附属结构对梁刚度的增大，或其它因素引起的梁刚度削弱。当梁为连梁时，调整系数与连梁刚度折减系数相乘。程序容许输入 0.2~5.0 之间的折减系数。

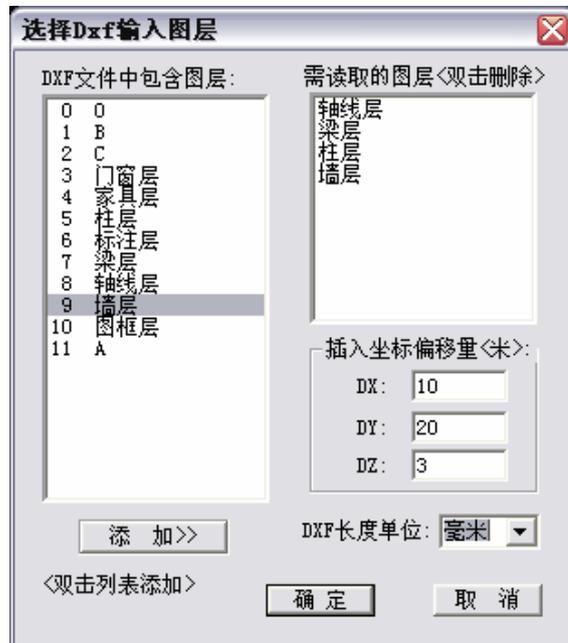
## 4、外部数据的接口输入

### 4.1 Dxf 接口输入

[菜单:文件/7 接口输入/Dxf 输入]

该命令读入 AutoCAD 的 Dxf 格式文件中线(Line)、圆(Circle)、弧(Arc)等三维图形, 形成 Prep 中的相应图形单元。运行命令后, 首先弹出文件对话框, 选择需读入的 Dxf 文件。

读入文件后, 系统搜索 Dxf 文件中包含的所有图层, 然后弹出如下对话框, 进行接口参数设置。



左侧列表中列出Dxf文件所有被实际使用的图层。双击列表中需读取的图层, 或者选中后点**添加**按钮, 被图层将被添加到**需读取的图层**的列表中。被添加的图层如需删除, 双击列表中相应行即可。只有被添加到需读取图层列表中的图形才能被Prep读入。

**插入坐标偏移量**, 指Dxf文件中坐标原点, 在Prep中的新位置, 也可认为是Dxf中坐标系在Prep中的插入点。读入的图形将按坐标偏移量作整体平移。

**DXF长度单位**中需选择Dxf文件中所采用的长度单位。由于Prep中以米(m)为单位, 如Dxf文件中不是以米为单元, 读入图形时将进行长度单位转换。

图形按三维模式读入。如 Dxf 图形是三维图形则直接形成三维图形, 如 Dxf 图形是二维图形, 则在 Prep 中形成的图形的 Z 坐标为其高度。

读入的图形按 Prep 的显示方法显示。例如读入 Dxf 图形是高度为 0.0 的平面图形, 则位于 Prep 中的 0 层, 如当前显示状态是 XY 平面的 1 层, 则读入的图形不可见。需切换到 0 层显示, 或显示三维立体图形。

读入的线、圆、弧图形分别形成 Prep 中线、圆、弧辅助图形单元, 仅有几何意义。可作为定位轴线使用, 也可通过有关命令改为梁、柱单元, 此时需设置截面、材料等单元属性。

## 5、Dxf 接口输出

[DxfOutput,Dxf; 菜单:文件/8 DXF 输出; 上按钮

屏幕显示图形均可以 Dxf 格式与 AutoCAD 接口。接口图形与屏幕图形完全相同, 包括显示构件、

参数、字体，甚至颜色。面体单元的填充不被包含。Dxf 图形是 Prep 中当前屏幕图形的投影图形，长度单位为米(m)。

运行命令后，首先弹出文件对话框，可在对话框中选择文件目录，输入文件名称。系统隐含的目录为存储 Prep 工程文件的目录，并给出隐含文件名。

隐含文件名包含几个部分，首先是工程文件名，然后是显示平面，以及显示平面参数，各部分之间用下划线连接。反映显示平面的名称如下：

**XY 平面。**楼层控制时，FL5 表示第 5 层。非楼层控制时 HT5 表示显示平面为 5m。

**三维立体。**楼层控制时，SP5 表示单楼层第 5 层，SP3-5 表示多楼层 3-5 层，SP 表示显示全部楼层。非楼层控制时，SPh3~5 表示高度范围为 3m~5m。

**XZ 切面。**Y5 表示为  $y=5.0\text{m}$  处的切面。

**YZ 切面。**X5 表示为  $x=5.0\text{m}$  处的切面。

**立切面。**用 XY 标志。

文件名“A1\_FL9.dxf”，表示 XY 平面显示的第 9 层。如文件名“A1\_SP2-10.dxf”，表示 A1 工程三维立体显示状态下的第 2~10 层。文件名“A1\_SPh-20-100.dxf”，表示三维立体现实状态，非楼层控制是的高度范围是-20m~100m 的高度范围。

读入 Dxf 文件后，用 AutoCAD 存盘形成的 dwg 格式文件时，需用户自己输入文件名。

\* 在 AutoCAD 中，如刚启动程序尚未进行任何操作，则可直接键入 Dxfin 命令，在弹出的文件对话框中选择 Dxf 文件读入即可。如程序中已有图形，需先用 New 命令清除原有图形，开始一个新的空文件后才能读入 Dxf 文件。如需将 Dxf 文件插入到一个已有的图形中，需先在空文件中读入 Dxf 并存盘形成 Dwg 格式文件，再用 Dwg 格式文件插入。

## 6、打印选项

[PrintSet,Prts; 菜单:文件/9 打印选项; 上按钮

将弹出右侧对话框，设置打印参数。

当选中**打印全图**时，打印当前显示状态下所有可见图形及图形参数，包括在显示在屏幕窗口以外的图形。

选中**窗口打印**，在实施打印时，需要鼠标在屏幕上选取两点，由两点组成的矩形窗口的内的图形打印。

选择**充满打印**时，打印图形按打印纸章大小最大化打印。

选择**比例打印**时，按输入的比例打印。这时下面**打印比例**组合框被激活，在图形框内输入实际图形的比例，在打印框内输入打印图形的比例，这两者的比值确定打印图形的缩放比例。Prep 图形以米(m)为单位，打印图形以毫米(mm)为单位。如长度为 3m 的线单元，需要打印后的长度为 10mm，即图形的单位长度需放大 3.33 倍，可在图形框内输入 10，在打印框内输入 3，也可以在图形框内输入 3.33 而在打印框内输入 1。比例打印时如打印范围超过纸张的大小，则打印图



形的左上部分。

如设置好的打印选项在以后的打印操作中不需改变，可取消每次打印均显示该对话框选项，则在每次实施打印时，不弹出该打印选项对话框。否则每次打印时均弹出该对话框进行设置。

## 7、打印

[菜单:文件/A 打印; 上按钮; Ctrl+P]

该命令打印屏幕显示图形及参数。如在打印选项对话框中的每次打印均显示该对话框处于被选中状态，则在运行命令后首先显示打印选项对话框，进行打印参数设置，参见前面第 6 条。

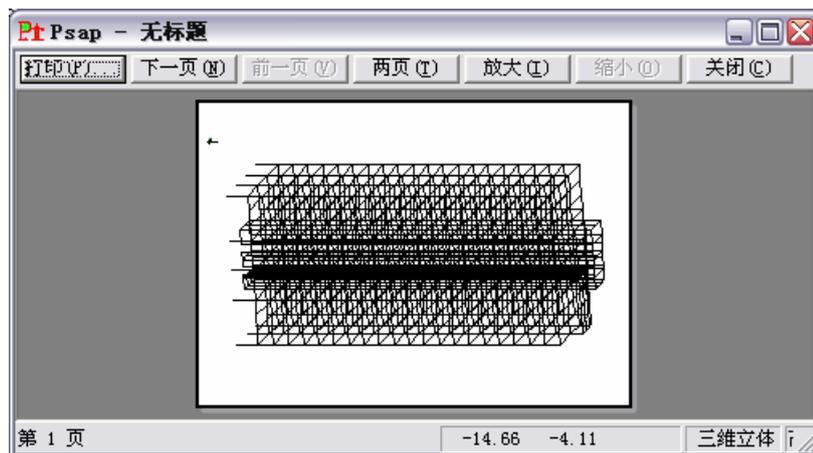
然后显示 Window 标准打印对话框，在对话框中设置打印份数。打印内容超过一页打印纸时，超过的部分被截除，不分页打印。如在打印选项对话框中设置窗口打印，则在退出打印对话框后，需鼠标在屏幕上选取打印范围。

## 8、打印预览

[菜单:文件/B 打印预览]

打印预览在正式打印之前查看打印效果。操作过程如打印命令，如窗口打印也需鼠标选择打印范围。

最后显示如下屏幕窗口，显示图形打印后的效果。点右上角打印(P)按钮可实施打印，点关闭(C)按钮将关闭该窗口。



## 9、打印机设置

[菜单:文件/C 打印机设置]

将弹出 Window 标准打印机设置对话框，可在对话框中选择打印纸类型、选择打印机类型，选择纸张的横、竖模式。可参见有关 Window 使用手册。



## 第三章、视图

Prep 具有丰富、有效、操作简便的视图命令。这些命令的组合，能方便实现三维图形显示、操作。视图命令按功能可归纳为如下五类：

- 1、显示平面状态，包括 XY 平面、切面、三维立体显示平面间切换、三维图形旋转。
- 2、窗口缩放，包括窗口放大、全图、放大、缩小、比例缩放、显示前图、平移显示。
- 3、显示范围，包括选择楼层(高度范围)、上移一层、下移一层、切面选择。
- 4、图形内容，包括图形参数、图形内容。
- 5、辅助显示工具，包括楼层、图层。

下面先介绍楼层，再分别讲述上述五类视图命令。

### 1、楼层

[LayrSet,Ly; 菜单:视图/A 楼层; 上按钮

该命令将启动如下楼层设置对话框，用于设置各楼层层高，以及楼层控制、刚性楼层假定等参数。



对话框左侧为楼层列表，显示楼层号、楼层层高、各楼层面的高度。楼层从 Z=0.0m 高度开始。0 层作为一个特殊的楼层，其高度总为 0.0m，

点**增加**按钮在已有楼层基础上增加数个层高相同的楼层。将弹出另外的对话框，如上图右侧所示。对话框中提示增加楼层的起始层号，为已有最高层的上一层，在**终止楼层**框内输入相同层高楼层的最上层号，在**层高**栏内输入层高，单位米(m)。点**确定**返回，增加的几个楼层即被添加到主对话框的列表

中，楼层**总层数**也相应增加。

点**插入**按钮在当前楼层前增加一层或几个楼层。鼠标选择楼层列表中的某一楼层所在行，则该行颜色加深，成为当前层。点**插入**按钮后，弹出如上图右侧相似的对话框，输入插入层数和层高，点确定返回。插入楼层后，插入层后面的楼层面高度相应增加。

点**删除**按钮删除当前楼层。当前层删除后其后楼层面高度相应减小。

如需修改已经输入楼层的层高，鼠标双击楼层列表中的该层，则弹出如上图右侧相似的对话框。在层高框内输入新的层高即可。

如取消对话框中**设置楼层控制**选项，楼层列表变暗，系统将不使用设置的楼层进行显示控制，而直接用高度Z坐标的控制显示的高度范围。隐含非楼层控制时的高度范围为 $Z=-100.0\sim 100.0\text{m}$ 。

楼层列表下是**完全刚性楼层假定**选项，这是结构计算的一个重要参数。当结构在各楼层面内有完整的楼板，满足刚性楼层假定时，可选中该项，将按刚性楼层模式进行结构计算。

## 1.1 楼层、楼层控制的说明

Prep 作为三维图形系统，仍保留完整的楼层功能。对于绝大多数建筑结构，按楼层输入，能将空间问题简化为平面问题，处理更直观方便，图形输入效率更高。

楼层控制显示时，Prep 中的 XY 平面的图形输入、显示即按层操作，完全符合建筑结构的习惯。

一个楼层指一定的高度范围。如结构 1 层层高 3.5m，2 层层高 3.0m，则高度 3.5~6.5 之间第 2 层范围。其中  $Z=6.5\text{m}$  的高度平面为第 2 层的楼层面， $Z=3.5\text{m}$  高度的平面为 1 层的楼层面，两个楼层面之间即  $Z=(3.5,6.5)$  之间属第 2 层。当显示某一楼层时，显示该楼层面的图形和该层内的图形，下一楼层面内的图形不被显示。

系统中的楼层从建筑结构中延伸而来，其意义不限于建筑结构的楼层。楼层的作用在如下三方面。

1、楼层作为图形输入平台。当楼层控制，且显示 XY 平面时，所显示楼层的楼层面为当前高度。这时接受二维坐标节点输入，隐含的 Z 坐标为楼层面高度。

2、楼层作为沿高度分段显示的控制参数。当楼层控制时，在切面、三维立体显示状态，可选择显示一个或数个楼层内的图形。

3、楼层作为其它处理的依据。如楼层复制、刚性楼层假定时的风荷载导算等，需根据当前楼层列表中的楼层设置。在后处理中，楼层是建筑结构整体验算的重要依据。

有关楼层的其它说明:

1、楼层控制控制时，即便是三维立体显示状态，也只能显示楼层范围内的图形，即从  $Z=0.0$  到最高楼层面之间的高度范围。如有超过这一范围的图形，或操作失误使图形绘制在这一范围以外，需按非楼层控制才能显示。

2、楼层控制且是 XY 平面显示时，柱一点输入，墙两点输入，隐含柱高度为当前楼层层高，其下部点落在下一楼层面内。其它梁、板、平面单元等鼠标输入或键盘输入二维坐标，则隐含 Z 坐标为当前楼层面高度。键盘输入三维坐标则不受此限。

3、按楼层输入图形后，图形即为独立的三维图形，如**楼层改变，图形不跟随改变**。根据这一特性，可在结构建模的不同阶段，设置不同的楼层列表，以方便输入。如错层、层高不等的多塔结构，可改变楼层设置以方便输入不同楼层高度的图形。

4、一些根据楼层的操作，如导算风荷载、处理风荷载、刚性楼层主从节点等，是根据操作时的楼层列表的楼层参数进行处理。因此在进行这些操作前，需确认当前楼层设置是合适的。当前非楼层控

制时，列表中的楼层设置依然作为处理依据。

## 1.2 非楼层控制的说明

对于复杂空间结构，没有明显的楼层，或按楼层控制显示不方便，可选择非楼层控制。

非楼层控制时，竖向显示范围通过显示高度上、下限控制(LayerSel,Lys, ,F4 热键，见本章第 4 条)，隐含范围是  $Z=-100m\sim 100m$ ，可根据需要改变。

非楼层控制时，XY 平面显示状态下仍支持二维操作。这时当前高度为显示高度上限，接受键盘输入二维坐标和鼠标输入点。柱一点输入，墙两点输入，但需另外输入其向上、向下延伸的高度。

非楼层控制时，XY 平面、切面、三维立体等显示状态下，只有包含在显示高度范围内的图形才被显示。

在结构建模过程中，可随时在楼层控制、非楼层控制之间切换。即便是复杂的空间结构，设置合适的楼层参数，按楼层控制输入图形或显示图形，也会给操作提供极大的便利。

## 1.3 刚性楼层假定的说明

当结构在楼层面内均有楼板，且楼板完整性好，在结构受力的过程中楼板平面内的变形可以忽略不计，可采用刚性楼层假定。当采用刚性楼层假定时，在每个楼层面内设一个主节点，楼层面内的其它点均为主节点的从节点(主、从节点的详细说明见第六章第 12 条)。这样处理，不但能反应楼板对结构的约束作用，还能大幅度降低工程计算量。

Prep 对刚性楼层的处理在形成计算数据文件时进行，楼层的主节点设在楼层的质心位置。

当选中**完全刚性楼层假定**选项时，只对楼层列表中各楼层面的节点按刚性楼层处理，不包含楼层面之间的节点，也不包含 0 层的节点。如楼层面之间存在满足刚性楼层假定的节点，可在刚性楼层假定之外，将这些节点设为主从节点(局部刚性楼板)。

如结构没有楼板，或者某些部位没有楼板，或有楼板但楼板不完整不能确保楼板面内的刚度，则不能设为刚性楼层，需取消对话框中的**完全刚性楼层假定**选项。这时可根据具体部位的楼板布置情况，设局部刚性楼板，或直接用板单元模拟楼板。

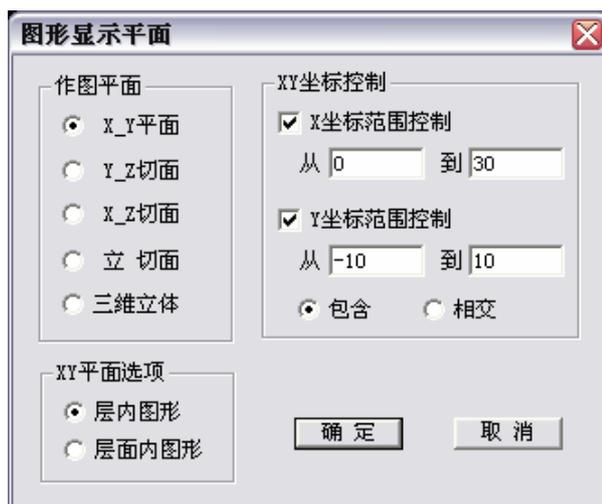
是否设为完全刚性楼层，对风荷载的导算有影响(见第九章第 10 条)。此外，当设置为刚性楼层时，楼层面内节点的平面内的三个自由度( $\delta_x, \delta_y, \theta_z$ )被自动约束，当有铰接梁柱(端部自由度释放)、面单元、块体元等非完整自由度单元时，处理节点约束需考虑这一因素。

## 2、显示平面

[PlainSet,PI; 菜单:视图/C 显示平面; 上按钮 

该命令实现在 XY 平面、切面、三维立体等显示状态间的切换，是唯一实现三维、二维图形转换的命令。显示平面确定图形的显示方式，也确定了操作的不同模式。

只有在操作命令为空时，即命令行第三行显示“Command:”等待命令输入时，该命令才能操作。



### XY平面。

XY 平面显示状态下，在当前显示平面高度位置显示二维图形。

楼层控制时，XY 平面状态只能显示一个楼层，该层楼层面即为当前显示平面；非楼层控制时，当前显示平面的高度为显示高度上限，显示显示高度范围内的所有图形。

XY 显示平面状态，接受鼠标直截输入点，接受键盘输入二维点，这时输入点的 Z 坐标是当前显示平面高度。鼠标节点捕捉输入点、键盘输入三维点则不限于当前显示平面。

在 XY 显示平面，兼顾建筑结构的习惯，柱、墙按实际比例显示截面图形。倾斜的柱不显示截面，而用两节点间的连线表示。而墙则认为总是竖直的，如有倾斜仍显示水平截面，截面长度取墙最高边的长度。其它梁、板、面、体单元按在 XY 平面的投影轮廓显示。

在XY显示平面，关于显示图形的选择在平面内显示内容组合框内有两个选项。

选择其中的第二项仅平面内图形，则只显示当前显示平面内的线、面图形。例如只显示面内的水平梁，斜梁、楼层之间的梁不被显示，柱、墙不被显示，位于平面内的板、平面单元显示，块体单元总不被显示。

选择第一项显示平面所在层内的图形或高度范围内的图形，这是符合一般建筑结构习惯的显示模式。除显示平面内的图形外，还显示楼层内或高度范围以内的图形。在楼层控制时的楼层内图形，不包括全部包含在下一楼层面内的图形，但包括一点在当前层高度范围内、而其它点位于下一楼层面以下的图形。非楼层控制时的高度范围内图形，不包括全部包含在显示高度下限平面内的图形，但包括一点在显示高度范围以内、而其它点位于显示高度下限以下的图形。即对于延伸几个楼层的柱墙等竖向图形单元，按其最高点所在的楼层、高度确定其是否被显示。

### 三维立体。

显示三维立体图形。退出对话框后，显示结构三维轴侧图形，且隐含视图与 X 轴夹角 15°，与 Z 轴夹角 15°。楼层控制时将显示全部楼层，

三维立体显示时，不接受鼠标直截输入点，只接受鼠标捕捉输入点，键盘输入也只接受三维坐标(角度偏移输入除外)。

三维立体显示时，梁柱等线单元用两端点之间的连线，墙、板、平面单元显示为无厚度的空间平面，块体单元显示为空间 6 面体。

三维立体状态同样受楼层、高度控制。楼层控制时，可显示全部楼层或单个楼层，也可以显示连续的几个楼层。这时楼层面内的图形被显示，楼层面以外的图形只有全部节点均被包含在楼层高度范

范围内的才被显示，只要有一点在楼层范围以外的便不被显示，这与 XY 平面显示不同。非楼层控制时，显示高度范围内的图形，同样只有全部包含在高度范围内的图形才被显示。

### **YZ切面、XZ切面、立切面。**

切面指平行于 Z 轴的竖直平面，YZ 切面平行于 Y 轴，XZ 切面平行于 X 轴，立切面与 XY 轴成一点夹角。

当选择切面显示时，退出对话框后将需要选择点确定切面所在的位置，YZ、XZ 切面需一个点，立切面需两个点，具体操作见本章第 6 条“选择切面”。

在切面显示状态，接受鼠标直截输入点，结合切面的参数确定一个三维坐标点。但在切面状态，键盘输入坐标必须是三维坐标。

切面显示状态只显示平面内图形，梁柱等线单元、墙板等面单元，只有所有单元节点均位于切面内时才被显示，有一个点不在面内则不被显示。块体单元在切面显示状态总不被显示。切面状态的显示还受楼层或显示高度控制，可结合楼层、或显示高度选择现实切面某一高度范围的图形。

切面显示同样受楼层、高度控制。

### **XY坐标控制**

设置 X 坐标、Y 坐标的范围，图形单元节点 X、Y 坐标在该范围以内的被显示，在该范围以外的不被显示。可同时设置 XY 坐标的范围，也可单独设置一个坐标的范围。

当选中**包含**选项时，图形单元全部位于XY坐标范围内的才被显示。当选中**相交**选项时，图形单元的一部分位于XY坐标范围的即被显示。

## **3、窗口缩放**

### **3.1 窗口放大**

[ZoomOut,Z; 菜单:视图/1 窗口放大; 上按钮; Shift+W]

鼠标选择屏幕上两点，将两点组成的矩形框最大化显示。

### **3.2 显示全图**

[ZoomAll,Za; 菜单:视图/2 显示全图; 上按钮; Shift+A]

将其他显示控制确定的所有可见图形，最大化居中显示。

### **3.3 放大**

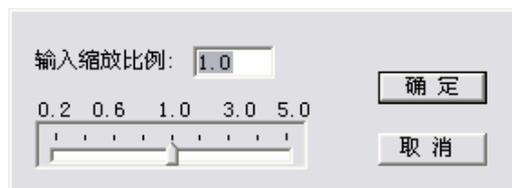
[ZoomLarge,Z1; 菜单:视图/6 放大; 上按钮]

将图形放大 1.414 倍显示。

### **3.4 缩小**

[ZoomSmall,Z2; 菜单:视图/7 缩小; 上按钮]

将图形放大 1.414 倍显示。



### 3.5 比例缩放

[ZoomScale,Zs; 菜单:视图/4 比例缩放; 上按钮, Shift+S]

将弹出如右图的对话框, 按输入的比例将图形缩放显示。

### 3.6 恢复显示

[ZoomPrevious,Zz; 菜单:视图/3 恢复显示; 上按钮, Shift+Q]

恢复显示前一窗口, 最多可恢复前 10 个显示窗口。

### 3.7 平移显示

[ZoomPan,P; 菜单:视图/5 平移显示; 上按钮, F2]

鼠标输入两点, 不改变缩放比例将图形移位显示。

## 4、选择楼层.高度

[LayerSel,Lys; 菜单:视图/D 选择楼层.高度; 上按钮, 热键 F4]

楼层控制时, 弹出下图左侧对话框。在单个楼层一行的框内输入一个楼层号, 则显示这一个楼层。在多个楼层一行输入起止层, 则显示起止层之间的所有楼层。在对应框内输入数值, 自动选中该种显示模式。选择全部楼层则全部楼层显示。

当为 XY 平面显示时, 只能选择单个楼层。



非楼层控制时, 将弹出上边右侧对话框, 输入显示高度的上限、下限。

楼层、高度显示范围控制在 XY 平面、切面、三维立体等各种显示平面状态均起作用。

## 5、上移一层、下移一层

[上按钮, 上按钮

楼层控制显示。单楼层显示时, 显示当前层的上一层、或下一层。为多楼层显示时, 起止层各增加、减小一层显示。当达到最高层、或 0 层时则不再增加、减小,

非楼层控制显示。显示高度上下限同时加 1m、减 1m 显示。

## 6、选择切面

[SectionSel,Scs; 菜单:视图/E 选择切面; 上按钮

当切面时显示时该命令才被激活。

运行命令后, 首先将显示 XY 平面图形, 需鼠标选择切面所在的点。YZ 切面、XZ 切面需选择一个点, 立切面需选择两个点。以选择点所在的平面展开显示立面图。立切面展开图形中, 第一选择点在左边, 第二选择点在右边。选择点只可用鼠标输入。

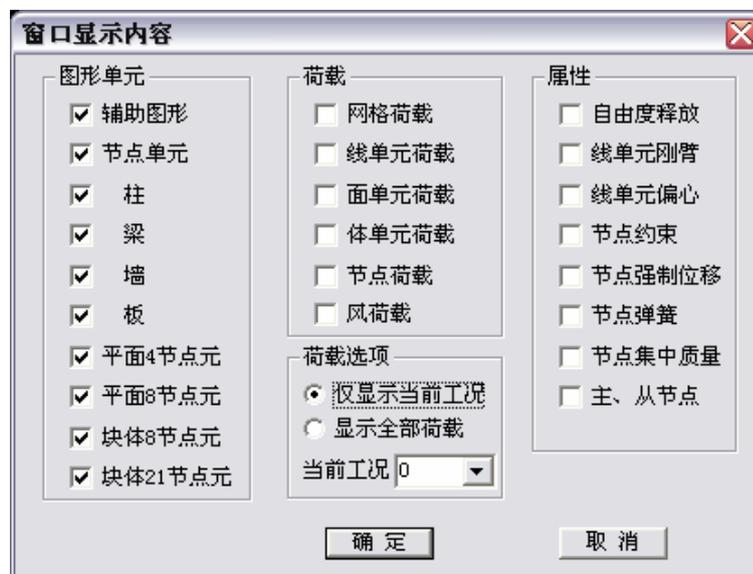
首先显示的XY平面图形, 楼层控制时按选择楼层对话框中**单楼层**一栏的楼层号显示(见本章第 4 条), 非楼层控制时显示高度范围内的图形。这是如果这两个参数数值不当时, 屏幕上将不显示图形。这时可用鼠标任点一点结束选择切面的操作, 然后运行**显示平面**命令设显示平面为XY平面或三维立体, 确认**选择楼层**对话框中的单个楼层栏的楼层号是合适值, 或显示高度范围正确, 再重新选择切面。

如没有选择到正确的点, 或选择所在平面没有图形, 切面展开后屏幕将为空, 这时只需重新选择切面即可。

## 7、图形内容

[ViewComprise,Vc; 菜单:视图/F 图形内容; 上按钮

该命令用于选择显示部分图形单元, 及单元的某些属性。选择通过如下对话框进行。



**图形单元**组合框中列出了系统包含的图形单元类型。当取消某一图形单元的选项时, 该图形单元将不被显示。在这里被禁止显示的图形单元, 在各种显示状态下均不被显示。**辅助图形**包括线、圆、弧。当**节点单元**不被显示时, 属于节点单元属性的节点荷载、节点约束、节点质量、节点强制位移、节点弹簧等均不被显示。主从节点不属于节点单元, 因此其显示不受节点单元的影响。

**荷载**组合框中是有关单元荷载、节点荷载及网格荷载的显示控制。其中最末行的风荷载, 是指按外轮廓模式导算到各节点上的风荷载, 只有**节点荷载**、**风荷载**两项均被取消时, 节点风荷载才不被显

示。

在**荷载选项**中选择**仅显示当前工况**，则只显示属于当前工况的单元荷载、节点荷载、网格荷载，否则显示全部荷载。荷载工况通过荷载图形的颜色区别。

**属性**组合框中选择显示单元属性。自由度释放、线单元刚臂、线单元偏心属于梁、柱单元，其它属于节点单元。只有图形单元处于被显示的状态，才能选择显示其属性。

## 8、图形参数

[PictureSet,Pc; 菜单:视图/G 图形参数; 上按钮

将弹出对话框对各项图形参数进行设置。

**字符高度**、**字符宽度比例**用于控制屏幕字体的大小。输入的字体高度以米(m)为单位，宽度比例乘以字符高度为字体的显示宽度。Prep屏幕显示字体为矢量字，随屏幕图形的缩放等比例缩放。

**数值小数位数**指显示力、位移、配筋等数值时保留小数位数，被截除的小数四舍五入。

**荷载显示高度**指显示单元分布荷载时，荷载简图的高度。**荷载格线间距**指分布荷载简图中的小箭头的间隔距离。这两个参数的单位均为米，随图形缩放等比例缩放。当**荷载图形简化显示**选项被选中时，荷载简图中只标注荷载数值，荷载工况、荷载方向等参数被省略，以简化图形方便查看。如取消该选项将在荷载简图中显示各类详细信息。

当**显示高度标尺**选项被选中时，切面、三维显示状态下将按输入的X、Y坐标显示高度标尺。楼层控制时在楼层全高范围显示楼层刻度，非楼层控制时显示高度上下限之间的高度刻度，间距 1m。



**面体单元填充**选项被选中时，墙、板、平面、块体单元将填充显示，否则只显示单元边线轮廓。

**显示节点圆圈**选项被选中时,将以**节点半径**框中的尺寸显示小圈标志单元上节点。节点依附于图形单元，空节点将不被显示。只有该选项被选中，才能显示节点编号、主从节点，当节点处有节点单元时不受该项限制。

选中**显示节点编号**将显示构件单元上节点的节点编号，节点编号从 0 开始，由前处理生成的数据文件中，节点编号均经过三维排序。选中**显示单元编号**将在各单元的中间位置显示单元的序号，后处理中柱、梁同时编号，墙单独编号，编号从 0 开始，顺序同数据文件中的自然顺序。

**显示截面、厚度**选项，在单元中间位置数字显示梁柱单元的截面、墙单元的厚度。单位厘米，只显示整数。梁柱是基本截面时，按截面参数顺序写各参数的数值；当为组合截面时，用“Group”表示，同时写在组合截面列表中的序号，如“Group 1”表示是第 1 号组合截面。**显示杆截面图形**选项将在梁柱单元中间按实际尺寸显示杆截面图形，组合截面也将显示实际的图形。两类截面显示相结合，能方便地查看梁柱单元的截面参数。

**显示材料**选项将显示构件单元材料在材料列表中的序号、材料类型、材料参数。组合截面梁柱的用“Group”加序号显示材料。

现行规范中的标准材料，按习惯方式标注。“C30”表示为 C30 混凝土，“Q345 1”表示 Q345 钢第一组，“M10 Mu7.5”表示 M10 砖 Mu7.5 砂浆的砖砌体。

非标准材料，标注材料类型和主要标志参数。非标混凝土用 C 表示，同时写设计强度  $f_c$ 。非标钢用 S 表示，同时写设计拉压强度  $f$ 、抗剪强度  $f_v$ 。非标砖砌体用 B 表示，同时写抗压强度  $f$ 、抗剪强度  $f_v$ 。参数材料用除标注材料在列表中的序号外，写弹性模量  $E$ 、泊松比  $\mu$ 。

**最小几何距离**是空间几何计算的重要量度。如两点距离小于该值则认为两点重合。两个单元的距离小于该值则认为位于同一位置。该数值须小于结构中图形单元的最小几何尺寸。如有特殊需要需改变时，须在开始时即设定，如在使用过程中作较大改变将导致错误。但在掌握了其特性后，灵活运用该参数将为某些复杂空间结构的定位提供极大的便利，可参见相关的说明。

## 9、设置图层

[PageSet,Pg; 菜单:视图/B 图层; 上按钮 

通过如下对话框进行图层管理。程序隐含一个 0 图层，且为当前图层。



点击**新图层**按钮将在列表出现一个新行，输入图层名。图层可以是数字、字母、汉字，不超过 12 个字符(6 个汉字)。点删除将删除列表中的当前选择项，除非是新生成的图层，已经被使用的图层不能

删除。

点击**开/关**单选项将确定列表中图层的开、关状态，也可双击列表使图层在开/关之间切换。当图层处于关闭状态，图层内的图形不被显示。

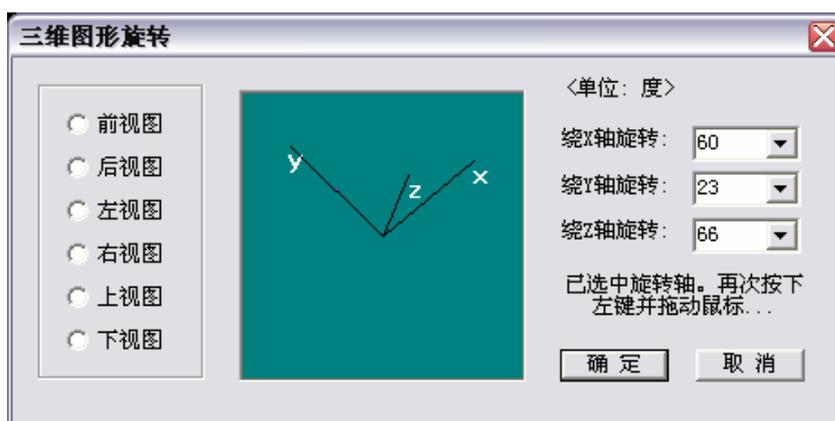
用鼠标在列表中选择一图层，再点**当前层**按钮，该层将被设为当前层，在对话框右上角给出提示。新输入的图形单元将属于当前图层。如不使用该对话框设置图层，所有图形单元均位于 0 图层。但通过复制、交点分图等编辑命令形成的新图形，其图层同原有图形单元，不属于当前图层。

对于复杂的空间结构，使用楼层高度控制、单元类型等选择显示功能仍不能满足要求的，可使用图层功能，将为使用提供极大的便利。

## 10、三维视图旋转

[ViewRotate,Vr; 菜单:视图/8 视图旋转; 上按钮; Shift+R]

在三维显示状态时该命令才被激活。启动命令后将弹出如下对话框。对话框中间的坐标系即时显示当前视图的旋转效果。



选择左侧**前视图**、**后视图**等将显示正则投影，各正则投影所对应的转角同时显示右侧各下拉框中。

可在直接在右侧各下拉框中选择、或输入绕各 XYZ 轴旋转的角度，也可以用鼠标在中间图形框中拖动坐标轴实现图形旋转变换。鼠标拖动时，首先用鼠标在图中 XYZ 坐标轴位置附近点击一次，选择一个坐标轴作为旋转轴，再按下鼠标左键并移动鼠标，这时整个坐标系将随着鼠标的拖动绕旋转轴转动，当坐标系旋转到需要的位置时，再松开鼠标左键。

三维显示状态，图形在显示之前，需进行三维图形的消隐计算，对于大型结构，将耗费一些时间。

## 11、三维视图竖向旋转

[ViewRotateZ1,Vr1; 菜单:视图/9 视图旋转+; 上按钮; Shift+Z]。

绕 Z 轴向右侧旋转 15 度。

[ViewRotateZ2,Vr2; 菜单:视图/A 视图旋转-; 上按钮; Shift+X]。

绕 Z 轴向左侧旋转 15 度。

## 第四章、绘 制

本章讲述各图形单元的输入方法，同时介绍各单元显示、计算模型等相关信息。

单元由输入单元的节点坐标、结合设置其他相关参数的完成输入操作。在操作的过程中，系统命令行将结合输入的步骤给出完整的提示。

节点坐标可用鼠标输入。在 XY 平面、切面显示状态，可直接用鼠标在屏幕空白处点击输入一个点，这时根据显示平面的位置确定鼠标的三维坐标。三维显示状态则不可以鼠标直接输入点。所有显示状态均可用鼠标捕捉已有图形输入单元节点坐标。

节点坐标可在命令行内用键盘直接输入。在 XY 平面显示状态，可输入二维坐标点、或二维坐标偏移量，系统按当前显示平面确定输入点的 Z 坐标；在其它显示状态只三维坐标点、或三维坐标偏移量，但角度偏移输入可以只输入两个数。

有关节点输入的详细说明见第一章第 2 条。

如输入的节点不完整，或与前一输入点重合，将提示输入错误，并提示重新输入节点。

结束输入或结束操作，按回车键(Enter)、空格键、鼠标右键均可，三者等效。在后面说明中，为简化叙述，只说按右键。

### 1、节点单元

[Joint,J; 菜单:绘制/1 节点单元; 左二按钮 

Joint: 节点坐标:

运行命令后，命令行提示输入单元节点坐标。鼠标输入或键盘输入节点坐标，将生成一个节点单元。节点单元用蓝色的实心小圈表示，其大小与表示节点的小圈相同。

节点单元不同于节点。节点单元是一个图形单元，具有单元属性，其属性包括节点荷载、节点约束、节点强制位移的施加在节点上的作用。节点单元可以被各编辑命令移动、复制，当节点单元被转移到新的位置后将与其它节点建立联系，仍保留原有的单元属性，但节点不可以被编辑。

一般不需要直接输入节点单元。在施加节点荷载、节点约束等作用于节点的参数时，系统判断被施加的节点上是否已经存在节点单元，如已经有节点单元则加到节点单元上，如无节点单元则先自动生成节点单元，然后在施加节点参数。自动生成节点单元的操作可 Undo 撤销和 Redo 恢复。

### 2、直线

[Line,L; 菜单:绘制/2 直线; 左二按钮 

Line: 第 1 点:            Line: 第 2 点:

按提示鼠标、键盘输入两点坐标，即输入一个直线单元。输入一个单元后，接着提示输入下一个

单元的第二点，这时前一单元的第二点作为新单元的起点，即前后单元首尾相连。如新单元的第一点不是前一单元的第二点，直接按右键，将提示直接输入单元的第一点。

在提示输入单元第一点时直接按右键，将结束输入直线单元的操作。

如输入坐标不完整、或一个单元的第二点与第一点重合，将提示输入无效，要求重新输入。

直线单元用白色线表示。直线单元是一类辅助图形，仅有几何意义，没有截面、材料等参数，但可以施加单元荷载。在空间作图中可用作辅助线，或作为定位轴线。在最终形成计算数据文件时，直线单元和其他辅助图形，以及单元节点均被自动剔除。

## 3、圆

### 3.1 圆心.半径

[Circle1, C1; 菜单:绘制/3 圆/圆心.半径; 左二按钮

Circle:圆心:            Circle:第 2 点(圆上点):            Circle:定位点:

需要输入三个点，第一点为圆心，第二点为圆上一点，第一、第二点确定圆的半径。第三点是圆平面定位点，在圆平面内、不与前两点共线的任意点。

由于 Prep 的图形均为三维图形，圆作为一个平面图形必须有三个点才能确定圆的空间位置，因此需要第三个点。在 XY 平面或切面中输入面内的圆，也需定位点，这时可用鼠标任意点击一点即可。

输入一个圆以后，将接着提示输入一个新的圆。在输入一个圆的当中，直接点右键，将取消已经输入的节点，重新开始输入一个新的圆单元。在提示输入圆心的时候直接点右键，将结束输入圆的命令。

圆属于辅助图形，用白色显示。

### 3.2 两点直径

[Circle2, C2; 菜单:绘制/3 圆/两点直径; 左二按钮

Circle:直径第 1 点:            Circle:直径第 2 点:            Circle:定位点:

需要输入三个点，第一点、第二点圆上两点，两点构成圆的直径，即两点连线的中点为圆心。第三点为圆平面定位点。具体操作过程同圆心.半径输入方式。

### 3.3 圆上三点

[Circle3, C3; 菜单:绘制/3 圆/圆上三点; 左二按钮

Circle:圆上第 1 点:            Circle:圆上第 2 点:            Circle:圆上第 3 点:

需要输入三个点，三点均位于圆周上，由三点确定圆心、半径，同时确定圆的空间平面。

## 4、弧

[Arc, Ac; 菜单:绘制/4 弧; 左二按钮

Arc:弧心:                            Arc:第 2 点(弧起点):

Arc:第 3 点(平面定位点):            Arc: 第 4 点(弧终点):

将提示输入 4 个点，第一点为弧心点，第二点为弧的起点，第一、第二点将确定弧的半径。第三点为弧的平面定位点，要求在弧所在的平面内，且不与前两点共线。输入三点后将显示随鼠标移动而变化的弧的临时图形。第四点用于确定弧的终点位置，由包含第四点和弧心且与弧平面垂直的平面与弧的交点确定弧的终点。因此第四点不要求在弧上，也不要求在弧平面内，只要角度满足要求即可。

## 5、柱

[Colu, Cc; 菜单:绘制/5 柱; 左二按钮 

Colu:第 1 点<r 角度 0>:

Colu:第 2 点<r 角度 0>:

输入命令后，屏幕左上角提示当前柱单元参数：材料类型及其在材料表中的序号，截面类型及其在截面表中的序号，以及截面图形的轮廓。输入的柱单元将按这些当前参数设定柱的单元属性。

柱单元的输入方式在 XY 平面显示、非 XY 平面显示不同。

在 XY 平面显示时，柱只需输入一点。楼层控制时，柱的长度等于当前楼层的高度，下一点位于下一楼层面内。输入一点即形成柱单元，显示柱的截面图形。接着提示输入下一个柱的第一点。点右键结束命令。

XY 平面显示状态下非楼层控制时，输入第一点后，将提示：

**输入柱向下延伸长度<1.00>:**

隐含延伸长度为 1.0m。如提示延伸长度正确，则直接点右键；如需输入新的数值，键盘输入数值后再点右键。输入延伸长度后，柱单元即形成。延伸长度可以为负值，这是柱向上延伸。输入的新的延伸长度，即被纪录作为下一次输入的隐含值。

非 XY 显示平面，即三维立体、切面显示状态下，柱须输入两点，两点连线形成柱单元。形成一个单元后，接着提示输入下一个单元的第二点，这时前一单元的第二点作为新单元的起点，即前后单元首尾相连。如新单元的第一点不是前一单元的第二点，直接按右键，将提示直接输入单元的第一点。

在提示输入单元第一点时直接按右键，将结束输入直线单元的操作。

如输入坐标不完整、或一个单元的第二点与第一点重合，将提示输入无效，要求重新输入。

柱用黄色显示。在 XY 平面显示状态，且柱为平行于整体坐标 Z 轴时，柱用截面图形表示。非 XY 显示平面状态，或柱不与 Z 轴平行时，显示连接两端点的黄色直线。

柱、梁在有限元计算中同属于框架单元，是同一种力学模型，Prep 中区别梁、柱单元为了图形显示方便，符合一般建筑结构的习惯。在建筑结构专用后处理中，将根据梁柱单元的空间位置重新设定建筑结构意义上的梁柱。因此前处理对于框架单元，可以根据输入、显示的方便，任意选择按梁、或按柱输入。

### 5.1 输入柱截面转角

在提示输入柱节点时，不输入坐标数值，而输入字符“r”，将提示：

**输入截面转角:**

键盘输入转角数值，并点右键，即输入了柱的截面转角。命令提示将显示新的数值，下一个形成的柱将采用该数值。转角单位为度，可以为负值。输入的转角作为隐含值，此后输入的柱单元均按该值，直到再次改变截面转角。

XY 平面显示时，柱截面图形按实际的转角显示。非 XY 平面显示时，可在图形内容()对话框中选

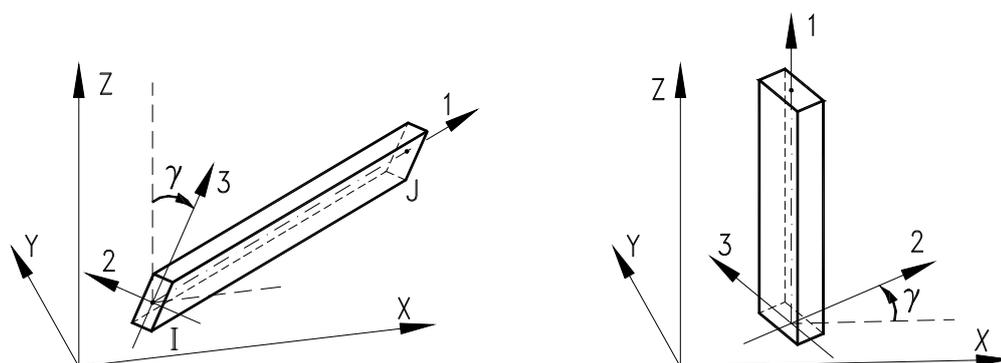
中显示杆截面图形选项，查看截面转角。

## 5.2 梁柱单元截面转角定义

Strat 软件各模块对梁柱单元截面转角，采用一种简单直观的定义方式。

1、当单元不与 Z 轴平行时，以单元 1 轴为基准轴，由 Z 轴向单元 3 轴的转角，满足右手系为正。如下图左侧所示，图示截面转角 $\gamma$ 值为正。

2、当单元与 Z 轴平行时(包括同向和反向)，以单元 1 轴为基准轴，由 X 轴向 2 轴转角，满足右手系为正。如下图右侧所示，图示截面转角 $\gamma$ 值为正。



满足右手系为正的意義：右手握住基准轴，大拇指指向基准轴的正向，这时其它四指的方向即为转角的正向。

截面的主轴见截面设置对话框中的图形标注。在 Strat 各模块中，截面 3 轴为主要轴线，2 轴为次要轴线。也将 1、3 轴组成平面称为截面的主平面，1、2 轴组成的平面为截面的非主平面。

## 5.3 选择柱截面

在输入柱单元的过程中，按通用热键 F5，或点上按钮 **F5**，将弹出基本截面设置对话框。在对话框截面列表中选择一已有截面，或输入一个新截面，点确定返回后，被选择截面即被设为柱的当前截面。这是屏幕左上角的柱截面的提示被改变，下一个形成的柱将采用该截面。基本截面对话框的使用见第六章第 1 条，这里不详述。

注意必须是在输入柱的操作过程中，用 F5 热键启动截面对话框，才能将选择或输入的截面作为柱截面。因为柱、梁的截面在同一个列表中，只有输入柱的命令正在运行时，系统才能将选择的截面与柱当前截面建立联系。

除基本截面外，梁柱单元还可设为组合截面、变截面，三种截面类型通过辅助热键 Shift+F5 切换，切换顺序为：基本界面→组合截面→变截面→基本截面。系统隐含当前截面类型为基本截面。在当前截面类型为基本截面时，按 Shift+F5 热键，将调用截面对话框，且将当前截面类型设为组合截面，以后按 F5 键将直接调用组合截面。如需再返回到基本截面，需先按 Shift+F5 切换到变截面，再按 Shift+F5 切换到基本截面。

在组合截面、变截面对话框中，同样可选择已有截面，也可输入新的截面，点确定返回后，屏幕左上角将显示选择的截面类型及截面序号、截面图形。组合截面、基本截面的具体操作见第六章第 2、第 3 条说明。

## 5.4 选择柱材料

在输入柱单元的过程中，按第二通用热键 F6，将弹出材料设置对话框。在对话框截面列表中选择一已有一个材料类型，或输入一个新的材料，点确定返回后，被选择材料即被设为柱的当前材料。这是屏幕左上角的材料提示被改变，下一个形成的柱将采用该材料。材料截面对话框的使用见第六章第 4 条，这里不详述。

与选择截面的方法不同，在输入柱单元时选择了新材料，其后的输入的各类单元均采用该材料。也就是说，各类单元的当前材料是共同的。这符合实际情况，因为在大多数情况下，结构同一部位各构件采用同一种材料。除在输入某一单元过程中按 F6 热键启动材料对话框选择材料外，还可以在没有任何操作的情况通过菜单启动材料对话框，选择或输入的材料，即为下一次输入各类单元的隐含材料。

## 6、梁

[Beam, B; 菜单:绘制/6 梁; 左二按钮 

Beam:第 1 点<r 角度 0>:

Beam:第 2 点<r 角度 0>:

输入命令后，屏幕左上角提示当前梁单元参数：材料类型及其在材料表中的序号，截面类型及其在截面表中的序号，以及截面图形的轮廓。输入的梁单元将按这些当前参数设定梁的单元属性。

梁单元两点输入，两点连线形成梁单元。形成一个单元后，接着提示输入下一个单元的第二点，这时前一单元的第二点作为新单元的起点，即前后单元首尾相连。如新单元的第一点不是前一单元的第二点，直接按右键，将提示直接输入单元的第一点。

在提示输入单元第一点时直接按右键，将结束输入直线单元的操作。

如输入节点坐标不完整、或一个单元的第二点与第一点重合，将提示输入无效，要求重新输入。

在提示输入梁节点时，不输入坐标数值，而输入字符“r”，将提示：

### 输入截面转角：

键盘输入转角数值，并点右键，即输入了梁的截面转角。命令提示将显示新的数值，下一个形成的梁将采用该数值。转角单位为度，可以为负值。输入的转角作为隐含值，此后输入的梁单元均按该值，直到再次改变截面转角。可在图形内容()对话框中选中 **显示杆截面图形** 选项，查看梁的截面转角。

在各种显示平面状态，梁均用连接两端点的亮青色直线表示。

梁的截面设置、材料设置与柱相同，在输入梁的操作过程中按 F5 或 Shift+F5、F6 热键，将实现截面、材料的参数设定。梁截面转角的定义也与柱相同。具体操作参考前面第 5 条柱的输入，和第六章 1~4 条的说明。

在软件建筑结构专用后处理模块 Archi 中，梁只按主截面方向(即截面转角为 0 时的 Z 轴方向)进行混凝土梁的配筋、钢结构梁的整体稳定验算。如混凝土梁只取截面的  $M_2$ 、 $Q_3$  计算抗弯配筋和抗剪配筋。基本截面、组合截面同样处理。因此选择梁的截面时，应将截面的 3 轴方向置于主要受力方向。如混凝土结构的宽扁梁，如将一个狭长截面转动 90 度作为其截面，计算得到的梁内力是正确的，但用后处理计算配筋时将是错误的结果。

## 7、墙

[Wall, W; 菜单:绘制/7 墙; 左二按钮 

Wall:第 1 点<H 厚度 0.30>:                      Wall:第 2 点<H 厚度 0.30>:

Wall:第 3 点<H 厚度 0.30>:                      Wall:第 3 点<H 厚度 0.30>:

输入命令后, 屏幕左上角提示当前墙单元参数: 材料类型及其在材料表中的序号, 墙厚度(单位 m)。输入的墙单元将按这些当前参数设定墙的单位属性。

墙单元的输入方式在 XY 平面显示、非 XY 平面显示不同。在一般情况下, 输入的墙单元的两方向长度应接近, 一方向长度不应大于另一方向长度的 2 倍。

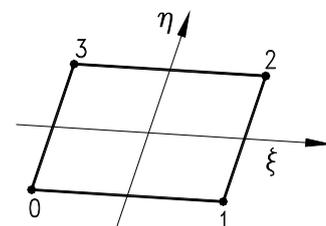
在 XY 平面显示时, 墙只需输入两点。楼层控制时, 墙的 Z 向高度等于当前楼层的高度, 下部两点位于下一楼层面内。输入上部两点即形成墙单元, 显示墙的截面图形。接着提示输入下一个墙的第二点, 隐含下一个墙的第一点为前一墙的第二点, 即前后输入墙首尾相连。如两墙不是首尾相连, 直接点右键将重新提示输入第一点。在提示输入第一点时, 直接点右键, 将结束输入墙单元的操作。

XY 平面显示状态下非楼层控制时, 输入前两点后, 将提示:

输入墙向下延伸长度<1.00>:

隐含延伸长度为 1.0m。如提示延伸长度正确, 则直接点右键; 如需输入新的数值, 键盘输入数值后再点右键。输入延伸长度后, 墙单元即形成。延伸长度可以为负值, 这时墙向上延伸。输入的新的延伸长度, 即被纪录作为下一次输入的隐含值。

非 XY 显示平面, 即三维立体、切面显示状态下, 墙须输入全部四个节点。节点顺序如右图所示, 四点顺序连接(第一点与第四点连接)形成一个墙单元。



形成一个单元后, 接着开始下一个墙单元的输入, 提示输入单元的第一点。这时直接点右键, 将结束墙的输入命令。如在输入了部分节点后提示输入下一节点时, 直接点右键, 将中断该单元的输入, 重新开始输入一个新的单元。

如输入坐标不完整、或输入点与该单元已经输入点重合, 将提示输入无效, 要求重新输入。

改变墙单元厚度。在提示输入节点时, 不输入坐标数值, 而输入字符“h”, 将提示:

输入单元厚度:

键盘输入厚度数值(单位m), 并点右键, 即重新定义了墙的厚度。命令提示将显示新的数值, 屏幕左上角的提示也相应改变, 即将形成的墙将采用该厚度。输入的厚度作为隐含值, 此后输入的墙单元均按该值, 直到再次改变墙厚度。XY平面显示时, 显示图形将体现墙的厚度, 其它显示状态可在图形内容 对话框中选中 显示截面.厚度 选项查看其数值。

改变墙单元材料。在输入墙单元的过程中, 按第二通用热键 F6, 将弹出材料设置对话框。在对话框截面列表表中选择一个已有材料类型, 或输入一个新材料类型, 点确定返回后, 被选择材料即被设为墙的当前材料。这时屏幕左上角的材料提示被改变, 将形成的墙采用该材料。材料截面对话框的使用见第六章第 4 条, 这里不详述

如选择截面的方法不同，在输入墙单元时选择了新材料，其后的输入的各类单元均采用该材料。也就是说，各类单元的当前材料是共同的。这符合实际情况，因为在大多数情况下，结构同一部位各构件采用同一种材料。除在输入某一单元过程中按 F6 热键启动材料对话框选择材料外，还可以在没有任何操作的情况通过菜单启动材料对话框，选择或输入材料，即为下一次输入各类单元的隐含材料。

墙单元的显示在 XY 显示平面、非 XY 显示平面不同。

在 XY 平面显示状态，兼顾建筑结构的习惯，墙按实际比例显示截面图形。认为墙总是竖直的，如有倾斜仍显示水平截面，截面长度取墙最高边的长度，宽度为墙的厚度。

非 XY 显示平面时，墙用各边线组成的平面表示。

墙边线用亮绿色直线表示。隐含情况下，XY 平面显示时的墙截面、非 XY 平面显示时的墙平面，均用暗绿色填充。可在图形内容对话框中通过面体单元填充选项取消填充。

## 墙(Wall)、板(Slab)单元的比较

在力学模型角度，Strat 软件中的墙单元(Wall)、板单元(Slab)均为空间壳单元，即由平面内受力的膜、加平面外受力的板组成，每节点均具有 6 个自由度。

Strat 中的墙单元的膜部分为新开发的一种全新的单元，具有优异的力学性能，能可靠计算节点集中弯矩，对于建筑结构中常见的剪力墙与梁连接的情况的计算，具有其他膜单元所不具有的优势。正是具有这种墙单元，Strat 软件中直接用梁单元模拟剪力墙连梁，而不用数据处理上繁琐、计算结果偏刚的剪力墙开洞的处理方式。

Strat 中板单元与其它软件用来计算剪力墙的单元性能相当，其膜部分不具有正确计算角点平面内集中弯矩的功能，即计算墙-梁连接结构有较大的误差，但对于板-板连接结构，计算精度很好。尤其对于网格畸变不敏感，即单元网格不规则时仍有很好的计算精度，适合于建筑结构中的楼板、底板等的计算。其平面外受力的板部分，采用先进的关联插值的方法构造单元刚度，同时适用于薄板、中厚板的计算。

## 8、板

[Slab, S1; 菜单:绘制/8 板; 左二按钮 (青色)]

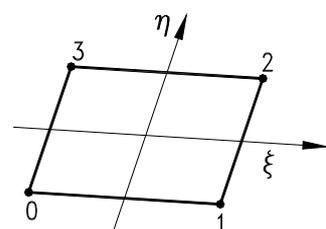
Slab:第 1 点<H 厚度 0.30>:                      Slab:第 2 点<H 厚度 0.30>:

Slab:第 3 点<H 厚度 0.30>:                      Slab:第 3 点<H 厚度 0.30>:

输入命令后，屏幕左上角提示当前板单元参数：材料类型及其在材料表中的序号，板厚度(单位 m)。输入的板单元将按这些当前参数设定板的单元属性。

板单元四点输入。四个节点按输入的顺序前后相连，并且第一点与第四点相连形成一个板单元。板单元的节点顺序如右图所示。

输入一个单元后，接着开始下一个板单元的输入，提示输入单元的第一点。这时直接点右键，将结束板的输入命令。如在输入了部分节点后提示输入下一节点时，直接点右键，将中断该单元的输入，重新开始输入一



个新的单元。

如输入坐标不完整、或输入点与该单元前面输入点重合，将提示输入无效，要求重新输入。

板用各边线组成的平面表示。当面体单元填充显示时，板边线用白色直线表示，填充色为暗青色；面体单元不填充显示时，板边线用暗青色直线表示。可在图形内容()对话框中通过面体单元填充选项设置填充。

改变板单元厚度。在提示输入节点时，不输入坐标数值，而输入字符“h”，将提示：

#### 输入单元厚度：

键盘输入厚度数值(单位 m)，并点右键，即重新定义了板的厚度。命令提示将显示新的数值，屏幕左上角的提示也相应改变，即将形成的板将采用该厚度。输入的厚度作为隐含值，此后输入的板单元均按该值。

改变板单元材料。在输入板单元的过程中，按第二通用热键 F6，将弹出材料设置对话框。在对话框截面列表中选择已有材料类型，或输入一个新材料类型，点确定返回后，被选择材料即被设为板的当前材料。这时屏幕左上角的材料提示被改变，将形成的板采用该材料。材料截面对话框的使用见第六章第 4 条，这里不详述。

如选择截面的方法不同，在输入板单元时选择了新材料，其后的输入的各类单元均采用该材料。也就是说，各类单元的当前材料是共同的。这符合实际情况，因为在大多数情况下，结构同一部位各构件采用同一种材料。除在输入某一单元过程中按 F6 热键启动材料对话框选择材料外，还可以在没有任何操作的情况通过菜单启动材料对话框，选择或输入材料，即为下一次输入各类单元的隐含材料。

板单元与墙单元在力学模型上的区别见前面第 7 条中有关说明。

## 9、平面 4 节点元

[Plain4, P4; 菜单:绘制/9 平面 4 节点元; 左二按钮 

Plain4:第 1 点<H 厚度 0.20>:

Plain4:第 2 点<H 厚度 0.20>:

Plain4:第 3 点<H 厚度 0.20>:

Plain4:第 3 点<H 厚度 0.20>:

输入命令后，屏幕左上角提示当前平面 4 节点单元参数：材料类型及其在材料表中的序号，平面 4 节点元厚度(单位 m)。输入的平面 4 节点单元将按这些当前参数设定其单元属性。

平面 4 节点的输入过程与板单元完全相同，参见前面第 8 条内容，这里不再详述。

平面 4 节点元用各边线组成的平面表示。当面体单元填充显示时，边线用白色直线表示，填充色为淡灰色；面体单元不填充显示时，边线用淡灰色直线表示。可在图形内容()对话框中通过面体单元填充选项设置填充。

平面 4 节点单元每节点两个自由度，即面内的两个平动自由度，不具备平面外的平动自由度、和全部三个转角自由度。Strat 软件不限定平面单元必须处于某一平面，单元可以在空间任意位置。

在计算模块，当设定进行自由度约束有效性判别时，前处理中平面单元的转角自由度可以不单独施加约束，程序能自动添加约束。但对于单元平面外自由度，必须由用户通过节点约束命令()进行

有效约束，否则将导致计算错误。

Strat 中的平面 4 节点单元是具有内部非协调自由度的 Wilson 非协调元，与一般四节点等参单元比较，具有更高的计算精度。平面 4 节点元可选择平面应力、平面应变的计算模式，隐含计算模式为的平面应力。可在设置 Strat 数据文件参数命令中设置计算模式，详见第二章第 3 条说明。

## 10、平面 8 节点元

[Plain8, P4; 菜单: 绘制/A 平面 8 节点元; 左二按钮  (暗红色)]

Plain8: 第 1 点<H 厚度 0.20>:

Plain8: 第 2 点<H 厚度 0.20>:

Plain8: 第 3 点<H 厚度 0.20>:

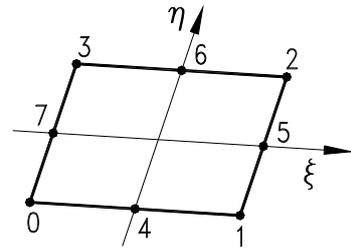
Plain8: 第 3 点<H 厚度 0.20>:

输入命令后，屏幕左上角提示当前平面 8 节点单元参数：材料类型及其在材料表中的序号，平面 8 节点元厚度(单位 m)。输入的平面 8 节点元将按这些当前参数设定其单元属性。

平面 8 节点单元，由输入 4 个角点形成。输入过程与板单元完全相同，参见前面第 8 条内容，这里不再详述。

平面 8 节点元的节点编号顺序如右侧图形所示。其中 0~3 节点为单元角点，是用户输入点；4~7 节点为单元边中点，由系统生成，为所在单元边的中点。

平面 8 节点元用各边线组成的平面表示。当面体单元填充显示时，边线用白色直线表示，填充色为暗红色；面体单元不填充显示时，边线用暗红色直线表示。可在图形内容()对话框中通过面体单元填充选项设置填充。



平面 8 节点单元每节点两个自由度，即面内的两个平动自由度，不具备平面外的平动自由度、和全部三个转角自由度。Strat 软件不限定平面单元必须处于某一平面，单元可以在空间任意位置。

在软件的计算模块，当设定进行自由度约束有效性判别时，前处理中平面单元的转角自由度可以不单独施加约束，程序能自动添加约束。但对于单元平面外自由度，必须由用户通过节点约束命令()进行有效约束，否则将导致计算错误。

Strat 中的平面 8 节点单元变节点等参单元。除必须具有 4 个角点外，其它边节点可缺失。当四个边节点均缺失时，单元蜕化为平面 4 节点等参单元。Prep 中输入的单元均具有全部 8 个节点。如需要删除边节点，可在计算数据文本文件中，将单元的边节点号改为-1 即可。

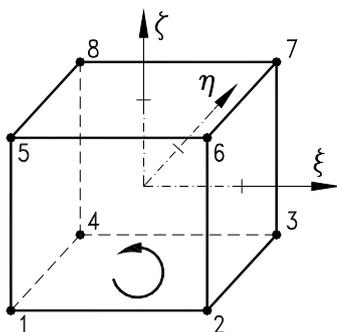
平面 8 节点单元具有很高的计算精度，对于单纯的平面问题，平面 8 节点元的计算效果优于板单元、平面 4 节点非协调元。平面 8 节点元可选择平面应力、平面应变的计算模式，隐含计算模式为的平面应力。可在设置 Strat 数据文件参数命令中设置计算模式，详见第二章第 3 条说明。

## 11、块体 8 节点单元

块体 8 节点单元有两种输入方式，即 4 点输入和 8 点输入。

块体 8 节点单元的节点编号顺序如下图所示。节点顺序满足右手法则：右手四指绕 1-2-3-4 点方向，

这是大拇指由 1234 点围成的面，指向 5678 点围成的面。



### 11.1 4 点输入

[Cube8,C8; 菜单:绘制/B 块体 8 节点元/4 点输入; 左二按钮  (黄色)]

Cube8:第 1 点:

Cube8:第 2 点:

Cube8:第 3 点:

Cube8:第 3 点:

输入单元厚度<1.0>:

输入命令后，屏幕左上角提示当前材料类型和序号，如不改变，输入的单元即按此材料。

首先提示输入 1~4 点，由输入的 4 个点组成单元的一个面。在提示输入单元的厚度，提示中括号内数值为隐含厚度值。如采用隐含厚度直接点右键，如需改变输入新的数值再点右键，厚度可以为负值。

系统将前 4 点组成一个平面，并由 1-2-3-4 的顺序按右手法则确定面的方向(法向)。如输入的厚度为正值，则将前 4 点组成面向面正方向平移厚度的距离，作为单元的另一个面，并形成另外的 4 个节点。如输入的厚度为负值，则向面的负方向平移形成单元的另一个面。形成单元的另外四个点后，单元即被生成。

系统将自动调整节点的顺序，使单元节点编号满足右手法则。这种方式输入的单元，输入 4 点围成的平面与对面平行，且连接两面的边线分别与两面垂直。

输入一个单元后，接着开始下一个板单元的输入，提示输入单元的第一点。这时直接点右键，将结束输入操作。如在输入了部分节点后提示输入下一节点时，直接点右键，将中断该单元的输入，重新开始输入一个新的单元。

### 11.2 8 点输入

[Cube8-8,C88; 菜单:绘制/B 块体 8 节点元/8 点输入; 左二按钮  (黄色)]

Cube8-8:第 1 点:

Cube8-8:第 2 点:

Cube8-8:第 3 点:

Cube8-8:第 4 点:

Cube8-8:第 5 点:

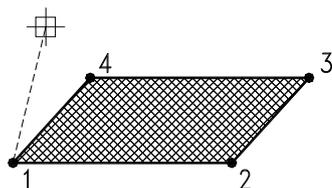
Cube8-8:第 6 点:

Cube8-8:第 7 点:

Cube8-8:第 8 点:

只有在三维立体显示状态，该命令才被激活。

提示输入 8 个节点。当输入了前 4 个节点后，4 点围成的平面用灰颜色填充成一个面，鼠标轨迹线自动移到第一点。将如下图所示。再输入另外的 4 个节点，即形成一个单元。



8 节点输入方式，能形成任意形状的块体元。

注意输入节点的顺序须满足右手法则。如输入节点的顺序不满足右手法则，在面体单元填充显示的情况下，块体单元将显示为一个凹多面体，而正确的单元显示为凸多面体。可通过这种方式，检查输入单元的节点顺序是否正确。

输入一个单元后，接着开始下一个单元的输入，提示输入单元的第一点。这时直接点右键，将结束输入操作。如在输入了部分节点后提示输入下一节点时，直接点右键，将中断该单元的输入，重新开始输入一个新的单元。

块体 8 节点单元显示为空间六面体。当面体单元填充显示时，仅显示可见的面，及可见面对应的边和节点，边线用白色直线表示，填充色为暗黄色。面体单元不填充显示时，显示全部边和节点，边线用暗黄色直线表示。可在图形内容( )对话框中通过**面体单元填充**选项设置填充。

改变单元材料，按第二通用热键 F6，或直接通过菜单启动材料对话框，在对话框截面选择已有材料、输入一个新的材料即可。

块体 8 节点单元每节点 3 个自由度，即 3 个平动自由度，不具备节点转角自由度。在软件的计算模块，当设定进行自由度约束有效性判别时，前处理中块体单元的转角自由度可以不单独施加约束，程序能自动添加约束。

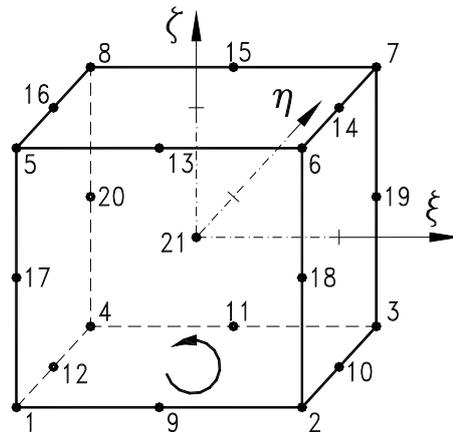
Strat 中的块体 8 节点单元是具有内部非协调自由度的 Wilson 非协调元，与一般八节点等参单元比较，具有更高的计算精度。

## 12、块体 21 节点单元

块体 21 节点单元有两种输入方式，即 4 点输入和 8 点输入。

块体 21 节点单元的节点输入顺序如下图所示。1~8 节点为单元角点，9~20 节点为单元边中点，21 节点为单元中心点。单元输入只需输入 8 个角点，由 8 个角点确定单元的空间位置和单元形状，边中点、单元中心点由系统根据角点自动添加。

节点顺序满足右手法则：右手四指绕 1-2-3-4 点方向，这是大拇指由 1234 点围成的面，指向 5678 点围成的面。



### 12.1 4 点输入

[Cube21,C21; 菜单:绘制/C 块体 21 节点元/4 点输入; 左二按钮 (暗红色)]

Cube21:第 1 点:

Cube21:第 2 点:

Cube21:第 3 点:                      Cube21:第 3 点:                      输入单元厚度<1.0>:

块体 21 节点单元的 4 点输入方法,与块体 8 节点的 4 点输入完全相同。请参阅前面第 11.1 条内容,这里不详述。

## 12.2 8 点输入

[Cube21-8,C88; 菜单:绘制/B 块体 21 节点元/8 点输入; 左二按钮 (暗红色)]

Cube21-8:第 1 点:              Cube21-8:第 2 点:              Cube21-8:第 3 点:              Cube21-8:第 4 点:

Cube21-8:第 5 点:              Cube21-8:第 6 点:              Cube21-8:第 7 点:              Cube21-8:第 8 点:

只有在三维立体显示状态,该命令才被激活。

块体 21 节点单元的 8 点输入方法,与块体 8 节点的 8 点输入完全相同。请参阅前面第 11.2 条内容。

块体 21 节点单元显示为空间六面体。当面体单元填充显示时,仅显示可见的面,及可见面对应的边、角点、边点,不显示单元中心点,边线用白色直线表示,填充色为暗红色。面体单元不填充显示时,显示全部边和节点,边线用暗红色直线表示。

改变单元材料,按第二通用热键 F6,或直接通过菜单启动材料对话框,在对话框截面选择已有材料、输入一个新的材料即可。

块体 21 节点单元每节点 3 个自由度,即 3 个平动自由度,不具备节点转角自由度。在软件的计算模块,当设定进行自由度约束有效性判别时,前处理中块体单元的转角自由度可以不单独施加约束,程序能自动添加约束。

Strat 中的块体 21 节点单元是变节点等参单元。除必须具有 8 个角点外,其它边节点、单元中心点均可缺失。当全部边节点和中心点均缺失时,单元蜕化为块体 8 节点等参单元。在前处理中输入的单元均具有全部 21 个节点。如需要删除某些边节点、或中心点,可在计算数据文本文件中,将单元的对应位置的节点序号该为-1 即可。

块体 21 节点单元具有很高的计算精度,且有很好的适应性,单元不规则时仍有很好的计算精度。可用于复杂空间实体的计算,也可以用于受力复杂的平面问题的计算。

## 第五章、编辑

本章讲述主菜单**编辑(E)**下的各项编辑命令的使用方法。

编辑命令针对图形单元操作。某些命令只能部分单元进行操作，如拉伸命令(**Stretch**)便不能对节点单元进行操作。本章讲述的各编辑命令均不对网格荷载单元进行操作，网格单元有专用的编辑命令，见第九章相关说明。本章中介绍单元适用范围时，将不单独标出网格单元。

图形单元被编辑后，将原有图形单元的基础上形成新的单元，一般情况下新单元将具有原有单元的全部属性。如一个梁单元被复制后，原梁单元的截面、材料、截面转角、单元分布荷载、刚臂、三维偏心、自由度释放等属性，均被复制到新单元中。

部分命令在 **XY** 平面、切面显示状态、与三维立体显示状态的操作方式不同，如旋转(**Rotate**)、镜面复制(**Mirror**)等。

编辑命令的操作过程，一般分成三个部分：**选择图形单元**、**输入定位点**、**输入参数选项**。各命令具有全部三部分，或具有其中的几项。选择图形单元须用鼠标选择，定位点鼠标、键盘输入均可，见第一章第 2 条“单元节点、定位点坐标输入”说明。选项的输入方式各命令不同，有些命令的选项必须键盘输入，如阵列(**Array**)的参数；有些命令键盘、鼠标输入皆可，如旋转命令(**Rotate**)的旋转角度的输入，具体见各命令的说明。

编辑命令的操作过程中，可以运用的显示嵌套功能，进行窗口缩放。也可以运用参数命令嵌套功能，运行不需操作通过对话框设置参数不需操作过程的各项命令。

结束输入或结束操作，按回车键(**Enter**)、空格键、鼠标右键均可，三者等效。在后面说明中，为简化叙述，只说按右键。

### 1、重绘

[Redraw,R; 菜单:编辑/1 重绘; 上按钮 

重新绘制当前屏幕显示图形。没有操作过程。

### 2、Undo(撤销)

[Undo,U; 菜单:编辑/2Undo; 上按钮 ; Ctrl+Z]

实施 Undo(撤销)操作。见第一章第 7 条“Undo 和 Redo”。

### 3、Redo(恢复撤销)

[Redo,Re; 菜单:编辑/3Redo ; 上按钮 ; Ctrl+R]

用于恢复被 Undo 命令所撤销的操作。见第一章第 7 条“Undo 和 Redo”。

## 4、删除

[Delete,E; 菜单:编辑/4 删除; 左一按钮

Delete: 选择图形单元:

针对各类图形单元。删除被选择的图形。

运行命令后,提示选择图形单元。鼠标点选或框选,可多重选择。点右键结束选择,被选择的单元即被删除。

## 5、移动

[Move,M; 菜单:编辑/5 移动; 左一按钮

Move: 选择图形单元:

输入基准点:

输入第二基准点:

针对各类图形单元。移动被选择的图形单元到另外的位置。

运行命令后,提示选择图形单元。鼠标点选或框选,可多重选择。点右键结束选择后,先后提示输入基准点、第二基准点。基准点可鼠标输入,也可以键盘输入。第二基准点可以键盘输入偏移量。有效输入两个基准点后,被选择图形被移动到新的位置,命令即结束。

在没有选择到图形单元时,点右键中断命令。提示输入基准点时,直接点右键中断命令。输入基准点错误,或输入数据不完整,或两基准点重合,将提示重新输入。

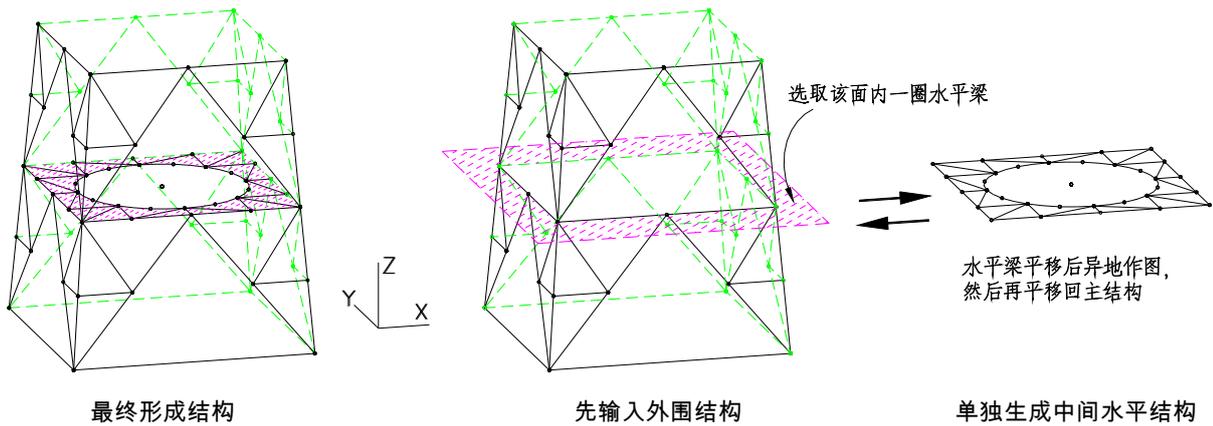
### 例题 5.4:

如下图左侧所示空间结构,中间水平构件(图中阴影部分)与外围结构重叠,空间输入非常困难。可先输入完毕全部外围结构,如下图中间部分所示。

旋转三维图形至合适位置。运行移动(Move)命令,框选中间部位的全部水平构件,即图中阴影部分,然后用键盘输入偏移量(10,0,0),将选择的图形移动到一个空白位置。

在新的位置,只有水平构件,没有其他构件地遮挡,可以方便地用XY平面或空间的方式作图。作图结束后,在将水平构件移动偏移量(-10,0,0),再插入到原结构中,即得到下图左侧的最终结果。系统内部节点管理机制将确保移回的水平梁与原位梁通过同一节连接。

操作技巧:异地作图以原有的水平构件为基准,宜选取全部水平构件,否则不便定位,还容易导致图形重叠。移动距离宜采用键盘输入偏移量的方式,减小图形操作误差。偏移量宜为一个易记的整数。



## 6、复制

[Copy,C; 菜单:编辑/6 复制; 左一按钮 

Copy: 选择图形单元:

输入基准点:

输入第二基准点:

针对各类图形单元。将被选择的图形，在新的位置完整地复制一份，原图形保留。复制命令自动重复，被选择图形可多次复制。

运行命令后，提示选择图形单元。鼠标点选或框选，可多重选择。点右键结束选择后，先后提示输入基准点、第二基准点。基准点可鼠标输入，也可以键盘输入。第二基准点可以键盘输入偏移量。

有效输入两个基准点后，被选择图形被复制到新的位置，完成一个图形的复制。

Prep 中的复制命令是多重复制命令。一次复制完成后，接着提示输入下一次复制的第二基准点。这时的基准点是前一次输入的第二点，即基准点也被复制。多次复制次数不限，直到点右键结束命令。

在没有选择到图形单元时，点右键中断命令。提示输入基准点时，直接点右键中断命令。输入基准点错误，或输入数据不完整，或两基准点重合，将提示重新输入。

## 7、缩放

[Scale,Ss; 菜单:编辑/7 缩放; 左一按钮 

Scale: 选择图形单元:

输入基准点:

鼠标输入第二点,或键盘输入比例:

针对各类图形单元。将被选择的图形的几何尺寸，及其节点距基准点的距离，按输入的比例缩放。节点单元仅改变其位置。

运行命令后，提示选择图形单元。鼠标点选或框选，可多重选择。点右键结束选择后，按提示输入基准点。

缩放比例可用键盘输入，输入数值不小于 0.001，负值取绝对值。

缩放比例也可以鼠标输入。以屏幕作图区宽度的 1/10 为基准长度，鼠标输入点距基准点之间的距离与基准宽度的比值即为输入宽度。同样，鼠标输入比例也不能小于 0.001。

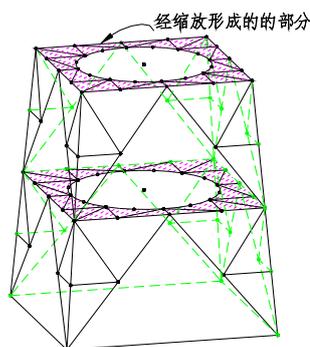
由于Prep中输入的是实际物理意义的计算单元，并不是纯粹意义上的几何图形。其图形的最小几何长度不小于系统参数**最小几何距离**(在图形内容对话框中设置，见第三章第 8 条)，小于该值的图形单元将被缩成一个点，最终被剔除。因此系统限制最小缩放比例为 0.001，以免无限制地缩小图形而导致错误。

在没有选择到图形单元时，点右键中断命令。提示输入基准点、缩放比例时，直接点右键中断命令。输入无效基准点，或比例输入错误，将提示重新输入。

### 例题 5.7:

如例题 5.4 中的结构，利用图形缩放命令，将方便地在输入中间平面结构的基础上形成顶层结构。

在异地形成中间平面的结构后，不用移动命令而用复制命令，将平面结构复制到结构的中间位置。而将原位保留平面图形按计算比例缩小，然后用鼠标节点捕捉、或键盘输入偏移量的方式将图形移动到结构顶层平面。



在图形比例缩放的过程中，由于存在数据截断误差，可能新加的顶层平面结构与原有侧边柱的节点不重合。可按如下方法操作：

1、比例缩放图形时，基准点选取在平面图形的中心，这样缩放过程的截断误差在各点得到平均，减小了误差绝对量。同时当缩放基准点选在图形的中心时，由于上下两平面中心位置相同，仍可用键盘输入偏移量的方式移动图形，如输入偏移量 (-10,0,3)，能有效减小误差。

2、在进行移动操作之前，将系统参数最小几何长度(图形内容中设置)调大，如在原有 0.01 基础上改为 0.1，再进行移动操作。由于系统根据最小几何长度找点，如最小几何长度大于误差距离，则找点过程中误差被消除。须注意：在移动操作完成之后，应立即将最小几何长度恢复原值，否则将导致不可预知的错误。

可根据实际情况，和操作的繁简程度选取合适的方法。改变最小几何长度参数的方法对于复杂空间结构的定位非常有效，但必须即改即用，即用即恢复。

另外，如第一次将平面移动定位后，发现节点不重合，Undo 撤销操作。在改用前面介绍的方法重新操作之前，须运行数据整理命令(见第七章第 1 条)，清除空余节点。因为在第一次移动定位后，已经形成一些新的节点，Undo 撤销图形单元，但这些节点作为空节点仍然存在。当下一次运行仍然找到这些点。

## 8、偏移

[Offset,O; 菜单:编辑/8 偏移; 左一按钮 

Offset: 选择偏移图形<1.000> :

选择偏移方向:

运行命令后, 提示括号中为当前偏移量。如采用隐含的偏移量, 可直接鼠标选择图形。偏移命令选择图形只能点选, 且每次只选择一个图形, 如选择框同时与多个图形相交, 取最先选取到的图形。选择到一个有效图形后, 鼠标点击图形偏移的一侧, 指明偏移的方向, 即完成第一次操作。完成一个操作后, 将提示选择下一个图形。在提示选择图形或选择偏移方向的时候直接点右键, 将结束命令。

如需重新输入偏移量, 可键盘输入偏移距离, 如输入 3, 点右键后提示:

偏移量<3.000>, 选择偏移图形:

这时可用鼠标选择图形。偏移量只可在命令启动后选择第一个图形之前进行, 输入的偏移量将作为隐含值, 在以后的操作中采用。

偏移适用的图形单元为线单元、面单元、圆、弧。节点单元、块体单元不能进行偏移操作。

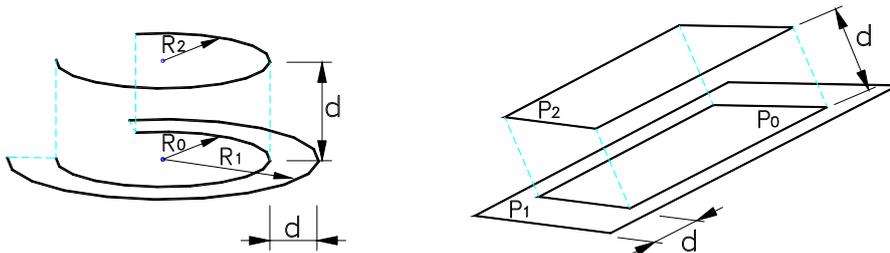
当前显示平面不同时, 各类单元的偏移方式不同:

1、XY 平面显示、切面显示时。线单元在平行于显示平面的面内偏移, 即 XY 平面时节点 Z 坐标不变, 切面时偏移后仍在切面内。面单元、圆、弧在平面内偏移。兼顾建筑结构的特点, 在 XY 平面显示时, 柱由于垂直于 XY 平面不可以偏移, 墙平面外偏移(按墙所显示的边偏移)。

2、三维立体显示时。线单元由于空间无法定位不能偏移, 面单元(包括墙)平面外偏移, 圆、弧平面外偏移。

平面内偏移、平面外偏移的意义可通过下图弧、面单元的偏移表示。

$R_0$ 为原有弧单元。 $R_1$ 为平面内偏移 $d$ 距离后的弧单元, 这时弧心不变, 半径增加偏移距离 $d$ , 仍在原弧所在的平面内。 $R_2$ 为平面外偏移 $d$ 距离后的弧单元, 这时形状不变, 沿原弧面法向平移 $d$ 距离(即 $R_0$ 、 $R_2$ 相同位置的连线与面垂直)。平面单元 $P_0$ 为原有单元,  $P_1$ 为其平面内偏移的结果, 由 $P_0$ 各边在平面分别向外平移 $d$ 后得到。 $P_2$ 为平面外偏移结果, 单元形状不变, 整体沿平面法向平移距离 $d$ 。



## 9、拉伸

[Stretch,S; 菜单:编辑/9 拉伸; 左一按钮 

Stretch: 选择图形单元 :

输入基准点 :

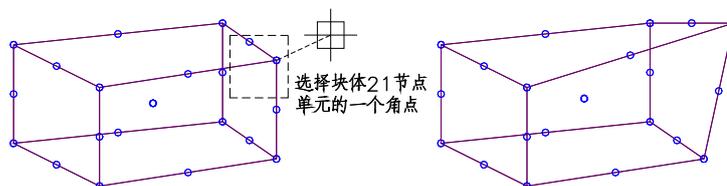
输入第二基准点 :

针对各类图形单元。对选择到的图形的中的被选择节点进行平移。如单元部分节点被选择，则节点平移后单元形状改变；如单元全部节点被选择，则整个单元随节点的平移而平移，单元形状不改变。

运行命令后，提示选择图形单元。拉伸命令的单元选择与其它编辑命令不同，只能鼠标两点框选，且不区分鼠标前后点击的位置均按相交选择(单元部分包含于选择框则单元被选择)。可多次选择，点右键结束选择。

结束选择后，先后提示输入基准点、第二基准点。基准点可鼠标输入，也可以键盘输入。第二基准点可以键盘输入偏移量。有效输入两个基准点后，被选择图形中被包含进选择框的节点按两基准点的坐标差值平移，相应单元也被改变。

在没有选择到图形单元时，点右键中断命令。提示输入基准点时，直接点右键中断命令。输入基准点错误，或输入数据不完整，或两基准点重合，将提示重新输入。



平面 8 节点单元、块体 21 节点单元等具有边中点的单元，只对角点进行拉伸操作，边中点根据拉伸后的单元重新生成，如上图所示。节点单元只能整体平移。圆、弧单元只有其中心点被选择后，才能整体平移。

## 10、延伸

[Extend,Ee; 菜单:编辑/A 延伸; 左一按钮 

Extend: 选择作为延伸边界的图形：

选择需延伸的图形：

可以被延伸图形单元为线单元、弧。所有图形均可作为线、弧延伸的边界，包括节点单元、线单元、面单元、体单元的面、圆、弧。

运行命令后，提示选择作为延伸边界的图形，可多次选择，点右键结束选择。再提示选择需延伸的图形，这时自动过滤只能选择直线、梁、柱、弧等四种单元，且只能点选，每次只选择一个图形。点选被延伸图形时，点击的位置需靠近线单元、弧将要伸长的一端。如被延伸图形被点击的一端延伸线与其它图形相交，则图形被延伸。

在提示选择图形时，直接点右键，将结束命令。

当面单元本身、体单元的面作为延伸边界时，面的边线同时作为延伸的边界。但延伸线、弧与面在同一平面内时，将不能延伸，即面的边线不单独作为延伸边界。

被延伸的图形同时可以作为其它图形的边界，被选作边界的图形被延伸后，新的图形仍可作为其它图形延伸的边界。可通过下面例题 5.10 说明。

需说明的是，当线单元、弧被延伸到边界后，线、弧的端节点位于边界图形上，但该节点并不是延伸图形、边界图形的交点。须另外运行交点分图命令()，见第七章第 3 条说明)，由交点将边界图

形单元分成几个部分。

### 例题 5.10:

如下图所示图形,选择全部图形作为延伸边界。然后先将 1 线向墙延伸(有宽度且有填充的为垂直于显示平面的墙),再将 3 线向延伸后的 1 线延伸,最后将 2 线向延伸后的 3 线延伸并进一步向 1 线延伸。最终得到下图右侧的图形。



## 11、修剪

[Trim,T; 菜单:编辑/B 修剪; 左一按钮 

Trim: 选择作为修剪边界的图形:

选择需修剪的图形:

修剪命令与延伸命令相似。

可以被修剪图形单元为线单元、圆、弧。所有图形均可作为线、弧修剪的边界,包括节点单元、线单元、面单元、体单元的面、圆、弧。

运行命令后,提示选择作为修剪边界的图形,可多次选择,点右键结束选择。再提示选择需修剪的图形,这时自动过滤只能选择线单元、圆、弧等图形,且只能点选,每次只选择一个图形。鼠标点选的位置需是图形被修剪的一段。当被修剪的线单元、弧与边界有交点,被修剪的圆与边界有两个以上交点时,图形在交点处被截断。其中圆两交点间的一段被截除,由圆变成弧。

在提示选择图形时,直接点右键,将结束命令。

当面单元本身、体单元的面作为修剪边界时,面的边线同时作为修剪的边界。但修剪线、弧与面在同一平面内时,将不能修剪,即面的边线不单独作为修剪边界。

被修剪的图形同时可以作为其它图形的边界,被选作边界的图形被修剪后仍作为边界。但这时根据被修剪后新图形计算,而不是原来图形。

需说明的是,当线单元、圆、弧被修剪后,线、弧的端节点位于边界图形上,但该节点并不是修剪图形、边界图形的交点。须另外运行交点分图命令(,见第七章第 3 条说明),由交点将边界图形单元分成几个部分。

## 12、截断

[Break,Br; 菜单:编辑/C 截断; 左一按钮 

Break: 选择截断图形:

指定截断位置:

只有线类型的直线、梁、柱等单元能被截断。

运行命令后，提示选择截断图形，只能点选，每次只选择一个图形，只选择线单元。然后提示指定截断位置，用鼠标在需截断的位置附近点击即可。

由前后两次鼠标点击的点，向被选择图形的在当前屏幕上的投影图形作垂线，垂点之间的部分将被截除。如两垂点均在图形上，则中间截除，两端保留；如只有一个垂点在图形上，则另一垂点所在段截除、另一段保留；如两垂点均在图形外，则不被截断。

在提示选择图形时，直接点右键，将结束命令。

## 13、倒角

倒角只针对线单元操作。包括直角、圆角两种。

### 直角倒角

[TieLine,T1; 菜单:编辑/D 倒角/直角; 左一按钮]

TieLine: 选择第一个图形<L=1.000> :

选择第二图形 :

### 圆角倒角

[TieArc,T2; 菜单:编辑/D 倒角/圆角; 左一按钮]

TieArc: 选择第一个图形<R=1.000> :

选择第二图形 :

只有线类型的直线、梁、柱等单元能被截断。

运行命令后，提示选择第一个图形，提示括号中的数值是隐含的倒角直线的长度、或倒角圆弧的半径。如需改变直接输入数值，如输入数值 5，点右键后，直角倒角时提示：

线长度<5.000>,选择倒角图形 ;

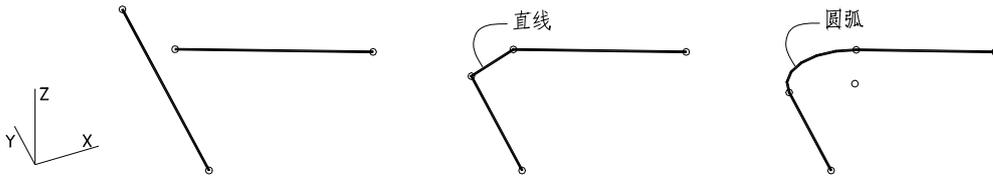
圆角倒角时提示：

弧半径<5.000>选择倒角图形 :

如隐含数值不需改变，直接鼠标左键分别选取两个图形，只能点选，每次只选择一个图形，只选择线单元。选择结束后即进行倒角处理，形成相应图形后结束命令。

空间两线共面，且相交或延伸线相交，才可以通过倒角相连。直角倒角时，倒角直线与两线角平分线垂直，其长度为输入长度。圆角倒角时，倒角弧位于两线单元所在的平面内，弧与两线单元切线相交，弧半径为输入数值。

直角倒角时，倒角直线的单元类型、单元属性同第一个选择图形，如截面、材料、单元荷载、刚臂等均相同。圆角倒角时，倒角弧为辅助图形。



倒角计算根据空间三维图形的实际位置计算，可在三维立体、切面等任意显示状态下操作，效果相同。

## 14、分段

分段包括等间隔、按输入长度两种。分段针对线单元、圆、弧操作。

### 14.1 等间隔分段

[DivideE,D1; 菜单:编辑/E 分段/等间隔; 左一按钮 

DivideE: 选择图形<N=3> :

运行命令后，提示选择图形，提示括号中的数值是隐含的分段数。如按隐含数分段，可直接选择图形，只能点选，每次只选择一个图形。被选择的图形将按隐含的分段数均分。

如需改变分段数，键盘输入数值，如输入 5，点右键后提示：

**选择图形<N=5>:**

再选择图形即可。分段数最多为 50，最少为 2，被输入的数值将作为隐含值使用。

圆分段后变成弧，分段以圆上点为起点。两点直径方式输入的圆以输入的第二直径点为圆上点，三点输入圆以输入的第二点为圆上点。圆上点显示在圆上，其它由编辑命令生成的圆可查看图形确定圆上点的位置。

分段形成的梁、柱单元，与原图形单元类型相同、单元属性相同。

### 14.2 按长度分段

[DivideS,D2; 菜单:编辑/E 分段/按长度; 左一按钮 

DivideS: 选择图形<L=1.00,2.00> :

运行命令后，提示选择图形，提示括号中的数值是隐含的各段长度。如按隐含长度分段，可直接选择图形，只能点选，每次只选择一个图形。

如需改变分段个数或分段长度，键盘输入数值，如输入“2,3,5,7,8”，点右键后提示：

**选择图形<L=2.00,3.00,5.00,7.00,8.00>:**

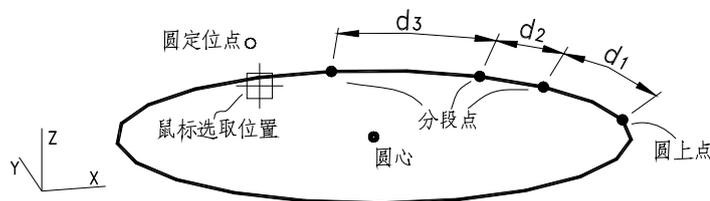
再选择图形即可。按长度分段最多可输入 10 个分段长度，最少为 1 个分段长度。当分段长度小于最小几何长度时，该段将被剔除。如输入数值均为无效数，将仍采用原有值。

圆分段后变成弧。圆、弧等分段长度是指弧长度(非弧两 endpoint 连线的弦长度)。梁单元、柱单元分段后单元类型不变，单元属性与原单元相同。

线单元、弧按长度分段时，以鼠标选择图形时点击位置所靠近的单元一端开始。当输入的各段长

度之和小于单元的长度时，多余的部分不分段。

圆按长度分段时，以圆上点为起点，向鼠标选择圆时点击位置所靠近一侧按弧长度分段。如下图所示。两点直径方式输入的圆以输入的第二直径点为圆上点，三点输入圆以输入的第二点为圆上点。圆上点显示在圆上，其它由编辑命令生成的圆可查看图形确定圆上点的位置。



## 15、面体细分

[DivideElem,De; 菜单:编辑/F 面.体细分; 左一按钮 

DivideElem: 选择面、体单元:

仅对墙、板、平面单元，及块体单元进行细分。细分方法：沿单元对边中点，面单元一分为四，块体单元一分为八。

运行命令后，提示选择图形单元。鼠标点选或框选，可多重选择。点右键结束选择后，被选择的面、体单元即被细分。

被细分的单元与原单元类型相同，单元属性相同。

## 16、旋转

[Rotate,Rr; 菜单:编辑/G 旋转; 左一按钮 

Rotate: 选择图形单元:

输入基准点:

输入第二基准点:

输入第三点，或键盘输入转角<度>:

针对各类图形单元。将被选择的图形，绕基准点、或基准轴旋转。

运行命令后，提示选择图形单元。鼠标点选或框选，可多重选择。点右键结束选择，将提示输入基准点。

在 XY 平面、切面显示状态，旋转按平面二维图形操作。只需输入一个基准点，不提示输入第二基准点，选择图形将绕基准点在平面内旋转。在三维显示状态，按三维图形操作，需输入两个基准点形成一个基准轴，绕基准轴作空间三维图形旋转。基准点可鼠标输入，也可键盘输入，其中三维显示的第二基准点可用坐标偏移量的方式输入。

输入基准点或基准轴后，提示输入旋转角度。旋转角度可用键盘输入，输入数值(单位度)，并点右键，图形即被旋转。

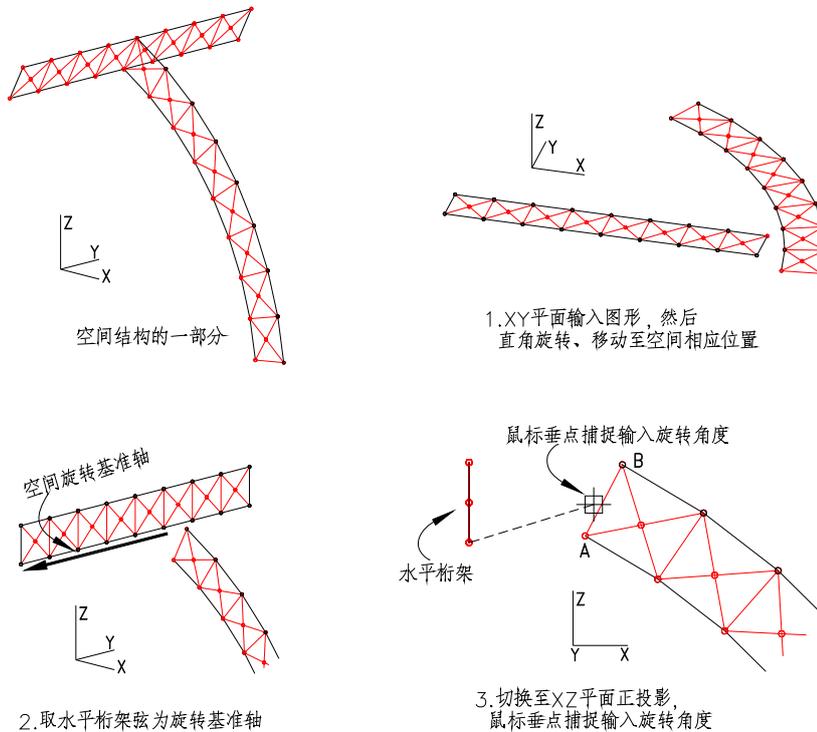
鼠标输入第三点确定旋转角度时,XY 平面、切面、三维立体等显示状态均按相同方法确定旋转角度:根据当前屏幕显示的平面投影图形(三维立体在屏幕上仍按投影图形显示),基准点(三维状态时用第二基准点)到鼠标输入第三点之间的连线,与从基准点开始从左向右的屏幕水平线之间的夹角,为鼠标输入旋转角。将水平线转动鼠标输入点连线位置,逆时针时转角为正,顺时针时转角为负。

图形单元旋转时,图形单元的属性不改变,梁柱单元的截面转角、单元的分布荷载等有方向的属性也保持原有值。

在没有选择到图形单元时,点右键中断命令。提示输入基准点时,直接点右键中断命令。

### 例 5.16

如下图所示某空间结构的一部分,由一竖直 XZ 平面弧形桁架,加上倾斜的水平桁架组成。其中水平桁架所在的平面与弧形桁架的弧垂直相交。这是一个复杂的空间结构,直接计算节点坐标直截输入结构,工作量将非常大。灵活运用 Prep 丰富的编辑命令,尤其是空间旋转命令,将实现快速空间定位和作图。输入步骤如下:



1、首先在 XY 平面内分别输入两平面桁架。利用二维图形简便的操作方式,可以实现快速输入。弧形桁架可以这样步骤输入:平面内输入一个弧,用偏移(Offset)命令形成另一边,再分别用分段命令(DivideE)均分成 8 段,连接各分段点形成桁架竖杆和斜杆,这时桁架竖杆与弧垂直,最后用属性修改(Change)命令将弧改成梁或柱单元并设置截面、材料。

2、切换到三维空间显示状态,对两桁架进行空间旋转,由 XY 平面旋转到 XZ 或 YZ 平面。这里均为直角旋转,旋转角可键盘输入。然后将两桁架平移到实际位置附近,便于后一步作图。经这些处理后得到图 2 中的图形。图中水平桁架位于 YZ 平面内。

3、下一步需将水平桁架空间旋转,由竖直转为与竖直弧形桁架垂直相交,即与弧形桁架端部竖杆 AB 平行。运行旋转命令,选择全部水平桁架,并取桁架的上弦或下弦为旋转基准轴,如图 2 所示。

4、输入旋转基准轴后,在提示输入旋转角度时,点上按钮、或按 Shift+R 启动图形旋转对话框,在对话框中选 前视图 选项,将变换视角显示图 3 中的图形。这时水平桁架与显示平面垂直,竖向弧形桁架与显示平面平行。按 Shift+鼠标右键弹出临时节点捕捉菜单,选中 垂点 捕捉项,然后鼠标点击弧形桁架的端杆 AB,完成鼠标输入旋转角度。水平

桁架平面将被旋转到与AB杆平行或垂直的位置。

5、如水平桁架与 AB 杆垂直，再将水平桁架转动 90 度。最后将水平桁架移动，定位到竖向弧形桁架端部，即完成输入。

操作要点：

1、水平桁架的倾角，可以用两点测距()命令查看 AB 杆的角度，然后直接输入角度实现。但这样存在数据截断误差，导致定位不精确，使两部分节点不能完全重合。

2、切换显示前视图(XZ 平面正投影)最好在选择了旋转基准轴之后进行，因为在前视图中水平桁架重叠成一根线，无法鼠标节点捕捉实现基准轴定位。

当然也可以用键盘输入偏移量的方式输入基准轴：在前视图中用鼠标在水平桁架上点取一点作为第一基准点，然后键盘输入偏移坐标(@0,-1,0)，即输入了相当于 2 图中的基准轴。

3、如水平桁架旋转后，不与 AB 杆垂直或平行，Undo 后，反方向输入基准轴即可。

## 17、旋转复制

[RotateCopy,Rc; 菜单:编辑/H 旋转复制; 左一按钮

旋转复制命令将图形单元旋转后形成新图形单元，但原图形仍然保留。操作方式完全与旋转(Rotate)相同，这里不再详述。

## 18、阵列(平移)

[ArrayP,Ap; 菜单:编辑/I 阵列(平移); 左一按钮

ArrayP: 选择图形单元：

输入阵列的 X、Y、Z 三方向的个数：

输入三方向的间距：

针对各类图形单元。将被选择的图形，按输入 X、Y、Z 三方向的个数和间距，进行三方向多重复制。

运行命令后，提示选择图形单元。鼠标点选或框选，可多重选择。点右键结束选择。

选择结束后，将提示输入三方向的复制个数。每方向复制图形的个数包含原图形图形单元本身，如 X 方向复制个数为 2，则 X 方向除原有单元外，再另生成一列。如某一方向不复制，可输入小于 2 的数，如 0 或 1。经阵列新生成的图形单元，为输入三方向个数的乘积减 1。如输入三方向个数为(3,2,4)，则新生成图形个数为： $3 \times 2 \times 4 - 1 = 23$ 。如输入点数值个数小于 3，则提示输入错误，需重新输入。

然后提示输入三方向的间距。间距可以为负值。必须输入三个数，如某方向不复制，已经输入的复制个数小于 2，则该方向对应的间距可输入任意值。

输入间距后即进行阵列复制，显示生成的图形，然后结束命令。

阵列复制形成的图形单元，与原单元类型相同、单元属性相同。

如提示选择单元图形，或输入三方向个数、间距时，不输入任何数，直接点右键，将中断命令。

## 19、阵列(旋转)

[ArrayR,Ar; 菜单:编辑/J 阵列(旋转); 左一按钮 

ArrayR: 选择图形单元 :

输入第一基准点 :

输入第二基准点 :

输入旋转范围<度> , 阵列个数 :

针对各类图形单元。将被选择的图形, 绕基准轴, 在一定的角度范围内旋转复制若干份。

运行命令后, 提示选择图形单元。鼠标点选或框选, 可多重选择。点右键结束选择。

在 XY 平面、切面显示状态, 阵列旋转按平面二维图形操作。只需输入一个基准点, 不提示输入第二基准点, 选择图形将绕基准点在平面内进行多重旋转复制。在三维显示状态, 按三维图形操作, 需输入两个基准点形成一个基准轴, 绕基准轴作空间三维图形旋转复制。基准点可鼠标输入, 也可键盘输入, 其中三维显示的第二基准点可用坐标偏移量的方式输入。

输入基准点或基准轴后, 提示输入旋转角度范围的角度和阵列个数, 须键盘输入两个数。角度范围指绕基准轴从原图形单元到最后一个形成单元的转角, 可以为负值, 但绝对值不能小于 1.0。XY 平面、切面显示时, 在投影平面内绕基准点逆时针转动为正; 三维立体显示时, 绕基准轴满足右手系为正。阵列个数指在旋转角度范围内形成图形的个数。如某图形单元在旋转范围为 180 度, 阵列个数 6, 则通过旋转复制新生成 6 个图形, 各图形间转角 30 度。

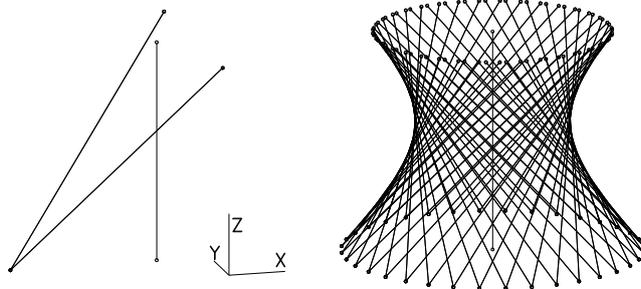
如需作 360 度旋转, 需扣除原图形的角度。如某图形需按 20 度进行 360 度阵列, 输入的旋转范围应为 340, 阵列个数应为 17。如输入(360,18), 转角仍为 20 度, 但最后一个图形与原图形重叠。

旋转阵列形成的单元仍具有原单元图形的全部属性。梁柱单元的截面转角、单元的分布荷载等有方向的属性仍保持原有值。

如提示选择单元图形或输入基准点时, 不输入任何数, 直接点右键, 将中断命令。

### 例 5.19

如下图左侧所示两空间直线, 以中间平行于 Z 轴的直线为基准轴, 作 360 度旋转阵列复制。输入旋转范围为 350, 阵列个数为 35。最终形成如下图右侧所示的空间结构。



## 20、镜面复制

[Mirror,Mm; 菜单:编辑/K 镜面复制; 左一按钮

Mirror: 选择图形单元:

输入基准点:

输入第二基准点:

输入第三基准点:

针对各类图形单元。将被选择的图形，沿轴或面作对称复制。

运行命令后，提示选择图形单元。鼠标点选或框选，可多重选择。点右键结束选择，将提示输入基准点。

在 XY 平面、切面显示状态，镜面复制按平面二维图形操作。只需输入基准点和第二基准点，不提示输入第三基准点，选择图形将沿两基准点的连线，在平面内作对称复制。

在三维显示状态，按三维图形操作，需依次输入三个基准点形成一个基准面，选择图形沿基准面作三维对称复制。基准点可鼠标输入，也可键盘输入，其中第二、第三基准点可用坐标偏移量的方式输入。输入需要的基准点后，将进行镜面复制，然后结束命令。

图形单元镜面复制时，图形单元的属性不改变，梁柱单元的截面转角、单元的分布荷载等有方向的属性仍保持原有值。

在没有选择到图形单元时，点右键中断命令。提示输入基准点时，直接点右键中断命令。

## 第六章、属 性

本章讲述主菜单**属性(A)**下的各项命令的使用方法。属性指单元具有的物理特性。本章内容包括：

- 1、对所有单元均适用的材料；
- 2、梁柱单元的基本截面、组合截面、变截面；
- 3、梁柱单元的自由度释放、刚臂、偏心；
- 4、节点单元的节点约束、强制位移、弹簧、集中质量；
- 5、针对节点操作的主从节点(部分刚性楼层)设置。

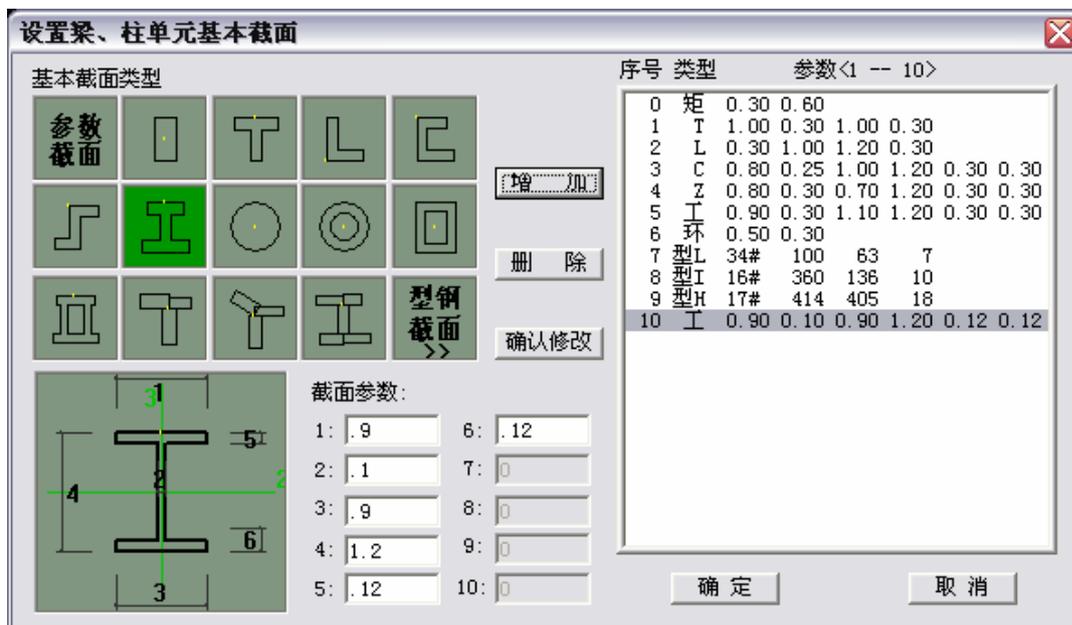
本章大多数命令具有可视化的对话框设置参数。部分命令仅参数设置，无操作过程，如各类截面、材料等，这类命令可单独运行，但在大多数情况下在其他操作过程中嵌套调用。部分命令既有参数设置，也有操作过程，如各类节点属性、主从节点等，这类命令须单独运行。

下面按系统菜单的顺序，依次介绍各命令。

### 1、基本截面

[Sect,Sc; 菜单:属性/1 基本截面; (F5 热键, 上按钮 **F5**)]

在输入梁、柱单元过程中，通过通用热键 F5 调用。



通过如上图所示对话框设置梁单元、柱单元的基本截面，最多可输入 500 种各类型截面。程序隐含一种矩形截面，并且在程序启动之初以该截面为梁、柱单元的当前截面。

Strat 软件中梁柱单元的三类截面：基本截面、组合截面、变截面，后两类截面均以基本截面为基础。

对话框左上 15 个小图框，每图框代表一种截面。左下侧大图框显示当前截面的实际图形，并标注截面尺寸序号，同时显示截面局部坐标系的 2 轴和 3 轴。大图框右侧是截面参数，用于输入或显示大图框中尺寸序号的数值。对话框右侧为基本截面列表，按输入的先后顺序每个基本截面对应一行。

## 输入新截面

鼠标点击对话框左上角**基本截面类型**的小图框，选择一种截面类型。这时左下角大图框内按隐含截面尺寸显示截面的实际图形，图形上标注截面各尺寸序号，同时在**截面参数**各编辑框中显示各尺寸序号的具体数值。

在截面参数编辑框中输入截面的实际尺寸，这时大图框中的截面图形随输入的尺寸改变。确认截面尺寸输入正确后，按增加按钮，将输入的截面添加到截面列表的最后。列表中新增加的一行颜色加深，表示该截面是当前截面。

输入的新截面必须按**增加**按钮添加到截面列表中，该截面才被输入。

增加新截面时，程序将新截面参数与已有各截面比较。如该截面已经被输入，则给出提示，同时将相同的原有截面所在行颜色加深，选作为当前截面。

## 修改已有截面

鼠标选择对话框右侧截面列表中的已有截面，则左下角的大图框中显示该截面的图形，并在截面参数编辑框中显示该截面的尺寸数值，左上角截面类型小图框中该截面对应的类型也被选择。

如仅改变截面尺寸，在截面参数编辑框中改变各截面尺寸数值。修改完毕后，按**确认修改**按钮，则列表中该已有截面的参数被改变。

如需改变截面类型，先鼠标选择截面类型小图框中的截面类型，则该类型截面按隐含参数显示在大图框和各编辑框中。在各编辑框中输入截面尺寸数值，然后点**确认修改**按钮，则列表中该已有截面的参数被改变。

如修改后的截面与其它截面相同，则该截面不能按输入的参数修改。程序将给出提示，同时将相同截面所在行颜色加深，选作为当前截面。

## 在已有截面基础上输入新截面

操作方式同修改已有截面。在修改完毕截面类型、截面参数后，不点**确认修改**按钮，而点**增加**按钮，则输入的截面作为新截面增加在列表的最后一行。

## 删除截面

本次调用对话框时输入的截面，可选择列表中对项，按**删除**按钮删除。本次调用之前输入的截面不可以删除。

如某截面已经不使用，可修改后另作它用。或者仍保留在列表中，这不会占用很多的系统资源。

## 选择已有截面

鼠标点击列表中的一行，则该行颜色加深，该行对应的截面即为当前截面。同时对话框左侧的图框、参数框显示该截面的形状和尺寸。确认无误后，点确定退出对话框即可。

对于一些参数简单的截面，如矩形截面，可以不查看列表选择。直接选中该截面类型，在参数框中输入截面尺寸，然后点增加按钮。如果该截面已经输入，程序给出提示的同时，已经将相同的截面

选作为当前截面。操作更方便。

### 使用参数截面

基本截面类型中第一个小框为参数截面，没有截面几何形状，只输入截面的力学参数。鼠标选中参数截面图框，截面参数各编辑框前面的名称将改为 $A$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 、 $J_P$ 、 $I_2$ 、 $I_3$ 。

$A$ 为截面面积， $A_2$ 为截面 2 轴方向的剪切面积(对于T型、I型截面是翼缘面积)， $A_3$ 为截面 3 轴的方向的剪切面积(对于T形、I型截面是腹板面积)， $J_P$ 为截面极惯性矩， $I_2$ 为绕 2 轴的惯性矩、 $I_3$ 为绕 3 轴的惯性矩。各参数的单位均为米(m)。

输入参数后，点增加、或确认修改按钮即可。

参数截面是一类特殊截面，在计算模块能计算构件内力。在建筑结构专用后处理模块 Archi 中，参数截面的梁柱构件，将根据所属的结构类型，按规范进行各类内力调整，然后组合内力形成组合内力包络图，但不能进行配筋、应力等计算。

### 使用型钢截面

基本截面类型中的最后一个小框为型钢截面。选中该图框，将另外弹出如下对话框，在对话框中可选择不等边角钢、等边角钢、普通工字钢、普通槽钢、H型钢等五类国标热轧型钢。



**热轧不等边角钢(L)**。按国标GB9788-88。型钢名称反映型钢的主要几何尺寸。如“L5.6/3.6-5”表示角钢的长边为 56mm，短边为 36mm，厚度为 5mm(边长单位cm，厚度单位mm)。

**热轧等边角钢(Le)**。按国标GB9787-88。为了与不等边角钢区别，等边角钢用Le表示。型钢名称也反映型钢的主要几何尺寸。如“L5.6-5”表示角钢的边长为 56mm，厚度为 5mm(边长单位cm，厚度单位mm)。

**热轧普通工字钢(I)**。按国标GB706-88。名称反映工字钢的高度。如I28b表示高度为 280mm的普通工字钢。

**热轧普通槽钢(C)**。按国标GB707-88。名称反映槽钢的高度。如C32b表示高度为 320mm的槽钢。

**热轧H型钢(H)**。按国标GB/T11263-98。分宽翼缘(HW)、中翼缘(HM)、窄翼缘(HN)、桩用H型钢(HP)，在列表中顺序排列。名称中数字为型钢标志名称，同一类型有多种截面尺寸时，则按型钢表中的顺序，从第二种规格以后名称后加a、b、c等字母区别。如HW400×400有8种规格，则HW\_400×400为第一种规格388×402；HW\_400×400a为第二种规格394×398；HW\_400×400b为第三种规格400×400。

选中相应型钢类型的选项，对话框右侧的列表中将显示该类型钢的各种截面的名称。从列表中选择其需要的型钢，点**确定**退出。

这时所选型钢的实际截面图形被显示在主对话框的大图框中。截面参数各编辑框中显示型钢的序号和主要的几何尺寸。根据所选型钢的不同，各编辑框的名称也被改变。例如选择了普通工字钢I36b，编辑框中分别显示：“序:17”表示工字钢I36b是型钢表中的第17个型钢，“h:360”表示工字钢高度为360mm，“b:138”表示宽度为138mm，“tw:12”表示腹板厚度为12mm，“t:15.8”表示翼缘厚度为15.8mm。

这时如点**增加**按钮，则所选型钢最为新输入截面加到截面列表的最后。如点**确认修改**按钮，则将所选型钢替换掉截面列表中的当前截面(颜色加深的行)。

如要求修改已经输入的型钢截面。点列表中的该型钢所在行，则该型钢图形、参数显示在左侧相应位置中。如将型钢截面改为非型钢截面，如前面一样操作。

如修改型钢类型、或改变型号，点**型钢截面**小图框，将弹出型钢截面对话框。这时对话框中显示的是当前型钢的参数。可选择另外型钢类型、型钢型号，点确定退出，则选择的截面显示在主对话框上，再点**确认修改**按钮，则原截面被新选择的型钢截面替换。将非型钢截面改为型钢截面也按这种方式。

## 其它相关说明

1、Prep中不区分梁单元、柱单元的截面，选择梁、柱的截面，须在输入梁柱的操作过程中按热键F5或菜单启动基本截面对话框选择截面，选择的截面即为梁、柱单元的当前截面，两者互不干扰。见第三章梁、柱单元输入的说明。另外可以通过属性修改命令(Change)、属性匹配(Match)命令修改梁柱单元截面。

2、输入新截面、修改已有截面，需按**增加**、**确认修改**按钮，将截面加到列表中才有效。

3、用辅助热键Shift+F5顺序启动组合截面、变截面后，下次按F5热键将调用组合截面、或变截面。如需调用基本截面，需通过Shift+F5热键切换。

4、对话框中显示的截面图形中有一个黄色小点，为基本截面基准点，在组合截面中即按该点确定组合截面中基本截面的位置。详见下一节组合截面的说明。

## 2、组合截面

[SectGroup,Sg; 菜单:属性/2 组合截面; (F5 热键, 上按钮, Shift+F5 热键)]

在输入梁、柱单元过程中，通过通用热键F5、辅助热键Shift+F5调用。

组合截面以基本截面为基础，通过基本截面的组合形成。参与组合的基本截面具有各自独立的材料属性，各基本截面材料可以不同。

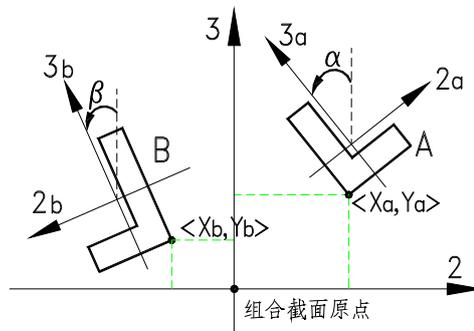
Prep中的各类基本截面(包括型钢截面)，除参数截面无几何特征无法组合外，其它基本截面均可作

为组合截面中的基本截面。基本截面以其截面基准点(基本截面对话框中各截面上的小黄点)作为在组合截面中的几何定位点。

基本截面在组合截面中的位置，通过输入**插入坐标**、**插入角**、**截面翻转**实现。插入坐标指基本截面基准点相对于组合截面坐标轴的坐标。插入角指基本截面 3 轴与组合截面的 3 轴的夹角，由组合截面 3 轴到基本截面 3 轴时逆时针旋转为正。截面翻转指基本截面绕其本身 3 轴翻转后，再插入到组合截面中。通过这三个参数的组合，可将基本截面插入到组合截面的任意位置。

组合截面的截面坐标系，在对话框图框中，从左到右为 2 轴，从下到上为 3 轴。组合截面坐标系原点为相对值，根据各截面的插入坐标确定。坐标原点可以在任意位置，程序将另外计算组合截面中心。但图形显示时，组合截面将以坐标原点为准。

通过下面的图例说明。图示 2、3 轴是组合截面局部坐标系。图中L形基本截面A，其基准点插入坐标为 $(X_a, Y_a)$ ，截面转角为 $\alpha$ 为正值，截面不翻转。另一L形截面B，基准点插入坐标为 $(X_b, Y_b)$ ，截面转角为 $\beta$ ，截面绕其本身 3<sub>b</sub>轴翻转。



组合截面中最少包含 2 个基本截面，最多包含 5 个基本截面。Prep 容许输入 100 个各类型的组合截面。

组合截面通过如下对话框进行管理。对话框左侧上部为截面参数输入区，下部为组合截面显示图框和组合截面包含各基本截面的列表。对话框右侧为已经输入的组合截面的列表。



组合截面分包含式、拼接式两类，通过选择对话框左侧顶部的相应选项设置。

**包含式**组合截面，指一个基本截面为外包截面，其它基本截面包含在外包截面以内。第一个输入的基本截面为外包截面，外包截面需全部包含其它内部基本截面。如型钢混凝土截面。要求外包截面的材料弹性模量小于内部基本截面，内部基本截面相互之间的材料可以不同。

**拼接式**组合截面，指多个基本截面在外部拼接而成的截面，各基本截面之间相互不包含、不重叠。如叠合梁截面、钢格构截面等。

有限元计算构件内力时，包含式组合截面、拼接式组合截面中的各基本截面均可按任意的插入坐标、插入角度、截面翻转输入。但在后处理中对特定的截面类型按相应规范进行构件验算时，对各类截面均有不同的要求，将在本节最后和后处理 Archi 的相应章节作详细说明。

## 输入新组合截面

点**新截面**按钮开始一个新组合截面的输入。这时组合截面类型隐含设定为包含式，基本截面、材料等均为空，其它参数为 0。

首先选择截面类型，点**包含式**、**拼接式**选择项。

点**基本截面**按钮，将弹出基本截面对话框。对话框中列出已经输入的各基本截面。可选择已有基本截面，也可输入新的基本截面，在这里输入的基本截面与用其它方式启动对话框输入的截面完全等效。点**确定**按钮退出后，所选择的截面参数将显示在**基本截面**按钮后的空白位置上。

点**材料**按钮，将弹出材料对话框。材料对话框的具体操作见本章第 4 条。如基本截面一样，可选择已有材料，也可输入新的材料。退出材料对话框后，所选材料的参数显示在**材料**按钮之后。

然后输入**插入坐标**、**插入角**、**截面翻转**等基本截面定位参数。

最后按**插入基本截面**按钮，则将所选基本截面按输入的定位参数，插入到组合截面中。这时对话框下部的图框中显示插入基本截面后的组合截面图形，附近基本截面列表中也增加一行。

按同样的方式输入组合截面的其它基本截面。后一基本截面输入时，只需修改与前一截面不同的参数。

输入全部基本截面后，点**添加**按钮，则被输入的组合截面加入到组合截面列表中，完成了该组合截面的输入。新增加的组合截面在列表中的最后位置，且颜色加深，表示是当前组合截面。

## 改变组合截面中的基本截面

对话框下部有基本截面的列表，列出组合截面所包含的各基本截面。

双击点基本截面列表的一项，则该基本截面从组合截面中删除。列表中减少一行，图形框中组合截面的图形也相应改变。

如需修改已经输入基本截面的参数。点基本截面列表中该项，则该基本截面的截面、材料、插入点、插入角、截面翻转等参数显示在上部输入区的相应位置。在输入区内进行必要的修改后，点**插入基本截面**按钮，将修改后的基本截面作为新截面插入到组合截面中。然后再删除原基本截面。由于除包含式截面中的外包截面必须是第一个基本截面外，其它基本截面次序不限，因此这种方式可以实现基本截面的修改。如已经输入 5 个基本截面，则需先删除然后再插入新截面。

## 修改已有的组合截面

在组合截面列表中选择一行，则该行对应的组合截面图形显示在图形框中，基本截面列表同时列出包含的基本截面。对话框输入区内显示第一个基本截面的参数。

按前面改变基本截面的方法对组合截面进行修改。

修改结束后，如按**确认修改**按钮，则原组合截面被修改后的组合截面替换。如按添加按钮，则相当于在原有基础上输入新组合截面，修改后的截面添加在列表的最后位置。

## 其它操作

鼠标选择组合截面列表中一行，则该行颜色加深，其对应组合截面为当前截面。退出对话框后，当前截面即为本次调用对话框所选择的组合截面。

点**删除**按钮将删除当前截面。但只能删除本次调用对话框后输入的截面，本次调用之前输入的截面不可以删除。如某截面已经不使用，可修改后另作它用。或者仍保留在列表中，这不会占用很多的系统资源。

组合截面的其它操作，如输入梁柱单元时选择截面，切换选择基本截面、组合截面、变截面等，均与基本截面的操作方式相同，可参见基本截面的说明，这里不再详述。

## 对于特定类型截面的要求

按任意方式输入的组合截面，均可正确地计算其构件的单元刚度和构件内力。但对于特定类型的组合截面，需在后处理 Archi 中按相应规范进行构件验算时，需对这些截面进行一些限值。这些限值都是合乎特定类型截面的实际情况，如型钢混凝土中各钢截面，实际应用不可能采用不同的材料。

1、型钢混凝土截面。后处理 Archi 对型钢混凝土截面进行配筋验算时，要求组合截面类型为包含式，外包截面的插入坐标(0,0)、插入角为 0 且截面不翻转。内部钢截面可以按任意坐标、角度、翻转方式输入，但要求各截面的材料相同。如果钢截面的材料不同，将按第一个非外包截面的材料进行配筋计算。

2、钢管混凝土截面必须是拼接式截面。包含式截面要求外包截面的材料弹性模量小于内部截面的弹性模量，因此不适用于钢管混凝土截面。对于圆钢管混凝土可采用材料为钢环形截面加材料为混凝土的圆截面拼接而成，方钢管混凝土则可采用框形截面加矩形截面的方式。

3、组合截面梁进行配筋计算、构件稳定验算时，只进行主平面内验算(与基本截面构件相同)，因此对于用于梁单元的组合截面，需将组合截面的 3 轴置于主要受力方向。

## 例 6.2.

下面各图是按组合截面输入的截面类型，输入参数分列如下：



型钢混凝土

钢管混凝土

钢-混凝土叠合梁

四肢格构

型钢拼接

粘钢加固梁

包钢加固梁

**型钢混凝土：**包含式。第一外包矩形截面 0.5m×0.6m，材料 C30 混凝土，插入坐标(0,0)，转角 0，无翻转。内含第一型钢 I40b(400×144×12.5×16.5)，材料钢 Q235 第一组，插入坐标(0,0)，转角 0，无翻转。内含第二型钢与第一型钢相同，插入坐标(0,0)，转角 90，无翻转。

**钢管混凝土：**拼接式。第一截面环外径 0.5m，内径 0.49m，材料 Q235 第一组，插入点(0,0)。第二截面圆，半径

0.49m，材料 C50 混凝土，插入点(0,0)。

**钢筋混凝土叠合梁：**拼接式。第一截面矩形 1.0m×0.12m，材料 C30 混凝土，插入坐标(0,0)，转角 0，无翻转。第二截面型钢 I36c(360×140×14×15.8)，材料钢 Q235 第一组，插入坐标(0, -0.24)，转角 0，无翻转。

**四肢格构柱：**拼接式。组合截面外围尺寸 0.6m×0.6m，基本截面等边角钢 L20x14。第一截面插入坐标(-0.3, -0.3)，转角 0；第二截面插入坐标(0.3, -0.3)，转角 90；第三截面插入坐标(0.3,0.3)，转角 180；第四截面插入坐标(-0.3,0.3)，转角-90。均无翻转

**型钢拼接截面：**拼接式。基本截面槽钢 C40b。第一截面插入坐标(0.01,0)，角度 0，无翻转；第二截面插入坐标(-0.01,0)，角度 0，翻转。

**粘钢加固梁：**拼接式。第一截面矩形 0.3m×0.6m，材料 C30 混凝土，插入坐标(0,0)，转角 0，无翻转。第一粘贴钢板截面矩形 0.25m×0.02m，材料钢 Q235 第一组，插入坐标(0,-0.31)，转角 0，无翻转。第一粘钢板与第一粘贴钢板相同，插入坐标(0,-0.33)，转角 0，无翻转。

**包钢加固梁：**拼接式。第一截面 T 形 1.5m×0.35m×0.7m×0.12m，材料 C30 混凝土，插入坐标(0,0)。第一等边角钢 L12.5-14(125×14)，插入坐标(-0.189, -0.714)，转角 0，无翻转。第二等边角钢与第一角钢相同，插入坐标(0.189, -0.714)，转角 0，截面翻转。

### 3、变截面梁柱

[SectVary,Sv; 菜单:属性/3 变截面梁柱; (F5 热键, 上按钮 , Shift+F5 热键)]

在输入梁、柱单元过程中，通过通用热键 F5、辅助热键 Shift+F5 调用。

当前软件的计算模块、后处理模块尚无变截面梁柱的处理。

### 4、材料

[Mater,Mr; 菜单:属性/4 材料; (F6 热键)]

在输入单元的过程中，通过第二通用热键 F6 调用。

通过下图所示对话框设置材料。当前版本可输入混凝土、钢、砖砌体、参数材料等四种材料。

混凝土、钢、砖砌体材料按相应现行规范取值。如不为规范确定的标准材料，可通过参数方式输入非标的材料参数。混凝土、钢、砖砌体的非标材料需要输入相应的强度数值，可以进行配筋或强度、稳定验算。而参数材料则只能计算构件内力，而不能进行相应的规范验算。



系统隐含一种混凝土材料，为 C30 标准混凝土，开始一个新工程时该材料即为各输入图形单元的当前材料，如不需该材料可修改。系统容许输入 50 种各类型材料。

对话框左上部位**材料类型**组合框为标准材料输入区，左下部位**参数**组合框为参数输入区。对话框右侧为材料列表，只有添加到该列表中的材料才是被有效输入的材料。材料列表中颜色被加深的材料是当前材料，退出对话框后，输入单元的即采用当前材料。

对话框中材料质量、重量均为单位体积  $1\text{m}^3$  的重量、质量，即材料的比重和密度。

### 输入标准材料

点左上角**混凝土**单选按钮。右侧下拉框的名称则为**混凝土等级**，同时列出混凝土标准材料名称，按现行《混凝土规范GB50010-2002》确定。

点**钢材**单选按钮。右侧第一下拉框的名称则为**钢材类型**，同时列出四种钢材名称；第二下拉框名称改为**组别**，列出四个组号。钢材类型和组别按现行《钢结构规范GB50017-2002》确定。

点**砌体**单选按钮。右侧第一下拉框的名称则为**砖强度等级**，第二下拉框名称改为**砂浆强度等级**，分别列出砖、砂浆的名称。砖砌体按现行《砌体规范GB50003-2001》确定。

选中某一材料类型后，该材料的标准重量(单位体积重量，单位 $\text{kN}/\text{m}^3$ )、密度(单位体积质量，单位 $\text{T}/\text{m}^3$ )即显示在**重量**、**密度**输入框中，可根据需要修改。

从下拉框中选择该材料的一个序号，在重量、密度两框内输入合适的值，点**增加**按钮即将当前材料输入添加到材料列表中。

### 输入参数材料

点左上角**参数材料**单选按钮，标准材料输入区内的各控件被禁止，下面参数输入区被激活。

**E** 参数框中输入材料的弹性模量， **$\mu$** 参数框内输入泊松比，**W** 参数框内输入材料单位体积的重量，**M** 参数框内输入单位体积的质量，**a** 参数框内输入材料的热膨胀系数。

弹性模量 E 和泊松比 $\mu$ 必须输入，否则将不能进行有效的计算。重量 M、质量 W 可输入任意非负值，如输入为 0，则不计材料的重量和质量。热膨胀系数 a 只有在计算温度作用时才使用。

输入各参数后，按确定按钮，则将该参数材料加到材料列表中。

参数材料的单元能计算内力，但不能在专用后处理 Archi 中进行配筋或应力验算。在后处理中，对于参数材料的单元，将作为未定类型的构件，根据所属的结构类型，进行各种规范内力调整，并进

行荷载组合，输出组合内力包络图。

### 输入非标的混凝土、钢材、砌体材料

在材料类型为混凝土、钢材、砌体时，选中参数输入区中的参数定义选项。则标准材料输入区的各控件被禁止，而下面参数输入区被激活。

这时参数输入区中，除包含上面输入参数材料时的 5 个参数外，还包含材料的主要强度参数。

混凝土材料是轴心抗压设计强度  $f_c$ ，和轴心抗拉设计强度  $f_t$ 。

钢材是拉压强度设计值  $f$ ，和抗剪强度设计值  $f_v$ 。

砌体是抗压强度设计值  $f$ ，和抗剪强度设计值  $f_v$ 。

某种类型材料的非标材料，在专用后处理 Archi 中能进行配筋或应力验算。除输入的主要强度参数外，验算中需要用到的其它强度参数，如混凝土抗拉、抗压标准值等，将根据输入的主要强度参数，按当前规范的标准进行插值得到。

### 材料的重量、质量说明

标准材料、参数材料、非标材料均需明确输入材料单位体积的重度(单位体积重量，单位 $\text{kN/m}^3$ )、密度(单位体积质量，单位 $\text{T/m}^3$ )。当选择一种材料类型后，该类型材料的标准重度、密度将显示在相应的输入框中。

用户可以输入增大的数值，以考虑未被计算附属部位的重量、质量。当输入的重度为 0.0 时，该材料将不计算自重。

质量用于动力计算，一般与重量相关，为重量除以重力加速度 $G$ 得到( $G$ 在工程中一般取 10.0)。质量也可以不与重量相关。当重量不为 0 而质量为 0 时，则该材料计算自重，但动力计算时不计入其质量；当重量为一极小数，如  $10^{-5}$  而质量不为 0 时，不计算该构件重量而计入其质量(注意，重量不能设为 0，否则质量也不能计算)。可以灵活设置质量、重量的数值达到各种计算目的。

有关质量、重量将在荷载总体参数对话框中，针对单元类型进行设置。见第八章第 1 条[L]。如某种单元不计算自重，则可在所属工况中选不计，则材料对话框中输入的数值不起作用；如计算自重，则按材料对话框中输入的材料重量计算自重。如某类单元不计自重，则其质量也不被计入。

荷载总体参数对话框中单元自重的加权系数同时对该单元的自重和质量起作用。如输入的加权系数非 1.0，则单元自重和质量，分别在材料对话框中输入的自重和质量的基础上折减或增大。

荷载总体参数对话框中的荷载转化为质量系数，指单元分布荷载、节点集中荷载而言，不对单元材料自重、质量起作用。

### 材料对话框的其它操作

材料对话框的操作过程同截面对话框。为 Prep 系统对话框的标准操作。

当点增加按钮添加一种材料到材料列表中时，如已有相同材料，则给出提示。同时已有材料所在行颜色加深，被选为当前材料。

选中材料列表中的某一材料，则该材料的参数显示在各控件中，可修改材料参数，也可选择其它的材料类型，点确认修改按钮，则原材料被新设置的材料替换。

点删除按钮将删除在本次调用对话框中输入的材料。以前输入的材料不能被删除。如某输入材料不被单元采用，可修改后作为其它其他用途。

输入的材料、修改的材料必须按增加或确认修改按钮，将材料加到材料列表中才有效。

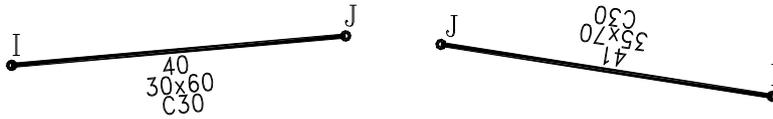
无论在何种操作模式下，材料列表中颜色被加深的材料均为当前材料。退出材料对话框后，输入

的图形单元即采用当前材料。

## 5、梁、柱自由度释放

[Free,F; 菜单:属性/5 梁柱自由度释放; 右一按钮]

该命令设置铰接梁、柱。梁柱单元的两端自由度释放同时设置，起点端在前，终点端在后。起点 I、终点 J 可通过显示单元的编号、截面、材料等参数查看，如下图所示。起点、终点各有 6 个自由度，分别为 $(\delta_1, \delta_2, \delta_3, \theta_1, \theta_2, \theta_3)$ ，前三个为沿局部坐标轴方向的平动自由度，后三个为绕局部坐标轴的转角自由度。当某一方向自由度被释放时，该位置写 1，不释放写 0。



命令分两部分，首先调用对话框设置自由度释放参数，然后退出对话框后选择梁、柱单元，将设置的自由度释放信息加到单元上。

对话框如下图所示。为了方便使用，对话框中将常见的自由度释放类型进行归类，设为 7 种类型，列在对话框左侧 **类型** 组合框中。对于大多数情况，直接选择各类型，然后点 **添加** 按钮即可。



**二力杆**。仅保留单元轴向刚度，其它 10 个自由度释放。用于网架、铰接桁架、铰接支撑。

**轴力释放**。仅释放两端轴力，其它自由度保留。

**扭矩释放**。仅释放两端扭矩，其它自由度保留。其作用相当于扭转刚度折减系数为 0，见第二章第 3 条设置 Strat 数据参数。

**部分剪力释放**。这时下面选项栏内各选项被激活，可选择其中几项。当全部选择时，则类型自动改为全部剪力释放。当某端剪力被释放时，将形成滑动支座。

**全部剪力释放**。释放两端两方向的剪力，其它自由度保留。

**部分弯矩释放**。这时下面选项栏内各选项被激活，某方向指绕该轴的转角自由度被释放，可选择

其中几项。当全部选择时，则类型自动改为全部弯矩释放。当某端弯矩被释放时，将形成铰接支座。对于铰支梁，当梁截面转角为 0 时，选择释放起点 2 方向、终点 2 方向的自由度。

**全部弯矩释放。**释放两端两方向的弯矩，其它自由度保留。

设置完毕的自由度释放类型，需点击**添加**或**确认修改**按钮加到列表中才有效。对话框的操作同截面、材料对话框，可修改已有类型、删除输入的类型，这里不赘述。确定当前项是合适的值后，点**确定**退出对话框。

退出对话框后，系统提示：

Free: 选择需改变属性的梁、柱单元:

鼠标选择图形单元，可点选、框选，可重复选，命令自动过滤只选择梁、柱单元。点右键结束选择后，被选择的梁柱单元即被加上设定的自由度释放。梁、柱单元只能添加一种自由度释放类型，如多次添加，则以前添加的被替换。

被添加自由度释放的梁、柱单元，在单元端部加小圈标志。小圈的颜色区别自由度释放类型，按对话框类型组合框中的顺序，依次是红、黄、绿、青、兰、粉红、白。是否显示自由度释放小圈在图形内容对话框中通过自由度释放选项控制。当运行自由度释放命令时，该选项被自动选中，并在选择梁柱单元之前重绘图形。

梁柱自由度释放可用修改梁柱特殊属性命令(ChangeBeam,Chb;)修改、删除，也可以通过该命令查看梁柱自由度释放的设置情况。

## 6、梁、柱刚臂

[Stiff,Sf; 菜单:属性/6 梁、柱刚臂; 右一按钮]

该命令设置梁、柱单元的刚臂，两端刚臂同时设置，起点端在前，终点端在后。起点、终点的判断见前面自由度释放的说明。刚臂必须为正值，两端刚臂的长度之和不大于构件长度。

命令分两部分，首先调用对话框设置刚臂参数。对话框如下图所示。在起点、终点框内输入刚臂的长度，点**增加**按钮加到列表中。对话框操作方式同截面、材料对话框，这里不赘述。



点**确定**退出对话框后，系统提示：

### Stiff: 选择需改变属性的梁、柱单元:

鼠标选择图形单元，可点选、框选，可重复选，命令自动过滤只选择梁、柱单元。点右键结束选择后，被选择的梁柱单元即被加上设定的刚臂。梁、柱单元只能添加一种刚臂类型，如多次添加，则以前添加的被替换。

被添加刚臂的梁、柱单元，用同颜色加粗线段按实际比例显示刚臂。是否显示刚臂小圈在图形内容( )对话框中通过刚臂选项控制。当运行刚臂命令时，该选项被自动选中，并在选择梁柱单元之前重绘图形。

梁柱刚臂可用修改梁柱特殊属性命令(ChangeBeam,Chb; )修改、删除，也可以通过该命令查看梁柱刚臂的设置情况。

## 7、梁、柱节点偏心

[Depart,Dt: 菜单:属性/7 梁、柱节点偏心; 右一按钮 ]

该命令设置梁、柱单元的节点偏心，两端节点偏心同时设置，起点端在前，终点端在后。起点、终点的判断见前面自由度释放的说明。节点偏心为三维偏心，可以输入任意数值，但不能使梁、柱单元的有效长度为 0。

节点偏心与刚臂的异同。相同的是两者均为梁柱端部的刚性段。不同的是刚臂沿单元的轴向，即按单元的局部坐标系的 1 轴定义长度，长度为正值；而节点偏心按整体坐标系定义，相当于节点坐标的偏移，偏心正负值均可。可根据实际情况选择刚臂或节点偏心。

运行命令后，首先调用如下对话框设置节点偏心参数。在起点、终点组合框内分别输入节点的三维偏心(Dx,Dy,Dz)，点增加按钮加到列表中。对话框操作方式同截面、材料对话框，这里不赘述。



点确定退出对话框后，系统提示:

### Depart: 选择需改变属性的梁、柱单元:

鼠标选择图形单元，可点选、框选，可重复选，命令自动过滤只选择梁、柱单元。点右键结束选择后，被选择的梁柱单元即被加上设定的节点偏心。梁、柱单元只能添加一种节点偏心类型，如多次添加，

则以前添加的被替换。

被添加节点偏心的梁、柱单元，用同颜色加粗线段按实际比例显示节点偏心。是否显示节点偏心小圈在图形内容( )对话框中通过节点偏心选项控制。当运行节点偏心命令时，该选项被自动选中，并在选择梁柱单元之前重绘图形。

梁柱节点偏心可用修改梁柱特殊属性命令(ChangeBeam,Chb; )修改、删除，也可以通过该命令查看梁柱节点偏心的设置情况。

## 8、节点约束

[Rest,Rs; 菜单:属性/8 节点约束; 右一按钮 ]

运行命令后，首先调用如下对话框设置节点约束。退出对话框后提示选择节点添加约束。

约束针对节点的全部自由度( $\delta_x, \delta_y, \delta_z, \theta_x, \theta_y, \theta_z$ )，前3位为节点平动约束，后3位为节点转角约束。被约束的自由度用1表示，未被约束自由度用0表示。

对话框底面**底部嵌固(Z=0.0 高度)**选项是一个重要参数。当该选项被选中是，系统自动将结构底面Z=0.0m高度的节点全部嵌固约束。系统隐含该选项处于被选中状态。大多数建筑结构均为底部嵌固约束，直接采用系统隐含设置，可以不另外运行该命令处理约束问题。

对话框中将常见的约束类型进行归类，列在左上角**类型**组合框内。

**全部约束**。全部6个自由度均被约束，节点形成嵌固支座。

**XY平面内约束(从节点)**。XY平面内的自由度( $\delta_x, \delta_y, \theta_z$ )被约束，另外三个自由度不约束，相当于从节点的约束。

**XY平面外约束(主节点)**。XY平面外的自由度( $\delta_z, \theta_x, \theta_y$ )被约束，另外三个自由度不约束，相当于主节点的约束。

**部分约束**。这时下面**选项**组合框内各控件被激活，可选择约束部分节点自由度。如较支座选中X向平动、Y向平动、Z向平动三个约束。

选择约束类型并设置约束选项后，按**增加**按钮，将约束加到列表中。对话框操作方式同截面、材料对话框，这里不赘述。



点**确定**退出对话框后，系统提示：

Rest: 选择节点:

鼠标选择图形单元的节点，可点选、框选，被选择的节点即被加上设置的约数。

节点约束被施加在节点单元上。如选择到的单元节点处已经有节点单元，则约束加到该节点单元上；如果没有节点单元，则系统自动在该位置生成一个节点单元，然后再将约束加到该节点单元上。系统自动形成的节点单元，可以在该步操作的 Undo 中同时被撤销。

嵌固约束用图形表示，其它约束用“R=”引导数值表示。如“R=1,1,1,0,0,0”表示节点三个平动约束(即铰支座)。是否显示节点约束在图形内容(  )对话框中通过**节点约束**选项控制。当运行节点约束命令时，该选项被自动选中，并在选择梁柱单元之前重绘图形。显示节点约束需节点单元处于被显示状态。

节点约束可用节点属性修改命令(ChangeJoint,Chj, )修改、删除，见第七章第 9 条。

### 自由度释放与节点约束的区别：

自由度释放针对梁柱单元局部坐标系下的自由度，节点约束针对节点的整体坐标系自由度。

当某自由度被释放时，该自由度对应的刚度为 0。如该节点处只有一个被释放自由度的梁柱单元，则被释放自由度对应总刚对角元素为 0。当节点的某一自由度被约束时，该自由度从总体刚度矩阵中被删除。因此对于只连接一个自由度释放梁柱的节点，被释放的自由度须约束掉，否则将不能计算。

可以对任意节点任意自由度施加约束，被约束的自由度在计算结束后位移或转角为 0。对于一般单元，该处为嵌固端。对于被释放的自由度，约束将不起作用。

例如底层柱底为铰支时。可以不释放柱自由度，只需将节点加上 X、Y、Z 三方向的平动约束(另外的  $\theta_z$  的约束可加可不加)；也可以释放掉柱端的转角自由度，这时需对全部 6 个自由度施加约束。

再如铰支梁，如梁端部为支座，无其他单元相连，可以按类似于柱底的方式处理。如梁端同时有其他梁柱单元相连，则必须释放梁的自由度形成铰接。如其他单元具有全部自由度，则被释放的自由度不加约束；如其他单元也有自由度释放，且使节点的某一自由度刚度为 0，则需对节点施加该自由度的约束。

### 利用计算部分约束有效性判别功能

由于节点约束处理繁琐，且约束出错将导致计算不能继续。因此计算部分 Strat 模块有约束有效性判别功能，可以充分利用这部分功能简化约束的输入。见计算部分的相应说明。

对于块体单元，只有平动刚度，没有转角刚度。约束有效性判别时能自动加上转角约束。

对于平面单元，只有单元平面内的平动刚度。约束有效性判别能加上转角约束，但不能加上平面外平动自由度的约数。

对于自由度释放梁柱单元，与同一节点连接的梁柱单元均有自由度释放，则给出提示。

## 9、节点强制位移

[Disp,Dp; 菜单:属性/9 节点强制位移; 右一按钮 

运行命令后，首先调用如下对话框设置节点强制位移。退出对话框后提示选择节点添加强制位移。强制位移针对节点的全部自由度( $\delta_x, \delta_y, \delta_z, \theta_x, \theta_y, \theta_z$ )，前3位为节点平动位移，后3位为转角。具有强制位移的自由度位置写位移的具体数值，无强制位移的自由度写0。

当节点某自由度设置了强制位移后，在任何受力情况下，该自由度方向的位移均为该值。可对同一节点部分自由度设置强制位移。小于对话框底部**最小可忽略位移**的**平动**、**转角**数值的平动位移和转角将不作为强制位移，这两个值可以修改

输入节点强制平动位移和转角的数值，按**增加**按钮，将强制位移加到列表中。



点**确定**退出对话框后，系统提示：

Disp: 选择节点:

鼠标选择图形单元的节点，可点选、框选，被选择的节点即被加上设置的强制位移。

节点强制位移被施加在节点单元上。如选择到的单元节点处已经有节点单元，则强制位移加到该节点单元上；如果没有节点单元，则系统自动在该位置生成一个节点单元，然后再将强制位移加到该节点单元上。系统自动形成的节点单元，可以在该步操作的 **Undo** 中同时被撤销。

强制位移用“D=”引导数值表示。字符D之前为强制位移在列表中的序号，D之后的第一行为平动位移，第二行为转角。是否显示节点强制位移在图形内容(🖱️)对话框中通过**节点强制位移**选项控制。当运行节点强制位移命令时，该选项被自动选中，并在选择梁柱单元之前重绘图形。显示节点强制位移需节点单元处于被显示状态。

节点强制位移可用节点属性修改命令(ChangeJoint,Chj, 🖱️)修改、删除，见第七章第9条。

## 10、节点弹簧

[Spring,Sp; 菜单:属性/A 节点弹簧; 右一按钮 🖱️]

运行命令后，首先调用如下对话框设置节点弹簧参数。退出对话框后提示选择节点添加弹簧。

节点弹簧针对节点的6个自由度( $\delta_x, \delta_y, \delta_z, \theta_x, \theta_y, \theta_z$ )，前3位为节点平动刚度，单位 kN/m；后3

位为转角刚度，单位  $\text{kN}\cdot\text{M}/\text{弧度}$ 。具有弹簧刚度的自由度位置写具体数值，无弹簧的位置写 0。

输入节点强制平动位移和转角的数值，按**增加**按钮，将弹簧加到列表中。

点**确定**退出对话框后，系统提示：

Spring: 选择节点:

鼠标选择图形单元的节点，可点选、框选，被选择的节点即被加上设置的弹簧。

节点弹簧被施加在节点单元上。如选择到的单元节点处已经有节点单元，则弹簧加到该节点单元上；如果没有节点单元，则系统自动在该位置生成一个节点单元，然后再将弹簧加到该节点单元上。

系统自动形成的节点单元，可以在该步操作的 Undo 中同时被撤销。



节点弹簧用“K=”引导数值表示。字符K之前为节点弹簧在列表中的序号，K之后的第一行为平动刚度，第二行为转角刚度。是否显示节点弹簧在图形内容(🖥️)对话框中通过**节点弹簧**选项控制。当运行节点弹簧命令时，该选项被自动选中，并在选择梁柱单元之前重绘图形。显示节点弹簧需节点单元处于被显示状态。

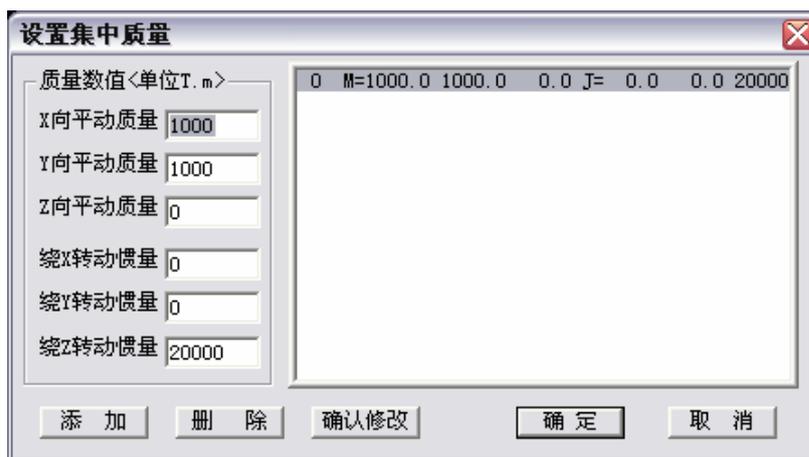
节点弹簧可用节点属性修改命令(ChangeJoint,Chj, 🛠️)修改、删除，见第七章第 9 条。

## 11、节点集中质量

[Mass,Mt; 菜单:属性/B 节点集中质量; 右一按钮  $\perp$ ]

运行命令后，首先调用如下对话框设置节点集中质量数值。退出对话框后提示选择节点添加集中质量。

节点集中质量针对节点的 6 个自由度( $\delta_x, \delta_y, \delta_z, \theta_x, \theta_y, \theta_z$ )。前 3 位为质量的平动分量，单位吨(T)；后 3 位为绕某一轴的转动惯量，单位( $\text{T}\cdot\text{M}^2$ )。质量的 X、Y、Z 方向分量是有限元计算中对质量的抽象，便于将质量或转动惯量与某一方向的刚度对应。一般对于空间的一个质点，同时具有三个方向的分量，且三值相同。当质量不为一个点，而分布在某一范围时，便须计算转动惯量，如建筑结构中楼面分布荷载。



在一些计算中，往往并不取全部三个分量。如在建筑结构中，由于地震反应谱考虑的是平动振型，如计算竖向的分量将导致反应谱计算错误，因此在一般情况质点的 Z 向平动分量、绕 XY 轴的转动惯量应取为 0。

在对话框中输入节点集中质量的平动分量和转动惯量的数值，按**增加**按钮，将集中质量加到列表中。

点**确定**退出对话框后，系统提示：

Mass: 选择节点:

鼠标选择图形单元的节点，可点选、框选，被选择的节点即被加上集中质量。

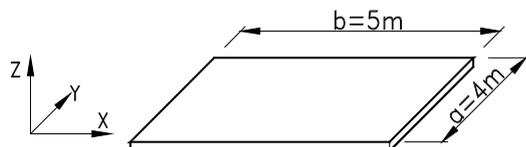
节点集中质量被施加在节点单元上。如选择到的单元节点处已经有节点单元，则集中质量加到该节点单元上；如果没有节点单元，则系统自动在该位置生成一个节点单元，然后再将集中质量加到该节点单元上。系统自动形成的节点单元，可以在该步操作的 Undo 中同时被撤销。

节点集中质量用“M=”和“J=”引导数值表示。字符M之前为节点集中质量在列表中的序号，M之后是质量的平动分量，J之后是质量的转动惯量。是否显示节点集中质量在图形内容(📐)对话框中通过**节点集中质量**选项控制。当运行节点集中质量命令时，该选项被自动选中，并在选择节点之前重绘图形。显示节点集中质量需节点单元处于被显示状态。

节点集中质量可用节点属性修改命令(ChangeJoint,Chj, 🛠️)修改、删除，见第七章第 9 条。

### 例 6.11:

如下图位于XY平面内的平板，均布质量 $m=0.5T/m^2$ 。计算集中质量的各分量。



集中质量位于平板的中心位置，同时忽略板厚度的影响。

集中质量的平动分量： $M_x=M_y=M_z=10.0T$

绕 X 轴的转动惯量： $J_x = \frac{1}{12} mab \cdot a^2 = 13.333T.m^2$

绕 Y 轴的转动惯量： $J_y = \frac{1}{12} mab \cdot b^2 = 20.833T.m^2$

绕 Z 轴的转动惯量：
$$J_z = \frac{1}{12} mab \cdot (a^2 + b^2) = 34.167T.m^2$$

如在建筑结构中，只考虑水平振动，则  $M_z=J_x=J_y=0.0$ ，其它三值不变。

## 12、主从节点

[Master,Mt; 菜单:属性/C 主从节点; 右一按钮

主从节点命令用于设置局部刚性楼板。在建筑结构计算中考虑楼板平面内变形时，当部分楼板的完整性好、满足平面内刚度无穷大的条件，可设为局部刚性楼板。或者楼层之间存在夹层，而完全刚性楼层假定只对楼层面内设置刚性楼板，可用该命令设置局部刚性楼板。

局部刚性楼板在有限元计算中通过主、从节点实现。即从节点的 XY 平面内自由度( $\delta_x, \delta_y, \theta_z$ )，用对应主节点的平面内自由度表示，主从节点平面内的相对位置不变。

Prep 中的主从节点要求位于同一高度。主节点可以是确定节点，也可以是未定节点(空主节点)，下面分别讲述。

### 主节点确定

运行命令后，将提示：

Master: 选择、或输入主节点：

这时可键盘输入一个节点坐标，这将形成一个新节点作为主节点；也可鼠标选择一个已有节点作为主节点。主节点用比一般节点大的红色实心圆表示。如键盘输入的节点正好与一个已有节点重合，则该节点显示为主节点，如是一个新节点，则该节点不单独显示。

输入主节点后，提示选择从节点。这是只能用鼠标选择节点，可点选、框选，被选择的节点即设为主节点所属的从节点，点右键结束选择。系统自动过滤掉与主节点高度不等的节点。如未选择到从节点，则先输入的主节点也不设为主节点。

从节点用绿色小圈表示，同时用 M 表示对应主节点的节点号。如 M5 表示该节点从属于节点号为 5 的主节点。同时主节点本身也用 M 表示其节点号。

### 主节点不确定(空主节点)

在提示输入主节点时，直接点右键，将弹出如下对话框设置空主节点。空主节点只有一个高度坐标，其平面 X、Y 坐标将由系统根据其所属从节点的质量中心确定。



第一次启动对话框时，隐含一个空主节点，但名称为空、高度为 0.0。直接在**名称**框内输入自定义的名称，名称可以是字母、数字、或汉字，不超过 12 个字符(6 个汉字)。然后在**高度**框内输入该主节点的高度坐标Z值。注意主从节点的高度坐标必须相同。被输入的名称、高度即时在列表中显示。

以后启动对话框时，可以直接选择以前输入的空主节点。也可点新**主节点**按钮，将在列表末位添加一个空行，名称为空、高度为 0.0，按前面相同方法输入名称和高度。

空主节点的数据须完整，如名称为空，将不能退出对话框；如某主节点高度为 0，则给出提示，但可退出对话框。退出对话框前，列表中颜色被加深的行为当前空主节点。

点**确定**退出对话框后，提示选择从节点。这是只能用鼠标选择节点，可点选、框选，被选择的节点即设为主节点所属的从节点。系统自动过滤掉与主节点高度不等的节点。

从节点仍用绿色小圈表示，同时用 **M** 加一个负数表示所属的空主节点号，数值表示空主节点在列表中的序号。

是否显示主从节点在图形内容(🖱️)对话框中通过**主从节点**选项控制。但取消显示主从节点时，主节点仍用红色实心圆表示，从节点也仍显示为绿色小圈。

与节点属性的约束、弹簧、强制位移等参数不同，主从节点直接加在各节点上，不另外形成节点单元。

一个楼层内设置的主从节点，包括主节点确定和空主节点，均可通过楼层复制命令(📄)复制到其他楼层。设置的主从节点可以通过删除主从节点命令(🗑️)删除，见第七章第 10 条说明。

## 第七章、工 具

本章讲述主菜单**工具(C)**下的各项命令的使用方法。本章各命令为使用频度很高的综合性命令，涉及图形单元、单元属性等方面的操作。

### 1、数据整理

[DataClear,Dc; 菜单:工具/1 数据整理; 右一按钮

该命令用于清理数据文件中包含的空闲资源。

注意：运行该命令后，将不能对前面的操作进行 Undo/Redo 撤销或恢复。这时 Prep 系统唯一不能进行 Undo/Redo 操作的命令。运行命令后，系统将给出提示。

数据整理命令将进行如下工作：

1、清除空余节点。当删除某单元后，该单元的节点未被删除仍然保留。可通过该命令清除空余的节点，以节省系统资源。

2、节点三维排序。排序依次按 XYZ 坐标进行，即从底层左下到顶层右上重排节点。

3、检测网格荷载的完整性。形成网格荷载后，再进行单元编辑修改，生成新单元的同时原单元被删除，因此网格荷载的网格部分边缺失，网格荷载将不完整。对于不完整的网格，网格荷载单元的矩形小框用白色显示。这时可运行形成加载网格的命令(MeshPlain,Me; MeshPlainPrj,Mep)重新形成网格单元。如各图形单元围成的网格形状未改变，不完整网格将重新与周边单元建立联系；如网格形状被改变，则将形成一个新的网格单元，原单元将作为闲置资源，可以删除，也可不删除。

#### 其它说明：

1、输入新的单元，或通过编辑命令形成新的单元时，新单元的节点将对已经输入的所有节点找点，当两点距离小于最小几何距离(见图形参数命令)时，按已有节点优先的原则，新单元将采用原有节点。这种自动找点的机制，使用户可以不管节点，使 Prep 有着非常灵活的输入方式，同时使丰富图形编辑命令的实现成为可能。但在多次操作后，将形成一些不可见的空节点，使输入的节点产生偏移。这时可运行数据整理命令清除空节点。

2、形成计算数据文件时也会进行节点排序工作。数据整理排序后的节点编号，与最终形成的计算数据文件中的节点编号会有不同，主要在两方面：a> 数据整理后的节点仍包含直线、圆、弧等辅助图形的节点，而计算数据文件中这些节点已经被清除；b> 计算数据文件中形成了楼层主节点和空主节点，而数据整理后这些主节点仍未形成。如需查看计算数据文件中最终的节点号，可在后处理 Archi 中查看。

3、网格荷载的完整性在形成计算数据文件时也会进行，但这时被检测到的不完整网格将不导算荷载，将导致荷载漏算。

## 2、单元整合

[ElemConform, Ec; 菜单:工具/2 单元整合; 右一按钮

单元整合针对所有图形。当前版本中的单元整合命令进行如下工作:

1、删除完全重叠的梁、柱单元。完全重叠指梁、柱单元的两节点重合的单元。保留编号最靠前的单元, 其它单元删除。

2、对于一个节点上仅连接两个成直线的梁、柱单元, 且两单元截面、材料、截面转角均相同时, 将两个或多个梁、柱合并成一个单元。

3、检测网格荷载的完整性, 同数据整理命令中的功能。

单元整合的操作, 可以进行 Undo 撤销, 和 Redo 恢复。单元整合命令后续会有扩充。

## 3、楼层复制

[Layecopy, Lyc; 菜单:工具/3 楼层复制; 右一按钮

楼层复制命令是多高层建筑结构建模的重要的、强有力的命令。楼层复制的高度依据是楼层列表的楼层设置, 运行命令之前须确认当前列表中的楼层是合适的。须是楼层控制显示时, 才可以进行楼层复制。

运行命令后, 将弹出右侧的对话框。

**被复制楼层**隐含为当前显示楼层, 多楼层显示时为显示最高层, 单楼层、全部楼层显示时是选择楼层对话框(, F4)中的单个楼层框的楼层号。被复制楼层可改变。

**起始楼层**为将通过复制形成楼层的最低层号。隐含为被复制楼层的上一层。**终止楼层**为将通过复制形成楼层的最高层。隐含为楼层列表中的最高层号。要求输入的被复制楼层、起始层、终止层号不小于 1, 不大于最大楼层号。

**间隔**指从起始楼层到终止楼层的层数增量。间隔可以为负值, 但不能为 0。

如起始层为 4, 终止层为 7, 间隔 2, 则复制形成 4、6 两个楼层。如起始层为 10, 终止层为 3, 间隔为 -3, 则将形成 10、7、4 三个楼层。

楼层复制命令复制的内容为如下几方面:

1、被复制楼层内的图形单元, 包括节点单元, 包括建筑结构中的弹性楼板。楼层内的范围指: 被复制楼层面内的图形, 被复制楼层面与其下一层楼层面之间的图形(不包括包含在下一楼层面内的图形)。对于延伸几个楼层的柱、墙等图形, 根据其最高点的位置确定所属的楼层。相当于 XY 平面显示状态下显示层内图形时选择图形的范围, 见第三章第 2 条说明。

2、被复制图形单元的属性, 如单元的截面、材料、荷载, 节点单元的约束、节点荷载、弹簧、质量等。

3、楼层面内、楼层内的主从节点(局部刚性楼板)。如主节点是确定的节点, 则在复制后的楼层中



相应位置形成主节点；如是空主节点，则形成相应的空主节点。空主节点的名称用楼层号表示，如 L10-1 为第 10 层的第一个空主节点，L10-2 为第 10 层第二空主节点。可用主从节点命令(Master,Mt, )打开空主节点对话框查看。

4、楼层面内、楼层内的网格荷载。当组成网格荷载网格的各单元在属于同一楼层、同时被复制，则重新建立完整的网格；如网格各单元属于不同楼层，没有复制或不在不同的楼层中被复制，则不建立网格，网格为空。

楼层复制的结果可 Undo 撤销、Redo 恢复，多楼层同时复制时，一次 Undo 只撤销一个被复制的楼层。

## 4、交点分图

[TransDot,Tr; 菜单:工具/4 交点分图; 右一按钮 

交点分图是系统中的重要命令，将被频繁地使用。

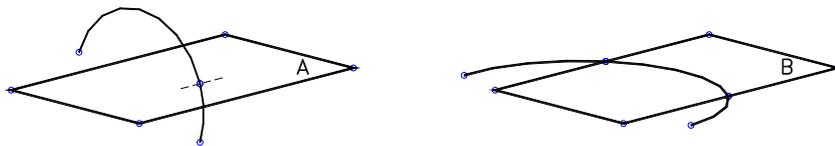
运行命令后，首先提示鼠标选择图形单元。可点选、框选，可重复选择。点右键结束选择后，被选择图形相互求交点，如有实交点位于单元内部，单元被交点分成几个部分。

可以被交点分图命令分开的图形单元为：

- 1、直线、梁、柱等线单元；
- 2、圆、弧
- 3、墙单元、板单元。

圆只有形成两个以上交点时，才被分成弧。块体单元不能被交点分图命令分开，当前版本的平面 4 节点、平面 8 节点单元也不能被分开。

对于线单元、圆、弧，可以形成线单元断点的图形包括：节点单元、线单元、圆、弧、面单元(面、边)、体单元(面、边)。面单元和块体单元的面和边线分别作为独立的图形参与求交点的计算。如下图所示，A面与弧线相交，交点点分弧成两段；B面与弧所在平面重合，则B面的边线分弧成三段。

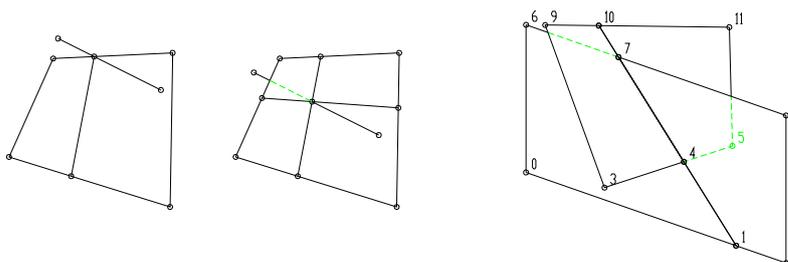


对于墙单元、板单元，当前版本只能被线单元、面单元的交点分开。

当墙、板单元与线单元相交时，交点位于单元边线上则交点与对边连线将墙、板单元分成两部分，如交点在单元内部则将墙、板单元分成四部分。如下图左侧所示。

当墙、板单元与其它墙、板单元或面单元相交时，如两面的交线分别与两单元的对边相交，则沿交线将墙、板单元分成两部分。如下图右侧所示。

当前版本墙、板单元在一次交点分图命令中只能与一个线单元或面单元求交。如有多个交点，需多次运行命令。



## 5、网格成图

[GridElem,Ge; 菜单:工具/5 网格成图; 右一按钮

该命令在空间线、圆、弧等图形组成的封闭网格中布置面、体单元。由于线、圆、弧等一维图形具有丰富的编辑工具，可以很容易实现空间复杂结构的定位和成图，网格成图命令借助这种便利的一维图形作图功能，很方便地实现面、体单元复杂空间结构的建模。

运行命令后，屏幕左上角提示当前材料类型，可按 F6 键调用材料对话框设置新材料。同时在命令行提示选择图形单元。可点选、框选，可重复选。选择的图形单元作为网络的边界。

选择图形时自动过滤掉节点单元、圆、块体元、板单元、4/8 节点平面元。

可选则直线、梁、弧单元。

对于柱单元、墙单元，为兼顾建筑结构布置弹性楼板的需要，分 XY 平面显示状态、非 XY 平面显示状态两种情况。在 XY 平面显示状态，不选择柱单元，选则墙单元且取墙单元的顶边线作为网格边；非 XY 平面显示状态下，可以选则柱单元，不选择墙单元。

点右键选择结束后，将提示：

**输入单元类型:1 板,2 墙,3 平面四节点,4 平面八节点,5 块体八节点,6 块体 21 节点<1>:**

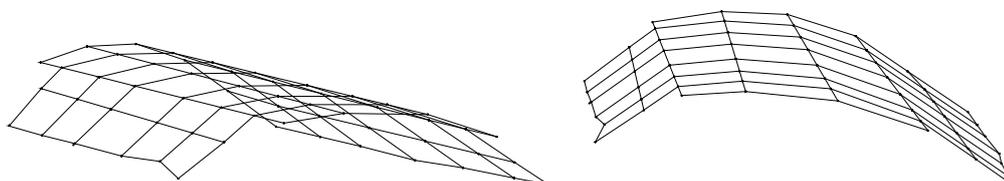
输入 1~6 的数值选择将形成的面、体单元类型。隐含形成板单元，如采用隐含值直接点右键。将提示

**输入单元厚度:**

对于板、墙、4/8 节点平面元，输入的厚度即为单元的厚度。对于 8 节点、21 节点块体单元，按输入的厚度形成单元的另外一面。块体元另一面形成位置结合当前视图确定，如输入的厚度为正值，则另一面在当前视图面的上方，否则位于当前视图面的下方。

在选择作为网格边界的图形单元中，弧取两端点的连线作为网格的边线，墙在 XY 显示平面中取顶边作为网格的边线。

在任何情况下，网格不能重叠。网格边线不能重叠，即两点之间只能有一个网格边界。且在相交位置需形成交点。网格应封闭，不封闭的网格不形成图形。对于空间网格，应通过空间图形旋转命令，将整个网格完全展开。如下图左侧图形，需旋转成右侧的图形，才能进行有效地网格成图。



在一个封闭的网格中，成直线的边点将被删除。四边形将形成一个单元，三角形从形心到三边中点连线形成三个单元，五边形从内角最大的顶点到对边中点连线形成两个单元，六边形从内角最大的顶点与对角连线形成两个单元。大于 6 边的网格将不形成面、体单元。

## 6、属性修改

[Change,Ch; 菜单:工具/6 属性修改; 右一按钮

该命令用于修改图形单元的截面(或厚度)、材料、图层，修改单元的类型。是 Prep 系统中的重要命令，具有强大的功能。该命令针对所有图形单元操作。

运行命令后提示选则图形单元，可点选、框选，可重复选则。点右键结束选择后，将弹出如下对话框。



对话框中显示被选则单元的属性。根据被选择单元情况，各控件显示状态不同。

### 单元类型

对话框将单元分成如下六组：1、节点单元；2、圆；3、弧；4、直线、梁、柱单元；5、墙、板、平面 4 节点、平面 8 节点；6、块体 8 节点、块体 21 节点。

如选择图形单元类型均相同为同一种单元时，下拉框中显示该单元类型，同时下拉框中包含该组的所有单元类型。如选择的图形单元不是同一种类型，但属于同一组，则下拉框中不显示单元类型，但下拉框不被禁制，下拉框中包含该组的所有单元类型。如选择的图形单元不是同一种类型，也不属于同一组，则下拉框被禁止操作。

当下拉框不被禁止时，可在下拉框中包含的单元类型中选择一个新的单元类型，实现被选则单元的类型改变。如将梁改成柱，将板改成平面 8 节点单元，将块体 8 节点单元改成块体 21 节点单元。

当然，如不从单元类型下拉框中选则一个单元类型，被选则的各类图形单元的类型将保持不变。

当选择的图形为直线，或部分为直线而其它单元为梁、柱时，下拉框中同时列出直线、梁、柱等 3

种单元类型。可选择梁、柱单元，这时直线由辅助图形改为梁单元、或柱单元。由直线改成的梁、柱单元截面、材料均为空，需另外设置，单元截面转角隐含为 0。

当选择图形为弧时，下拉框中同时列出弧、直线、梁、柱等 4 种单元类型。如选择除弧外的其它线单元，弧将改成线类型单元，线单元的两端点为弧的起点和终点。当由弧改成的梁、柱单元时，单元的截面、材料均为空，需另外设置，单元截面转角隐含为 0。

### 图层

如选择的各单元的图层均相同，则启动对话框后，将显示该图层名。如各单元图层不同，则不显示图层。

图层下拉框中列出图层列表中的所有图层。如从下拉框中选择一个图层，则选择的图形单元将全部改为属于该图层。如不从图层下拉框中选择，则各单元图层保持不变。

### 厚度

如选择的各单元的为墙、板、平面 4/8 节点单元，则厚度框不被禁制。如选择的各面单元厚度相同，则显示该厚度，单位为米(m)；当各单元厚度不等时，显示-1。

如在厚度框内输入一个新厚度，则被选则的面类型单元厚度将该为该值。

### 材料

如选择的各单元中不包含辅助图形、节点单元，且各单元材料相同，则显示材料在材料列表中的序号和材料类型。否则显示不确定。

点组合框内的材料按钮，将启动材料对话框。见第六章第 4 条说明。可在材料对话框内选则一个已有的材料类型，也可输入一个新的材料类型，点确定退出材料对话框后，选则的材料将显示在主对话框中。被选择的图形单元将改为新选择的材料。对于辅助图形和节点单元，忽略被选择的材料。

### 截面

如选择的各单元的为梁单元、柱单元，则截面组合框不被禁制。如选择的各梁、柱单元截面相同，则显示该截面序号和参数；否则显示不确定。

点截面组合框内的基本截面、组合截面、变截面按钮，将启动相应的截面设置对话框，见第六章第 1~3 条说明。可在各类截面对话框中选择已有截面，也可输入新的截面。点确定退出各截面对话框后，选择的截面序号和参数将显示在主对话框截面组合框内，被选择的梁、柱单元将改为新选择的截面。

可以在这里实现基本截面、组合截面、变截面等不同截面类型间的互换。如觉得在输入单元时，按 Shift+F5 热键启动组合截面、变截面不方便操作，可以在这里很容易地得到修改。

设置好各参数后，点确定退出属性修改对话框，则被选择的图形按设置的参数被修改。如按取消退出对话框，则被选择单元不被改动。

## 7、属性匹配

[Match, Ma; 菜单: 工具/7 属性匹配; 右一按钮 

属性匹配命令按目标单元的属性修改被选择的单元的属性。是修改单元属性之外的又一个可以改变单元属性的命令。

运行命令后，首先提示选择需修改的单元。可点选、框选，可重复选。点右键结束选择后，提示：

#### 选择目标单元:

目标单元只能点选，如一次为选中图形将提示重新选择，如直接点右键将中断命令。如同时选择了多个单元，则选择编号最小的单元。

被选择单元与目标单元之间属性匹配，不同属性、不同单元类型修改范围不同。

**图层、材料：**所有被选择单元于目标单元相同。

**面类型单元厚度：**当目标单元为面类型单元时，被选择单元中的面类型单元厚度与目标单元相同。

**梁柱单元属性：**当目标单元为梁、柱单元时，被选择单元中的梁、柱单元截面、截面转角、刚臂、偏心、自由度释放等属性均目标单元相同。

## 8、梁、柱特殊属性修改

[ChangeBeam,Chb; 菜单:工具/8 梁柱特殊属性修改; 右一按钮

该命令修改或删除梁、柱单元的自由度释放、刚臂、偏心等特殊属性，同时修改梁、柱单元特有的截面转角属性。运行命令后，系统首先将自由度释放等梁柱属性设置为被显示状态。

首先提示选择梁、柱单元。可点选、框选，可多重选择，自动过滤掉梁、柱以外的单元。点鼠标右键选择结束，将弹出如右图所示对话框。

对话框中列出了梁柱截面转角、自由度释放、刚臂、偏心等属性。如所有被选择单元的该项参数相同，则显示该参数。如不同或未设置，则显示**不确定**。

可在**截面转角**框内输入新的截面转角数值，被选择的梁、柱单元将按该值修改。可在图形参数对话框中()选中**显示截面图形**选项查看截面转角的设置情况。

下面以自由度释放为例，讲述自由度释放、刚臂、偏心等属性的修改、删除操作。

点自由度释放组合框中的**自由度释放**按钮，将弹出自由度释放参数设置对话框(见第六章第 5 条说明)。可在对话框中选择一个已有自由度释放类型，也可输入一个新的自由度释放类型。点确定退出自由度释放参数设置对话框后，选择的自由度释放类型将显示在自由度释放组合框内，所有被选择的梁、柱单元将设置该类型的自由度释放。

如选中自由度释放组合框中的**取消**选项，则被选择的梁、柱单元所设置的各种自由度释放类型均被删除。

设置好各参数后，点**确定**退出对话框，则被选择的梁、柱设置的参数被修改。如按**取消**退出对话框，则被选择梁、柱单元不被改动。



## 9、节点属性修改

[ChangeJoint,Chj; 菜单:工具/9 节点属性修改; 右一按钮

该命令修改或删除节点单元的约束、强制位移、弹簧、集中质量等属性。运行命令后,系统首先将节点单元、约束、强制位移等设置为被显示状态。

首先提示选择节点单元。可点选、框选,可多重选择,只选择节点单元。点鼠标右键选择结束,将弹出如右图所示对话框。

对话框中列出了节点单元约束、强制位移等属性。如所有被选择节点单元的该项参数相同,则显示该参数。如不同或未设置,则显示**不确定**。

下面以约束为例,讲述约束、强制位移、弹簧、集中质量等属性的修改、删除操作。

点约束组合框中的**节点约束**按钮,将弹出约束参数设置对话框(见第六章第 8 条说明)。可在对话框中选择一个已有约束类型,也可输入一个新的约束类型。点确定退出约束参数设置对话框后,选择的约束类型将显示在约束组合框内,所有被节点单元将设置该类型的约束。

如选中约束组合框中的**取消**选项,则被选择的各节点单元所设置的各种约束类型均被删除。

设置好各参数后,点**确定**退出对话框,则被选择的节点单元的参数均按对话框中的设置修改。如按**取消**退出对话框,则被选择节点单元不被改动。



## 10、删除主从节点

[MasterDelete,Em; 菜单:工具/A 删除主从节点; 右一按钮

该命令删除主从节点命令(Master,Mt,)设置的主节点、从节点。运行该命令后,系统首先将主从节点设置为被显示状态。提示:

**MasterDelete:选择需删除的主、从节点:**

鼠标选择主节点或从节点。可点选、框选,可多重选择,被选则主、从节点即时被删除。

如选择的是主节点,则该主节点本身以及对应的从节点全部删除。如选择的是从节点,则仅删除从节点。如一个主节点所有关联的从节点均被删除,在形成最终的计算数据文件时,该主节点将被忽略。

## 11、两点测距

[Dist,D; 菜单:工具/B 两点测距; 右一按钮

该命令用于查看空间两点的坐标、坐标差值、距离、角度。运行命令后，先后提示：

Dist: 第一点 :                      Dist: 第二点 :

输入节点的方式同一般节点、定位点的输入方式相同。可鼠标捕捉输入，可鼠标空白点击输入，当然也可键盘输入坐标值或坐标偏移量。如输入点无效，也会提示重新输入。

输入两点后，将在第一、第二命令行显示两点信息。例如显示：

起点 : 0.000 0.000 3.000 ; 终点 : 10.000 10.000 6.000 ; 距离 : 14.4568

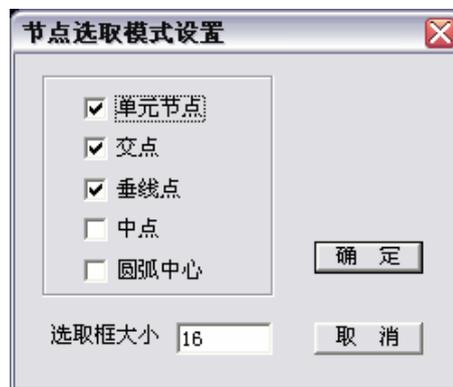
增量 : 10.000 10.000 3.000 ; XY 面投影角度 : 45.00 ; 与 Z 轴夹角 : 78.02

第一行显示两点的坐标和两点的距离。第二行的**增量**指从第一点到第二点的X、Y、Z坐标增量，**XY面投影角度**指两点连线在XY平面投影与X轴的夹角，**与Z轴夹角**指两点连线与Z轴之间的夹角。

## 12、节点捕捉模式

[Snap,Sn; 菜单:工具/C 节点捕捉模式]

该命令用于设置节点捕捉中的固定设置模式，见第一章第 4 条说明。运行命令后，将弹出如右图所示对话框。



**单元节点**。指单元上节点，如柱、梁为两端点，平面 8 节点单元为包括 4 个角点和 4 个边中点。

**交点**。指线单元、圆、弧，以及面、体单元边线，相互之间的交点。

**垂线点**。当输入点不是第一点时，从前一输入点到线单元、圆、弧，以及面、体单元边线的垂线点，垂线点按三维图形计算。

**中点**。指线单元、弧，以及面、体单元边线的中点。

**圆弧中心**。点指圆、弧的圆心。

在对话框中选中某些捕捉模式，则每次用输入节点或定位点时，系统按选中的模式，根据已有图形单元、节点捕捉生成输入坐标。当同时有多个满足捕捉条件的节点时，取在当前投影平面内与鼠标点击点距离最近的点。

如在提示输入节点、定位点时，按 Shift+鼠标右键可设置临时节点捕捉模式。这时在该对话框中设

置的固定捕捉模式将不起作用。但临时捕捉模式只使用一次，一次使用结束后，仍采用隐含的固定捕捉模式。

对话框底部选取框大小用于设置为鼠标光标方框的尺寸。

## 13、简写命令

[CommandSimple,Csp; 菜单:工具/D 简写命令]

该命令用于设置简写命令。Prep 系统的绝大多数命令均有对应简写命令，简单、易记的简写命令为软件操作提供了极大的便利，可以提高输入效率。简写命令可以重新设置，用户可以根据自己的习惯、喜好修改系统的初始设置，实现个性化操作。

运行命令后，将弹出如下对话框。



对话框列表中按系统主菜单的顺序列出各操作命令的菜单命令、全称命令和简写命令。点取列表中的一行，三个命令的名称显示在对话框底部相应的位置。

在简写命令框内输入新的简写命令，被输入的简写命令即时显示在列表中。简写命令可以是字母、数字、标点符号，甚至可以是汉字，但空格除外。但各命令的简写命令不能相同，如有相同的简写命令，则只按在列表中靠前的命令运行，靠后的命令将不能被简写命令运行。

设置结束后，点确定退出对话框，即按新设置的简写命令进行操作，不必重新启动软件。一次设置后，以后启动软件将采用设置后的简写命令。

简写命令命令的相关文件为存储在软件安装目录下的“PrepSimpleCommand.PSC”。如重新安装软件时，可将该文件异地保存，安装完毕后再移会到软件安装目录，以保留已有的简化命令设置。如该文件被删除或损坏，启动 Prep 时将提示“无法启动简写命令”，将无法利用命令行输入简写命令和全称命令，只需重新安装软件即可。

## 第八章、荷 载

本章讲述主菜单**荷载(L)**下的各项命令的使用方法。本章命令涉及单元荷载加载、修改、删除操作，及荷载总体参数设置。

Strat 软件对荷载分成三大类：静力荷载、动力荷载、移动荷载。

**静力荷载**。指竖向重力荷载(恒荷载、活荷载)、风荷载、温度荷载，及其它直接加载的荷载。静力荷载以荷载工况的类型参与计算，前处理Prep容许设置 20 种各类荷载工况。其中风荷载容许输入 4 个任意方向的风荷载。

**动力荷载**。指涉及结构动力特性的作用，包括地震反应谱作用和动力时程反应作用，及其它动力作用。前处理Prep容许同时计算 4 个任意方向的地震反应谱作用。

**移动荷载**。指移动作用的集中荷载，同时作用的荷载归于一个移动荷载工况，同一工况内可以有多个集中荷载和计算计算点数。工况数和工况计算点数均不设限制。

计算模块 Strat、建筑结构专用后处理模块 Archi 的荷载工况数不作限制。

### 有关荷载的隐含设置

系统根据常见的建筑结构荷载特点，对荷载进行初始的隐含设置。对于常规的建筑结构计算，用户可以直接采用这些设置，达到简化操作的目的。了解荷载的隐含设置还需参看专用后处理使用手册第四章第 1 条荷载荷载中的说明。

1、隐含具有 4 个静力荷载工况。第 0、第 1 工况为竖向重力荷载，其中第 0 工况为恒荷载、第 1 工况活荷载。第 2、第 3 工况为风荷载，其中第 2 工况为 X 向风荷载，第 3 工况 Y 向风荷载。

2、隐含 2 个动力作用，即地震反应谱方向数为 2。第 0 方向为 X 方向地震作用，第 2 方向为 Y 方向地震作用。

### 1、荷载设置

[LoadSet, Ls; 菜单:荷载/1 荷载设置; 右二按钮 **L**]

该命令通过对话框设置总体荷载参数，是工程荷载的总体控制操作。一般要求在添加单元荷载、导算网格荷载(面荷载)之前设置。运行命令后弹出如下对话框。下面分别就各组合框的内容作说明。

#### 总体信息

**工况总数**指静力工况总数，包括竖向重力荷载、风荷载，及其它可能特殊荷载，如温度荷载。Prep 中工况总数最多为 20 个。

**动力反应谱计算**选项。如该选项被选中时，将计算结构自振周期、振型，并进行地震反应谱计算。如该选项被取消，则对话框中有关动力计算参数的各组合框均被禁止，将不进行动力计算。

**动力时程计算**选项。只有计算动力反应谱时，才可进行动力时程计算。选中该项后，在计算模块

Strat中选择地震波进行弹性动力时程计算。

**计算风荷载** 选项。当该选项被选中时，将计算风荷载。可通过风荷载参数设置命令 (LoadWindSet,Lws, ) 具体设置风荷载参数，通过风荷载加载命令 (LoadWind,Lw, ) 导算风荷载。见第九章第 9、10 条说明。如该选项被取消，则不计算风荷载，将不能导算风荷载，当工况总数仍为 4 时，第 2、第 3 工况的有关参数仍按风荷载设置，需用户调整。



### 单元自重

该组合框针对各单元类型设置自重计算情况。组合框列表中列出各单元自重所属的工况、自重方向和自重加权系数。自重所属工况隐含为第 0 工况，即竖向恒荷载。自重所在方向隐含为 Z 方向，即竖直方向。自重加权系数隐含为-1，负值表示自重作用与 Z 轴方向相反。

各单元的参数可以修改。鼠标选择列表中的一个单元，该单元自重的参数设置即显示在下面的各控件中。

在**所属工况**下拉框中改变工况类型。下拉框中第一项为**不计**，如选中则不计算该单元的自重。如单元自重不计算，在动力计算中该单元类型的质量也不计算。对于建筑结构，当计算弹性楼板时，由于楼板自重已经作为面荷载导算到周边梁上，因此板单元应选择**不计算自重**。

在**所在方向**下拉框中选择自重的方向。Strat软件中自重可以是XYZ方向中的任一方向。**自重加权系数**指在单元材料重量的基础上的增大或折减系数。可以通过输入适当的数值，增大或折减自重。单元质量同时乘以该加权系数。注意加权系数的正负号表示自重作用方向与所选坐标轴方向相同或相反，对于建筑结构计算竖向自重时，加权系数应为负值。

### 动力参数

该组合框设置有关自振特性的参数。当不进行动力分析时，该组合框被禁止。

**振型数**指动力计算时计算结构自振振型个数。Strat计算的整形是空间三维振型，可以不为 3 的倍数。对于多层建筑可取 10 个以下振型，高层建筑可取 10~15 个振型，超高层建筑可取 15~20 个振型。当计算弹性楼板、多塔、联体等结构时，振型数应适当增加。

**振型计算方法。**计算模块Strat提供三种计算振型的方法：**子空间**迭代法计算精度高，但速度慢；**兰索斯(Lanczos)**方法速度快，精度稍低；**李兹向量(Ritz)**直接法速度、精度介于两者之间。一般的结构计算中，所求的振型数远小于结构总自由度数，三种方法计算结果基本相同，可直接选用隐含的兰索斯方法求解。

**重力加速度G**在工程计算中一般取  $10.0\text{N/m}^2$ 。该数值用于荷载转化为质量的计算，对于单元自重直接按输入的材料质量，不按该值计算。

## 动力反应谱

该组合框按现行《抗震规范 GB50011-2001》设置地震反应谱计算参数。当不进行动力分析时，该组合框被禁止。

**计算方向数**指计算地震反应谱作用的个数。Prep中可输入4个不同方向的地震反应谱作用。

**设防烈度**指地区抗震设防烈度。设防烈度 $7_{\pm}$ ，指设防烈度为7度但设计基本地震加速度为 $0.15g$ 。设防烈度 $8_{\pm}$ ，指设防烈度为8度但设计基本地震加速度为 $0.30g$ 。

**场地类别**、设计**场地分组**按建筑所在地区根据规范规定选择。

**阻尼系数**。隐含为混凝土结构的阻尼系数 $0.05$ 。不超过12层的钢结构可取 $0.035$ ，超过12层的钢结构可取 $0.02$ ，钢框架-混凝土筒混合结构可取 $0.03$ ，型钢混凝土柱-混凝土筒结构可取 $0.04$ 。

**周期折减**系数考虑非结构构件、填充材料对结构计算周期的影响。钢结构可取 $0.90$ 。混凝土结构中，框架结构可取 $0.6\sim 0.7$ ，框-剪结构可取 $0.7\sim 0.8$ ，剪力墙结构可取 $0.9\sim 1.0$ 。

**计算偶然偏心**。按结构楼层外轮廓 $5\%$ 的偏心计算地震反应谱作用。

**计算双向扭转效应**。地震反应谱作用计算时，计算双向扭转作用效应。对于不规则结构可进行此项计算。

## 反应谱方向与 X 轴夹角

地震反应谱方向由与 X 轴的夹角确定，夹角的范围 $0\sim 180$ 度。由于在计算荷载组合时，地震作用产生的内力分别按正负值参与组合，夹角成 $180$ 度的两个反应谱的计算结果相同，如 $30$ 度与 $210$ 度。

计算两个方向的反应谱时，一般应取相互垂直两个方向，如 $0$ 度与 $90$ 度， $45$ 度与 $135$ 度， $30$ 度与 $120$ 度等。当计算四个方向的反应谱时，两两相互垂直。

点列表中相应行，在**夹角**框内输入角度，即输入该反应谱的方向。

## 荷载转化质量系数

指将单元分布荷载、节点集中荷载转化为动力计算质量的系数。非重力荷载，如风荷载、温度荷载，其对应工况的系数应为 $0$ 。重力荷载中的恒荷载取 $1.0$ 。重力荷载中的活荷载根据荷载类型，可取荷载规范规定的准永久值系数 $\Psi_q$ ，或取抗震规范规定的可变荷载的组合值系数(抗震规范表 5.1.3)。

前处理输入的荷载转化质量系数，会传递到后处理 Archi 中，作为荷载准永久值系数的初始值。

对话框中的初始值根据隐含规定确定。即第 $0$ 工况为恒荷载，为 $1.0$ 。第 $1$ 工况为活荷载，按一般民用建筑取 $0.5$ 。第 $2$ 、第 $3$ 为风荷载，为 $0.0$ 。

在列表中选择一个工况，在**折减系数**输入框中输入数值，即实现对荷载转化质量系数的重新设置。如取消组合框中**荷载转化为质量**的选项，则所有分布荷载、集中荷载不转化为质量。

节点集中力转化为节点集中质量，同样根据荷载转化质量系数确定。

荷载转化质量系数不对各单元本身的质量起作用。单元本身的质量，由材料对话框中输入的材料密度、以及面**单元自重**组合框中的各参数确定。

## 模拟施工

对于框剪、框筒等在竖向重力荷载作用下产生很大竖向差异变形的结构，近似地采用分层加载的方法进行竖向重力荷载作用，模拟实际建造过程中的施工平差作用。模拟施工只针对竖向重力荷载工况。

当选中**模拟施工加载**选项时，**起始工况**、**终止工况**两输入框被激活，在两输入框内输入竖向重力恒、活荷载的起、止工况序号(序号从 0 开始)。需计算模拟施工加载时，恒、活荷载工况应连续。

楼层设置是模拟施工加载计算的依据，须确保结构楼层设置是完整的，能反应结构的实际分层情况。在模拟施工计算之外，在后处理模块 Archi 的构件验算中，还提供一个施工平差幅度参数，从构件内力角度考虑施工平差的影响，见后处理使用手册第四章第 4.2.1 条、4.2.2 条说明。

## 2、节点加载

[LoadJoint,Lj; 菜单:荷载/2 节点加载; 右二按钮 

该命令添加节点荷载。节点荷载通过设置节点荷载对话框管理，见下面第 3 条。

第一次使用该命令，如对话框中节点荷载列表为空，先调用该对话框设置节点荷载。以后运行节点加载命令，隐含用当前节点荷载加载，当前节点荷载显示在屏幕左上角。如需改变当前节点荷载，按通用热键 F5 调用对话框设置即可。

运行命令后，即提示选择节点。鼠标选择图形单元的节点，可点选、框选，被选择的节点即被加上节点荷载。在 XY 平面显示状态，只能对处于当前显示平面内的节点施加节点荷载。

节点荷载被施加在节点单元上。如选择到的单元节点处已经有节点单元，则荷载加到该节点单元上；如果没有节点单元，则系统自动在该位置生成一个节点单元，然后再将荷载加到该节点单元上。系统自动形成的节点单元，可以在该步操作的 Undo 中同时被撤销。

同一节点(节点单元)可以施加 10 个节点荷载，同一类型的节点荷载可以多次施加在一个节点上。

节点荷载用注写于节点附近的荷载数值表示。“F=”引导的是沿三个整体坐标轴方向的力，单位 kN。“M=”引导的是沿三个方向的力矩，单位 kN.m。标注数字的颜色表示荷载所属的工况，从 0 工况开始依次是红、黄、绿、青、兰、粉红、白等。

是否显示节点荷载在图形内容()对话框中通过**节点荷载**选项控制，还可通过该对话框中荷载选项选择显示当前工况节点荷载、或全部工况节点荷载。当运行节点加载命令时，节点荷载被自动设置为显示状态，并在选择节点之前重绘图形显示已经输入的节点荷载。显示节点荷载需节点单元处于被显示状态。

节点荷载可用节点荷载删除命令(LoadJointDel,Je, )删除，见本章第 10 条说明。

## 3、节点荷载设置

[LoadJointSet,Ljs; 菜单:荷载/3 节点荷载设置; (F5,上按钮 )]

该命令调用对话框设置节点荷载。在运行节点加载的过程中，按通用热键 F5，或上按钮 ，即调

用该对话框。

在对话框中输入沿三个整体坐标轴方向的力，和绕坐标轴方向的力矩，在**当前工况**下拉框中选定当前工况，点**增加**按钮，即在节点荷载列表中添加一行，同时该行颜色加深表示为当前节点荷载。对话框的操作方式同截面、材料对话框，可以修改、选则、删除已有节点荷载，这里不再详述。

**当前工况**下拉框设置当前工况，与荷载总体参数设置、梁柱单元荷载及网格荷载对话框中的当前荷载工况是同一值。在一个对话框中改变，其它对话框中跟随改变。



点**确定**退出对话框后，所在行颜色被加深的节点荷载即为新的当前节点荷载。如在运行节点加载命令过程中调用该对话框，则当前荷载被显示在屏幕的左上角。下一次节点加载即采用该当前节点荷载。

#### 4、梁、柱单元加载

[LoadBeam,Lj; 菜单:荷载/4 梁、柱单元加载; 右二按钮<sup>↓↓↓</sup>]

该命令添加梁单元、柱单元、直线荷载。梁、柱单元荷载通过设置梁柱单元荷载对话框管理，见下面第5条。

第一次使用该命令，如对话框中梁柱单元荷载列表为空，先调用该对话框设置单元荷载。以后运行梁柱单元加载命令，隐含使用当前梁柱单元荷载加载，当前梁柱单元荷载显示在屏幕左上角。如需改变，按通用热键 F5 调用对话框设置即可。

在确定了当前单元荷载后，即提示：

**LoadBeam : 选择线单元，或设置选项(0 所有线单元，1 梁，2 柱，3 线)<0> :**

隐含对梁、柱、直线同时加载。如采用隐含值可直接用鼠标选择图形单元。也可输入 1~3 之间的数选择只对某一类型单元加载，输入数字点右键后，输入的数字即成为隐含的选项。

鼠标选择图形，可点选、框选，被选择的梁柱单元或直线即被加上单元荷载。兼顾建筑结构的特点，在 XY 平面显示状态下，柱单元不加单元荷载。如需要加柱单元荷载，需切换到切面、三维立体显示状态。

梁单元、柱单元、直线可以施加 10 个梁、柱单元荷载，同一单元荷载可以多次施加在一个单元上。加在直线上的单元荷载也被纪录，当直线被改成梁、柱单元时，梁、柱单元即具有这些分布荷载。

梁柱单元荷载用体现荷载实际形状的图形表示，荷载中几何参数按实际比例绘制，荷载的数值注写在图形的相应位置。温度荷载用“T=”引导的数值表示，无相应图形。图形和数字的颜色表示荷载所属的工况，从 0 工况开始依次是红、黄、绿、青、兰、粉红、白等。

通过图形参数对话框可调整荷载图形的高度和格线的间距。如取消该对话框中的**荷载图形简化显示**选项，将显示荷载工况、方向等详细信息。荷载图形只表示荷载的形状，不体现荷载的方向。

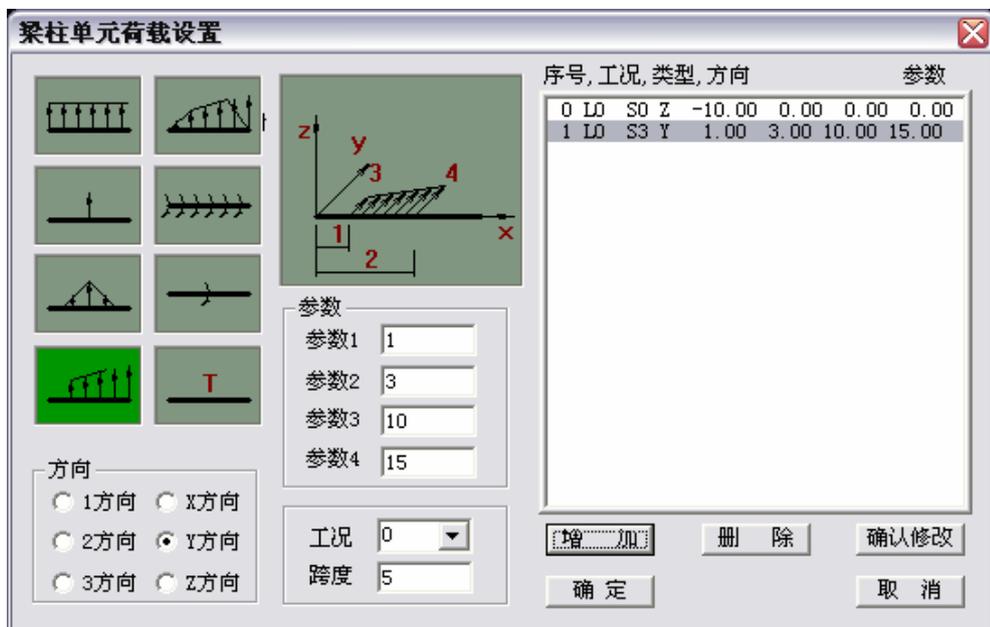
是否显示梁、柱单元荷载在图形内容对话框中通过**线单元荷载**选项控制。当运行梁柱单元加载命令时，梁柱单元荷载被自动设置为显示状态，并在选择单元加载之前重绘图形显示已经输入的单元荷载。

单元荷载可用单元荷载删除命令(LoadDelete,Le, )删除，用单元荷载匹配命令(LoadMatch,Lm, )匹配修改。见本章第 11、12 条说明。

## 5、梁、柱荷载设置

[LoadBeamSet,Bs; 菜单:荷载/5 梁、柱荷载设置; (F5,上按钮 )]

该命令调用对话框设置梁柱单元荷载。在运行梁柱单元加载命令的过程中，按通用热键 F5，或上按钮 ，即调用该对话框。



对话框左上角 8 个图框，分别对应 8 种梁柱单元荷载类型：均布力、集中力、局部三角形分布力，局部梯形分布力、满布梯形分布力、均布弯矩、集中弯矩、温度荷载。

鼠标点取一个图框，该类型荷载的图形即显示右侧的大图框中。大图框中同时显示荷载的方向、各荷载参数的意义。

**方向**组合框中确定荷载的方向。选择 123 方向中则荷载按单元局部坐标定义，选择XYZ方向则按整体坐标系定义。无论局部坐标系、整体坐标系，荷载参数的几何长度均为单元的实际长度，如集中荷载的参数 1 为 1.0 时，表示加载点到单元起点的距离为 1.0m。选择了荷载方向后，大图框中的坐标系及荷载的方向即时被改变。

**参数**组合框中输入荷载类型的几何长度和荷载数值。不同类型参数不同，如均布力、弯矩只需一个荷载数值，局部三角形力则表示起点、峰值、终点的三个几何长度和一个荷载数值。

输入荷载数值时须注意荷载的方向。对于力，与对应的坐标轴同向的为正，反向的为负。对于力矩，与对应的坐标轴满足右手法则的为正，否则为负。例如**建筑结构中的重力荷载**，沿 Z 轴方向，输入的荷载数值应为**负值**。

在**工况**下拉框中选定当前工况。荷载总体参数、节点荷载及网格荷载对话框中的当前荷载工况是同一值，在一个对话框中改变，其它对话框中跟随改变。

**跨度**输入框的数值只是为了准确地显示图形，不包含进荷载参数。

确定了荷载的各项参数后，点**增加**按钮，设置的荷载即作为一个新荷载添加到荷载列表的最后位置，并且颜色加深，表示是当前梁柱荷载。列表中区别显示单元荷载的工况、类型、方向及荷载参数。对话框的操作方式同截面、材料对话框，可以修改、选择、删除已有单元荷载，这里不再详述。

点**确定**退出对话框后，所在行颜色被加深的单元荷载即为新的当前梁柱单元荷载。如在运行梁柱单元加载命令过程中调用该对话框，则当前荷载被显示在屏幕的左上角。下一次梁柱单元加载即采用该当前单元荷载。

**温度荷载**。最后一个小图框表示温度荷载。温度荷载具有四个参数。第 1 个参数表示梁柱单元中点的温度变化值，即从 0 应力温度基础上增加或减小的温度数值。第 2~4 个参数为三个方向的温度变化梯度，如按局部坐标系定义则为 1、2、3 方向的温度梯度，否则为X、Y、Z方向的温度梯度。温度梯度的单位为(度/m)，可以为负值，表示增加 1m长度温度变化的大小。

## 6、面单元加载

[LoadPlain,Lp; 菜单:荷载/6 面单元加载; 右二按钮

该命令添加墙单元、板单元、平面 4 节点单元、平面 8 节点单元的单元分布荷载。单元荷载通过设置面单元荷载对话框管理，见下面第 7 条。

第一次使用该命令，如对话框中面单元荷载列表为空，先调用该对话框设置单元荷载。以后运行面单元加载命令，隐含使用当前面单元荷载加载，当前面单元荷载显示在屏幕左上角。如需改变，按通用热键 F5 调用对话框设置即可。

在确定了当前单元荷载后，即提示：

LoadPlain : 选择面单元，或设置选项(0 所有面单元，1 墙，2 板，3 平四，4 平八)<0> :

隐含对各类面单元同时加载。如采用隐含值可直接用鼠标选择图形单元。也可输入 0~4 之间的数选择只对某一类型单元加载，输入数字点右键后，输入的数字即成为隐含的选项。

鼠标选择图形，可点选、框选，被选择的面单元即被加上单元荷载。面单元荷载有两种，即作用于边上的荷载，和作用于整个面的荷载。对于边荷载，对选择到的面单元的边加载，点选时每次只选

择一条边。兼顾建筑结构的特点，在 XY 平面显示状态下，墙只对顶边荷载。对于面荷载，选择到的面单元即被加载，包括墙单元。

墙、板、平面 4 节点单元可以施加 8 个各类型边、面荷载，平面 8 节点单元可以施加 6 个各类型边、面荷载。同一单元荷载可以多次施加在一个单元上。

加在单元边上的荷载用体现荷载实际形状的图形表示，荷载中几何参数按实际比例绘制，荷载的数值注写在图形的相应位置。加在单元面上的荷载用注写在单元中心位置的数值表示。图形和数字的颜色表示荷载所属的工况，从 0 工况开始依次是红、黄、绿、青、兰、粉红、白等。

通过图形参数对话框可调整荷载图形的高度和格线的间距。如取消该对话框中的**荷载图形简化显示**选项，将显示荷载工况、方向等详细信息。荷载图形只表示荷载的形状，不体现荷载的方向。

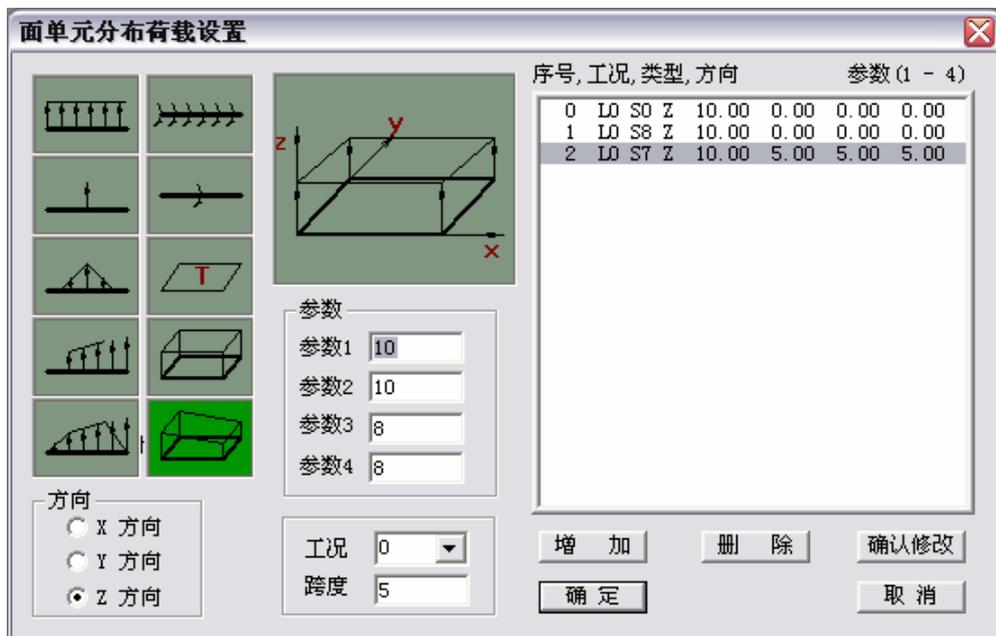
是否显示面单元荷载在图形内容对话框中通过**面单元荷载**选项控制。当运行面单元加载命令时，面单元荷载被自动设置为显示状态，并在选择单元加载之前重绘图形显示已经输入的单元荷载。

单元荷载可用单元荷载删除命令(LoadDelete,Le, )删除，用单元荷载匹配命令(LoadMatch,Lm, )匹配修改。见本章第 11、12 条说明。

## 7、面单元荷载设置

[LoadPlainSet,Ps; 菜单:荷载/7 面单元荷载设置; (F5,上按钮 )]

该命令调用对话框设置面单元荷载。在运行面单元加载命令的过程中，按通用热键 F5，或上按钮 , 即调用该对话框。



对话框左上角 10 个图框，分别对应 10 种面单元荷载类型。前 7 种为加在面单元边上的荷载：均布力、集中力、局部三角形分布力，局部梯形分布力、满布梯形力、均布弯矩、集中弯矩。后 3 种为加在单元面上的荷载：温度荷载、面均布力、不均匀满布力。其中边荷载均布弯矩、集中弯矩不能施加在平面 4 节点、平面 8 节点单元上。

鼠标点取一个图框，该类型荷载的图形即显示右侧的大图框中。大图框中同时显示荷载的方向、各荷载参数的意义。

**方向**组合框中确定荷载的方向，面单元荷载只按整体坐标系定义。荷载参数的几何长度均为单元的实际长度，如边荷载中得集中荷载的参数 1 为 1.0 时，表示加载点到单元起点的距离为 1.0m。选择了荷载方向后，对于边荷载，大图框中的荷载的方向即时被改变。

**参数**组合框中输入荷载类型的几何长度和荷载数值。不同类型参数不同，如均布力、弯矩只需一个荷载数值，局部三角形力则需表示起点、峰值、终点的三个几何长度和一个荷载数值。

输入荷载数值时须注意荷载的方向。对于力，与对应的坐标轴同向的为正，反向的为负。对于力矩，与对应的坐标轴满足右手法则的为正，否则为负。例如**建筑结构中的重力荷载**，沿 Z 轴方向，输入的荷载数值应为**负值**。

在**工况**下拉框中选定当前工况。荷载总体参数、节点荷载及网格荷载等各类荷载对话框中的当前荷载工况是同一值，在一个对话框中改变，其它对话框中跟随改变。

**跨度**输入框的数值只是为了准确地显示边荷载图形，不包含进荷载参数。

确定了荷载的各项参数后，点**增加**按钮，设置的荷载即作为一个新荷载添加到荷载列表的最后位置，并且颜色加深，表示是当前面荷载。列表中区别显示单元荷载的工况、类型、方向及荷载参数。对话框的操作方式同截面、材料对话框，可以修改、选择、删除已有单元荷载，这里不再详述。

点**确定**退出对话框后，所在行颜色被加深的单元荷载即为新的当前面单元荷载。如在运行面单元加载命令过程中调用该对话框，则当前荷载被显示在屏幕的左上角。下一次面单元加载即采用该当前单元荷载。

**温度荷载**。第 8 个小图框(面中有红色 T 字)表示温度荷载。温度荷载具有四个参数。第 1 个参数表示面单元中点的温度变化值，即从 0 应力温度基础上增加或减小的温度数值。第 2~4 个参数为坐标 X、Y、Z 三个方向的温度变化梯度。温度梯度的单位为(度/m)，可以为负值，表示增加 1m 长度温度变化的大小。

## 8、块体单元加载

[LoadCube,Lc; 菜单:荷载/8 块体单元加载; 右二按钮

该命令添加块体 8 节点单元、块体 21 节点单元的单元分布荷载。单元荷载通过设置块体单元荷载对话框管理，见下面第 9 条。

第一次使用该命令，如对话框中块体单元荷载列表为空，先调用该对话框设置单元荷载。以后运行块体单元加载命令，隐含使用当前块体单元荷载加载，当前块体单元荷载显示在屏幕左上角。如需改变，按通用热键 F5 调用对话框设置即可。

在确定了当前单元荷载后，即提示：

LoadCube : 选择块体单元，或设置选项(0 所有块体单元，1 块体八节点，2 块体 21 节点)<0> :

隐含对各类块体单元同时加载。如采用隐含值可直接用鼠标选择图形单元。也可输入 0~2 之间的数选择只对某一类型单元加载，输入数字点右键后，输入的数字即成为隐含的选项。

鼠标选择图形，可点选、框选，被选择的块体单元即被加上单元荷载。块体单元荷载有三种，即

作用于边上的边荷载、作用于面上的面荷载、和作用于块体元整体的体荷载。对于块体的边荷载、面荷载，点选时每次只选择一个边、面，框选时选则包含或相交的边、面。

块体 8 节点单元可以施加 8 个各类型边、面、体荷载，块体 21 节点单元可以施加 10 个各类型边、面、体荷载。同一单元荷载可以多次施加在一个单元上。

加在单元边上的荷载用体现荷载实际形状的图形表示，荷载中几何参数按实际比例绘制，荷载的数值注写在图形的相应位置。加在单元面上的荷载用注写在该面元中心位置的数值表示。加在单元上的体荷载用注写在块体单元元中心位置的数值表示，当块体单元填充时显示在填充色之外。图形和数字的颜色表示荷载所属的工况，从 0 工况开始依次是红、黄、绿、青、兰、粉红、白等。

通过图形参数(L)对话框可调整荷载图形的高度和格线的间距。如取消该对话框中的**荷载图形简化显示**选项，将显示荷载工况、方向等详细信息。荷载图形只表示荷载的形状，不体现荷载的方向。

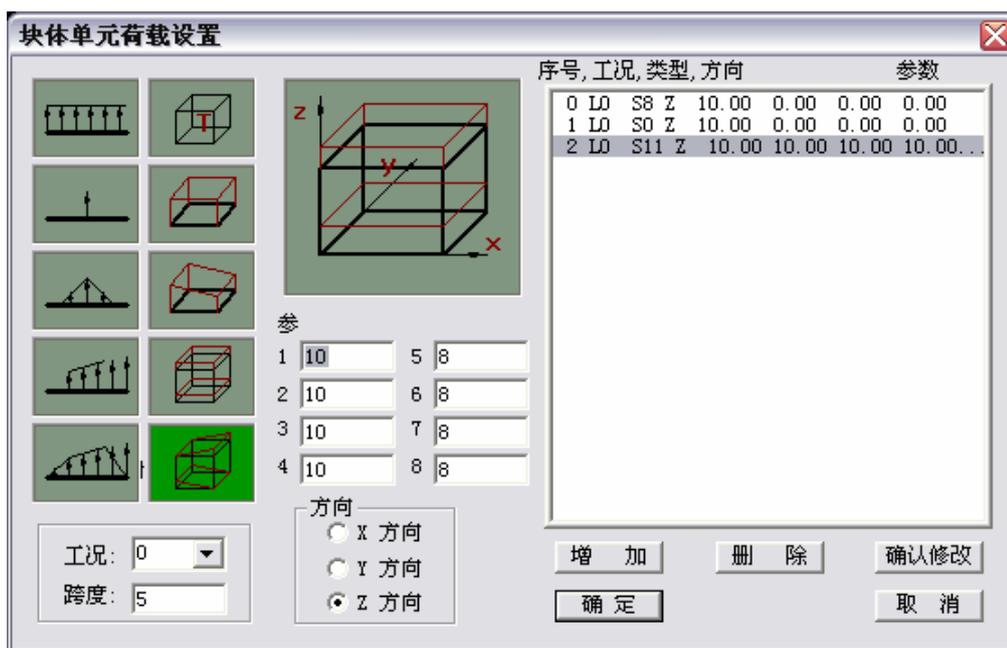
是否显示块体单元荷载在图形内容(L)对话框中通过**块体单元荷载**选项控制。当运行块体单元加载命令时，块体单元荷载被自动设置为显示状态，并在选择单元加载之前重绘图形显示已经输入的单元荷载。

单元荷载可用单元荷载删除命令(LoadDelete,Le, )删除，用单元荷载匹配命令(LoadMatch,Lm,)匹配修改。见本章第 11、12 条说明。

## 9、块体单元荷载设置

[LoadCubeSet,Cs; 菜单:荷载/9 块体单元荷载设置; (F5,上按扭 )]

该命令调用对话框设置块体单元荷载。在运行块体单元加载命令的过程中，按通用热键 F5，或上按扭 ，即调用该对话框。



对话框左上角 10 个图框，分别对应 10 种块体单元荷载类型。

前 5 种为加在块体单元边上的荷载：均布力、集中力、局部三角形分布力，局部梯形分布力、满布梯形力；

第 6 个为单元温度荷载；

第 7、第 8 为单元面荷载：面均布力、面不均匀满布力；

第 9、第 10 为单元体荷载：体均布力、8 角点插值满布体积力；

鼠标点取一个图框，该类型荷载的图形即显示右侧的大图框中。大图框中同时显示荷载的方向、各荷载参数的意义。

**方向**组合框中确定荷载的方向，块体单元荷载只按整体坐标系定义。荷载参数的几何长度均为单元的实际长度，如边荷载中得集中荷载的参数 1 为 1.0 时，表示加载点到单元起点的距离为 1.0m。选择了荷载方向后，对于边荷载，大图框中的荷载的方向即时被改变。

**参数**组合框中输入荷载类型的几何长度和荷载数值。不同类型参数不同，如均布力、弯矩只需一个荷载数值，局部三角形力则需表示起点、峰值、终点的三个几何长度和一个荷载数值。面均布力、体均布力为 1 个荷载数值，面不均匀满布力 4 个荷载数值，8 角点插值满布体积力有 8 个荷载数值。

输入荷载数值时须注意荷载的方向。对于力，与对应的坐标轴同向的为正，反向的为负。对于力矩，与对应的坐标轴满足右手法则的为正，否则为负。例如**建筑结构中的重力荷载**，沿 Z 轴方向，输入的荷载数值应为**负值**。

在**工况**下拉框中选定当前工况。荷载总体参数、节点荷载及网格荷载等各类荷载对话框中的当前荷载工况是同一值，在一个对话框中改变，其它对话框中跟随改变。

**跨度**输入框的数值只是为了准确地显示边荷载图形，不包含进荷载参数。

确定了荷载的各项参数后，点**增加**按钮，设置的荷载即作为一个新荷载添加到荷载列表的最后位置，并且颜色加深，表示是当前面荷载。列表中区别显示单元荷载的工况、类型、方向及荷载参数。对话框的操作方式同截面、材料对话框，可以修改、选择、删除已有单元荷载，这里不再详述。

点**确定**退出对话框后，所在行颜色被加深的单元荷载即为新的当前块体单元荷载。如在运行块体单元加载命令过程中调用该对话框，则当前荷载被显示在屏幕的左上角。下一次块体单元加载即采用该当前单元荷载。

**温度荷载**。第 6 个小图框(块体中有红色T字)表示温度荷载。温度荷载具有四个参数。第 1 个参数表示块体单元中点的温度变化值，即从 0 应力温度基础上增加或减小的温度数值。第 2~4 个参数为坐标 X、Y、Z 三个方向的温度变化梯度。温度梯度的单位为(度/m)，可以为负值，表示增加 1m 长度温度变化的大小。

## 10、节点荷载删除

[LoadJointDel,Je; 菜单:荷载/10 节点荷载删除; 右二按钮

该命令删除被显示的节点荷载。只有图形内容()对话框中**节点单元**、**节点荷载**选项处于被选中状态，该命令才被激活。

运行命令后，提示选择节点(节点单元)。可点选、框选，被选择到的节点荷载荷载即被删除。

只删除节点单元中被显示的荷载。如图形内容()对话框中荷载选项是显示全部荷载，则节点单

元上的全部节点荷载被删除，否则只删除被显示的当前荷载工况下的节点荷载。

当节点单元荷载被删除后，系统判断节点单元是否还有其它的节点单元属性，如节点约束、强制位移等。如节点单元不具有其他的单元属性，则删除节点荷载的同时，节点单元也同时被删除。被自动删除的节点单元可以与节点荷载一起被 Undo 恢复。

## 11、单元荷载删除

[LoadDelete,Le; 菜单:荷载/11 单元荷载删除; 右二按钮

该命令删除被显示的单元荷载，包括线单元、面单元和体单元。只要图形内容()对话框中线单元荷载、面单元荷载、体单元荷载等选项中的一项处于被选中状态，该命令即被激活。

运行命令后，提示选择节图形单元。可点选、框选，被选择到的单元上的全部显示荷载即被删除。

只删除单元中被显示的荷载。如图形内容()对话框中荷载选项是显示全部荷载，则单元上的全部荷载被删除，否则只删除被显示的当前荷载工况下的荷载。如仅显示线单元荷载，而面、体单元荷载不显示，则选则到的面、体单元的荷载也不被删除。可通过这些参数的设置，灵活选择删除部分单元荷载。

可通过在提示选择单元时，按 Shift+鼠标右键设置选择过滤，选择删除部分单元的荷载。

## 12、单元荷载匹配

[LoadMatch,Lm; 菜单:荷载/12 单元荷载匹配; 右二按钮

该命令实现同类型单元之间的荷载匹配。只要图形内容()对话框中线单元荷载、面单元荷载、体单元荷载等选项中的一项处于被选中状态，该命令即被激活。

线单元中的直线、梁单元、柱单元相互之间匹配。面单元中墙单元、板单元、平面 4 节点单元、平面 8 节点单元之间匹配。块体单元中的块体 8 节点单元、块体 21 节点单元之间匹配。

运行命令后，提示选择需匹配的单元，可点选、框选，可重复选，选择时不区分单元类型。点右键结束选择后，提示：

LoadMatch: 选择目标单元：

目标单元只能点选，选择不中提示再选，如直接点右键中断命令。

选择到目标单元后，以前选择单元中，与目标单元属于同一类的单元的荷载，完全采用与目标单元的相同的荷载设置。被选择单元与目标单元类型不同的荷载不改变。

如目标单元的荷载个数大于需匹配单元最大容许荷载个数，多余的荷载被截除。弱板单元容许 8 个单元荷载，而平面 8 节点单元只容许 6 个单元荷载，如目标单元为板单元，则平面 8 节点单元只取板单元的前 6 个单元荷载。

荷载匹配对所有单元荷载，不被显示的工况的荷载也被匹配。需匹配单元原有荷载被全部清除，如目标单元的单元荷载为 0，则相当于删需匹配单元的荷载。

在选择匹配单元，均可按 Shift+鼠标右键设置选择过滤。选择目标单元时，不能设置选择过滤。

## 第九章、特殊荷载

本章讲述主菜单**特殊荷载(S)**下的各项命令的使用方法。本章命令涉及网格加载、风荷载、温度荷载、移动荷载、体加载等特殊的、综合性的荷载设置方法。

网格荷载时 Prep 系统的特有荷载类型，从建筑结构的平面荷载延伸而来。不但能导算建筑结构楼面荷载，而且能导算任意复杂结构的空分布荷载。系统中网格荷载本身作为一种特殊的单元类型，与组成网格的单元建立联系，但又有相对的独立性，可以复制、删除，具有极大的灵活性和适应性。网格荷载需先形成加载网格，即网格荷载单元，然后在加载网格单元上施加面荷载或空分布荷载。

Prep 系统提供了多种导算风荷载的方法。可按结构外轮廓的简化方法导算风荷载，可将风荷载导算至结构的外围节点，也可形成网格单元后在网格单元上导算，对于镂空结构可按梁柱单元的外轮廓导算。灵活运用这些方法，可以满足各种结构类型的风荷载导算。

温度荷载在前面第八章讲述了按各单元设置温度荷载的方法，本章将讲述通过设置空温度场的方式设置温度荷载。定义温度场比设置单元荷载更简便、更直观。

### 1、平面加载网格

[MeshPlain,Me; 菜单:特殊荷载/1 平面加载网格; 右二按钮

该命令形成网格荷载单元。XY 平面显示状态时，该命令被激活，其它显示状态下被禁止。具体说明见下一条内容。

### 2、投影平面加载网格

[MeshPlainPrj,Mep; 菜单:特殊荷载/2 投影平面加载网格; 右二按钮

该命令形成网格荷载单元。非 XY 平面显示状态时，该命令被激活，XY 平面显示状态下被禁止。

下面同时讲述平面加载网格、投影平面加载网格两命令的操作方法。

运行命令后提示选择图形，对于梁、柱、直线是选择单元，对于面单元、体单元是选单元边线。可点选、框选，可重复选。当点选时，可以同时选取多个单元，对于面、体单元只选取一条边线，同时有多条边时取最顶边。框选时，面、体单元的边线被包含或被相交时即被选取，同一单元可以有几条边线同时被选择。

兼顾建筑结构的特点，在 XY 平面显示状态用平面加载网格命令选择图形时，柱不被选择，墙只取顶边。两种命令均自动过滤掉节点单元、圆。

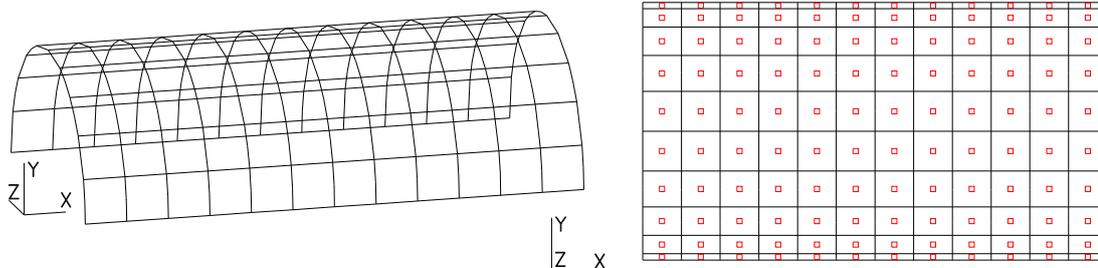
点右键结束选择，则形成加载网格单元。加载网格单元显示在网格的几何形心，用实心的正方形框表示。方框的大小与节点小圈的大小成比例，可通过调整节点小圈的大小调整其尺寸。方框的颜色表现网格荷载的导荷模式，见下一条导荷模式的说明。

网格荷载作为一种特殊的图形单元，首先与围成网格的线单元、面体单元边线组成的封闭网格关联。当组成网格的单元被改变或删除，网格即不成为完整网格，该网格荷载即成为空网格荷载。空网格荷载显示为白色，可用数据整理命令(DataClear, Dc, )、单元整合命令(ElemConform, Ec, )检测。

网格荷载具有独立的单元属性，记录荷载导荷模式，记录面荷载大小、方向、荷载投影模式等参数。对于由于网格不完整形成的空网格单元，仍记录有已经添加的各类属性。网格荷载可以被复制、删除。

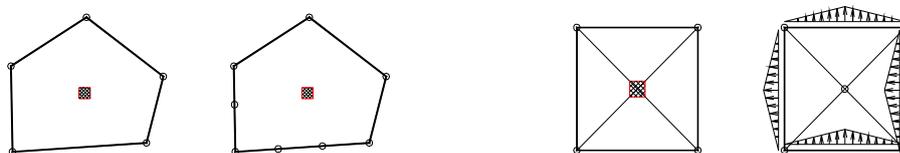
### 有关网格荷载的说明

- 1、形成网格荷载时，辅助图形弧可以作为网格荷载的边界，取弧起点、终点之间的连线参与计算。
- 2、网格边线不能重叠。完全重合的边线，即两端点均相同的边线系统能自动删除。但对于部分重叠的边线，将导致计算错误。
- 3、在任何情况下，封闭网格在当前视图上不能重叠，即显示在屏幕上的图形不能相互叠合。如下图左侧所示空间半圆柱面，可在三维图形旋转对话框()中选择上视图角度，完全展开为如右侧所示图形，即可一次形成所有网格荷载。



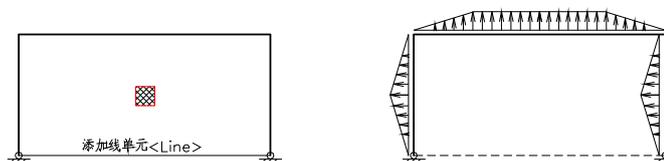
- 4、当图形单元被编辑改动时，即变成一个新的单元。如用修剪(Trim, T, )命令截断一个梁时，被截断的梁是另外一个梁。再如将一个单元移动(Move, M, )后又移回到原位置，也成为另外一个单元。在这些情况下，组成网格荷载的网格即为不完整网格。

5、当网格不完整形形成空网格荷载时，可重新运行形成网格荷载的命令形成新的网格荷载。如网格的形状未改变，形成网格的过程中原网格荷载单元自动与新的网格建立联系，原网格单元中施加的荷载信息仍然不变。如下图左侧所示，网格边被断开但网格形状未改变，因此新网格单元仍与原网格单元重合。



- 6、形成网格荷载时，可按实际情况选择部分构件作为网格荷载的网格。如上图右侧所示，中间十字形撑杆不承担面荷载，可选择周边构件形成网格荷载。

7、可添加辅助图形(线、弧)形成封闭网格导算网格荷载，如下图所示底层框架，可在柱脚连线单元，导算墙面荷载。要求辅助图形始终不被删除，如删除则网格不完整，导算的网格荷载将被忽略。同时，辅助图形上导算的单元荷载也被忽略。



- 8、对于面体单元，尽可能安单元分布荷载中的面荷载加载。因为单元上可施加的单元荷载个数有

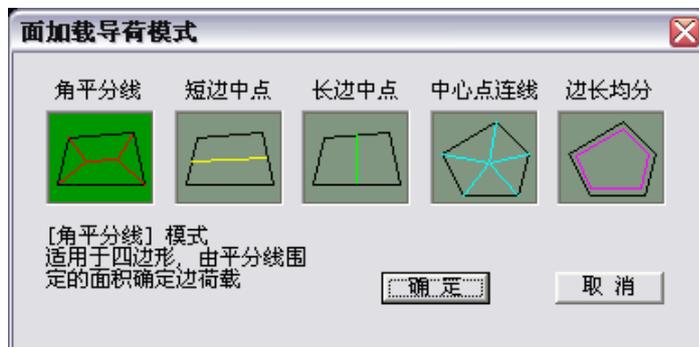
限，用网格荷载导算是形成 4 个边荷载，而用面荷载的方式只需一个荷载。再者面、体单元中用高斯积分的方式导算荷载，而网格荷载只是一种近似的计算方法。

### 3、网格导荷模式

[MeshMode,Mh; 菜单:特殊荷载/3 网格导荷模式; 右二按钮

该命令设置网格荷载的导荷模式。运行命令后弹出下面的对话框。网格荷载有 5 种导荷模式，分别对应对话框中的 5 个图框。

导荷模式中涉及的网格形状，指网格角点连线围成的多边形的形状。如同一边内有多断点，则共线断点被忽略。



**角平分线**模式。适用于凸四边形，不要求为矩形。由角平分线连线分四边形成 4 部分，分别施加到各边上。形成的单元分布荷载为梯形荷载、三角形荷载。

**短边中点**模式。适用于凸四边形，不要求为矩形。从最短边的中点向对边中点连线，分四边形为两部分。两部分分别按面积计算总荷载，折算成均布荷载加在对应的长边。

**长边中点**模式。适用于凸四边形，不要求为矩形。从最长边的中点向对边中点连线，分四边形为两部分。两部分分别按面积计算总荷载，折算成均布荷载加在对应的短边。

**中心点连线**模式。适用于凸多边形，最少 3 边。从多边形的中心向各角点连线，分成的三角形范围内的荷载作为三角形荷载，加到各边。对于三角形荷载最大值点位于边长度范围以外的情况，等效成均布荷载。

**边长均分**模式。适用于凹多边形，凸多边形也可使用，最少 3 边。将多边形内总的面积荷载，按各边边长均分。最终形成各边均布荷载。

系统有很强的自动检测功能。对于角平分线、短边中点、长边中点三种导荷模式，如系统检测网格不为凸四边形，则自动转换为中心点连线模式。如多边形为凹多边形，所有模式均转换为边长均分模式。因此除短边中点、长边中点模式外，其它情况均可设为角平分线模式。

选择对话框中的一种导荷模式，点**确定**退出对话框后，即提示选择网格荷载单元。可点选、框选，被选中的网格荷载单元导荷模式即被改变。点右键结束命令。

一次操作结束后，被选择的导荷模式即被设为当前模式。下次形成网格荷载单元时，隐含采用当前模式。

## 4、 网格加载

[MeshData,Md; 菜单:特殊荷载/4 网格加载; 右二按钮

该命令向网格荷载单元上加载, 施加的荷载为网格面的平均荷载, 包括荷载工况、荷载大小、荷载方向、荷载投影模式等, 见下面第 5 条的说明。

运行命令后, 当前网格荷载参数显示在屏幕的左上角。如需修改, 按通用热键 F5 即可启动网格加载数值对话框对话框, 见下面第 5 条说明。在对话框设置新的参数后, 按确定退出对话框, 新的荷载参数即作为当前参数显示在屏幕左上角。

运行命令后, 提示选择网格单元, 可点选、框选, 被选择的网格单元即按当前参数加上网格荷载。

网格荷载单元上可以施加 4 种工况的荷载, 每个工况只添加一种荷载。同一工况后输入的参数将替换先输入的参数。当需要删除一个工况的荷载时, 可将该工况的荷载数值改为 0。如楼板开洞无面荷载, 只需删除该位置的网格荷载单元即可。

网格荷载参数用注写在网格单元的方框附近。在**荷载图形简化显示**状态下(图形参数对话框中设置), 只标注荷载数值。否则标注荷载工况、面载投影模式、荷载方向等详细参数, 如标注:

<G L0>-5.0Z

括号内的第 1 个字母表示面载投影模式, G 表示按整体坐标投影, F 表示面投影, P 表示垂直面投影, 各投影模式的意义见下面第 5 条的说明。括号内的第 2 个参数表示网格荷载的工况序号, L0 表示为第 0 工况。

括号后的数值表示面荷载的大小, 单位为 $\text{kN/m}^2$ , 数值的正负号表示与所在方向同向或反向。最后一个字母表示荷载的方向, Z 表示荷载与 Z 轴平行。

数字的颜色表示荷载所属的工况, 从 0 工况开始依次是红、黄、绿、青、兰、粉红、白等。

是否显示网格荷载单元在图形内容对话框中通过**网格荷载**选项控制。当运行网格加载命令时, 网格荷载单元被自动设置为显示状态, 并在选择单元加载之前重绘图形显示已经输入的单元荷载。

## 5、 网格数值设置

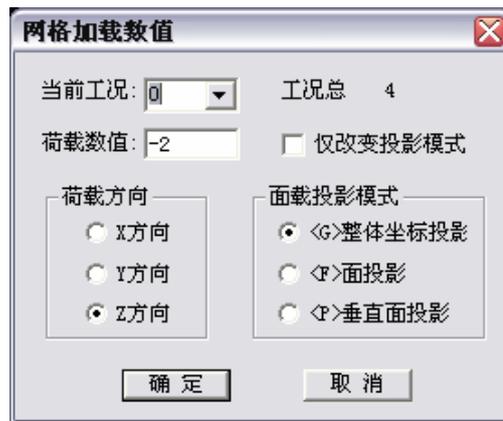
[MeshDataSet,Mds; 菜单:特殊荷载/5 网格数值设置; (F5,上按钮

该命令通过如下对话框设置网格荷载的各项参数。在运行网格加载的命令过程中, 按通用热键 F5, 即可启动该对话框。

**当前工况**下拉框中用于设定当前需添加网格荷载所属的工况。该数值与其他荷载参数设置对话框中的当前工况是同一值, 在一个对话框中改变, 其它对话框中跟随改变。

**荷载数值**输入框用于输入面荷载数值。荷载单位为 $\text{kN/m}^2$ 。荷载数值的正负号体现荷载的方向, 与对应的坐标轴同向的为正, 反向的为负。例如**建筑结构中的重力荷载**, 沿 Z 轴方向, 输入的荷载数值应为**负值**。

**方向**组合框中确定荷载的方向, 网格荷载按整体坐标系定义。系统隐含为 Z 方向, 对于建筑结构导算楼面荷载时, 可直接采用隐含值。



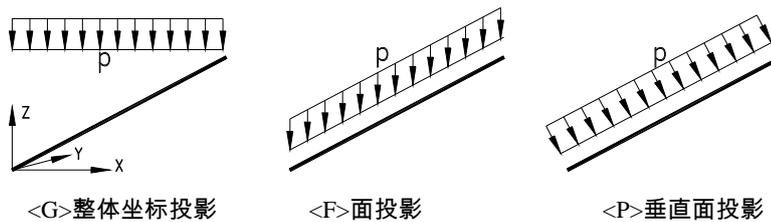
**面载投影模式**组合框中网格荷载的投影模式。网格荷载

**<G>整体坐标投影**。该模式荷载方向按选定的方向，受荷面积按网格在荷载方向上的投影面积计算。系统隐含采用这种模式，建筑结构中导算水平面楼面的荷载时，可直接采用该隐含设置。

**<F>面投影**。该模式荷载方向按选定的方向，受荷面积直接按网格的空间几何面积。

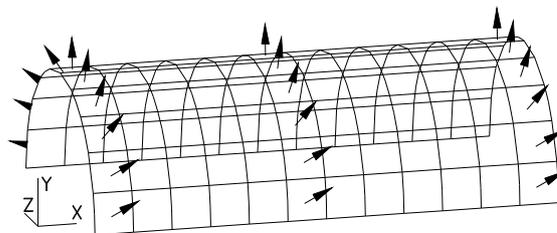
**<P>垂直面投影**。该模式不设定荷载的方向，荷载方向垂直于网格平面。受荷面积直接按网格的空间几何面积。

三种投影模式的意义如下图所示：



垂直面投影模式下的荷载按网格的空间位置，向三个坐标轴方向投影。某一方向的荷载数值大于一定值时，将形成该方向的分布荷载。如上图所示平面平行于 Y 轴，按垂直面投影模式导算将形成 X、Z 两个方向的单元荷载。

垂直面投影模式的荷载与空间网格的法向量平行，当输入的数值为正时，与法向量同向，否则反向。网格的法向量在形成网格荷载单元时即确定，为当时视图显示状态下，从屏幕内部指向操作者。如本章第 2 条中的半圆柱面，当在三维图形上视图角度形成网格荷载单元时，网格的法向量如下图所示，由圆心指向柱面。当然，如果形成网格荷载单元时不是上视图，而是采用下视图，则法向量的方向将相反，即由柱面指向圆心。



三种投影模式导算到网格各边上的单元荷载，均按线单元荷载、面单元的边荷载的定义方式相同，即单元荷载的几何参数按实际尺寸，

**仅改变投影模式**选项。当选中该选项时，按确定退出对话框后，将仅修改网格荷载的当前荷载工

况的投影模式。在一般情况下，同一工况只会采用一种投影模式，选中该选项可以大范围修改荷载的投影模式，而不改变已经设定好的其它参数。

## 6、网格删除

[MeshDel,Dm; 菜单:特殊荷载/6 网格删除; 

该命令删除网格荷载单元。运行命令后提示选择网格荷载单元，可点选、框选，可重复选，只选择网格荷载单元。点右键结束选择后，被选择的网格单元即被删除。

对于电梯洞口等楼板开洞时面荷载为 0 的情况，可以通过删除该部位的网格荷载实现。

## 7、网格复制

[MeshCopy,Cm; 菜单:特殊荷载/7 网格复制; 

该命令复制网格荷载单元，操作方式与复制命令(Copy, )相同。网格复制命令同样为多重复制。

被复制到新位置的网格单元保留原单元的荷载数值、工况、方向、导荷模式、荷载投影模式，但未与新位置单元网格建立联系，为空网格荷载，显示为白色。

需运行形成平面加载网格命令(MeshPlain,Me, )、或投影平面加载网格命令(MeshPlainPrj,Mep, )形成新的网格荷载。如由复制形成的网格荷载单元位于网格的形心，被复制网格荷载单元自动与新的网格建立联系；如不在网格的形心，将形成新的网格荷载单元，这时复制形成的网格荷载单元可删除。

## 8、体加载

[LoadBody,Lby; 菜单:特殊荷载/8 体加载; 

通过设置空间荷载场，为块体 8、21 节点单元施加复杂体荷载。先由对话框设置空间荷载场。



体荷载场由空间两点的荷载值定义，块体元各角点向两点连线作垂点，由垂点坐标在两点的荷载值间差值确定该角点的荷载数值。

在上图对话框中输入**第一点**、**第二点**坐标值，并输入两点的荷载数值。点**确定**退出对话框，提示：

LoadBody: 选择块体单元加载:

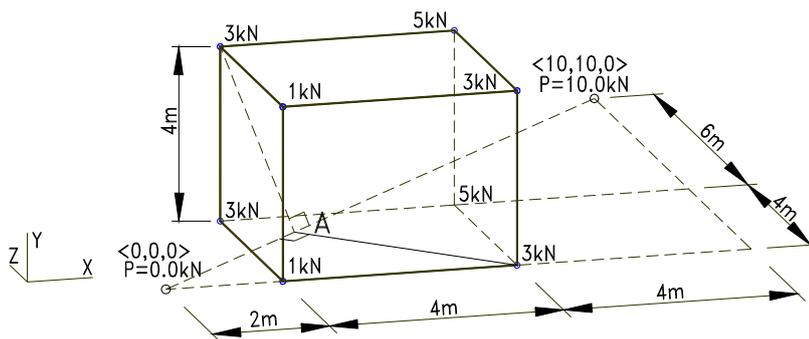
用鼠标选择块体单元加载，被选择的块体单元即被加上体荷载。

当两点的荷载值相同时，添加的是体均布力；当两点荷载值不同时，添加的是 8 角点插值满布体积分力。荷载场的范围不受定义荷载场的两点坐标限制，所有被选择的体单元均按插值确定其体荷载。

对于复杂的体积力，采用体加载的方式可以避免计算单元每个角点的荷载值，且不需判断单元的角点顺序，将为操作提供很大的便利。

### 例 9.8

设有空间荷载场，第一点(0,0,0)，荷载值 0.0kN，第二点(10,10,0)，荷载值 10.0kN。块体单元为正方体，边长 4m，底面位于 Z=0.0m 高度。最终得到的体单元体荷载在各角点的荷载值如下图所示。



## 9、风荷载参数设置

[LoadWindSet,Lws; 菜单:特殊荷载/9 风荷载参数设置; 

该命令设置风荷载参数。如荷载总体参数设置对话框中(见第八章第 1 条)设置不计算风荷载，则该

命令被禁止。只有调用过该对话框后，才能运行风荷载加载命令(见下面第 10 条)添加风荷载。

风荷载时余结构整体相关的荷载，一般需结构构件输入完毕后才可设置和导算风荷载。

### 基本参数

**方向数**框内输入计算风荷载的方向个数，也就是风荷载的工况数。最少为 1，最多为 4。**起算高度**指开始计算风荷载的高度，一般为地下室高度。起算高度将被传递到后处理Archi，作为地下室的高度。**结构类型**中选择结构类型，主要用途在于估算结构基本周期。在后处理Archi中将重新判断结构类型。其它参数根据《荷载规范GB50011-2002》规定取值。

Direction	R	L	Us
0	0	2	1.300
1	90	3	1.300

### 风荷载方向设置

组合框内列表显示各风荷载的方向(与 X 轴夹角)、所属工况、体型系数。

**夹角**的值在 0~180 度之间，由于在最后的荷载组合中，风荷载分别按正、负值参与组合，夹角为 180 度的两个风荷载效果相同。隐含为第一风荷载沿 X 轴方向，第二风荷载沿 Y 轴方向。

隐含两个风荷载**工况**，X 向为第 2 工况，Y 向为第 3 工况。

**体型系数**在按结构外轮廓导算风荷载时才有用(见下面第 10 条)，输入的数值应为应风面、背风面的体型系数之和。当风荷载导算至外围节点时，需另外设置体型系数。

在列表中选中某一风荷载，在下面各控件中改变各参数，则列表中的值即时被改变。

### 结构轮廓尺寸

每次调用对话框时，系统将自动判断当前结构的最大外轮廓尺寸。第一次调用对话框时，直接采用系统判断的结果；以后调用时，将给出提示，由用户选择采用判断结果或以前输入的数值。

结构轮廓尺寸仅用于按近似方法计算结构的基本周期，风荷载的另外按各层的实际尺寸计算。当结构在竖向外形尺寸又变化时，宜取其平均值。

### 基本自振周期

系统隐含作为多高层建筑结构，按现行《荷载规范GB50009-2001》方法计算风振**脉动增大系数**、**脉**

**动影响系数**。如为其他结构类型，如高耸结构，需按相应规范，另外输入这两个数值。

## 10、风荷载加载

[LoadWind,Lw; 菜单:特殊荷载/A 风荷载加载; 

该命令添加结构水平风荷载。

如果运行该命令之前未运行风荷载参数设置命令(LoadWindSet,Lws,) (见本章前面第 9 条)，系统自动调用该对话框设置风荷载参数。

风荷载导算，分完全刚性楼层假定、非完全刚性楼层假定两种模式。在完全刚性楼层假定下，作用于楼面内各点的水平风荷载，在最终计算中均转化为楼层刚性点(主节点)的总体荷载，因此可以简化为按楼层外轮廓导算风荷载。

在非完全刚性楼层下，如计算弹性楼板、结构错层时，仍将风荷载计算为每层的集中荷载是不正确的，这将导致风荷载作用于楼面的某一个点，使该点的周边的单元受力过大。在不满足完全刚性楼层假定条件时，风荷载应按实际的迎风面、背风面，将风荷载导算至外围的节点。

Prep 考虑到这种因素，在两种模式下导算风荷载的操作模式不同。

### 完全刚性楼层假定下导算风荷载

完全刚性楼层假定模式下，风荷载按结构外轮廓导算。根据命令运行时的楼层列表中楼层设置情况，在风荷载导算之前提示检查楼层设置是否正确。

取每个楼层迎风面的轮廓尺寸，按楼层高度导算。每层的风荷载均分至上、下楼面。在这过程中不需用户干预，程序采用风荷载参数设置对话框中设置的参数，自动完成荷载导算。

导算结束后，弹出对话框，显示导算的各楼层风荷载的数值。

形成计算数据文件时设置为完全刚性楼层假定时，按外轮廓导算的风荷载才被写入计算数据文件。如形成计算数据文件时，不设置为完全刚性楼层假定，按外轮廓导算的风荷载将被忽略。

### 非完全刚性楼层假定下导算风荷载——导算到外围节点

非完全刚性楼层假定模式下，风荷载导算到结构的外围节点。这时需用户选择结构的外围节点。运行命令后，提示：

LoadWind: 选择节点:

可点选、框框，可重复选。选择的节点不少于 3 点，且不能在顺风方向上重合。被选择的节点之间被认为是连续的结构面，风荷载满布作用在结构面上。点右键结束选择后，将弹出如下对话框。

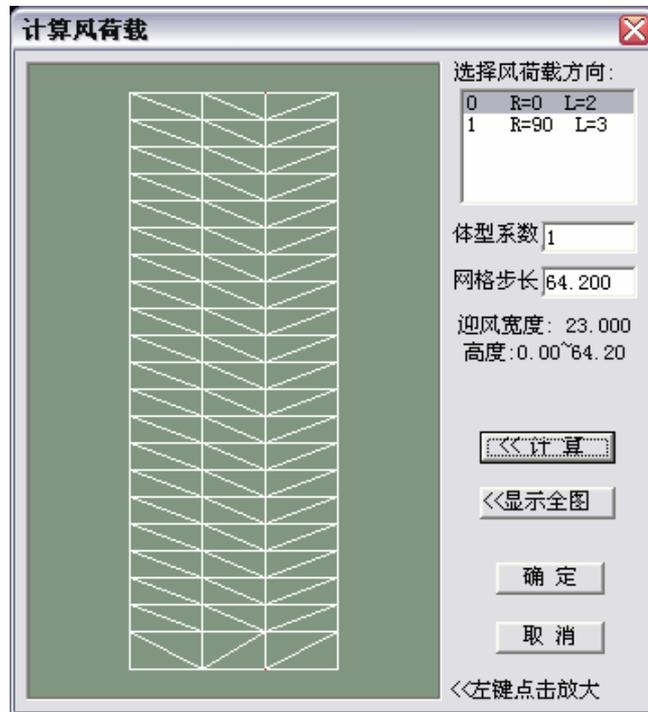
在弹出对话框之前，系统将根据隐含的当前风荷载工况，检测选择点是否在顺风方向上重合。如有节点重合将给出提示。如本次导算的风荷载工况与隐含的当前风荷载工况不同，启动对话框后，在对话框中选择正确的风荷载工况，将不影响操作。

对话框左侧为图形显示框，用于显示被选择的节点在迎风面投影展开图形。鼠标点击图形框，将以点击点为中心放大显示图形。点右侧**显示全图**按钮恢复显示全部图形。

对话框右上角为设定的风荷载列表，显示了各风荷载工况的方向、所属的工况。颜色加深的行为

当前风荷载工况。可鼠标选择列表，改变当前风荷载工况。

**体型系数**框内输入本次导算的体型系数。该体型系数与风荷载参数设置对话框中的体型系数不同，分迎风面、被风面分别输入。如垂直墙体在迎风面为 0.8，在被风面为 0.5，被风面的吸力应输入正值。而在荷载总体参数对话框中，垂直墙体应输入总体体型系数 1.3。



**网格步长**框内输入连接各点成面的步长，系统将根据该长度为半径连接各点成面。隐含步长为输入各点的最大宽度。网格步长宜输入合适的值，使各点连线成三角形。

**计算**按钮被点击后，先根据输入的步长连接各点成三角形网格，然后计算各三角形网格面积和该面积范围内的风荷载数值，最终将三角形上风荷载转化为节点风荷载。

在风荷载列表中选择正确的风荷载工况，输入体型系数、网格步长后，点**计算**按钮即完成风荷载的导算过程。

点计算按钮后，左侧图形框内显示节点被连接成网格的情况。可鼠标左键点击相应位置放大图形查看。如有部分点未连接，或网格不完全是三角形，需增大网格步长的数值，重新点计算按钮计算。如网格超出实际的外轮廓范围，需减小网格步长再计算。

处理结束后，点确定退出对话框，被选择节点上即被加上风荷载，荷载数值显示在节点附近。添加风荷载的过程可以被 **Undo** 撤销。

节点风荷载的显示受图形内容( )对话框中**节点荷载**、**风荷载**两个选项控制，当两者之一处于被选中状态时，节点风荷载即被显示。

### 有关风荷载按外围节点导算的说明：

1、风荷载是面荷载，而选择的是离散点，需将点连成面，才能计算各点的受荷面积而计算承担的风荷载。因此需将节点连线成网格，才能导算风荷载。

2、各网格按在迎风面上的投影计算受风面积，导算的节点风荷载为顺风向的水平力。对于空间曲面，按这种模式不能导算曲面垂直风荷载。

3、加载外围节点上的风荷载是一种节点荷载。与一般节点荷载相同，系统自动在该节点位置生成一个节点单元。节点风荷载可以通过节点荷载删除命令(LoadJointDel,Je,🗑️)删除，也可以通过删除节点单元的方式删除。

4、一个节点可以导算多个同向或不同向的风荷载。作为节点单元，一个节点单元可同时施加 10 个节点荷载或节点风荷载。

5、对于存在局部刚性楼层(主从节点)的情况，施加在节点上的水平风荷载在计算模块 Strat 中将被自动转移到对应的主节点上，不须用户干预。

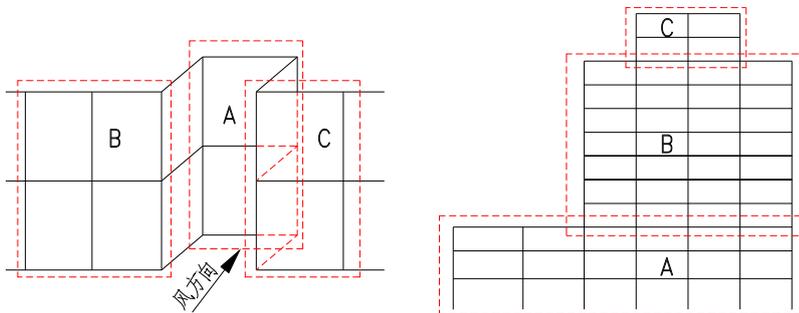
### 同时用两种模式导算的说明：

1、对于完全刚性楼层的结构，也可以在导算风荷载之前临时取消完全刚性楼层假定，按外围节点导算风荷载。导算到外围节点的风荷载在计算模块将被自动转移到主节点上。

2、如同时用两种模式导算，则根据最终形成计算数据文件时的是否采用完全刚性楼层假定确定：如采用完全刚性楼层假定，则两种风荷载均采用，这时需注意风荷载是否多算；如不采用完全刚性楼层假定，则按外轮廓导算的风荷载被忽略，只采用按外围节点导算的结果。

### 例 9.10

如下图左边的凹槽立面。需将凹槽底部 A 部分单独加载，这时可考虑凹槽的特殊体型系数。另外凹槽两侧 B、C 部分也应分别加载。如不计凹槽部位的特殊风荷载体型系数，也可以 B、C 部分同时加载，但注意不能选中凹槽 A 部分的节点，否则节点重合不能导算。



如上图右边的立面，结构两次内收。如同时对所有节点加风荷载，需选择合适的网格步长，避免网格超出结构的外轮廓，导致荷载多算。也可分成图示的成规则矩形的三个部分分别导算风荷载。这时各部分之间的节点被两次导算，但荷载的总量不变化。

## 11、风荷载-网格加载

[WindMesh,Wm; 菜单:特殊荷载/B 风荷载-网格加载; 🗑️]

该命令将风荷载导算到网格荷载单元上。这种方法将可实现导算空间曲面的垂直风荷载。

如果运行该命令之前未运行风荷载参数设置命令(LoadWindSet,Lws,🗑️) (见本章前面第 9 条)，系统自动调用该对话框设置风荷载参数。运行该命令之前，须先形成网格荷载单元。如运行命令时，网格荷载单元被关闭(图形内容对话框🗑️)，系统将自动设置为显示状态，并在提示操作之前显示图形。

运行命令后，提示：

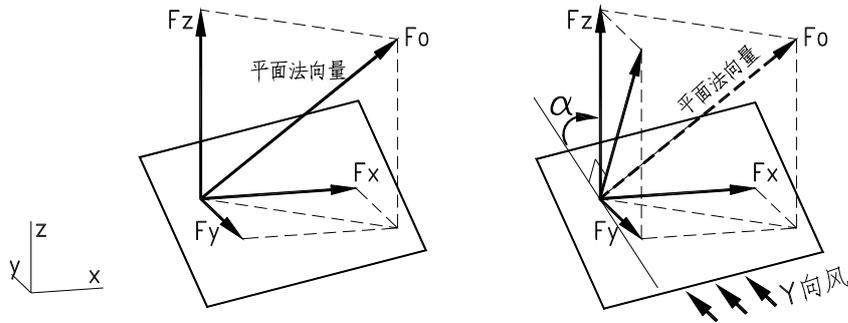
WindMesh: 选择网格荷载单元，添加风荷载：

鼠标选择网格荷载单元，可点选、框选，可多重选。点右键结束选择后，将弹出如下对话框设置本次导算的参数。



对话框右上角为设定的风荷载列表，可鼠标选择列表，改变当前风荷载工况。**体型系数**框内输入本次导算的体型系数。

面载投影模式组合框内选择风荷载的投影模式。**整体坐标投影**模式按网格在迎风面的投影面积计算风荷载。**垂直面投影模式**，按网格的实际面积计算总的风荷载，然后按网格平面与顺风方向的夹角，将总的风荷载分成竖直分量和水平分量。与面荷载的垂直面投影模式不同，这里计算竖直、水平分量根据网格平面在顺风方向的倾斜角度确定。如下图所示空间平面，左侧为按垂直面投影模式导算面荷载，荷载 $F_0$ 按平面法向量在XYZ方向的投影分别形成 $F_x$ 、 $F_y$ 、 $F_z$ 分量；右侧为按垂直面投影模式导算Y向风荷载，形成的顺风方向的风荷载 $F_0$ ，按平面在顺风方向的倾角 $\alpha$ 分成竖直分量 $F_z$ 和水平方向的分量 $F_y$ (由于风的方向与X轴垂直，X向分量 $F_x$ 为0)。



在对话框中设置参数后，点确定退出。被选择的网格单元上即被添加上风荷载。风荷载移网格中心点的风荷载表示。

添加在网格单元上的风荷载，除了前面讲述的投影模式不同外，其它属性同一般的网格荷载。与一般的网格面荷载一样，可以被复制、删除。

## 12、风荷载-单元加载

[WindElemh, We; 菜单:特殊荷载/C 风荷载-单元加载; 

该命令将风荷载直截导算到梁单元、柱单元上。适用于围护构件、无围护的镂空结构，或者导算平面结构的侧向风荷载。

如果运行该命令之前未运行风荷载参数设置命令(LoadWindSet,Lws, ) (见本章前面第9条)，系统自动调用该对话框设置风荷载参数。运行该命令之前，须先形成网格荷载单元。如运行命令时，网格荷载单元被关闭(图形内容对话框 )，系统将自动设置为显示状态，并在提示操作之前显示图形。

运行命令后，提示：

WindElem: 选择梁、柱单元：

鼠标选择图形单元，自动过滤掉非梁柱单元，可点选、框选，可多重选。点右键结束选择后，将弹出如下对话框设置本次导算的参数。



对话框右上角为设定的风荷载列表，可鼠标选择列表，改变当前风荷载工况。体型系数框内输入本次导算的体型系数。单元宽度框内输入单元构件在迎风面上的投影宽度，对于平面结构导算侧向风荷载时，需输入结构平面外的受荷宽度。

面载投影模式组合框内选择风荷载的投影模式。整体坐标投影模式按梁柱在迎风面的投影长度计算风荷载。垂直面投影模式，按梁柱的实际长度计算总的风荷载，然后按梁柱在顺风方垂直平面内的投影角度，将总的风荷载分成垂直分量和水平分量。采用该模式，可以实现平面结构倾斜屋面的风荷载导算。

如选择的梁柱构件是围护结构，需考虑阵风影响，可选中围护结构选项。这时下面的阵风系数选项被激活，需输入构件所在高度的阵风系数(见《荷载规范GB50009-2001》第7.5条)。

点确定退出对话框后，被选择的梁柱单元即被加上风荷载。风荷载作为梁柱单元的单元分布荷载，与一般单元荷载一样操作。

## 13、移动荷载设置

[LoadMove,Lmv; 菜单: 特殊荷载/D 移动荷载设置]

Strat 系列软件支持多工况的移动荷载，每个移动荷载工况的可以包含多种移动荷载。移动荷载的设置独立于单元，只需输入移动荷载的起、止位置，由程序自动寻找单元、或节点加载。

移动荷载通过如下对话框设置。



对话框左上角组合框设置移动荷载工况。点**增加移动荷载工况**按钮，将弹出一个对话框输入该移动荷载工况的计算点数，计算点数不小于2，退出对话框后该工况即显示在列表中。双击列表中的某一工况，可修改输入的计算点数，如修改后的计算点数小于，则该移动工况被删除。列表中颜色被加深的行为当前移动工况，可鼠标选择改变。

输入移动荷载工况后，鼠标选中合适的当前工况，在下面各控件中输入移动荷载的起、止点三维坐标，和荷载的三个分量 $F_x$ 、 $F_y$ 、 $F_z$ ，点**增加**按钮，该移动荷载即被添加到右侧的列表中。被添加到列表中的移动荷载，可以被修改、删除。鼠标选择列表中的一项，则该移动荷载的各参数显示在左侧的各控件中，修改各参数后，点**确认修改**按钮即完成修改。

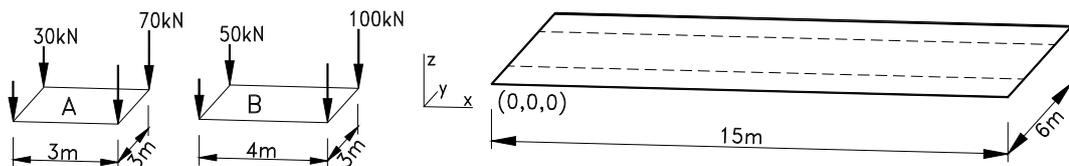
一个移动荷载工况中可以有多个移动荷载。与其它参数设置对话框不同，增加移动荷载时不判断相同的荷载，如有相同的荷载则各荷载同时作用。

**加载搜寻精度**框内输入系统寻找单元的几何长度，单位为米(m)，可输入一个合适的值。系统根据该长度，在各计算点附近找节点、或单元，如为找不到有效节点或单元，该计算点将不被计算。

在 Strat 软件各模块中，移动荷载作为一种特殊的静力荷载，自动被置于静力荷载之后、地震作用之前，完全又系统管理。在建筑结构专用后处理模块 Archi 中，取移动工况中各计算点在构件中产生内力的最大值，隐含作为活荷载参与构件验算。可参见 Archi 的使用手册中的荷载组合部分的说明。

### 例 9.13

如下图右侧所示桥面，需验算左侧所示两种汽车的移动荷载作用。可设两个移动荷载工况，各工况的计算点数均为10。则可按如下方式输入参数。



汽车 A，属于第 0 移动工况，计算点数 10，包含 4 种移动荷载：

起点(0,1.5,0)，终点(12,1.5,0)，荷载  $F=(0,0,-30)$

起点(0,4.5,0)，终点(12,1.5,0)，荷载  $F=(0,0,-30)$

起点(3,1.5,0)，终点(15,1.5,0)，荷载  $F=(0,0,-70)$

起点(3,4.5,0)，终点(15,4.5,0)，荷载  $F=(0,0,-70)$

汽车 B，属于第 1 移动工况，计算点数 10，包含 4 种移动荷载：

起点(0,1.5,0)，终点(11,1.5,0)，荷载  $F=(0,0,-50)$

起点(0,4.5,0)，终点(11,1.5,0)，荷载  $F=(0,0,-50)$

起点(4,1.5,0)，终点(15,1.5,0)，荷载  $F=(0,0,-100)$

起点(4,4.5,0)，终点(15,4.5,0)，荷载  $F=(0,0,-100)$

## 14、温度场荷载设置

[LoadTemp,Lpt; 菜单: 特殊荷载/E 温度场荷载设置]

Prep 的温度荷载可按单元荷载直接添加到各单元上(见第八章各单元荷载输入的说明),也可按温度场的方式定义。两种方式输入的温度荷载叠加,可将两种输入方法相结合,以简化输入操作。

温度场通过如下对话框设置。系统自动处于温度场中的构件单元,按温度场模式计算温度荷载。



温度场的定义有 3 种模式：

1. 一点输入，整体相同。要求输入一个点的坐标，并输入该点的温度值，和 XYZ 三方向的温度梯度。施加所有单元。

2. 两点输入，整体线性差值。要求输入两点坐标，和这两点的温度值。将根据两点的温差计算温度梯度。施加所有单元。

3. 矩形框范围内，XYZ 梯度差值。要求输入 xyz 坐标均不相同的两点，和这两点的温度值。由输入的这两点形成空间长方体，在长方体范围内的单元加温度荷载，矩形框以外的构件单元不加载。

选择一种温度场模式，按提示在对话框中各控件内输入相应的参数，点**增加**按钮将设置的温度场参数添加到列表中，即完成一个温度场的设置。

输入的**温度值**均为产生内力的温度变化值，即已经减去以 0 应力状态下的温度值，单位度。梯度温度梯度的单位为(度/m)，表示增加 1m 长度温度变化的大小。温度值、温度梯度均可为负。

## 第二篇

# 计算模块 Strat

Strat 模块与软件同名，是 Strat 系列软件的核心计算模块。计算模块支持前处理 Prep 系统输入的各项计算元素。

计算模块Strat采用了多项先进技术。结构总刚矩阵采用先进的稀疏存储模式。并在此基础上开发出的LDL<sup>T</sup> 直接求解器，比一般的列轮廓存储方法，结构总刚小一半左右，总刚分解速度也快一半左右。在此基础上开发出的先进的预处理共轭梯度迭代求解器(PCG)，结构总刚仅为一般列轮廓存储方法，结构总刚小数十至一百多倍，计算速度也有数十倍地提高。

计算模块用于计算剪力墙的墙单元(Wall 单元，即板+膜单元)，为自主开发的全新的墙单元，解决了墙单元(膜部分)不能正确计算节点弯矩的世界性难题。Strat 中的墙单元根据剪力墙节点域变形理论，采用与此前各类墙单元完全不同的构造模式，构造的单元平面内转角刚度正确、合理，能可靠地计算节点集中弯矩。

对于一般采用墙单元计算剪力墙结构的软件，由于其墙单元不能可靠地计算节点集中弯矩，致使计算墙-梁连接结构时，梁端弯矩偏小，结构刚度偏小。而一般采用的处理方法是，将连梁用墙单元模拟，而这种方法存在很多问题。一方面这些软件中采用的墙单元为二次单元，用于模拟连梁受力时，结构偏刚；另一方面，实际结构中的连梁跨高比均比较大，如梁高 400 跨度 1500，这时用一个墙单元模拟，墙单元本身的计算误差即非常大。这些软件计算剪力墙结构时，连梁用梁单元模拟则结构偏柔，用墙模拟则结构偏刚，这两种模式比例不同时，结构的刚度也会变化，计算具有不确定性，这显然是不正常、不合理的。

### 察看计算数据文件

前处理系统 Prep 在生成计算数据文件时，对结构节点、单元进行过系统的处理，因此计算数据文件中的单元编号、节点编号将与前处理 Prep 中显示的不同。

要查看计算数据文件中结构信息，可在形成计算数据文件后，直接打开建筑结构专用后处理模块 Archi，Archi 中显示的结构信息完全反应计算数据文件的信息。

计算数据文件是文本文件，可用 NotePad、Write、Word 等编辑器直接打开，熟悉其数据结构后，可直接对数据文件进行编辑、修改。

### 平面 8 节点、块体 21 节点单元的说明

计算模块中的平面 8 节点单元、块体 21 节点单元是变节点单元。对于平面 8 节点单元，除 4 个单元角点须保留外，其它 4 个边节点均可部分或全部删除。对于块体 21 节点单元，除 8 个角点外，其它 12 个边节点和单元中心点，均可部分或全部删除。

当前版本的前处理形成的这两类单元均具有全部节点。如需删除单元部分节点，可打开计算数据

文件，将单元的对应节点号该为-1 即可。对于空余的边节点，程序将通过约束有效性判别自动加上约束，可以不另外加上节点约束。

## 计算模块最简单的操作过程

软件针对常规的建筑结构特点，隐含设置了最优的计算模式。对于这些建筑结构结构，用户启动程序后，读入数据文件“Name.\_Sta” (如通过软件集成模块 StratSoft 调用程序将自动读入数据文件)。然后直接点连续计算按钮，仅静力计算点(≡)，同时有静力、动力计算点(≡D)。程序将根据结构计算要求，自动调用各模块完成所有的计算。

当然，程序同时提供了多种计算选项。用户可以通过设置这些选项，控制计算过程，以满足特殊计算的要求。下面按程序的操作过程，分别讲述各部分的功能。

## 1、打开文件

[菜单:文件/1 打开; ; 快捷键 Ctrl+O]

运行命令后，弹出 Windows 标准文件对话框，列出所有后缀为“\_Sta”的计算数据文件，选择一个文件后退出对话框，程序即读入该文件。

如果通过软件集成系统 StratSoft 调用计算模块 Strat，且其它模块刚调用过该工程，则启动 Strat 模块的同时，该工程计算文件即被自动读入。这时如该工程的计算数据文件不存在，则提示读入文件错误，可另外运行打开文件命令重新读入其它的文件。

在读入数据文件的过程中，程序同时完成如下几项工作。

### 1、数据检查

程序对数据文件进行系统全面的数据检查。检查不正确的类型分警告、错误、严重错误三类。

**警告**是数据不妥当，程序可以给予更正，或者不更正时也不显著影响计算结果。如节点上设置有强制节点位移，而此时节点相应的自由度上又施加了节点约束，程序将给出警告，同时将约束删除，保留节点强制位移。

**严重错误**指错误将导致程序不能正常运行的严重错误。如单元没有材料类型、梁柱单元的没有截面类型能，这类问题将导致计算不能正常进行，程序归为严重错误。出现严重错误时，程序将不容许继续进行计算。

**错误**居于前两者之间，计算可继续运行，但计算结果有错误。如节点被约束自由度上施加了荷载，程序给出错误信息，同时删除该荷载。

用户可打开“Name.ifo”文件查看错误信息。

### 2、数据整理

数据整理主要针对主从结构(刚性楼层)。

当节点荷载、质量、强制位移、弹簧、约束等施加在从节点上，程序自动将这些节点参数的平面内的分量，转移到对应的主节点上。

在前处理中，采用完全刚性楼层假定，或设局部刚性楼板(主从节点)但主节点未定时，由于主节点

未定，应当施加在主节点上的参数可以直接加在某一从节点上，经计算部分数据整理后，能自动转移到对应的主节点。

如建筑结构中需考虑地下室侧壁土体的嵌固约束、或弹性支撑，对于采用刚性楼层假定的结构，可在地下室楼面内的任意一点施加水平约束、或节点弹簧，则整个地下室层的侧向位移即被约束，或者整个地下室层的侧向刚度加上侧壁土体的弹性支撑。

## 2、参数存盘

[菜单:文件/2 参数存盘; **S**; 快捷键 Ctrl+S]

在计算结束、或计算过程中，该命令将计算过程中的各类参数存盘，形成文件“Name.Ast”。第二次在计算模块打开该工程时，将自动从该文件中读入各项参数，使计算可以在前一次基础上接力进行。

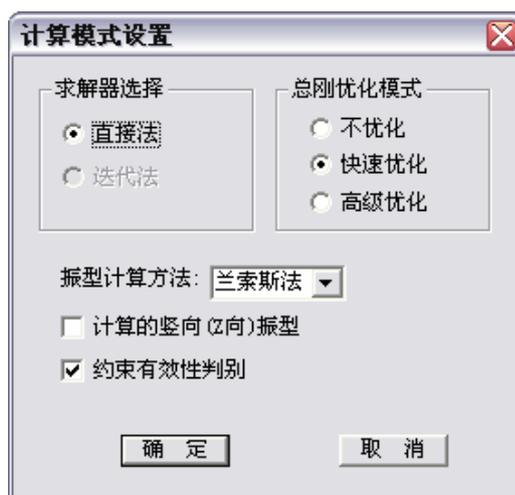
如在一次计算后，再次用前处理 Prep 改变结构、荷载等计算参数，则须重新计算。

前处理 Prep 生成计算数据文件时，如检测到存在同文件名的“Ast”文件，将提示用户删除。用户也可直截删除该文件。

## 3、计算模式设置

[菜单:设置/1 计算模式设置; **S**]

该命令通过如下对话框，在前处理 Prep 的设置之外，对计算模式进行设置。对于常规的建筑结构，可直接采用程序隐含设置，可不运行该命令。



### 求解器选择

**直接法**。即稀疏存储LDLT分解方法求解器，为程序隐含的求解器。当需要进行动力计算时，须选择该求解器。

**迭代法**。即稀疏存储预处理共轭梯度(PCG)迭代求解器，仅进行静力计算时，可选择该求解器。迭

代方法不需分解总刚矩阵，对每个荷载工况分别计算，当仅计算静力作用荷载工况较少时，优势非常明显。但需要计算模拟施工、地震反应谱时，由于需要对数十中荷载向量进行迭代计算，便不再具备速度优势。当前版本PCG方法不提供动力计算功能。

### **总刚矩阵优化模式**

**不优化**。即不另外对结构节点进行优化排序，仅按前处理生成计算数据文件中时按三维坐标排序后的节点顺序计算。

**快速优化**。按最小非 0 元素法进行总刚矩阵优化，为程序隐含的优化方法，一般情况下建议采用该优化模式。特点是速度快，且优化效果明显。与按自然坐标顺序计算方法比较，总刚小数倍。

**高级优化**。按最小填入量方法进行总刚矩阵优化。能达到总刚矩阵的最优化，总刚大小比快速优化的小 1/3~1/2。但优化占用时间较多，在一般情况下不建议采用。

**振型计算方法**下拉框中列出子空间迭代、李兹向量(Ritz)、兰索斯(Lanczos)等三种计算振型方法，用户在前处理选择的之外，可重新选择设置。

**子空间迭代**法计算精度高，但速度稍慢。对于小结构，须计算振型较多、或需计算全部结构振型时，宜选择该方法。

**兰索斯(Lanczos)**方法速度快，精度稍低。对于一般的结构计算，只需求解结构的前几个振型，需计算振型数远小于结构的总自由度数、质点数，兰索斯方法的计算结果将与子空间迭代法计算结果相同。对于一般的结构计算，建议采用该方法计算。

**李兹向量(Ritz)**直接法速度、精度介于两者之间。

**约束有效性判别**。如该选项被选中，程序将在预处理之前，对结构各节点的单元连接情况、约束设置情况进行系统的检测。

如检测既无单元连接、又无约束的空自由度，将自动加上约束。对于自由度释放梁柱单元，与同一节点连接的梁柱单元均有自由度释放，则给出提示。

对于块体单元，只有平动刚度，没有转角刚度。约束有效性判别时能自动加上转角约束。

对于平面单元，只有单元平面内的平动刚度。约束有效性判别能加上转角约束，但不能加上平面外平动自由度的约束，平面外平动自由度的约束需用户添加。

由于节点约束处理繁琐，且约束出错将导致计算不能继续。Strat 模块有约束有效性判别功能，能有效减小用户数据准备的工作量，确保计算的顺利进行。

**计算节点质量的Z向分量**。程序隐含不被选择。对于一般建筑结构，宜采用隐含结果。

如该选项被选中，将计入质量的竖向分量，可计算结构的竖向振型。

在有限元计算中，质量总有 X、Y、Z 三个分量。但对于建筑结构，进行地震反应谱计算时，只考虑平动振型的影响。如计入质量的 Z 向分量，较高的建筑会出现周期较长的竖向振型，按这种振型计算地震反应谱作用是不准确的。因此对于一般的建筑结构，应不考虑质量的竖向分量。

## 4、预处理

[菜单:计算/1 预处理; →→]

该命令进行如下工作。

- 1、约束有效性判别。
- 2、处理移动荷载、温度场荷载数据。
- 2、总刚矩阵优化，根据优化计算结果重新节点编号。
- 3、确定结构总体刚度矩阵的轮廓，计算总刚的容量，计算总体荷载矩阵的容量。
- 4、检测机器内存容量，判断内存是否满足最小内存要求。
- 5、对于大型结构，初步确定总刚、总体荷载矩阵的分块信息。

## 5、计算单元刚度

[菜单:计算/2 计算单元刚度; 

该命令计算各类型单元的单元刚度矩阵、单元荷载向量，并将计算结果存储在机器硬盘中，供形成总体刚度矩阵时采用。该部分可以在预处理之前运行。

## 6、形成总刚矩阵

[菜单:计算/3 形成总刚矩阵; 

该命令根据预处理中形成的总体刚度矩阵信息，将各单元刚度矩阵拼接成结构总体刚度矩阵，同时将单元荷载向量拼接成结构总体荷载向量矩阵。

在形成总刚的过程中，程序检测到总刚对角元素为一极小值时，将给出提示。总刚对角元素为极小值，将导致计算错误，可能是存在未被检测到的空自由度。可根据提示的节点号检查。

## 7、矩阵分解

[菜单:计算/4 矩阵分解; 

采用直接求解器时，先将总刚矩阵分解成三角矩阵，然后将总体荷载向量矩阵回代，得到向量唯一矩阵。

采用迭代求解器时，分别对各荷载向量迭代，得到该荷载向量对应的位移向量。

运行该命令后，结构在静力荷载、移动作用下的节点位移即已经得到，位移的文本文件为“Name.Solt”，可打开文件查看。

## 8、计算结构振型

[菜单:计算/5 计算结构振型; 

该命令计算结构振型。振型文本文件时“Name.Modt”。

当结构的自由度数较少，或有效质量分量小于需求解的振型数时，程序将给出提示，同时按最多能计算得到的振型数计算结构振型。

## 9、计算地震反应谱

[菜单:计算/6 计算地震反应谱; 

该命令在计算结构振型之后,按建筑结构抗震规范确定的方法计算结构地震反应谱作用。

地震反应谱计算得到结构的地震作用位移,在文件“Name.Spt”中。

## 10、计算单元内力.应力

[菜单:计算/7 计算单元内力.应力; 

该命令在计算各单元的内力,对于板、平面单元、块体单元,将根据选项,计算节点力,或同时计算节点应力。对于包含动力计算的结构,还同时计算地震反应谱内力和应力。

各单元内力、应力,输出在各自的文件中。

梁柱单元“Name.F0t”;墙柱单元“Name.F1t”;板单元“Name.F2t”;平面4节点单元“Name.F3t”;平面8节点单元“Name.F4t”;块体8节点单元“Name.F5t”;块体21节点单元“Name.F6t”。

## 11、连续计算

[菜单:计算/A 连续计算; 

该命令自动进行预处理、计算单元刚度、集成总体刚度、总体刚度矩阵分解、计算振型、计算地震反应谱、计算单元内力.应力等全过程计算。

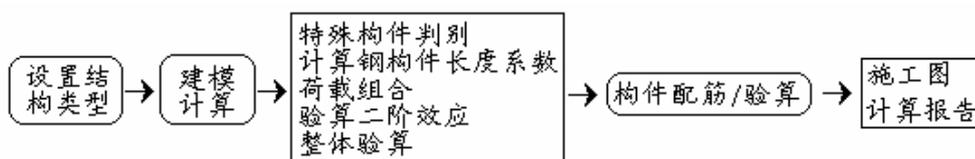
## 第三篇

# 建筑结构专用后处理模块 Archi

## 第一章、概 述

### 1、基本操作特点

1、后处理一般操作过程如下图。荷载组合和构件配筋验算必须处理。其它各项均有隐含值及可选项，需要时才计算。



设置结构类型： 隐含结构类型为多高层建筑结构(钢/混凝土)。

建模计算： 如不计算则认为各计算单元即为结构构件，且所有梁均为主梁。

特殊构件判别： 如不计算则认为是普通梁、柱、墙。

计算钢构件长度系数： 不计算则隐含钢柱、支撑的计算长度系数为 1.0。

荷载组合： 可以不单独运行。运行构件配筋/验算命令时，如检测到未运行荷载组合会自动调用；

验算二阶效应： 不计算则最终构件验算中不包含二阶效应增大系数。

整体验算： 不计算则最终构件验算中不包含整体验算结果。

构件配筋/验算： 必须运行。

施工图： 在构件配筋/验算后才能运行。

计算报告： 在构件配筋/验算后运行。也可在任意阶段运行，程序根据各部分运行情况选择输出计算结果。

2、 各项计算结束后，可随时查看计算结果。如是可选计算且有隐含值，不计算也能查看，这时显示的是隐含值。

3、 建模计算、特殊构件、钢构件计算长度系数等程序计算结果可以修改。

4、 后处理不支持键盘命令输入，也无 Undo/Redo。各命令提示显示在状态栏上。

5、 所有鼠标操作命令均为可重复命令，需在操作结束后击右键才退出命令。如窗口放大后，再次点击左键将开始新的窗口放大操作。

6、 鼠标选择如同前处理 Prep，先点选，未选中则框选。从左向右包含选，从右向左相交选。

7、多数命令的选择自动具有单元类型过滤的功能，如修改角柱时只选择柱，如修改计算长度系数时只选择柱、支撑。

8、所有屏幕图形均可通过 DXF 格式与 AutoCAD 接口。程序根据图形内容自动添加文件名，并对图形中不同的内容设不同的图层。

9、在各类图形显示状态下，按 F5 键，弹出相应的图形参数对话框，对图形内容进行设置。

## 2、程序界面

程序有三个工具条。

左一“显示工具”按钮是各类图形显示命令的集合，切换各类屏幕显示图形。

左二“计算工具”按钮是各类计算命令的集合。

右一“编辑工具”按钮是各类参数修改命令的集合，对程序计算的结果进行人工干预，多需要鼠标选择图形。

底部状态栏内容。最左侧显示命令提示及运行命令过程的提示。其它从左至右依次为：鼠标位置坐标、图形显示平面、显示楼层或高度范围、显示图形类型、当前图层。

## 3、打开文件

[菜单:文件/1 打开; ; Ctrl+O]

弹出标准文件对话框，选择前处理生成的文本数据文件“Name\_Sta”。程序将从该文件中读入工程的主要参数。如数据文件中包含组合截面，则在读入文件时需进行截面参数补充设置，具体见本章第 5 条。

读入文件之后，程序窗口显示结构计算简图。一般是一层 XY 平面图形。

读入文件的同时，程序根据构件单元的材料、截面类型对构件进行分类。重新区分梁、柱，倾斜杆件的倾角小于 22 度的设为斜梁，大于 22 度的设为斜柱、支撑(斜梁作为梁只验算主平面受力，斜柱/支撑验算两方向受力。斜梁、斜柱可以重新设定，见后面说明)。不同类型构件用不同颜色显示。

计算简图中对不同材料也用不同的颜色区别。混凝土构件的颜色与前处理相同，钢结构用不同深度的红色、粉红色显示，砖砌体材料用青色显示。不同材料的墙颜色也有区别。参数材料、参数截面的梁、柱、支撑、墙用白色显示。用户可在打开截面、材料等参数对照查看。

如前处理生成了数据文件，尝未运行计算模块计算，也可以运行 Archi 查看几何、荷载参数，这时可以进行建模计算、特殊构件判别等仅需几何参数的处理，但不能进行显示内力、侧移、振型等涉及计算结果的图形。

## 4、文件管理

运行 Archi 过程中存盘，或退出时按提示存盘，将形成两个文件“Name.Arj”、“Name.Arj1”，保存已经处理过的各项结果，以及当前图形显示参数。

如是第一次用 Archi 打开数据文件。在读入文本数据文件的同时，打开辅助文件“Name\_Sys”读入一些必须的辅助信息。同时进行一些基本初始化处理，如判别梁/柱/斜柱(支撑)类型、移动工况的内力/位移合并、组合截面参数设置等。

如不是第一次运行，且已经形成了“Name.Arh”、“Name.Arhl”文件，则打开文件时直接从这两个文件中读入以前的处理结果，并按前一次保存时的图形参数显示图形。

如运行 Archi 后生成了“Name.Arh”、“Name.Arhl”文件，重新运行前处理或计算模块，改变了数据文件或内力计算结果，程序会提示删除这两个文件。这时用户可根据实际情况选择删除或保留。如前处理中改变了几何荷载参数，则应该删除。如 Archi 中仅进行了建模计算、特殊构建判别等有关几何计算的处理，则运行计算模块时可以选择不删除。

### 5、组合截面参数设置

如使用了组合截面，且是第一次读入文件，将弹出组合截面参数设置对话框。程序先对组合截面的类型进行判断，弹出的对话框中显示程序判断的结果。由用户对组合截面的类型进行确认，如不符合实际情况可重新修改。此外对于钢结构截面，包括实腹、格构截面，必须补充有关的截面参数。

程序能正确判断常规的纯混凝土截面、型钢混凝土截面、钢-混凝土叠合梁、钢管混凝土等截面。对于全钢截面，程序设定为实腹式截面，如为空腹格构式，选择中间**截面类型**列表中的对应项。



如选择截面类型列表中的**双肢格构**、**四肢格构**、**三肢格构**，将弹出格构构件参数设置对话框，如上图右侧所示。如一个轴不为虚轴则该轴为实轴。如为虚轴，则需进一步选择缀件类型，并输入缀板的间距，或缀条的面积。如 2、3 轴均不为虚轴，则等于设置为实腹截面。

对于全钢截面，包括实腹、格构截面，还需在主对话框中补充输入**轴压截面分类**、截面**塑性发展系数**、截面对称信息。

对于特殊的组合截面，或程序暂且还不能处理的截面类型，截面类型需选择**未定截面**，程序将对这类截面的构件进行各种规范规定内力调整后，输出内力包络图。

注意，一旦在读入数据文件时选定了截面类型，程序将根据这些设定的类型对构件进行分类，截面类型将不能再修改。如需改变组合截面的类型，需退出 Archi，删除“\*.Arh”、“\*.Arhl”文件，再重新运行。

除组合截面类型外，其它补充参数可以在程序运行中重新修改。运行：[菜单:建模/F 显示组合截面参数; 右侧按钮]。将弹出如上图所示的对话框，可以对各类钢截面的附加参数重新进行设置(包括

格构截面参数)。但这时不能改变截面类型。

## 6、Dxf 接口

所有屏幕显示图形均可以 Dxf 格式与 AutoCAD 接口。转换的图形为屏幕上的所见的投影平面图形。注意如果窗口放大后部分图形落在屏幕以外，则不可见的图形不被包含进 Dxf 数据。Dxf 图形单位仍为米。

程序根据当前图形类型、图形参数设置隐含文件名称。名称包含几个部分，首先是工程文件名，然后依次是图形类型、显示平面、显示内容序号。各部分之间用下横线连接。

根据图形类型：

计算简图“简图”；	结构类型“结构”；
特殊构件“特件”；	合并构件“建模”；
长度系数(无侧移)“SL”；	长度系数(有侧移)“SLD”；
工况内力“内力”；	验算结果“验算”；
组合内力包络“包络”；	检测结果“检测”；
位移“侧移”；	振型“振型”；
基底内力“底面”；	配筋施工图“结构？层梁配筋”；

根据显示平面：

XY 平面。楼层控制时，FL5 表示第 5 层。非楼层控制时 HT5 表示显示平面为 5m。

三维立体。楼层控制时，SP5 表示单楼层第 5 层，SP3-5 表示多楼层 3-5 层，SP 表示显示全部楼层。非楼层控制时，SPh3-5 表示高度范围为 3m~5m。

XZ 切面。Y5 表示为 y=5.0m 处的切面。

YZ 切面。X5 表示为 x=5.0m 处的切面。

立切面。用 XY 标志。

根据显示内容序号：

工况内力/位移：L1 表示第 1 工况。

振型：M5 表示第 5 振型。

基底内力：工况内力时，L1 表示第 1 工况，为恒+活组合基底内力时用 D+L 表示，内力组合包络基底内力用“底面组合”表示。

如“A1\_侧移\_SPh-100-100\_L3.dxf”表示：A1 工程中第 3 工况侧移，三维立体且非楼层控制显示，显示高度范围-100~100。

如“A1\_内力\_SP3-12\_L5.dxf”表示：A1 工程的第 5 工况内力，三维立体、楼层控制显示，3~12 层多楼层显示。

如“A1\_内力\_Y8\_L0.dxf”表示：A1 工程第 0 工况内力，y 坐标为 8m 附近的 XY 切面图形。

## 第二章、视图

后处理的视图操作与前处理 Prep 基本相同。

Archi 具有丰富、有效、操作简便的视图命令。这些命令的组合，能方便实现三维图形显示、操作。

视图命令按功能可归纳为如下五类：

- 1、显示平面，包括 XY 平面、切面、三维立体显示平面间切换，三维视图旋转。
- 2、窗口缩放，包括窗口放大、全图、放大、缩小、比例缩放、显示前图、平移显示。
- 3、显示范围，包括选择楼层(高度范围)、上移一层、下移一层、切面选择。
- 4、图形内容，包括图形参数、图形内容。
- 5、辅助显示工具，包括楼层、图层。

下面先介绍楼层，再分别讲述上述五类视图命令。

### 1、楼层

[菜单:视图/C 图层; 上按钮

该命令将启动楼层设置对话框，用于设置各楼层层高，以及楼层控制、刚性楼层假定等参数。Archi 中的楼层设置从前处理中传递而来，也可以重新设置。

点**增加**按钮在已有楼层基础上增加楼层，将弹出另外的对话框。增加楼层的起始层为已有最高层的上一层，如同时增加几个层高相同的楼层，则在终止楼层栏类输入增加楼层的最高层号。

点**插入**按钮在楼层列表中被选中的楼层前增加一层或几个楼层。点**删除**按钮删除楼层列表中被选中楼层。双击楼层列表中某一层修改该层层高。



如取消对话框中**设置楼层控制**选项，则不使用设置的楼层进行显示控制，而直接用高度Z坐标的控制显示的高度范围。楼层控制、非楼层控制时各项视图命令的操作有所不同，将在各项命令中分别讲述。隐含非楼层控制时的高度范围为Z=-100.0~100.0m。

楼层控制时，只显示 Z=0 和最高楼层高度范围内的图形，在这一范围外的图形将不被显示。非楼层控制时显示高度范围不受限制。

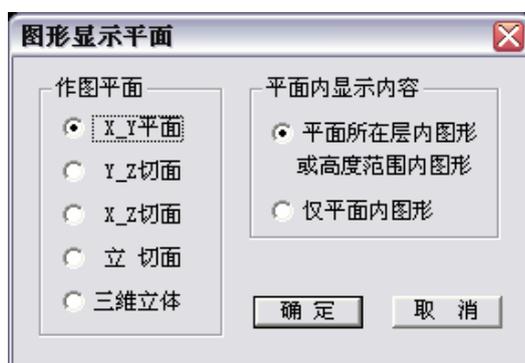
楼层一方面作为图形显示工具，XY 平面时是显示平台，切面、三维显示时楼层作为高度标尺控制显示高度范围。另一方面是结构验算的重要单位。建筑结构中的大量验算是针对楼层的验算，因此后处理中的楼层设置应尽可能地符合结构的特点。

与一般软件不同，Archi 楼层参数设置改变时，结构不跟随改变。因此在前处理中的楼层可以根据作图方便任意设置，到后处理中再根据结构验算需要重新设定。

## 2、显示平面

[菜单：视图/E 显示平面；上按钮

该命令是唯一实现在 XY 平面、切面、三维立体等显示状态间切换的命令。只有在操作命令为空时该命令才能操作。在后处理中，命令均为可重复命令，即各命令必须以右键结束。如显示平面命令被禁止，只需电击右键即可。



在**XY平面**状态。将有两个选项。选中**平面所在层内图形或高度范围内图形**选项，将显示高度范围内的所有图形。该选项在楼层控制时，被显示的图形要求：所有图形点不超过高度上限、至少一个点在高度范围内。这样对于延伸几个楼层的错层柱墙，将随其顶部所在的楼层显示。该选项在非楼层控制时，要求被显示图形所有点均不超出高度范围。选择**仅平面内图形**选项，则仅显示高度范围上限所在的平面内的图形。这时只显示面内的梁、板，柱墙等在面之外的不显示，块体单元也不被显示。

**Y Z切面**、**X Z切面**、**立切面**状态。切面只显示平面内图形，梁柱单元两点均在面内的显示，墙板等面单元在切面内的显示，块体单元在切面显示状态将不被显示。切面状态的显示还受楼层或显示高度控制，可结合楼层、或显示高度选择实现切面某一高度范围的图形。选择切面显示状态后，需要选择切面的位置，具体操作见“选择切面”说明。

**三维立体**。三维立体状态同样受楼层、高度控制。如是楼层控制，则显示全部楼层，再选择楼层范围则按选择的楼层范围显示。

### 3、窗口缩放

窗口放大(🔍)，鼠标选择屏幕上两点，将两点组成的矩形框最大化显示。

显示全图(🌐)，将其他显示控制确定的所有可见图形，最大化显示。

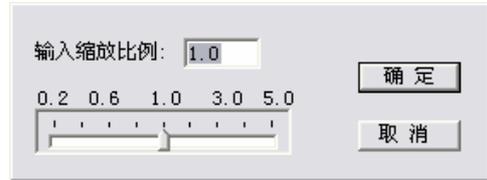
放大(🔍)，将图形放大 1.414 倍显示。

缩小(🔍)，将图形缩小 1.414 倍显示。

比例缩放(🔍)，按输入的比例将图形缩放显示。

显示前图(🔍)，显示前一缩放比例和位置显示。

平移显示(👉)，鼠标输入两点，不改变缩放比例将图形移位显示。



### 4、选择楼层.高度

[菜单: 视图/F 选择楼层.高度; 上按钮; 热键 F4]

楼层控制时，弹出如下对话框。在单个楼层一行输入一个楼层号，则显示这一个楼层。在多个楼层一行输入起止层，则显示起止层之间的所有楼层。当显示平面为 XY 平面时，只能选择单个楼层。



非楼层控制时，将弹出上面右侧对话框，输入高度范围。

楼层.高度范围控制在 XY 平面、切面、三维立体等各种显示平面状态均起作用。

### 5、上移一层、下移一层

[上按钮、上按钮

楼层控制显示。单楼层显示时，显示当前层的上一层、或下一层。当多楼层显示时，起止层各增加、减小一层显示。当达到最高层、或 0 层时则不再增加、减小，

非楼层控制显示。显示高度上下限同时加 1m、减 1m 显示。

### 6、选择切面

[菜单: 视图/G 选择切面; 上按钮

当显示平面设为切面时该命令被激活。首先将显示 XY 平面图形，需鼠标选择切面所在的点。YZ

切面、XZ 切面需选择一个点，立切面需选择两个点。以所选点所在的平面展开显示立面图。立切面时切面从所选的第一点到第二点展开。

所显示的XY平面，楼层控制时按选择楼层对话框中单个楼层一栏的楼层号显示，非楼层控制时显示高度范围内的图形。当这两个参数数值不当时，屏幕上将不显示图形。这时可在屏幕上任点一点结束选择切面的操作，然后运行**显示平面**命令设显示平面为XY平面或三维立体，确认**选择楼层**对话框中的单个楼层栏的楼层号是合适值，或显示高度范围正确，再重新选择切面。

如没有选择到正确的点，或选择所在平面没有图形，屏幕将为空，这时只需重新选择切面即可。

## 7、选择图形内容

[菜单:视图/H 图形内容; 上按钮

与前处理比较，后处理增加了结构类型、材料类型的选项。结构类型、构件类型、材料类型针对构件单元，三者重叠，关闭优先。如某一柱属多高层建筑结构，材料为混凝土，则只要这三项中的一项处于关闭状态，则柱不被显示。当构件单元被关闭，在所有图形中均不被显示。

属性、荷载从属于单元，只有被显示的构件单元，其属性和荷载才被显示。当选择荷载显示组合框中的**显示当前工况**选项时，只显示当前工况荷载。不同的荷载工况通过荷载图形的颜色区别。属性、荷载两栏中各项只在计算简图中显示。

结构类型、构件类型、材料类型等三类显示选项对各类图形均起作用，属性、荷载类控制构件单元附属属性的只在计算简图中起控制作用。



## 8、图形参数设置

[菜单:视图/I 图形参数; 上按钮

将弹出对话框对各项图形参数进行设置。Archi屏幕显示字体为矢量字，可以随无极缩放，随屏幕图形的缩放等比例缩放。输入的字体高度以米为单位。**数值小数位数**指显示力、位移、配筋等数值时保留小数点后位数，被截除的小数四舍五入。

**荷载显示高度**指显示单元分布荷载时，荷载简图的高度。**荷载格线间距**指分布荷载简图中的小箭

头的间隔距离。这两个参数的单位均为米。通过这两个参数可以调整计算简图中的分布的显示。当**荷载图形简化显示**选项被选中时，荷载简图中只标注荷载数值，荷载工况、方向等参数被省略，以方便查看。

当**显示高度标尺**选项被选中时，切面、三维显示状态下将按输入的X、Y坐标显示高度标尺。楼层控制时在楼层全高范围显示楼层刻度，非楼层控制时显示高度上下限之间的高度刻度，间距 1m。



**面体单元填充**选项被选中时，墙、板、平面、块体单元将填充显示，否则只显示单元边线轮廓。

**显示节点圆圈**选项被选中时，将以**节点半径**框中的尺寸显示小圈标志单元上节点。节点依附于图形单元，空节点将不被显示。注意，只有该选项被选中，才能显示节点约束、质量、荷载、节点编号等。当该选项被取消，则所有节点参数将不被显示。

选中**显示节点编号**将显示构件单元上节点的节点编号，节点编号从 0 开始，由前处理生成的数据文件中，节点编号均经过三维排序。选中**显示单元编号**将在各单元的中间位置显示单元的序号，后处理中柱、梁同时编号，墙单独编号，编号从 0 开始，顺序同数据文件中的自然顺序。

**显示截面、厚度**选项，在单元中间位置数字显示梁柱单元的截面、墙单元的厚度。单位厘米，只显示整数。梁柱是基本截面时，按截面参数顺序写各参数的数值；当为组合截面时，用“Group”表示，同时写在组合截面列表中的序号，如“Group 1”表示是第 1 号组合截面。**显示杆截面图形**选项将在梁柱单元中间按实际尺寸显示杆截面图形，组合截面也将显示实际的图形。两类截面显示相结合，能方便地查看梁柱单元的截面参数。

**显示材料**选项将显示构件单元材料在材料列表中的序号、材料类型、材料参数。组合截面梁柱的用“Group”加序号显示材料。

现行规范中的标准材料，按习惯方式标注。“C30”表示为 C30 混凝土，“Q345 1”表示 Q345 钢第一组，“Mu10 M7.5”表示砖 Mu10 砂浆 M7.5 的砖砌体。

非标准材料，标注材料类型和主要标志参数。非标混凝土用 C 表示，同时写设计强度  $f_c/f_t$ 。非标钢用 S 表示，同时写设计抗压强度  $f$ 、抗剪强度  $f_v$ 。非标砖砌体用 B 表示，同时写抗压强度  $f$ 、抗剪强度  $f_v$ 。参数材料用除标注材料在列表中的序号外，写弹性模量  $E$ 、泊松比  $\mu$ 。

节点编号、单元编号、截面、材料等参数只在计算简图中显示。

**最小几何距离**是空间几何计算的重要量度。如两点距离小于该值则认为两点重合，两个单元的距离小于该值则认为位于同一位置。该数值须小于结构中单元最小几何尺寸。如有特殊需要需改变时，须在开始时即设定，如在使用过程中作较大改变将导致错误。后处理中的数值应与前处理中的一致。

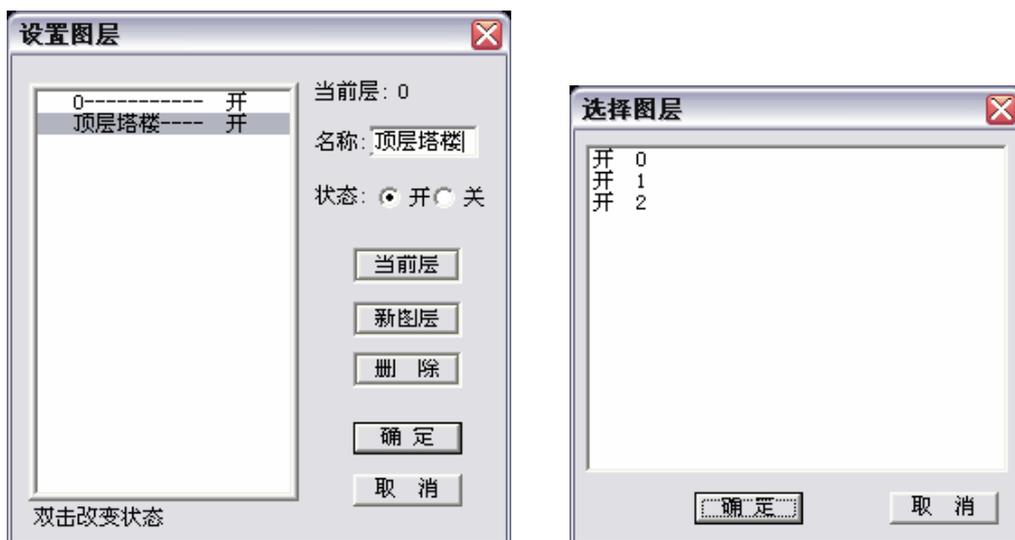
## 9、设置图层

[菜单:视图/C 图层; 上按钮

将弹出图层设置对话框。点击**新图层**按钮将在列表出现一个新行，输入图层名。图层可以是数字、字母、汉字，不超过 12 个字符(6 个汉字)。点删除将删除列表中的当前选择项，除非是新生成的图层，已经被使用的图层不能删除。

点击**开/关**单选项将确定列表中图层的开、关状态，也可双击列表使图层在开/关之间切换。当图层处于关闭状态时，图层内的图形不显示。

隐含所有构件单元均位于 0 图层。对于复杂的空间结构，使用各类选择显示功能仍不能满足要求的，可使用图层功能，将为使用提供极大的便利。



## 10、修改构件单元的图层属性

[菜单:视图/D 改变图层; 上按钮

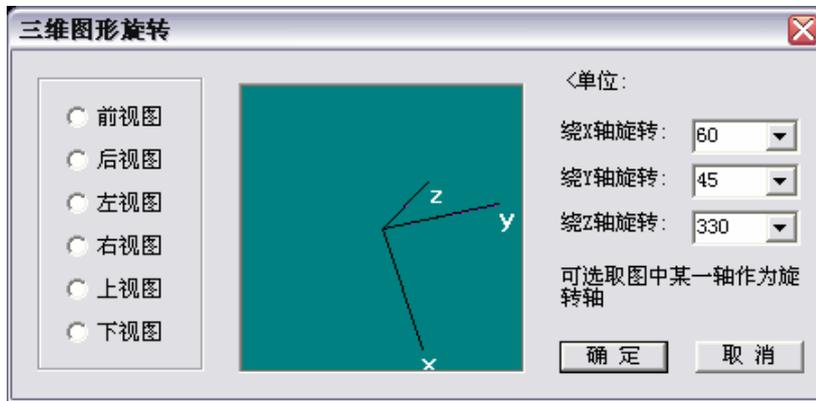
启动命令后，首先需鼠标选择需改变的构件单元，可重复选。点右键结束选择，将弹出上面选择图层对话框。在对话框中列出的图层中选择一个图层，点确定退出后，被选择的构件单元被设置为新的图层。如被设置的图层处于关闭状态，则被选择的构件单元立即被隐藏。

一次处理结束后，该命令仍处于激活状态，可再用鼠标左键选择图形进行操作。如直接点右键，则结束该命令。

## 11、三维视图旋转

[菜单:视图/8 视图旋转; 上按钮; Shift+R]

显示三维图形时该命令才被激活。启动命令后将弹出如下对话框。



选择左侧**前视图**、**后视图**等将显示正则投影。可在右侧各框中选择、或输入绕各轴旋转的角度。也可以用鼠标在中间图形框中拖动坐标轴。首先鼠标在图中XYZ坐标轴位置附近点击一次，选择一个坐标轴，再按下鼠标左键并移动鼠标，这时整个坐标系将随着鼠标的拖动绕被选择的轴线旋转，当坐标系旋转到需要的位置时，再松开鼠标左键。

## 12、三维图形竖向旋转

[菜单:视图/9 图形旋转+; 上按钮; Shift+Z]。绕Z轴向右侧旋转 15度(绕Z轴满足右手系)。

[菜单:视图/A 图形旋转-; 上按钮; Shift+X]。绕Z轴向左侧旋转 15度。

## 第三章、建 模

### 1、总体参数设置

[菜单：建模/1 参数设置]

将弹出如下对话框，进行结构类型设置。隐含结构类型为多高层建筑结构，且是**单一结构型式**。

如结构中包含多种结构类型，需选中**多种结构型式组合**选项。在下面组合框中选择单一结构型式时的结构类型、多种结构型式组合时的主要结构类型。如是第一次操作、或是单一结构型式，则整个结构设定为这一结构类型。如是多种结构型式组合，则将前一次选择的主要结构型式的构件单元全部设定为新选择的主要结构类型。

运行[菜单:显示/2 结构类型; 左一按钮 ], 将显示结构类型的设置情况。各结构类型用颜色区别, 屏幕窗口左上角提示结构类型与颜色的对应关系。

区分结构类型的依据是结构、构件验算所适用的规范。

荷载规范、抗震规范、混凝土规范、钢结构规范，适用所有相应的结构类型(规定适用于某一结构类型的部分除外)。除这四类基本规范外，各结构类型还根据各结构类型特有的规范、规程验算。

多高层建筑结构(钢/砼)还依据高层混凝土规程、高层钢结构规程。程序根据构件材料判断结构类型，区别属于混凝土结构、钢结构范畴确定总体验算参数，构件验算对混凝土、钢构件分别采用相应规范验算。钢构架主要根据钢结构规范验算。其它结构依据相关规程验算。



### 2、设置结构类型

[菜单：建模/2 选择结构类型；右侧按钮 ]

当设置为多结构类型结构时，该命令被激活。

运行后首先需鼠标选择构件单元，可重复选。右键结束选择时，将弹出如上图的**选择结构类型**对话框，在对话框中选中被选择构件所属的结构类型，点确定退出即可。

运行该命令时，自动切换为显示结构类型。

### 3、建模计算

[菜单：建模/3 建模计算；左二按钮

建模计算是 Archi 中的重要命令，是 Archi 能将通用有限元软件应用于建筑结构的纽带。

有限元计算模型中的梁、柱、墙，与建筑结构层次上的梁、柱、墙构件不同。如两柱间的主梁，当梁上搁置有次梁时，有限元计算中主梁被分成数段。而在建筑构件的规范验算中，对梁进行梁端弯矩调幅、跨中弯矩增大、计算梁柱线刚度比、计算整体稳定性、配筋构造，这些被细分的梁应作为一个整体处理。再如剪力墙在计算模型中会被搁置梁打断、会被细分，而在配筋时、内力调整时，需按整体考虑。有限元计算模型中的计算单元与建筑结构构件上的这种几何上的差异，会使得对建筑结构的规范验算不完备、不彻底，使部分验算结果出现错误。

为解决这一问题，Archi 中引入了特有的二次建模的概念。即在后处理中通过空间几何拓扑计算，将被细分的、被打断的梁、柱、墙计算单元，重新合并成建筑构件。建模计算中同时根据梁的支撑条件区分主梁、次梁。

在建模计算中被合并的构件，在后面的各项规范调整、验算中将作为一个整体构件处理。二次建模使建筑结构特有的内力调整更合理、更彻底，更符合规范的意图。二次建模减小了对前处理建模的限制，也使有限元计算具有更大的灵活性，可以对单元进行任意地细分，充分利用通用有限元软件的计算资源，对结构进行深入细致的分析计算。

建模计算结束后，程序自动切换显示合并构件图形。建模计算命令完成如下工作：

- 1> 区别主次梁：混凝土次梁为暗青色，钢次梁为暗红色；
- 2> 合并主梁、次梁：被合并的主梁(钢/混凝土)为青灰色，被合并的次梁为亮蓝色，合并梁的起止位置用红色小圈标志，小圈大小与节点小圈相同。
- 3> 合并柱：合并柱为暗黄色，两端红色小圈标志。柱在某一节点无梁、支撑连接，则该节点上下段被合并。合并柱可以延伸数个楼层，直到至少有一个梁或支撑连接。
- 4> 合并混凝土剪力墙：被合并的墙为暗绿色，合并墙的四角用红色折线标志。墙的合并以楼层为单位，楼层内竖向分段、或部分墙体竖向分段的均可以正确判断。

未被合并的构件仍按计算简图中相同的颜色显示。经过建模计算后，区别了主次梁，再显示计算简图时，次梁用暗颜色区别显示。

建模计算只处理**多高层结构(钢/砼)**结构类型中的构件。但合并构件的边界条件的判断考虑了所有的构件单元。如高层结构中包含钢桁架(应属**钢构架**)，则刚桁架本身不进行合并，但钢桁架的弦杆、斜撑作为主体结构柱的判断边界。如其他结构类型仍需要进行合并构件计算，可先设为多高层结构，建模计算后再改正，后面的计算将按合并构件处理。

Archi 中的建模计算充分考虑了建筑结构的特点，对于常见的多高层混凝土、钢结构、钢-混凝土组合结构，计算结果基本不需调整。但实际工程千差万别，对于复杂特殊的情况，可以由下面的人工干预命令调整。

## 4、合并构件

[菜单:建模/4 合并构件; 右侧按钮

在建模计算结束后该命令被激活。如当前图形不是合并构件自动切换到显示合并构件。

运行后首先提示鼠标选择构件单元, 重复选择, 点右键结束选择。程序以第一个被选择到的单元为基准, 判断被选择的单元, 符合合并条件的被选择单元才被合并。

如第一个选择到的是次梁, 则后面选择到的主梁、柱、斜撑、墙等被自动剔除, 同时被选择到的次梁中与第一个次梁不相连、或不成直线的次梁也被剔除。这样极大地方便了操作, 只要正确地选择第一个构件单元, 后面选择可用大范围的框选需合并的构件, 而不必顾虑同时选择了其它不必要的图形。

人工合并构件时, 墙的合并将不受楼层限制。程序在被选择的墙单元中分别独立地判断上下边界, 可以将上下边不等长的墙进行合并。在后面的配筋验算中, 分别对墙顶端、底部分别按实际长度计算。

如被选的单元中, 某些单元已经属于其它的合并构件。程序判断单元满足新合并的条件, 将删除原合并单元, 再形成新的合并单元; 如不满足新合并的条件, 则原单元不被删除。

## 5、拆分合并构件

[菜单:建模/5 拆分合并构件; 右侧按钮

在建模计算后才可运行。如当前图形不是合并构件, 自动切换到显示合并构件。

鼠标选择合并构件, 可多重选择, 点右键结束选择, 则被选择的合并单元被删除。一个合并构件中的一个单元被选择, 则整个合并构件删除。

## 6、改变主、次梁

[菜单:建模/6 改变主次梁; 右侧按钮

在建模计算后才可运行。如当前图形不是合并构件, 自动切换到显示合并构件。

鼠标选择主梁、次梁, 被选择的主梁改为次梁, 而次梁改为主梁。如是被合并构件, 则一个单元被选择, 整个合并梁改变。程序自动过滤非梁构件单元。

## 7、改变斜梁、支撑

[菜单:建模/6 改变主次梁; 右侧按钮

在读入数据文件后即可进行, 一般要求在建模计算前进行, 但建模计算后仍可运行。自动切换到显示计算简图、或合并构件。在初次读入数据文件时, 倾斜构件根据其倾角, 小于 22 度的设为斜梁, 大于 22 度的设为支撑、斜柱。如这种区分方式不合适, 可用该命令修改。

鼠标选择主梁、次梁、支撑、斜柱等。被选择的主梁、次梁被改为斜柱、支撑, 被选择的斜柱、支撑将被改为主梁。注意, 如次梁改为斜柱后再改为梁, 则成为主梁而不再是次梁。程序自动过滤柱、

墙构建单元。

## 8、特殊构件判别计算

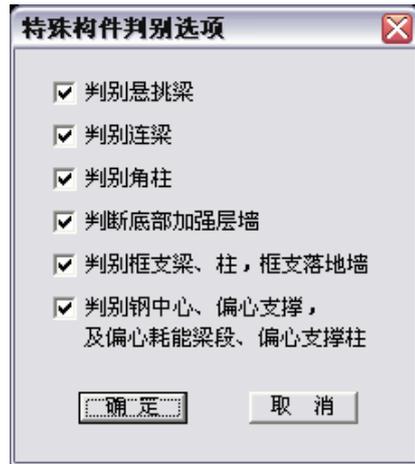
[菜单:建模/8 判别特殊构件; 左二按钮 

该命令用于判断建筑结构中需要特别处理的特殊构件，在建模计算之后才能运行。当前版本能区分：连梁、悬挑梁、角柱、底部加强部位墙体，框支结构系列的框支梁、框支柱、框支落地墙，钢中心支撑，钢偏心支撑系列的偏心支撑、偏心支撑柱、偏心支撑耗能梁段等 11 种建筑结构中的特殊构件。

运行命令后将弹出上图对话框，可选择某些类型不进行判断计算。如结构一些部位存在少量的托柱梁，判别框支系列构件，将形成很多的框支梁柱、甚至框支落地墙，而由于存在框支梁程序认为是框支结构，底部加强层剪力墙也会按框支结构判断，这时可选择判断系列框支构件。一般可先全部计算，而后根据计算效果再确定计算选项。重新计算时以前计算、或手工选择的结果将不保留。

计算结束后程序自动显示特殊构件类型。特殊构件用颜色区别，屏幕左上角列出各特殊构件的颜色表。非特殊构件梁为亮青色、柱黄色、墙绿色，而不再区分构件材料，这与计算简图中的不同。

只判断属于多高层结构类型的构件，其它结构类型的构件不判断。合并构件按整体考虑。同时满足两种以上的特殊类型的构件，按要求更严格的一类确定构件类型。如角柱同时为框支柱，由于框支柱比角柱采用更大的内力增大系数、构造要求更高，则该柱作为框支柱而不作为角柱。



## 9、修改特殊构件

对特殊构件的修改涉及多个命令。

[菜单:建模/9 特殊柱/角柱; 右按钮 

[菜单:建模/9 特殊柱/框支柱; 右按钮 

[菜单:建模/A 特殊梁/连梁; 右按钮 

[菜单:建模/A 特殊梁/悬挑梁; 右按钮 

[菜单:建模/A 特殊梁/框支梁; 右按钮 

[菜单:建模/B 特殊墙/框支落地墙; 右按钮 

[菜单:建模/B 特殊墙/加强部位剪力墙; 右按钮 

[菜单:建模/C 钢支撑系列/中心支撑; 右按钮 

[菜单:建模/C 钢支撑系列/偏心支撑; 右按钮 

[菜单:建模/C 钢支撑系列/偏心支撑耗能梁段; 右按钮 

[菜单:建模/C 钢支撑系列/偏心支撑柱; 右按钮 

运行命令后，如当前显示图形不是特殊构件，自动切换到特殊构件图形。需鼠标选择构件，可重复选，点右键结束选择则被选择的构件特殊属性改变。

各命令均为切换命令。如修改某一特殊构件，如被选择构件是普通构件、或不是该类特殊构件，则改为该特殊属性；如已经是该类特殊构件则改为普通构件。如修改框支柱时，选择到角柱则角柱改为框支柱，再次选择该柱则由框支柱改为普通柱。

选择时自动过滤，如修改角柱、框支柱时只选择柱，修改连梁、悬挑梁时只选择梁。

修改特殊构件可以在特殊构件计算之后进行，也可在其之前进行，但重新计算特殊构件时，前面修改的结果将不被保留。

## 10、计算钢构件长度系数

[菜单:建模/D 计算钢构件长度系数; 左二按钮

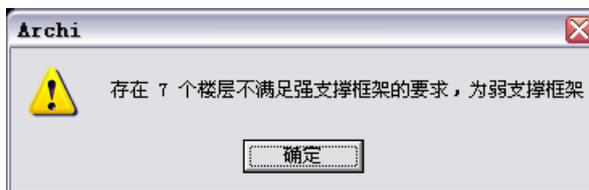
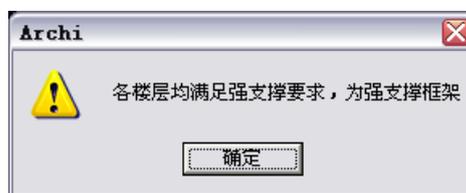
首先弹出对话框对计算参数设置。新钢结构规范将框架分成**纯框架(有侧移)**、**强支撑框架(无侧移)**、**弱支撑框架**等三类。如是纯框架结构，或能确定框架支撑有强度足够，可选择相应的确定选项。如不能明确判断框架的类型，可选择**弱支撑框架**，并选中**程序判断强、弱支撑**项，程序将按规范方法通过计算判断框架类型。点击确定退出对话框，将进行计算。

如需按 89 钢结构规范验算，不选择弱支撑框架类型即可。

计算结束后给出有关弱支撑信息的提示，并显示切换显示长度系数图形。如为有侧移或无侧移框架，则只能显示一种长度系数，如为弱支撑则可以分别显示两类长度系数。用不同的颜色区别长度系数数值的范围。U2 表示柱截面主轴 2 方向的长度系数，U3 表示主轴 3 方向的长度系数。

程序判断框架类型分层、分方向进行，程序分别记录各层各方向的支撑强度，同一结构的不同层、同一层中的不同方向的框架类型都有可能不同。当一层的某一方向为弱支撑时，程序进一步计算支撑强度系数，同时保留有侧移、无侧移计算长度系数，根据支撑强度系数按规范方法插值确定轴压稳定系数。

如在对话框中选择**弱支撑框架**类型而不选择由程序判断强弱支撑，则认为各楼层、各方向均为弱支撑框架，用**平均支撑系数**框中的系数插值确定各层各构件的轴压稳定系数。



程序计算长度系数分柱的两个主轴方向分别进行。如是合并柱按合并柱整体计算。

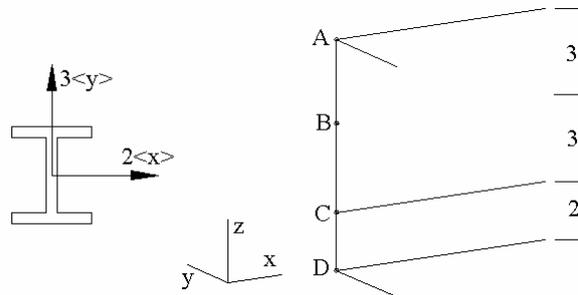
1、如柱、合并柱两端在一方向均有梁、或者有转角约束、铰支约束。则梁考虑远端铰支、嵌固条件计算线刚度，转角约束线刚度为无穷大，铰支约束线刚度为 0。通过梁与柱的线刚度比值计算柱、合并柱的计算长度系数。

2、如柱、合并柱一端某一方向无梁，或有梁但在柱端为铰支，且无该方向的约束。则将柱延伸，直到找到在该方向有梁、有约束，或者到达柱端。延伸端有梁、约束的按第 1 条相同处理，柱几何长度加上延伸段的长度。如延伸在柱端结束，则柱在该方向必定为悬空或悬臂(如柱底端有约束的已经作为约束端考虑)，则将柱长度加倍，按延伸端梁的线刚度为 0 计算柱长度系数。

经过这种处理方法，不但能计算多段合并柱，还能处理单边临空柱、任意支座约束、及悬臂柱的特殊情况。如运行该命令时，未进行建模计算合并构件，则对于柱是正确的，但梁未考虑实际的合并情况其线刚度的计算将有偏差。

按合并柱、单边临空柱的计算得到得整体长度系数，最终按各柱段长度占总体长度的比例，折算到各柱段上。程序屏幕显示的计算长度系数即为各柱段的折算长度系数。也就是说，将各柱段的长度系数乘以该柱段的实际长度即得到该柱段的计算长度，合并柱各柱段的长度系数可能不同但计算长度相同。

如下图所示。柱的截面转角为 0，即 2 轴与 X 轴重合，3 轴与 Y 轴重合，AC 段是合并柱，C 点 Y 方向无梁为单边临空。则在柱的 3 方向(即 Y 轴方向)，按 AD 长度考虑；在柱的 2 方向(即 X 轴方向)，分别按 AC、CD 段考虑。



计算 AC 段柱的长度系数。在柱 3 方向，如 AD 段整体长度系数为 0.8，则 AB 段 3 方向长度系数为  $\mu_3 = 0.8 \times 8 / 3 = 2.13$ 。在柱的 2 方向，如 AC 段整体长度系数为 0.6，则 AB 段 2 方向长度系数为  $\mu_2 = 0.6 \times 6 / 3 = 1.20$ 。

计算 CD 段柱的长度系数。在柱 3 方向，AD 段整体长度系数为 0.8，则该柱 3 方向长度系数为  $\mu_3 = 0.8 \times 8 / 2 = 3.20$ 。在柱的 2 方向，直接按 CD 段计算，如得到长度系数为 0.75，则  $\mu_2 = 0.75$ 。

下面是一些补充说明：

1、如不运行该命令计算钢柱、斜撑的长度系数，程序隐含约定各柱段的计算长度系数为 1.0，有侧移、无侧移框架均同。

2、计算中未考虑柱的自由度释放情况，因为在工程应用中梁柱的铰接点一般通过梁端自由度释放实现，柱底部的铰支只需不约束节点的转角自由度即可。对于摇摆柱(两端铰支柱)需由用户在程序计算的基础上调整。

3、梁的线刚度约束中加入了混凝土梁等非钢梁的线刚度，斜梁也被计算。但斜柱、支撑没有计算；

4、计算柱在两约束节点间的线刚度时，认为柱的截面相同、截面主轴转角相同。这对于合并柱是

合适的，因为不同截面被合并无意义。

- 5、用于平面框架计算时，需约束框架平面外的平动和两个转角自由度。
- 6、斜柱、斜撑的长度系数，在支撑平面外的按支撑端节点之间长度考虑，在支撑平面内的取 1.0。

## 11、修改柱的计算长度系数

[菜单:建模/E 修改计算长度系数; 右侧按钮 

首先鼠标选择钢柱、支撑，可多重选择，点右键结束选择后将弹出对话框，在对话框中输入 2、3 方向的计算长度系数。点确定退出后被选择的构件的长度系数改为输入的值。

如选择一个构件，或选择了多个构件但各构件长度系数相同，则显示原有长度系数值。如多个构件的长度系数值不同，则显示-1。如对话框中值为-1，点确定退出后，不改变被选择构件的长度系数值。



## 12、设置施工图构件偏心

[菜单:建模/F 设置构件偏心; 右侧按钮 

在进行过施工图选配钢筋的计算后，该命令才被激活。运行该命令时，自动切换显示施工图。

首先鼠标选择构件单元，可多重选择，点右键结束选择后将弹出对话框，输入梁、柱、墙的偏心数值，单位米。梁、墙偏心是一个数，当梁与 X 轴平行时向下偏为负值，当梁不与 X 轴平行时向左偏为负值。柱的偏心是两个数，分别是 X/Y 坐标的偏移量。

程序自动进行选择过滤，如第一个选择的是梁，则自动剔除后面选择到的柱；如第一个选择到的是柱，则后面选择到的梁、墙自动剔除。例如一根连续梁，第一次可点选一个梁，然后框选全部梁，则梁中间的柱不被选择。合并单元中的一个单元被设置偏心，则适用所有被合并的单元。

输入的构件单元的偏心作为构件单元的附加属性，在保存文件时保存。但只在显示施工图时显示构件偏心。

有关施工图的选筋计算见第四章第 5 条“混凝土梁平法施工图”，有关施工图显示见第五章第 条“显示配筋施工图”。

## 13、补充修改组合截面参数

[菜单:建模/G 显示组合截面参数; 右侧按钮 

如数据文件中包含有组合截面，在读入文件的同时需对组合截面参数进行确认、并补充部分参数(见第一章第 3、5 条)。如需查看组合截面参数，或补充修改组合截面除截面类型外的参数，可运行该命令。

运行命令后将弹出如第一章第 5 条相同的对话框，这时截面类型一栏被禁止操作。对于钢截面，可重新设置轴压截面类型、截面塑性发展系数、截面对称性等参数。对于钢格构构件，点击截面列表，将弹出格构截面补充参数设置对话框，可对缀板、缀条的参数进行设置，程序将根据输入的参数判断是两肢格构还是四肢格构，并改变截面类型。

## 第四章、验 算

### 1、荷载组合

[菜单:验算/1 荷载组合; 左二按钮

该命令可以不单独运行, 在构件验算之前如未进行荷载组合, 程序自动调用该命令。

第一次调用时, 程序按隐含值进行初步处理, 判断是否需要计算竖向地震作用, 并按规范方法组合各荷载工况。处理结束后弹出如下对话框。



#### 1.1 一些隐含设置

程序隐含规定如下, 这些隐含规定均可修改。

1、静力荷载工况, 除风荷载外, 隐含第 0 工况为恒载, 其他工况均为活荷载。移动荷载隐含为活荷载。(恒载指竖直 Z 向自重荷载, 活载指竖直 Z 向可变荷载, 以下均同)。

2、荷载准永久系数按前处理输入的荷载转化为质量的系数。如前处理中直接采用隐含值, 则准永久值系数恒载为 1.0, 活载为 0.5, 风荷载为 0.0。荷载组合值系数, 恒载取 1.0, 活荷载按最常见的情况设为 0.7, 风荷载按规范规定取 0.6。

3、《抗震规范 GB5001-2001》第 5.1.3 条重力荷载代表值规定中的可变荷载组合值系数, 更接近于

《荷载规范 GB50009-2001》中各可变荷载的准永久值系数。因此对于有地震荷载参与的组合，活荷载分项系数乘以其准永久值系数，再与恒载标准值一起，按重力荷载代表值参与组合。如实际数值不同，可修改该活荷载的准永久值系数。

4、按多高层建筑结构的规范规定，判断是否需要计算竖向地震作用。

### 1.2 对话框主要参数意义

对话框中**总高度**为结构最顶端高度与最低点高度的差值，**地面以下高度**为前处理导算风荷载时的起算高度，可以重新输入合适的值。总高度减去地面以下高度，如超过 60m，则风荷载与地震荷载组合。

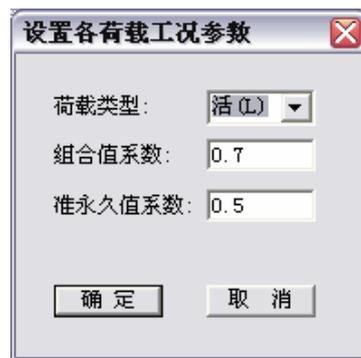
程序按多高层建筑结构，设防烈度为 9 度时，计算竖向地震。如为大跨、大悬臂结构，或有特殊要求需计算竖向地震，可选中计算**竖向地震作用选项**。这时右上荷载工况列表将在地震工况之后增加一行“竖震(V)”，工况总数也加 1。竖向地震计算在结构整体计算中进行，见本章第 3 条。对于多高层建筑，竖向地震参数根据有关规范确定；对于大跨、大悬臂结构，程序初始设定竖向地震影响系数为 0.1，可在结构整体计算时另外设定。如是多高层建筑，或者大跨、大悬臂结构的竖向地震影响系数确定为 0.1，可以不单独运行结构整体计算，在构件配筋、应力验算之前，程序判断未计算竖向地震会自动调用相应函数计算。

如有移动荷载，**移动荷载按活荷载组合**选项被激活。移动荷载作为一种特殊的静力荷载，在后处理第一次打开文件时，已经将各计算点计算内力、位移求得最大值，将每个移动荷载工况作为一个静力荷载工况。移动荷载工况在静力荷载列表中，排在静力荷载工况之后、地震作用工况之前。

### 1.3 修改荷载参数

荷载组合值系数、准永久值系数等均根据最常见参数设置，对于大多数的结构计算可以直接采用隐含值。

点击右上工况荷载参数列表，将弹出如右图对话框，可对各荷载工况参数进行修改。对于风、水平地震、竖向地震，**荷载类型**不可修改。其它静力荷载、移动荷载类型可重新设定其荷载类型。但一旦设定某荷载为风、地震荷载，则不可再次修改。



恒载可以不是第一位，也可以有多个恒载。恒载、活载均可以在风荷载之后。在对话框中还可以重新设定**荷载组合值系数、准永久值系数**。注意后处理中准永久值系数主要用于与地震验算相关的重力荷载代表值，如用于计算竖向地震。在有地震荷载参与的荷载组合中，活荷载也以输入的准永久值系数作为与恒载组合的组合值系数。

如荷载非恒载(自重)、活载(竖向荷载)、风、地震(平/竖)，且不能以这四类荷载相同的方式按规范组合，则须将荷载类型设定为**未定**荷载。如温度荷载、偶然荷载、地基沉陷荷载等。未定荷载不参与按规范方法的荷载组合，需由用户根据实际要求用手工方式添加组合，见本节后面说明。任意位置荷载工况均可设为未定荷载。

### 1.4 按规范组合

如荷载参数有改变，对话框下面组合列表为空。这时点击**按规范荷载组合**按钮，则恒、活、风、地震等常规荷载按新设定参数重新组合后显示在列表中。组合列表的右上角同时显示组合组总数，和

按组合组数计算得到的总组合数。显示在列表表中各荷载工况对应组合值(显示在括号中的数值)是已经计入分项系数、组合值等各种系数的最终结果。

荷载组合分成如下几类。

#### 1、恒+活(D+L)

分为恒载起控制作用和活载起控制作用两种组合。

恒载起控制作用的组合中，恒载取 1.35/0.9，活载 1.4×组合值系数。多恒载时，各恒载取相同组合值。

活载起控制作用的组合中，恒载取 1.2，控制活载取 1.4，非控制活载取 1.4×组合值系数。多活载时，各活载轮流作为控制荷载。

#### 2、恒+活+风(D+L+W)

恒载、活载的组合分恒载控制、活载控制，组合与第一条相同。风载取组合值 1.4/-1.4，与恒载、活载组合。多个风载时，各风载分别与恒活组合。各风载之间不组合，同一组合中不出现两种风荷载。

#### 3、恒活+地震(水平) (DL+E)

在与地震作用的组合中，恒载、活载作为重力荷载一起参与组合，恒、活之间不再组合。即活载乘以组合值系数(注：取荷载参数列表中活荷载的准永久值系数，作为活载形成重力荷载代表值的组合值系数)，与恒载相加，形成重力荷载代表值。

重力荷载代表值组合系数 1.2/1.0。这时恒载的系数为 1.2 或 1.0。对于活载，如其设置的准永久值系数为 0.5，则其组合系数为 0.6 和 0.5。

地震工况取组合值 1.3/-1.3，与重力荷载代表值组合。多个地震工况时，分别与重力荷载代表值组合。各地震工况之间不组合，同一组合中不出现两种地震工况。

#### 4、恒活+地震(水平)+风 (DL+E+W)

地面上高度≥60m 的采用。恒载、荷载组成重力荷载代表值参与组合，与第 3 条相同。

地震工况组合值 1.3/-1.3，风载组合值取±1.4×组合值系数(取 0.2)。各地震工况分别与风载组合，地震与地震、风与风之间不组合。

#### 5、恒活+地震(竖向) (DL+V)

恒载、荷载组成重力荷载代表值参与组合。

重力荷载代表值取 1.2/1.0，竖向地震取 1.3/-1.3。重力代表值为 1.2 时，竖向地震取 1.3；重力代表值为 1.0 时，竖向地震取-1.3，不循环组合。

#### 6、恒活+地震(水平)+地震(竖向) (DL+E+V)

恒载、荷载组成重力荷载代表值参与组合。

重力荷载代表值取 1.2/1.0，水平地震取 1.3/-1.3，竖向地震取 0.5/-0.5。重力荷载代表值的 1.2、1.0 分别与竖向地震的 0.5、-0.5 对应，不循环组合，与第 5 条相同。重力代表值与竖向地震作用相关联，共同与水平地震组合。

#### 7、恒活+地震(水平)+地震(竖向)+风 (DL+EV+W)

地面上高度≥60m 的采用。恒载、荷载组成重力荷载代表值参与组合。

重力荷载代表值取 1.2/1.0, 水平地震取 1.3/-1.3, 竖向地震取 0.5/-0.5。风荷载取±1.4×组合值系数(取 0.2)。重力代表值和竖向地震作用相关联, 分别与水平地震、风荷载组合。

### 1.5 组合组列表说明

对话框下边的组合组数列表中的各荷载工况前面的组合系数是已经计入各类分项系数、组合值系数后的最终值。只有一个组合系数的为单系数, 有两个组合系数的为双系数。程序将一个组合组的各系数全排列, 得到最终的荷载组合。下面通过两个组合组说明。

组合组:  $0(1.2)+1(0.6)+4(1.3/-1.3)$ , 得到两个荷载组合:

$$1.2 \times L_0 + 0.6 \times L_0 + 1.3 \times L_4$$

$$1.2 \times L_0 + 0.6 \times L_0 - 1.3 \times L_4$$

组合组:  $0(1.2)+2(0.28/-0.28)+4(1.3/-1.3)$ , 得到四个荷载组合:

$$1.2 \times L_0 + 0.28 \times L_2 + 1.3 \times L_4$$

$$1.2 \times L_0 - 0.28 \times L_2 + 1.3 \times L_4$$

$$1.2 \times L_0 + 0.28 \times L_2 - 1.3 \times L_4$$

$$1.2 \times L_0 - 0.28 \times L_2 - 1.3 \times L_4$$

### 1.6 修改/删除组合组

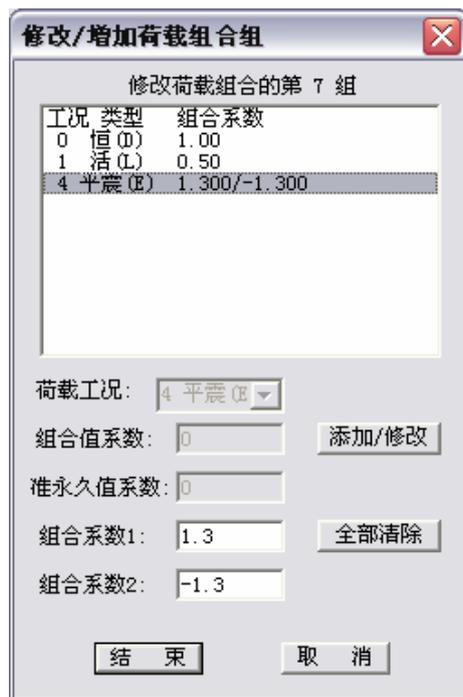
如需要修改组合组的参数, 可鼠标点击组合组列表, 将弹出修改对话框。

对话框列表的顶端列表中列出了该组合组包含的各工况, 和组合系数。选择一个工况, 则该工况的类型、组合值系数、准永久值系数、组合系数显示在下部的各栏中。单系数时组合系数 2 为 0。

在组合系数 1/2 框中输入新的值, 点添加/修改按钮, 则被选中工况的组合系数改变。

如原为单系数, 在组合系数 2 框中输入非 0 值, 则单系数改为双系数。反之亦然。如在组合系数 1 框中输入 0, 则该工况在该组合组中被删除。如点击**全部清除**按钮, 则该组包含的各工况均被删除。

如被修改组合组包含的各工况均被删除, 则返回到主对话框后, 该组合组也从列表中删除, 组合组总数、组合总数也相应改变。



### 1.7 增加组合组

如存在未定荷载, 或需在规范组合之外另加组合组, 可点击**手工增加组合组数**按钮。这时将弹出与 1.6 条相同的对话框。**荷载工况**框被激活, 列出所有荷载工况。顶部荷载列表为空。

从荷载工况框内选择一个工况, 在组合系数 1、组合系数 2 框中输入组合系数值, 点**添加/修改**按钮, 则该工况添加到新的组合组内。也可以从列表中选取已经添加的工况, 修改输入的组合系数。同样, 如输入的组合系数 1 的值为 0, 则不添加, 或删除已经添加的工况。

如在列表中添加了至少一个荷载工况, 则点结束返回后, 主对话框中增加一个组合组。

Archi 的手工增加组合组的功能, 为计算非常规荷载, 并将非常规荷载计算结果用到最终的构件验

算中提供了极大的便利。可以充分利用通用有限元软件对结构进行特殊荷载作用的分析计算。

## 2、计算二阶效应

[菜单:验算/2 二阶效应; 左二按钮 

Archi 中的二阶效应计算采用精确的一次弹性计算。按荷载组合中荷载类型的设置,将荷载工况分成竖向荷载(恒荷载、活荷载,不包括竖向地震),和水平荷载(风荷载、水平地震作用)。

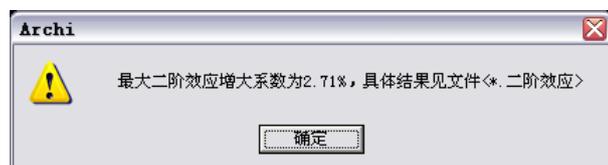
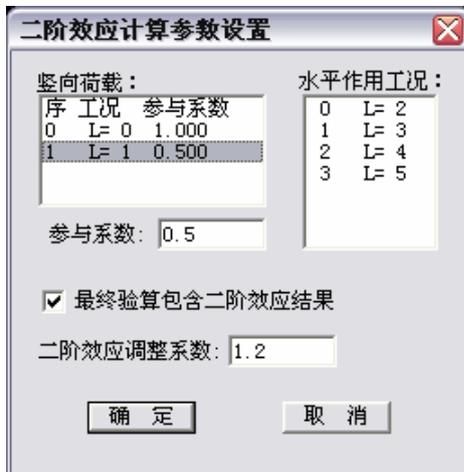
计算针对墙、柱、斜撑/斜柱等竖向构件进行。首先将各竖向荷载计算得到的各竖向构件的内力按荷载准永久值系数(即下面对话框中输入的参与系数)叠加,柱、墙取轴力,斜撑/斜柱取轴力、剪力合力的竖直分量,得到竖向荷载的代表竖向力。然后分别取各水平荷载作用下竖向构件两端侧移的差值(分 X、Y 两方向)。将代表竖向力乘以侧移差值,则得到该水平荷载的作用下的竖向荷载的二阶弯矩,进而得到二阶剪力。将各层二阶剪力与作用水平荷载工况的楼层剪力比较,则得到在该水平荷载作用下,竖向荷载产生的二阶效应系数。二阶效应由水平荷载、竖向荷载同时作用产生,但其分布形态与水平荷载相近,因此用二阶剪力与水平荷载的比例标志二阶效应的大小。

在最终的构件验算中,如需考虑二阶效应验算的结果,将水平工况内力乘以该工况对应的二阶效应增大系数,作为构件在该工况下的内力,参与荷载组合。

运行命令后首先弹出如下对话框。对话框中列出了竖向荷载和水平作用荷载。在竖向荷载列表中,各工况的参与系数初始值是荷载的准永久值系数,可在下面参与系数框内输入新的值。各竖向荷载工况内力即乘以参与系数后再叠加。

如选中最终验算包含二阶效应结果选项,则在最终的构件配筋、强度稳定校核中,各工况构件内力乘以二阶效应增大系数。否则二阶计算只作为结构整体验算的一个指标,不包含进最终的构件验算。

二阶效应调整系数用于增大二阶效应的计算结果。Archi中二阶效应计算采用精确的一次弹性计算,但未进行迭代。一次弹性计算的结果小于迭代计算。结构侧向刚度越大,二阶效应越小,两者的差值越小;反之则差值越大。这里通过二阶效应调整系数调整这种差别。一般认为一次弹性计算最大二阶效应小于 5%的可认为与迭代结果接近,这时调整系数可设为 1.0,大于 5%的应输入大于 1.0 的调整系数。



点确定按钮开始计算二阶效应。计算结束后弹出提示，提示最大二阶效应系数。具体计算结果输出形成文本文件“Name.二阶效应”，列出各水平工况对应的二阶效应增大系数。该系数是按调整系数增大的结果。将二阶效应系数乘以楼层侧向位移，即近似得到考虑二阶效应后的水平工况侧移增加值。

### 3、整体验算

[菜单:验算/3 整体验算; 左二按钮 

本命令完成 3 项结构整体验算。

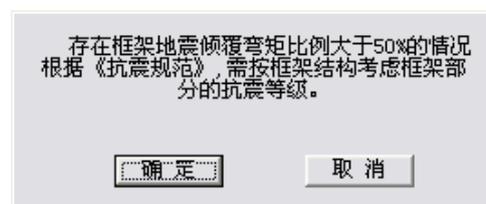
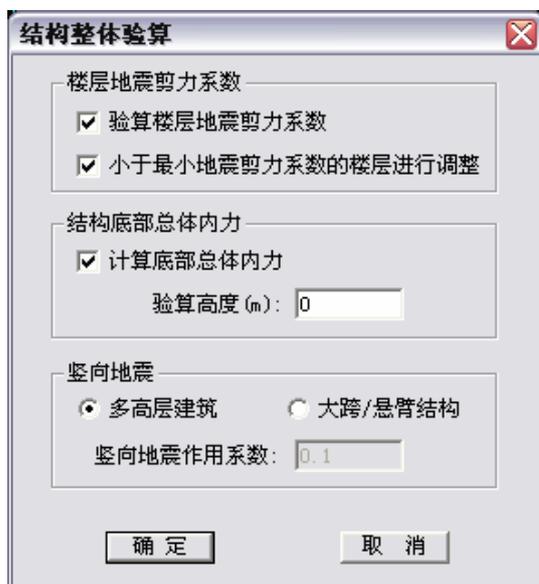
- 1、计算楼层地震剪力，判断是否满足最小楼层地震剪力要求。非抗震结构不计算,6 度抗震不计算。
- 2、计算结构底部总内力，判断地震工况下框架基底倾覆弯矩占总体倾覆弯矩的比例。
- 3、计算结构竖向地震。荷载组合时未设定则不计算。

运行命令后将弹出如下对话框，对验算进行设置。最小地震剪力校核、底部内力可选择计算，竖向地震根据荷载组合中的设置。

如选中**小于最小地震剪力系数的楼层进行调整**选项，则小于最小地震剪力系数的楼层，地震工况内力按比例增大，使楼层地震剪力等于最小地震剪力。

结构底部内力隐含是高度为 0 处的基底内力，如需要验算其他高度的结构总内力，可在**验算高度**框内输入验算高度值。底部内力可不单独计算，在显示结构基底内力时，程序判断未计算基底内力，自动调用相应函数计算，验算高度为隐含的 0 高度。但计算结果不输出到文件，也不计算地震工况框架倾覆弯矩的比例。

如在荷载组合时程序判断、或用户选择需计算竖向地震，则对话框中竖向地震选项被激活。隐含为**多高层建筑**，这时竖向地震作用系数根据有关规范规定确定。如是**大跨/悬臂结构**，选中该选项的同时，下面竖向**地震作用系数**框被激活，用户需输入该系数。竖向地震也可以不在这里单独运行，如已经设定需计算竖向地震，在最终构件验算时，程序判断未计算竖向地震，自动调用相应函数计算，但按隐含的多高层建筑结构处理。



点确定按钮退出后开始计算。

完成计算后提示最大、最小楼层地震剪力系数。如小于规范规定最小容许值，则形成相应的增大系数供构件验算时调用。各层地震剪力系数的输出在文本文件“Name.地震剪力系数”中。

结构底部总体内力的计算结果输出在文本文件“Name.底部内力”中，同时计算了地震工况框架倾覆弯矩占总体弯矩的比例，也输出在文件中。如框架地震倾覆弯矩占总体弯矩的比例大于 50%，则给出提示，如上图所示。如框架倾覆弯矩比例大于 50%，需按框架结构确定框架部分的抗震等级，程序判断抗震等级时未考虑这一因素，需用户调整。

竖向地震计算结果形成内部数据，供构件验算时使用。

## 4、混凝土构件配筋、钢构件强度稳定验算

[菜单:验算/4 构件验算; 左二按钮 

该命令完成最终的混凝土构件配筋、钢构件地强度稳定验算。

构件验算之前，程序将进行系列的内力调整，包括三方面：

- 1、规范规定的各类内力调整；
- 2、根据已经进行过的各项整体计算结果进行的调整；
- 3、和构件验算对话框中设置的各项内力调整。

第 1 项内力调整用户不可干预，程序将根据结构类型、抗震等级等参数自动处理，具体处理内容可见第六章各构件验算技术参数。第 2 项是可选择的，直接根据用户设定进行计算，见本章前面第 2、3 条的说明。第 3 项一般由程序根据结构情况和规范规定设置初始值，再由用户干预是否按设定值计算。

进行各项内力调整后，再进行荷载组合，输出组合内力包络值。判别构件受力状态，输出超筋、超限信息。对混凝土构件按规范进行最小配筋构造。

运行命令后，如果时第一次调用该命令，程序将进行各项预处理工作。然后弹出构件验算参数设置对话框，设置各项计算参数，并对程序判断结果进行确认。如果不是第一次调用该命令，则直接采用上一次处理的结果。

计算结束后显示验算结果图形，混凝土构件显示配筋、钢构件显示应力。

### 当前版本可进行完整验算的截面类型

混凝土构件：基本截面对话框中的各类截面的梁、柱、斜柱；

钢构件：基本截面对话框中的各类截面的梁、柱、支撑；

组合截面对话框中定义的各类实腹、两肢格构、四肢格构、三肢格构截面梁、柱、支撑。

型钢混凝土：组合截面对话框中定义的，截面类型为包含式、第一截面为混凝土矩形截面、其它截面为钢(截面型式任意)的型钢混凝土梁、柱、斜柱。

### 4.1 预处理工作

- 1、如未进行荷载组合，调用相应命令进行荷载组合。
- 2、根据《抗震规范 GB50011-2001》第 3.3.3 条规定，对于建筑场地为 III、IV 类，设计基本地震加

速度为 0.15g 和 0.30g 的建筑(即设防烈度为 7+、8+)，分别提高设防烈度为 8 度(0.2g)、9 度(0.4g)进行抗震构造。

3、如设定需计算竖向地震但未计算，调用相应命令，按隐含参数计算竖向地震作用。

4、第一次调用时判断结构类型，多高层混凝土结构根据《高层规程》判断抗震等级。对于框架-剪力墙(或框筒)结构区分钢框架、混凝土框架初步设定地震剪力调整参数。

5、框支结构判断转换层位置，多次转换结构将转换构件个数最多的楼层设为转换层。分别确定转换层上下结构的框架、剪力墙的抗震等级。初始化框支层结构的各项特殊内力调整参数。

预处理只在第一运行构件验算命令时进行，多次运行时采用第一次判定、或用户输入的结果，不再改变。

## 4.2 调用对话框进行参数设置

根据预处理的结果初始化各参数后，弹出构件验算参数设置对话框。对话框有四个标签，分别为混凝土结构、钢结构、框架剪力、配筋参数。



### 4.2.1 混凝土结构

**结构类型**由程序自动判断，可以修改。结构类型主要指多高层建筑结构的类型，根据《高层规程 JGJ3-2002》的有关规定分类，另外加上钢结构的多高层结构的类型。

**抗震等级**指混凝土结构而言。由程序自动根据结构类型、高度、抗震设防烈度等参数判定。对于转换层结构，转换层上下结构分别设置。如图示结构，转换层为 16 层，16 层以下框架抗震等级为特一级，16 层以上为一级。非转换层结构楼层号为结构最高层，整个结构抗震等级相同，按第一个框中数值采用。

对于钢框架-混凝土筒体的混合结构，对话框中设定的抗震等级适用于结构中的混凝土构件，钢构

件按相关规范确定验算等级。钢框架、钢框撑结构，或其它结构类型中包含的部分钢构件的处理方式相同。框架部分为型钢混凝土的，程序按混凝土框架判断，需用户调整。

当结构类型改变时，抗震等级需用户调整。如框剪、框筒等类型结构中框架基地震倾覆弯矩的比重超过 50%(见本章第 3 条整体验算)，按规定需按框架结构确定确定框架部分的抗震等级，程序未考虑这一因素，需用户调整。

用户在程序判断之外，可自行设定分段抗震等级。如有多层地下室时，可设地下室为较低的抗震等级。

混凝土**角柱组合内力增大系数**针对组合设计内力的增大，包含静力组合、地震组合。

**梁端弯矩调幅**针对竖向恒、活荷载，对各工况内力标准值调整，调整后的内力参与组合。

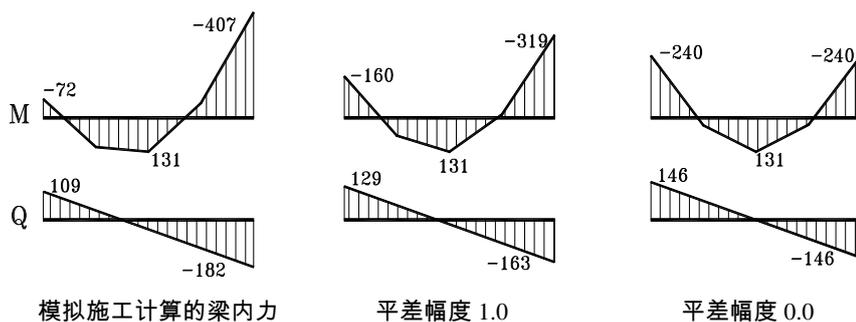
**梁跨中弯矩增大系数**只针对活荷载，恒荷载内力不调整。

**扭矩折减系数**对恒、活、风、地震均折减。

**墙柱连接梁施工平差幅度**参数，针对框架-剪力墙、框-筒等由框架、剪力墙组成的结构。在这类结构的计算中，由于柱、墙的竖向受力水平不同而产生较大的竖向变形差异。实际上这种变形在施工建造过程中，通过逐层平差这种变形差异会远小于计算结果。虽然模拟施工加载可以减小这种计算模型与实际情况的差异，但模拟施工计算只是未改变结构类型的分层加载，计算结果还可能存在偏差。过大的竖向变形差异使梁在柱端的弯矩偏小，进而使柱端弯矩偏小，存在不安全因素。

Archi中的**施工平差**采取类似与梁端弯矩调幅的方式，对于同时与墙、柱相连的梁(包括合并梁)，将梁在剪力墙一端的弯矩转移到与柱连接的一端，并相应调整梁的剪力，使梁的内力趋于合理。通过强柱弱梁的内力调整，增加柱端的弯矩；再通过柱本身的强剪弱弯内力调整，相应增加柱的剪力。

对话框中输入的数值表示调整的幅度。如输入 1 则表示梁在墙端的弯矩不超过柱端弯矩的一倍，如输入 0 则调整到使墙端的弯矩不大于柱端弯矩。如不需进行施工平差调整，可输入一个大数，如 20，则所有情况均在此范围内，便不会进行调整。非框架剪力墙结构，由于不具备梁同时与柱、墙相连的条件，不会进行施工平差调整。施工平差调整的效果如下图所示，梁左端接柱右端接墙，梁上作用均布荷载。



施工平差调整只针对竖向的恒、活荷载作用内力进行调整，风、地震内力不调整。

Archi 中首次提出的施工平差调整的方法，简便、可靠、有效，调整的结果反应了这类结构的实际情况。如采用预设墙、柱底面差别沉陷的方法调整，一方面，随着结构层数的增加，结构基础不会出现很大的差异沉陷，这已被理论算例和实际观测所验证；另一方面，这种方法对结构不同高度的调整效果不同，在中间高度位置梁得到有效调整，顶部调整效果较差，底部反而会得到在柱一端弯矩大而墙一端弯矩小的错误结果。

对话框底部是有关框支转换结构的系列调整。

**框支柱地震剪力 2%(3%)调整。**程序取转换层一下各层的最大楼层地震剪力。扣除地下室层以后,框支层位于 2 层以下的,框支柱总数小于 10 根时单根柱地震剪力不小于最大地震剪力的 2%,多于 10 根的柱地震剪力之和不小于最大楼层地震剪力 20%。如转换层位于 3 层以上,则比例分别为 3%和 30%。同时有框架楼层地震剪力调整的,框支柱的地震剪力先随框架楼层地震剪力调整,然后再进行框支柱的地震剪力调整。框支柱剪力调整时,弯矩也同时按比例调整。

**框支柱底顶弯矩组合值调整,**指特一级、一级和二级抗震时,框支柱顶、底部弯矩设计值分别增大 1.8、1.5 和 1.25 倍。三、四级抗震不调整。

**框支柱地震轴力增大,**指特一级、一级和二级抗震时,框支柱地震作用产生的轴力分别增大 1.8、1.5 和 1.2 倍参与荷载组合。三、四级抗震不调整。计算框支柱轴力时不计入地震轴力增大部分。

**框支落地墙弯矩组合值调整,**指特一级、一级和二级抗震时,框支柱包含地震作用的弯矩组合设计分别增大 1.8、1.5 和 1.25 倍。同时程序对框支落地墙的剪力组合设计值在特一、一、二、三级时分别增大 1.9、1.6、1.4、1.2 倍。

此外程序隐含对框支梁水平地震内力进行调整,特一级、一级、二级抗震时分别乘以 1.8、1.5、1.25 的增大系数。8 度抗震时计算框支梁的竖向地震作用。

Archi 中所有混凝土梁的配筋验算均考虑了轴力的作用。柱首先按单面计算配筋,对于矩形截面柱,在单面配筋的基础上进行双面配筋复核。

## 4.2.2 钢结构

**角柱、框支柱、框支梁**的增大系数为地震作用内力的增大,**中心支撑**的增大系数所有作用内力的增大。

**偏心支撑**系列内力调整,指**偏心支撑**本身、**偏心支撑柱**、偏心支撑梁的**非耗能梁段**,其内力设计值,在乘以关联耗能梁段的 $V_p/V_{lb}$ 和 $M_{pc}/M_{lb}$ 的较小值之后,再需增大的各类内力增大系数。耗能梁段的 $V_p/V_{lb}$ 和 $M_{pc}/M_{lb}$ 值由程序计算。对话框中的隐含值为综合《高层钢结构规程》、《抗震规范》的结果,实际使用中可根据具体要求调整。

墙柱连接梁施工平差的意义同混凝土部分,不再详细说明。

**钢梁整体稳定验算**针对所有钢梁(包括钢斜梁),只有该项被选中才进行钢梁的整体稳定性计算。

需计算钢梁整体稳定性时,如选中**刚性楼层梁不计算整体稳定性**选项时,认为满足刚性楼层假定的楼层楼板对梁有很好的约束作用,不需进行整体稳定验算。当该项被选中时,如果梁、合并梁的所有节点均为刚性楼层内的节点时,不进行整体稳定验算。

如选中**次梁为主梁的侧向支撑**选项时,认为次梁为主梁的侧向有效支撑,主梁取连接次梁之间的长度为稳定计算的长度。否则梁、合并梁取梁实际长度计算整体稳定。

**次梁不抗震**选项被选中时,次梁的验算中不组合地震内力(包括竖向地震)。最终的内力包络图中也不包括地震内力的组合。该选项同时适用于混凝土次梁。

钢构件的强度验算为轴力、弯、剪、扭所有作用力下的应力,并按所有作用下的正应力、剪应力计算折算应力。稳定性验算根据有关规范,梁进行平面外稳定性验算,柱进行两方向稳定性验算。

## 4.2.3 框架剪力

该页用于设置框架楼层地震剪力调整的参数。程序判断结构类型为框剪、框支剪力墙、框筒、板柱剪力墙、钢框撑、钢框-砼筒之一,且是抗震结构,才隐含进行框架楼层地震剪力调整。

根据有关规范规定，框剪结构中混凝土框架部分的总体地震剪力调整标准是：该段范围内最大楼层地震剪力的 20%，和最大框架地震剪力的 1.5 倍，取两者的较小值。钢框架这两个指标分别是 25% 和 1.8。程序根据结构类型设置不同的初始值，用户可调整。

新规范容许根据竖向结构的变化分段调整，Archi 最多容许分成 10 段。隐含按一段进行调整，从 1 层到最高层包含整个结构。

在竖向分段数框内输入分段数，下面列表中即显示各段的起止层。隐含第一段从 1 层到最高层，其它段起止层均为-1。点击列表中的一行，在左边当前段底层、当前段顶层框内输入相应的起止层号，则列表中的值相应改变。

输入的楼层可以不包括全部楼层，如底部的地下室各层和顶部的塔楼。不包含进列表中的楼层不进行框架地震剪力调整。

程序根据设置，当判断某一楼层的框架地震总剪力小于两项标准的较小值，则比例增大该层柱、框架梁的地震弯矩、剪力。悬挑梁、连梁不调整，次梁如选择不考虑抗震也不调整。



#### 4.2.4 配筋参数

根据提示，按需要设置混凝土构件的配筋参数。

### 4.3 构件验算

设置好对话框各页的参数，点确定按钮，开始进行构件验算。构件验算包括内力调整、混凝土构件配筋、钢构件强度稳定验算、配筋构造、验算结果判别等几部分工作。

验算结束后，显示验算结果图形，混凝土构件显示配筋，钢构件显示应力。验算同时形成构件组合内力包络图，和构件验算结果判别信息。点击相应的显示按钮即可查看。

参数截面构件、参数材料(非混凝土、钢材料)构件,以及复杂组合截面后处理暂且不能验算的构件,程序将进行各类内力调整,进行荷载组合形成内力包络图,供用户手工验算。

### 4.3.1 内力调整

内力调整分三部分,根据整体验算结果的调整,构件验算对话框设置的调整,其它规范规定的内力调整。

构件验算对话框中设置的调整在前对话框各参数说明中已作详细说明,这里不再赘述。

规范规定的调整包括:梁柱构件的强柱弱梁弯矩、强剪弱弯内力调整,特殊部位柱内力的调整,剪力墙结构的剪力、弯矩调整,等等,详见第六章“构件验算技术参数”中各类构件的内力调整部分内容。

根据整体验算结果的调整有如下几类:

- 1、根据二阶效应验算结果的内力增大;
- 2、根据最小地震剪力验算,小于最小地震剪力楼层内构件的地震内力增大;
- 3、框剪、框筒结构的框架地震剪力调整,框支梁柱的各类内力调整;

Archi 中的内力调整区分结构类型。二阶效应、最小地震剪力调整对所有结构类型均适用,框架地震剪力只适用于多高层建筑结构,框支梁柱只针对多高层建筑结构。强柱弱梁、强剪弱弯调整只针对多高层建筑结构中的混凝土、型钢混凝土构件。其它类型调整也只适用于该规范所对应的结构类型,如柱底内力增大只适用于框架结构。

Archi 中的内力调整考虑到多类型结构的因素,进行构件之间的内力调整时,被调整的构件限定于某些结构类型,但作为调整条件的关联构件不受限制。如强柱弱梁调整针对混凝土、型钢混凝土柱,但混凝土梁、钢梁均计算端部极限弯矩或最大组合弯矩,两类弯矩不加区别地用于计算柱端弯矩。当混凝土柱与钢柱相接时,计算得到的梁端总体弯矩按两柱的线刚度分配,混凝土柱根据分配的弯矩调整,而钢柱只计算梁柱端弯矩比例,但不调整钢柱内力。这样用作判断调整的关联构件可以是不同的结构类型,只要其构件本身满足条件即可。如高层结构顶部有钢塔,当钢塔的柱脚为刚接时,则主体结构顶层柱的内力调整考虑钢塔的底层柱的刚度影响,而钢塔的柱脚为铰接时,则不影响下部柱的内力调整。

这种内力调整机制,使 Archi 对多结构类型结构的处理不是简单地多结构罗列,而是在各结构类型之间建立有机的联系。既体现了各类规范有适用范围的原则,又深刻地体现了各类规范内力调整的意图。这种内力调整机制使 Archi 对于复杂结构的处理更全面、更合理。

进行内力调整的同时,进行荷载组合。一些内力调整是针对工况内力的调整,如梁弯矩调幅、框架地震剪力等,在荷载组合之前进行;一些内力调整是针对组合设计内力的调整,如强柱弱梁调整,在荷载组合之后进行。程序在经过各类调整之后的各组设计内力中,找到各验算位置的最大、最小内力值,形成组合内力包络,并输出存储。

对于参数截面、参数材料、或未定类型的组合截面构件,形成组合内力包络后即验算结束。

### 4.3.2 混凝土构件配筋、钢构件强度稳定验算

内力调整之后,程序调用各函数进行构件配筋、验算。各类构件的具体内容详见第六章“构件验算技术参数”。

梁进行主平面内的验算。主平面指平行于基本截面、组合截面的 3 轴,即用 $Q_3$ 、 $M_2$ 进行抗弯抗剪

计算。前处理中梁的设置需满足这一要求。

所有混凝土梁、型钢混凝土梁配筋均考虑轴力作用。梁单面配筋，当全截面受拉、或内力太大无法单面配筋时，配受拉钢筋。

混凝土柱、型钢混凝土柱、斜柱、支撑进行截面两主轴方向的配筋验算，对称配筋。矩形截面先按单偏压分别计算两方向的配筋，然后进行双偏压校核，配筋不满足双偏压受力要求的在单偏压配筋基础上按比例增加。非矩形截面等效成分段矩形截面，单偏压计算两方向对称配筋。柱按精确方法区分大小偏心，对于小偏心受力迭代计算配筋，未作任何简化。轴力为拉时，区分大小偏心，大偏心时考虑混凝土受压，小偏心时全截面受拉由配筋平衡外力。轴力为压时考虑偏心距增大系数 $\eta$ 的影响。

型钢混凝土梁、柱的配筋计算时，将包含的钢构件等效成钢片，通过迭代方法精确计算，未采用任何近似假定。迭代方法对于型钢有转角的、非对称的、及任意布置的型钢混凝土截面均能得到准确的计算结果，前处理通过组合截面对话框输入的任意型钢混凝土截面，均可得到准确配筋验算。

混凝土剪力墙对称配筋，约束边缘构件、构造边缘构件按暗柱考虑。对于由多个计算墙单元形成的合并单元，当厚度不等时按变厚度截面计算，分别按截面两端的厚度确定两端暗柱的大小和钢筋合力点，并分别按两暗柱的大小确定构造配筋再取大值。墙顶面、底面分别按各自内力、截面尺寸计算，能正确处理形状复杂、或各部分细分方式不同的墙体。按精确方法区分大小偏心，小偏心迭代计算配筋。小墙肢按柱计算配筋。

钢梁强度计算包含所有作用力，稳定计算只进行平面外稳定校核。对于由多个被打断的梁组成的合并梁，根据用户设定采用或不采用次梁作为侧向支撑。

钢柱、支撑的强度验算包含所有的作用力，稳定验算根据验算类型选择部分作用力。强度稳定验算均采用计算控制点复合应力的方法，全面准确，适用于任意复杂的基本截面和组合截面。钢柱的计算长度系数根据框架侧移类型选用，如为弱支撑框架，则分别按有侧移、无侧移框架类型计算轴压稳定系数，根据支撑强度系数插值确定最终的轴压稳定系数 $\phi$ 。单轴对称截面计算换算长细比，格构构件根据格构类型按规范相应公式计算换算长细比。稳定验算根据截面对称、非对称，实轴、虚轴等因素选用不同的验算模式，分别进行平面内、平面外稳定验算。

#### 4.3.3 配筋构造和验算结果判别

混凝土、型钢混凝土梁、柱、墙构件在计算配筋之后，根据抗震等级、特殊类型构件按规范进行最小配筋判断，小于最小配筋要求的按最小配筋增大配筋，具体见第六章“构件验算技术参数”中各构件的说明。

只对多高层建筑结构中的混凝土构件进行配筋构造。混凝土斜柱、支撑不进行配筋构造。斜梁按梁进行配筋构造。

混凝土构件验算结果判断包括：抗剪超限、抗扭超限，梁抗弯受压区高度超临界高度，梁端部实配钢筋下的受压区高度，柱轴压比超限，等等。

钢构件分别判断强度、稳定验算应力超限，计算钢柱端部梁、柱极限弯矩比值，等等。

验算结果判别的详细内容见第五章“显示”中的“显示验算结果判别”，这里不作详细说明。

## 5、混凝土梁平法施工图

[菜单:验算/5 混凝土梁平法施工图; 左二按钮

在构件验算结束后才能运行。施工图支持多楼归并，即结构布置相同的几个楼层合并在一个楼层绘制施工图，这时取合并各楼层相同位置构件最大值进行配筋。同时支持同楼层归并，即对本层内各连续梁，对跨数、截面、各跨梁类型相同，且配筋数值相差不大于一定数值的采用同一编号，只在其中一个梁上标注配筋。这是取各连续梁相同位置最大配筋进行钢筋选配。

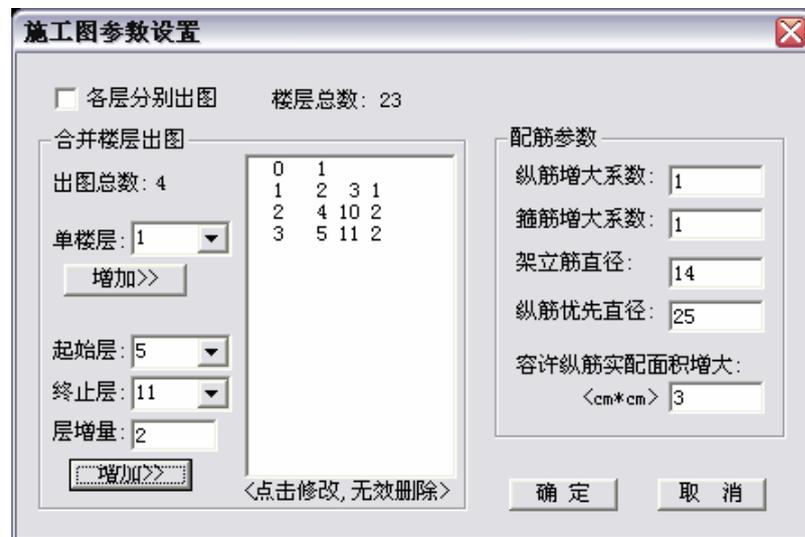
运行命令后首先弹出对话框，对楼层归并及配筋参数设置参数。

**各楼层分别出图**，如选中该选项，则对各层分别出图。如取消该选项，下边合并楼层出图组合框中的内容被激活，可以选择输入部分楼层出图。

在**单楼层**下拉框中选择一个楼层，点**增加**按钮，则被选择楼层添加到右侧的列表中，该层单独出图。

在**起始层**、**终止层**下拉框中分别选择楼层(终止层须大于起始层)，在**层增量**框中输入一个数值，点其底部的**增加**按钮，则列表增加一行，包含起、止层和层增量数值。这种方式输入的楼层将合并出图，被输出的楼层是输入的起始层。如多层归并时输入的起始层为 5，终止层为 11，层增量为 2，则 5、7、9、11 等 4 个楼层归并到第 5 层出图，当需要显示第 7 层的配筋施工图时，程序自动切换显示第 5 层。

如需修改、删除列表中已经输入的各出图楼层，点击该项，将分单楼层、多楼层弹出相应的对话框修改。如修改后的数值是无效的，该行将被删除。无效数值包括下列情形之一：包括楼层号小于 0(0 层被容许)或大于楼层总数、起始层大于终止层、层增量为 0 或负值等非正常数值。如修改后的数值是有效的，但与列表中其它项有某些楼层重叠，将给出提示，被选择项不作改动。如不存在前两种情况，则被选择项按修改后的参数修改。



**配筋参数**对话框对梁选筋进行设置。**纵筋增大系数**、**箍筋增大系数**框中如输入大于 1 的数，将在梁计算、构造配筋基础上按该系数增大后选择钢筋。**纵筋优先直径**指在同等情况下优先选配的钢筋直径，单位为毫米，必须是标准钢筋直径。**容许纵筋实配面积增大**，指实际选配的钢筋总面积，要比多楼层归并、同楼层归并、乘以增大系数后该位置计算配筋面积大，该值限定实配增加面积的范围。该值不宜太小，太小会导致配筋异常。在实配钢筋满足这一要求后，程序仍会进行配筋优化，除非特殊情况，一般的实配钢筋增量总是小于该设定值。

单楼层、多楼层方式输入的楼层均不能重叠，如有重叠则给出提示。**出图总数**即时显示出图总数。当采用隐含的**各层分别出图**时，第 0 层不出图，但在单楼层、多楼层框内输入 0 层，0 层将被出图。点

**确定**结束对话框时，将判断被选择的楼层，如有被漏选的楼层将给出提示(0层不选除外)。如确认未被选择的楼层不出图，点提示对话框中的确定按钮，程序将按选择的部分楼层进行施工图配筋。

点对话框中**确定**按钮退出对话框，程序将进行楼层归并、选配各部位钢筋、确定钢筋伸长。

施工图处理的有关技术参数如下：

- 1、只处理混凝土矩形截面梁的配筋施工图，其它类型截面、型钢混凝土不处理。
- 2、同楼层归并时，当同一位置单面纵筋面积相差不大于  $1.5\text{cm}^2$ 、箍筋各肢面积之和相差不大于  $0.3\text{cm}^2$  时，认为配筋相同。归并梁取各梁同位置最大值选筋。
- 3、相邻两跨在支座处的梁顶面钢筋面积相差不大于  $5.0\text{cm}^2$  时，支座两边顶面相同钢筋，取大值选配钢筋。超过  $5.0\text{cm}^2$  时两边分别选筋，但较大一侧的钢筋包含全部较小一侧的钢筋。
- 4、顶面钢筋考虑邻跨钢筋的伸长。当跨度小于邻跨的  $1/2.5$  时，顶面通长取最大值选筋。当邻跨为悬臂，跨度小于悬臂梁长度的  $2.25$  倍时，顶面通长且取最大值选筋。
- 5、连续梁区别主梁(KL)、次梁(L)、框支梁(KZL)、连梁(LL)，连续但类型不同的梁分别编号，悬挑梁不受此限。高度不等的梁不包含进连续梁。
- 6、一般同一截面的一边配筋不超过两类，且钢筋规格相邻。一般钢筋不超过两排，特殊情况除外。
- 7、连梁保护层预扣除暗柱  $2\phi 20$  纵筋的宽度。

处理结束后，程序将显示配筋施工图。施工图中混凝土梁将显示双线。可通过第三章第 11 条中介绍的命令设置梁、柱、墙的平面偏心。

## 6、输出总体计算报告

[菜单:验算/6 输出计算书; 左二按钮 

运行该命令将输出结构计算总体报告。文件名称“Name.计算报告”，为文本文件，可用 Word 等编辑器修改。

结构侧移按楼层输出，分几个部分：

- 1、楼层总体等效侧移。即一般所说的楼层平均侧移。对于刚性楼层为刚性楼层中心点的侧移，非刚性楼层时为楼层内各点侧移按各点质量的加权平均值。在计算得到的楼层总体等效侧移的基础上，同时计算楼层总体侧移角。
- 2、楼层最大侧移。取一个楼层内所有节点的最大侧移，侧移的 X、Y 分量分别判断，即最大的 X、Y 侧移分量不一定属于同一个节点。
- 3、楼层最大侧移角。楼层最大侧移角直截针对构件计算，取柱、墙、支撑等竖向构件上下端侧移与构件高度的比值计算构件侧移角，并取最大值最为楼层最大侧移角。同样，最大侧移角 X、Y 分量分别计算。

## 第五章、显示

本章讲述主菜单“显示(S)”中包含的各项显示切换命令，和各类图形的参数设置。将详细介绍各类内力、配筋的定义和图形表示方法。

各图形均可通过图形内容命令，[菜单:视图/H 图形内容；上按钮]，选择显示部分构件单元。

各图形通过图形参数命令，[菜单:视图/I 图形参数；上按钮]，设置显示字体、字体有效小数位数、面体填充、节点显示等参数。

除基底内力和配筋施工图必须显示为 XY 平面图形外，各类图形均可显示为 XY 平面、切面、三维立体。

各类图形均可使用楼层、图层等其它的显示控制。

除对应结果未计算显示命令被关闭的图形外，可随时在各类图形间切换显示。

### 1、显示计算简图

[菜单:显示/1 计算简图；左一按钮] (青色)

该命令显示结构计算简图，包括构件单元几何图形、单元编号、节点编号、材料、截面，包括梁柱刚臂、偏心、自由度释放，前处理输入的节点质量、约束、位移等等。后处理中的计算简图的依据是前处理形成的计算数据文件，只要形成了计算数据文件即可显示。

后处理中显示的节点编号是前处理中形成的计算数据文件中的节点编号，由于前处理形成数据文件时，节点经过排序，因此后处理中的编号与前处理中的不同。后处理中的梁、柱单元的分布荷载包含了由网格荷载导算得到的单元荷载，可在后处理中查看荷载导算的结果。

计算简图通过图形内容命令和图形参数命令控制显示。

### 2、显示结构类型

[菜单:显示/2 结构类型；左一按钮]

该命令显示各构件单元所属于的结构类型。各结构类型用颜色区别，屏幕窗口左上角提示结构类型与颜色的对应关系。

前处理形成数据文件后即可显示，隐含结构类型为多高层建筑结构。

相关命令：[建模/1 参数设置]，[建模/2 选择结构类型；右侧按钮]

### 3、显示合并构件

[菜单:显示/3 显示合并构件；左一按钮] (蓝色)

该命令在进行过建模计算后，显示被合并的梁、柱、墙构件单元。未进行建模计算时也可显示，这时没有被合并构件。

未被合并的构件仍按计算简图中相同的颜色显示。被合并的主梁(钢/混凝土)为青灰色，被合并的

次梁为亮蓝色，合并梁的起止位置用红色小圈标志，小圈大小与节点小圈相同。合并柱为暗黄色，两端红色小圈标志。被合并的墙为暗绿色，合并墙的四角用红色折线标志。

相关命令：[建模/3 建模计算；左二按钮

#### 4、显示特殊构件

[菜单:显示/4 显示特殊构件；左一按钮 (暗黄色)]

该命令在进行过特殊构件判别计算后，显示各类特殊构件。未经过特殊构件判别计算也可显示，所有构件均为普通构件。

特殊构件用不同的颜色区别，屏幕左上角列出各特殊构件地颜色表。非特殊构件，梁显示为亮青色，柱为黄色，墙为绿色，不再区分构件材料，这与计算简图中的不同。

相关命令：[建模/8 判别特殊构件；左二按钮

#### 5、显示长度系数(无侧移)

[菜单:显示/5 显示长度系数(无侧移)；左一按钮

详见第 6 条说明。

#### 6、显示长度系数(有侧移)

[菜单:显示/6 显示长度系数(有侧移)；左一按钮

这两个命令在运行过“计算钢构件计算长度系数”命令后，分别显示钢柱、钢支撑的计算长度系数。当用户设定或程序判断为强支撑框架，则只能显示无侧移计算长度系数；如为纯框架则只能显示有侧移计算长度系数；如为弱支撑框架则两类计算长度系数均可显示。

未计算钢构件计算长度系数时，也可显示，这时钢柱、钢支撑的长度系数均为隐含值 1.0。

图形中，钢柱、支撑侧边显示计算长度系数数值，U2 为截面主轴 2 方向的计算长度系数，U3 表示主轴 3 方向的计算长度系数。数字的颜色区别长度系数数值的范围，如红色显示数值为 0~0.5 之间长度系数，黄色显示 0.5~1.0 之间的长度系数。

显示的长度系数为各柱段、支撑段的长度系数。如柱、支撑是合并构件或两侧边支撑长度不同的单边临空构件，其长度系数是终按各柱段长度占合并构件总体长度的折算得到。单个构件的几何长度乘以其对应的长度系数，即得到其所在合并构件的计算长度。如某柱段几何长度为 2.0m，有侧移计算长度系数 U2=2.13、U3=2.55，则该柱段计算长度为 4.26m 和 5.10m。

相关命令：[建模/D 计算钢构件长度系数；左二按钮

#### 7、显示工况内力

[菜单:显示/7 显示工况内力；左一按钮

显示各构件工况荷载作用下的内力，包括地震作用内力。移动荷载取各计算点的内力最大值，按一个静力工况显示。

梁、柱、支撑等显示的是按构件单元局部坐标系下的截面内力，对应的文本文件为“Name.F0t”。墙显示的是墙顶面、底面的平面内的内力，对应的文本文件为“Name.F1t”。

下面详细说明内力的定义。

### 7.1 梁柱内力定义

Strat 系列软件的梁柱内力的正负号采用一种更直观、更严密的定义方法，这里称之为左端内力方法。

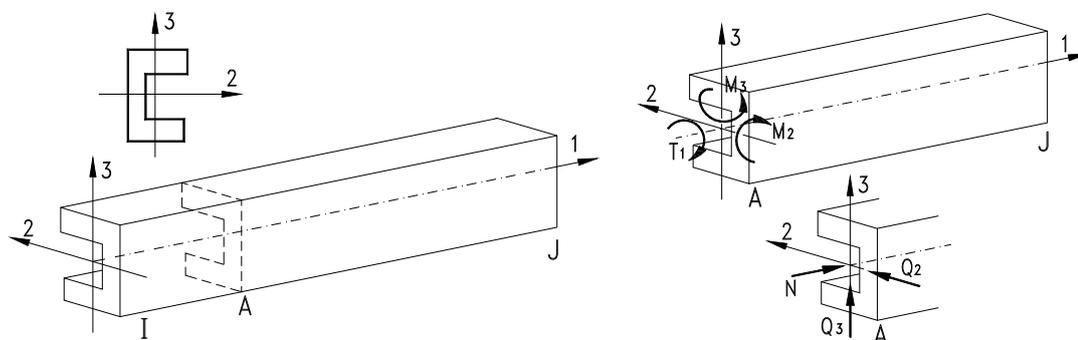
如下图所示杆件，从起点 I 截面中心到终点 J 截面中心为杆局部坐标 1 的方向。局部坐标系 1、2、3 轴满足右手系，即右手握住 3 轴且大拇指指向 3 轴正向，在握拳的过程中另外四指从 1 轴正向转向 2 轴正向。

平行于 1 轴的力为轴力 N，平行于 2 轴的力为剪力  $Q_2$ ，平行于 3 轴的力为剪力  $Q_3$ 。力的指向与所对应局部坐标轴正方向相同的为正值，否则为负值。

绕 1 轴的弯矩为扭矩 T，绕 2 轴的弯矩为  $M_2$ ，绕 3 轴的弯矩为  $M_3$ 。弯矩的正负定义满足右手系，即握住弯矩所对应的局部坐标轴，四指弯曲的方向与弯矩的的弯曲方向相同，这时大拇指指向坐标轴的正方向则弯矩为正值，否则为负值。

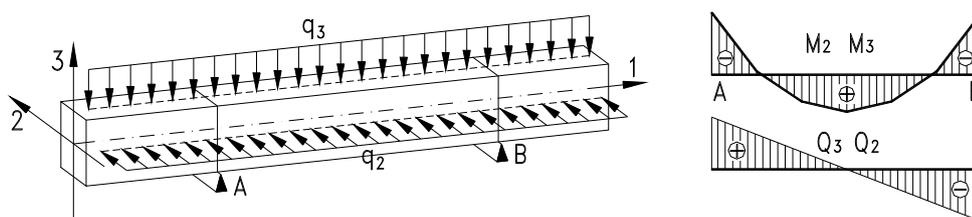
图中杆件截面 A 处的内力可形象地描述为：截除杆 IA 段，在剩余的 AJ 段中，A 端面所受的外力即为杆在 A 截面的内力，内力的正负剩余段 AJ 的局部坐标系确定。如下图右边所示各截面内力均为正值。

根据这种定义方式，在杆的起点端，内力为外部作用与杆端面的作用力；在杆的终点端，内力为外部作用于杆端面作用力的反力。



如下图所示连续梁，作用均布荷载， $q_3$ 与 3 轴平行但方向相反， $q_2$ 与 2 轴平行且同向。 $q_3$ 将产生绕 2 轴的弯矩  $M_2$ ，和平行于 3 轴的剪力  $Q_3$ ； $q_2$ 将产生绕 3 轴的弯矩  $M_3$ ，和平行于 2 轴的剪力  $Q_2$ 。按左端内力方法确定两种荷载作用下，中间 AB 段内力的正负号相同，如下图右边所示。当然，如果  $q_3$  的方向与 3 轴相同时， $M_2$ 、 $Q_3$  的符号将与图中的符号相反。

内力图中显示的内力与文件中的数值完全相同。

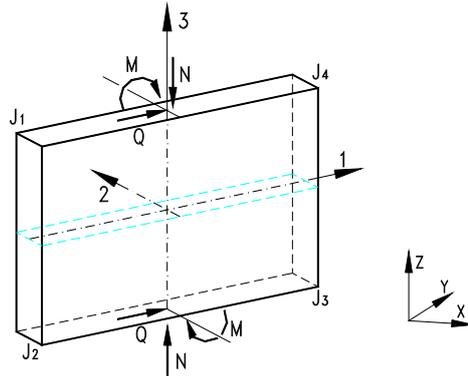


## 7.2 墙内力定义

内力图中显示的是墙平面内的内力，表示为墙局部坐标下的外部作用墙上下端面的内力。未显示墙平面外的作用力。

墙单元的局部坐标系如下图所示。单元的3轴总是与整体坐标系下的Z轴平行。单元1轴与墙面平行且垂直于3轴(平行于XY平面)，由单元底边的起点到终点确定1轴方向。再由3轴、1轴按右手系法则确定2轴，2轴总垂直于单元平面。如图示单元底边的起止点为 $J_2$ 、 $J_3$ ，则由 $J_2$ 到 $J_3$ 为方向确定1轴的指向。

平行于3轴(Z轴)的力为轴力 $N$ ，以使墙受压为正。平行于1轴的力为墙平面内的剪力，与1轴同向为正。绕2轴的弯矩为墙平面内的弯矩，绕2轴满足右手系为正。图示各内力均为正值。

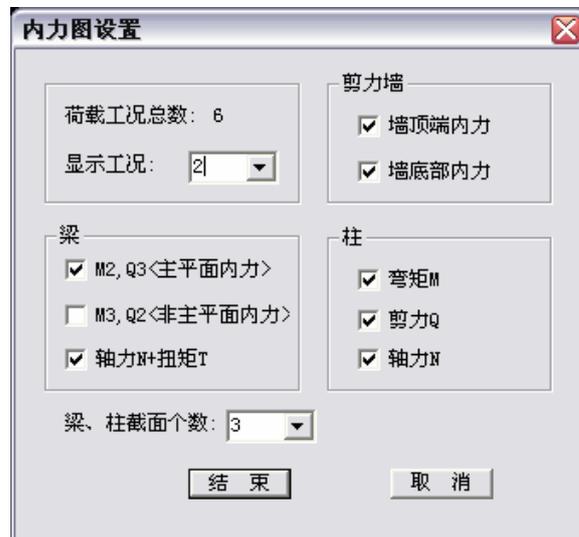


墙内力由内力文件“Name.Flt”中的内力，为外部作用在墙各边的平面内、平面外内力，内力方向按整体坐标系，正负号也由整体坐标系确定。内力图中的内力由整体坐标系向墙局部坐标系转换得到，与文件中内力的数值、符号均有所不同。

## 8. 工况内力设置

[菜单:显示/8 工况内力图设置; (F5 热键, 上按钮 F5)]

当前显示图形为工况内力图时, 按 F5 热键, 或按上按钮 F5, 将弹出如下对话框, 对内力图参数进行设置。也可以直接点击菜单, 点菜单时如当前图形不是内力图也可进行内力图设置。



**显示工况**下拉框内选择显示内力工况。被选择的工况作为当前工况，位移、荷载等按工况显示的图形也使用该值。

**梁、柱截面个数**下拉框内选择显示截面个数。最少 2 个，最多为实际计算的截面个数。当显示截面个数与计算的个数不同时，两端截面保留，中间选择与显示截面最靠近的计算截面内力。该值也适用于其它图形。

**剪力墙**内力显示：在XY平面时，墙显示顶部截面轮廓，内力显示在墙截面轮廓侧边，顶端内力在左边或上边，底部内力在下边或右边；非XY平面时，墙显示整体平面，内力在墙面内部，顶端内力在上，底部内力在下。

**柱**内力显示，非 XY 平面时与梁相同。XY 平面时，柱显示截面轮廓，内力数值显示在截面 3 轴负向和 2 轴的正向，每种内力取各截面内力的最大值显示。

内力图的数字大小、保留小数位数等在图形参数(F5)对话框中设置。

## 9、显示混凝土构件配筋、钢构件应力

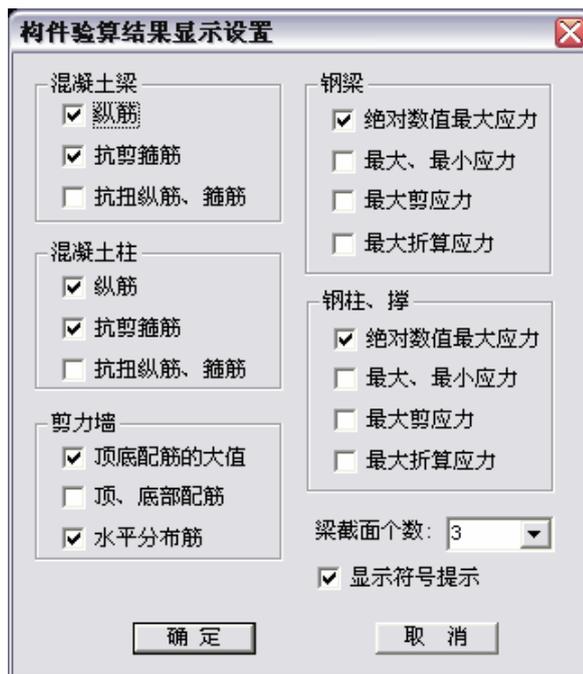
[菜单:显示/9 显示构件验算结果; 左一按钮(F5)(绿色)]

在构件验算结束后，该命令被激活，显示混凝土、型钢混凝土构件配筋，和钢构件的强度验算、稳定验算的应力。具体说明见下面第 10 条。

## 10、构件验算结果图形设置

[菜单:显示/A 验算结果图形设置; (F5 热键, 上按钮(F5))]

当前显示图形为构件验算结果的配筋、应力图形时，按 F5 热键，或按上按钮(F5)，将弹出如下对话框，对图形进行设置。也可以直接点击菜单，点菜单可以在显示其它图形时弹出对话框进行设置。



混凝土、型钢混凝土构件的钢筋单位 $\text{cm}^2$ 。数字为绿色(墙显示为蓝色)表示是构造配筋,红色表示超筋或超限,具体意义见验算结果判别,白色为正常状况。

钢构件的应力单位 $\text{N}/\text{mm}^2(\text{MPa})$ 。红色表示强度或稳定验算应力超过材料设计强度。

**混凝土梁。**纵筋用 $A_s$ 表示,顶面配筋显示在梁几何图形的上边或左边,底部配筋显示在下边或右边。抗剪箍筋用 $A_v$ 表示,是同截面各肢箍筋的总面积。抗扭纵筋用 $A_{st}$ 表示,为全部周边布置抗扭纵筋的总面积。抗扭箍筋用 $A_{vt}$ 表示,是单根抗扭箍筋的面积。抗剪箍筋、抗扭箍筋均按构件验算对话框中输入的箍筋间距,箍筋最少保留一位小数位。

**混凝土柱。**纵筋 $A_{s3}$ 、箍筋 $A_{v2}$ 为配置在3轴正负方向边(平行于2轴的边)的钢筋,由 $M_2+N$ 和 $Q_2$ 计算得到; $A_{s2}$ 、 $A_{v3}$ 为配置在2轴正负方向边(平行于3轴的边)的钢筋,由 $M_3+N$ 和 $Q_3$ 计算得到。纵筋均为配置于一边的钢筋,箍筋为全部各肢箍筋的总面积。 $T_{sv}$ 为抗扭配筋,第一个数值为全部抗扭纵筋总面积,第二个数值为抗扭箍筋的单肢面积。柱取两端面内力分别计算配筋,取较大值作为柱全长的配筋,每种配筋只有一个数值。

**混凝土剪力墙。** $A_s$ 表示端部一个暗柱的纵筋面积。 $XY$ 平面时顶面配筋在上边或左边,非 $XY$ 平面时顶面配筋在上,底部配筋在下。如选择**顶底配筋的大值**选项,则选择两者的大值显示。 $A_v$ 表示同一截面水平分布钢筋总面积,间距为构件验算对话框中的输入数值。对于合并构件,配筋按合并构件整体进行。

**钢梁。** $S$ 表示截面拉压正应力,压应力为正值。当选择**绝对值最大应力**时,将显示各截面拉、压应力绝对值较大值。将分别显示各截面的最大压应力和最大拉应力(代数值最小),这时压应力标志是 $S_1$ ,拉应力标志是 $S_2$ 。最大剪应力标志是 $S_q$ ,最大折算应力是 $S_0$ ,选择相应的选项将被显示。

**钢柱、支撑。**支撑与钢梁的显示相同,柱非 $XY$ 平面时也与梁相同。钢柱在 $XY$ 平面中,当选择显示最大、最小应力时,将取所有截面的最大和最小应力;当选择显示绝对值最大应力时,也是取所有截面的绝对值最大的应力,正应力均用 $S$ 表示。

**梁、柱截面个数**下拉框内选择显示截面个数。如工况内力图参数中的相同,该值适用于其它图形显示。

当取消**显示符号提示**选项时,将不显示 $A_s$ 、 $A_v$ 、 $S$ 等标志显示参数类型的符号,和等号,以简化图形,便于查看。该值适用于其它图形。

内力图的数字大小、保留小数位数等在图形参数()对话框中设置。

## 11、显示内力包络图

[菜单:显示/B 显示内力包络图;左一按钮

在构件验算结束后,该命令被激活。显示构件内力,经荷载组合、内力调整后,用于构件验算的设计组合内力的最大、最小值,一般称为内力包络值。

对于参数截面、参数材料的构件,以及特殊的程序暂且未能涵盖的组合截面构件,非混凝土剪力墙,程序同样输出内力包络值,供用户进行手工构件验算。

各内力的定义同工况内力,见本章第7条。内力包络值在构件验算的同时形成,各构件由于受力特点不同,内力包络的取值方法也不同。

具体说明见下面第12条。

## 12、内力包络图设置

[菜单:显示/C 内力包络图设置; (F5 热键, 上按钮 **F5**)]

在当前显示图形为内力包络图时按 F5 热键, 或按下按钮 **F5**, 将弹出包络图参数设置对话框。也可以直接点击菜单, 点菜单时不限当前显示图形。

当选中**最大值**选项时, 将显示包络值中的代数最大值。当选中**最小值**时, 将显示包络值中的代数最小值。

混凝土柱由于全长配筋相同, 因此取整个柱段的最大、最小值最为包络值。剪力墙取顶、底部的最大、最小值作为包络值。其它类型梁柱构件取各验算截面的最大、最小值作为包络值, 通过**截面个数**选择显示部分截面。



**梁、柱截面个数、显示符号提示**的意义同前面各图, 不再赘述。

内力图的数字大小、保留小数位数等在图形参数(**F6**)对话框中设置。

## 13、显示验算结果判别图

[菜单:显示/D 显示验算结果判别; 左一按钮 **F6**(红色)]

在构件验算结束后, 该命令被激活。用于显示构件验算判别结果, 如抗剪超限、柱轴压比等。具体说明见下面第 14 条。

## 14、验算结果判别图形设置

[菜单:显示/E 验算结果判别图形设置; (F5 热键, 上按钮 **F5**)]



**混凝土梁:** 显示各截面受力信息。

抗弯信息, 标志为 M。C 表示抗弯超配筋(非适筋梁), Y 表示弯矩太大配压筋抗弯, L 表示出现截面全拉的内力组合, G 表示配筋已经构造增大, 0 表示正常状态。

抗剪信息。输出剪力超限时的剪力和容许剪力, 超限时的剪力设计值是 Q 标志后面的数值, 截面最大容许剪力是用 Q0 标志后面的数值。如不超限则两者的值为 0。

抗扭信息。如截面扭矩超限或弯、剪、扭组合作用超限, 显示 C, 否则为 0。

端部受压区高度比, 标志为 Si。表示按实际梁端顶面、梁底部配筋计算的梁端受压区高度比。梁中间截面、和并梁非端支座截面, 值为 0。

**混凝土柱:** 显示柱整体受力信息。

压弯信息, 用 MN 标志。C 表示纵筋超配率超过 5%, L 表示出现截面全拉的内力组合, G 表示配筋已经构造增大, 0 表示正常状态。

抗剪信息。用“Q2,Q0”标志剪力 $Q_2$ 作用下的剪切状态, 第一个数为剪切超限时的 $Q_2$ 剪力, 第二个数表示容许最大剪力。用“Q3,Q0”标志剪力 $Q_3$ 作用下的剪切状态。当剪力不超限时, 数值为 0。

轴压比, 用 Nb 标志。轴压比根据最大组合设计轴力计算(框支柱按未增大地震轴力时的最大值)。程序根据结构类型、抗震等级及其它参数确定最大容许轴压比, 大于该值的用红色显示。

**剪力墙(混凝土):** 显示整体受力信息

压弯信息, 用 M 标志。L 表示出现轴力为拉的内力组合, C 表示暗柱纵筋已经构造增大。0 表示正常。

抗剪信息。输出剪力超限时的剪力和容许剪力, 超限时的剪力设计值是 Q 标志后面的数值, 截面最大容许剪力是用 Q0 标志后面的数值。如不超限则两者的值为 0。

轴压比, 用 Nb 标志。按重力荷载代表值作用下的轴力设计值计算。

**钢梁:** 显示各截面受力信息

抗弯信息，用 M 标志。C 表示压弯强度超限，W 表示稳定超限，0 表示正常状态。

抗剪信息，用 Q 标志。C 表示压弯强度超限，0 表示正常状态。

**钢柱：**显示截面、整体受力信息

压弯信息，用 MN 标志。C 表示压弯强度超限，W 表示稳定超限，0 表示正常状态。

抗剪信息，用 Q 标志。C 表示剪力强度超限，0 表示正常状态。

梁柱端极限弯矩比。MuBCi 为柱起点绕 2 轴、3 轴的极限弯矩比值，MuBCj 为终点两方向值。轴压比小于 0.4 的不计算其值为 0，柱的极限弯矩考虑轴压应力折减。

## 15、显示结构侧移

[菜单:显示/F 显示结构侧移; 左一按钮

显示工况荷载作用下的结构的位移，包括地震作用内力。移动荷载取各计算点的位移最大值，按一个静力工况显示。平动侧移单位米(m)，转角单位弧度。

静力(包括风)位移的文本文件“Name.Solt”，地震作用按反应谱计算侧移文本文件“Name.Spt”。

具体说明见下面第 16 条。

## 16、结构侧移显示设置

[菜单:显示/G 结构侧移显示设置; (F5 热键, 上按钮

将弹出对话框进行图形参数设置。当需要用不同颜色区别侧移的大小时，在颜色区别依据组合框内选择用于判别侧移范围的位移分量，在颜色数下拉框中选择颜色分段数。程序根据选择的位移分量，判断最大、最小值，再根据分段数区别各构件侧移所属的范围，而用相应的颜色显示。判断根据位移的绝对值。如不需要用颜色区分的侧移范围，可在颜色数框内选择单色项，这是用红色显示结构变形情况。



**显示比例**指显示位移量的增大比例，可以输入合适的值查看各部分的位移。选中**显示原结构**选项时，将用灰颜色显示未变形的结构轮廓。

屏幕左上角提示当前显示工况，和作为颜色区别依据的位移分量。当用颜色区别显示时，提示各种颜色对应的侧移范围；当单色显示时，提示侧移的最大、最小值。

侧移图形可以显示为 XY 平面、切面、三维立体。可用图形内容命令选择显示部分构件。

## 17、显示振型

[菜单:显示/H 显示振型; 左一按钮

只有已经进行结构振型计算才能显示。振型的文本文件“Name.Modt”，振型未进行归一化处理。具体说明见下面第 18 条。

## 18、振型图设置

[菜单:显示/I 振型图设置; (F5 热键, 上按钮)]

将弹出对话框进行图形参数设置。对话框的使用方法  
与侧移图形设置相同。

显示振型时, 屏幕左上角提示当前显示振型序号和周期, 以及作为颜色区别依据的位移分量。当用颜色区别显示时, 提示各种颜色对应的振型变形范围; 当单色显示时, 提示振型变形的最大、最小值。

振型图可以显示为 XY 平面、切面、三维立体。可用  
图形内容命令选择显示部分构件。



## 19、显示基底内力

[菜单:显示/J 显示基底内力; 左一按钮

显示一定高度上各柱、支撑、墙的基底内力, 包括工况内力、恒活内力、最大/最小组合内力, 并选择显示基底总内力及相关参数。

基底内力为构件底端作用于基础的作用力, 其内力的方向与构件工况内力、内力包络值有所不同。柱、支撑底端各种内力经坐标转换成整体坐标系下的内力, 正负号由整体坐标系确定。墙下的工况内力、恒活组合内力为整体坐标系下的内力, 正负号也由整体坐标系确定。墙下组合最大、最小组合值(设计内力包络值)仍按墙局部坐标系。墙局部坐标系的说明见本章第 7.2 条。

具体说明见下面第 20 条。

## 20、基底内力图设置

[菜单:显示/K 基底内力图设置; (F5 热键, 上按钮)]

如选择显示工况内力(标准值), 下拉框显示工况将被激活, 可选择显示的工况。这时显示的是各工况内力标准值。

选择恒+活内力(标准值), 编辑框活载折减将被激活, 用于输入活载内力的折减系数, 隐含的折减

系数为 1.0。这时显示的是恒载工况内力标准值，加上活载内力标准值乘以折减系数。



选择**最大/最小组合内力(设计值)**，将显示柱、撑、墙等基底截面的组合内力包络值。须注意墙基底内力包络值的定义方式。

如显示工况内力、恒活内力，可选中**显示基底总内力**选项，将在结构总体质量中心位置显示该种内力的基底总内力，同时标注总体质量中心的坐标。基底总内力按整体坐标系定义。基底总内力在结构整体验算中计算(见第四章第 3 条)，在这里直接调用。如未计算程序自动调用相应函数计算，但一旦计算后下次调用便不再计算。

**基底高度**是输出内力的高度，可以是 0，也可以是结构整体高度范围内的任意值。当柱、墙构件底面位于基底高度、或贯穿基底高度时，该构件才被显示，其内力才被统计到基底总内力中。但构件贯穿基底高度时，仍取构件底端面内力。

这里的基底高度，与整体验算中结构底部总内力中的**验算高度**是一个值(见第四章第 3 条)，两者同时改变。不宜随便改变基底内力显示的基底高度，这将导致构件基底内力和总体基底内力为不同高度的值。如未在整体验算中计算基底总内力，且是第一次显示基底总内力，可以改变基底高度，这是程序调用计算按输入的基底高度调用相应函数计算基底总内力。如已经计算过基底总内力，仍需改变基底高度，需重新运行整体验算命令按新设定的基底高度计算基底总内力。

## 21、显示配筋施工图

[菜单:显示/L 显示配筋施工图; 左一按钮 

进行过配筋施工图计算后该命令才被激活，用于显示配筋施工图。参见第四章第 5 条“混凝土梁平法施工图”。

配筋施工图只能按层显示 XY 平面图，且只能显示被选择出图的楼层。当某些楼层被归并出图时，只能显示各归并层中的最底层。当用选择楼层命令选择楼层时，未被出图的楼层提示不能显示，被归并的楼层自动转移到其中的最底层。屏幕左上角提示被显示层包含的各楼层。

配筋施工图可用图形内容命令()选择显示部分构件，但这是有关构件轮廓的相交计算将忽略被关闭的构件。也可用图形参数命令()设置字体的高度、宽度。

## 第六章、构件验算技术参数

### 1、混凝土柱

#### 1.1 内力调整

强柱弱梁调整。四级抗震、不抗震结构不调整，非抗震荷载组合不调整，轴压比小于 0.15 的不调整，顶层柱不调整。

$$\sum M_c \geq \eta_c \sum M_b$$

$M_b$  为连接框架梁的端部组合弯矩设计值中的最大值之和。在柱一侧的梁的正、负弯矩最大值，分别与对在柱另一侧梁的负、正弯矩绝对值相加，取两者的较大值。 $\eta_c$  取值：特一级 1.68；一级 1.4，二级 1.2，三级 1.1。

9 度抗震各结构、一级框架结构还需满足：

$$\sum M_c \geq 1.2 \sum M_{bua}$$

$M_{bua}$  为连接框架梁的按端部实配钢筋、按材料标准强度计算的极限弯矩之和。在柱一侧梁的正、负极限弯矩，分别与在柱另一侧梁的负、正极限弯矩绝对值相加，取两者的较大值。

框架结构底层柱底弯矩组合设计值直接乘增大系数：一级 1.5；二级 1.25；三级 1.15。

框支柱顶、底组合弯矩设计值直接乘增大系数：特一级 1.8；一级 1.5；二级 1.25。框支柱其它位置按强柱弱梁调整弯矩。

强剪弱弯调整。四级抗震、不抗震不调整，非抗震组合不调整。

$$V \geq \eta_{vc} (M_c^t + M_c^b) / H_n$$

$M_c^t$ 、 $M_c^b$  为柱顶、底组合弯矩设计值中的最大值之和。柱顶正弯矩最大值与柱底负弯矩最大值相加，柱顶正负弯矩最大值与柱底正弯矩最大值相加，取两者的较大值。 $\eta_{vc}$  取值：特一级 1.68；一级 1.4，二级 1.2，三级 1.1。

$M_{cua}^t$ 、 $M_{cua}^b$  为按实配钢筋、材料强度标准值、恒+活乘准永久系数轴力下的极限弯矩。由于是对称配筋  $M_{cua}^t = M_{cua}^b$ ，上式改为：

$$V \geq 2.4 M_{cua} / H_n$$

#### 1.2 抗剪最大限值

不抗震时： $V \leq 0.25 \beta_c f_c b h_0$

抗震框架柱：

$\lambda > 2$  时， $V \leq 0.20 \beta_c f_c b h_0 / \gamma_{RE}$ ；

$$\lambda \leq 2 \text{ 时, } V \leq 0.15\beta_c f_c b h_0 / \gamma_{RE};$$

框支柱:

$$\text{不抗震时, } V \leq 0.20\beta_c f_c b h_0 / \gamma_{RE};$$

$$\text{抗震时, } V \leq 0.15\beta_c f_c b h_0 / \gamma_{RE};$$

超过这些值时, 为抗剪超限。

### 1.3 配筋计算

柱取顶、底端的工况内力分别进行调整、组合, 并分别计算配筋, 取两者的较大值最为最终计算结果输出。

轴力、弯矩作用下柱正截面受力按对称配筋, 小偏心迭代法精确计算。矩形截面先按单面配筋, 然后按双偏压进行校核, 不满足的按双偏压压计算结果两侧配筋比例增大。非矩形的异型截面柱, 等效成分段矩形截面计算, 小偏心迭代精确计算。

大小偏心采用精确的判断依据: 取受压区高度为按界限受压区高度, 按截面弯矩平衡计算配筋, 再计算已知受压区高度、配筋下的轴力  $N_c$ , 与设计轴力  $N$  比较。  $N_c \geq N$  为大偏压, 否则为小偏压。

对于小偏压中轴力较大、弯矩较小、中和轴位于截面以外, 且压弯无法平衡的情况, 按轴压配筋, 考虑轴压稳定系数。

圆截面、环截面按相应规范公式迭代计算。

轴力为拉时按拉弯配筋。当拉力作用点位于截面范围以内时, 提示全截面受拉。

抗剪配筋按如下公式:

$$V = Af_t b h_0 + Bf_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 + CN$$

不抗震时,  $A=1.75/(1+\lambda)$ ,  $B=1.0$ ,  $C=0.07$ ; 抗震时,  $A=1.05/(1+\lambda)$ ,  $B=1.0$ ,  $C=0.056$ 。  $N$  不大于  $0.3f_c A_c$ ,  $\lambda$  取值 1~3。轴力为拉时  $C=0.2$ , 计算截面抗力不小于箍筋项, 且箍筋项不小于  $0.36f_t b h_0$ 。

### 1.4 配筋构造

纵筋配筋构造, 按如下最小纵筋配筋率:

框架柱: 1.4%(特一), 1.0%(一), 0.8%(二), 0.7%(三), 0.6%(四),

角柱/框支柱: 1.6%(特一), 1.2%(一), 1.0%(二), 0.9%(三), 0.8%(四),

当采用 HRB400 钢筋时减 0.1%, 混凝土 C60 以上增加 0.1%。

计算配筋小于最小配筋率的, 增加的配筋量按柱两方向均分。柱实际配筋大于 5% 的按超配筋给出提示。

箍筋按加密区构造。柱加密区最小配箍特征值  $\lambda_v$  按《混凝土规范》表 11.4.17、或《高层规程》表 6.4.7 中普通箍考虑。特一级抗震在表格基础上加 0.02。C60 以上高强混凝土, 轴压比  $\leq 0.6$  时在表基础上加 0.02, 轴压比  $> 0.6$  时加 0.03。

框支柱最小配箍特征值  $\lambda_v$  在普通柱基础上, 一、二级抗震加 0.02, 特一级抗震加 0.03。

加密区最小体积配箍率: 1.5%(特一), 0.8%(一), 0.6%(二), 0.4%(三/四)。

短柱最小体积配箍率: 1.2%, 9 度抗震时 1.5%。

框支柱最小体积配箍率: 1.6%(特一), 1.5%(一/二), 1.0%(三/四)。

柱轴压比按组合内力最大值计算，超过如下限值时给出超限提示。

框架结构： 0.70(一)，0.80(二)，0.90(三)

框剪、框筒结构： 0.75(一)，0.85(二)，0.95(三)

框支柱： 0.60(一)，0.70(二)

高强混凝土 C65~C70 减 0.05，C75~C80 减 0.10。短柱时以上各值减 0.05。

## 2、混凝土梁

### 2.1 内力调整

框架梁端部抗震组合剪力设计值按按下式进行强剪弱弯调整。四级抗震、不抗震不调整。

$$V \geq \eta_{vb}(M_b^l + M_b^r)/L_n + V_{Gb}$$

$M_b^l/M_b^r$  为梁两端组合弯矩设计值中的最大值。左端正、负弯矩最大值分别与右端负、正弯矩绝对值相加，取两者的较大值。 $V_{Gb}$  为地震组合中重力荷载代表值(恒+活乘以组合值系数)作用下梁端计算剪力设计值(乘 1.2 分项系数)，如有计算竖向地震加上竖向地震作用梁端剪力设计值。强剪系数  $\eta_{vb}$  取值：特一级 1.56，一级 1.3，二级 1.2，三级 1.1。

9 度抗震各结构、一级框架结构还需满足：

$$V \geq 1.1(M_{bua}^l + M_{bua}^r)/L_n + V_{Gb}$$

$M_{bua}^l$ 、 $M_{bua}^r$  分别为按梁端实配拉、压纵筋、材料强度标准值计算的极限弯矩，左端正、负弯矩分别与右端负、正弯矩绝对值相加，取两者的较大值。

### 2.2 抗剪最大限值

不抗震、非地震组合时：

$$Hw/b \leq 4 \text{ 时, } V \leq 0.25\beta_c f_c b h_0$$

$$Hw/b > 4 \text{ 时, } V \leq 0.20\beta_c f_c b h_0$$

$$\text{框支梁, } V \leq 0.20\beta_c f_c b h_0$$

抗震时：

$$\text{跨高比大于 2.5, } V \leq 0.20\beta_c f_c b h_0 / \gamma_{RE};$$

$$\text{跨高比不大于 2.5, } V \leq 0.15\beta_c f_c b h_0 / \gamma_{RE};$$

$$\text{框支梁, } V \leq 0.15\beta_c f_c b h_0 / \gamma_{RE};$$

超过这些值时，为抗剪超限。

### 2.3 配筋计算

混凝土梁抗弯配筋考虑轴力因素。优先单面配筋，以下特殊情况配受压纵筋。

- 1、如轴力为拉，且拉力作用点位于截面范围以内，同时配拉压纵筋，提示全截面受拉。
- 2、如轴压力或弯矩过大，计算受压区高度超过截面计算高度，取界限受压高度为受压区，配受压

纵筋，同时给出提示。受压区高度超过界限高度但不超过截面计算高度，仍单面配筋，给出超配筋提示。

非矩形异型截面梁按等效分段矩形截面迭代计算，配筋方式仍同矩形截面。圆截面、环截面按相应规范公式迭代计算。

抗剪配筋按如下公式计算：

$$V = Af_t b h_0 + Bf_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 + CN$$

非抗震、非抗震组合：

普通梁： A=0.7, B=1.25;

集中荷载： A=1.75/(1+λ), B=1.0 (λ<1.5 取 1.5, λ>3.0 取 3.0)

连梁梁： A=0.7, B=1.0;

抗震时：

普通梁： A=0.42, B=1.25;

集中荷载： A=1.05/(1+λ), B=1.0 (λ<1.5 取 1.5, λ>3.0 取 3.0)

连梁： A=0.42, B=1.0, 跨高比>2.5 时；

A=0.38, B=0.9, 跨高比≤2.5 时。

梁端按实际配筋计算端截面受压区高度比，顶面钢筋取截面配筋，底面钢筋取梁、合并梁全长底部最大配筋。当顶面钢筋大于底面钢筋时，顶面筋扣除底面筋后计算纯弯时的混凝土受压区高度，除以截面计算高度 $h_0$ 得到受压区高度比。如顶面筋小于底面筋，则受压区高度为0。

## 2.4 配筋构造

受拉纵筋最小配筋百分率(%)：

非抗震，0.2 和  $0.45f_t/f_y$  的较大者。HRB400/RRB400 钢筋时减 0.1，C60 以上混凝土加 0.1

一级， 支座 0.40 和  $80 f_t/f_y$ ，跨中 0.30 和  $65 f_t/f_y$ 。

二级， 支座 0.30 和  $65 f_t/f_y$ ，跨中 0.25 和  $55 f_t/f_y$ 。

三四级， 支座 0.25 和  $55 f_t/f_y$ ，跨中 0.20 和  $45 f_t/f_y$ 。

框支梁跨中、支座纵筋最小配筋百分率(%)：

特一级 0.6，一级 0.5，二级 0.4，非抗震 0.3。

抗震结构中，梁端部底面、顶面配筋的比例，特一、一级抗震时不小于 50%，二、三级抗震时不小于 30%。小于该值的构造增大端部底面钢筋，并给出提示。

箍筋全长最小面积配箍率如下：

特一级，  $0.33f_t/f_{yv}$  (梁端加密区)

一级，  $0.30f_t/f_{yv}$

二级，  $0.28f_t/f_{yv}$

三四级，  $0.26f_t/f_{yv}$

非抗震，  $\rho_{sv} \geq 0.24f_t/f_{yv}$  (无震且  $V > 0.7ftbh_0$  时)，  $\rho_{sv} \geq 0.28f_t/f_{yv}$  (弯剪扭时)，

框支梁端部加密区最小面积配箍率如下，非加密区同普通梁。

特一级  $1.3f_t/f_{yv}$ ，一级  $1.2f_t/f_{yv}$ ，二级  $1.1f_t/f_{yv}$ ，非抗震  $0.9f_t/f_{yv}$ 。

### 3、混凝土剪力墙

#### 3.1 内力调整

组合弯矩设计值增大系数，特一级抗震时为 1.3，一级抗震时为 1.2，其它情况不调整。对于框支落地墙底部加强部位墙体，弯矩增大系数特一级为 1.8，一级 1.5，二级 1.25。

对于底部加强部位墙组合弯矩，规范规定特一级、一级剪力墙结构，和二级框支剪力墙结构，需取墙底截面的组合弯矩值乘以增大系数计算。考虑到实际工程中加强部位墙的截面、分布都会有变化，当地下室、裙房有较多不延伸到转换层高度的墙体时，墙底截面的弯矩并非最大。因此程序中未按此规定进行调整，而对墙本身的组合弯矩增大计算配筋。应用中可根据实际情况取加强部位各层最大配筋作为墙体的配筋。

底部加强部位组合剪力调整。四级抗震、不抗震不调整，非抗震组合不调整。

$$V \geq \eta_{vw} V_w$$

$\eta_{vw}$ 取值：特一级 1.9，一级 1.6，二级 1.4，三级 1.2。

9度抗震时还需满足：

$$V \geq 1.1 \frac{M_{wua}}{M_w} V_w$$

$M_{wua}$ 为按实配钢筋、材料强度标准值、恒活重力代表值下的设计轴力的计算得到的墙极限弯矩。

#### 3.2 抗剪最大限值

不抗震、非地震组合时： $V \leq 0.25\beta_c f_c b_w h_{w0}$

抗震时：

剪跨比 $\lambda$ 大于 2.5， $V \leq 0.20\beta_c f_c b_w h_{w0} / \gamma_{RE}$ ；

剪跨比 $\lambda$ 不大于 2.5， $V \leq 0.15\beta_c f_c b_w h_{w0} / \gamma_{RE}$ ；

超过这些值时，为抗剪超限，给出提示。

#### 3.3 配筋计算

剪力墙配筋计算对墙、合并墙的顶、底分别进行内力调整、组合，分别计算正截面压弯、斜截面抗剪计算和构造。端部纵筋顶、底部同时输出，抗剪计算得到的水平分布筋取顶底的最大值输出。因此 Archi 中的剪力墙配筋能适应复杂情况下墙的计算。

混凝土剪力墙正截面压弯作用按对称配筋。对于厚度不等的墙计算单元合并成的墙肢，按分段截面计算，分别对截面两端确定约束、构造边缘构件尺寸确定钢筋合力点距边缘的距离。一、二级抗震底部加强部位的约束边缘构件、其它情况下的构造边缘构件均按暗柱方式考虑，边缘构件暗柱的长度按如下标准确定。特一级抗震采用一级(9度)的标准。

约束边缘构件暗柱长度：

一级(9度)：400mm， $b_w$ ， $0.125h_w$ ，取最大值；

一级(7、8度)：400mm， $b_w$ ， $0.10h_w$ ，取最大值；

二级： 400mm,  $b_w$ ,  $0.10h_w$ , 取最大值;

构造边缘构件暗柱长度： 400mm,  $b_w$ , 取最大值。

如墙肢截面高度不大于厚度的 3 倍, 按柱的参数计算配筋。当墙肢厚度有变化时, 判断墙肢截面高厚比按平均厚度计算。

轴力为拉力时, 按受拉截面计算。一旦出现轴力为拉力的内力组合, 给出截面受拉的提示。

小偏心时采用迭代法精确计算。大小偏心采用精确的判断依据: 取受压区高度为按界限受压区高度, 按截面弯矩平衡计算配筋, 再计算已知受压区高度、配筋下的轴力  $N_c$ , 与设计轴力  $N$  比较。  $N_c \geq N$  为大偏压, 否则为小偏压。对于小偏压中轴力较大、弯矩较小、中和轴位于截面以外, 且压弯无法平衡的情况, 按轴压配筋。

抗剪配筋计算按《高层规程 JGJ3-2002》有关公式。变厚度墙肢按平均厚度计算。

### 3.4 配筋构造

需设置约束边缘构件的墙肢以暗柱作为边缘构件, 取暗柱端部纵筋配置范围内面积计算最小构造纵筋。构造边缘构件以暗柱面积计算最小构造纵筋。变厚度墙肢两端分别确定配筋范围面积, 取两者中的较大值。墙端部纵筋最小面积按如下标准确定, 小于该值的构造增加, 同时给出提示。

约束边缘构件:  $0.014A_c$  (特一),  $0.012A_c$  (一),  $0.01A_c$  (二);

构造边缘构件:

加强部位:  $0.005A_c$  (三四);

一般非加强部位:  $0.012A_c$  (特一),  $0.008A_c$  (一),  $0.006A_c$  (二),  $0.004A_c$  (三四)

特殊非加强部位:  $0.010A_c$  (一),  $0.008A_c$  (二),  $0.005A_c$  (三四)

特殊非加强部位指混合结构、框剪、筒体、B 级高度的剪力墙、复杂高层结构的非加强部位。

剪力墙水平、竖向分布钢筋最小配筋百分率  $\rho_{sv}$  为:

一般: 0.25 (一二三级), 0.2 (四级, 不抗震),

0.4 (特一级加强部位), 0.35 (特一级非加强部位)

框支加强部位: 0.3 (抗震), 0.25 (非抗震)

竖向分布筋配筋率由用户设定, 程序计算墙正截面受力下的纵向配筋时计入竖向分布筋的作用。水平分布筋由用户设定分布筋间距, 程序根据抗剪计算确定分布筋的面积。如计算分布筋小于最小构造配筋, 按最小构造配筋, 并给出提示。变厚度墙肢的分布筋按平均厚度计算。

墙轴压比按抗震结构重力代表值作用下的轴力设计值, 超过如下限值时给出轴压超限提示。

一级(9 度) 0.4, 一级(7、8 度) 0.5, 二级 0.6。(三级按 0.7, 特一级按 0.4, 所有情况不大于 0.9) 墙肢截面高宽比小于 5 时, 在以上数值基础上减 0.1。

## 4、型钢混凝土柱

须是外包截面为矩形截面的包含式组合截面, 插入外包截面时无转角、翻转, 插入点坐标为(0,0)。

### 4.1 内力调整

$$\sum M_c \geq 1.32 \sum M_{buE}$$

特一级抗震时：

$$\sum M_c \geq 1.1 \sum M_{buE}$$

二级抗震时：

$$\sum M_c \geq 1.1 \sum M_b$$

三级、四级抗震时不调整。

一、二级抗震的框架结构底层柱底弯矩设计值乘以 1.5 的增大系数。一、二级抗震的框支柱顶、底端截面组合弯矩设计值乘 1.25 的增大系数。这两个部位的弯矩不按相连梁调整。

包含地震作用组合的剪力调整。特一级抗震时：

$$V \geq 1.32(M_{cuE}^t + M_{cuE}^b) / H_n$$

一级抗震时：

$$V \geq 1.1(M_{cuE}^t + M_{cuE}^b) / H_n$$

二、三级抗震时：

$$V \geq \eta_v(M_c^t + M_c^b) / H_n$$

二级时 $\eta_v$ 取 1.2，三级时 1.0。四级抗震不调整。

## 4.2 抗剪最大限值

不抗震时 $V \leq 0.45\beta_c f_c b h_0$ ，抗震时 $V \leq 0.36\beta_c f_c b h_0 / \gamma_{RE}$ ，超过这些值时，为抗剪超限。

另外同时型钢在两个主轴方向抗剪满足 $\frac{f_a t_w h_w}{f_c b h_0} \geq 0.1$ 的要求由用户判断。

## 4.3 配筋计算

型钢混凝土柱取顶、底端的工况内力分别进行调整、组合，并分别计算配筋，取两者的较大值最为最终计算结果输出。

轴力、弯矩作用下柱正截面受力按对称配筋。当轴力为拉，且为合力中心位于截面范围以内的小偏心受拉时，考虑型钢部分承受轴拉力，配筋承担余下拉力和弯矩作用。大偏心受拉、压弯时，程序没有采用《型钢混凝土规程 JGJ138-2001》提供的近似计算方法，而是将包含的钢构件截面等效为钢片，通过迭代方法计算配筋。迭代法根据平截面假定这一基本假定，按不同部位的混凝土、型钢、钢筋精确计算其应力、应变，因此计算结果是精确的。迭代方法对于非对称、任意布置的型钢混凝土梁截面均能得到准确的计算结果。轴力为压时计算附加偏心距影响。

抗剪配筋计算按《型钢混凝土规程》规定计算。

## 4.4 配筋构造

纵筋配筋率不小于 0.8%，小于该值的增加的配筋按柱两方向均分，给出构造配筋提示。如纵筋配筋率超过 5.0%，给出超筋提示。另外截面型钢含钢率不小于 4%、不大于 10%由用户判断。

抗震结构加密区箍筋最小体积配箍率按《型钢混凝土规程》6.2.2 表采用。特一级抗震时在表中基

础上增加 0.2%。一、二级抗震时的短柱，最小体积配箍率不小于 0.8%。

柱轴压比按轴力组合内力最大值计算，轴力与混凝土截面、型钢截面的轴压抗力比较，超过如下限值时给出超限提示。

框架结构：0.65(一)，0.75(二)，0.85(三)

框剪、框筒结构：0.70(一)，0.80(二)，0.90(三)

框支柱：0.60(一)，0.70(二)，0.80(三)

短柱时以上各值减 0.05。

## 5、型钢混凝土梁

须是外包截面为矩形截面的包含式组合截面，插入外包截面时无转角、翻转，插入点坐标为(0,0)。

### 5.1 内力调整

型钢混凝土框架梁端部抗震组合剪力设计值按按下式进行强剪弱弯调整。四级抗震、不抗震不调整。

特一级抗震： $V \geq 1.26(M_{buE}^l + M_{buE}^r) / L_n + V_{Gb}$

一级抗震： $V \geq 1.05(M_{buE}^l + M_{buE}^r) / L_n + V_{Gb}$

二级抗震： $V \geq 1.05(M_b^l + M_b^r) / L_n + V_{Gb}$

三级抗震： $V \geq (M_b^l + M_b^r) / L_n + V_{Gb}$

$M_b^l$ 、 $M_b^r$  分别为梁两端组合弯矩设计值中的最大值。左端正、负弯矩最大值分别与右端负、正弯矩绝对值相加，取两者的较大值。 $V_{Gb}$  为地震组合中重力荷载代表值(恒+活乘以组合值系数)作用下梁端计算剪力设计值(乘 1.2 分项系数)，如有计算竖向地震加上竖向地震作用梁端剪力设计值。 $M_{buE}^l$ 、 $M_{buE}^r$  分别为按梁端实配拉压纵筋和型钢、材料强度标准值计算的极限弯矩，左端正、负弯矩分别与右端负、正弯矩绝对值相加，取两者的较大值。

### 5.2 抗剪最大限值

不抗震、非地震组合时  $V_b \leq 0.45\beta_c f_c b h_0$ ；抗震时  $V_b \leq 0.36\beta_c f_c b h_0 / \gamma_{RE}$ 。超过这些值时，为抗剪超限。另外，型钢部分抗剪承载力与混凝土截面抗剪承载力比值的最小限制  $\frac{f_a t_w h_w}{f_c b h_0} \geq 0.1$ ，由用户自行判断。

### 5.3 配筋计算

型钢混凝土梁抗弯配筋同样考虑轴力因素。优先单面配筋，以下特殊情况配受压纵筋。

1、轴力为拉、且拉力作用点位于截面范围以内全截面受拉时，考虑型钢部分承担轴拉力，剩余轴力和弯矩由配筋承担。这时同时配拉压纵筋，提示全截面受拉。

2、轴压力或弯矩过大，计算受压区高度超过截面计算高度，取界限受压高度为受压区，配受压纵筋，同时给出提示。

受压区高度超过界限高度但不超过截面计算高度，仍单面配筋，给出超配筋提示。

大偏心拉弯、压弯、纯弯等受力情况下，程序未采用《型钢混凝土规程 JGJ138-2001》提供的近似计算方法，而采用迭代方法计算配筋。迭代法根据平截面假定这一基本假定，按不同部位的混凝土、型钢、钢筋精确计算其应力、应变，因此计算结果是精确的。迭代方法对于非对称、任意布置的型钢混凝土梁截面均能得到准确的计算结果。

抗剪配筋计算采用《型钢混凝土规程》提供的公式计算，同时考虑轴力的作用，轴力系数的取值方法与混凝土梁相同。

## 5.4 配筋构造

型钢混凝土梁配筋满足单边纵向受拉纵筋配筋率不小于 0.3%，小于该值构造处理，给出提示。

抗震结构中，型钢混凝土梁的端部底面、顶面配筋的比例参照混凝土梁，特一、一级抗震时梁端部底面配筋不小于该处梁顶面配筋的 50%，二、三级抗震时不小于 30%。小于该值的构造增大端部底面配筋，并给出提示。

抗震时箍筋全长最小面积配箍率如下：

特一级，  $0.33f_t/f_{yv}$  (梁端加密区)

一级，  $0.30f_t/f_{yv}$

二级，  $0.28f_t/f_{yv}$

三四级，  $0.26f_t/f_{yv}$

不抗震时采用混凝土梁的标准，配箍率  $\rho_{sv} \geq 0.24f_t/f_{yv}$ 。型钢混凝土梁用于框支梁、托柱梁时，加密区箍筋的最小配箍率按混凝土梁标准。

## 6、钢结构梁、柱、支撑构件

### 6.1 偏心支撑耗能梁段的系列调整

钢框架耗能梁段的内力参数按下式计算。塑性受剪承载力：

$$V_p = 0.58f_y h_0 t_w$$

考虑承受轴力时的全塑性受弯承载力：

$$M_{pc} = W_p (f_y - \sigma_N)$$

$\sigma_N$  为轴力产生的翼缘正应力，由轴力设计值除以截面面积得到。当耗能梁段的净长度  $a < 2.2M_p/V_p$  时，按由截面翼缘承担全部轴力来计算正应力，同时根据剪切承载力修正：

$$\sigma_N = \frac{V_p}{V_{lb}} \cdot \frac{N_{lb}}{2b_f t_f}$$

当计算得到的  $\sigma_N < 0.15f_y$  时，取正应力  $\sigma_N = 0.0$ 。

程序将计算得到的耗能梁段的塑性抗剪承载力  $V_p$ 、考虑轴力的塑性极限抗弯承载  $M_{pc}$ ，分别除以梁段端部最大组合剪力  $V_{lb}$ 、弯矩  $M_{lb}$ ，取其较小值作为耗能梁段相关构件内力调整的基准值。程序记录该基准值，供相关联构件的内力调整使用。

耗能梁段所在梁的其它部位、偏心支撑柱、偏心支撑本身等与耗能梁段关联的构件，组合内力设计值在乘以内力调整基准值基础上，再乘以构件验算对话框中设置的内力增大系数。其中偏心支撑本

身仅轴力调整，其他构件为全部内力的调整。

## 6.2 截面强度验算

Archi 中钢构件的强度验算是包含所有作用力的综合验算。

程序在基本截面、组合截面中选取一定数量的控制点，控制点包含可能出现最大正应力、剪应力的截面关键点。计算中输入构件截面的一个荷载组合中的各种内力，分别计算各控制点的正应力、剪应力，进一步计算控制点的折算应力。如钢梁的强度验算中，同时包含轴力N、两方向的弯矩 $M_2/M_3$ 、和两方向的剪力 $Q_2/Q_3$ 的共同作用下的正应力、剪应力。

这种计算方法适应各种复杂的构件截面，使程序能够对所包含的各类基本截面和具有广泛普适性的组合截面(即钢组合截面、格构截面)的进行强度验算，且计算过程简单，结果准确。对于复杂结构，不能准确判定构件的受力状态，则这种包含所有作用力的综合验算方法使构件验算更合理。

强度验算中包含了截面受弯时的塑性发展系数。对于截面形状确定的基本截面，程序根据或参照规范的有关规定确定，对于组合截面由用户设定。对于包含地震作用的内力组合，塑性发展系数取 1.0。

## 6.3 构件整体稳定验算

钢梁进行平面外稳定验算，设定需要验算时才计算。对于由多个被打断的梁组成的合并梁，如在构件验算对话框中未选择次梁作为主梁的侧向支撑点，按合并梁的长度计算梁的侧向绕竖轴的长细比，否则按各梁段的实际长度分别计算。

钢柱的计算长度系数根据框架侧移类型选用。如在结构某些层、或某层的一个方向的侧移类型为弱支撑框架，则分别按有侧移、无侧移框架类型计算轴压稳定系数，根据该位置的支撑强度系数插值确定最终的轴压稳定系数。

单轴对称截面绕对称轴的换算长细比按《钢结构规范》公式 5.1.2-3 计算。二肢、三肢、四肢格构截面根据格构类型按规范相应公式计算换算长细比。

对于双轴对称实腹式截面，整体稳定性按规范公式 5.2.5-1 和 5.2.5-2 计算，考虑箱形等闭口截面的截面影响系数。对于单轴对称实腹式截面，分别计算对称平面内、对称平面外的稳定性。

对于格构式截面，实轴分别进行平面内、平面外的稳定性验算，虚轴只验算平面内稳定性。两肢格构式截面，按规范公式 5.2.6-1~5.2.6-3 式验算整体稳定和分肢稳定性。

## 6.4 特殊构件验算

特殊构件在前面强度、稳定验算之外，还需按有关规范、规程的规定进行补充验算。

中心支撑在包含地震作用的组合内力作用下，轴压稳定验算考虑地震时循环荷载作用下的强度降低：

$$\frac{N}{\varphi A_{br}} \leq \eta f$$

$$\eta = \frac{1}{1 + 0.35 \lambda_n} \quad \lambda_n = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

$\eta$ 为循环荷载时的强度降低系数， $f_y$ 为钢材屈服强度。

偏心支撑耗能梁段的抗剪承载力计算。当  $N \leq 0.15Af$  时：

$$V \leq \phi V_l / \gamma_{RE}$$

$V_l = 0.58A_w f_{ay}$ ，或  $V_l = 2M_{lp} / a$ ，取两者之中的较小值。 $a$ 为耗能梁段的净长度， $M_{lp}$ 为截面塑性极限弯矩， $\phi$ 取 0.9。

当  $N > 0.15Af$  时：

$$V \leq \phi V_{lc} / \gamma_{RE}$$

$V_{lc} = 0.58A_w f_{ay} \sqrt{1 - [N / (Af)]^2}$ ，或  $V_{lc} = 2.4M_{lp} [1 - N / (Af)] / a$ ，取两者之中的较小值。最终验算结果折算成验算截面的剪应力。

## 6.5 梁柱节点极限弯矩比较

程序按材料屈服强度计算所有钢梁、合并梁的端部极限弯矩，存储在文件中。(当结构中有混凝土梁时，根据混凝土结构的抗震等级，计算按实配钢筋和标准强度计算极限弯矩，或者取组合弯矩最大值，作为梁端弯矩与钢梁同样处理)。

抗震结构中，对于轴压比大于 0.4 的钢柱，程序计算考虑轴力折减后的柱截面塑性极限弯矩  $M_{pc}$ 。同时读取柱端连接钢梁、混凝土梁的极限或最大设计弯矩值，并按同方向叠加，按上下柱段的线刚度分配，得到梁弯矩之和  $\Sigma M_{bu}$ 。计算柱端梁柱极限弯矩比值，并作为验算结果输出：

$$\xi_{bc} = \eta \sum M_{bc} / M_{pc}$$

式中  $\eta$  为强柱系数，当结构总层数超过 6 时，9 度抗震取 1.15，8 度取 1.05，其它取 1.0。

柱端梁柱极限弯矩比值  $\xi_{bc}$  大于 1.0 时，对于钢框架不满足强柱弱梁的要求。计算该系数只作为结构验算的一个指标，未根据该值进行结构内力调整。当柱轴压比小于 0.4 时，该值显示为 0。