

通用有限元软件 Strat

快 速 入 门



同济大学 Strat 软件程序组
上海市城乡建筑设计研究院

2003 年 3 月

— 目 录 —

软件简介

Prep 命令、简写命令一览表

第一部分 快速入门

——第一次系统应用

一、软件安装.....	1
二、前处理 Prep 建模.....	2
Prep 基本操作特点.....	2
第 1 步、保存文件.....	3
第 2 步、设置楼层.....	3
第 3 步、输入梁.....	4
第 4 步、偏移复制梁.....	4
第 5 步、输入 Y 向梁.....	4
第 6 步、延伸 X 向梁.....	5
第 7 步、输入柱.....	5
第 8 步、复制柱.....	6
第 9 步、交点分图.....	6
第 10 步、查看图形.....	6
第 11 步、修改梁截面.....	7
第 12 步、输入墙.....	7
第 13 步、输入次梁.....	8
第 14 步、输入端部弧梁.....	8
第 15 步、荷载总体参数设置.....	9
第 16 步、输入楼面荷载.....	9
第 17 步、输入梁上荷载.....	10
第 18 步、尝试使用 Undo/Redo.....	11
第 19 步、楼层复制.....	11
第 20 步、显示三维立体.....	11
第 21 步、设置图形内容.....	11
第 22 步、改变顶层(21 层)荷载.....	11

第 23 步、输入顶层塔楼(第 22、23 层)	12
第 24 步、沿高度改变材料、柱截面、墙厚度	12
第 25 步、导算风荷载	13
第 26 步、形成数据文件	14
三、用 Strat 计算	15
四、运行建筑结构后处理模块 Archi	16
1、建模计算	16
2、特殊构件判别	17
3、计算钢构件计算长度系数	18
4、荷载组合	18
5、构件配筋、验算	20
6、查看计算结果	21
6、绘制混凝土梁配筋施工图	22
7、显示各类计算信息	24

第二部分 系列专题

——前处理 Prep 的功能的介绍

1、数据整理和单元整合	26
2、Dxf 接口输入	26
3、节点单元与节点荷载、约束、弹簧、质量、位移等参数的输入	27
4、输入弧梁	28
5、圆弧轴线的输入	29
6、输入、修改铰接梁柱和梁柱刚臂、偏心	29
7、非楼层控制显示	29
8、编辑命令概述	30
9、完全刚性楼层的设置与取消	31
10、局部刚性楼板的设置与取消(设置、删除主从节点)	32
11、网格成图(输入弹性楼板)	32
12、有关弹性楼板的一些问题	33
13、导算坡屋面楼面荷载(任意空间结构施加网格荷载)	36
14、组合截面的应用(型钢混凝土、钢管混凝土、叠合梁、格构柱等类型截面)	37
15、非完全刚性楼层时导算风荷载	39

16、板单元、平面 4 节点元、平面 8 节点元输入.....	40
17、块体单元输入.....	41
18、温度荷载输入.....	41
19、移动荷载输入.....	42

第三部分 综合应用

1、平面结构.....	44
2、剪力墙错层结构.....	45
3、框架错层结构.....	47
4、无梁楼盖.....	47
5、半球穹顶.....	48
6、空间旋转楼梯建模.....	49
7、空间半圆网架.....	50
8、复杂空间结构的建模.....	52
9、预应力计算.....	54
10、空间箱形梁块体 21 节点单元计算.....	55

软件简介

Strat 系列软件是自主开发的、侧重于建筑结构的大型通用有限元软件。作为通用软件，前后处理及计算部分具有丰富完备的功能，能进行任意复杂结构的建模、计算。作为建筑结构软件，前处理隐含了符合建筑结构的特点参数设置，使常规结构的建模如专用软件一样方便；有专用的建筑结构后处理模块，能按照多种规范/规程的要求进行结构整体验算、内力调整、构件验算。

本册说明中讲述了前处理 Prep、计算部分 Strat、建筑结构专用后处理 Archi 的使用方法。我们即将推出全三维的、能进行非线性时程和大震拟静力的非线性模块 Nonl。还将推出通用图形后处理模块 Plots。

前处理 **Prep** 实现了完全意义上的三维作图。操作如设计人员所熟悉的 AutoCAD 一样方便，被认为是再造的 AutoCAD。能用多种方式输入点、线、圆、弧、梁、柱、墙、板、4 节点平面元、8 节点平面元、8 节点块体元、21 节点块体元等多达 12 种的图形。具有偏移、拉伸、延伸、修剪、倒角、旋转、阵列、镜面、匹配等 20 多种完全支持三维操作的编辑命令，涵盖了 AutoCAD 中常用的绝大多数编辑命令。实现端点、交点、垂点、中点、圆心点的三维鼠标捕捉功能，无限 Undo/Redo。支持 100 多项可改写的简写命令，实现操作的个性化。所有数据均实现数据库化、可视化管理。

Prep 在支持三维作图的同时，仍保留完善的平面作图功能，所有命令均同时支持二维操作。兼顾建筑结构的特点，作为可选项仍保留楼层输入功能，使对于常规建筑结构，输入如专用软件一样方便。可以方便地输入弹性楼板、错层、多塔、转换层、坡屋面等特殊结构，可以在主体结构上输入钢屋顶、网架、网壳、钢屋架等局部附属结构。

Prep 具有丰富的建筑结构资源。可以输入 19 种各类型的截面(包括型钢截面)。利用特有的组合截面方法，可以输入任意类型的型钢混凝土、钢管混凝土、叠合梁、粘贴加固梁柱、组合钢构件、格构钢构件、及其它任意的截面。能输入 9 种截面的多段变截面梁柱。可以输入标准或非标准的混凝土、钢、砖砌体材料，及自定义材料。能输入 12 种类型各方向的线、面、体单元的荷载。具有完善的楼面荷载导算功能，并将楼面荷载扩充为网格荷载的概念，使适用于坡屋面及任意空间结构的荷载导算。风荷载在刚性楼层时按外轮廓导算，弹性楼板时导算到结构外围。可以输入单元温度荷载、温度场，温度场使最少时只需设定一个参数即可计算温度荷载。可以输入移动荷载、空间荷载场。

计算模块 **Strat** 采用多项新技术，速度快容量大。采用先进的稀疏存储直接求解器，和预处理

共轭梯度(PCG)迭代求解器，使计算占用硬盘小，计算速度成倍增加。自主开发全新的高性能墙单元，能可靠计算节点集中弯矩，能正确地计算梁墙相接的情况，在国内外同类单元中居领先水平。该单元能直接用梁单元模拟连梁，避免了繁琐的墙开洞处理，能成倍地减小结构计算量。

具有高性能的空间板壳单元(板+膜)单元，可同时适用于薄板、厚板的计算。具有 4 节点非协调平面元、4-8 节点平面元、8 节点非协调块体元、8-21 节点块体元等多种单元。提供子空间迭代、里兹向量、兰索斯等 3 种快速振型计算方法。计算节点弹簧、滑动支座、节点强制位移。

建筑结构专用后处理模块 **Archi**，与通用软件的功能相匹配，能对多种结构类型根据不同的规范、规程进行处理，也能处理同一工程同时具有多种结构类型的特殊结构。创造性地引入二次建模的概念，通过空间几何拓扑计算，将细分的有限元单元合并成建筑结构的构件，为通用软件应用于建筑结构创造了必要条件。能自动判别角柱、悬挑梁、框支梁柱、钢结构中心/偏心支撑等 11 种特殊构件。能进行结构二阶变形分析、最小地震剪力校核、竖向地震验算。能计算钢框架的计算长度系数，能正确处理错层柱、单边临空柱、非底部约束柱、梁任意铰支情况下的柱计算长度系数，能按新规范要求自动判别钢框架的强弱支撑类型，并计算弱支撑系数。具有功能完备的荷载组合机制，能方便地处理几乎不受限制的常规荷载、非常规荷载的组合，为充分利用通用软件的强大计算功能对结构进行非常规计算提供了可能。

Archi 对于最常见的多高层建筑结构(钢结构、混凝土结构)，能自动判别结构类型，自动判别结构抗震等级。支持框剪结构多段地震剪力调整，支持框支剪力墙结构的地震内力调整。根据混凝土结构的抗震等级、钢结构的层数及设防烈度进行强剪弱弯、强柱弱梁的内力调整。Archi 支持多结构类型的处理并不是多种结构类型的简单罗列，而是采用一种独特的构件验算机制，使各种内力的调整可以在不同结构类型之间、不同材料构件之间进行，相互之间建立有机的联系。

Archi 功能丰富，却操作简便，绝大多数验算是可选项，需要才计算，程序根据是否被验算而引用计算结果、或采用隐含值，对于简单结构只需一个命令即可完成验算。为适应实际工程多样化的要求，在具有自动计算、自动判别功能的同时，还提供完善的人工干预机制。对于常规结构，直接利用程序判断的结果；对于复杂结构、或程序未能涵盖的领域，可以在程序判断的基础上结合有限的人工调整实现。

本册说明分三部分。

第一部分通过讲述一个工程例题的全过程，使用户在最短的时间内学会常规建筑结构的计算。希望能边看说明边操作软件，尽快熟悉软件。

第二部分是针对一些特殊问题的专题讲述，满足非常规结构的要求，是软件使用的提高部分。用户

可选看，但最好能系统阅读，因为各专题是前后关联的。

第三部分是利用 Prep 进行空间结构建模的实例讲解，是软件的综合应用。用户可参阅。

快速入门只简单介绍了程序各部分的初步使用，专题、综合部分各功能的介绍是点到为止，适合熟练使用 AutoCAD 且有结构计算基础的用户。

软件更多丰富的使用功能，尤其对于复杂空间结构的建模，须仔细阅读《使用手册》，或接受培训。

Prep 命令、简写命令一览表

1 File 文件

0. 新建文件	New	n
1. 打开文件	Open	op
2. 保存文件	Save	sa
3. 换名另存	SaveAs	sas
4. 生成 Strat 文件	FormStrat	sta
5. Strat 数据参数	StratSet	stas
6. DXF 输出	DxfOutput	dxf
7. 打印选项	PrintSet	prts

2 View 视图

0. 开窗放大	ZoomOut	z
1. 显示全图	ZoomAll	za
2. 恢复显示	ZoomPrevious	zz
3. 比例缩放	ZoomScale	zs
4. 平移显示	ZoomPan	p
5. 放大	ZoomLarge	z1
6. 缩小	ZoomSmall	z2
7. 视图旋转	ViewRotate	vr
8. 竖向旋转+	ViewRotateZ1	vrl
9. 竖向旋转-	ViewRotateZ2	vr2
10. 楼层	LayerSet	ly
11. 图层	PageSet	pg
12. 显示平面	PlainSet	pl
13. 选择楼层、高度	LayerSel	lys
14. 选择切面	SectionSel	scs
15. 图形内容	ViewComprise	vc
16. 图形参数	PictureSet	pc

3 Draw 绘制

0. 节点	Joint	j
1. 直线	Line	l
2. 圆. 圆心半径	Circle1	c1
3. 圆. 两点直径	Circle2	c2
4. 圆. 圆上三点	Circle3	c3
5. 弧	Arc	ac
6. 柱	Column	cc
7. 梁	Beam	b
8. 墙	Wall	w
9. 板	Slab	sl
10. 平面 4 节点元	Plain4	p4
11. 平面 8 节点元	Plain8	p8
12. 块体 8 节点元. 4 点	Cube8-4	c8
13. 块体 8 节点元. 8 点	Cube8-8	c88
14. 块体 21 节点元. 4 点	Cube21-4	c21
15. 块体 21 节点元. 8 点	Cube21-8	c218

4 Edit 编辑

0. 重绘	ReDraw	r
1. Undo	Undo	u
2. Redo	Redo	re
3. 删除	Delete	e
4. 移动	Move	m
5. 复制	Copy	c
6. 缩放	Scale	ss
7. 偏移	Offset	o
8. 拉伸	Stretch	s
9. 延伸	Extend	ee
10. 修剪	Trim	t
11. 截断	Break	br
12. 倒角. 直角	TieLine	t1
13. 倒角. 圆角	TieArc	t2
14. 分段. 等间隔	DivideE	d1
15. 分段. 按长度	DivideS	d2
16. 面. 体细分	DivideElem	de

17. 旋转	Rotate	rr
18. 旋转复制	RotateCopy	rc
19. 阵列(平移)	ArrayP	ap
20. 阵列(转角)	ArrayR	ar
21. 镜面复制	Mirror	mm

5 Attrib 属性

0. 基本截面	Sect	sc
1. 组合截面	SectGroup	sg
2. 变截面梁柱	SectVary	sv
3. 材料	Mater	mr
4. 梁柱自由度释放	Free	f
5. 梁柱刚臂	Stiff	sf
6. 梁柱节点偏心	Depart	dt
7. 节点约束	Rest	rt
8. 节点强制位移	Disp	dp
9. 节点弹簧	Spring	sp
10. 节点集中质量	Mass	ms
11. 主从节点	Master	mt

6 Tool 工具

0. 数据整理	DataClear	dc
1. 单元整合	ElemConform	ec
2. 楼层复制	LayerCopy	lyc
3. 交点分图	TransDot	tr
4. 网格成图	GridElem	ge
5. 属性修改	Change	ch
6. 属性匹配	Match	ma
7. 梁柱特殊属性修改	ChangeBeam	chb
8. 节点属性修改	ChangeJoint	chj
9. 删除主从节点	MasterDelete	em
10. 两点测距	Dist	d
11. 捕捉模式	Snap	sn
12. 简写命令	CommandSimple	csp

7 Load 荷载

0. 荷载设置	LoadSet	ls
1. 添加节点荷载	LoadJoint	lj
2. 节点荷载设置	LoadJointSet	js
3. 梁柱单元加载	LoadBeam	ll
4. 梁柱荷载设置	LoadBeamSet	bs
5. 面单元加载	LoadPlain	lp
6. 面单元荷载设置	LoadPlainSet	ps
7. 块体单元加载	LoadCube	lc
8. 块体单元设置	LoadCubeSet	cs
9. 节点荷载删除	LoadJointDel	je
10. 单元荷载删除	LoadDelete	le
11. 单元荷载匹配	LoadMatch	lm

8 LoadSpecial 特殊荷载

0. 平面加载网格	MeshPlain	me
1. 投影平面加载网格	MeshPlainPrj	mep
2. 网格导荷模式	MeshMode	mh
3. 修改网格数值	MeshData	md
4. 网格数值设置	MeshDataSet	mds
5. 网格删除	MeshDel	dm
6. 网格复制	MeshCopy	cm
7. 体加载	LoadBody	lby
8. 风荷载参数设置	LoadWindSet	lws
9. 风荷载加载	LoadWind	lw
10. 风荷载-网格加载	WindMesh	Wm
11. 风荷载-单元加载	WindElem	We
12. 移动荷载设置	LoadMove	lmv
13. 温度场荷载设置	LoadTemp	ltp

第一部分 快速入门


——第一次系统应用

一、软件安装

将安装光盘放入光驱，双击 Setup.exe 启动安装程序。可以完全采用隐含设置，一律按 Next 键，安装后不需启动 Windows。安装程序在 Windows 桌面和开始->程序->Strat 中形成一些图标。

接着点击开始->程序->Strat 中的第 5 项**安装驱动程序**，将出现一个对话框，点**开始安装**按钮。

安装驱动程序后，插入并口加密锁，或 USB 加密锁，便可以开始使用软件。USB 加密锁须在安装驱动程序后才插入。如安装驱动程序前插入 USB 加密锁，安装驱动程序后需重新启动计算机。



双击桌面图标  (StratSoft)，打开如图 1 所示软件总体集成窗口。Prep、Strat、Archi 等 3 个框分别对应前处理、计算、建筑结构后处理。另两个 Plots、Nonl 为将推出的模块。点击相应的图框，启动各模块。点击**退出**或按 Esc 键关闭窗口。

- ◆ 前处理 Prep、计算 Strat、建筑结构后处理 Archi 是相互完全独立的程序，可以分别点击桌面图标运行。当由集成窗口 StratSoft 启动各模块时，如数据完备，可以自动实现数据调用。但建议用户不经过集成窗口而直接调用各模块。




图 1、软件集成窗口

下面将通过讲述图 2 所示工程的建模、计算、后处理的全过程，简单介绍软件对于普通结构的使用方法。

- ◆ 操作命令可以选择键盘输入全称命令、简写命令、菜单、或工具按钮。为使用户尽快熟悉软件，介绍时各中方式都介绍。如复制命令，写为[输入 copy.c；菜单:编辑/6 复制；按钮左-]。表示可以键盘输入命令全称 Copy，或输入简写命令 C，也可以选择主菜单**编辑**下的第 6 子菜单**复制**，也可以点击屏幕窗口左侧第一列工具条中的按钮。这 3 项输入的效果是等同的。

二、前处理 Prep 建模

从集成窗口中点击 Prep 框，或直接从桌面双击  (Prep)，启动三维前处理 Prep。窗口屏幕上有五组工具条，底部状态条以上为命令输入框。状态条从右向左依次显示当前图层、显示高度范围、显示状态(XY 平面、XZ 平面或三维等)、光标位置坐标。

- ◆顶端工具条与第一主菜单“文件”和第二主菜单“视图”对应。为文件输入输出，窗口缩放、显示平面、图形内容等命令。

- ◆左侧第一列与主菜单“编辑”对应，为复制、移动、阵列等图形编辑命令。

- ◆左侧第二列与主菜单“绘制”对应，为梁、墙等图形单元的输入命令。

- ◆右侧第一列与主菜单“属性”、“工具”对应。“属性”菜单为单元截面、材料等单元属性，和节点约束、节点荷载等节点属性的输入、修改命令。“工具”菜单提供一些功能强大的综合性辅助工具，如楼层复制、简写命令设置等。

- ◆右侧第二列与主菜单“荷载”、“特殊荷载”对应。“荷载”菜单为总体荷载参数设置，梁、墙单元荷载的输入修改命令。“特殊荷载”为建筑结构常用的网格荷载(即一般所说的楼面恒活载)、风荷载的输入、修改命令，及温度荷载、移动荷载等特殊荷载命令。

Prep 基本操作特点：

- ◆二维/三维图形系统。在 XY 平面显示状态为二维图形，坐标可仅输入(x,y)值，也可输入(x,y,z)值，相当于其他软件的楼层输入。其它显示状态为三维图形系统。各命令在二维/三维图形状态下操作方式不同，具体见各命令。

- ◆简写命令输入。简写命令可修改，用户可选择主菜单“工具”下的最后一行“C 简写命令”打开对话框,按自己使用 AutoCAD 的习惯设置各简写命令。

- ◆节点捕捉。系统通过三维空间几何计算，能对点、线、圆、弧、面、体等各类图形进行节点捕捉。面、体单元的边作为线参与节点捕捉。主菜单“工具/B 捕捉模式”可设置。当命令行提示输入节点、定位点时，Ctrl+鼠标右键弹出临时捕捉设置，该设置只使用一次。

- ◆选择模式同 AutoCAD。先点选，如点选未中自动转入框选，从左向右包含选，从右向左相交选。

- ◆选择过滤。当命令行提示选择图形单元时，Ctrl+鼠标右键弹出过滤选择菜单，该选择只使用一次。

- ◆正交输入。按 F8 键设置、取消正交输入。正交输入时仍可节点捕捉。

- ◆鼠标右键、空格键、回车键等效。

- ◆自由实现键盘输入节点、鼠标输入点等效，不需切换。

- ◆键盘输入坐标。XY 显示平面可只输入平面 xy 坐标，也可输 xyz 三维坐标。其它显示状态只能输 xyz 三维坐标。坐标数值前带“@”输入坐标偏移量，带小于号“<”输入角度偏移量，偏移输入是第一点仍作为绝对坐标使用。

- ◆无限 Undo/无限 Redo。不需设断点，容量不受限制。全面支持所有主窗口操作，且可嵌套在其它命令中执行。

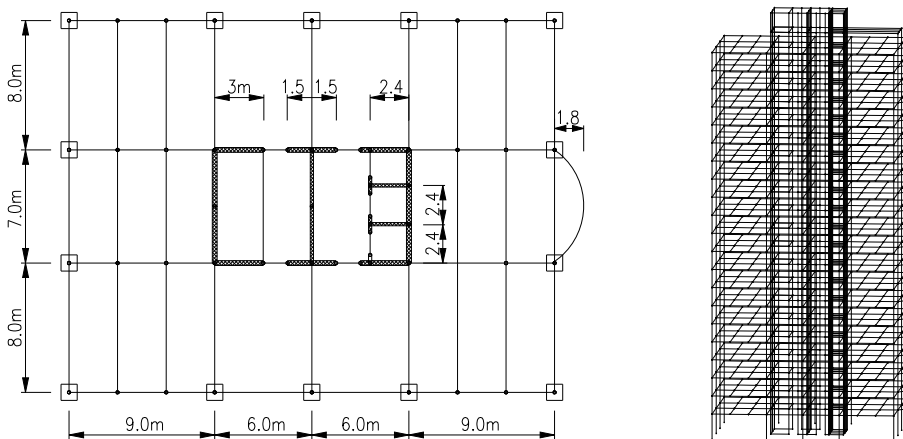
- ◆热键。第一热键 F5，根据当前状态即时参数设置，如输入梁时设置截面，输入荷载时显示荷载，结合具体命令再讲述。第二热键 F6，多参数时除 F5 之外的参数设置，如输入梁时，F6 设置材料。辅助热键:Shift+F5，用于梁柱截面选择。

- ◆显示热键 F4，显示楼层、显示高度范围设置。


- ◆ 显示嵌套。在一个命令正在执行的同时，点击视图图标可以在不中断命令执行的情况下实现窗口缩放。这时显示会存在一些问题，但不影响操作结果。
- ◆ 命令重复。在命令行为空的情况下，按空格、回车、鼠标右键，将重复最近一次有效命令。
- ◆ 所有屏幕图形均可通过 DXF 格式与 AutoCAD 接口。
- ◆ 引入辅助图形的概念。Prep 具有线、圆、弧等 3 类辅助图形，辅助图形仅有几何意义，无物理意义，主要用于空间建模、空间定位等辅助作图。辅助图形可不删除，生成最终数据文件时，程序会删除辅助图形及其节点。
- ◆ 参数的数据库化管理。对于截面、材料、荷载等参数实行数据库化管理，通过方便直观的对话框输入、查看、修改。接合 F5/F6 热键快捷调用。

下面以下图所示结构为例，分步讲述一个常规建筑结构的前处理建模、计算、后处理的全部过程。通过这个例题，用户可以用最少的时间了解 Strat 软件的使用。该结构一层地下室，主体 20 层，2 层塔楼。

该算例完整文件是在软件安装目录“\Strat\Example\A1_Pre”。需说明的是这并不是唯一的方式，用户可以根据自己的喜好选择不同的输入方法。




第 1 步、保存文件

[Save,Sa; 菜单:文件/3 保存文件; 上按钮; Ctrl+S]

将显示标准文件对话框，选择合适目录，输入文件名 A1。

- ◆ Strat 系列软件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。用户不可改变后缀名，否则将导致错误。对于前处理 Prep，存盘后将产生 A1_Pre 文件，包含几何图形、各项设置参数，类似于 AutoCAD 的 Dwg 文件，用户可以进行备份、转移。

第 2 步、设置楼层

[LayerSet,Ly; 菜单:视图/A 楼层; 上按钮

显示的楼层设置对话框如下。隐含存在一个楼层，层高 3.0m。双击列表中该层所在行，将弹出对话框，在层高框中将层高由 3.0m 改为 4.2m，点**确定**返回。




点击**增加**按钮，弹出**增加楼层**对话框，提示增加的起始楼层为2层，在终止楼层框中输入21，在层高框中输入3，表示从2层到21层这20层层高均为3m。点确定返回。按同样方法增加22层高2.5m，23层高3.2m。

选择删除按钮可删除列表中被选择的楼层，选择插入按钮可以在列表中被选择的楼层前插入若干层，用户可自试。对话框上其他选项不改变仍沿用隐含值。

这样设置了总层数为23层的各层层高，点确定返回到 **Prep** 主窗口。这时状态栏提示，显示平面为XY平面，显示范围为单楼层第1层，当前平面高度为4.2m。

- ◆ 在楼层平面内输入图形后，图形即作为独立的三维图形，不随楼层改变而变。如需删除某一楼层，须用删除命令删除层内的各图形。这与一般专业软件不同，大多数这些专业软件按层建模，数据按层记录，当从楼层列表中删除某一层时，该层结构全部删除。
- ◆ 同样，当结构输入后，如需改变层高，除改变楼层列表外，还需运行 **Stretch(S, 拉伸, ↵)** 命令，将楼层面内的柱、梁、墙整个拉伸。

第3步、输入梁

[输入 **Beam,B**; 菜单: **绘制/6 梁**; 左二按钮 

响应命令操作。

Beam: 第一点 <R 角度 0>: 0, 0

Beam: 第二点 <R 角度 0>: @20, 0

如此同时屏幕左上角出现当前有关梁的隐含参数。“材料: 序号 0 砼 C30”表示当前材料 C30 混凝土在材料列表中为第 0 项，按 **F6** 可弹出材料对话框进行设置。“截面: 基本, 序号 0”表示当前梁截面是基本截面，在截面列表中的序号为 0，按 **F5** 可弹出基本截面对话框进行(见输入柱的说明)。


如不输入节点坐标，而输入 **R**，则提示“输入截面转角:”。这时只接受键盘输入，输入数值单位度，可为负值。

- ◆ **截面转角定义:** Strat 系列软件为梁柱等杆件单元截面转角定义了一种简单有效的方式，抛弃了一般通用软件复杂烦琐的定义方式。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；2>当单元与 Z 轴平行时，以单元 1 轴为准，由 X 轴向 2 轴转角，满足右手系为正。详见《手册》

第四章第 5 条。

- ◆ 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。

第 4 步、偏移复制梁

[输入 Offset,O; 菜单:编辑/8 偏移; 左一按钮 

如 AutoCAD 的操作方式，首先输入偏移长度，然后鼠标选择前面输入梁，最后在需偏移一侧点击鼠标左键。


如此将该梁向上分别偏移 8m、7m、8m，得到另外 3 根梁。

第 5 步、输入 Y 向梁

鼠标点击第一、第四 X 向梁的左端，利用节点捕捉形成第一根 Y 向梁。在用偏移(Offset)的方式生成间距分别为 9m、6m、6m、9m 的 4 根 Y 向梁。


输入的 X/Y 向梁作为定位轴线，方便后面输入。

第 6 步、延伸 X 向梁

[Extend, Ee; 菜单:编辑/A 延伸; 左一按钮 

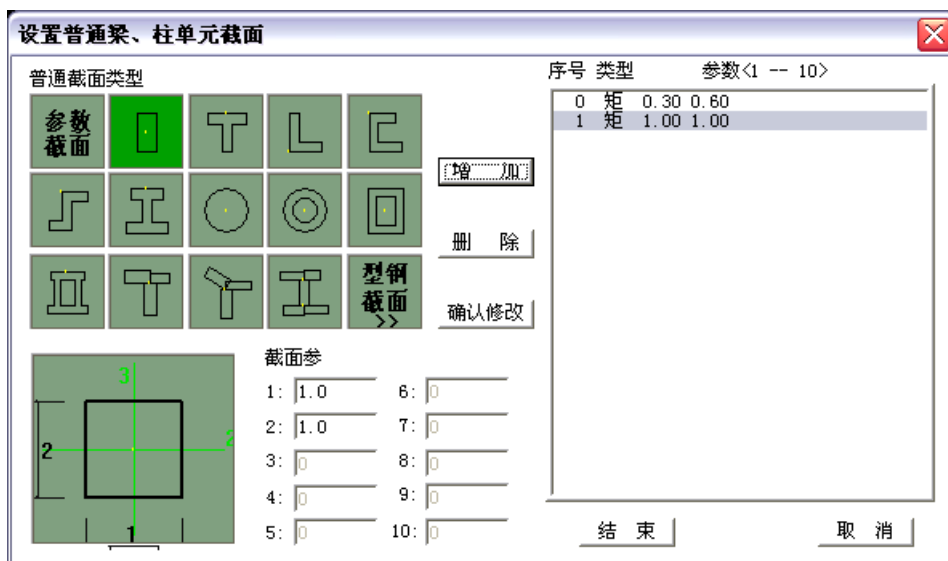
操作如 AutoCAD，将 X 向梁延伸到最右侧 Y 向梁位置。

第 7 步、输入柱

[Colu, Cc; 菜单:绘制/5 柱; 左二按钮 

提示：“Colu:第一点<R 角度 0>:”

在输入柱之前先需设置截面，按 F5 键，将出现如下对话框。




先点击左上系列截面小框中的矩形截面框，参照左下较大框的提示输入截面参数，在 1 编辑框中输入 1.0，在 2 编辑框中输入 1.0，表示柱截面为 1m×1m。点击**增加按钮**，右侧列表中增加一行“1 矩 1.00 1.00”，同时该行为暗色，表示是当前被选择项。点击**结束**返回主窗口。

注意此时屏幕左上角提示改为“截面：基本，序号 1”，并在下面显示了当前截面的轮廓。至此柱截面选择结束，可以输入柱。

输入柱：利用节点捕捉功能，鼠标点击梁交点，输入底边一排柱。

- ◆ Prep 中的梁柱区别对待是为了符合建筑结构的习惯，其实在有限元中梁柱同为杆单元没有差别，后处理中将根据梁柱的特点重新区别梁柱进行配筋验算。在 XY 平面显示时，柱将显示截面，而梁显示单线(或双线)。对于斜梁、斜柱、支撑等用户可根据显示方便任意选择按梁或按柱输入。
- ◆ 梁截面与柱相同，通过 F5 热键设置。设置好的截面即为隐含截面，下次输入即按此截面，但梁柱的当前截面是分开的，相互不干扰。按 Shift+F5 将启动组合截面设置，具体使用以后详述。但一旦启动组合截面后，以后按 F5 将出现组合截面框，需按 Shift+F5 启动变截面框，再按 Shift+F5 才能返回到基本截面。
- ◆ 必须在输入梁柱的过程中按 F5 热键，才能设置梁、柱的当前截面。否则系统无法区别当前截面是梁、还是柱。
- ◆ 截面设置对话框中，设置好参数后，需按**增加按钮**，将设置添加到列表中才有效。
- ◆ 如选择的截面为以前输入的截面，直接点选列表中该项，这时左侧大图将显示截面轮廓，各参数值也被显示出来，核对无误后按**确定**退出即可。
- ◆ 如改变已有截面，在列表中选择该截面，改变截面各参数后，按**确认修改**即可。这时还可以从左上截面类型中选择不同的截面类型，以改变原截面的类型。
- ◆ 点击截面类型的最后一个小框**型钢截面**，将弹出型钢截面对话框，选择型钢类型和序号后返回，则该型钢的图形和参数显示在主对话框上，点击**增加**或**确认修改**即可。
- ◆ **删除按钮**将删除被选择的截面。但只能删除本次调用对话框时输入的截面，此前输入的截面不能删除。空余的截面可修改后使用，不使用也不占用很多的系统资源。Prep 可容许 500 种基本截面类型。
- ◆ 其他材料、荷载设置对话框的操作方法类似，以后将不再详述。

第 8 步、复制柱

[Copy,C; 菜单:编辑/6 复制; 左一按钮

提示：“Copy, 选择图形单元:”


利用选择过滤功能。按 Ctrl+鼠标右键，出现弹出菜单，选择“5 柱”，命令行中提示“Sel_Colu”。鼠标一次框选底边所有柱，击右键(或空格、回车键)，选择结束。

提示：“选择 5 个单元，0 单元重复。输入基准点:”。鼠标点击底边一个梁交点作为基准点。

提示：“输入第二点”。再点击上边对应的梁交点，则底边柱被复制到顶边。

击右键结束本次复制操作。按同样方法输入左、右侧边的柱。

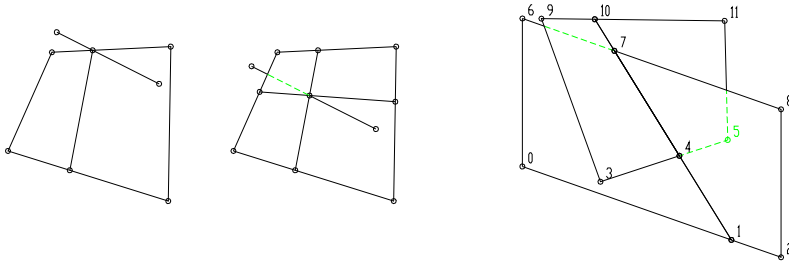
第 9 步、交点分图

[TransDot,Tr; 菜单:工具/4 交点分图; 右一按钮

前面输入的梁为通长梁，需在梁柱交点处断开，形成多个单元。根据命令提示，选择屏幕上所有

图形，按右键结束选择即可。

- ◆ 交点分图是 Prep 中的重要命令，将会被频繁地使用。
- ◆ 能通过交点分图命令断开的图形包括：线、圆、弧、梁、柱、墙、板。
- ◆ 能用作交点分图断点的图形包括：线、圆、弧、梁、柱；节点单元；墙、板、平面等面单元的角度、边、面；块体单元的面、边。
- ◆ 当前版本的墙、板每次只能与一个单元求交。当与线相交时，交于面单元边则与对边连线分成 2 个单元，交于面单元内部则分成 4 个单元。当与面面相交时，如两面的交线分单元对边则单元分成两个单元。




第 10 步、查看图形

[PictureSet,Pc; 菜单:视图/G 图形参数; 上按钮 

将弹出图形参数设置对话框。在右下的组合框中选中**显示截面**、**厚度**、**显示杆截面图形**、**显示材料**。将在图形单元上显示各参数。

- ◆ 该对话框左边第一个组合框中设置显示字体的高度、宽度比例，Strat 各模块中显示的是矢量字，可以与图形等比例无极缩放。将字体高度改为 0.4，方便查看。
- ◆ 如选中对话框右下“XY 平面梁绘双线”选项，则梁按实际宽度显示截面轮廓。

第 11 步、修改梁截面

[Change,Ch; 菜单:工具/6 属性修改; 右一按钮 

提示：“Change, 选择单元:”。

鼠标框选所有 X 向梁，按右键结束选择。将弹出**改变单元属性**对话框。该对话框中显示了部分被选择单元的信息。如图层为 0，材料为混凝土 C30，截面为 0.3x0.6。

点击**普通截面**按钮。将出现前面第 7 步出现的基本截面设置对话框。在截面对话框中选择 T 形截面类型，在 1~4 参数编辑框内输入：0.8、0.3、0.75、0.12，点**增加**按钮，然后按**确定**退出。

这时对话框中截面栏内该为“2 T 0.80 0.30 0.75 0.12”，点击**确定**退出。被选择单元截面被改变。

- ◆ 改变单元属性对话框功能丰富。能总结被选择图形单元的属性，共同的属性显示，不同、或未确定的显示**不确定**。如选择的全部是梁单元，则顶端下拉框中显示**梁单元**，

弹出下拉框选择**柱单元**或**线单元**，则改变单元类型。如线、面、体等同类型单元可以通过对话框实现单元类型互



换，弧可改变为梁柱。**图层**下拉框中改变单元所属图层。**材料**按钮可以改变单元材料。在截面框中除**基本截面**外，还可以选择**组合截面**、**变截面**，如觉得在输入单元时按Shift+F5在各种截面类型中切换不方便，可以在这里修改。


改变截面也可以通过**属性匹配**实现。

[Match, Ma; 菜单: 工具/7 属性匹配; 右一按钮 

根据提示先选择需改变属性的梁，选择结束后点击目标梁(顺序与 AutoCAD 相反)，即可实现梁截面的改变。

- ◆ 属性匹配不但可以实现截面匹配，还可以对单元材料、图层、墙板单元的厚度、梁柱“偏心、刚臂”特殊属性等的匹配。请用户自试。

第 12 步、输入墙

[Wall, W; 菜单: 绘制/7 墙; 左二按钮 

Prep 的墙在 XY 平面的输入方式按照建筑结构的输入习惯，类似与梁，两点输入，隐含墙体高度为所在楼层的高度。键入字母 h，按提示输入厚度 0.3m。

可以复制、偏移，输入一片墙后，其他墙体可以偏移或复制生成，可参照梁的输入方式输入墙。注意梁墙、墙墙相交处需断开，运行第 9 步命令**交点分图**(TransDot/tr)。

注意计算墙的交点时，一次只能形成一个墙上交点。如一片墙同时有多个交点，需多次运行命令。

其中 Y 向 7m 长度的墙需分小，使墙单元的长宽尺寸相近，可以将附近的梁通过**单元中点**的节点捕捉方式复制到墙中点，求交后删除梁。

运行第 11 步讲述的 Change/Ch 命令，将内部墙体厚度改为 0.2m。

运行(Beam, B)命令加上连梁。注意电梯门梁截面设为 0.2m 宽度。

- ◆ Strat 软件对于剪力墙的计算采用自主开发的新型墙单元，该墙单元具有卓越的性能，能可靠计算节点集中弯矩，当前在国内外居领先水平。用该单元可以不采用烦琐的墙上开洞的方式计算连梁，而直接输入梁，不但简化了输入，也大大减小了有限元的计算量。
- ◆ 为达到较好的计算精度，输入的墙单元长、宽须接近，两方向长度比值应介于 0.5~2.0。对于电梯门等处的小墙肢，可不作要求。


第 13 步、输入次梁

在左右 9m 端跨输入间距为 3m 的次梁。用偏移(Offset/O)命令将附近主梁复制为次梁，然后改变次梁截面为 0.20*0.55。再运行交点分图(TransDot/tr)命令，将主梁在与次梁相交处交点分开。

第 14 步、输入端部弧梁


弧梁通过弧输入。弧为辅助图形，只有几何意义，这里用于圆弧梁的定位。

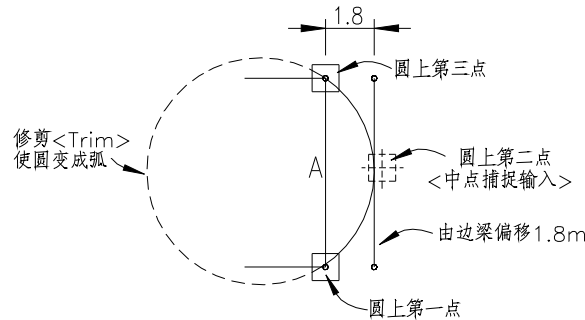
首先输入弧：


[Arc, Ac; 菜单: 绘制/4 弧; 左二按钮 ]。根据提示先后输入：弧心、弧起点、弧**平面定位点**、弧终点等四点，将形成一个弧。


- ◆ 平面定位点：由于 Prep 是空间三维图形系统，弧作为三维图形，仅有弧心和两个端点无法完全确定弧所在的平面，因此需另外输入一个点。由弧心、弧起点、定位点确定弧所在的平面。定位点须不与弧心、弧起点共线。由于当前显示平面为 XY 平面，可鼠标选择一个已有点、或输入任意点即可。

由于弧心定位不宜，可以先三点输入一个圆：


[Circle3,C3; 菜单:绘制/3 圆/圆上三点; 左二按钮 ]。





为便于定位，先将弧梁内侧梁A偏移(Offset,O, )1.8m，圆第二点可用 **Ctrl+鼠标右键** 设置临时中点捕捉输入，如上图所示。

再以 A 梁为边界，运行修剪命令(Trim,T, )，截除圆的内侧部分，即得到弧。

- ◆ 与弧相同，空间圆也需平面定位点。三点输入圆的定位点有系统确定，其它圆心输入、直径输入圆需输入定位点。

然后运行分段命令，[DivideE,D1; 菜单:编辑/E 分段/等间隔; 左一按钮 ]，将弧分成 4 段。

最后运行属性修改命令，[Change,Ch; 右一按钮 ]，选择小弧。这时对话框中 **单元类型** 栏显示为 **弧**。弹出下拉框，改变单元类型为 **梁单元**。然后在点击对话框下面 **材料** 按钮，在材料对话框中选择材料为 C40 混凝土；点击 **基本截面** 按钮，设置梁的截面为矩形 0.3m×0.6m。则小弧被改为分段梁。

- ◆ 由弧作为辅助图形，本身没有截面、材料等属性，需另外设置。隐含由弧改变的梁的截面转角为 0，如需改变运行 **改变梁柱特殊属性** 命令(ChangeBeam,Chb, )，见《手册》第七章第 8 条。
- ◆ 需先改变单元类型为梁，然后再设截面、材料。

至此，一层结构输入完毕。下面需设置荷载。

- ◆ 多高层结构的特点是：各层结构布置(包括梁)、楼层荷载沿竖向变化较小，而柱墙材料、柱截面、剪力墙厚度变化较多。根据这些特点，充分利用 Prep 的三维图形功能。先完整输入一层结构和荷载，主要准确设置梁格的布置和梁的截面，然后利用楼层复制功能，在尽量少改动的情况下，形成整个楼层结构。在整个结构完成之后，利用三维图形功能，修改沿高度变化的柱墙材料、柱截面、墙厚度。这样楼层建模与三维图形操作相结合，能数倍地提高输入效率。

第 15 步、荷载总体参数设置

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

弹出 **设置总体荷载参数** 对话框。该对话框的内容非常重要，建议用户仔细阅读《手册》第八章第

1 条的详细说明。


对于本工程，大多数参数不需改变。在动力反应谱组合框中输入合适的参数。由于是框架-核心筒结构，选择右下模拟施工加载核选框。

如需考虑构件装修荷载增加材料的容重，可选择左下单元自重设置组合框，点取列表中的梁柱单元和墙单元，再在下面加权系数编辑框中输入-1.2(注意为负值)。

- ◆ 构件自重的放大也可以在材料设置对话框中自重一栏内输入较大的数值实现。这两种输入方法有一些区别，具体见《手册》第六章第 4 条“材料的质量、重量说明”中的内容。
- ◆ Strat 软件各模块按建筑结构的特点，隐含基本静力工况总数 4，并隐含第 0 工况为竖向恒荷载，第 1 工况为竖向活荷载，第 2 工况为 X 向风，第四工况为 Y 向风。隐含 0 度、90 度两个方向的地震作用，0 度地震作用为第 4 工况，90 度地震作用为第 5 工况。所有这些均可重新设置，如可设 0、1 工况为风荷载。
- ◆ Prep 容许 20 种静力荷载(包括风荷载在内)，可以按任意角度输入 4 种风荷载，计算 4 种地震荷载。计算部分 Strat、后处理 Archi 的荷载工况数不设上限。
- ◆ 风荷载所属工况、风作用角度在本对话框中选定，风荷载可以是任意角度。地震荷载总在静力荷载、移动荷载(以后详述)之后。对于非风荷载的静力荷载，程序隐含第一荷载为恒载，其它荷载为活荷载。静力荷载的类型在后处理 Archi 中可重新设定，包括一些特殊荷载。
- ◆ 只要是恒、活、风、地震(包括竖向地震)等四种类型的荷载，不论各荷载的个数多少，后处理均可自动处理。如为温度等特殊荷载，则应设未定荷载，在后处理中将方便地通过手工增加荷载组合的方式处理。

第 16 步、输入楼面荷载

首先形成平面加载网格


[MeshPlain,Me; 菜单:特殊荷载/1 平面加载网格; 右二按钮 

提示:“MeshPlain: 选择图形:”

鼠标框选所有图形。按右键结束选择，则在平面各梁、墙围成的封闭网格内形成表示网格荷载的红色矩形框。

- ◆ Prep中的网格荷载是从一般程序中楼面荷载概念延伸而来的一种新的概念。首先网格荷载在程序中作为图形处理，可以复制、删除；其次，网格荷载与周边的单元形成的网格有关联，但又不依赖于单元，当单元被删除时网格荷载仍然存在，网格荷载也可以被复制到周边没有梁、墙等单元的位置。通过这种方式可以避免一个细小的改变则需要重新输入全部荷载。当上下两层有不同层时，可以仅修改部分荷载，极大地减小了荷载输入工作量。
- ◆ Prep中的网格荷载是空间网格荷载，能进行斜楼面、坡屋面、任意的空间曲面的荷载导算。详见《手册》。


其次设置导荷模式

[MeshMode,Mh; 菜单:特殊荷载/3 网格导荷模式; 右二按钮 

将弹出导荷模式对话框。点击选择模式的小框，按确定退出，选择网格荷载单元，则颜色改变。

- ◆ Prep导荷模式具有更大的灵活性，角平分线、长边中点、短边中点均不要求网格为矩形。除长、短边中点模式外，其它 3 种模式可以不改变，仍采用隐含的角平分线模式。当网格边数不为 4 时，程序将自动转为中心点连线模式；当网格为凹多边形时，将自动转为边长均分的模式。

输入荷载数值

[MeshData,Md; 菜单:特殊荷载/4 网格加载; 右二按钮

提示:“选择网格单元,按当前数值修改(热键 F5):”。

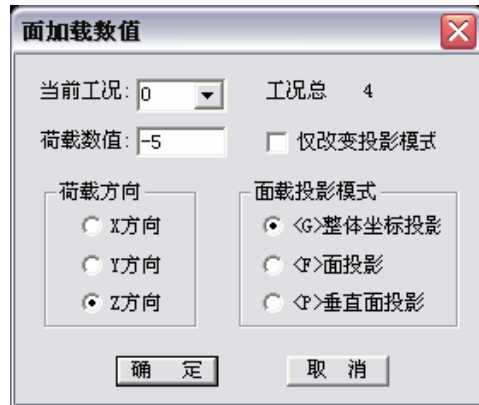
按F5键,设置网格荷载数值。对话框如下, **当前工况**选择 0(隐含第 0 工况为恒荷载),荷载数值输入 **-5**(注意为负值),其他选项采用隐含值。点**确定**退出。

这时屏幕左上角出现当前荷载参数的提示。鼠标选择所有网格荷载单元加载。

再次按F5键,显示对话框, **当前工况**选 **1**(隐含为竖向活荷载),荷载数值输入 **-2**(注意为负值),点**确定**退出。鼠标选择所有网格荷载单元加载。


这时网格荷载单元上显示红色 **-5**和黄色 **-2**,颜色区别工况。每个网格荷载最多可输入 4 种工况的荷载数值。

每工况只容许一个网格荷载数值,同一工况后面输入的数值将覆盖前面的输入。当需要修改某个网格工况荷载时,同样利用该命令,输入该工况新的荷载数值,新输入的荷载值将覆盖原有荷载。




删除网格荷载

对于电梯井道,可以设恒载、活载均为 0。也可以直接删除网格荷载:


[MeshDel, De; 菜单:特殊荷载/6 网格删除; 右二按钮

该命令删除网格荷载。对于电梯井道,没有面荷载,可直接删除,将比设荷载数值为 0 处理更方便。

运行第 10 步的查看图形(上按钮)。将左上第一组合框的**数值小数位数**选 2,荷载数值显示将保留两位小数位。将左边第二组合框的**荷载图形简化显示**选项除去,将显示荷载的详细信息。

- ◆ Prep 荷载按三维定义,作用方向与整体坐标、或单元局部坐标一致为正。楼面恒、活荷载由于与 Z 轴相反, **必须输入负值**。后面梁上荷载输入也一样。

第 17 步、输入梁上荷载

[LoadBeam,LL; 菜单:荷载/4 梁柱单元加载; 右二按钮

将弹出**线单元荷载设置**对话框。在 8 种荷载类型中选择第一种均布荷载,采用隐含方向“Z”,在**参数 1**编辑框中输入 **-10**(注意为负值),在**工况**中选择 0(恒荷载),点**增加**按钮,右侧列表中将增加一行,深色表示是当前选择项,点**确定**退出。

这是屏幕左上角显示当前荷载参数。鼠标选择外围梁加载。按建筑结构输入习惯,XY 平面显示时,柱不加载,选择时可以不避开柱。

再按 F5,可重新设置荷载,并按新设置荷载加载。

- ◆ 第一次输入,由于荷载列表空,程序自动调用对话框。以后输入时隐含采用前一次的荷载值,如改变按 F5 键。
- ◆ 当输入梁上重力荷载时,注意荷载的数值**应为负值**。


第 18 步、尝试使用 Undo/Redo

按 Ctrl+Z, 或在命令行输入 u, 并不断重复。将按前面各操作步骤 Undo, 直到出现提示不可再行 Undo, 这时屏幕上将不留下任何东西。

再按 Ctrl+R, 或在命令行输入 re, 不断重复, 直到出现提示不可再行 Redo, 所有操作均恢复。

- ◆ 注意: 在 Undo 之后立即 Redo, 如插入其它操作步骤将不能 Redo。窗口缩放等视图操作除外。

第 19 步、楼层复制

[LayeyCopy,Lyc; 菜单:工具/3 楼层复制; 右一按钮

将弹出楼层复制对话框。隐含从当前层到最高层逐层复制。这里将终止楼层设为 21 层, 顶部二层塔楼暂不复制。

- ◆ Prep 中的楼层复制功能强大, 可复制楼层内的梁、柱、墙等结构, 可复制楼层荷载(构件荷载随构件复制), 可复制弹性楼层、局部刚性楼板(主从节点)。当层高变化时, 自动等比例变化构件高度。当柱、墙、斜柱等延伸数层时, 根据构件顶部所在的楼层进行复制。楼层复制可以间隔复制, 如可将 1 层复制到 3 层, 而 2 层复制到 4 层。


第 20 步、显示三维立体

[PlainSet,Ps; 菜单:视图/C 显示平面; 上按钮

将弹出图形显示平面对话框。选择三维立体项, 点确定退出。将显示三维立体图形。

- ◆ 图形显示平面对话框是在各显示状态切换的唯一控制对话框, 只有在无任何操作、命令行为空时该对话框才能激活。当选择了三维立体后, 上工具条的右端一些有关三维图形变换按钮同时被激活, 用户可试用。
- ◆ Prep除平面XY、三维立体显示外, 还提供XZ切面、YZ切面、立切面等三种显示选项。如选择XZ切面, 屏幕将显示为XY平面状态, 这时需鼠标选择一个点, 被选择点所在XZ平面内的所有图形将被展开显示。立切面将需输入两个点, 显示由这两点确定的斜剖面。
- ◆ XZ切面、YZ切面、立切面显示时, 可以接受任意鼠标输入点, 当为三维显示鼠标输入点只能以节点捕捉的方式输入。在这四种显示状态下, 键盘输入坐标都必须是三维坐标。

第 21 步、设置图形内容

[ViewComprise,Vc; 菜单:视图/F 图形内容; 上按钮

将弹出窗口显示内容对话框。将荷载组合框中的网格荷载、线单元荷载两项除去。点确定退出。将显示完整的结构简图。


- ◆ 当运行某一命令时, 对应该命令的图形或属性将自动设为显示状态。

第 22 步、改变顶层(21 层)荷载

第 21 层为顶层, 梁上无填充墙自重荷载, 需删除。



按热键F4, 弹出选择楼层对话框, 在第一行单个楼层编辑框内输入 21。点上边按钮, 弹出窗口


内容显示对话框，选中**荷载**组合框中的**线单元荷载**核选框，显示梁上分布荷载。

[LoadDelete, Le; 菜单:荷载/B 单元荷载删除; 右二按钮



提示：“LoadDelete: 选择单元:”。

鼠标选择需删除荷载的梁。由于柱、墙无单元荷载，可框选所有构件。

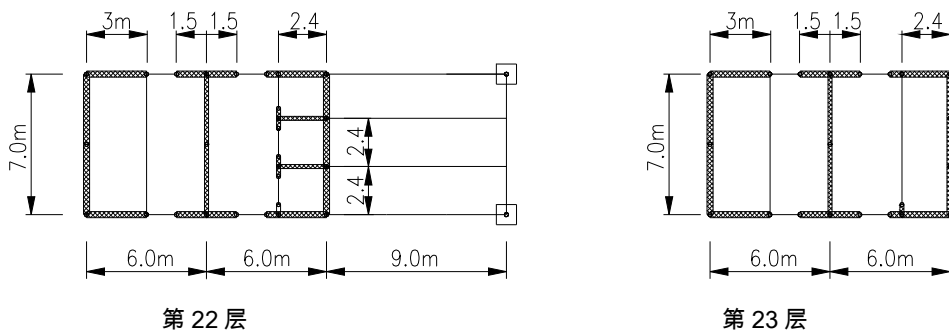
- ◆ 编辑单元荷载的命令除荷载删除外，还有单元荷载匹配，[菜单荷载/C 单元荷载匹配；右二按钮
- ◆ 单元荷载删除、单元荷载匹配需单元荷载处于被显示状态才被激活，避免荷载误删。当在图形内容对话框中设置了只显示一种工况的荷载时，没有被显示的工况荷载也不被删除。


同时，顶层为屋面层，恒载需考虑防水层，活载也与底下各层不同。运行命令：[MeshData, Md; 菜单:特殊荷载/4 网格加载；右二按钮

第 23 步、输入顶层塔楼(第 22、23 层)

首先运行**楼层复制**命令，[LayeyCopy, Lyc, ]，将第 21 层复制到第 22 层。将显示平面改为 XY 平面，按上边按钮或 F4 热键，显示第 22 层。

删除不需要的梁、柱、墙。按需要增加、改变构件布置。第 22、23 层如下图所示。



点上边按钮，选中**网格荷载**，显示网格荷载。删除不需要的网格荷载，[MeshDel, De, 

如围成网格荷载的单元有改变(包括单元类型、单元序号、网格的形状等的变化)，删除原有网格荷载，选择新单元，重新生成网格并加荷载。如原有的网格荷载在 22 层中的荷载数值不同，输入新的数值。

再由 22 层复制第 23 层，按同样的步骤修改单元和荷载。


第 24 步、沿高度改变材料、柱截面、墙厚度


前面输入结构，材料统一采用隐含值混凝土 C30，柱截面为 1.0m×1.0m 的矩形，核心筒体外墙厚 0.3m、内墙厚 0.2m。这里利用 Prep 的三维图形功能，沿高度改变这些参数。

材料： 1~8 层 C40，8~23 层 C30；

柱截面： 1~5 层 1.0m×1.0m，6~12 层 0.8m×0.8m，13~23 层 0.7m×0.7m；



墙体厚度： 外墙 1~10 层 0.3m，11~23 层 0.25m；内墙全高厚度 0.2m 不变。


首先，运行前面第 20 步的命令，[PlainSet, Ps, 上按钮]，选择显示类型为**三维立体**。

然后，运行前面第 10 步的命令，[PictureSet, Pc; 上按钮]，在对话框左下组合框中选中显示高度标尺选项，并在平面坐X编辑框中输入-2。将沿竖向显示楼层号，以方便查看。


下面以改变柱截面、墙体厚度为例说明。


该变 6~12 层柱截面为 0.8m×0.8m

方式一：运行三维视图旋转命令，[ViewRotate, Vr; 菜单:视图/8 视图旋转; 上按钮; Shift+R]，将弹出三维视图旋转对话框。选择左侧的前视图，退出。图形将显示为前面的正投影，这时高度标尺清楚地显示了各楼层的序号。运行改变属性命令，[Change, Ch, ]，Shift+右键过滤选择5、柱，窗口选择 6~12 所有层的柱，改变柱截面为 0.8*0.8。


方式二：运行选择楼层命令，[LayerSel, Lys, ，热键F4]，将弹出选择楼层对话框，在第二行多个楼层的两个编辑框中分别输入 6 和 12，将自动改为多楼层显示。退出后只显示 6~12 各层。同样运行改变属性命令，过滤5、柱选择全部柱修改截面。

改变 11~23 层筒体外墙厚度为 0.25m

首先，运行选择楼层命令，[LayerSel, Lys, ，热键F4]，设置多个楼层显示 11~23 层。

其次，运行三维视图旋转命令，[ViewRotate, Vr, ，Shift+R]，选择左侧的上视图。图形将显示为类似与XY平面图形的上视图，注意这时仍为三维图形状态。

再次，运行设置图形内容命令，[ViewComprise, Vc, ]，关闭梁单元。该项操作可以不进行。


这时 11~23 层的墙体叠合在一起显示，运行改变属性命令，[Change, Ch, ]，鼠标点选或框选筒体外围墙体，命令行的提示表明 13 个楼层的墙体同时被选择，改变厚度为 0.25m 即可。

注意墙体厚度变化后，关联的连梁厚度也需变化，可采用改变墙体厚度相同的方法修改

- ◆ 高层建筑，尤其是有柱的框-筒结构，竖向柱、墙和材料沿高度变化频繁，且各参数变化错开。如用一般的按层建模的软件建模，每一种变化均需设一个标准层，非常繁琐，且修改极为不便。而利用 Prep 的三维图形功能，可以很方便地实现这种仅构件属性变化的修改。

第 25 步、导算风荷载


首先进行风荷载设置

[LoadWindSet, Lws; 菜单:特殊荷载/9 风荷载参数设置; 右二按钮]

将弹出对话框设置风荷载。如直接运行下面导算风荷载的命令，第一次系统将自动调用该对话框。

对话框中，起算高度为地下室的高度，输入的参数将提供到后处理程序中。结构轮廓尺寸仅用于导算风荷载，隐含值为系统根据当前实际结构判断的结果。当结构体型复杂，用户需输入主要的轮廓尺寸。以后调用该对话框时，系统都会判断当前的结构轮廓尺寸，并提示用户是否使用判断的结果。

导算风荷载

[LoadWind, Lw; 菜单:特殊荷载/A 风荷载加载; 右二按钮]

在隐含刚性楼层设置下，导算风荷载需用到楼层设置信息。确认楼层信息完备后，即可显示按楼层导算的风荷载。

- ◆ 导算荷载命令在非完全刚性楼层时，将用另外方式将结构表面的风荷载导算至各节点。详细情况见使用手册。

- ◆ Prep 总共提供四种导算风荷载的方法，满足各种计算的需要，详见《手册》

第 26 步、形成数据文件


首先查看参数设置，[StratSet, stas; 菜单:文件/6 Strat数据参数]。确认对话框左上组合框的完全刚性楼层假定、底部嵌固、模拟施工加载等三项为选中状态。并在梁扭转刚度折减、连梁刚度折减、梁整体刚度调整等栏内输入合适的值。

- ◆ 该项操作用于确认重要的控制参数，并设置一些调整选项和计算输出选项。
- ◆ 连梁刚度折减，由于 Strat 采用自主开发的高性能墙单元，墙单元本身即能计算墙-梁节点域变形，因此折减系数宜取 0.8~0.9，不宜过小。



输出计算数据文件，[FormStrat, sta; 菜单:文件/5 生成Strat计算文件]。弹出文件对话框，采用隐含文件名“A1._Sta”，点保存退出即可。

- ◆ 计算数据文件为文本文件，可用 NotePad、Write、Word 等编辑文件打开修改。
- ◆ 计算文件名后缀不可更改。计算文件名“A1”可改变。计算部分、后处理部分将以计算文件名为工程文件名。








三、用 Strat 计算

从集成窗口中点击 Strat 框，或直接从桌面双击  (Strat)，启动有限元计算模块。如通过集成窗口调用，且刚由 Prep 生成数据文件，则启动 Strat 后自动读入数据文件。否则需打开数据文件 A1_Sta。


- ◆ Strat 具有梁柱单元、墙单元、板单元、平面 4 节点非协调元、平面 4~8 节点单元、8 节点非协调块体单元、8~21 节点块体单元等 7 种单元。
- ◆ 具有先进的稀疏存储直接求解器。与一般的列轮廓求解器(国内软件多采用这种求解器)比较，稀疏存储求解器速度快，占用硬盘小。
- ◆ 具有先进的 PCG 迭代求解器。这是一种高效的求解器，总刚硬盘占用只有列轮廓求解器的 1/10~1/110，求解速度快数倍至数十倍。稀疏存储求解器和 PCG 迭代求解器是 Ansys、MSC 等国际著名有限元软件的主要求解器，是当前国际上主流的有限元计算方法。
- ◆ 提供子空间迭代、Ritz 直接向量、兰索斯(Lanczos)等三种振型计算方法。其中兰索斯方法计算速度快，是 Ansys、MSC 等软件的主要求解振型的方法。
- ◆ Strat 的墙单元(板+膜单元)是自主开发的新型墙单元，采用完全不同于此前墙单元的构造方法，能可靠计算节点集中弯矩，性能优异。经算例表明，在剪力墙结构计算方面，性能优于国内外各类软件中的同类型单元。

Strat 工具条中的  按钮可设置一些计算参数，但对于常规的建筑结构，可以完全采用隐含设置。用户只需点击工具条中的最后一个按钮  (连续计算)即可，这是计算模块中唯一需要执行的操作。程序将根据前处理 Prep 设置的计算内容，自动调用相应的模块进行计算。

如需分步计算，计算步骤如下：

- | | | |
|--------------|---------------------|---|
| 1、预处理， | [菜单:计算/1 预处理； |  |
| 2、计算单元刚度， | [菜单:计算/2 计算单元刚度； |  |
| 3、形成总刚矩阵， | [菜单:计算/3 形成总刚矩阵； |  |
| 4、矩阵分解， | [菜单:计算/4 矩阵分解； |  |
| 5、计算结构振型， | [菜单:计算/5 计算结构振型； |  |
| 6、计算地震反应谱， | [菜单:计算/6 计算地震反应谱； |  |
| 7、计算单元内力、应力， | [菜单:计算/7 计算单元内力、应力； |  |

其中第 5 步计算振型、第 6 步计算反应谱只有在需要进行动力计算时才计算。程序根据计算进程，自动控制各计算步骤的激活状态。

在计算过程中，或连续计算结束后，点保存按钮 ，计算过程的中间信息将保存在文件“A1.Ast”中。下一次在计算模块打开该工程时，程序将自动读入该文件中的计算信息，可在前一次计算基础上进行计算。当然，如果计算数据文件有改动，则不应在前一次的基础上接力计算。

- ◆ 在读入数据时进行数据检查，数据不正确的类型分**警告**、**错误**、**严重错误**。
警告是输入不妥当，程序可予以更正，或不显著影响计算结果，可以不中断计算。
严重错误指错误将导致程序不能正常运行的严重错误，程序将不容许计算继续。

错误界于前两者之间，计算可继续运行，但计算结果有错误。

用户可打开“A1.ifo”文件查看错误信息。

- ◆ 在数据检查之外，程序还根据隐含设定运行了节点约束有效性判别。对于检查出的空自由度，程序自动加上约束；对于铰接杆连接的节点，程序给出提示，用户可根据提示核查是否存在空自由度。节点约束有效性判别能有效检测数据文件中隐蔽的不宜觉察的错误，确保计算的顺利进行。

四、运行建筑结构后处理模块 Archi

从集成窗口中点击 Archi 框，或直接从桌面双击 AR (Archi)，启动建筑结构后处理模块。如通过集成窗口调用，且已经形成数据文件“A1_Sta”，则启动 Archi 后自动读入数据文件。否则需打开数据文件 A1_Sta。Archi 窗口屏幕上有四组工具条。状态条上显示内容与前处理 Prep 类似，但增加了显示图形的类型。

- ◆ 顶端工具条与主菜单“文件”、“视图”对应，功能与前处理基本相同。
- ◆ 左侧第一列工具条与主菜单“显示”对应，用于在计算简图、内力图、配筋图等图形之间的显示切换，图形参数设置按 F5 热键调用对应的对话框。
- ◆ 左侧第二列工具条与主菜单“建模”、“构件验算”对应，为这两个主菜单下的计算命令的集合，如建模计算、构件配筋验算等。
- ◆ 右侧工具条与主菜单“建模”对应，是一些需要鼠标选择单元的修改操作，如进行构件合并、拆分，改变特殊构件类型、修改钢构件计算长度等。

Archi 基本操作特点

- ◆ 与前处理不同，后处理操作简单，因此后处理不支持键盘命令输入，也无 Undo/Redo。
- ◆ 命令提示出现在状态栏上。所有鼠标操作命令均为可重复命令，需击右键退出命令。如窗口放大后，再次点击左键将开始新的窗口放大操作。
- ◆ 鼠标选择仍如 AutoCAD，先点选，未选中则框选，从左向右包含选，从右向左相交选。
- ◆ 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。
- ◆ 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。
- ◆ F5 热键。可以方便地在各类图形间切换，并通过 F5 热键设置图形参数。

Archi 最简单的操作过程


- ◆ 后处理的程序设计力求操作简单。虽然有丰富的功能，可进行多项规范验算，但绝大多数为可选计算，仅需要时才计算。程序自动判断是否进行过计算而调用计算结果或采用隐含值。
- ◆ 对于混凝土结构，最简单的操作只需点击[菜单:构件验算/4 构件配筋验算；左二按钮 \rightarrow !]，这时自动调用荷载组合命令，然后进行构件验算。
- ◆ 对于钢结构，需比混凝土多增加计算长度系数[菜单:建模/D 计算钢构件长度系数；左二按钮 \rightarrow !]。如不进行此项计算则隐含所有构件计算长度系数为 1.0。

运行 Archi 过程中或退出将提示存盘，存盘后形成两个文件“A1.Arth”、“A1.Arhl”，保存各项处理结果。下一次运行时程序自动调用这两个文件。

如运行 Archi 后，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，避免错误。

1、建模计算

[菜单:建模/3 建模计算; 左二按钮

建模计算不需操作过程。计算结束后屏幕窗口图形改为显示**构件合并**图形。


被合并的主梁显示为粉青色，合并梁的端部显示红色小圈表示合并梁的起止点。被合并次梁显示为蓝色，被合并的柱为暗黄色，端部同样有小点。被合并的墙显示为暗绿色，四角红色标志表示合并墙的范围。

在建模计算的同时，梁被区别为主梁和次梁，主梁仍为亮青色，次梁为暗青色。钢结构梁的颜色与混凝土梁将有区别，具体见《手册》。

- ◆ 有限元计算中的梁、柱、墙与实际的建筑结构的梁、柱、墙构件不同。如两柱间的主梁，当梁上搁置有次梁时，在有限元计算时主梁被分成数段。而在建筑结构层次上看，对这些梁进行梁端弯矩调幅、跨中弯矩增大、计算梁柱线刚度比、计算梁的整体稳定性时，这些被细分梁应为一个整体，这就是有限元计算模型与建筑结构计算模型的差别。
- ◆ Archi中首次引入了**二次建模**的概念。即在有限元计算模型基础上通过空间几何拓扑计算，将分散的构件重新合并成建筑结构概念上的构件。二次建模处理是Strat软件能将通用软件应用到建筑结构处理的关键。
- ◆ 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，而不必担心能否可以进行配筋验算。即便是专门软件，当次梁参与结构计算时，由于没有二次建模，主梁的处理也是不完备的。


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。如本算例的计算结果完全可以直接使用。但实际中工程千差万别，对于复杂情况，程序提供工具修改。

合并构件

[菜单:建模/4 合并构件; 右侧按钮


鼠标选择需被合并的图形，选择结束即可。该命令操作方便，程序以第一个被选中的单元为基准，剔除非同类的单元，剔除不合理的单元(如梁柱不连续，墙不连续)，仅将正确的单元连接为合并单元。如被选择的单元中有原来即为合并单元的单元，则先自动删除原有的合并单元，再形成新的合并单元。

拆分合并构件

[菜单:建模/5 拆分合并构件; 右侧按钮

鼠标选择被合并的图形，选择结束即可。被合并单元中的一个单元被选中，则整个合并单元将被删除。

2、特殊构件判别

[菜单:建模/8 判别特殊构件; 左二按钮

区别**连梁、悬挑梁、角柱、框支梁、框支柱、底部加强部位墙体、框支落地墙，钢结构中的中心支撑、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。


运行命令后将弹出对话框，选择判断部分特殊构件。例如，多层框架中顶部楼层设置少数立于梁上的柱，如进行框支梁柱判断，则相关构件将被设为框支梁柱。当然计算后可修改，毕竟不方便。可在一次计算后，调整参数再次计算，再次计算时前次计算的结果将不保留。

同时属于多种特殊类型的构件，程序按要求更严格的构件确定构件类型。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，则作为框支柱而不作为角柱。

对于特殊结构，同样可以选择有关构件进行修改。修改命令为切换命令，如角柱被选中后改为普通柱，再次被选中仍改为角柱。命令自动区别构件类型，如修改悬臂梁时，被包含的柱、墙自动被过滤掉。

- ◆ 对特殊构件进行特殊处理，是各类建筑结构规范、规程的重要内容。如软件不能明确区分各类特殊构件，这些特殊处理将无从谈起。Archi 中首次通过空间几何拓扑计算，判断各类特殊构件，使规范验算更加完备，处理结果更合理。

3、计算钢构件计算长度系数

[菜单:建模/D 计算钢结构长度系数; 左二按钮 

将弹出右侧所示对话框。

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。如不是纯框架，且不能确定支撑强度是否足够，可选择**弱支撑框架**，并选中**程序判断强、弱支撑**项，程序将通过计算判断是否为强支撑框架，如为弱支撑则计算各层各方向的支撑强度系数。


点击**确定**退出对话框，将进行计算。计算结束后给出有关弱支撑信息的提示，并显示**计算长度系数**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。

程序计算长度系数分柱的两个主轴方向分别进行，在计算梁的线刚度的同时(梁的线刚度作为柱端的约束刚度，考虑梁段铰支/嵌固的条件)，考虑作用在柱端点上的各种约束。如为合并柱，则按合并后构件进行计算。如柱的一侧的无梁连接(或有梁但在柱端为铰支)、且无约束，则将柱延伸，直到找到在该侧有梁连接、有节点约束、或达到柱顶柱底。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。梁的约束线刚度中还加入了与柱连接的混凝土等非钢材料梁的线刚度。

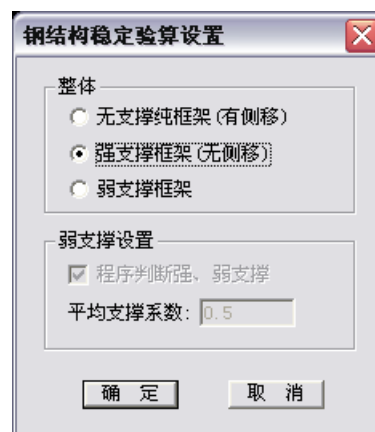
斜柱、斜撑的长度系数，在支撑平面外的按支撑端节点之间长度考虑，在支撑平面内的取 1.0。

对于钢框架结构，程序按规范规定方法计算，用户可以不干预。其它钢结构的计算可参考《手册》。


修改计算长度系数

[菜单:建模/E 修改计算长度系数; 右侧按钮 

鼠标选择图形，可多选，击右键结束选择后弹出修改对话框，输入需要的数值。



4、荷载组合


[菜单:构件验算/1 荷载组合; 左二按钮

弹出如下对话框。荷载组合对话框功能完备, 可以方便地进行任意荷载类型的组合。这是 Strat 成功地将通用程序应用于建筑结构的保证。

除前处理中明确的风荷载、地震荷载外, 其它荷载按前处理中的约定, 工况序号最靠前的为恒载, 其它荷载为活荷载。

对话框右上列表显示各荷载的类型、组合值系数、准永久值系数, 点击列表可修改这些参数。除风荷载、地震荷载类型不可改变外(前处理已经明确), 其它荷载可以改变为恒、活、风、地震中的任意一项(注意一旦改为风、地震则不可再更改), 也可以设为未定荷载。如设为未定荷载, 便不按规范进行自动组合, 需运行手工增加组合组数。

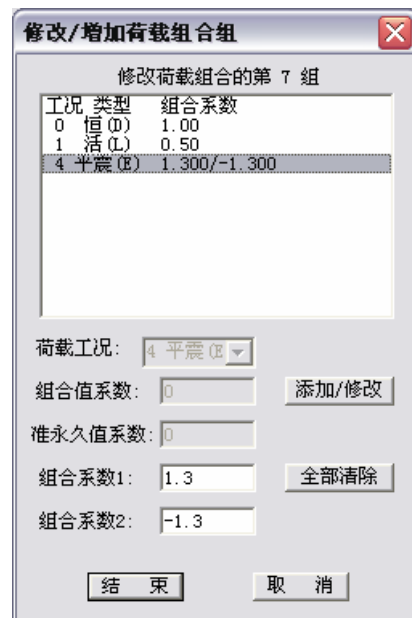
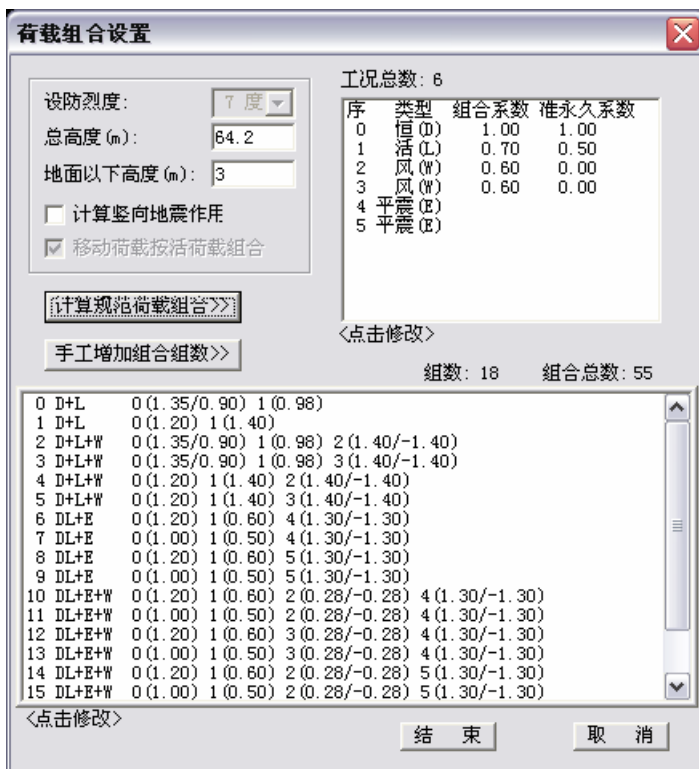
对话框左上组合框中显示主要参数。总高度由程序判断产生。如前处理在风荷载参数设置时输入了起算高度, 则地面以下高度即为该输入数值, 否则隐含为 0, 用户也可以在此处输入实际的地下室埋深。计算竖向地震作用由程序根据结构高度、抗震等级根据《高层规程》自动判断, 如为大跨结构、或其它有特殊要求的结构, 用户可在这里重新设置。

- ◆ 如为大跨、长悬臂结构需计算竖向地震作用时, 除在荷载组合时选中计算竖向地震作用外, 还需单独运行整体计算命令, [菜单:验算/3 整体验算; 左二按钮]。在该命令的对话框中选中大跨/悬臂结构, 并输入竖向地震作用系数。否则在构件验算之前, 程序判断未计算竖向地震, 将自动按建筑结构计算竖向地震。

对话框底部列表中显示按规范方法得到的荷载组合组数。当前面重新设定荷载参数时, 该列表被清空, 这时只需点击计算规范荷载组合按钮, 即完成新设置的组合计算。

组合列表中 0 (1.35/0.97)表示该组的 0 工况(恒载)分别乘 1.35 和 0.9 的双值系数参与组合。该组合值可以修改。

点击组合列表, 将弹出如下图右侧的对话框。这时荷载工况类型不可更改, 可修改组合值系数。可将单系数改为双系数, 将双系数中的一个改为 0 则改为单系数, 两个系数均为 0 时该荷载工况在该组中即被删除, 点击全部清除则删除该组合组。



点击**手工增加组合组数**，将弹出与上图右侧相同的对话框，但这时**荷载工况**类型是可选择的。选择荷载类型，在**组合系数 1、2**中输入组合系数值，按**添加/修改**按钮即可。**手工增加组合组数**为计算温度荷载、移动荷载等特殊荷载提供了有效的工具，可以利用通用程序的计算功能对建筑结构进行特殊计算，并将计算结果应用到构件验算中。

虽然荷载组合对话框具有完备、便捷的功能，但对于绝大多数的结构计算，用户可以不必具体使用这些功能，直接采用隐含设定即可。甚至可以单独运行该命令，在进行构件配筋、验算时，如未进行荷载组合，程序会自动调用**荷载组合对话框**，用户只需点击**确定**即可。这充分体现了Archi软件功能完备、又操作简便的特点。

5、构件配筋、验算

[菜单:构件验算/4 构件配筋验算; 左二按钮→!]

对混凝土构件进行配筋，对钢构件进行强度、稳定性校核。首先弹出参数设置对话框，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**。

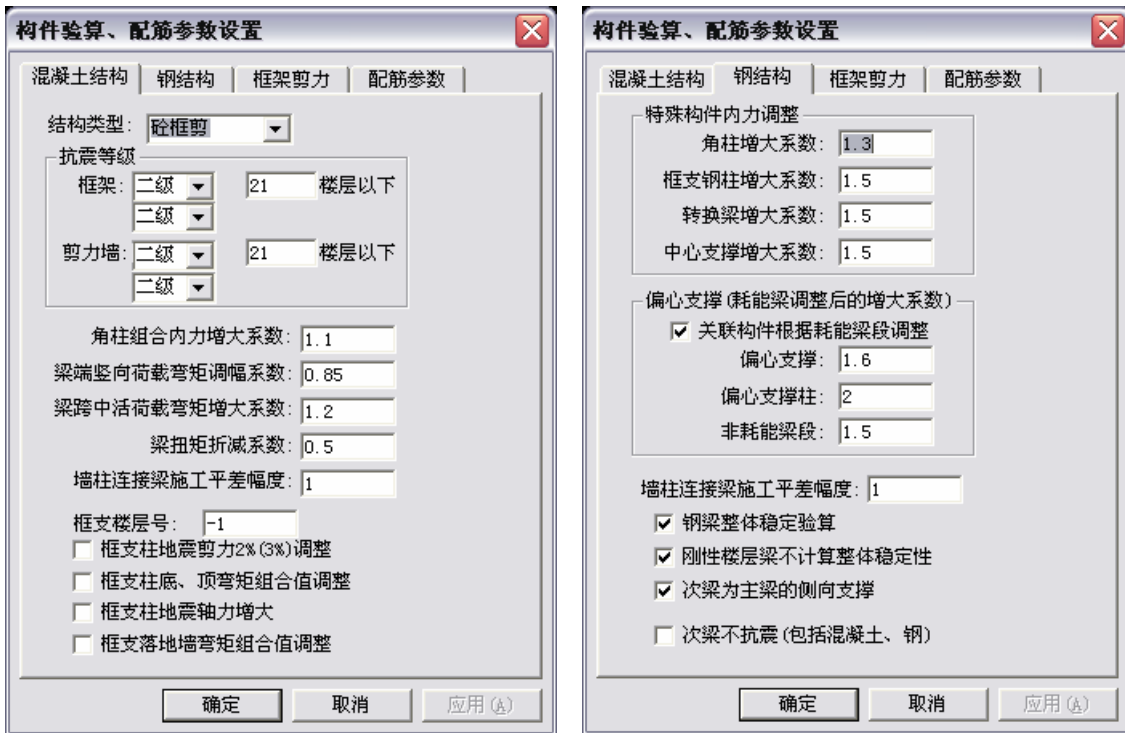
混凝土结构

结构类型由程序自动判断，可以修改。需说明的是，这是结构整体的类型，如为钢框架一样在这里显示。

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、抗震等级等参数，对于转换层结构，转换层上下的结构抗震等级不同，自动被设为不同的值。钢结构主要根据楼层数、高度、设防烈度等确定验算参数。

如为框支结构，程序自动判断框支转换层的位置。如存在多个转换层，则选取转换构件最多的楼层为转换层。新规范对框支构件有更严格的验算、构造要求，但用户可选择是否完全按这些要求进行验算。对于框支落地墙、加强部位墙体，规范要求按高度范围内的最大弯矩配筋，考虑到实际工程中墙体的截面会有变化，如按照这一规定验算与实际会有出入，用户在使用配筋结果时，可根据实际情况，适当取各层配筋最大值配筋。

对于框架与剪力墙组成的结构，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。虽然有模拟施工加载，但计算结果还有可能偏大。过大的竖向变形差异使梁在柱端的弯矩偏小，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，将梁在剪力墙一端的弯矩转移到柱一端，再通过强柱弱梁的内力调整，相应增加柱端的弯矩和剪力。输入的数值表示调整的幅度，如输入 1 则表示墙一端的弯矩不超过柱端弯矩的一倍，如输入 0 则调整到使墙一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 10，则所有情况均在此范围内，便不会进行调整。



钢
结
构

构

有关偏心支撑的调整《高层钢结构规程》和新《抗震规范》的要求不同。程序按更严格的《高钢规程》取值，用户可调整。

在设置**钢梁整体稳定验算**的同时，选中**刚性楼层梁不计算整体稳定性**，当梁所有节点均为刚性楼层的从节点时，认为该梁为有楼板可靠连接，不进行整体稳定性验算。

当设置次梁不抗震时，构件配筋或强度校核是不考虑地震内力，该选择同时使用于混凝土次梁。

构件的强度验算为轴力、弯、剪、扭所有作用力下的应力。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。

框架剪力

在同时具有框架和剪力墙的结构中，框架地震剪力需进行调整。程序自动根据结构类型设置是否需剪力调整。对于混凝土框架和钢结构框架，调整的幅度不同，程序自动设定，用户可修改。

新规范容许根据结构竖向体型的变化分段调整，Archi 最多容许分成 10 段，需正确输入各段的起止楼层号。

配筋参数

配筋参数按常规使用。

设置好各类参数后点击**确定**，即开始混凝土构件的配筋、钢构件的强度校核、稳定性校核。前处理、计算部分可以处理所有的、几乎不受限制的截面类型。由于时间所限，后处理只能完整地处理其中的一部分，其它部分在后续版本中再扩充。

当前不能处理的基本截面由程序处理为未定截面，组合截面在确认组合截面类型时，需选择未定截面。对于未定截面，程序同样进行各种内力调整，如调幅、施工平差、强柱弱梁、竖向地震、框架地震剪力等，并进行荷载组合，最终输出内力包络图。

◆ 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。混凝土梁配筋中考虑轴力作用，使适用于计算弹性楼板时的梁配筋。

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。

6、查看计算结果

验算结果。 构件配筋、验算结束后即显示混凝土构件的配筋、钢构件的应力。在其它情况下点左一按钮 (绿色)显示计算结果。

混凝土构件显示配筋面积，单位 cm^2 。钢构件显示最大应力，单位 MPa 。正常结果显示为白色，钢构件应力超限、混凝土构件超配筋、剪力超限、出现全拉组合内力等显示为红色，按构造要求配筋的显示为绿色或蓝色。

内力包络图。 点左一按钮 将显示内力包络图。内力包络取所有组合中取最大、最小值形成，配筋、应力是按各组合内力计算得到的最大值，这两者之间无完全的一一对应关系。

检测结果。 点左一按钮 (红色)。在进行构件验算的同时，程序根据规范要求对构件受力进行判别。

混凝土柱：如剪力超限显示超限剪力(不一定最大) Q 、对应的容许剪力 Q_0 。输出轴压比 N_b 。

混凝土梁：

抗弯状态， C 表示超配筋(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。

抗剪状态，输出剪力超限时的剪力和容许剪力，如不超限则为 0 。

扭转状态，如扭矩超限或弯、剪、扭组合作用超限，显示 C ，否则为 0 。

端部受压区高度比， S_i 表示按实际梁顶、底配筋计算的端部受压区高度比，对于合并梁，中间梁端部的值为 0 。

混凝土剪力墙：

抗弯状态， 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。

抗剪状态，输出剪力超限时的剪力和容许剪力，如不超限则为 0 。

轴压比， N_b 为轴压比，为恒荷载标准值，加活荷载标准值乘准永久值系数。

钢梁：

压弯状态， C 表示压弯强度超限， W 表示平面外弯曲稳定超限， 0 表示正常状态。

抗剪状态， C 表示剪力强度超限， 0 表示正常状态。

钢柱：


压弯状态， C 表示压弯强度超限， W 表示压弯稳定超限， 0 表示正常状态。

抗剪状态， C 表示剪力强度超限， 0 表示正常状态。

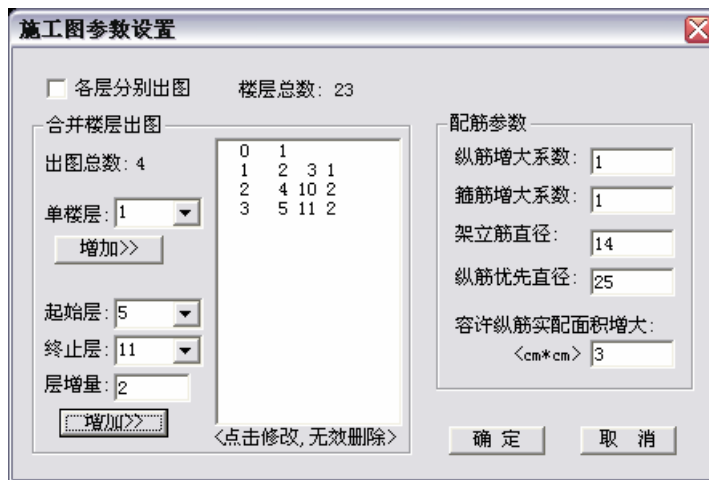
梁柱极限弯矩比值， $MuBC_i$ 为起点两方向值， $MuBC_j$ 为终点两方向值。轴压比小于 0.4 的不计算，值为 0。柱的极限弯矩考虑轴压应力折减。轴压比小于 0.4 的钢柱不比较，值为 0。柱的极限弯矩按规范要求要求进行轴压应力折减。

按 F5 热键，将弹出图形设置对话框。可对各图形内容进行设置。

7、绘制混凝土梁配筋施工图

[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。运行命令后首先弹出对话框。



隐含为各楼层分别出图，如取消该选项下面合并楼层出图组合框内各参数将被激活。如某层单独出图，在单楼层下拉框中选择该楼层，点增加按钮，该层将被增加到右侧列表。如几个楼层合并出图，在下面起始层、终止层中选择楼层，在层增量中输入层增加数值。如起始层为 5，终止层为 11，层增量为 2，则 5、7、9、11 等 4 个楼层归并出图。多层归并时，按最低层出图，如前面 4 个楼层合并后，施工图层为第 5 层，如选择显示第 7 层，程序自动转换到第 5 层。

如需修改已经输入的楼层，双击列表，将弹出对话框修改。如输入的数值是无效数，则该项被删除。无效数为：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。

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，要比多层楼层归并、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，一般的实配钢筋增加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。处理


结束后将显示楼层平面配筋施工图。

施工图中，柱、墙显示截面图形，混凝土梁用双线显示，非混凝土梁、组合截面梁仍单线显示。梁两侧边线在柱截面、墙截面处被截断。

在施工图处理结束后，可随时按左侧按钮切换显示施工图。

施工图可用图形内容、图形参数等显示命令设置图形。

设置梁、柱、墙的偏心

[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。合并构件中的一个单元被设置偏心，则整个合并构件被设置偏心。

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。



施工图有关技术参数：

- 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 1.5cm^2 、箍筋各肢面积之和相差不大于 0.3cm^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 5.0cm^2 时，支座两边顶面相同钢筋，取大值选配钢筋。超过 5.0cm^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。

8、显示各类计算信息

Archi 窗口左侧第一列按钮用于切换显示各类图形。

Archi 仍为三维图形系统，可以有 XY 平面、切面、三维立体等多种显示状态。如构件配筋图，对于梁可以 XY 平面显示，柱、墙可以用切面显示，使一个柱全高显示在一张图上。

与前处理 Prep 相同，可以通过图形内容对话框选择部分构件显示，可以通过图形参数对话框设置字体大小、宽度、数值的有效位数等图形参数。

所有屏幕显示的图形，均可无差别地通过 Dxf 格式与 AutoCAD 接口。程序设置 Dxf 文件的初始文件名，用户可调整，文件名将作为 AutoCAD 图形的图名。


F5 热键。显示各类图形时，按 F5 热键，将调用有相应的对话框设置图形参数。

- 1、显示计算简图 [菜单:显示/1 计算简图; 左一按钮(青色)]
- 2、显示结构类型 [菜单:显示/2 结构类型; 左一按钮- 3、显示合并构件 [菜单:显示/3 显示合并构件; 左一按钮(蓝色)]
- 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)]
- 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- 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- 7、显示工况内力 [菜单:显示/7 显示工况内力; 左一按钮锁]
- 8、显示构件配筋、应力 [菜单:显示/9 显示构件验算结果; 左一按钮(绿色)]
- 9、显示内力包络图 [菜单:显示/B 显示内力包络图; 左一按钮- 10、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(红色)]
- 11、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- 12、显示结构侧移 [菜单:显示/F 显示结构侧移; 左一按钮- 13、显示振型 [菜单:显示/H 显示振型; 左一按钮- 14、显示基底内力 [菜单:显示/J 显示基底内力; 左一按钮- 15、显示配筋施工图 [菜单:显示/L 显示配筋施工图; 左一按钮

第二部分 系列专题

——前处理 Prep 的功能的介绍

1、数据整理和单元整合

[DataClear,Dc; 菜单:工具/1 数据整理; 右一按钮

数据整理命令进行数据文件内部的空闲资源的清理。包括如下几部分。

1、清除空余节点。

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。

- ◆ 当删除某单元后，该单元的节点未被删除，仍然保留。当形成新的单元，单元节点如接近空节点，按已有节点优先的原则，新单元将采用空节点，对于复杂结构会导致输入误差，清除空余节点将避免这种问题。
- ◆ 导致网格荷载的网格不完整有多种情况。周边单元被删除、被分段均会导致网格不完整。单元被移动，然后再移动回原来位置，移动回来的单元将是一个新的单元，也会导致网格不完整。
- ◆ 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 ; 或 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，可删除，也可不删除。

需要注意的是，运行数据整理命令后，将不能进行 Undo 和 Redo 操作。

如不运行数据整理命令，清除空节点、节点排序将在生成计算数据文件之前自动进行，不影响最终的计算；不完整网格在生成计算数据文件之前也被检测，但该荷载将不被导算到周边单元上，将导致荷载漏算。

[ElemConForm,Ec; 菜单:工具/2 单元整合; 右一按钮

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。

2、对于直线相连且截面、材料、截面转角均相同的梁柱单元，连接处无其它单元时(包括无节点单元)，将这几个相连梁柱合并成一个单元。

3、检测网格荷载的完整性。如数据整理。

单元整合命令可以进行 Undo 撤销，和 Redo 恢复。

2、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 Dxf 文件后，将弹出如下对话框。


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，被该图层将被添加到**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。

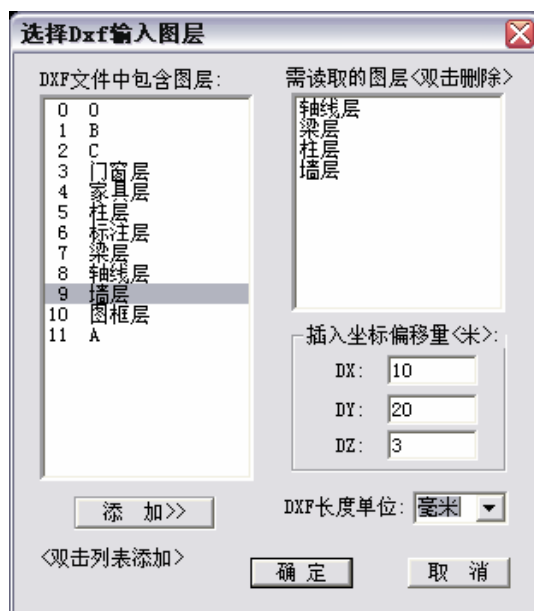
插入坐标偏移量，指Dxf文件中坐标原点，在Prep中的新位置，也可认为是Dxf中坐标系在Prep中的插入点。读入的图形将按坐标偏移量作整体平移。

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，则在 Prep 中的楼层为 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。如 Dxf 图形的 Z 坐标为负值，则在 Prep 中按楼层控制显示时将不可见，需选择非楼层控制显示(见本章第 7 条)。

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，也可通过属性修改命令(Change,Ch, )梁、柱单元。




3、节点单元与节点荷载、约束、弹簧、质量、位移等参数的输入


节点参数的输入通过节点单元实现。Prep中**节点**和**节点单元**是两种概念。




节点是具有坐标的参数，与单元对应，由程序自动管理，一般而言用户不能直接进行针对节点的操作。

节点单元是图形单元，与某一节点相对应，节点荷载、约束、弹簧、质量等是节点单元所具有的属性。节点单元连同其属性可以进行复制、移动等编辑操作，也可以进行楼层复制。在节点之外抽象出节点单元的概念，极大地丰富了Prep的图形处理功能。






节点单元可直接输入，[Joint, J; 菜单:绘制/1 节点; 左二按钮 ]。但在绝大多数情况下，用户不必直接输入节点单元。在输入节点荷载、约束等参数时，系统自动判断所选择点是否存在节点单元，如存在节点单元则直接加到单元上，如无节点单元则先生成节点单元然后再添加节点属性。

节点单元显示为实心的兰色小圈。如果节点处存在节点单元，则鼠标选择单元时，节点单元同时被选择。

节点单元可通过图形内容对话框()显示或关闭显示。显示节点荷载、节点约束、节点强制位移等参数时，节点单元必须处于被显示状态。如节点单元不被显示，这些节点属性也不被显示。

可对节点单元进行所有的不涉及几何尺寸改变的编辑操作，如阵列、镜面复制、旋转等，不可以进行拉伸、延伸、修剪、倒角等操作。但节点单元可以作为延伸[Extend, Ee, ]、修剪[Trim, T, ]等操作边界。节点单元也可以在交点分图命令[TransDot, Tr, ]中作为其它图形单元的断点。

当某一节点位置的节点单元被删除，该节点所有添加的节点属性同时被删除。当节点单元被复制、移动到某一新位置，如该位置已有节点，则为已有节点对应的节点单元，如无节点，则自动形成一个新的节点。


节点约束 ,	[Rest,Rs;	菜单:属性/8 节点约束;	右一按钮 
节点强制位移 ,	[Disp,Dp;	菜单:属性/9 节点强制位移;	右一按钮 
节点弹簧 ,	[Spring,Sp;	菜单:属性/A 节点弹簧;	右一按钮 
节点集中质量 ,	[Mass,Mt;	菜单:属性/B 节点集中质量;	右一按钮 
节点荷载 ,	[LoadJoint,Lj;	菜单:荷载/2 节点加载;	右二按钮 


以上各节点参数均有对应的对话框管理数据。其中节点荷载支持 F5 热键调用，其它几项不支持 F5 热键，只在启动命令之后自动调用。


4、输入弧梁

弧梁的输入需用到辅助图形中的圆、弧。


圆有 3 种输入方法：

[输入 Circle1,C1; 菜单:绘制/3 圆/圆心.半径; 左二按钮 ]。将提示输入：圆心、圆上点(半径)、第三点(平面定位点)。



[输入 Circle2,C2; 菜单:绘制/3 圆/两点直径; 左二按钮 ]。将提示输入：直径第一点、第二点(直径)、第三点(平面定位点)。


[输入 Circle3,C3; 菜单:绘制/3 圆/圆上三点; 左二按钮 ]。将提示输入：圆上第一点、第二点、第三点。


弧的输入：

[输入 Arc,Ac; 菜单:绘制/4 弧; 左二按钮 ]。将提示输入：弧心、弧起点、弧平面定位点、弧终点等四点。

- ◆ 平面定位点：由于 Prep 是空间三维图形系统，弧作为三维图形，仅有弧心和两个端点无法完全确定弧所在的平面，因此需另外输入一个点。由弧心、弧起点、定位点确定弧所在的平面。定位点须不与弧心、弧起点共线。由于当前显示平面为 XY 平面，可鼠标选择一个已有点、或输入任意点即可。圆的定位点意义与弧相同，当三点输入圆时，其定位点由系统确定。

输入弧梁首先输入弧。由于弧需弧心、半径，定位不易，可用两点直径、或三点定位的模式输入圆。运行修剪命令，[Trim, T, 左一按钮 ]，将圆截断成弧。或运行交点分图命令，[TransDot, Tr, 右一按钮 ]，将圆在交点处分成几个弧，删除不需要的部分即可。


再运行分段命令，[DivideE, D1, 左一按钮 ]，将弧分成数段小弧。

再运行属性修改命令，[Change, Ch, 右一按钮 ]，选择小弧，这时在对话框中的**单元类型**显示为弧。在下拉框中选择**梁单元**，并点**材料**按钮打开材料对话框选择材料，点**基本截面**或**组合截面**按钮

选择截面，则分段后的小弧被改为首尾连接的直梁。


◆由弧、线等改变单元类型得到的梁、柱的材料、截面均为空，需设置合适的值。

5、圆弧轴线的输入


对于具有圆弧轴线的结构，输入弧，或者选择方便的方式输入圆，再运行交点分图命令，[TransDot, Tr, ]，计算出圆弧轴线、径向轴线的交点，即为轴线定位点。可在轴线定位点间连线成梁，也可以直接由弧通过改变单元类型形成梁。


6、输入、修改铰接梁柱和梁柱刚臂、偏心


自由度释放用于设置铰接梁柱单元：

[Free,f; 菜单:属性/5 梁柱自由度释放；右一按钮]，


将弹出自由度释放对话框。Prep将常见的自由度释放类型归结为 7 类，直接选择释放类型，或接合有限的选择，即可完成本来极为繁琐的自由度释放设置。点**添加**将设置添加到列表中，点确定返回。按提示选择梁、柱单元，被选择的单元端部将出现有颜色的小圈，颜色与 7 类释放类型相关。

梁柱刚臂，[Stiff,Sf; 菜单:属性/6 梁柱刚臂；右一按钮]


梁柱偏心，[Depart,Dt; 菜单:属性/7 梁柱节点偏心；右一按钮]

刚臂、偏心操作简单，在对话框中输入参数后，按提示选择单元即可。被设置的梁柱单元将按实际情况显示刚臂和偏心。自由度释放、刚臂、偏心等通过图形内容()对话框显示或关闭显示。

修改、删除梁柱自由度释放、刚臂、偏心，可通过**梁柱特殊属性修改**命令实现：

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

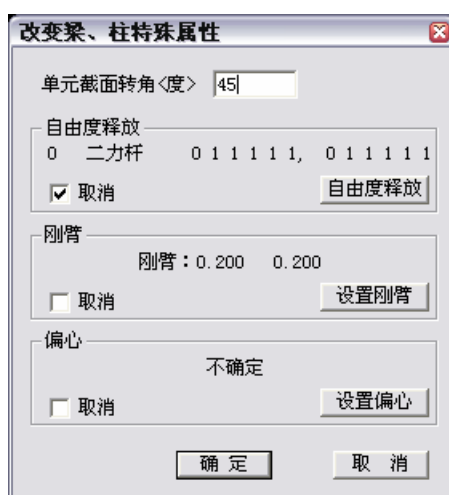
根据提示鼠标选择梁、柱单元，这时程序自动过滤掉其他非梁柱单元。点鼠标右键选择结束，将弹出右图对话框。对话框中列出了梁柱截面转角、自由度释放、刚臂、偏心等梁柱单元特有的属性。如所有被选择单元的该项参数相同，则显示该参数。如不同或未设置，则显示**不确定**。

操作如**属性修改**(Change,Ch, )命令，点击各按钮启动各参数设置对话框，可选择已有项，也增加新项。如选中**取消**则删除所选择单元的该项设置。可在**单元截面转角**栏中输入新的转角数值。

也可以通过**属性匹配**(Match,Ma, )命令，输入、修改、删除自由度释放、刚臂、偏心。


◆对于梁柱的截面转角，除在单元输入时设置外，只能用**梁柱特殊属性修改**和**属性匹配**两个命令进行修改、删除。

在下面梁柱特殊属性修改对话框中，选中**取消**选项，则该属性被删除。





7、非楼层控制显示

当采用楼层显示时，节点 Z 坐标必须大于等于 0。对于有节点 Z 坐标为负值，或空间结构按楼层分段显示不方便，或者由于操作错误出现了在 0 高度以下的构件需删除时，可以选择非楼层控制显示。

运行设置**楼层**命令，[LayerSet, Ly; 菜单:视图/A楼层; 上按钮]，将楼层设置对话框顶部**设置楼层控制**的核选项清除，对话框中列表及按钮变暗。

退出后，屏幕图形即改为按高度控制，状态栏中原来显示楼层的位置先改为显示**高度:-100~100**，表示当前显示高度范围。显示高度范围的设置仍为 F4 键，当弹出设置高度的对话框。

在非楼层显示状态下，当显示平面为 XY 平面时，当前高度为**显示高度的上限**，此时仍支持二维操作。如高度范围为 -10~20m 时，当前高度即为 20m，这时鼠标输入点隐含 Z=20。按上一层按钮或下一层按钮时，显示高度范围的上下限同时增减 1m。


- ◆ Prep 作为三维图形系统仍保留楼层的概念，以符合建筑结构的输入习惯。对于没有明显楼层的结构，灵活运用楼层设置，也会提供极大方便。如取消**设置楼层控制**选项，则直接按高度数值控制。
- ◆ 楼层从 0 层开始，高度不限。0 层的高度总为 $Z=0.0$ ，不容许 Z 为负值的情况。
- ◆ Prep 中当设为楼层控制时。1、在 XY 平面显示状态，输入的柱、墙隐含为一个楼层高度。2、运行楼层复制的依据。3、完全刚性楼层假定时按楼层导算风荷载。4、完全刚性楼层假定时在楼层质心形成楼层主节点。
- ◆ 除上述功能外，Prep 中的楼层更多的是一种高度控制的显示工具。当单元输入后，如楼层改变，楼层面内的构件不跟随改变。如构件同时改变需可用拉伸(Stretch.S)命令修改。可以在输入部分楼层后改变楼层高度设置。如多塔结构各塔层高不同时，可输入一塔楼后，改变楼层设置，再输入另外的塔楼。错层结构也可巧妙利用楼层设置以简化操作。
- ◆ 与前处理 Prep 不同，在后处理 Archi 中，楼层是非常重要的概念，因为大量的规范验算是基于楼层的验算。在生成计算数据文件的同时，无论当前是否是楼层显示控制，对话框中楼层设置信息均被写入“*.sys”文件，供后处理使用。

8、编辑命令概述

Prep 具有丰富的编辑命令。利用这些的操作简便的编辑命令，可以方便地实现复杂空间结构的定位，使 Prep 能够进行各种复杂结构的建模。绝大多数编辑命令的操作类似于 AutoCAD，对于熟悉后者的用户可以很快掌握。

但 Prep 编辑功能可以进行面、体图形的操作。多数命令同时兼顾 XY 平面和三维立体作图，在不同的显示状态下操作方式和效果不同。现将一些命令的特点讲述如下，用户在此之前需了解第一部分入门中的**Prep 基本操作特点**。


下面叙述中讲梁、柱、线统称为线单元，墙、板、平面 4 节点、平面 8 节点单元统一称为面单元。

[Offset, O; 偏移; 

偏移命令是典型的兼顾平面和三维立体的命令。


在 XY 平面显示状态：线单元操作同 AutoCAD。圆弧中心不动，半径按偏移量增大。墙单元仍保留建筑结构的特点，在 XY 平面内按投影线平移。其它面单元将各边平移后形成新的单元。体单元不接受偏移操作。

在非 XY 平面显示状态：线单元由于无法在三维空间定位，不接受偏移操作。圆弧单元按垂直于所在的平面平移。面单元(包括墙)按垂直于所在的平面平移。

[Stretch,s; 拉伸; 

拉伸选择的是节点，只可以鼠标包含框选，从左向右、或从右向左均同，可以重复选。线、面、体各单元均可被拉伸。

单元的部分节点被选择后，按拉伸后的节点形成新单元。如全部节点被选，则整个单元平移。圆弧单元只有在中心点被选择后，才被整体平移。


[Extend,Ee; 延伸; 

[Trim,T; 修剪; 


可以被延伸的图形包括线单元、弧。可以被修剪的单元包括线单元、圆、弧。


可以作为延伸、修剪边界的图形：点单元、线单元、圆、弧、面单元、体单元的各个面。

当面、线在同一平面时，线、弧不可以向面延伸。

[DivideElem,De; 面体细分; 

将面单元按各边中点连线，一分为四；体单元按各边中点连线，一分为八。

[Rotate,Rr; 旋转; 

[RotateCopy,Rc; 旋转复制; 

在 XY 平面、XZ 切面、YZ 切面、立切面等显示平面，旋转根据输入点作平面内旋转，只需输入一个基准点。

在三维立体显示时，需输入两点作为旋转基准轴，图形绕基准轴作空间旋转。这时以基准轴从起点到终点为正方向，转动方向绕基准轴满足右手系为正。

[ArrayR,Ar; 阵列(旋转); 


与旋转类似。在 XY 平面、XZ 切面、YZ 切面、立切面等显示平面，输入一点作为基准点，在三维立体显示时，需要输入两点作为旋转基准轴。

[Mirror,Mm; 镜面复制; 

在 XY 平面、XZ 切面、YZ 切面、立切面等显示平面，输入两点作为基准线，沿基准线对称作平面内镜面复制。

在三维立体显示时，需要输入不共线的三点，形成基准面。沿基准面对称作空间镜面复制。

9、完全刚性楼层的设置与取消

在楼层设置对话框中，[LayerSet,Ly, ]，取消**完全刚性楼层假定**选项，即不再假定结构在各楼层高度位置为刚性楼层。

刚性楼层假定是为了模拟平面内刚度极大的楼板对结构受力的约束作用，相当于在楼板的位置加上刚度为无穷大的膜，使结构在各种荷载作用下楼板的平面内不变形。

在有限元中，刚性楼板被处理成**主从节点**，一个楼层平面或一块刚性楼层设一个**主节点**，其它节点为该主节点的**从节点**。从节点在平面内的平移、转动跟随主节点。Prep中的**主从节点**即**刚性楼层(或刚性楼板)**。主从节点必须处于同一高度，节点Z坐标值相同。

当为完全刚性楼层时，楼层高度平面内的节点均为楼层主节点的从节点。系统自动将楼层主节点设置在楼层质量中心位置。

不在楼层平面内的节点不为从节点。如这些节点位置仍有楼板，可如下面第 10 条的方法设为局部刚性楼板，或如第 11 条的方法设为弹性楼板。

不应设置为完全刚性楼层假定的结构包括：多塔、联体、立面大开洞，错层结构视楼层设置及柱、墙的处理方式而定。

10、局部刚性楼板的设置与取消(设置、删除主从节点)

设置局部刚性楼板(设置主从节点)

[Master,Mt; 菜单:属性/C 主从节点; 右一]。

提示：“Master:选择、或输入主节点:”。


这时可直接键盘输入主节点的坐标，或鼠标输入新节点，或鼠标选择已有节点。

如主节点的位置不确定，或需要将主节点的设置在各从节点的质量中心，可将主节点设为**空主节点**：在提示输入主节点时直接点击右键，将弹出右图所示对话框。

点击**新主节点**按钮，左侧列表中将出现新行。在**名称**框内输入任意的主节点名称，在高度框内输入主节点的高度。也可以选择列表中已有的空主节点。确认列表中的被选择项是正确的，点**确定**退出。



在输入了实主节点、或空主节点后，提示选择从节点。这时只容许鼠标选择已有的节点，不容许输入新节点。

被选择的主节点显示为实心的红圈，从节点为绿色小圈。这时图形显示内容对话框中的**主从节点**项自动被选中，从节点旁显示对应的主节点号，实主节点为实际的节点号，空主节点为负值，对应列表中的序号。


- ◆ 空主节点应输入正确的高度，如高度不与从节点相同，则不能设置。
- ◆ 在选择了**完全刚性楼层假定**后仍可以输入局部刚性楼板。在楼层平面内的局部刚性楼板将被刚性楼层主节点替代，楼层高度以外的局部刚性楼板仍保留。
- ◆ 主从节点不为节点单元。对主从节点的操作是 Prep 中唯一的直接针对节点的操作。
- ◆ 在楼层复制时，主节点、空主节点及其从节点将同时被复制。

删除局部刚性楼板

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

鼠标选择主节点、从节点即可。如选择的是主节点，则该主节点对应的从节点全部删除。如选择的是从节点，则仅删除本从节点。

11、网格成图(输入弹性楼板)

[GridElem,Ge; 菜单:工具/5 网格成图; 右一按钮]。

该命令用于输入弹性楼板计算时的板单元,或其它面、体单元。在 XY 平面或其他显示状态操作方法有区别。

XY 平面显示状态:

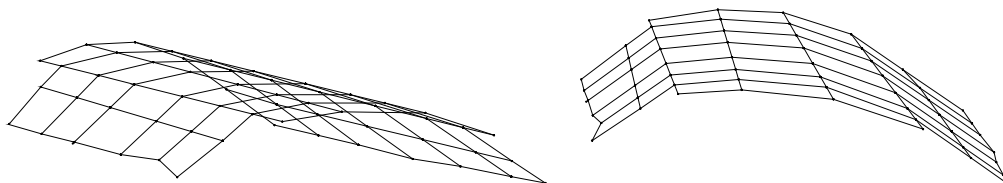
鼠标框选需要设置弹性楼板部位所有构件。按建筑结构的特点,程序自动过滤掉柱、节点单元,保留梁、墙单元,且墙单元取顶边。击右键结束选择。

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 的数选择单元类型,如直接点右键则隐含为板单元。再根据提示输入板等面单元的厚度,或块体单元的高度。

- ◆ 网格成图命令取得线、弧单元组成的网格(弧取两端点),在网格中间布置单元。程序自动删除共线的点。能对三角形、四边形、五边形、六边形网格布置面、体单元。
- ◆ 在 XY 平面状态,按照建筑结构的特点,程序自动过滤掉柱、节点单元,保留梁、墙单元,且墙单元取顶边。
- ◆ 块体单元的厚度指已有面与形成面的距离。可以输入负值,输入值的正负指明形成面的位置,负值在当前面以下,正值在当前面以上。
- ◆ Prep 具有丰富的线、圆、弧等图形的编辑功能,利用这些功能可以有效地进行空间复杂结构的定位、成图。而网格成图命令借助这些功能,使 Prep 具有很强的空间实体建模的能力。


三维显示状态:

操作方式同 XY 平面状态。这时只选择线、弧,而面、体单元被忽略。被选择的空間网格可以是任意形状,但在屏幕视图上不能重叠。如下图任意空間图形,右边的部分图形被折叠,将不能很好地成图。须通过三维视图旋转变换成左边完全展开的图形。



弹性楼板

建筑结构中计算考虑弹性楼板,主要是考虑楼板平面内刚度对梁、柱、墙等结构构件的约束作用。而楼板的平面刚度比梁柱构件的刚度大数个数量级,这时楼板本身的计算精度已不是主要因素。而要求板单元连接梁柱节点,同时避免板单元生成新的节点而导致计算量增加。

Prep 的弹性楼板的输入方式满足了这两方面的因素,且用户可以干预编辑修改。如需要考虑楼板的计算精度,如联体结构的连接板计算,可以运行面体细分命令, [DivideElem,De, ,] 将单元细分。

当计算弹性楼板时,楼板本身的重量应计入楼面恒荷载(计入网格荷载),同时不计算板本身的自重(荷载总体参数对话框中设置)。如计算板自身的重量,重力将作为板角点的集中力作用于梁节点上,这

与受力情况不符。

- ◆ Prep 中主从节点(刚性、局部刚性楼板)与弹性楼板是两种概念，可以同时采用。即楼面采用刚性楼层假定，同时又输入板单元计算楼板的刚度。这时板单元只有平面外的弯曲、剪切刚度，计算得到相应的弯曲应力和剪切应力。而板在平面内的为刚性体，不产生变形和应力。

12、有关弹性楼板的一些问题

结构有限元软件计算建筑结构的弹性楼板时，会存在一些特殊的问题。这些问题对于各类软件均存在，有些软件由于不显示楼板单元实际布置情况，或不显示完整的结构振型图、变形图，这些问题被掩盖了。

输入板单元的优先原则是在梁、柱、墙已有节点上形成板单元，不另外生成新的节点。

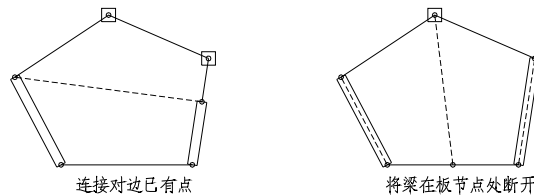
一方面，板单元在结构中只是约束柱、墙的侧向变形，而板的平面内刚度相对于柱的弯剪刚度、墙的平面外刚度是一个大值，没有必要另外增加计算量。

另一方面，板的平面外的弯剪刚度是一个小值，如存在节点仅与板单元相连的情况，则结构节点的刚度相差悬殊，将存在计算误差。对于柱、墙截面很大的超高层结构，甚至会在总刚分解的过程出现对角刚度为负而无法计算的情况。

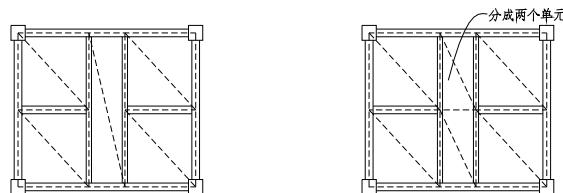
一些特殊网格的处理

1、三角形网格。三角形网格中用 3 个板单元覆盖，中心点和三边的中点为新生成的节点。除非特别需要，一般三角形可不输入板单元计算。

2、五边形网格。五边形网格用两个板单元覆盖，将在一个边中间形成一个新的节点。可与三角形网格相同处理，不输入板单元。如某一边本来即存在节点，可利用该节点布板，如下图左侧所示。如一边为梁，可将新节点置于该梁上，同时将梁在该节点处断开，如下图右侧所示。



3、在下面的结构平面中，网格成图命令将忽略中间网格边上的共线点，形成 5 个板单元。可修改成右侧所示的板单元布置。



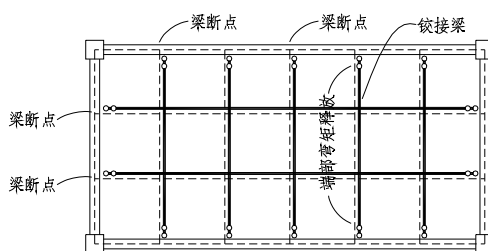
4、板单元不容许出现凹四边形的情况。如有凹多边形网格，须检查单元是否是凹多边形。

增强板平面外刚度

在弹性楼板计算中，如需要较为精确地计算楼板平面内的作用，需要将楼板单元划分得很细。如联体结构的联接板的计算。可人为增大板的平面外刚度，保障计算顺利进行。可采取如下措施：

- 1、对于板的边节点，位于梁、墙上，可将梁、墙在板节点处断开。

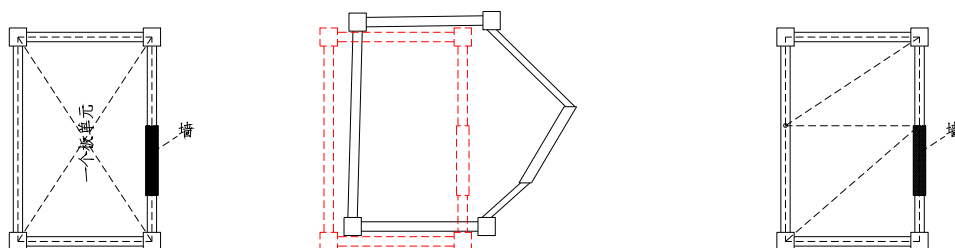
2、对于板的中间节点，可添加铰接梁。铰接梁的宽度小、高度大，如截面为 $0.1\text{m}\times 1.0\text{m}$ 。释放梁的轴向刚度(轴力)，且在端部释放 2、3 方向的弯矩。这样的铰接梁，不增加板的平面内刚度，也没有增加结构整体刚度。如下图所示。



- ◆ 如果计算板在竖向重力荷载下的受力，则不能采用添加铰接梁的方法。对于重力作用下的板受力，可选该部位的楼板进行小结构计算，不必进行结构整体分析，因此不存在上述问题。

动力计算的问题

如下图所示网格，用一个板单元覆盖。侧边墙单元节点未被板单元连接，在结构的高阶振型中，会出现局部突变的奇异振型，如下图中间所示。这种奇异振型的出现，将导致计算需要的振型数增加，且导致反应谱计算的错误。

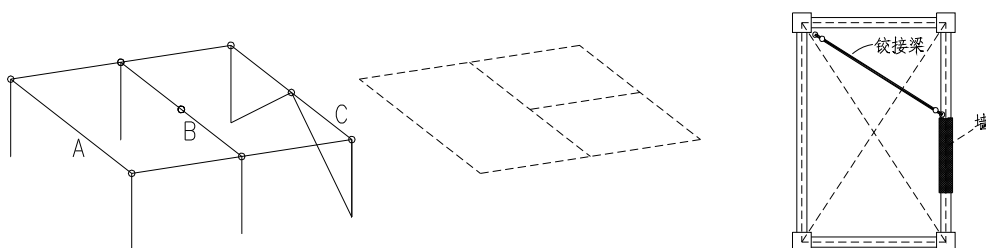


可通过如下方法避免奇异振型的出现。可根据实际结构的特点，选择一种或几种方法相结合进行处理。

1、细分板单元

如上图所示结构，可将板沿长边细分，使墙的一个节点得到有效连接，而对边梁在板节点处断开。

如下图所示结构，C 梁上由于存在人字形支撑形成中间节点，可如下图右侧所示设置弹性楼板，板单元连接 C 梁上点。同时将 B 梁在板节点处断开，避免板节点平面外刚度过小。而 AB 梁间仍可只设一个板。



2、添加铰接梁

如上图右侧所示，在墙节点处与附近柱节点间连接一个铰接梁。梁的两端 2、3 方向的弯矩均释放掉，同时梁的材料可设质量、重量均为 0。形成网格荷载单元时，避开该铰接梁，使不承担面荷载。

3、集聚质量法

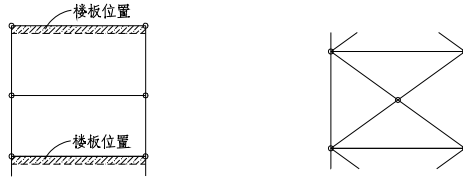
振型计算根据节点的质量，而与荷载或重力无关，可灵活运用 Prep 质量、重量参数设置，将结构质量集中到板单元上，而重量仍作用在其它梁、柱、墙单元上。

将梁、柱、墙单元的材料的质量(密度)设为 0, 重量(重度)仍保持正常值。同时将各荷载工况的荷载转化为质量系数均设为 0。

将板单元的材料重量设为一个极小数, 如 10^{-5} (注意不能为 0)。将一个楼层的总体质量, 除以楼板的面积和厚度, 得到楼板的质量。可先按刚性楼板进行一次计算, 得到楼层总体质量。

经这样处理, 质量集中到板单元, 一些未被板单元连接的节点上没有质量, 即不会产生局部突变的奇异振型。

- ◆ 出现奇异振型的情况很多。对于存在楼层中间节点的结构, 如下图所示竖向分段的墙、和十字形支撑, 无论采用刚性楼层、弹性楼板均有可能出现侧向突变的奇异振型。



避免奇异振型的措施须达到两个目标: 减小节点质量或增加侧向刚度。可结合具体结构类型采取合适的方法。

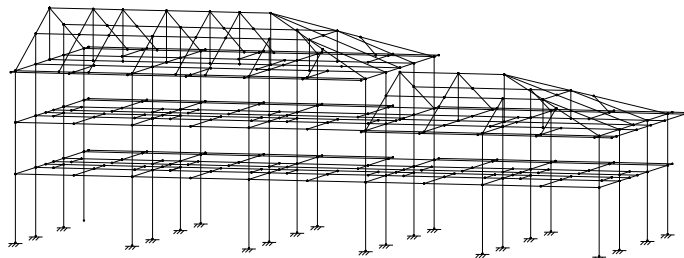
如上图剪力墙, 可不计算剪力墙的自重, 而将墙自重作为作用于楼板位置的墙上均布荷载, 这样楼层中间的墙节点上没有质量, 便不会出现奇异振型。由于同一楼层的墙体的厚度、高度变化不多, 这种方法不会增加很多工作量。

如上图的十字支撑。可不计算支撑自身质量和作用荷载转化的质量, 将这些质量转移到上下节点。或者在中心节点和附近已有节点间连接铰接梁, 增加支撑平面外刚度。注意铰接梁尽量与支撑平面垂直, 使铰接梁不增加支撑的平面内刚度。


13、导算坡屋面楼面荷载(任意空间结构施加网格荷载)


第一部分第 15 步介绍了导算楼面恒、活荷载的方法。下面讲述如下图的坡屋面的楼面荷载的导算方法。

文件: Strat\Example\Ban_Pre ; Ban_B_Pre

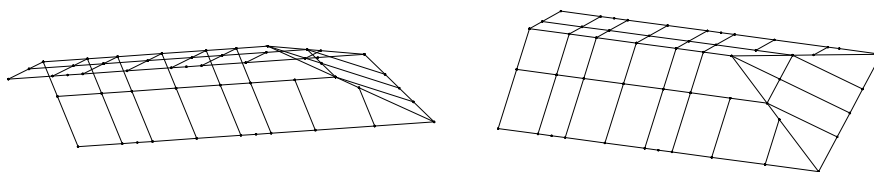


选择三维显示状态, 楼层选择中选择 3-4 层的多层显示。取消显示内容中的柱显示选项。


设置图层, [PageSet, Pg; 菜单:视图/B图层; 上按钮 ]。将弹出图层设置对话框, 点新图层按钮, 输入一个图层名, 并双击列表中的该行使处于关闭状态。点确定退出。

运行属性修改命令, [Change, Ch; 右一按钮 ], 将 3 层楼面梁设为被关闭的图层。注意保留坡屋面与 3 层楼面相交处的梁, 因为这些梁承受坡屋面的荷载, 参与形成坡屋面的荷载网格。



这时只剩下如下边左图的图形。对图形进行空间三维转换, 得到右侧被完全展开的图形。

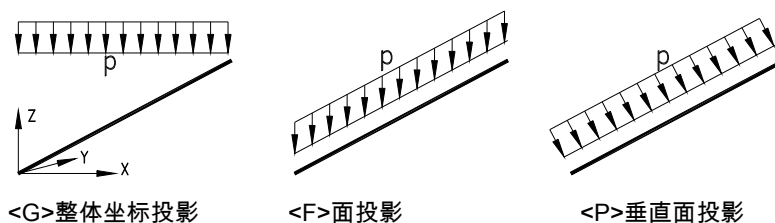


这时**平面加载网格**命令被禁止，**投影平面加载网格**命令被激活，运行该命令。

[输入:MeshPlainPrj, Mep; 菜单:特殊荷载/2 投影平面加载网格; 右二按钮]。

根据提示选择所有图形，将形成空间网格荷载单元。

然后设置荷载数值。[MeshData,Md,]。按F5 热键启动面载数值设置对话框。注意右下组合框**面载投影模式**。如果直接按斜屋面的楼板厚度和分布面载输入荷载数值，则选择第二项**<F>面投影**；如果已经除以斜屋面夹角的余弦将荷载等效水平荷载，则选择第一项**<G>整体坐标投影**。这时打开设置图形参数对话框()，取消**荷载图形简化显示**选项，即可察看各网格荷载单元的投影模式。



- ◆ 三种投影模式的意义如上图所示。整体坐标投影模式将网格平面向荷载方向的垂直面投影，按投影面计算受荷面积。面投影模式直接计算空间网格的面积作为受荷面积。这两种模式均需指明荷载方向。垂直面投影不指明荷载方向，而垂直于空间网格所在平面，且直接以空间网格的面积作为受荷面积，程序将荷载分解成XYZ三个方向分量，加载在组成网格的单元上。
- ◆ 结合三种荷载投影模式，投影平面加载网格命令可以为空间结构的施加各种类型的荷载。

14、组合截面的应用(型钢混凝土、钢管混凝土、叠合梁、格构柱等类型截面输入)

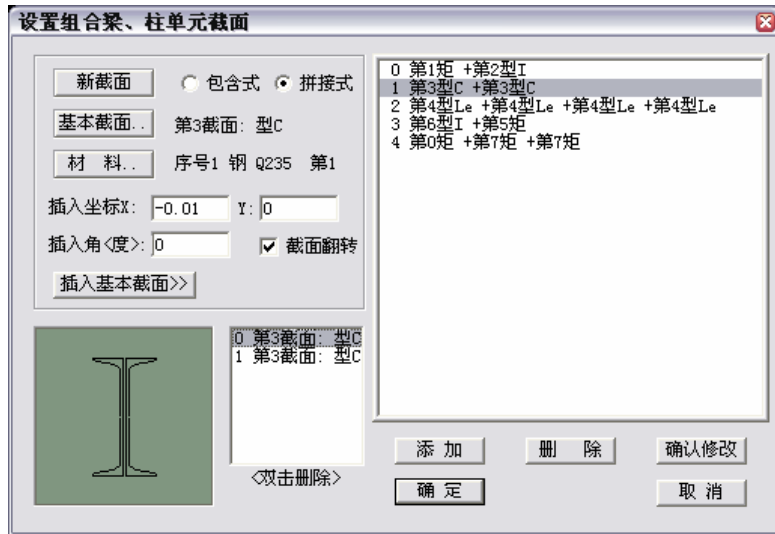
文件：Strat\Example\组合截面._Pre

[输入:SectGroup,Sg; 菜单:属性/2 组合截面；输入梁柱时的热键 F5/Shift+F5]。

将弹出设置组合梁柱单元截面对话框。

组合截面以基本截面为基础，直接从基本截面列表中引用基本截面。基本截面中除无几何形状的**参数截面**外，其它所有基本截面均可用来组成组合截面。基本截面对话框中各截面上均有一个黄色的小点，为基本截面的插入**基准点**，在组合截面中的位置即由基准点确定。组合截面中同时包含材料信息，也直接从材料列表中引用。

组合截面分两类：**包含式截面**和**拼接式截面**。**包含式截面**第一截面为外包截面，其它截面包含于第一截面内部，如型钢混凝土，要求外包截面的材料强度、弹性模量等小于内部截面的材料。**拼接式截面**中各基本截面相互不包含，材料可相同，也可不同。



对话框的左边上部的组合框中确定各基本截面的组合参数，左边下部动态显示正在形成的组合截面的形状和包含基本截面的列表。对话框的右侧是已经形成的组合截面列表。

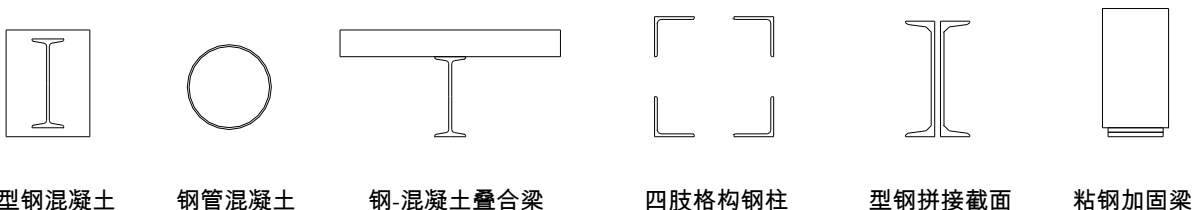
操作过程：

1> 点**新截面**按钮开始，这时各位置参数设为空。点**基本截面**按钮，将弹出基本截面设置对话框，可以选择已有截面，也可形成新的截面。点**材料**按钮选择材料。在**插入坐标**框内输入基本截面基准点在组合截面中的位置。这些座标是相对坐标，程序将根据组合截面的参数计算截面的形心，但合适的做法是尽量将组合截面的坐标原点置于截面的形心，便于屏幕图形显示。**插入角**以对话框内的图形中逆时针为正。对于非双轴对称的基本截面，还需结合**截面翻转**选项，截面翻转将基本截面沿基本截面 3 轴做镜面翻转。

2> 在设置好各参数后，点**插入基本截面**，将选择的基本截面插入到组合截面。这时左下图形框中将显示新增加的基本界面，同时左下小列表中也增加一个基本截面。可以单击小列表中的一项，察看各基本截面的参数设置，如双击小列表，则被双击的基本截面项将被删除。除包含式组合截面的外包截面需第一次输入外，其它基本截面输入顺序不限。

3> 各基本截面插入结束后，点右下**添加**按钮，将新形成的组合截面加到组合截面列表中。如果是选择已有组合截面修改，则需点击**确认修改**按钮。

下图是一些由 Prep 生成的组合截面，直接将 Prep 图形转换到 AutoCAD 再插入 Word 形成的图形。下面对其中部分典型截面为例详细说明。



型钢混凝土

钢管混凝土

钢-混凝土叠合梁

四肢格构钢柱

型钢拼接截面

粘钢加固梁

型钢混凝土：包含式。第一外包矩形截面 $0.5\text{m} \times 0.6\text{m}$ ，材料 C30 混凝土，插入坐标(0,0)，转角 0，无翻转。内含截面型钢 I40b($400 \times 144 \times 12.5 \times 16.5$)，材料钢 Q235 第一组，插入坐标(0,0)，转角 0，无翻转。

四肢格构柱：拼接式。组合截面外围尺寸 $0.6\text{m} \times 0.6\text{m}$ ，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。

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)。

- ◆ 钢管混凝土必须按拼接式输入。
- ◆ 为了在后处理 Archi 中验算配筋，型钢混凝土外包截面须是矩形，且插入坐标须为(0,0)，无转角、翻转。

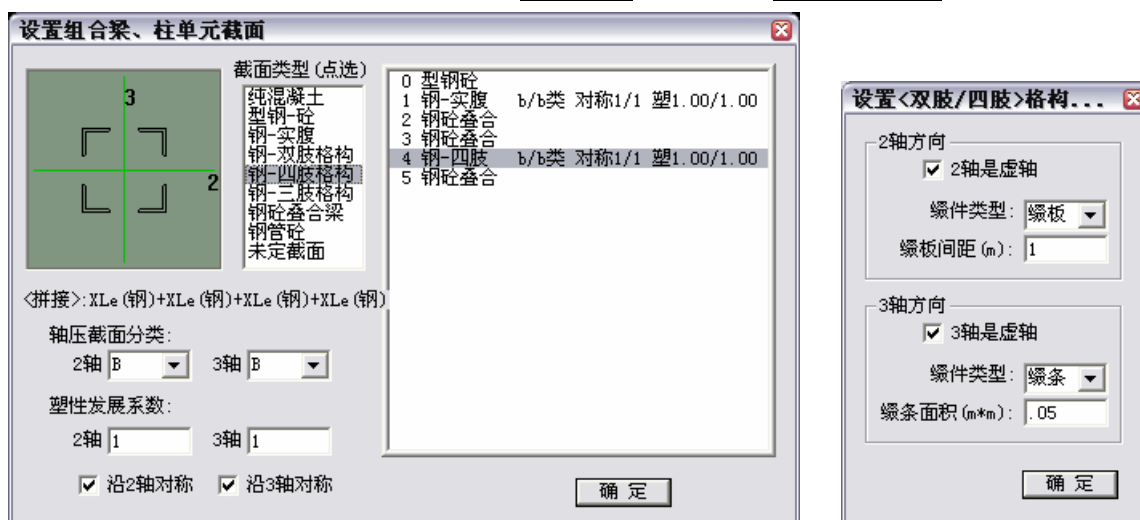
组合截面在后处理 Archi 中的应用

如果数据文件中存在组合截面，在 Archi 读入数据文件的同时，将弹出如下对话框，需用户对组合截面的类型进行确认，对于钢结构截面需补充一些必须的截面参数。


Archi能正确判断纯混凝土截面、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，如下图。如某轴不为虚轴则该轴为实轴。如为虚轴，则需选择缀件类型，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。

对于纯钢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。




- ◆ 当前版本的Archi能验算组合截面中的型钢混凝土、钢实腹、钢格构，尚无钢-混凝土叠合、钢管混凝土截面的验算。如有这类截面，在当前只能设为**未定截面**，程序将输出该构件经过各种内力调整和荷载不利组合后的组合内力包络图，供用户验算。我们将尽快扩充这些功能。
- ◆ 对于纯混凝土截面，除非特别需要，一般不宜按组合截面的方式定义截面。因为特别复杂的截面，按平面假定计算配筋是不准确的，可能时可按墙计算。当前Archi中也无纯混凝土组合截面验算，也需设为**未定截面**。

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处理，截面类型将不能再修改。用户可用 Archi 中的命令[菜单:建模/F 显示组合截面参数; 右侧按钮], 调用组合截面参数设置对话框察截面类型，还可以对各类钢构件的补充参数进行重新设置。


15、非完全刚性楼层时导算风荷载

风荷载作用于建筑的外表面。但采用刚性楼层假定时，所有楼层节点均为楼层主节点的从节点，作用于外围的风荷载最终转化为作用于楼层主节点的集中荷载，因此可以采用按楼层轮廓线导算荷载的简化方法，且迎风面、背风面的风荷载可以叠加。

当不满足完全刚性楼层的要求，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准确的。

Prep中的导算风荷载的命令，在楼层设置对话框中[LayerSet,Ly, 完全刚性楼层假定选项后，将采用另外的运行方式，将荷载直接导算到结构的外围节点。

取消完全刚性楼层假定后，运行导算风荷载命令：

[LoadWind,Lw; 菜单:特殊荷载/A 风荷载加载; 右二按钮

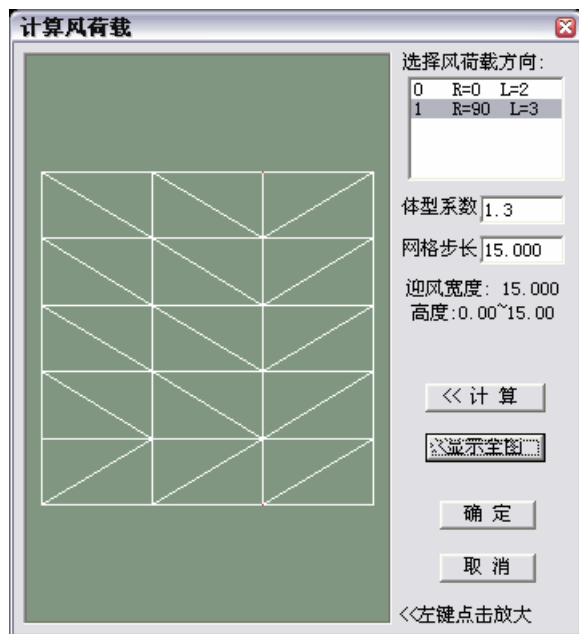
提示:“LoadWind: 选择节点:”。

在三维显示状态将图形变换至合适的位置，选择迎风面、或背风面的外围节点。可多次选择，按鼠标右键结束选择。将弹出如上图对话框。

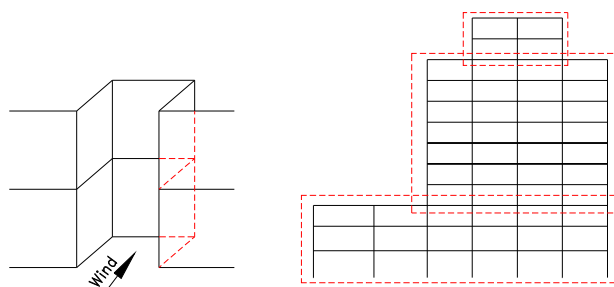
在对话框中选择正确的风荷载方向，则选择的节点按风荷载的方向被投影显示在左侧的图形框中。输入**体型系数**、选择合适的**网格步长**。这是被选择节点的在风荷载方向的投影宽度和高度被列出。左键点击图形，则该位置被放大，点**显示全图**恢复显示。

点**计算**按钮，图形中的点将被连线形成网格。如网格没有覆盖所有节点，或网格不全是三角形，则需增加网格步长。如网格的范围超出实际结构的外轮廓，则需减小网格步长。


检查形成的网格正确后，点**确定**按钮退出对话框。这时被选择的节点上已经加上了风荷载。





- ◆ 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。
- ◆ 选择的点可以是曲面上的点，按风荷载的作用方向投影，按投影面积导算风荷载。
- ◆ 选择的节点在迎风面投影方向不能重叠。如下图左边的凹槽面，需将凹槽底部点单独加载，这时可考虑凹槽的特殊体型系数。另外凹槽两侧也应分别加载，否则凹槽位置风荷载被重复导算。
- ◆ 对于下图右边的立面，应分成几个规则的部分加载。各部分都应包含分界处的点，同一点可以重复加载。加在节点上的风荷载作为节点荷载，最多可施加 10 个荷载。
- ◆ 对于存在局部刚性楼层的情况，施加在节点上的风荷载在计算模块 Strat 中将被自动转移到对应的主节点上。
- ◆ 如同时导算了刚性楼层下的楼层风荷载，和非刚性楼层下的节点风荷载，在生成最终的计算数据文件时，如为完全刚性楼层假定，则两种风荷载同时输出；如不是完全刚性楼层假定，则只输出节点风荷载，而楼层风荷载将被忽略。



16、板单元、平面 4 节点元、平面 8 节点元输入

板单元 [Slab,S1; 菜单:绘制/8 板单元; 左二按钮 (暗绿色)].

平面 4 节点元 [Plain4,P4; 菜单:绘制/9 平面 4 节点元; 左二按钮].

平面 8 节点元 [Plain8,P8; 菜单:绘制/A 平面 8 节点元; 左二按钮 (暗红色)].

按照提示鼠标或键盘输入 4 个不共线的点。如输入字符“h”，则提示输入单元的厚度。按 F6 键弹出材料对话框设置、选择材料。屏幕左上角提示单元厚度、材料的当前值。


平面 8 节点元的边中点右程序自动生成。


- ◆ 在非 XY 平面显示状态，墙的输出与板等单元相同。

17、块体单元输入


Prep 中的块体单元可以 4 点输入，也可以 8 点输入。4 点输入可以在所有平面显示状态执行，8 点输入只能在三维立体显示状态执行。


8 节点块体元

[Cube8-4,Cu8; 菜单:绘制/B 8 节点块体元/4 点输入; 左二按钮 (黄色)].

[Cube8-8,Cu88; 菜单:绘制/B 8 节点块体元/8 点输入; 左二按钮 (黄色)].


21 节点块体元

[输入:Cube21-4,Cu21; 菜单:绘制/C 21 节点块体元/4 点输入; 左二按钮 (暗红色)].

[输入:Cube21-8,Cu218; 菜单:绘制/C 21 节点块体元/8 点输入; 左二按钮 (暗红色)].

当 4 点输入时，提示键盘或鼠标输入 4 个点，形成块体元的一个面。再提示输入一个厚度值，将形成面沿厚度平移，形成另外的一个面及 4 个角点。21 节点块体元在每边中点、单元中心各形成一个点。

输入的厚度可以为负值，正负号指明形成另外一个面的位置。输入点与厚度满足右手系：右手四指绕输入 4 点的先后顺序方向，这时大拇指指向即为正方向。如输入的厚度为正则在正方向一侧形成块体的另外一个面，否则在另外一面形成。

块体元 8 点输入可以形成复杂形状的块体元。输入的顺序同样需满足右手系，否则单元不正确。可察看在**面体单元填充**()的显示模式下，块体元是否被显示为凸多面体，如为凹多面体则输入的顺序不正确。

18、温度荷载输入

Prep 的温度荷载可按单元荷载直接添加到各单元上，也可按温度场的方式定义。输入的数值均为产生应力的温度差值，即已经减去以 0 应力状态下的温度值。温度值、温度梯度均可负。

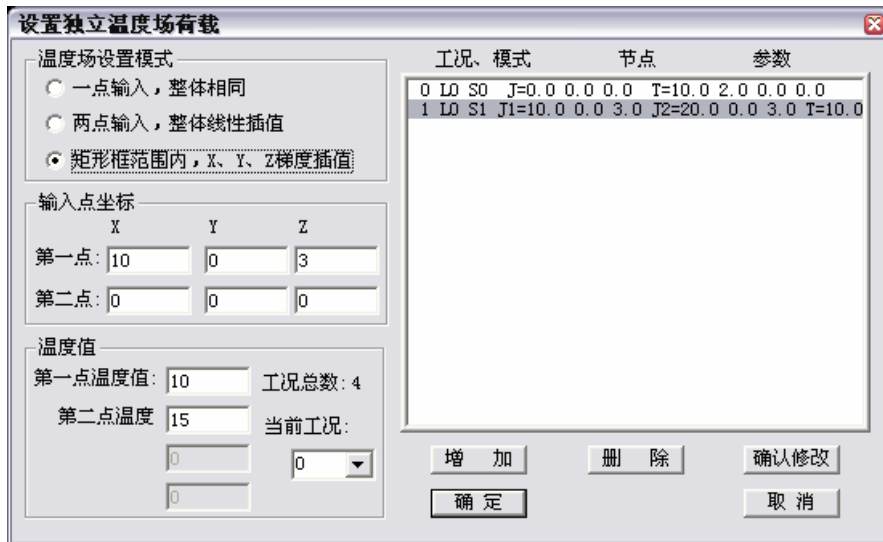
1、按单元输入

在线荷载、面荷载、体荷载设置对话框中均有温度荷载，需要输入 4 个荷载参数。参数 1 为单元中心点的温度值(即产生内力的温度差值)。参数 1、2、3 为 X 向、Y 向、Z 向的温度梯度，即单位长度上的温度增量。对于线单元荷载，如**荷载方向**选择了 1、2、3 中的一项，温度梯度按单元局部方向。

2、按温度场输入

[输入:LoadTemp,Ltp; 菜单:特殊荷载/C 温度场荷载设置]

将弹出如下对话框。可按三种模式输入温度场：



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。

可以设置多个温度场，各温度场的数值叠加。

19、移动荷载输入

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，由程序找到单元、或节点加载。

- 移动荷载工况指同时作用的移动荷载。如一个大小为 -10kN 的荷载从(0,0)移动至(10,0)，同时有一个大小为 -15kN 的荷载从(5,0)移至(15,0)，则这两个移动荷载属于一个荷载工况。移动荷载需分成多个荷载点计算，属

于同于荷载工况的移动荷载计算点数相同

[输入:LoadMove,Lmv; 菜单:特殊荷载/B 移动荷载设置]。

将弹出移动荷载设置对话框。

首先输入移动荷载工况。点**增加移动荷载工况**按钮，在弹出的子对话框**计算点数**内输入大于 1 的数，退出后移动荷载工况列表内将增加一行。双击列表将修改计算点数，如输入小于 2 的数则该工况被删除。

然后输入各移动荷载。在工况列表中选择合适的工况，在**起点**、**终点**栏内输入移动荷载起、止点坐标，在**移动荷载值**组合框内输入移动荷载的 3 个分量，最后点**增加**按钮添加到列表中。

加载搜寻精度为移动荷载寻找加载点、单元的搜寻精度，一般与Prep的作图精度相同。

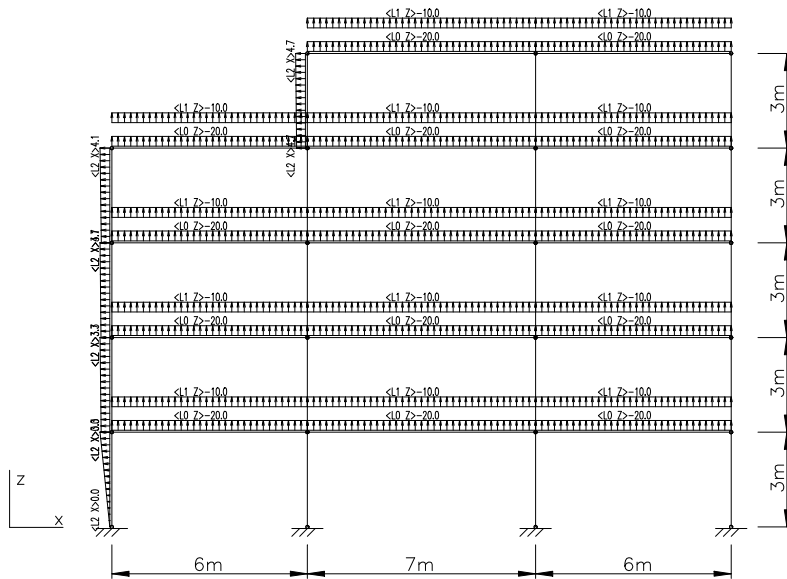


- ◆ 计算部分将移动荷载置于静力荷载之后、地震荷载之前。每个移动荷载工况的一个计算点作为一个静力荷载工况计算，输入节点位移和构件内力、应力。
- ◆ 后处理 Archi 中取移动工况中各计算点在构件中产生内力的最大值，隐含作为活荷载参与构件验算。




第三部分 综合应用

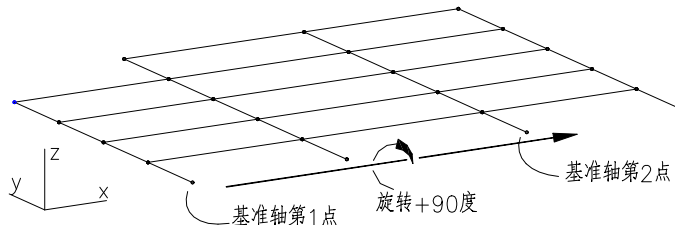
1、平面结构

平面结构如下图所示。为方便处理，平面结构一般应放置在竖直 XZ 或 YZ 立面内。这里将结构置于 XZ 立面内。





充分利用前处理 Prep 在 XY 平面二维作图的功能，时可首先在 XY 平面内建模。柱按梁单元输入，因为在 XY 平面柱只显示截面。柱平行于 Y 轴输入，梁平行于 X 轴输入。

切换到三维显示状态。运行视图旋转命令，[Rotate, Rr, ]，选取柱底两点为旋转基准轴，输入旋转角度为 90 度，如下图。打开楼层设置对话框，[LayerSet, Ly, ]，取消设置楼层控制选项，使单元全部显示。



移动全部结构，使左下柱脚坐标为(0,0,0)。再次打开楼层设置对话框，输入 5 个楼层，层高均为 3m，同时选中楼层控制选项。刚性楼层选项根据实际楼板情况可选、可不选，如为刚性楼层，则梁不产生轴力。

运行属性修改命令，[Change, Ch, 右一按钮]，将竖向柱的单元类型由梁改为柱。修改柱截面为 0.5×0.5，梁截面为 0.3×0.6，材料均为混凝土 C30。

打开荷载总体参数对话框，[LoadSet, Ls, 右二按钮]，在对话框中进行如下调整。工况总数设

为 3, 0 工况为重力恒载, 1 工况为重力活载, 2 工况为侧向风荷载。**振型数**改为 3, 平面结构没有扭转振型和侧向振型, 振型数可为三维结构的 1/3。**动力反应谱**组合框中的**计算方向数**设为 1, 并确认**反应谱方向与X轴夹角**为 0, 表示计算X向地震作用。对话框中其它参数根据实际情况调整。

按实际情况添加梁上荷载, 注意荷载方向是 Z, 荷载数值为负值, 表示重力方向为 Z 轴负方向。下面导算侧向风荷载。

首先, 打开**风荷载参数设置**对话框, [LoadWindSet, Lws, 右二按钮 \mathbb{W}]。**基本参数**组合框内的**方向数**改为 1。在**风荷载方向设置**组合框内, 将**与X轴夹角**设为 0, **所属工况**选 2。在**结构轮廓尺寸**组合框内, **Y向宽度**栏内输入一个比**X向宽度**大的数值, 使程序按简化方法判断基本周期时根据X向宽度判断。在这里X向宽度为 19, 可输入Y向宽度为 30。其它参数根据实际情况调整。

然后, 运行**风荷载-单元加载**命令, [WindElemh, We, 特殊荷载/C风荷载-单元加载, 右二按钮 \mathbb{W}], 选择左侧边柱, 结束选择后, 将弹出对话框设置参数。**体型系数**栏内输入合适的体型系数, 在**单元宽度**栏内输入平面框架的侧向受风宽度, 一般对于中跨为两榀框架的间距, 边跨为间距的一半, 在这里可设为 6.5m。点确定退出对话框后, 侧边风荷载作为单元荷载作用于侧边柱上。在图形参数对话框(\mathbb{G})取消**荷载图形简化显示**选项, 将显示侧边风荷载的方向为X。

平面结构须添加侧向约束。运行添加约束命令, [Rest, Rs, 菜单:属性/8 节点约束; 右一按钮 \mathbb{A}], 在**类型**栏内选择**部分约束**, 选中**Y向平动、绕X轴转动、绕Z轴转动**等 3 项约束, 点**添加**按钮, 然后点确定退出对话框, 按提示选择所有节点添加约束。仍保留对话框中**底部嵌固**假定, 这时底部节点可不另外添加嵌固约束。

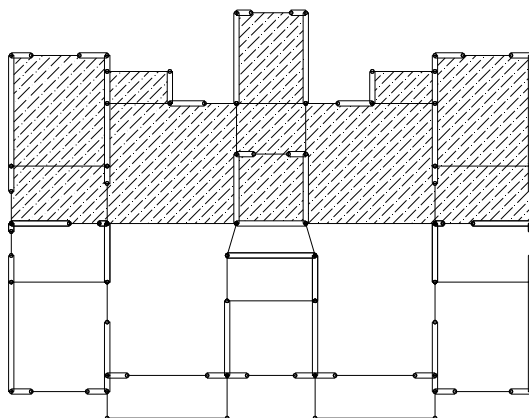
至此, 平面框架建模完毕。与一般三维结构不同之处在于:

- 1、荷载中, 没有垂直于平面的风荷载及地震作用, 须调整相关参数;
- 2、侧边风荷载按导算到单元上的方式导算;
- 3、须添加侧向平动约束, 及平面外的转动约束;

平面结构的在计算模块 Strat 中的计算方式相同, 注意地震反应谱不宜计算偶然偏心和双向扭转效应。在后处理 Archi 中的处理方法相同。


- ◆ 对于平面钢框架, 由于添加了平面外约束, 平面外柱的计算长度很小, 平面内的计算长度将起控制作用。



2、剪力墙错层结构



如上图所示错层剪力墙结构, 层高 3m, 填充部分底半个层高。用 Strat 计算可以有两种建模方法。

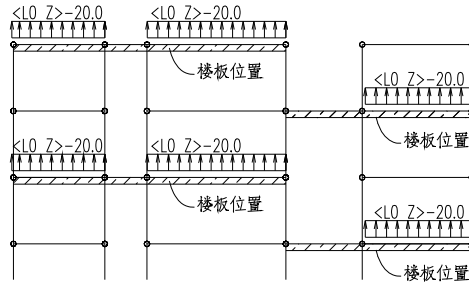
方法一：半层法

以半层为一个楼层，即设层高为 1.5m。按实际楼面布置情况输入水平梁，并输入楼面分布荷载(网格荷载)。在楼层复制时(LayeyCopy,Lyc, )，间隔一层复制，即在楼层复制对话框中设**间隔**为 2。

不采用完全刚性楼层假定，在**楼层**设置对话框中取消**完全刚性楼层假定**选项。按楼板的实际情况设置局部刚性楼板(Master,Mt, )，或用**网格成图**[GridElem, Ge, ]命令布置弹性楼板。

由于不采用完全刚性楼层假定，风荷载按需导算至外围节点。


- ◆ 该方法的优点是输入结构直观简便，不易出错。缺点是导算风荷载较复杂，且计算量大。
- ◆ 注意墙体单元长度、宽度接近。
- ◆ 半层法的结构模型，由于一些墙体在半层高位置没有侧向构件相连，而墙体本身的侧向刚度较小，在高阶振型中会出现振型异常。可在荷载总体参数对话框设置不计算墙单元自重，而将两个半层高墙体的自重作为分布荷载加到有楼板相连部位的墙顶面，将可避免振型异常情况。如下图所示。由于在一个楼层内墙体自重变化不大，输入工作量有限。



方法二：全层法

按实际层高设置楼层，即设层高为 3.0m。首先输入完整的楼层信息。

由于错层结构的底部和顶部变化复杂，首先从中间标准层开始建模，如从 3 层开始建模。在 XY 平面显示状态下，切换到第 3 层。在 3 层按普通的非错层结构输入结构标准层。


为方便以后处理，将错层的两个部分设为不同的图层，[PageSet,Pg; 菜单:视图/B 图层; 上按钮 ]。将阴影部分设为“上”图层，非阴影部分设为“下”图层。

关闭“下”图层，将剩余图形整体向下移动 1.5m，再打开“下”图层。

运行楼层复制命令，将 3 层整体复制到第 4 层。原 3 层的部分墙体位于 2、3 层之间，由于楼层复制时对于这些跨层的竖向构件根据其顶部节点确定楼层，因此第 3 层能完整地复制到第 4 层。

切换到三维显示状态，选择全部单元，运行交点分图命令。这时两部分连接部位的墙体被相连的梁分成两个单元。

整体结构图形，输入两部分连接部位在前面未能输入的梁。输入梁上荷载。

输入楼面荷载。只需输入一个楼面的网格荷载，然后运行**网格复制**命令，[MeshCopy,Cm; 菜单:特殊荷载/7 网格复制; ]，将输入的楼面网格荷载向上或向下复制到另外的楼层。被复制的网格荷载还未与周边梁、墙建立联系，显示为白色，这时只需运行一遍形成网格荷载的命令即可。

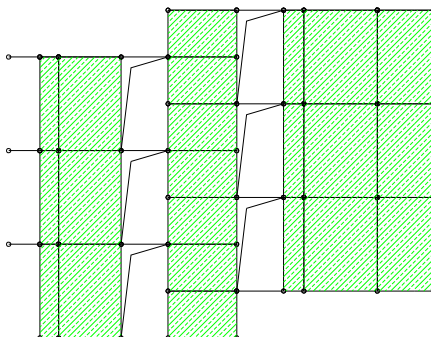
如需要计算弹性楼板，输入弹性楼板。弹性楼板只需输入一层，另外一层可复制得到。

输入 3、4 层的全部结构、荷载后，再运行楼层复制命令，向上复制其它楼层。复制为连续赋值，如以 4 层为基础，复制上面全部相同的楼层。

再向下复制底部 1 层。底部 1 层需在由 2 层复制得到的结构基础上，在三维图形状态进行修改。

复制得到的部分节点 Z 坐标会小于 0，这时需在楼层对话框内取消楼层控制选项，使这些图形被显示。修改完毕后再设为楼层控制。

这样处理得到的墙体单元剖分如下图，仅错层相连部位的墙体被分成上下两段。很明显，这样处理节点数、单元数均较半层法小，大幅度减小了计算量。



结构、荷载输入完毕后，修改楼层设置，将层高仍按半楼层设置。由于半层高位置由于没有节点，计算仍可采用刚性楼层假定。错层连接部位的墙体在半层高位置的两个节点，并不一定有楼板相连，满足刚性楼层假定的要求，但可忽略这种局部影响。当然，也可考虑计算弹性楼板，弹性楼板可在最初输入第一个标准层时即可输入。

如采用刚性楼层假定，即可按外轮廓简化导算风荷载。如计算弹性楼板，须导算至外围节点。

- ◆ 该方法的缺点是输入不够直观，要求熟练了解 Prep 的功能。优点是计算量小，熟练后建模速度快，计算稳定。

3、框架错层结构

框架错层结构，或主要是框架部分错层的框-剪结构，可充分利用软件前处理、后处理的针对框架的图形处理功能。建模类似剪力墙的半层法，计算模型则类似于剪力墙的全层法。

类似前面第 2 条的半层法，按半层设置楼层，输入结构并导算面荷载。按间隔一层的方法进行楼层复制。

在结构输入完毕后，运行**单元整合**命令，[ElemConForm, Ec; 菜单: 工具/2 单元整合; 右一按钮]。系统将中间无梁连接的两个半层柱和并成一个完整的柱，而错层两部分的连接部位，由于在半层位置有梁连接，将不被合并。

运行单元整合命令后，计算模型已类似于剪力墙结构的全层法。保持按半层高设置的楼层不变，采用完全刚性楼层假定，并按刚性楼层模式导算风荷载。这里不再详述。

- ◆ 注意，如在输入结构的过程中运行单元整合命令，则已经输入的半层柱被合并。时再进行楼层复制，被合并的跨两个半层的柱能被复制。但是，如被复制层和复制层的层高不同，这种跨层柱的长度将不会按层高比例缩放。如出现这种情况，需另外运行拉伸命令(Stretch, S,)，改变柱的长度。
- ◆ 仍可以不将柱合并，如错层剪力墙半层法相同处理，不采用完全刚性楼层假定，设置局部刚性楼板(主从节点)，或输入弹性楼板。在后处理 Archi 中，进行二次建模处理时，这些跨层柱仍可以得到和并，并不影响计算结果。

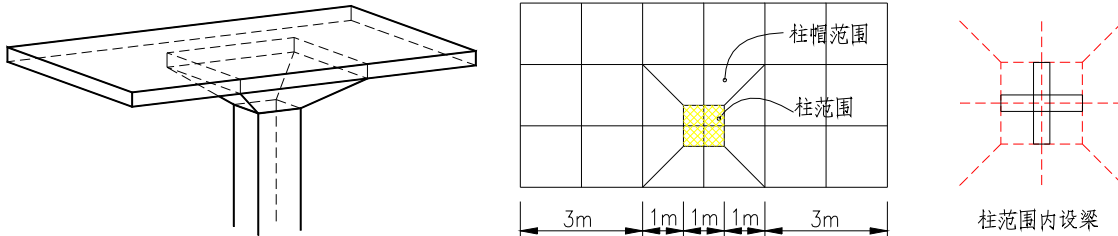
4、无梁楼盖


文件：Strat\Example\无梁楼盖._Pre

无梁楼盖的楼板采用板单元(Slab)计算，柱仍采用柱单元(Colu)。

与一般结构相同，首先设置楼层。在楼层面内用辅助图形线单元(Line)，根据柱网分布、柱帽情况划分板单元网格。

如下图无梁楼盖，柱截面 $1\text{m}\times 1\text{m}$ ，柱帽范围 $3\text{m}\times 3\text{m}$ ，柱帽最厚处 1m ，楼板厚度 0.3m 。可划分网格如下图中间所示。



运行网格成图命令，[GridElem, Ge; 菜单:工具/5 网格成图; 右一按钮 ]，在网格中布设板单元，并同时输入板单元厚度为 0.3m 。

修改柱帽范围内板厚度。柱帽范围内板等效厚度可为最厚处的 $0.5\sim 0.7$ 倍，这里可取 0.5m 。

柱范围内板厚度可与柱帽范围内板厚度相同。但实际上柱范围内板几乎不会产生弹性变形，可加截面很大的十字形梁，如截面 $0.5\text{m}\times 1.0\text{m}$ ，加强该部位的板刚度，如上图右侧所示。

- ◆ 在柱范围内加梁有多种用途。1、加强该部位的刚度，使符合实际的受力；2、在后处理中，由于存在梁，柱将按层分段处理；3、避免板单元计算时的异常情况。

楼面恒荷载、或荷载，按作用于板上的均布面荷载添加。不应按网格荷载输入，网格荷载将导算到板单元的周边，与实际情况不符合。而且网格荷载导算是一种近似方法，而板单元的面荷载是精确计算。

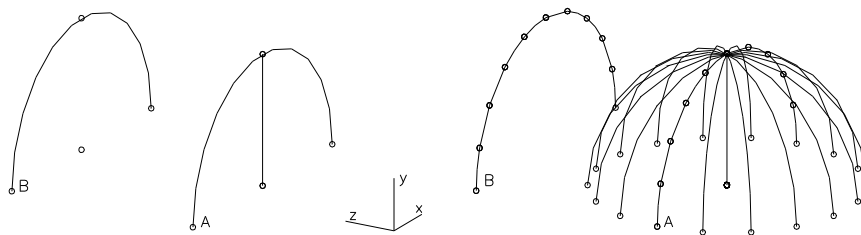
无梁楼盖可以按弹性楼板模式或按刚性楼层计算。

风荷载导算根据计算模式。与一般结构相同。其它计算参数也与一般结构相同。柱可在后处理 Archi 中计算配筋，板的应力图及配筋将在通用图形后处理 Plots 中处理。

5、半球穹顶


文件：Strat\Example\网壳._Pre


在竖向 XZ 平面内作半径为 10m 的弧 A，并输入竖直半径，如下图左侧所示。作图方法可先在 XY 平面内作圆，截除一半，再在三维状态旋转使之直立。



在三维状态下，运行偏移命令，[Offset, O, ]，将弧A向侧边平移 20m 形成弧B。弧B将作为下

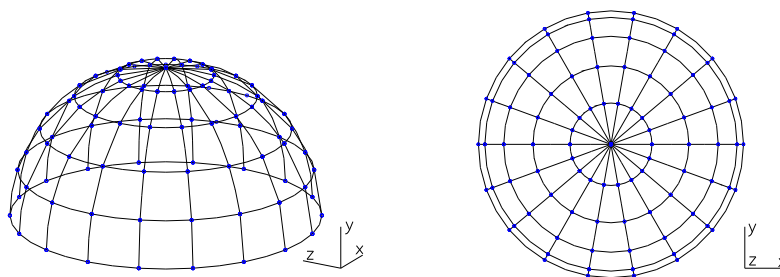
一步输入圆的平面定位点。

在三维状态下，选择弧A进行**阵列(旋转)**命令，[ArrayR, Ar, ]，选垂直半径为阵列旋转基准轴，输入**旋转范围**为 160 度，**阵列个数**为 8。

将弧A或阵列命令形成的一个弧，运行**分段•等间隔**命令，[DivideE,D1; 菜单:编辑/E分段/等间隔; 左一按钮 ]，将弧分成 10 段。同时将弧B分成 10 段。如上图右侧所示。

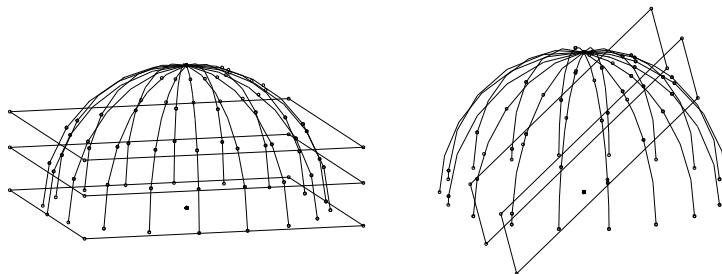
用**圆•两点直径**方式，以同一高度的弧上两个断点为直径点，弧B上点为平面定位点，输入输入 4 个水平圆。

删除弧 B，删除弧 A 的竖向直径。运行交点分图命令，将竖直圆、水平圆在交点处断开成小弧。如下图左侧所示。



运行视图旋转命令，选择**上视图**，将显示为上图右侧所示图形。在这种视图下，可形成荷载网格，添加穹顶的曲面分布荷载；也可运行网格成图命令，输入板单元，用板单元计算穹顶。也可以将小弧改变为梁单元，用梁单元计算穹顶。

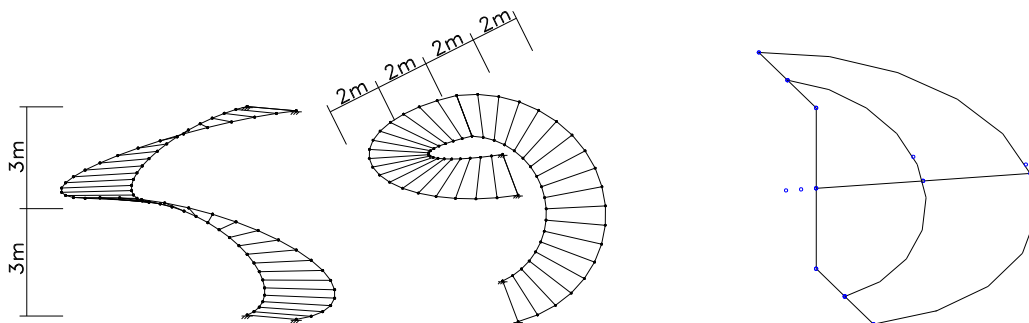
- ◆ 还可以利用面与圆弧求交实现穹顶计算单元的空间定位。



6、空间旋转楼梯建模

文件：Strat\Example\LT_Pre, 梁式。 Strat\Example\LTb_Pre, 板式

输入如图所示空间旋转楼梯。



仍采用楼层控制显示。设 4 个楼层，层高各 1.5m。

在 0 层绘线(0,-2; 0,-4)，隐含 $Z=0$ ；

在 1 层绘线(2,0; 4, 0)，隐含 $Z=1.5m$ ；

在 2 层绘线(0,2; 0,4)，隐含 $Z=3.0$ ；

改三维显示状态，三点输入圆，鼠标选择以输入 3 根线的端点作空间圆。并以线为边界修剪圆成弧。

键盘输入线(0,0,0; 0,0,6)作为中轴线。为方便察看空间图形相互关系，将先输入的 3 线端点向中轴线作垂线。得到上边右侧的图形。

将内、外两弧分段(分段数可为 18)，将小弧段该为梁，在各分段点间连梁。则第一段圆弧梯输入完毕。

运行旋转复制命令，选择第一段圆弧梯各梁，绕中轴线旋转 180 度。将旋转得到的一段圆弧梯向上移动 3m，则得到完整的圆弧楼梯。


设置各梁截面，设置支座约束，添加梁上荷载，或导算网格荷载，即可进行计算。注意取消完全刚性楼层假定和底部嵌固选项。

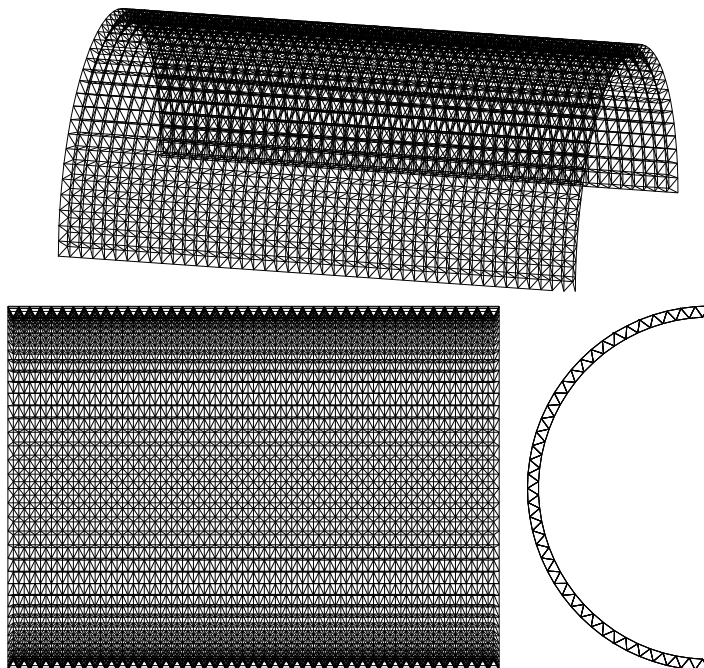
如需用板单元计算，将视图旋转至上图中间图形，运行网格成图命令，即可空间布板。

7、空间半圆网架

文件：Strat\Example\网架-弧_Pre

如下图所示空间半圆网架，计算网架在竖向自重及侧向风荷载作用。充分利用结构的特点，利用 Prep 强大的空间图形编辑功能，可以快速实现结构输入及荷载导算。


需要突出的是，复杂空间结构的建模须充分利用图层的功能，[PageSet,Pg; 菜单:视图/B 图层; 上按钮 ]。对于该网架结构，需将上弦、下弦、斜杆、上弦水平杆、下弦水平杆置于不同的图层，将为输入结构和导算荷载提供极大的便利。



定网架跨度 100m，厚度 3m。

首先在 XY 平面作半径为 100m 的半圆弧 A，运行偏移命令(Offset)将弧 A 向内部偏移 3m 形成弧 B。由于在 XY 平面内，偏移命令将弧 A 的半径减小 3m 形成同心弧。


切换到三维显示状态，再运行偏移命令，将弧 A 侧向平移 3m 形成弧 C。将弧 B 平移偏移量“@0, 1.5, 0”。将弧 A、B、C 分别置于不同的图层。

在三维显示状态下，运行视图旋转命令，使三个弧直立于 XZ 立面。再运行 **分段•等间隔** 命令，[DivideE, D1, ]，分别将 3 三个弧分成 40 段。

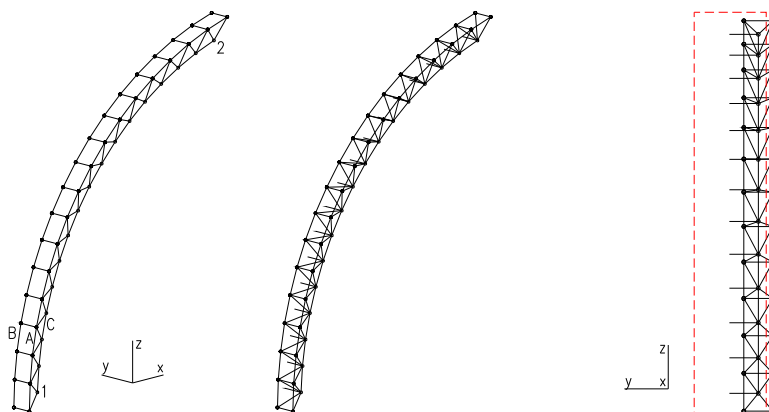
输入斜杆。设置一个新图层，如图层名即为“斜杆”，并将该层设为**当前图层**，这时窗口底部状态条右侧即显示当前图层名称。打开 **节点捕捉模式设置** 对话框，[Snap, Sn; 菜单:工具/C节点捕捉模式]，选中**中点**项。运行输入梁的命令，按 F5 热键选择梁截面，按 F6 热键选择梁材料，然后在弧 A 的分段点与弧 B 小段的中点上连接斜杆。


输入上弦水平杆。设置新图层“上水平”并设为当前图层。运行输入梁的命令，在弧 A、弧 C 的断点间输入梁单元。输入第一个水平杆，其它杆可复制形成。

输入下弦杆。关闭除弧 B 外的其它所有图层，删除弧 B。在新图层“下弦”中，在已经输入的斜杆端部联接下弦杆。


输入上弦杆。运行属性修改命令，[Change, Ch, ]，将弧 A、C 改成梁单元，并设置梁单元的截面、材料。同样上弦也放置在一个单独的图层中。

至此，输入的结构如下图左侧所示。



关闭除“斜杆”层外的所有图层，选择所有输入的斜杆，运行**镜面复制**命令，[Mirror, Mm; 镜面复制; ]，形成另外一侧斜杆。三维显示状态镜面复制需输入三个点形成基准面，可选择图中的 1、2 点，第三点在 2 点的基础上偏移量输入，“@0, 0, 1”。


输入下弦水平杆。将一个上弦水平杆复制到下弦的位置，并改到一个新图层“下水平”中。再复制形成其它的下弦水平杆。至此结构如上图中间所示。


阵列复制形成全部结构。将视图设置为**左视图**，如上图右侧所示。运行阵列(平移)命令，[ArrayP, Ap; 菜单:编辑/I阵列(平移); 左一按钮 ]。框选除侧边上弦外的所有图形(从右向左相交选)，结束选择后，按如下输入参数：

阵列 X、Y、Z 三方向的个数：0, 45, 0 ↵

输入三方向的间距：0, 3, 0 ↵

删除端部多余的一跨下弦水平杆。即完成全部结构的输入。

将全部构件设为**二力杆**。运行自由度释放命令, [Free,f; 菜单:属性/5 梁柱自由度释放; 右一按钮], 选中对话框中的**二力杆**类型, 按提示选择所有单元。

约束全部节点的转动自由度。运行节点约束命令, [Rest,Rs; 菜单:属性/8 节点约束; 右一按钮], 选中对话框中**类型**组合框中的**部分约束**项, 并选中**选项**组合框中的**绕X轴转动、绕Y轴转动、绕Z轴转动**等 3 项, 点**添加**按钮并退出对话框后, 选中所有节点添加节点约束。对话框中的**底部嵌固**选项根据实际情况保留或清除, 如清除需对支座节点另外添加包含X、Y、Z平动约束的节点约束。

导算侧向风荷载。在图层对话框中取消刚性楼层假定选项。然后关闭除上弦杆、上弦水平杆以外的所有图层。选择迎风面、背风面的所有节点添加风荷载。

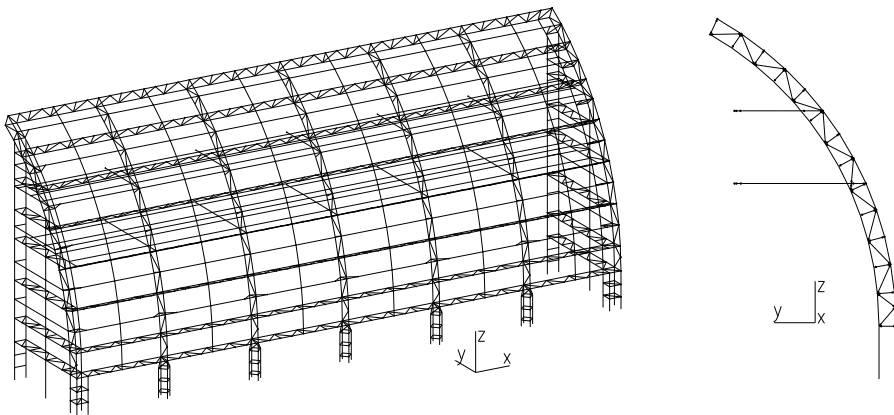
如需导算网架屋面板的重力荷载, 仍关闭除上弦杆、上弦水平杆以外的所有图层, 并设视图为**上视图**, 形成网格荷载单元。在网格荷载单元上添加面荷载, 注意此时**网格加载数值**对话框中的**面载投影模式**应选择<F>**面投影**模式。


8、复杂空间结构的建模

文件: Strat\Example\幕墙._Pre

下图为附着于主体结构上的玻璃幕墙钢结构, 高度 21m, 长度 48m, 立面呈圆弧状。其竖向、水平向承重构件均为钢管桁架。其中竖向桁架呈圆弧状, 水平桁架平面与竖直圆弧垂直相交。

在 11.3m、15.6m 高度有两个楼面平台, 采用型钢梁, 一端支撑于钢桁架, 一端支撑于主体结构, 两端均为铰支。结构端部为竖直面, 竖向构件为柱, 水平构件仍为桁架。



复杂空间结构的建模须充分利用图层的功能, [PageSet,Pg; 菜单:视图/B 图层; 上按钮]。将竖向圆弧桁架的外弦、内弦、斜杆, 水平桁架的上弦、下弦、斜杆, 钢平台的主梁、次梁, 端部竖直面的立柱、水平桁架的斜杆、外弦, 等等, 不同部位的构件均需放置在不同的图层中。结构外表面的计算玻璃的分布荷载导算的网格荷载、内部钢平台的网格荷载也需置于不同图层中。

该结构为复杂空间结构, 也可设置楼层, 由楼层控制显示, 能极大地方便操作。可在每个水平桁架高度设一个楼层。

1>. 输入竖向圆弧桁架

首先在 XY 平面输入一个圆弧作为桁架外弦, 用偏移(Offset,O)命令得到桁架内弦, 并将两弧置于不同的图层。将两弧等间隔分段(DivideE,D1), 修改小弧为柱(也可为梁, 柱将方便显示), 设置柱截面、

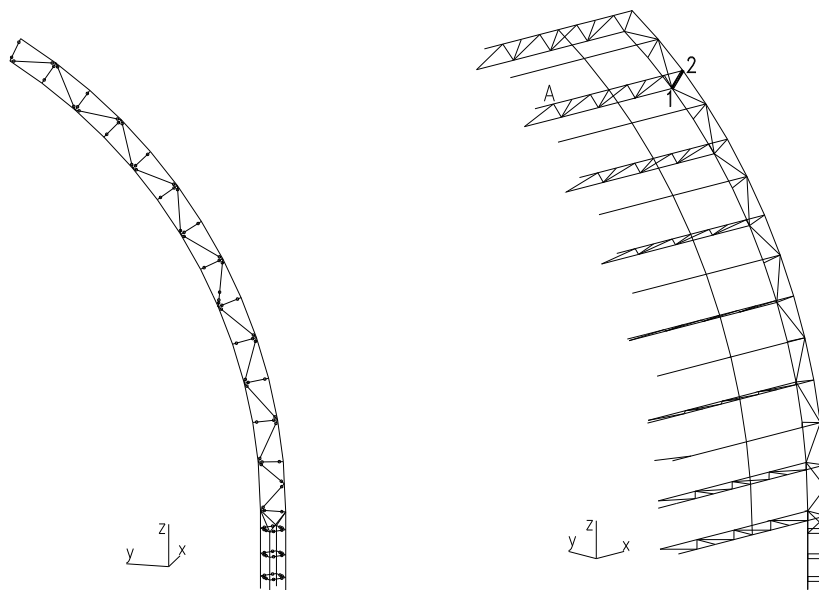
材料。在外弦、内弦间连接桁架斜杆、腹杆，并置于一个新图层中。

切换到三维显示状态。通过三维视图旋转，将圆弧桁架置于 YZ 立面中。整体移动圆弧桁架，使底部节点的 Z 坐标为正确值，同时 X、Y 坐标为整数值，便于后面的操作。

切换到 XY 平面显示状态，并设置楼层控制显示。在 XY 平面内输入圆弧桁架底部的柱脚。

关闭桁架外弦、内弦，将剩余构件通过自由度释放，设置为**二力杆**。


至此，输入的结构如下图左侧所示。



2> 输入水平桁架

同样，水平桁架先在 XY 平面内输入，上弦、下弦、斜杆等均置于不同的图层。注意水平桁架不输入两端的腹杆，因为该腹杆与端部竖直圆弧桁架的腹杆重合。

切换到三维显示状态，将水平桁架复制到空间相应位置。运行旋转命令(Rotate,Rr)，将水平桁架由 XY 平面旋转到与圆弧桁架垂直的平面。如上图右侧水平桁架 A，与圆弧桁架垂直即与腹杆 1-2 平行，旋转角度的可通过捕捉垂直点实现，具体见《手册》第五章例 5.16 说明。


移动旋转后的水平桁架，使与竖直圆弧桁架连接。在连接的过程中，由于操作过程的误差，可能连接节点不能完全重合。可在移动操作前，将图形参数对话框中的**最小几何距离**改成一个较大值，但移动操作结束后立即恢复原值。可参见《手册》第三章第 8 节图形参数对话框的说明，和第五章第 7 节的例 5.7。

输入全部水平桁架后，结构如上图右侧所示。

3> 输入全部圆弧面

运行阵列命令，将输入的一段圆弧面，纵向复制 5 份。删除端部多余的水平桁架。

4> 输入端部竖直面

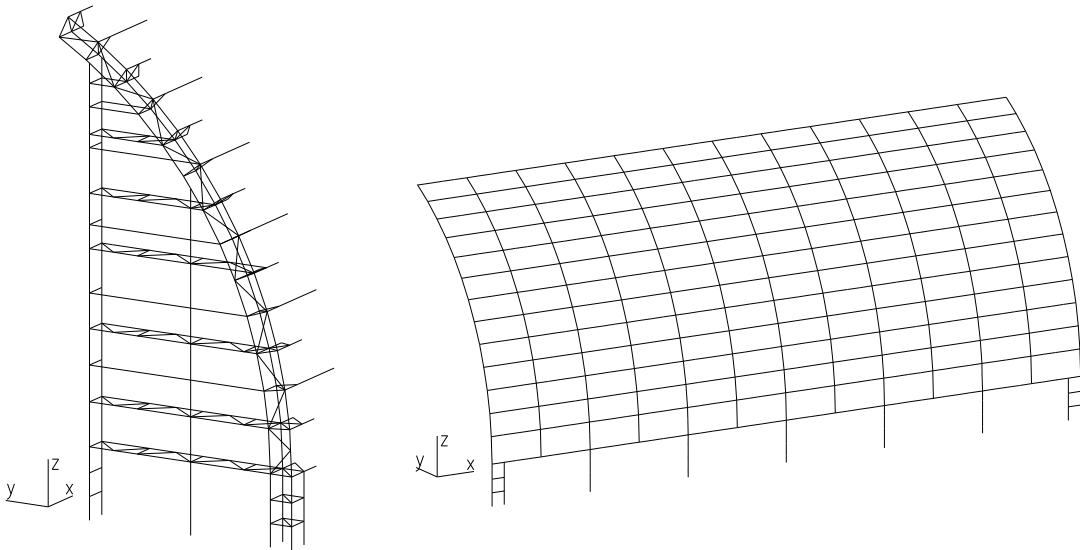
打开显示平面对话框，[PlainSet, Ps, ]，选中**X坐标范围控制**选项，并在输入 X 坐标的范围，仅显示端部竖直面附近的部分圆弧面。关闭大部分圆弧面，为了简化图形，便于作图；保留部分端部图

形，为了端部竖直面的定位，利于两部分的连接。如下图左侧所示。

端部竖直面输入还可以在 YZ 切面显示状态，或按楼层控制在 XY 平面内按二维图形输入。竖直面输入也需将不同构件置于不同的图层。注意桁架的斜杆为二力杆。

5> 形成另外一个竖直面

两端竖直面称。将已经输入的一个竖直面，平移复制到远离结构的位置，沿 YZ 立面进行三维镜面复制。删除不需要的构件后，移动到另外一端定位即可。





6> 输入钢平台

钢平台输入可利用楼层控制，在 XY 平面内输入。将两层钢平台分别置于不同的图层。至此，全部结构输入完毕。

7> 导算弧面分布重力荷载、风荷载

关闭全部内部构件，只保留竖直圆弧桁架的外弦、水平桁架的上弦，得到图形如上图右侧所示。

运行**投影平面加载网格**命令，[MeshPlainPrj, Mep, ]，选择全部构件，形成网格荷载。注意在添加网格荷载时，在**网格加载数值**对话框中(MeshData, Md, )，**面载投影模式**选择<F>**面投影**。

在结构底部柱脚位置，由于没有水平构件不能形成封闭网格而不能导算荷载。可用线单元(Line)连接各柱脚，再形成网格荷载。线单元不删除，作为辅助图形在形成计算数据文件时将被自动剔除。

仍利用该图形，选择全部节点，输入 Y 向风荷载。

8> 导算端部竖直面分布重力荷载、风荷载

切换到 YZ 切面显示状态，并选择切面为端部外表面。即可添加网格荷载单元添加面分布荷载，并导算 X 向风荷载。

两个钢平台的面荷载导算，可在 XY 显示平面接合楼层控制进行。

支座约束根据实际情况确定，可仍保留底部嵌固假定。注意，对于钢平台梁，当端部弯矩自由度被释放模拟铰支座时，端部节点的对应的弯曲自由度应被约束。

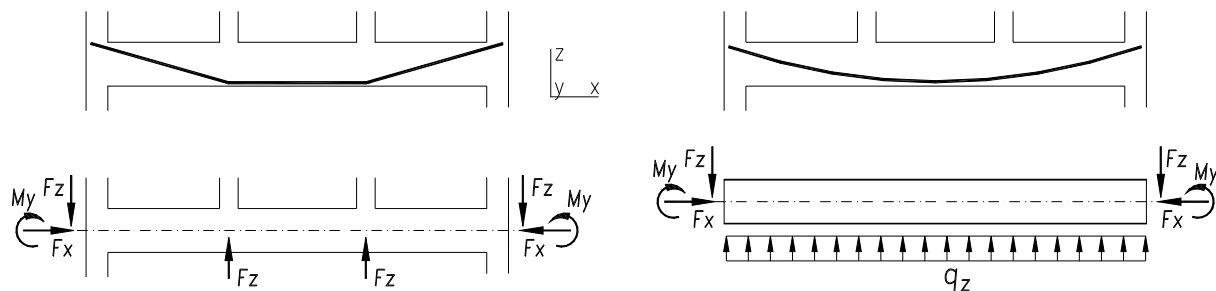
在后处理Archi中，设置整个结构类型为**钢构架**，其它计算过程相同。如楼层设置反映结构的竖向分布情况，也可以按楼层设置输出楼层总体侧移、内力，以判断结构总体受力状态。

9、预应力计算

文件：Strat\Example\预应力转换梁_Pre

计算预应力时，应将预应力荷载作为一个单独的工况。如在荷载参数设置对话框中，[LoadSet, Ls, **L**]，**工况总数**改为5。前4个工况仍采用隐含设置，分别为恒、活、X风、Y风，将预应力设为最后一个工况。由于预应力非重力荷载，在**荷载转化为质量系数**的组合框中，将第4工况的折减系数设为0。

对于折线型预应力梁，等效成作用于梁上、或节点上的集中力。如下图左侧所示。须注意作用力的方向。



对于抛物线型预应力，等效成作用于梁上的分布荷载。一般情况下可等效成均布荷载，如上图右侧所示。但同时应输入端部节点集中力 F_x 、 F_z 和 M_y 。

在后处理Archi中，可将预应力荷载工况的类型设为**恒荷载**，这时直接按规范组合即可。

也可将预应力荷载工况设为**未定**荷载，通过手工添加荷载组合进行计算。如不添加包含预应力的荷载组合，则预应力产生的内力不参与混凝土构件的配筋计算，钢构件的强度、稳定验算，相当于普通结构的计算。可灵活设置荷载组合参数，计算结构在包含预应力、不包含预应力情况下的受力。

在后处理中，可察看预应力作用下的结构变形、内力图形。

10、空间箱形梁块体 21 节点单元计算

文件：Strat\Example\箱形梁_Pre

如下图所示空间箱形梁。截面 $12\text{m} \times 3\text{m}$ ，中有3个涵洞，长度 24m 。

首先在XY平面绘制截面，并用线单元剖分网格，如下第一图。

在三维显示状态将平面视图旋转90度成空间立体图。运行网格成图命令，在网格间布置21节点块体元，设单元厚度 0.8m 。删除中间涵洞位置的单元，得到下边第二图。

关闭图形显示内容中的**辅助图形**。

运行阵列 ArrayP 命令，按照提示：“输入阵列的 X、Y、Z 方向个数：0,30,0”，“输入三方向间距：0,

0.8, 0”。即可完成全部单元输入。

计算模型有 2 万节点，在生成阵列形成单元的过程中同时形成这些节点，需要耗费一定的时间，这时状态栏中将显示形成节点的进度。

导算荷载，或用体单元加载。设置计算约束，可以仅设置支座约束，节点转动自由度可以不约束，在计算部分通过自由度约束判别会自动加上约束。生成数据文件即可。

