第四章

单元划分及管理

主要内容

1. 总体说明
2. 控制网格密度的方式
3. 各种单元划分方法
   - 对线进行网格划分
   - 对面进行网格划分
   - 对体进行网格划分
   - 删除单元
4. 网格连续控制Face Link
5. 离散单元生成
6. 节点/单元管理
   - 节点坐标表/定义节点集合
   - 单元表（Element Data）管理

1．网格划分时，必须指定相应的单元组（Element Group）标号，划分的单元都归属此单元组，并具有此单元组规定的所有特性，如材料特性；在Meshing/Element Group中定义单元组；

2．建立在线、面、体上的网格称为连续网格，所有的连续单元由Meshing/Create Mesh菜单中执行，如对线划分单元或对体划分单元；

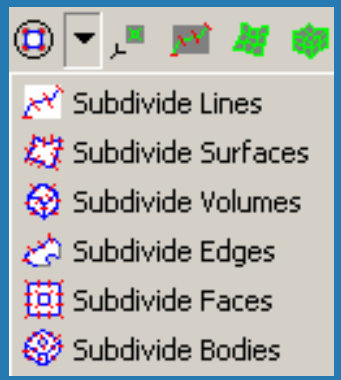
3．连续网格的划分步骤为：指定单元类型，指定几何模型的网格划分密度，生成网格 ；

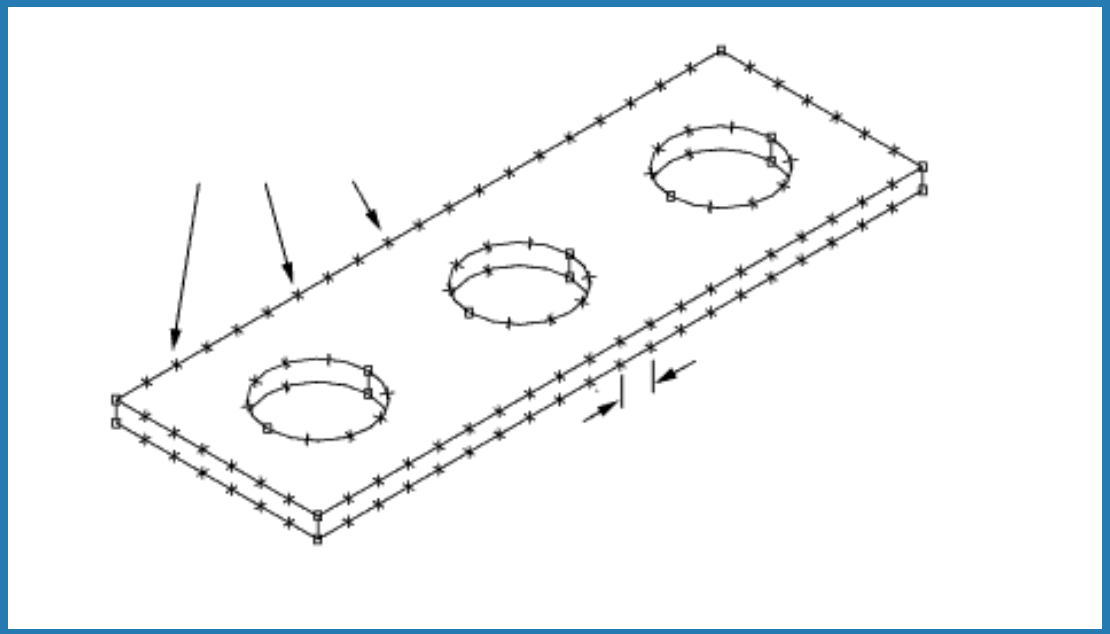
4．基于点生成的单元称为离散单元，所有的离散单元在Meshing/Element菜单下进行，如结构分析中的弹簧阻尼单元，热分析中的一维辐射、对流单元等；

控制网格密度的方式

菜单：Meshing/Mesh Desity/<Geometry Types>...

图标：





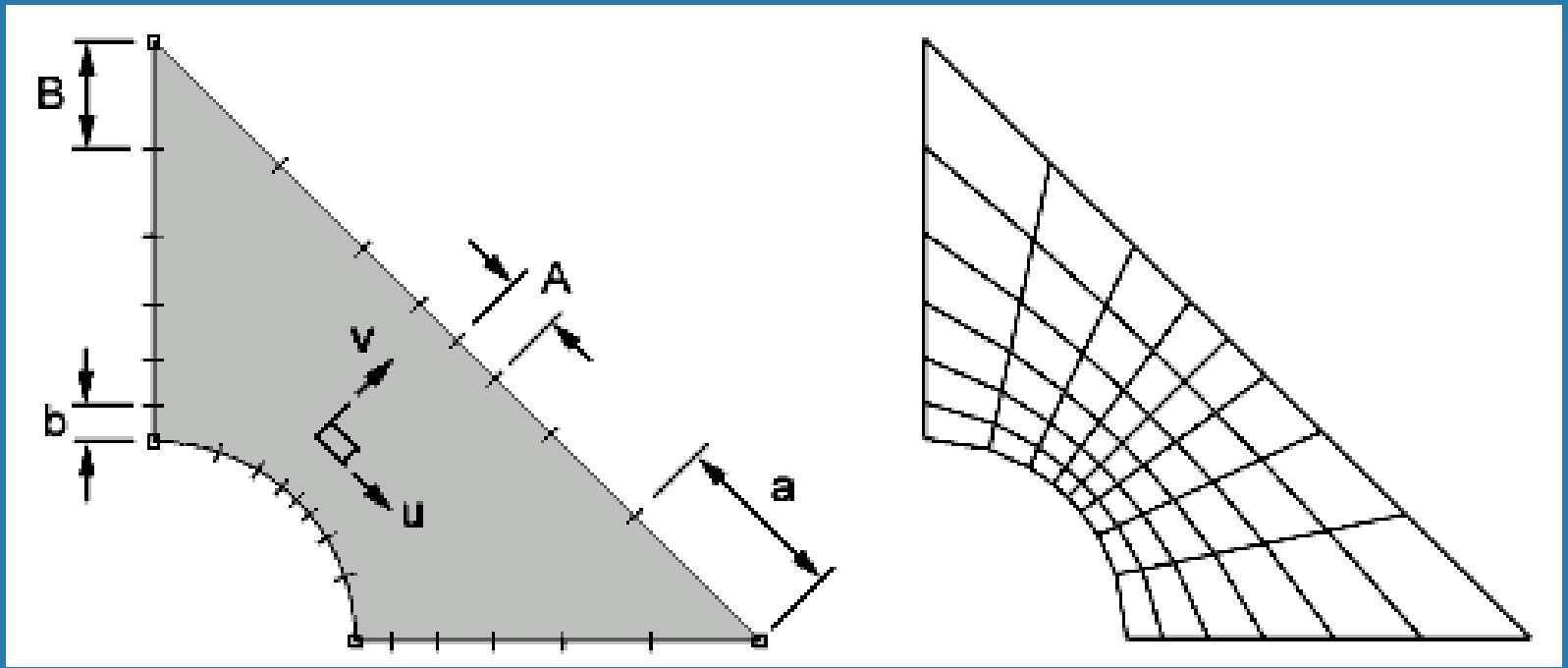
- 缺省情况，对几何模型所有的边线（Line或Edge）设置为一份，即一个单元边长，这显然不合适；
- 用户可以对模型的点（与线、面、体相连接的点）、线、面、体，甚至整个模型进行网格密度的设置；

网格密度三种主要方式：

划分方式	说 明
指定单元长度(Length)	指定单元长度，等长度划分，是指定几何体(body)、面(face)、线(edge)划分密度的最简单的方法；
指定划分份数(Divisions)	指定沿着线或边的划分份数，可以是等长度划分，也可以按一定比率变长度划分，是指定几何体(volume)、面(surface)、线(line)划分密度的最简单的方法，尤其是对面、体进行映射网格划分更加有效；
指定端点尺寸(End-Point Sizes)	根据给定的端点尺寸对几何线、边指定划分密度，划分的单元长度沿着线或边变化，当选择该选项时，必须指定几何线、边的端点划分密度；

控制网格密度的方式

设置份数（ Number of Divisions）

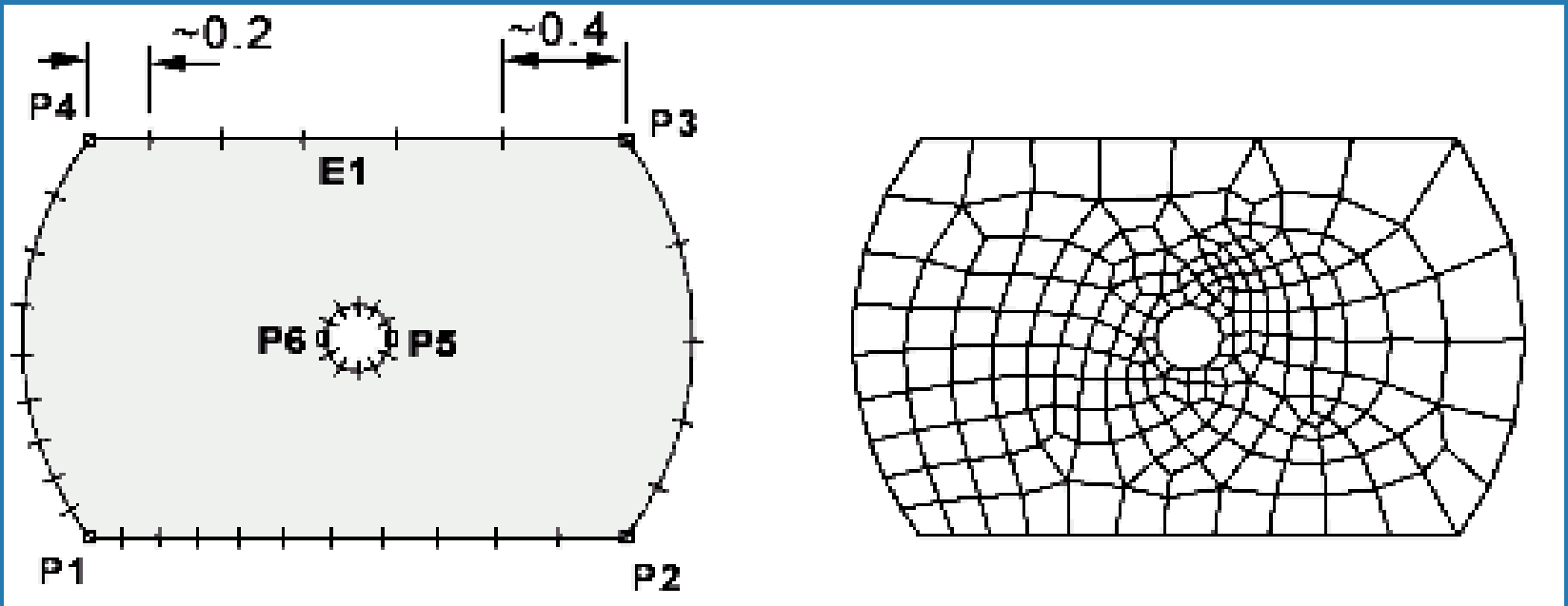


- 中心比例步长（沿U方向）：
  长度比率＝u为0.5处的长度 /u为0.0或u为1.0处的长度(即 A / a)
- 端点比例步长（沿V方向）：
  长度比率＝ v为1.0处的长度 / v为0.0处的长度(即 B / b)

控制网格密度的方式

设置端点网格尺寸（End-Point Sizes）

端点尺寸：
P1：0.1
P2：0.2
P3：0.4
P4：0.2
P5：0.05
P6：0.05



- 网格划分按照两端点指定的尺寸大小变化.
- 例如，E1边的单元尺寸大小从0.2渐变至0.4.

单元划分－对线(Line/Edge)划分单元

适用单元：ADINA：Truss，Beam，IsoBeam，Pipe，General

ADINA-T：1D-Conduct，Planar/Axismetry Boundary Conduct/Radiation

菜单：Meshing/Create Mesh/Line (Edge)

[1]:单元类型

[2]:单元组标号

如果没有已定义的单元组，可直接点击右侧按钮进行单元组的定义；

[3]:单元节点数

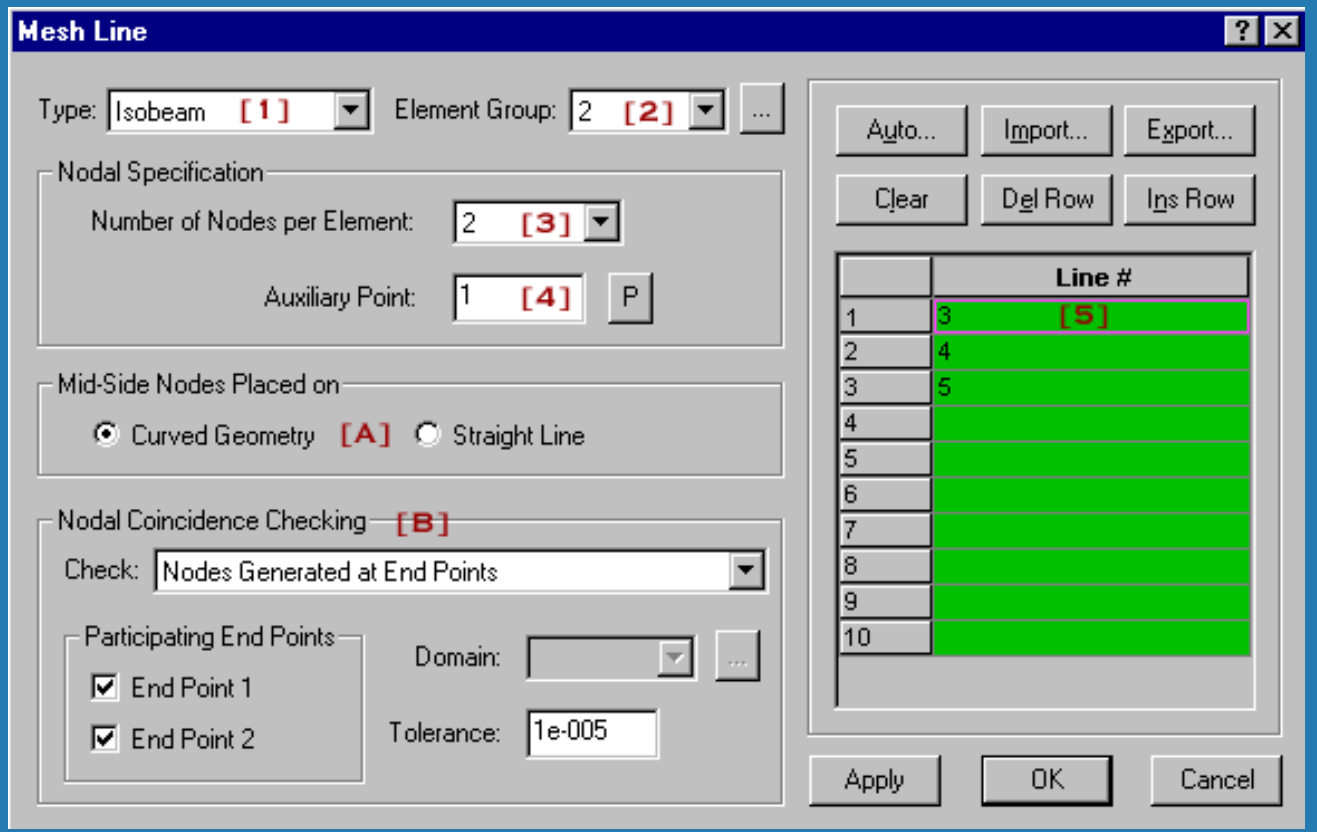
缺省的节点数，用户可选择。

[4]:辅助点标号

可直接输入标号，也可以点击右侧按钮进入拾取状态。

[5]:要划分的Line标号

双击第一个绿色栏，则进入拾取状态，拾取完毕后，按键盘Esc键返回窗口。



单元划分－对线(Line/Edge)划分单元

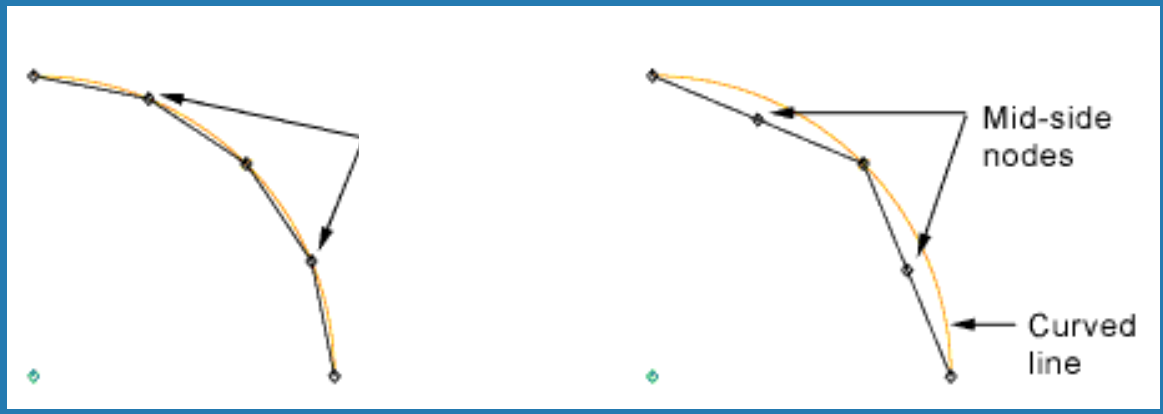
[A]:中节点位置

确定中节点位置，只有对高阶单元才有意义。

[B]:节点拟合操作

划分网格时，将检查模型中已有的节点坐标，如果新生成节点位置与已有节点位置重合（小于Coincide指定的距离），则此节点用已有节点代替，即在此位置不生成新的节点。

提供了重合节点的检查位置：



共有两个单元，每个单元有3各节点，分别为选项1 和选项2划分单元的节点位置

Nodes Generated at boundaries:只检查几何元素边界上的节点

Boundary nodes<Local and Domain>：只检查属于同一Domain的几何元素边界上的节点

Boundary nodes<Same Element Group>：只检查几何元素边界上并属于同一单元组的节点

All Generated nodes：模型已生成的所有节点

No Checking：不检查

单元划分－对面(Surface)划分单元

适用单元：ADINA：2D-Solid,shell,plate（只能用三角形单元）,2D-Fluid

ADINA-T:2D-Conduct,Boundary-Convect/Radiation-Surface,

ADINA-F:2D-Fluid （高速可压缩流用三角形单元）

[A]:网格划分类型

映射网格或自由网格划分方式；

[B]:节点数

3，6，7－低阶、高阶三角形单元

4，8，9－低阶、高阶四边形单元

[C]:中节点位置

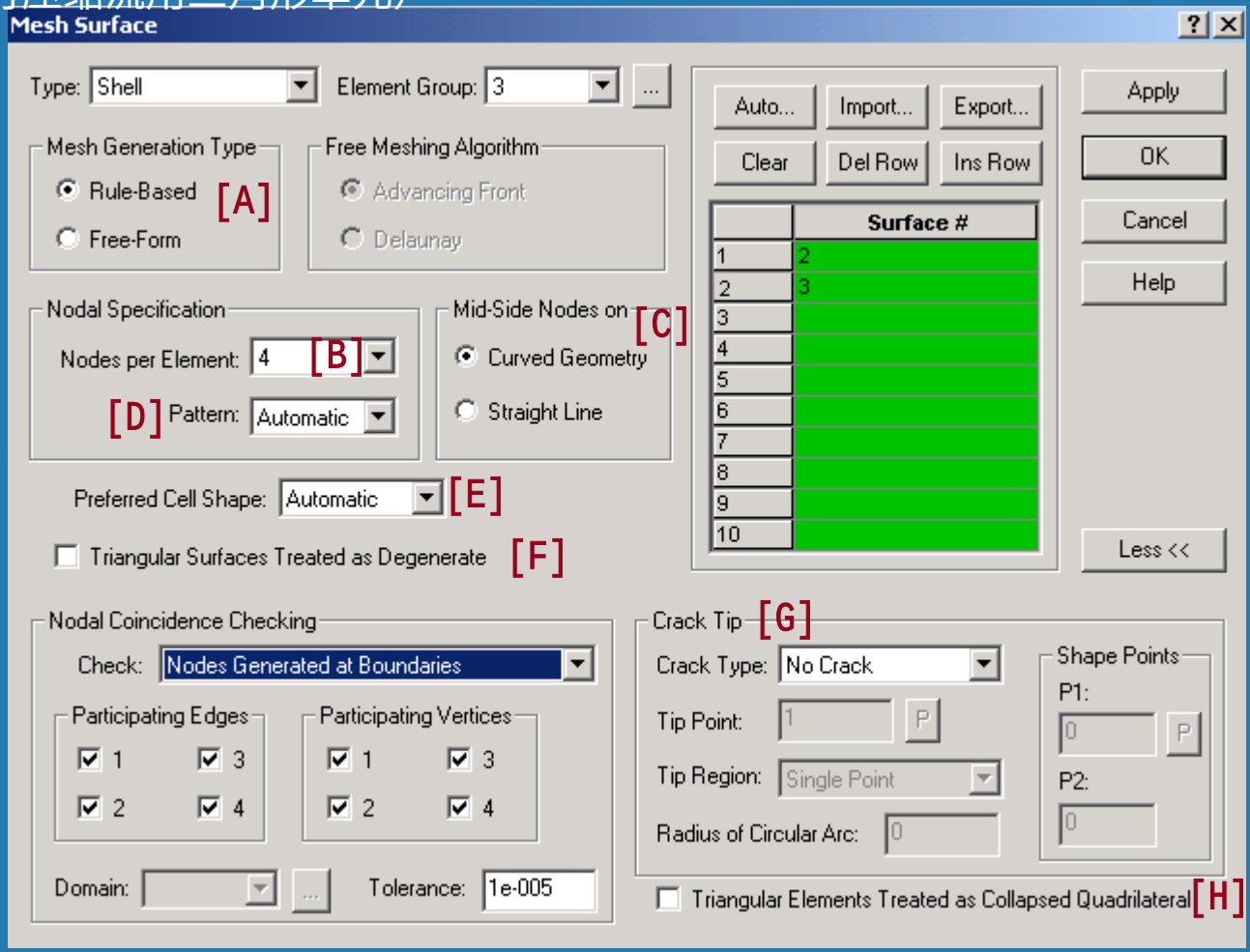
[D]:网格剖分模式

[E]:四边形面/三角形面

[F]:开关，三角形面是四边形面的退化

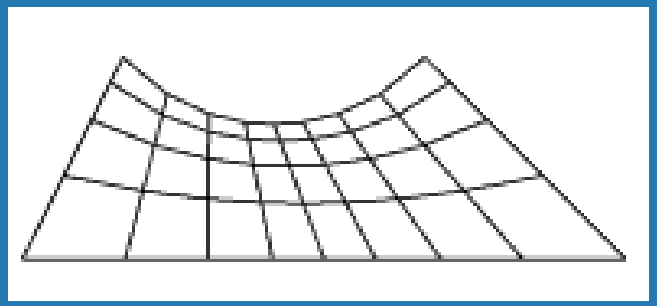
[G]:裂纹前端网格划分选项

[H]:开关，三角形单元是四边形单元的退化

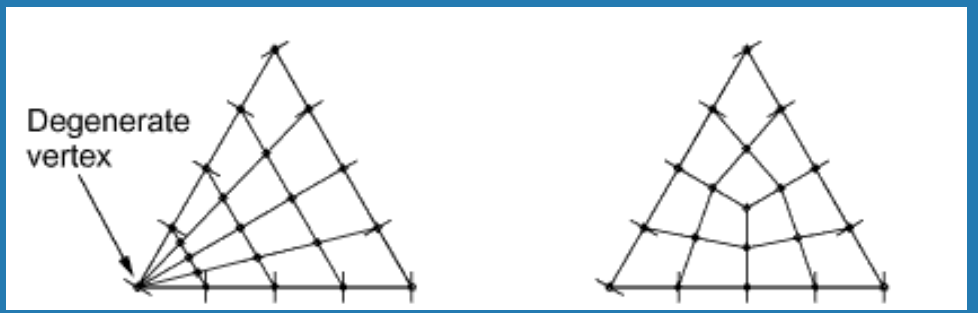


单元划分－对面(Surface/Face)划分单元

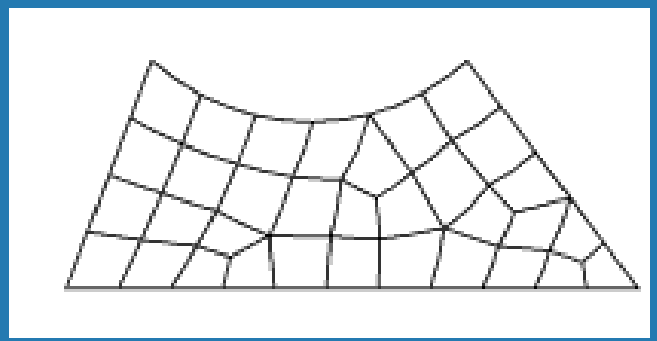
Surface的映射网格划分和自由划分：



四边形Surface进行映射网格划分
（对边等分数相同）



把三角形作为退化的四边形面　　三角形面映射网格
三角形Surface映射网格划分的两种模式



四边形Surface进行自由网格划分（delaunay）
（每边等分数不相同）

说明：

自由网格划分有Advance Front和Delaunay两种方式；

前者划分质量更加理想；

后者更加稳定和强大，适用各种复杂模型；

单元划分－对面(Face)划分单元

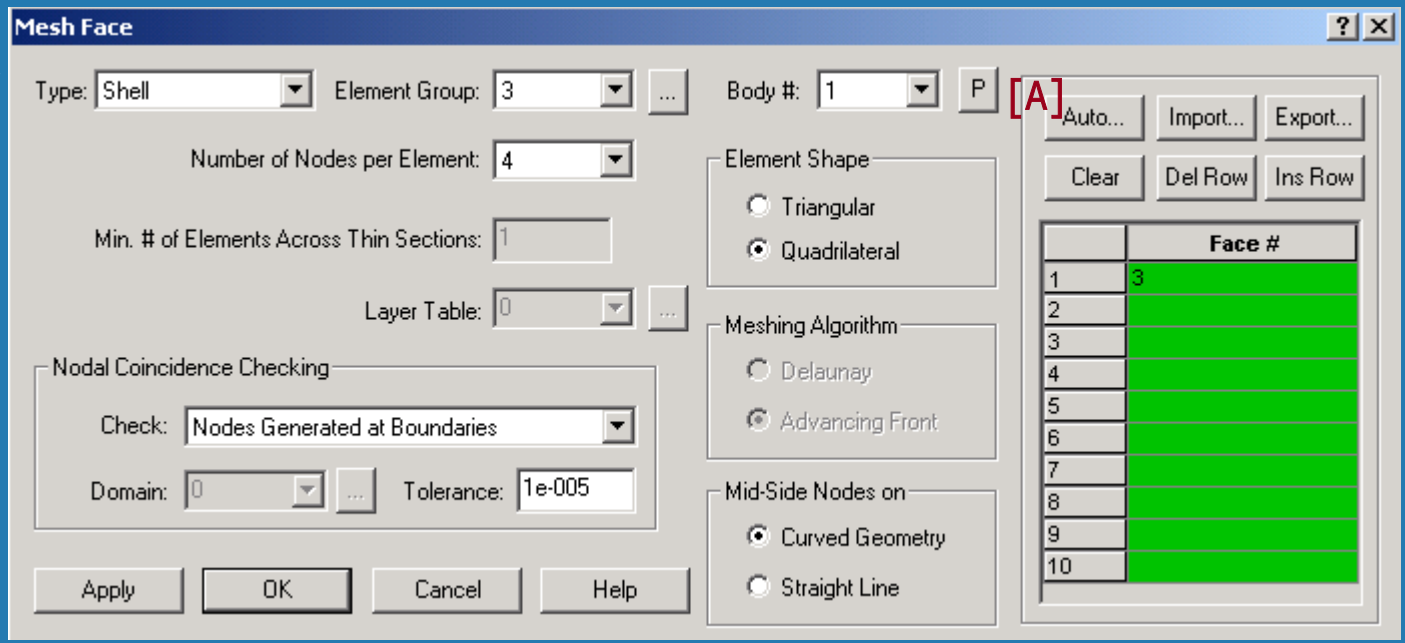
适用单元:与Surface单元相同；

对Face，只能采用自由网格划分方式；

[A]:Body标号

选择要划分的Face前，必须先指定Face所属的Body标号；

对不同Body上的Face，不能同时划分网格；



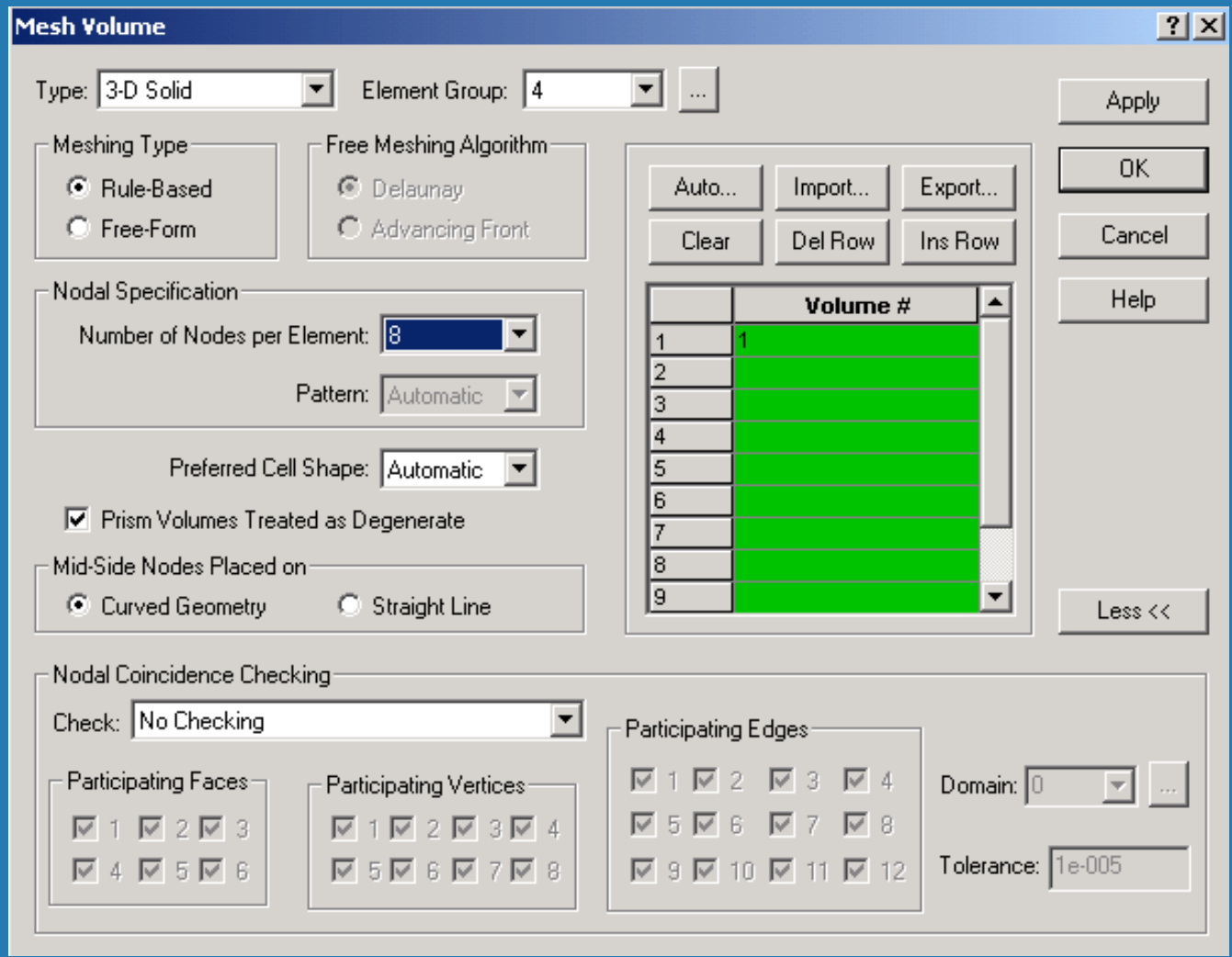
单元划分－对体(Volume)划分单元

适用单元：ADINA：3D-Solid,3D-Fluid

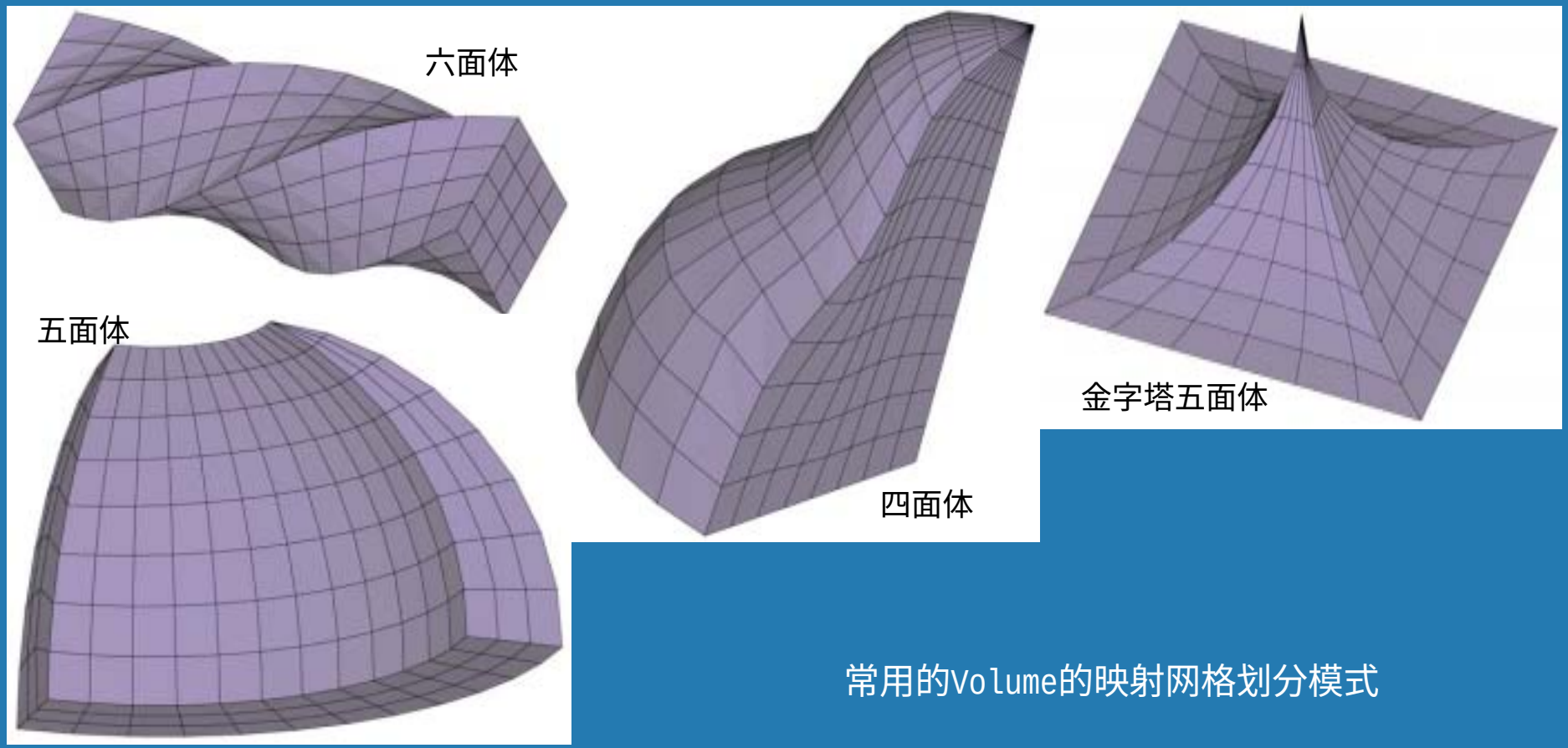
ADINA-T:3D-Conduct

ADINA-F:3D-Fluid

菜单：Meshing/Create Mesh/Volume



单元划分－对体(Volume)划分单元



常用的Volume的映射网格划分模式

（因为做退化假设，除六面体形状的Volume外，其它Volume会生成部分四面体单元和五面体单元）

单元划分－对体(Body)划分单元

适用单元：与Volume相同；

菜单：Meshing/Create Mesh/Body

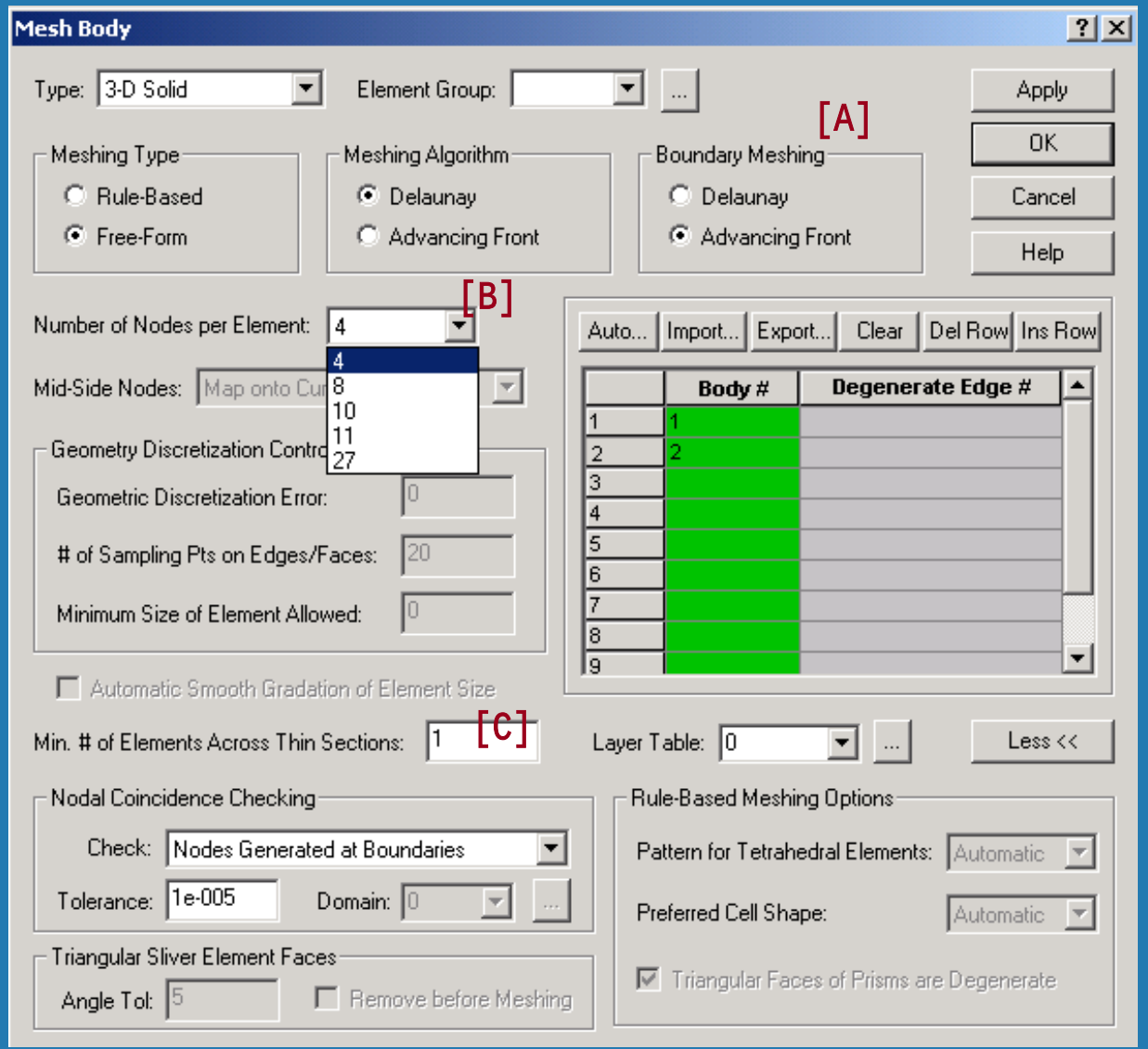
[A]:边界网格划分算法

[B]:节点数

当指定为8或27节点时，进行自由六面体划分；

[C]:薄壁处最少单元层数

在某些流体问题中常常采用；



单元划分－删除单元（Delete Mesh）

菜单：Meshing/Delete mesh

图标：

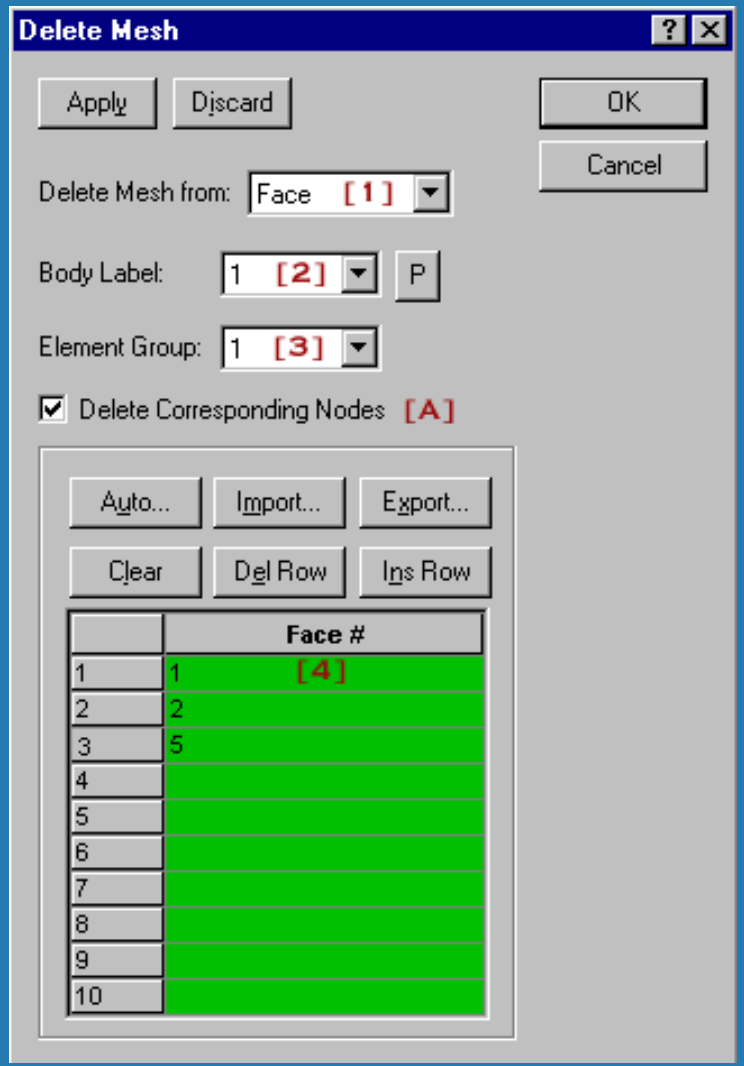
[1]:指定要删除单元的几何元素

[2]:如果几何元素属于Body，必须指定Body标号；

[3]:指定单元组标号

[4]:输入相应的几何元素标号或在图形区拾取，然后按键盘Esc键返回；

[A]:缺省是在删除单元同时删除其节点；



生成离散单元－定义弹簧阻尼单元

弹簧阻尼单元定义：

菜单：Meshing/Element/Spring

[A]:选择点或线

[B]:弹簧单元标号

[C]:第一点标号

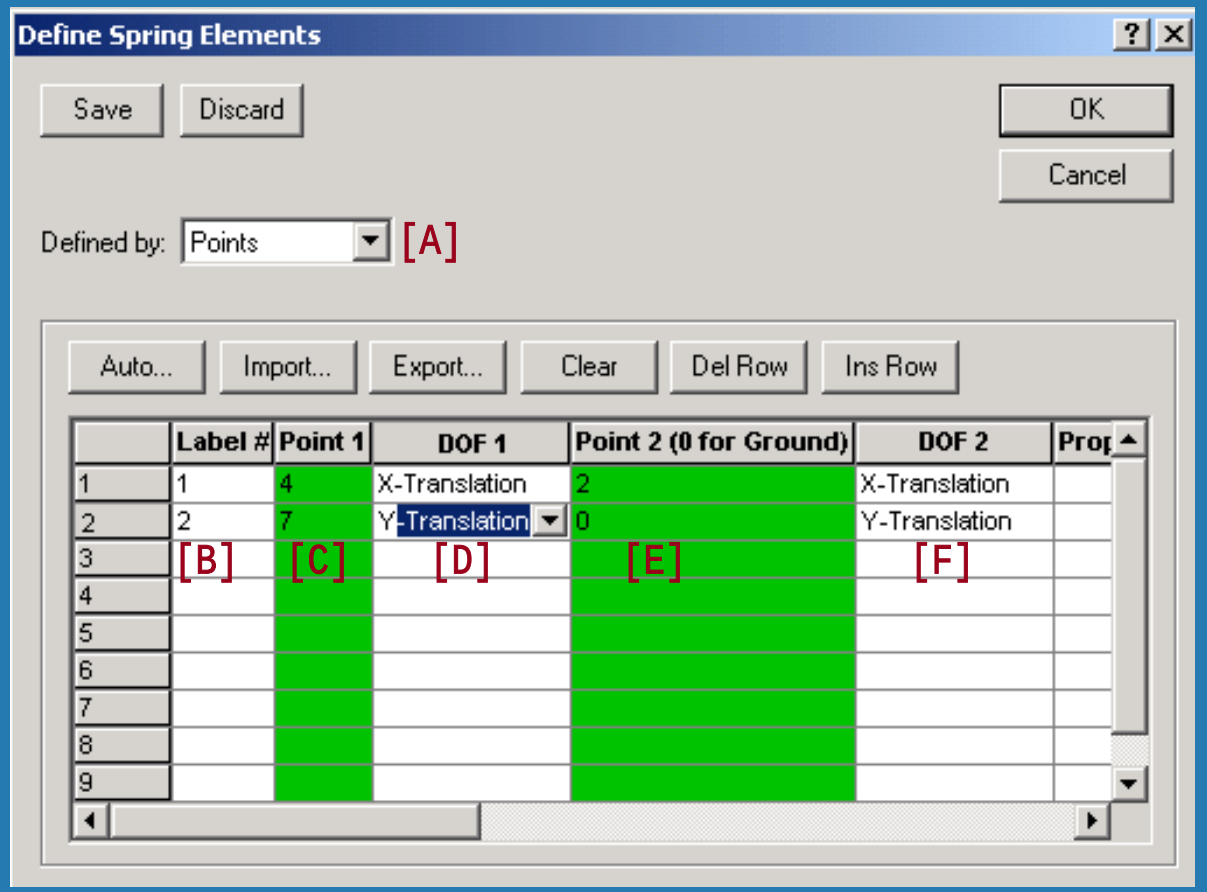
[D]:第一点自由度

[E]:第二点标号

[F]:第二点自由度

[G]:已定义的弹簧阻尼特性标号

[H]:单元生死时间等；



说明：如果第二点输入为0，则为接地弹簧，常常用在模型中约束多余的刚体运动。

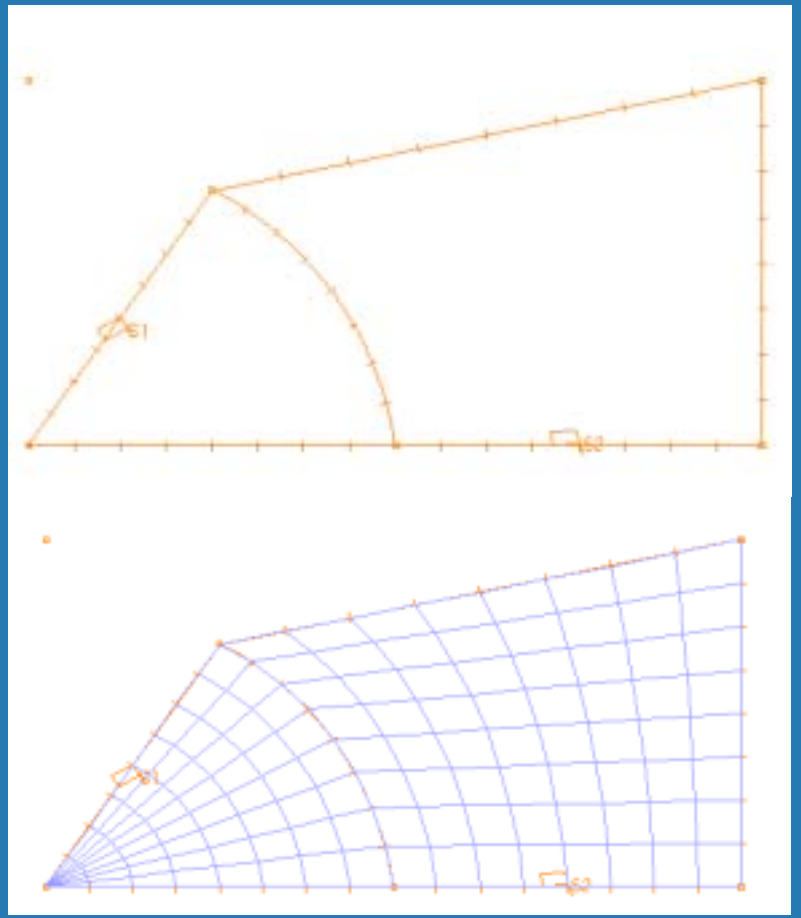
其它不太常用的离散单元有Ring（轴对称Truss），
Bounday Convection/Radiation-Nodal等；

集中质量和阻尼特性可在Model/Geometry
Attribute/Concentrate Masses和Concentrate Dampers
中定义在几何元素或节点上。详见Model定义。

如何保证网格连续

1．对于面划分网格，其边界为线，不同面之间如果共线自然可以满足网格连续过渡；

2．如果面之间的边界不共线，可对两条线定义相同的网格划分密度，如分成相同数量的份数（Division）或指定相同的尺寸，划分网格时指定进行重合节点检查（可调整Coincide公差大小）；

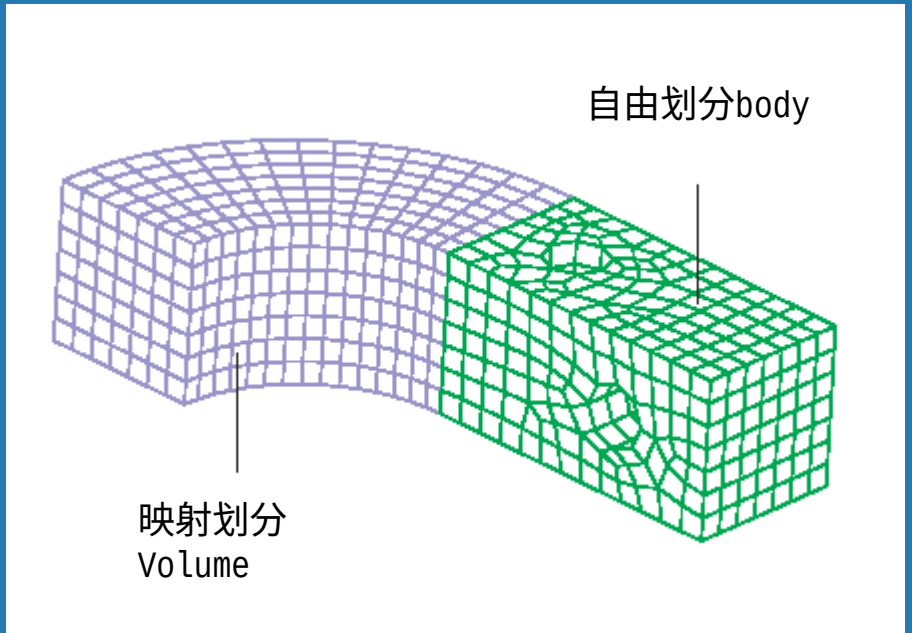


两个面不共线，但在对应边上份数一致，自动生成连续网格

如何保证网格连续

3．对于两个相邻的体（Body-Body或Body-Volume）不共面，则必须在Geometry/Faces/Face Links中指定Face和Surface之间的Link关系，如果采用Create for All Surface/Faces则自动对所有的足够接近的面进行Links设置；

4．通过网格密度设置，必须保证对应的face或Surface上的边的网格密度完全一致，划分网格自动检查重节点开关打开即可；



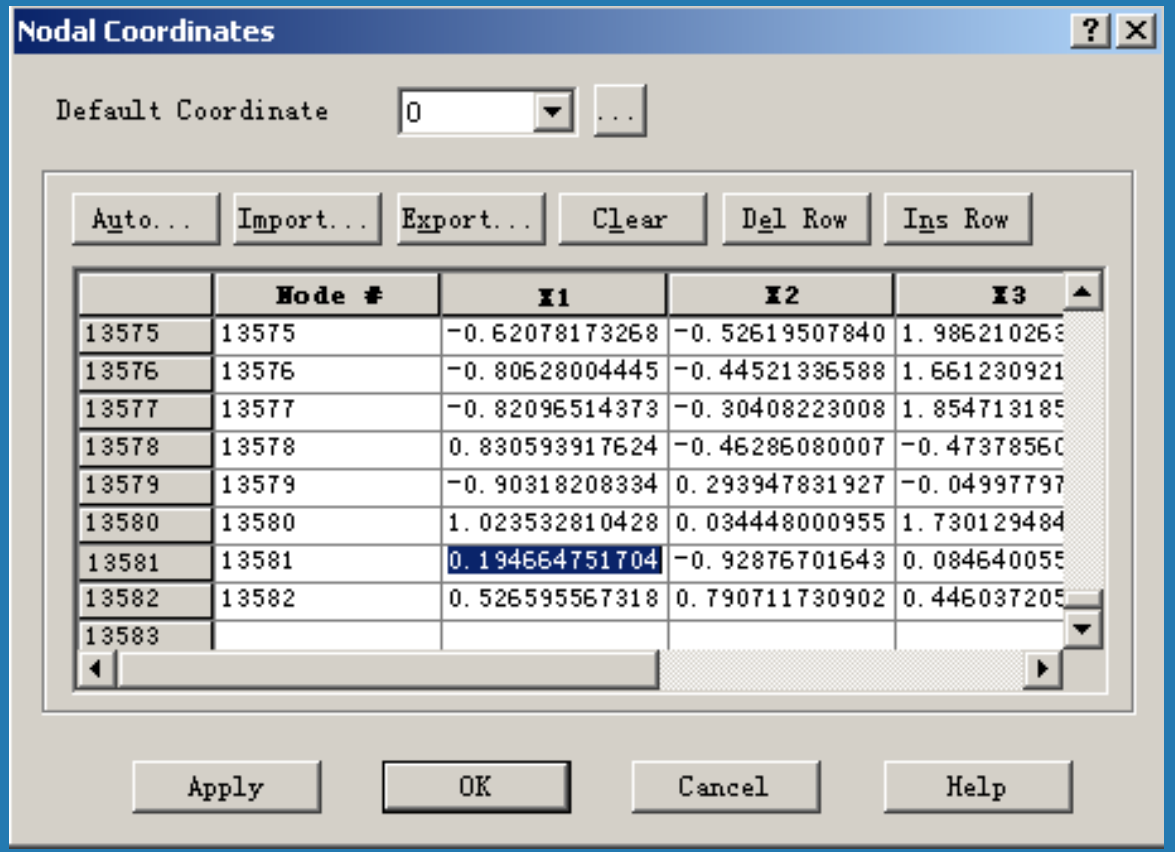
说明：如果通过接口读入几何模型，有时需放大Tolerence，这样才能生成Link。

节点/单元管理－节点坐标表

菜单：Meshing/Nodes/Coordinates

列出数据库中所有的节点和节点坐标；

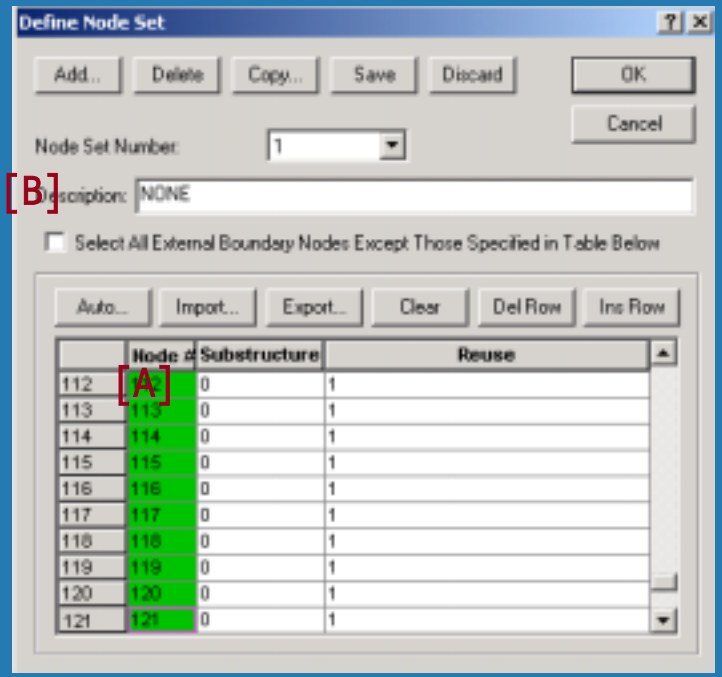
可以直接在列表中改动某个节点坐标，从而偏移节点；这可用于非线性屈曲分析中初始缺陷（节点偏移）设置中；



节点/单元管理－定义节点集合（Node Set）

加载和约束时，可以选择几何元素，有时也可以直接施加在节点集合上。创建节点集合：

菜单：Meshing/Nodes/Node Set

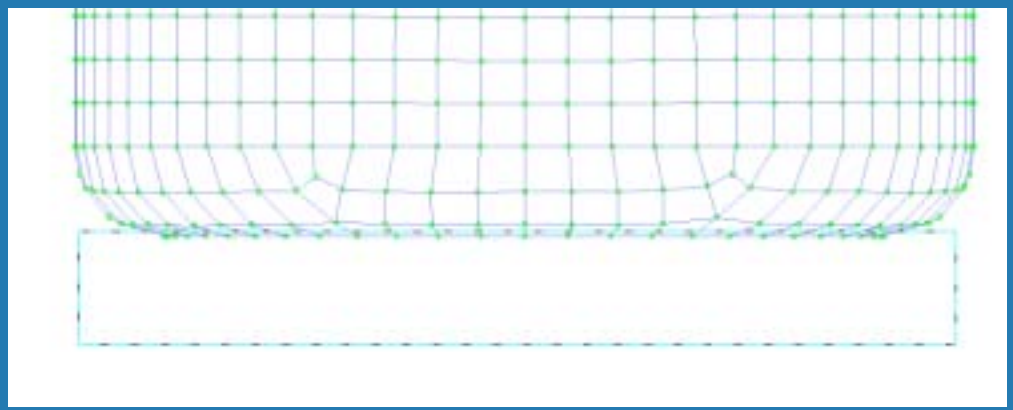


[A]:

首先打开节点符号，双击第一行绿色栏，进入平面拾取状态，可以单个节点选择，也可以用鼠标窗口选择多个，然后按键盘的Esc键返回。如果需再次选择，双击第一个空白绿色栏，再次进入拾取状态；

[B]:自动选中除表中指出的所有处于模型边界上的节点；

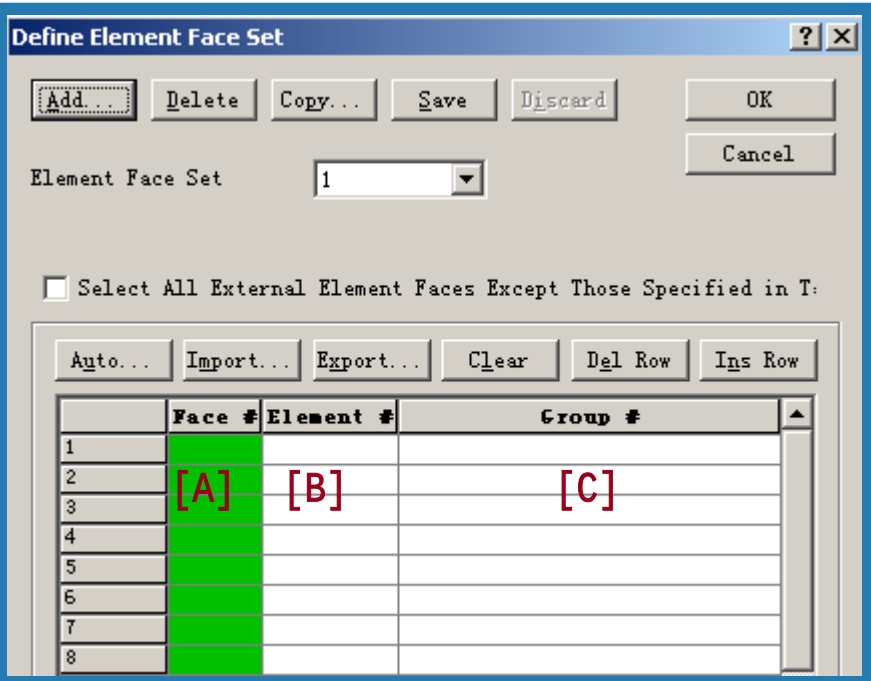
注意：一定要打开节点符号，才能选择节点；当采用窗口方式选择时，模型的隐藏显示时将无法选择后面的节点，因此要选择非隐藏方式  。



窗口选择底部所有节点

节点/单元管理－单元边界集合

模型中，一部分单元的边界代表模型的物理表面，即常为施加载荷以及定义约束、接触的位置。生成单元边界集合可方便以上的模型定义（尤其是通过接口读入网格，而没有几何元素的情况下）；3D单元边界称为Face，2D模型的边界称为Edge，可统称为Segment。



菜单：Meshing/Element/Element Face Set

Meshing/Element/Element Edge Set

[A]:指定face标号

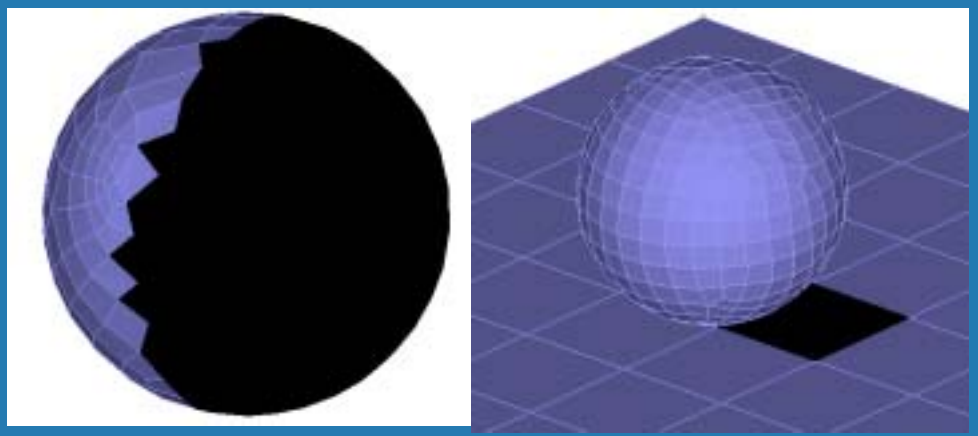
可以在图形区单选或框选；

[B]:单元标号

自动确定；

[C]:单元组标号

自动确定；



球的部分单元face和地面的部分单元Face定义为两个集合，用于接触界面的定义

改变Shell单元厚度：

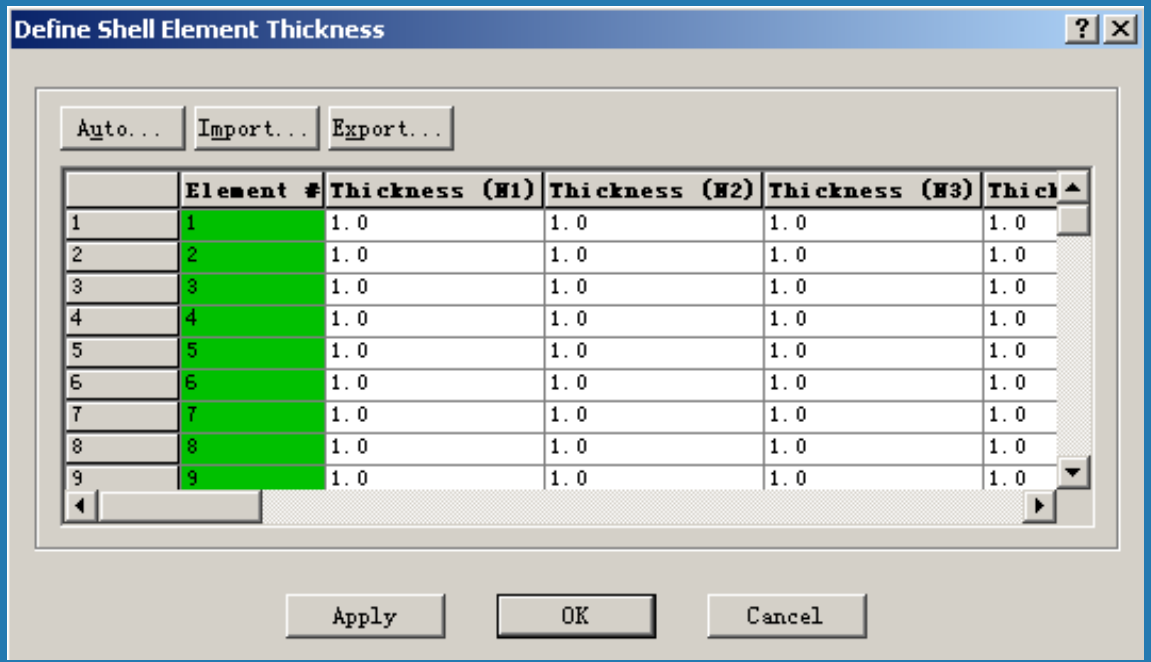
菜单：Meshing/Element/Shell Thickness

Plate和Shell单元必须指定厚度；

一般定义Face和Surface厚度在Geometry/Surface/Thinkness

和Geometry/Faces/Thinkness中直接定义在几何元素上，划分单元后其厚度与几何元素设置相同；

如果需要改变单元厚度，可以在此单元列表中进行修改；但一般还是修改几何Surface 或Face厚度设置，单元厚度将随之自动修改。



节点/单元管理－壳单元分层设置（Shell Layers）

壳单元分层设置：

菜单：Meshing/Element/Shell Layer

层厚度以整个壳厚度的百分数表示；或

每层可指定不同的材料（号）；

说明：在单元组定义Shell单元时指定单元层数才能激活此功能。

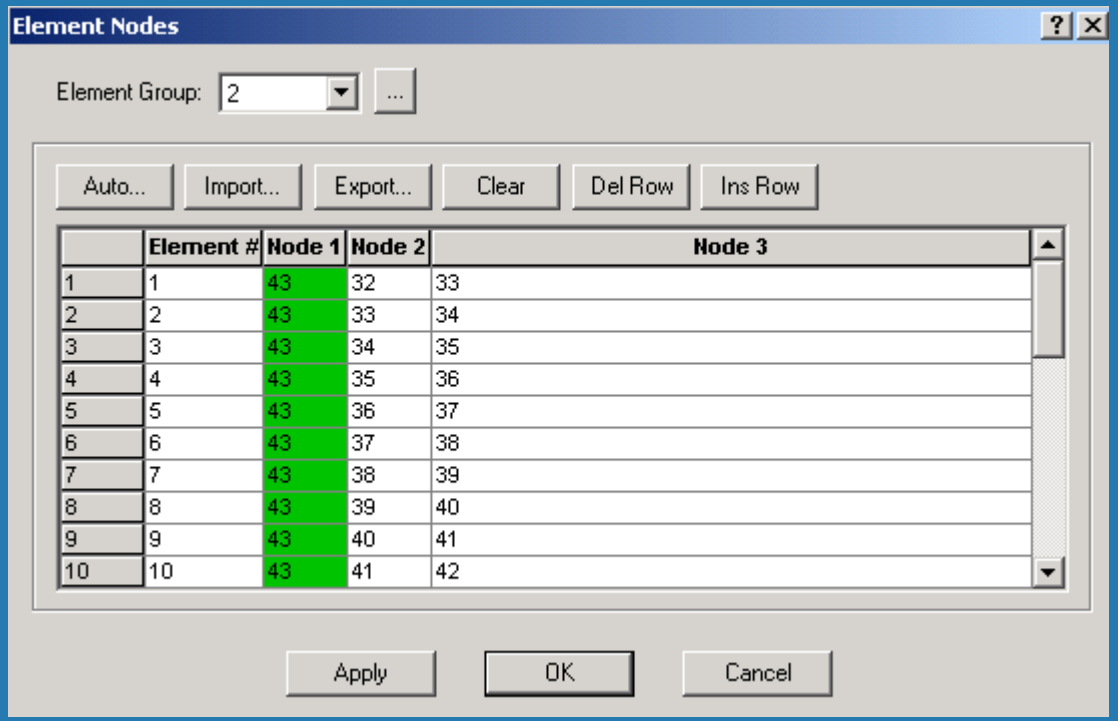
节点/单元管理－组成单元的节点列表

单元节点列表：

菜单：Meshing/Element/Element Nodes

此表列出任何一个单元组中所有单元及组成单元的节点1，节点2，节点3...

常用于梁单元定义活动铰（端点释放）或刚性端时，用于查询这些端点属于单元的节点1或是节点2，然后要在Element data表中对此单元的相应节点赋予特性；



说明：对Beam和Isobeam单元，列出的节点1是参考点，位于单元的I节点是表中节点3，J节点是表中节点3。

节点/单元管理－单元数据表（Element Data）

单元数据表（Element Data）：

菜单：Meshing/Element/Element Nodes

此表列出任何一个单元组中所有单元及一些重要信息，如对Beam单元信息如下：

Material（材料）

Cross Section（截面形状）

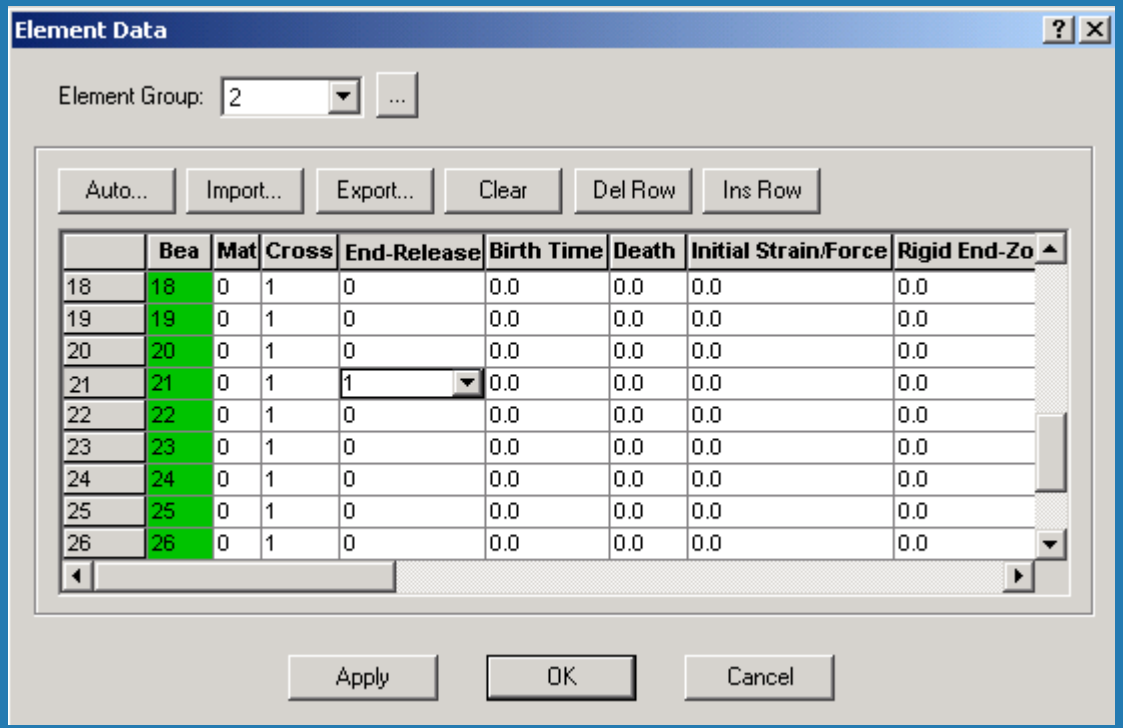
End Release（端点释放特性）

Birth time/Death Time（单元生死）

Rigid End（刚性端）

Initial Strain/Initial Force（初始应变/轴向力）

Print Out（结果输出控制）...



	Bea	Mat	Cross	End-Release	Birth Time	Death	Initial Strain/Force	Rigid End-Zo
18	18	0	1	0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	19	0	1	0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	20	0	1	0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	21	0	1	1	0.0	0.0	0.0	0.0
22	22	0	1	0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	23	0	1	0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	24	0	1	0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	25	0	1	0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	26	0	1	0	0.0	0.0	0.0	0.0

说明：这些信息中的部分与定义几何元素Geomtetry Attribute中相同。

节点/单元管理－有限元模型信息列表

有限元模型信息列表：

菜单：Meshing/List F.E. Model...

报告有限元模型的统计信息

信息包括： 单元组

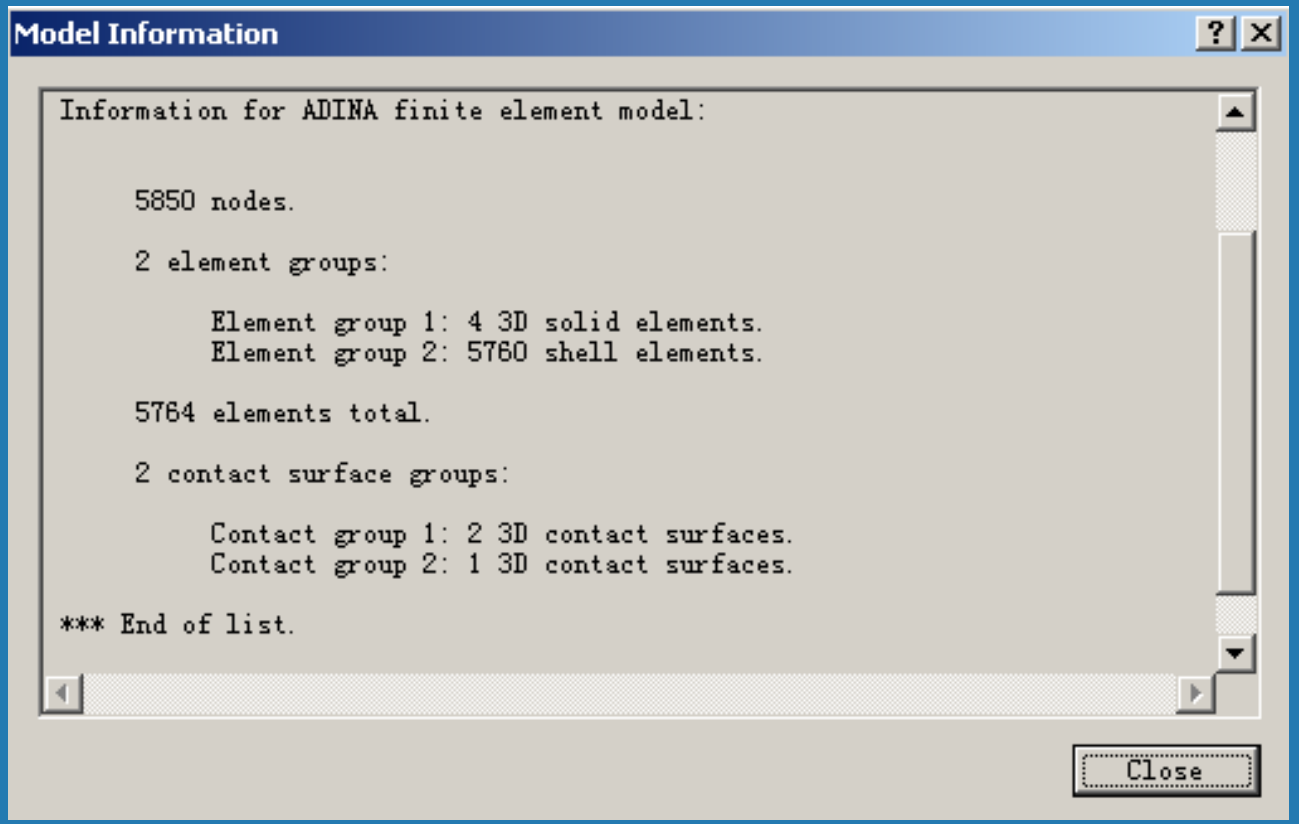
单元数目

节点数目

接触组

接触对数目

...

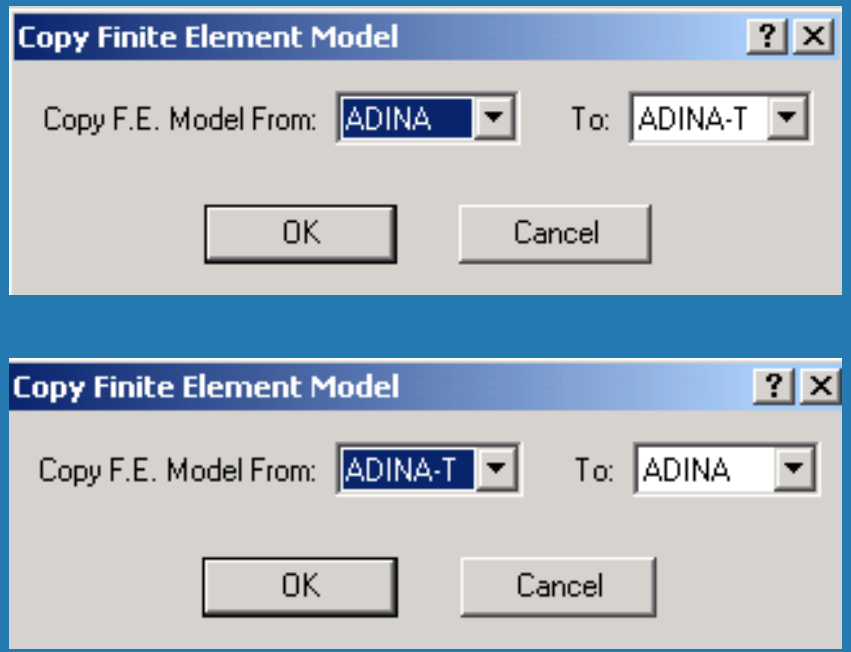


节点/单元管理－在不同分析模块之间复制有限元模型

在不同分析模块之间复制有限元模型：

菜单：Meshing/Copy FE Model

当进行耦合场分析时，如热应力分析，需要建立结构模型和温度场模型，网格一致。此时可以用此功能把网格从ADINA结构模块拷贝到温度场分析模块，单元类型自动转化，但材料、边界条件等需要用户处理。



节点/单元管理－删除有限元模型（Delete FE Model）

删除有限元模型：

菜单：Meshing/Delete FE Model

说明：将模型中删除所有单元节点，且不能用Undo进行恢复。